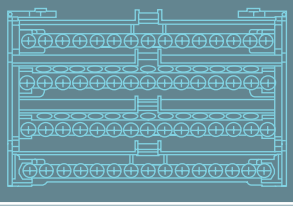
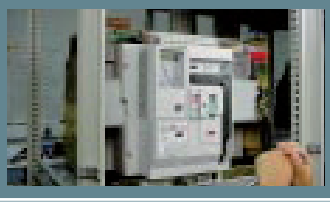
DISTRIBUCIÓN Y POTENCIA



GUÍA TÉCNICA

legrand®

INDICE

I - EL PROYECTO 4

I.A - La alimentación eléctrica 6

I.B - Consideraciones de los riesgos 42

I.C - Los principios de la protección 84

I.D - Esquemas de conexión a tierra 180

II - ELECCIONES 202

II.A - Dimensionamiento de conductores y protecciones 204

II.B - Elección de los equipos de protección 250

II.C - Las funciones de explotación 306

II.D - La repartición 354

II.E - Elección de las envolventes 400

III - LA REALIZACIÓN 458

III.A - Instalación de las envolventes 460

III.B - El montaje de los juegos de barra 498

III.C - Instalación de los aparatos 522

III.D - Montaje de los dispositivos de distribución XL-Part 546

III.E - Cableado y conexiones 564

III.F - Manipulación e instalación en obra de los tableros 614

III.G - Certificación de los tableros 626

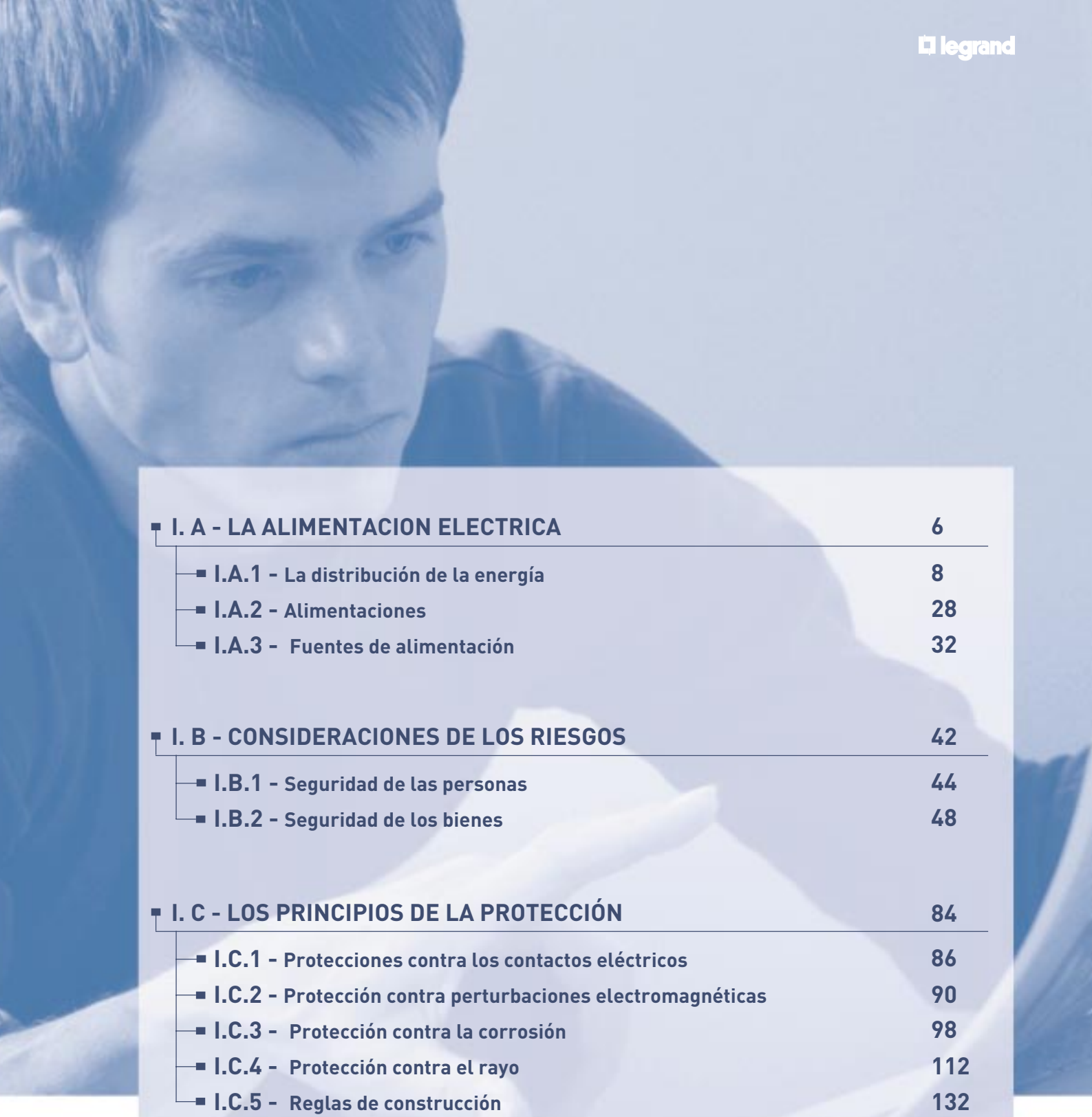
IV - LOS PRODUCTOS 654

V - INDICE POR PALABRA 690

I



EL PROYECTO



I. A - LA ALIMENTACION ELECTRICA 6

I.A.1 - La distribución de la energía 8

I.A.2 - Alimentaciones 28

I.A.3 - Fuentes de alimentación 32

I. B - CONSIDERACIONES DE LOS RIESGOS 42

I.B.1 - Seguridad de las personas 44

I.B.2 - Seguridad de los bienes 48

I. C - LOS PRINCIPIOS DE LA PROTECCIÓN 84

I.C.1 - Protecciones contra los contactos eléctricos 86

I.C.2 - Protección contra perturbaciones electromagnéticas 90

I.C.3 - Protección contra la corrosión 98

I.C.4 - Protección contra el rayo 112

I.C.5 - Reglas de construcción 132

I. D - ESQUEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA 180

I.D.1 - Los diferentes regímenes de neutro 182

I.D.2 - Regímenes de neutro de grupos electrógenos 190

I.D.3 - Elección de régimen de neutro 192

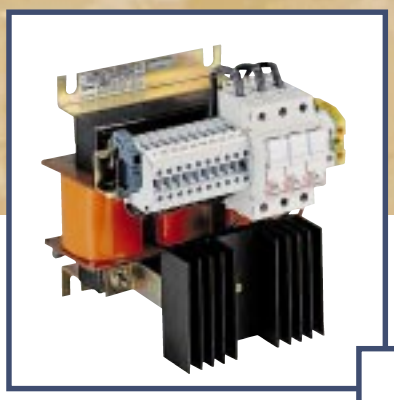
I.D.4 - La estructura de la red de protección 198

LA ALIMENTACIÓN ELECTRICA

Crear la conexión entre la empresa concesionaria de servicio público de distribución con las instalaciones interiores de los clientes finales, incluyendo las fuentes auxiliares de alimentación consideradas, es el primer objetivo de la interfaz que constituye el denominado "punto de suministro, una frontera neurológica en la que convergen principalmente: la cantidad de potencia, las condiciones de suministro, la arquitectura de las redes de alimentación y las fuentes que las constituyen.

Un buen análisis de proyectos eléctricos, exige ante todo una reflexión correcta en la fase preliminar. Es indispensable realizar, a lo menos, estudios tales como:
- evaluación de las condiciones de uso de las cargas asociadas a la red.
- estimación global de las demandas máximas previstas integrando la totalidad de las cargas relacionadas.
-estudio topológico de la arquitectura (dimensiones, vías de tendido eléctrico).
-criterios de explotación (continuidad y calidad del suministro).
- estudio de las normas y reglamentos.

Un trabajo que no se puede improvisar y que requiere la intervención de profesionales calificados.











Aparte de los criterios insoslayables de seguridad que deben poseer las instalaciones eléctricas, tanto para ellas mismas como para sus usuarios, surgen exigencias complementarias: tipo de suministro, alternativa tarifaria, calidad de la energía, continuidad del servicio; que son algunos de los elementos cruciales que han de tenerse en cuenta desde el inicio de un proyecto.

La distribución de energía

La electricidad es una de las energías de mayor y variado uso en la actualidad. Nos permite realizar prácticamente el total de nuestras actividades diarias, sin ella, nuestro mundo tecnológico no existiría. Su producción es relativamente simple, pero los grandes generadores se encuentran muy alejados de los puntos de consumo de los clientes; es por esto, que existen las concesiones de servicio público de distribución, las que toman la energía generada por los productores (canalizada por los transmisores), y las llevan por sus propias redes a los consumidores finales.

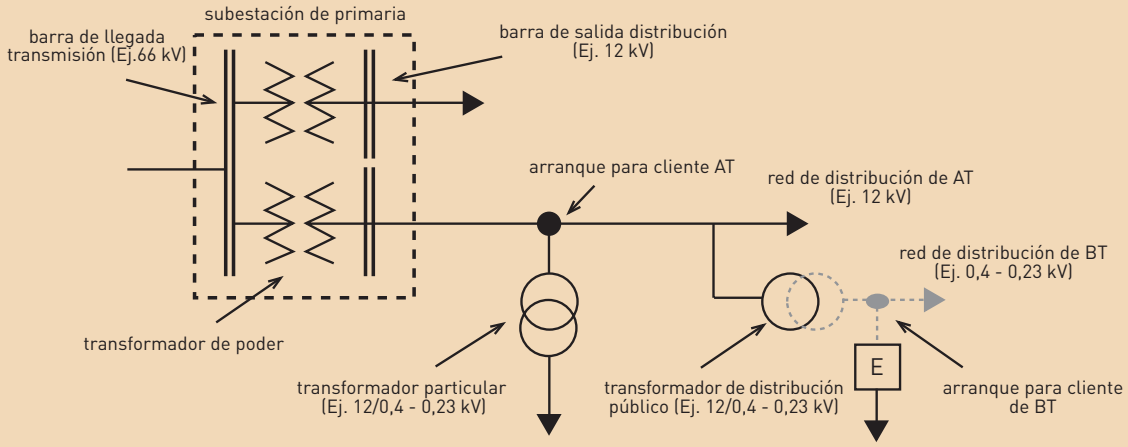
Según el Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos (Decreto Supremo Nº 327), las concesiones de servicio público de distribución son aquellas que habilitan a su titular para establecer, operar y explotar instalaciones de distribución de electricidad dentro de una zona determinada (llamada comúnmente zona de concesión), y efectuar suministro de energía eléctrica a usuarios finales ubicados dentro de dicha zona y a los que, ubicados fuera de ella, se conecten a sus instalaciones mediante líneas propias o de terceros. Este suministro puede ser de dos niveles: alta tensión o baja tensión.

Las redes de las empresas eléctricas concesionarias tienen como punto de partida las denominadas subestaciones de distribución primaria, cuyo objetivo es el de reducir el voltaje desde el nivel de transporte al de alta tensión de distribución. Las redes de alta tensión de distribución de las empresas eléctricas son llamadas comúnmente en esta parte de los sistemas como: "alimentadores", las que pueden ser tanto aéreas como subterráneas, y que a la vez, pueden alimentar directamente a clientes de grandes potencias que cuentan con trasformadores propios (llamados clientes de AT), o bien, a sub redes por medio de transformadores públicos que poseen potenciales de salida con niveles de baja tensión de distribución, a las que se conectan clientes que poseen requisitos de potencia bajos y medianos. A estas redes de baja tensión normalmente se les llama: circuitos.

Tensiones normales para sistemas e instalaciones NSEG 8.E.n.75

Nivel de tensión	Campos	Tensión nominal "V" en (kV)
Alta tensión	Tensión extra alta	V > 220
	Tensión alta	60 < V ≤ 220
	Tensión Media	1 < V ≤ 60
Baja tensión	Tensión Baja	0,1 < V ≤ 1
	Tensión Reducida	V ≤ 0,1

Esquema representativo de las redes de distribución de las empresas concesionarias de servicio público



1 ESQUEMAS DE DISTRIBUCION PUBLICOS

Las redes de distribución eléctrica de las empresas concesionarias en Chile, presentan principalmente dos esquemas de alimentación: los sistemas radiales y los anillados.

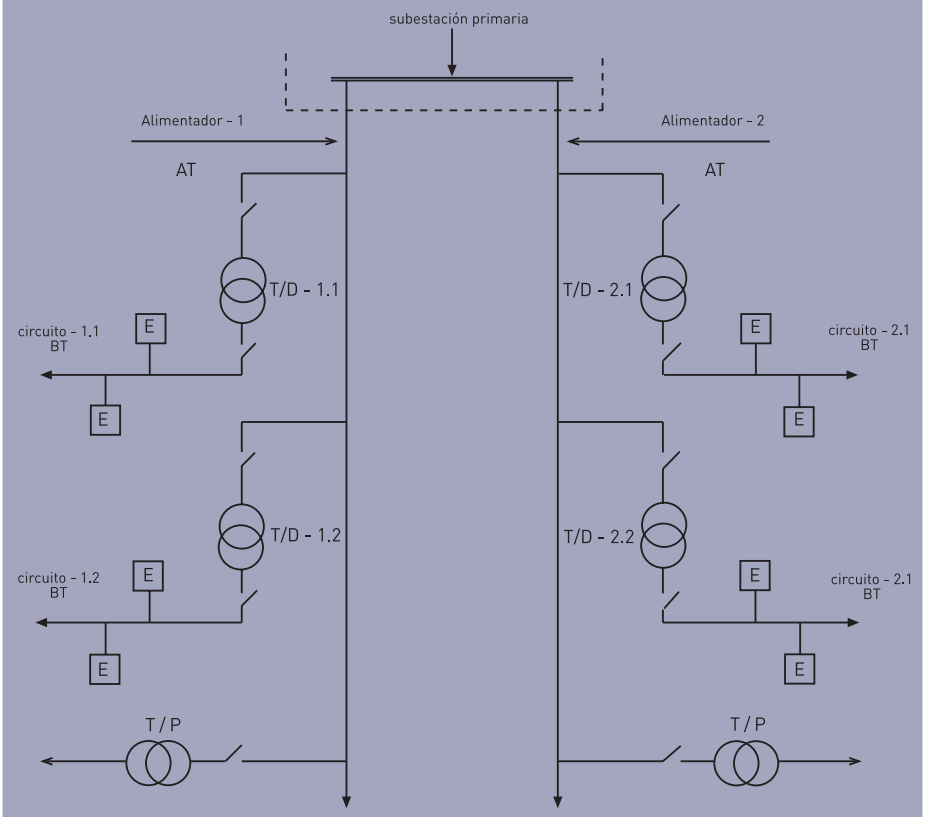
Los sistemas radiales son los de uso principal a lo largo de Chile. Consisten en poseer un conjunto de alimentadores de alta tensión, que suministren potencia en forma individual, a un grupo de transformadores sean estos públicos o particulares.

Cuando una red radial alimenta a transformadores públicos, se genera por el secundario de ellos, las redes de distribución de baja tensión, normalmente trifásicas de cuatro hilos, y siempre del tipo sólidamente aterrizadas.

Una desventaja de los sistemas radiales es que al fallar un transformador público, todos los clientes de baja tensión asociados quedan sin suministro. También, si falla el alimentador de alta tensión, quedan fuera de servicio tanto estos transformadores como los de uso particular de los clientes de alta tensión.

No son redes que aseguren una gran continuidad del servicio, pero son económicas.

Esquema representativo de los esquemas de distribución radiales

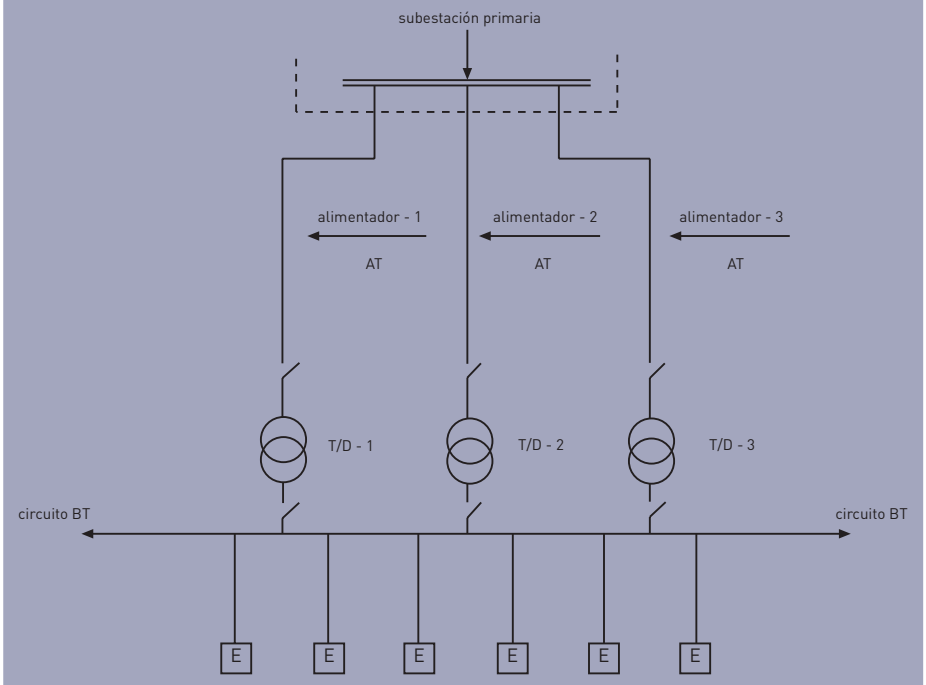


T / D: transformador de distribución público
T / P: transformador particular

Los sistemas anillados (existente solo en una parte del centro de Santiago de Chile), consisten en poseer un conjunto de transformadores alimentados en forma independiente por su lado primario por alimentadores de alta tensión dedicados, pero sus secundarios, se encuentran todos interconectados. En estos sistemas solo se entrega potencia en baja tensión, por lo que no existen los clientes denominados de AT.

Una gran ventaja de los sistemas anillados es la continuidad del servicio; en caso de falla de un transformador, los restantes pertenecientes al conjunto continúan alimentado la red de distribución de baja tensión.

Esquema representativo de los esquemas de distribución anillados



T/D: transformador de distribución público

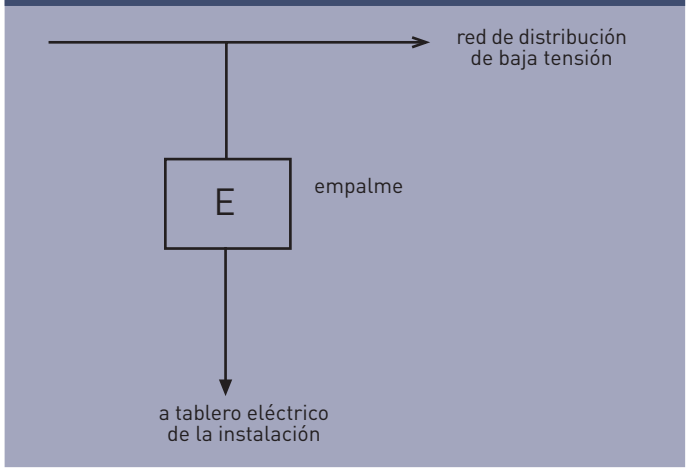
2 EL PUNTO DE SUMINISTRO

La alimentación de las empresas distribuidoras hacia las instalaciones eléctricas de los clientes finales se realiza por medio del denominado empalme, el que según el DS Nº 327, artículo 330, se entiende como: "conjunto de elementos y equipos eléctricos que conectan el medidor de la instalación o sistema del cliente, a la red de suministro de energía eléctrica".

Existen dos tipos de empalmes: los de baja tensión y los de alta tensión. Los primeros son utilizados en instalaciones de baja potencia (casas, pequeños locales comerciales e industriales), los segundos los usan las instalaciones de elevadas potencias (grandes edificios, centros comerciales, naves industriales).

Los empalmes de baja tensión pueden ser monofásicos o trifásicos, aéreos o subterráneos, y en general, se componen de la acometida, el equipo de medida y el dispositivo de protección.

Esquema general de un empalme de baja tensión



La potencia de los empalmes de baja tensión está dada por la capacidad nominal de su dispositivo de protección, normalmente, un interruptor magnetotérmico.

Las condiciones a cumplir por los empalmes eléctricos para instalaciones interiores de baja tensión, aparecen en la norma NCH Elec. 4/84.

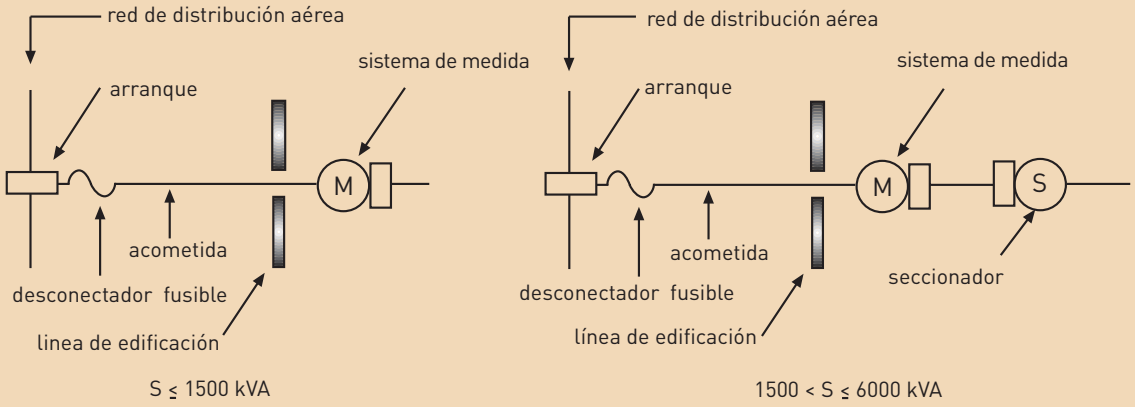
Empalmes monofásicos			
Potencia nominal (kW)	Potencia máxima (kW)	Interruptor (A)	Tipo
2,20	2,5	10	C-6 / S-6
3,30	3,5	15	
4,40	5,0	20	
5,50	6,0	25	
6,60	7,5	30	C-9 / S-9
7,70	8,5	35	
8,80	10,0	40	

C: concéntrico (aéreo) / S: subterráneo

Empalmes trifásicos			
Potencia nominal (kW)	Potencia máxima (kW)	Interruptor (A)	Tipo
6,58	7,5	10	A-18 / S-18 AR-18/SR-18
9,87	11,0	15	
13,16	15,0	20	
16,45	18,5	25	
19,75	22,5	30	A-27 / S-27 AR-27/SR-27
23,04	26,5	35	
26,33	30,0	40	
29,62	34,0	45	AR-48/SR-48
32,91	37,5	50	
39,49	45,0	60	
46,07	52,5	70	
52,65	60,5	80	AR-75/SR-75
59,24	68,0	90	
65,82	75,5	100	
82,87	95,0	125	AR-100/SR-100
98,73	113,5	150	AR-150/SR-150
105,31	121,0	160	
115,80	132,0	175	
131,64	151,0	200	
148,09	170,0	225	AR-225/SR-225
164,54	189,0	250	
197,45	227,0	300	
230,36	264,5	350	AR-350/SR-350
263,27	302,5	400	
296,18	340,5	450	

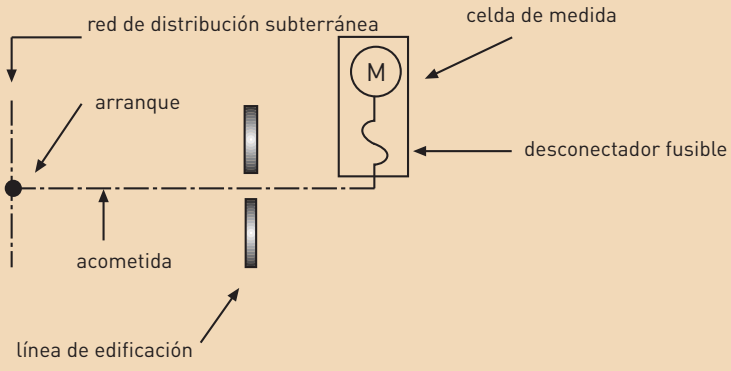
A: aéreo/ S: submarino/ AR: aéreo con medidor de reactivos/ SR: subterráneo con medidor de reactivos.

Esquema general de empalmes aéreos de alta tensión



Los empalmes de alta tensión son trifásicos, pudiendo ser aéreos o subterráneos. Dependiendo de la potencia de la instalación, existen dos diferentes configuraciones posibles de utilizar en el caso de los empalmes aéreos de alta tensión.

Esquema general de empalmes subterráneos de alta tensión



Los empales subterráneos de alta tensión son todos aquellos que dependen de una red exterior de distribución con configuración subterránea para su alimentación. Se componen en general del arranque, la acometida, y la celda de medida.
La celda de medida es un gabinete metálico que aloja en su interior al equipo compacto de medida, los medidores y las protecciones, compuestas por desconectadores fusibles encapsulados de hasta 175 (A), en instalaciones cuya potencia conectada no sea superior a 4000 (kVA).

3 LA TARIFA

La forma de pago por concepto de suministro que utilizan los clientes finales, constituye la opción de tarifa eléctrica libremente convenida entre éste y la distribuidora. En Chile existen diferentes tarifas aplicadas tanto a clientes de alta como de baja tensión, luego en la etapa del proyecto, se debe determinar cual de ellas es la más conveniente dependiendo de la forma de utilización de la energía y la potencia por parte del cliente.

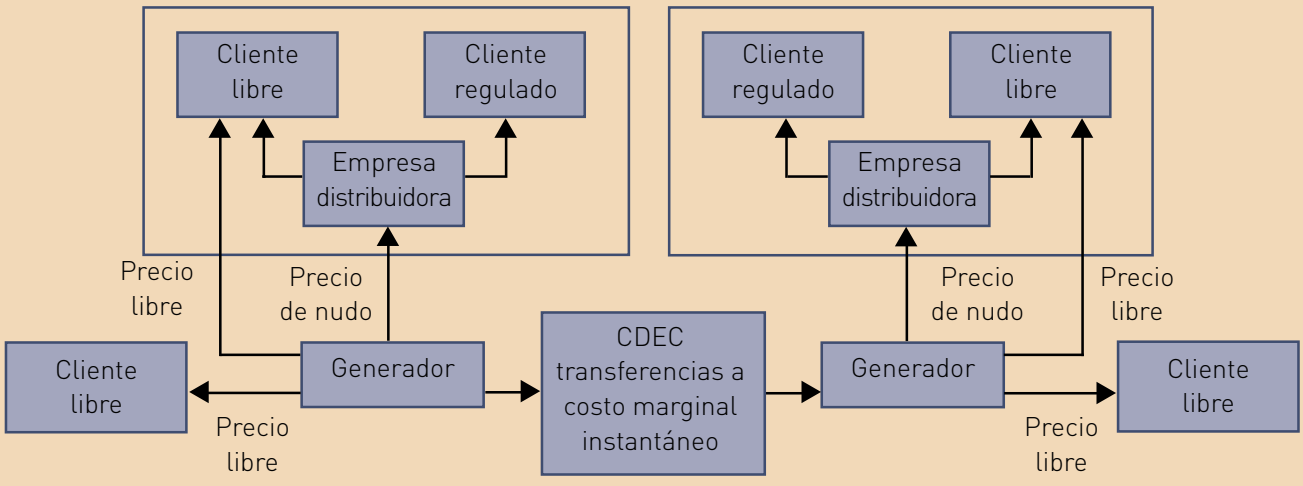
Al referirnos al tema tarifario es necesario aclarar previamente que existen dos diferentes mercados dentro del sistema eléctrico. Estos mercados son los cubiertos por las empresas distribuidoras que atienden a clientes domiciliarios, terciarios e industriales y los grandes proveedores (generadoras), que suministran directamente a las empresas distribuidoras de electricidad en sus zonas de concesión, y aquellos grandes clientes llamados "clientes libres" o no regulados.
En cuanto a los precios que afectan a los clientes finales, es necesario diferenciar entre dos tipos principales de precios.

! Los precios libremente convenidos entre los proveedores y sus clientes industriales o mineros que califican como clientes libres por poseer una potencia conectada superior a 2 MW.

! Las tarifas o precios máximos establecidos por la autoridad y fijados semestralmente por decreto del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, los que se aplican a los clientes regulados, que poseen una potencia conectada menor a 2MW.

Debe mencionarse, además, que existe una tercera categoría de precios los que, sin embargo, son aplicables sólo a nivel de empresas generadoras miembros de los Centros de despacho Económico de Carga (CDEC). Estos precios están basados en costos marginales de producción, los que son altamente variables en el tiempo y magnitud, ya que dependen de parámetros tales como precios de combustibles, demandas eléctricas, niveles del agua en los grandes embalses y las condiciones hidrológicas regionales, entre otros.

Sistema de precios eléctricos



1 Opciones de tarifa eléctrica aplicada a los clientes regulados

Los clientes pueden elegir libremente cualquiera de las opciones de tarifa que se describen más adelante, con las limitaciones establecidas en cada caso y dentro del nivel de tensión que les corresponda. Las empresas concesionarias de servicio publico de distribución, están obligadas a aceptar la opción que los clientes elijan.

Existen tarifas aplicas a clientes denominados de baja tensión, las que se simbolizan por un BT-N°, donde N° representa el tipo de tarifa (1,2,.....etc), y tarifas aplicadas a clientes de alta tensión, simbolizadas mediante la sigla AT-N°, donde N° representa el tipo de tarifa. Resulta importante destacar que las tarifas de baja tensión y las de alta son exactamente iguales en términos de los cargos que las componen y la forma de cálculo de los mismos, difiriendo solo en el costo de las variables de facturación. (en AT el costo es menor que en BT).

1.1 – Tarifa BT - 1

Opción de tarifa en baja tensión para clientes con medidor simple de energía destinada preferentemente al ámbito domiciliario. Para poder optar a esta tarifa, los clientes deben tener una potencia conectada no superior a 10 (kW), y aquellos clientes que instalen un limitador de potencia para cumplir esta condición.

En esta tarifa, existen tres modalidades de cobro del suministro eléctrico, el caso (a), el (b) y el (c).

• Caso (a)

Aplicable a los clientes abastecidos por empresas cuya demanda máxima anual de consumos en esta opción, se produce en meses en que se han definido horas de punta. Se compone de los siguientes cargos:
- Cargo fijo mensual
- Cargo por energía base
- Cargo por energía adicional de invierno

• Caso (b)

Aplicable a los clientes abastecidos por empresas cuya demanda máxima anual de consumos en esta opción, se produce en meses en que no se han definido horas de punta. Se compone de los siguientes cargos:
- Cargo fijo mensual
- Cargo por energía
- Cargo por potencia base
- Cargo por potencia adicional de verano
- Cargo por potencia de invierno

• Caso (c)

Aplicable a los clientes abastecidos por empresas cuya demanda máxima anual de consumos en esta opción, se produce en meses en que no se han definido horas de punta. Se compone de los siguientes cargos:
- Cargo fijo mensual
- Cargo por energía
- Cargo por potencia base
- Cargo por potencia de invierno

1.2 – Tarifa BT - 2 y AT - 2

Opción de tarifa en baja tensión ó alta tensión. En esta tarifa se separan los cobros por energía y potencia, la energía se mide con un medidor simple de energía y la potencia se contrata de acuerdo a sus necesidades, controlándose con un limitador de potencia. Se compone de los siguientes cargos:
- Cargo fijo mensual
- Cargo por energía
- Cargo por potencia contratada

1.3 – Tarifa BT - 3 y AT - 3

Opción de tarifa en baja tensión ó alta tensión. En esta tarifa se separan los cobros por energía y potencia; ambas son medidas. Se compone de los siguientes cargos:
- Cargo fijo mensual
- Cargo por energía
- Cargo por demanda máxima

1.4 – Tarifa BT - 4 y AT - 4

Para clientes con medidor simple de energía y demanda máxima contratada o leída en horas de punta, y demanda máxima contratada o leída en horas fuera de punta del sistema eléctrico. En esta opción existen tres tipos de alternativas, 4.1, 4.2 y 4.3. Sus cargos son:
- Cargo fijo mensual
- Cargo por energía
- Cargo por demanda máxima en horas de punta (1)
- Cargo por demanda máxima (2)

(1): Contratada en 4.1; Leída en 4.2 y 4.3
(2): Contratada en 4.1 y 4.2; Leída en 4.3

2 Condiciones de aplicación de las tarifas

Cuando la facturación está formada por fracciones de dos meses calendario, se debe estimar el consumo de energía del mes calendario en función de los avos correspondientes. Asimismo, para la determinación de la demanda máxima leída a facturar, se considerará como correspondiente a un mes calendario la demanda imputada en la factura que tenga un mayor número de días perteneciente a dicho mes.
Los montos de potencia contratada en las diferentes tarifas como asimismo las opciones tarifarias contratadas por los clientes, regirán por 12 meses, y se entenderá renovados por un período similar, salvo aviso del cliente con al menos 30 días de anticipación al vencimiento de dicho período. No obstante, el cliente podrá disminuir dichos montos o bien cambiar de opción tarifaria, comprometiendo con la empresa el pago del remanente que tuviere por concepto de potencia contratada; de modo similar se procederá con las demandas máximas leídas de las diferentes opciones tarifarias.
Las tarifas BT2 y AT2 de potencia contratada, como asimismo las tarifas BT3 y AT3 de demanda leída, serán aplicadas , en lo que se refiere al cargo por potencia, según el grado de utilización de la potencia en horas de punta, de acuerdo al siguiente criterio:

• Caso (a)

Cuando la potencia contratada o leída está siendo usada manifiestamente durante las horas de punta del sistema eléctrico, independientemente de si dicha potencia es o no utilizada en el resto de las horas del año, el consumo será calificado como "presente en punta" y se le aplicará el precio unitario correspondiente.
Se entenderá que la potencia contratada o leída está siendo usada manifiestamente durante las horas de punta, cuando el cuociente entre la demanda media del cliente en horas de punta y su potencia contratada, en el caso de las opciones BT2 y AT2, o su demanda máxima leída, en el caso de las opciones BT3 y AT3, es mayor o igual a 0,5. Por demanda media en horas de punta se entenderá al consumo de energía durante dichas horas dividido por el número de horas de punta.

• Caso (b)

Cuando la potencia contratada o demanda leída está siendo usada parcialmente durante las horas de punta del sistema eléctrico, independientemente de si dicha potencia es o no utilizada en el resto de las horas del año, el consumo será calificado como "parcialmente presente en punta", y se le aplicará el precio unitario correspondiente.
Se entenderá que la potencia está siendo usada parcialmente durante las horas de punta, cuando el cuociente entre la demanda media del cliente en dichas horas y su potencia contratada, en el caso de las opciones BT2 y AT2, o su demanda máxima leída, en el caso de las opciones BT3 y AT3, es inferior a 0,5.
No obstante lo anterior, si en períodos de 60 minutos consecutivos en las horas de punta, el cuociente entre la potencia media utilizada por el cliente y su potencia contratada, en el caso de las opciones BT2 y AT2, o su demanda máxima leída, en el caso de las opciones BT3 y AT3, supera 0,85 y este hecho se produce frecuentemente, el consumo será clasificado como "presente en punta". Se entenderá como frecuente la ocurrencia del suceso durante por lo menos 5 días hábiles del mes.

3 Recargos tarifarios

Dentro del sistema tarifario existen diferentes descuentos y recargos que se agregan a la facturación mensual del cliente, los que dependen principalmente del nivel de tensión de suministro, ubicación del punto de medida y comportamiento eléctrico de las cargas asociadas.
Los consumos correspondientes a clientes de alta tensión podrán ser medidos tanto en alta como en baja tensión (primario o secundario del transformador). En este ultimo caso, se considerara un recargo por perdidas de transformación equivalente a un 3,5%, tanto en sus cargos de energía como de potencia.
La facturación por consumos efectuados en instalaciones, ya sea de alta o baja tensión, cuyo factor de potencia medio sea inferior a 0,93 se recargara en un 1% tanto en sus cargos de energía como de potencia, por cada 0,01 valor en que dicho factor baje de 0,93. Cuando no haya medidores permanentemente instalados que permitan determinar el factor de potencia, la empresa lo determinara.

Las características totales de aplicación de las opciones de tarifa eléctrica en Chile están dadas en el decreto Nº 632 del 13 de noviembre de 2000 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

4 Las normas

Las instalaciones y productos eléctricos, son reglamentadas por nuestro Marco Regulatorio. Entre los textos normativos podemos citar, por ejemplo, los siguientes:

• DFL Nº1 de 1982

Ley General de Servicios Eléctricos, en Materia de Energía Eléctrica.

• DS Nº327

Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos.

• NSEG 3.E.n. 71

Normas Técnicas Sobre Medidores.

• NSEG 5. E.n. 71

Electricidad. Instalaciones de Corrientes Fuertes.

• NSEG 6. E.n. 71

Electricidad. Cruces y Paralelismos de Líneas Eléctricas.

• NSEG 9. E.n. 71

Alumbrado Público en Sectores Urbanos.

• NSEG 8. E.n. 75

Electricidad. Tensiones Normales para Sistemas e Instalaciones.

• NSEGTEL 14. E.n. 76

Electricidad. Empalmes Aéreos Trifásicos 1ª parte.

• NSEG 13. E.n. 78

Electricidad. Recubrimientos a Base de Pinturas para Cajas Metálicas para Empalmes Eléctricos y Similares.

• NSEG 15. E.n. 78

Electricidad. Especificaciones para luminarias y de Calles y Carreteras.

• NSEG 20. E.n. 78

Electricidad. Subestaciones Transformadoras Interioras.

• NSEG 21. E.n. 78

Alumbrado Público en Sectores Residenciales.

• NCH Elec. 2/84

Electricidad. Elaboración y Presentación de Proyectos.

• NCH Elec. 4/84

Electricidad. Instalaciones Interiores de Baja Tensión.

• NCH Elec. 10/84

Electricidad. Trámite para la Puesta en Servicio de una Instalación Interior.

• NCH Elec. 12/87

Electricidad. Empalmes Aéreos Monofásicos.

Varias de las normas señaladas, en la actualidad están en proceso de modificación, para mayor información y revisión de otros textos legales, se sugiere consultar el sitio de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (www.sec.cl).

Otra fuente de información respecto a la totalidad de normas existentes en Chile, referidas a las instalaciones y aparatos eléctricos, pueden ser consultadas en el sitio del Instituto Nacional de Normalización (www.inn.cl).

5 LA CALIDAD Y LAS PERTURBACIONES DE LA ALIMENTACION

La energía eléctrica que se suministra al cliente puede verse perturbada; las características fundamentales (tensión, frecuencia), pueden sobrepasar los márgenes de tolerancia, fenómenos de distorsión pueden afectar la calidad de la señal y fenómenos transitorios pueden provocar funcionamiento incorrecto o daños en los componentes (maniobras, rayos.....). En algunos casos estas perturbaciones son propias de la red, mientras que en otros, son consecuencia de las características de las cargas conectadas (no lineales).

El desarrollo actual de productos que generan perturbaciones en la señal, es debida a la tecnología utilizada en su construcción, pero sucede que estos, son también sensibles a esas mismas perturbaciones (electrónica, informática).

1 Frecuencia de la señal

Debe ser de 50 Hz en condiciones normales de operación. Su valor promedio medido en intervalos de tiempo de 10 segundos durante todo período de siete días corridos, deberá encontrarse en el rango siguiente:

• (a)
Sistemas con capacidad instalada en generación superior a 100 MW, en los cuales el aporte de energía de centrales hidroeléctricas durante dicha semana supere el 60% del consumo total:
-sobre 49,8 Hz y bajo 50,2 Hz durante al menos el 99% del período.
-entre 49,3 Hz y 49,8 Hz durante no más de un 0,5% del período.
-entre 50,2 y 50,7 Hz durante no más de un 0,5% del período.

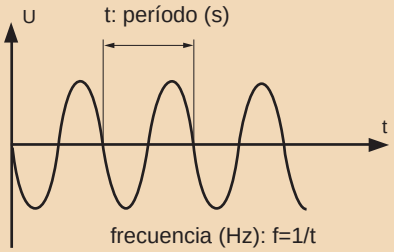
• (b)
Sistemas con capacidad instalada en generación superior a 100 MW, en los cuales el aporte de energía de centrales hidroeléctricas durante dicha semana no supere el 60% del consumo total:
-sobre 49,8 Hz y bajo 50,2 Hz durante al menos el 97% del período.
-entre 49,3 Hz y 49,8 Hz durante a lo más un 1,5% del período.
-entre 50,2 y 50,7 Hz durante a lo más un 1,5% del período.

El suministro de electricidad está sujeto, entre otras, al Decreto Nº 327, que establece los límites admisibles de magnitudes y fenómenos que caracterizan o afectan a la señal sinusoidal de 50 Hz. Basada en un enfoque estadístico, el citado decreto, está destinado a garantizar un determinado nivel de calidad en una explotación normal.

• (c)

Sistemas con capacidad instalada en generación entre 1,5 MW y 100 MW, en los cuales el aporte de energía de centrales hidroeléctricas durante dicha semana supere el 60% del consumo total:
-sobre 49,8 Hz y bajo 50,2 Hz durante al menos el 98% del período.
-entre 49,3 Hz y 49,8 Hz durante a lo más un 1,5% del período.
-entre 50,2 y 50,7 Hz durante a lo más un 1,5% del período.
-sobre 49,0 Hz y bajo 49,3 Hz durante a lo más el 0,5% del período.
-sobre 50,7 Hz y bajo 51,0 Hz durante a lo más el 0,5% del período.

Frecuencia y período



• (d)

Sistemas con capacidad instalada en generación entre 1,5 MW y 100 MW, en los cuales el aporte de energía de centrales hidroeléctricas durante dicha semana no supere el 60% del consumo total:
-sobre 49,8 Hz y bajo 50,2 Hz durante al menos el 96% del período.
-entre 49,3 Hz y 49,8 Hz durante a lo más un 3,0% del período.
-entre 50,2 y 50,7 Hz durante a lo más un 3,0% del período.
-sobre 49,0 Hz y bajo 49,3 Hz durante a lo más el 1,0% del período.
-sobre 50,7 Hz y bajo 51,0 Hz durante a lo más el 1,0% del período.

• (e)

Sistemas con capacidad instalada en generación menor que 1,5 MW:
-sobre 49,8 Hz y bajo 50,2 Hz durante al menos el 94% del período.
-entre 49,3 Hz y 49,8 Hz durante a lo más un 4,0% del período.
-entre 50,2 y 50,7 Hz durante a lo más un 4,0% del período.
-sobre 49,0 Hz y bajo 49,3 Hz durante a lo más el 2,0% del período.
-sobre 50,7 Hz y bajo 51,0 Hz durante a lo más el 2,0% del período.

2 Amplitud y variaciones de la tensión

La tensión nominal de los suministros en baja tensión de distribución son de 220 (V) fase-neutro para el caso monofásico y 380 (V) entre fase-fase para el caso trifásico. En los suministros de alta tensión de distribución, las tensiones son superiores a 400 (V) e inferiores o iguales a 23.000 (V), trifásico, entre fases.

Nota: si bien es cierto se habla de "suministros de alta tensión de distribución", el voltaje utilizado corresponde al rango de tensión media.

Las variaciones u holguras permitidas de la tensión nominal en el punto de conexión, son las siguientes:

• (a)

En Baja Tensión (BT): Excluyendo períodos con interrupciones de suministro, el valor estadístico de la tensión medido de acuerdo con la norma técnica correspondiente, deberá estar dentro del rango de ±7,5% durante el 95% del tiempo de cualquiera semana del año o de siete días consecutivos de medición y registro.

• (b)

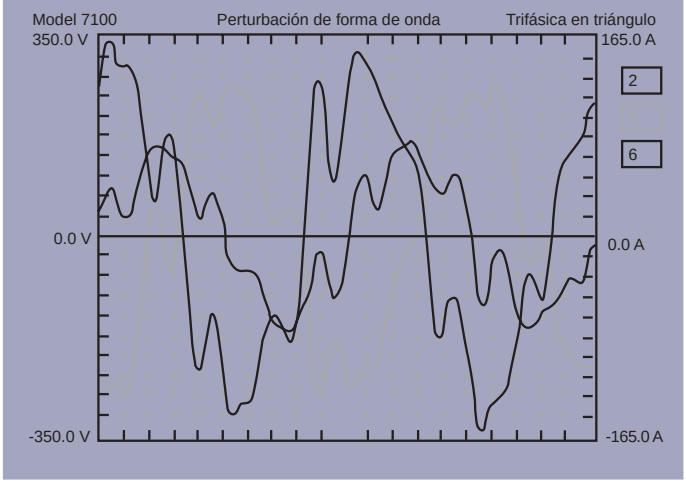
En Media Tensión (MT): Excluyendo períodos con interrupciones de suministro, el valor estadístico de la tensión medido de acuerdo con la norma técnica correspondiente, deberá estar dentro del rango ±6,0% durante el 95% del tiempo de cualquiera semana del año o de siete días consecutivos de medición y registro.

• (c) En Alta Tensión (AT):

c.1) Tensión nominal de 154 kV. y superiores: Excluyendo períodos con interrupciones de suministro, el valor estadístico de la tensión medido de acuerdo con la norma técnica correspondiente, deberá estar dentro del rango de ± 5 % durante el 95% del tiempo de cualquiera semana del año o de siete días consecutivos de medición y registro.

c.2) Tensión nominal inferior a 154 kV.: Excluyendo períodos con interrupciones de suministro, el valor estadístico de la tensión medido de acuerdo con la norma técnica correspondiente, deberá estar dentro del rango de ± 6 % durante el 95% del tiempo de cualquiera semana del año o de siete días consecutivos de medición y registro.

Ejemplo de medida mostrando desfases de frecuencia y distorsiones de la señal



3 Fluctuaciones de voltaje

Son modificaciones en la amplitud de la señal de la alimentación, en términos de aumento o disminución, respecto del valor nominal de la tensión de la red de suministro. Se caracterizan fundamentalmente por su tiempo de existencia, clasificándolas en las de corta o larga duración.

Las fluctuaciones de corta duración pueden ser instantáneas, momentáneas o temporales. Las primeras, tienen un tiempo "t" de desarrollo entre 0,01 y 0,6 segundos, con amplitudes comprendidas para el caso del aumento (Dv +), entre 107,5% y 180% de la tensión nominal, y para el caso de la disminución (Dv -), entre un 10% y 92,5% respecto al valor del voltaje.

En las fluctuaciones de corta duración momentáneas, el tiempo "t" de desarrollo esta comprendido entre 0,6 y 3 segundos, con amplitudes para el caso de aumento (Dv +), entre 107,5% y 140%, y para el caso de disminución (Dv -), entre un 10% y 92,5% respecto al valor nominal de la tensión.

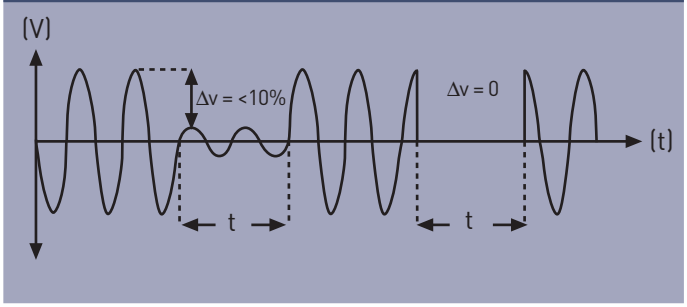
Las fluctuaciones temporales de corta duración, tienen un tiempo "t" de desarrollo entre 3 segundos y 1 minuto, con amplitudes comprendidas para el caso del aumento (Dv +), entre 107,5% y 120% de la tensión nominal, y para el caso de la disminución (Dv -), entre un 10% y 92,5% respecto al valor del voltaje.

Las fluctuaciones de larga duración pueden ser del tipo caídas o subidas de voltaje. Las primeras tienen una duración "t" mayor a 1 minuto y con magnitud (Dv -), entre un 80% y 92,5% de la tensión nominal. Las segundas tienen una duración típica "t" superior a 1 minuto y de magnitud comprendida (Dv +), entre 107,5% y 120%.

4 Interrupción de voltaje

Se consideran como interrupciones de voltaje, a las disminuciones de tensión de magnitud típica bajo el 10% hasta incluso el 0% del valor nominal.

Ejemplo de interrupción de voltaje



Las interrupciones se clasifican, conforme al tiempo y la magnitud, en momentáneas, temporales y sostenidas. En las momentáneas, el tiempo "t" se considera entre 0,01 y 3 segundos y un "Dv" mayor que cero pero inferior al 10% de la tensión nominal. Las segundas son aquellas que tienen un tiempo "t" entre 3 segundos y 1 minuto, y el mismo "Dv" anterior. Las terceras son todas aquellas que perduran por más de 1 minuto y poseen una magnitud nula.

5 Severidad del parpadeo

Esta sensación también llamada "flicker", se caracteriza, como su nombre lo indica, por variaciones de la luz que pueden resultar molestas a partir de cierto nivel. Una fórmula basada en la relación de las duraciones de los diferentes niveles de iluminación, permite cuantificar el nivel de flicker. Este fenómeno, molesto sobretodo en las iluminaciones de incandescencia e incluso en las pantallas de ciertos aparatos, puede estar provocado por cargas cíclicas.

En Chile, el índice de severidad de parpadeo durante un período de registro de mediciones de una semana cualquiera del año, o de siete días consecutivos, no debe exceder en el sistema eléctrico, el valor de 1 para tensiones iguales o inferiores a 110 (kV), ni exceder 0,8 para tensiones superiores a 110 (kV). Si este índice es evaluado estadísticamente en intervalos consecutivos de dos horas durante un período de registro de mediciones de una semana cualquiera del año o de siete días consecutivos, no debe exceder de 0,8 para tensiones iguales o inferiores a 110 (kV) ni exceder 0,6 para tensiones superiores a 110 (kV).

6 Sobretensiones temporales

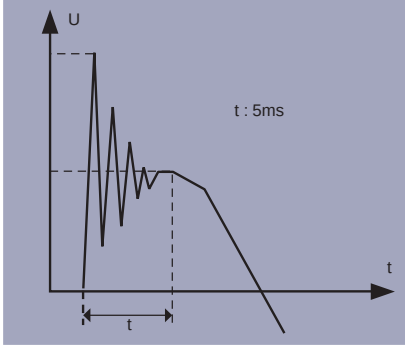
Pueden producirse tanto en la red de distribución como en las instalaciones del cliente y su efecto puede ser devastador, ya que la tensión suministrada puede alcanzar un valor peligroso para los equipos. El mayor riesgo estriba evidentemente en la aparición de una tensión compuesta fase-fase en lugar de una tensión fase-neutro, en las redes monofásicas, en caso de corte de la tierra de servicio, por ejemplo. Igualmente, fallas en la red de alta tensión (caída de una línea), pueden generar sobretensiones en la distribución de baja tensión.

7 Sobretensiones transitorias

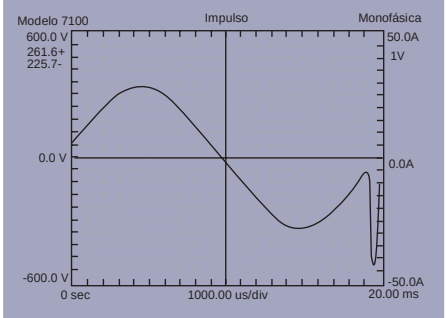
Estos fenómenos son muy variables. Son debidos fundamentalmente a la caída de rayos y maniobras en la red. Su tiempo de subida desde unos pocos micro segundos hasta algunos milisegundos, por lo que su ámbito de frecuencia varía igualmente entre algunos kHz y varios centenares de kHz.



Onda típica de sobretensión por maniobra



Lectura de sobretensión debida a la caída de un rayo



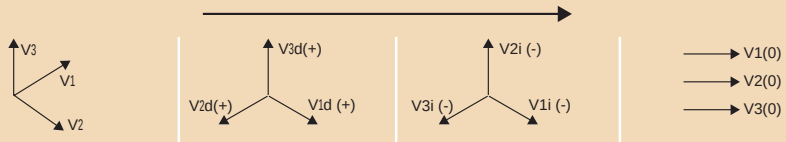
8 Desequilibrio de tensión

Los desequilibrios de tensión son provocados por las cargas monofásicas de alta potencia. Provocan componentes de corriente de secuencia negativa que pueden generar pares de frenado y calentamientos de máquinas giratorias. Por su puesto se aconseja distribuir lo mejor posible las cargas entre las fases y proteger las instalaciones mediante dispositivos adecuados.

Para puntos de entrega a clientes en tensiones iguales o inferiores a media tensión, se debe cumplir que el 95 % de los valores estadísticos registrados en una semana cualquiera del año o de siete días consecutivos, de la componente de secuencia negativa del voltaje, no exceda el 2 % de la correspondiente componente de secuencia positiva. El valor estadístico de la componente de secuencia negativa del voltaje, será obtenido en cada intervalo de 10 minutos, como resultado de procesar un conjunto de mediciones efectuadas en dicho intervalo y de acuerdo a lo establecido en la norma correspondiente. Para puntos de entrega en tensiones superiores a media tensión a clientes concesionarios de servicio público de distribución, que abastezcan usuarios sometidos a regulación de precios, se debe cumplir que el 95 % de los valores estadísticos registrados en una semana cualquiera del año o de siete días consecutivos, de la componente de secuencia negativa del voltaje, no excedan el 1,5 % de la correspondiente componente de secuencia positiva.

Utilización de componentes simétricos

- **La red simétrica corresponde al conjunto de elementos (impedancias, fem, fcem, y cargas) supuestamente simétricos, es decir idénticos en cada fase. No se debe confundir con el equilibrado, que se refiere a la igualdad de corrientes y tensiones.**
- **Un sistema trifásico simétrico desequilibrado puede representarse como tres sistemas trifásicos equilibrados (representación de Fortescue). Esta descomposición se efectúa de tres maneras: secuencia positiva, secuencia negativa y secuencia cero. En caso de falla, sobretensión o corto circuito que afecte únicamente a una de las fases (caso más frecuente), la red se hace asimétrica y sólo puede describirse como un sistema real, con V e I separados por cada fase, que represente la parte afectada.**



9 Armónicos

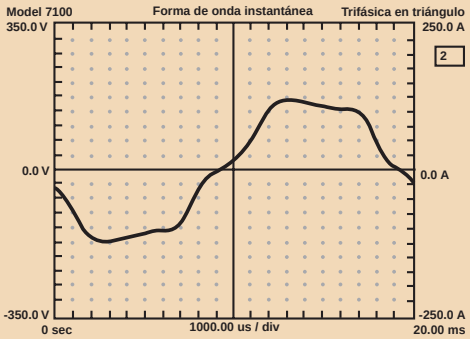
Los armónicos designan una deformación de la señal sinusoidal debido a la absorción no lineal de la corriente. Dicho de otro modo, las cargas que generan armónicos no absorben una corriente que es la imagen exacta de la tensión, tal como lo haría una resistencia. Ello provoca que la señal eléctrica se deforme y que su valor real difiera de su valor teórico. En este caso, la dificultad está en calcular el verdadero valor de dicha señal y sus posibles consecuencias. Aparte de los fenómenos destructivos, aunque afortunadamente escasos, como la rotura del conductor neutro o la perforación de los condensadores, los efectos instantáneos suelen ser muy limitados en los aparatos modernos.

No obstante, podemos citar deformaciones de imágenes, distorsiones de sonido, desfases de relojes a 50 Hz, mediciones erróneas con aparatos basados en referencia de tensión...

A largo plazo, se aprecian sobretodo calentamientos añadidos de los conductores y los circuitos magnéticos (motores, transformadores...).

Si bien a escala global los efectos son difíciles de evaluar, hay que ser prudentes sobretodo en lo que se refiere a la reducción del conductor neutro, que puede sobrecargarse con armónicos de rango 3, muy frecuentes y que se suman en dicho conductor.

Tensiones armónicas



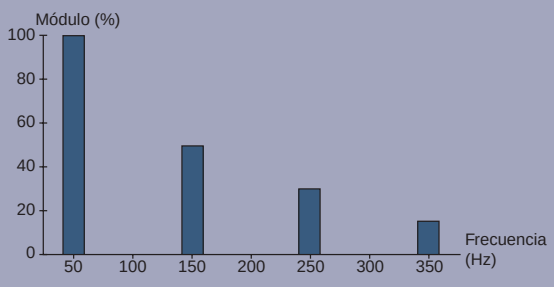
Distorsión : THD = 11,53 %
Impares = 11,52 %
Pares = 0,46 %

Armónicos :1 = 100,00 %	19 = 0,23 %	37 = 0,02 %
3 = 2,80 %	21 = 0,04 %	39 = 0,13 %
5 = 10,48 %	23 = 0,13 %	41 = 0,03 %
7 = 3,12 %	25 = 0,03 %	43 = 0,05 %
9 = 1,92 %	27 = 0,03 %	45 = 0,00 %
11 = 1,08 %	29 = 0,04 %	47 = 0,09 %
13 = 0,43 %	31 = 0,06 %	49 = 0,02 %
15 = 0,12 %	33 = 0,02 %	
17 = 0,39 %	35 = 0,04 %	

La observación con el osciloscopio revela claramente una señal deformada que, en ciertos casos, apenas se parece a una sinusoide.

Para cuantificar y representar estos fenómenos, se utiliza un artificio matemático llamado "descomposición en serie de Fourier", que permite representar cualquier señal periódica como la suma de una onda fundamental y de ondas adicionales, los armónicos, cuya frecuencia es múltiplo de fundamental.

Hablamos por lo tanto frecuentemente de armónicos de:
rango 1: 50 Hz (fundamental)
rango 2: 100 Hz
rango 3: 150 Hz
rango 5: 250 Hz
rango 7: 2.500 Hz que, generalmente, es el límite considerado.



Los armónicos pueden expresarse rango a rango, en tensión o en corriente, en porcentaje del valor de la frecuencia fundamental, o en valor real.
Se habla también del TDH (nivel de distorsión armónica), que es el nivel de distorsión armónica calculado a partir de la suma de todos los rangos. Esta cifra única permite realizar comparaciones o evaluar el impacto directo sobre los receptores.

Las principales fuentes de armónicos son las siguientes:

- Todos los aparatos con alimentación rectificada monofásica seguida de un corte (rango 3,5 y 7): televisión, computador, fax, lámpara con balats electrónico;
- Reguladores monofásicos que utilizan la variación del ángulo de fase (rangos 3,5,7): variadores, reguladores, motores de arranque,...;
- Equipos de arco (rangos 3,5): hornos, soldadores,...;
- Rectificadores de potencia, tiristorizados (por rangos 5,7), alimentación de motores, de velocidad variable, hornos, onduladores,...;
- Máquinas de circuito magnético, si éste se halla saturado (rango 3): transformadores, motores;
- Aparatos de iluminación de arco controlado (rango 3): lámparas con balats electromagnético, lámparas de vapor de alta presión, tubos fluorescentes...

Hasta ahora predomina el rango de armónico 3, pero es detenido por los transformadores de AT / BT y por lo tanto no pasa a la red de distribución. Ese ya no es el caso con los rangos superiores 5 y 7, que actualmente está, aumentando.

El Decreto 327 establece los índices de distorsión total de armónicos de corriente y tensión para el sistema eléctrico.
En condiciones normales de operación, se debe cumplir para un período de registro de mediciones de una semana cualquiera del año o de siete días consecutivos que: el 95% de los valores estadísticos de las corrientes armónicas y de su índice de distorsión total, cumplen con lo indicado en la tabla siguiente.
El valor estadístico de las corrientes armónicas y de su índice de distorsión será obtenido para cada intervalo de diez minútos, como resultado de evaluar estadísticamente un conjunto de mediciones efectuadas en dicho intervalo, de acuerdo a lo establecido en la norma técnica correspondiente.

Máxima distorsión armónica de corriente en el sistema eléctrico expresada como el % del valor de corriente máxima de carga a frecuencia fundamental

I_{sc}/IL	Orden de la armónica (armónicas impares)					índice DI
	< 11	11 ≤ H < 17	17 ≤ H < 23	23 ≤ H < 35	35<H	
≤ 20*	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20-50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50-100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100-1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
≥1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Las armónicas pares están limitadas al 25% de los límites establecidos para las armónicas impares

***Todos los equipos de generación de potencia están limitados a los valores indicados de distorsión armónica de corriente, independiente de la razón I_{sc}/IL.**
Donde:
I_{sc} = Máxima corriente de cortocircuito en el Punto Común de Conexión (PCC). PCC es el nudo más cercano de la red donde dos o más usuarios obtienen energía eléctrica.
IL = Máxima corriente de carga (valor efectivo) de frecuencia fundamental en el PCC. Se calcula como el promedio de los doce valores previos de las máximas demandas mensuales.

Para el caso de clientes en puntos comunes de conexión comprendido entre 69kV y 154 kV, los límites son el 50% de los límites establecidos en la tabla.
Para el caso de clientes en PCC superiores a 154 kV se aplicarán los límites de 110 kV en tanto el ministerio a proposición de la comisión no fije la norma respectiva.
Si la fuente productora de armónicas es un convertidor con un número de pulsos "q" mayor que seis, los límites indicados en la tabla deberán ser aumentados por un factor igual a la raíz cuadrada de un sexto de "q".

En todo sistema eléctrico, en condiciones normales de operación, se deberá cumplir para un período de registro de mediciones de una semana cualquiera del año o de siete días consecutivos, que el 95% de los valores estadísticos de los voltajes armónicos y de su índice de distorsión total, cumplen con lo indicado en la tabla siguiente.

El valor estadístico de los voltajes armónicos y de su índice de distorsión es obtenido para cada intervalo de diez minutos, como resultado de evaluar estadísticamente un conjunto de mediciones efectuadas en dicho intervalo, de acuerdo a lo establecido en la norma correspondiente.

Máxima distorsión armónica de voltaje en el sistema eléctrico expresada como el % del valor de voltaje máximo de carga a frecuencia fundamental								
Armónicas impares no múltiplo de 3			Armónicas impares múltiplo de 3			Pares		
Orden	Armónica voltaje (%)		Orden	Armónica voltaje (%)		Orden	Armónica voltaje (%)	
	< = 110 kV	> 110 kV		< = 110 kV	>110 kV		< = 110 kV	> 110 kV
5	6	2	3	5	2	2	2	1.5
7	5	2	9	1.5	1	4	1	1
11	3.5	1.5	15	0.3	0.3	6	0.5	0.5
13	3	1.5	21	0.2	0.2	8	0.5	0.4
17	2	1	>21	0.2	0.2	10	0.5	0.4
19	1.5	1				12	0.2	0.2
23	1.5	0.7				>12	0.2	0.2
25	1.5	0.7						
>25	0.2+1.3x25/h	0.2+0.5x25/h						

Entre todas las perturbaciones, los armónicos tienen la particularidad de no manifestar influencia local directa tal como ocurre con las otras perturbaciones, como son las transitorias, las sobretensiones, los microcortes..., cuyos efectos directos o recíprocos entre aparatos son al msimo tiempo visibles e identificables. Los armónicos designan un fenómeno global en el que cada usuario aporta solamente una pequeña fracción de perturbaciones que degradan la red, pero en donde los efectos acumulados son cada vez menos despreciables.

10 Tensiones interarmónicas

Este fenómeno consiste en componentes de frecuencia situados entre los armónicos los cuales son debidos a convertidores de frecuencia, onduladores, máquinas giratorias, aparatos de arco...
Su interacción puede provocar fenómenos de flicker, pero la necesidad de identificarlos y controlarlos tiene que ver sobre todo con las señales de información transmitidas por la red.

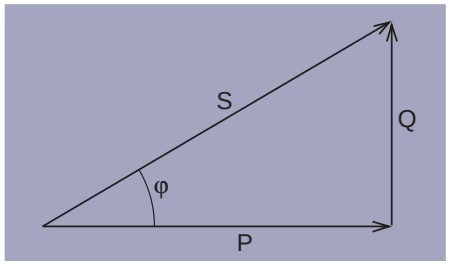
11 Señales de información transmitidas por la red

El distribuidor utiliza la red para la transmisión de órdenes o de mediciones. Las frecuencias de dichas señales varían desde algunas decenas de Hz hasta varios kHz.

12 LA COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

El consumo de energía reactiva conduce a sobre dimensionar las fuentes de energía y los conductos de alimentación.
Es facturada por el distribuidor de energía.
La presencia de cargas inductivas (motrices, soldadoras, alumbrados...) causa una degradación del cos φ.
La potencia activa P (en W), devuelta en forma de trabajo o de calor entonces es inferior a la potencia aparente S (VA).

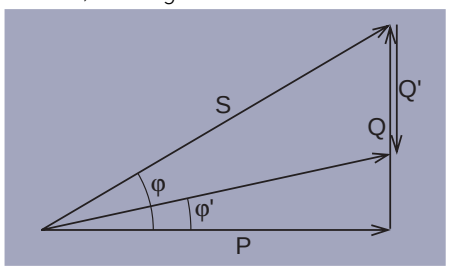
1 Diagrama de potencias



Hay que señalar que en términos de potencia, se utiliza no el coseno del ángulo sino más a menudo su tangente:

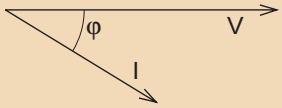
$$\text{Tan } \varphi = \frac{Q}{P}$$

La potencia reactiva Q se expresa en Var (volt amperes reactivos).
Los condensadores utilizados para la compensación son designados también por su potencia reactiva en VAR, aunque su valor Q' sea de origen capacitivo y en consecuencia en sentido inverso al valor Q, de origen inductivo.



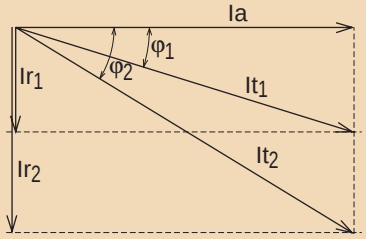
tan φ para Q antes de la corrección
tan φ' para Q-Q' después de corrección
$Q' = CwV^2$
$w = 2\pi f$
C: capacidad en faradios

El factor de potencia designa el coseno φ de la apertura angular o desfase, entre los vectores representando la tensión y la corriente.



φ= 0° para una carga puramente resistiva (V e I en fase)
φ= + 90° para una carga puramente inductiva (I en retraso sobre V)
φ =- 90° para una carga puramente capacitiva (I en adelanto sobre V)

El coseno φ varía de 1 (φ = 0°) a 0 (φ = + 90° o φ = - 90°)



Inconvenientes de un mal coseno φ :

En el ejemplo:
φ1 = 30° ⇒ cosφ 1 = 0,86
φ2 = 60° ⇒ cosφ 2 = 0,5

Para una misma corriente activa I_a absorbida por un receptor, la corriente total en la línea será superior (It2) con un cos φ de 0,5 al que sería (It1) con un cos φ de 0,86.

La fórmula en trifásico pone de manifiesto que para una misma $I = \frac{P}{\sqrt{3}\, V \cos\varphi}$

potencia, la corriente es proporcional a la degradación del cos φ. I es por ejemplo duplicada si φ pasa de 1 a 0,5.

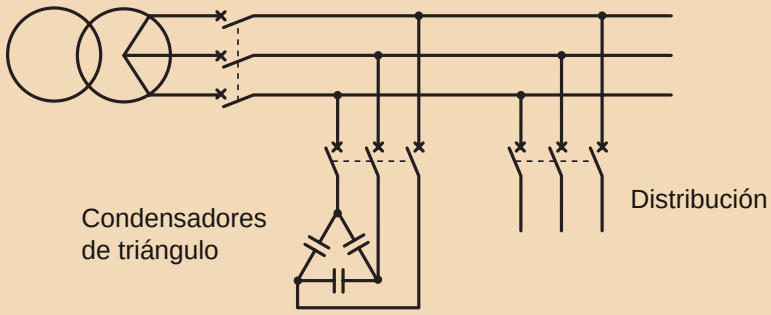


Batería de condensadores en armario, con regulación automática del cos φ

La mejora del coseno φ permite disminuir las pérdidas en las instalaciones lo que permite evitar las multas por mal factor de potencia de energía reactiva por el distribuidor.
Un coseno φ correcto permite disponer mejor de la energía disponible.
Por ejemplo μn transformador de 1000 kVA no puede entregar sino 500 kW con un coseno φ de 0,5.

La instalación de condensadores puede hacerse cerca del receptor que tiene un mal cos φ, en el origen de la instalación o en grupos de circuitos.
En el primer caso, la batería de condensadores se adapta al receptor que se controla. Su funcionamiento puede ser no permanente. (Atención, una compensación demasiado importante puede generar sobre tensiones). Se utiliza para los receptores de fuerte consumo o para los que la compensación se incorpora (tubos fluorescentes).
El segundo caso, más general, consiste en una compensación media sobre el origen de la instalación.
Por último, la conexión por grupo o por puesto de distribución permite tener en cuenta la simultaneidad de los receptores y utilizar lo mejor posible la potencia instalada. Esta instalación puede ser automatizada por un relé que acopla los condensadores en función de las variaciones de carga.

Compensación media sobre el origen de la instalación



La instalación de condensadores de compensación requiere algunas precauciones:
- resistencias de descarga deben estar previstas
- los condensadores deben cortarse si la carga es demasiado débil
- los aparatos de comando y de protección deben ser sobre dimensionados
- las inductancias de choque pueden ser previstas en serie con los condensadores.

2 Determinación de la potencia reactiva de los bancos de condensadores para el mejoramiento del factor de potencia

Para el cálculo de la potencia reactiva Q' en kVAR de un banco de condensadores, se necesita conocer:

- La potencia activa en kW del punto en donde será instalado.
- El factor de potencia del punto de ubicación del banco.
- El factor de potencia a lograr.

En el caso de compensación individual (directamente a la carga), la potencia activa es la del propio equipo (dato de placa), y su factor de potencia se puede obtener por mediciones, o bien, es también entregado por el fabricante.

Para la compensación por grupos, la potencia a utilizar, será la suma de las potencias individuales de cada carga asociada al punto que posean un coseno φ menor a 0,93; y el factor de potencia se obtiene por mediciones, o bien, puede ser el más bajo que exista entre todas ellas cuando se conozca el dato por el fabricante.

Al realizar una compensación general (origen de la instalación), la potencia activa a utilizar será la demanda máxima que posea el sistema, respecto a las partes que posean un bajo factor de potencia. El coseno φ se obtiene por mediciones, usando el más bajo del conjunto de cargas, o bien, se extrae de la cuenta eléctrica emitida por la empresa distribuidora (multa por mal factor de potencia).

El factor de potencia a lograr en todos los casos de compensación (individual, grupal, general), debe ser a lo menos, el mínimo permitido, que para nuestro caso es de 0,93. Se recomienda, que el valor elegido sea 0,95.

La fórmula que permite determinar la potencia reactiva capacitiva del banco en todos los casos es:

$$\mathbf{Q' = P \times (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)}$$

Q': potencia reactiva necesaria del banco de condensadores (kVAR)
P: potencia activa o demanda máxima del punto de conexión (kW)
tan φ1: tangente del ángulo de inicio
tan φ2: tangente del ángulo final

Los ángulos de inicio y final asociados a las tangentes se obtienen con:

$$\varphi_1 = \cos^{-1} \varphi_1$$

$$\varphi_2 = \cos^{-1} \varphi_2$$

Por ejemplo, supongamos que la potencia activa del punto de conexión del banco es de 100 kW, que la multa por mal factor de potencia es del 5% (dato de la cuenta eléctrica), y que se pretende corregirlo a 0,95.

Según lo anterior:

-como el dato del factor de potencia existente está dado en porcentaje, debido a que se extrajo de la cuenta, el factor de potencia inicial sería:

$$\cos \varphi_1 = 0{,}93 - \frac{5}{100} = 0{,}88$$

-el factor de potencia final a lograr es:

$$\cos \varphi_2 = 0{,}95$$

-luego:

$$\varphi_1 = \cos^{-1} 0{,}88 = 28{,}4^{o}$$

$$\varphi_2 = \cos^{-1} 0{,}95 = 18{,}2^{o}$$

-finalmente:

$$\mathbf{Q' = 100 \times (\tan 28{,}4^{o} - \tan 18{,}2^{o})}$$

$$\mathbf{Q' = 21{,}2\ kVAR}$$

La potencia comercial del banco debe ser la inmediatamente superior al valor calculado que exista en el comercio.

Otra forma de determinar la potencia reactiva del banco de condensadores, especialmente para el caso de compensación grupal, es calculando el valor necesario por cada equipo como en el caso de la compensación individual, y luego sumando las potencias reactivas obtenidas.

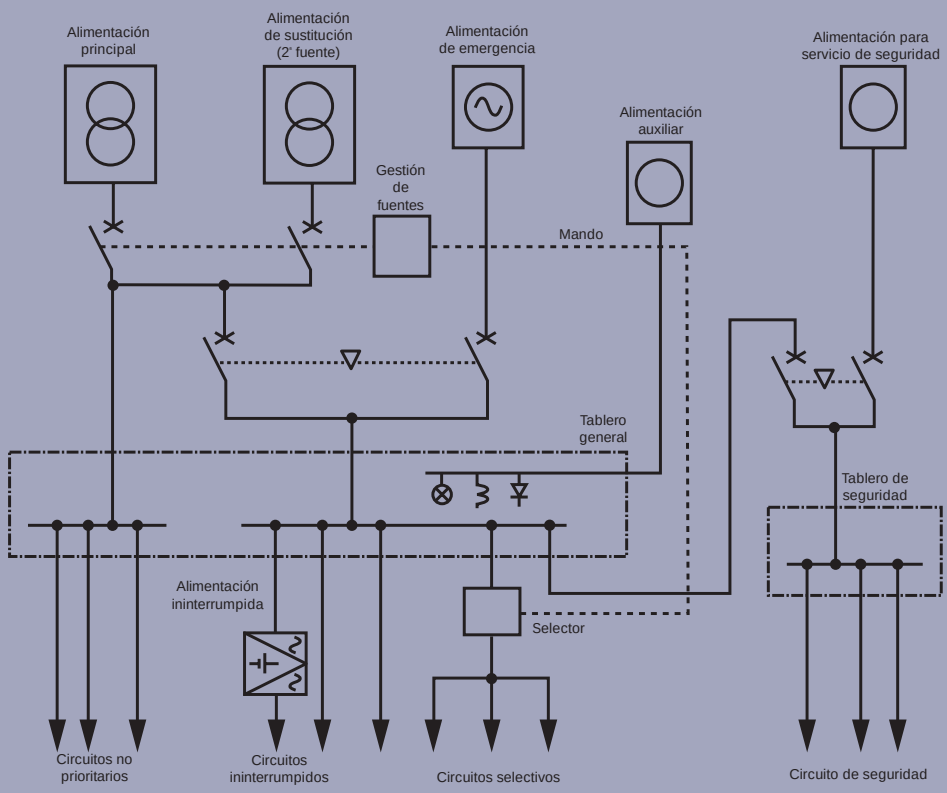
Alimentaciones

**Con el término general alimentación se designa el suministro de energía.
La alimentación o, más generalmente, las alimentaciones, se llevan a cabo por medio de fuentes (red, baterías, grupos...).
La conexión de estas fuentes, ahora múltiples, exige verdaderos automatismos, lo que aumenta la complejidad del esquema de la instalación.**

Las alimentaciones necesarias podrán determinarse a partir de los criterios de definición de la instalación (receptores, potencia, localización,...) y de las condiciones de funcionamiento (seguridad, evacuación del público, continuidad,...)

Se distinguen los siguientes tipos:
- alimetación principal
- alimentación de emergencia
- alimentación para servicio de seguridad
- alimentación auxiliar

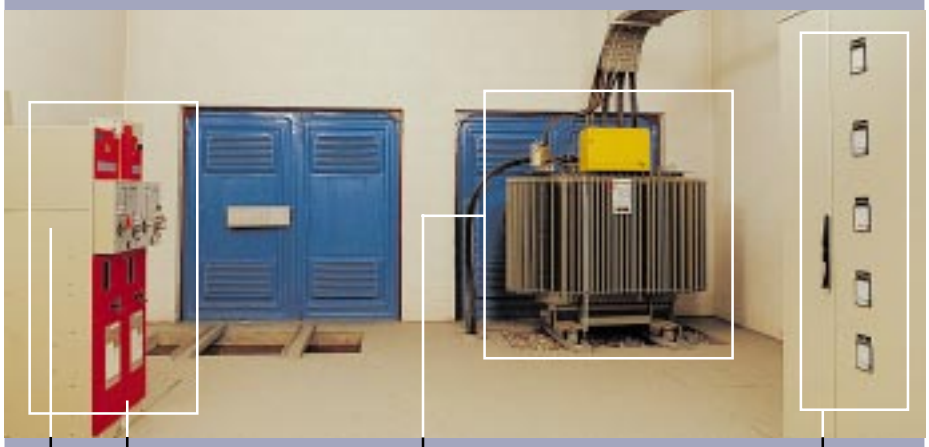
Esquema tipo



1 ALIMENTACIÓN PRINCIPAL

Destinada a la alimentación permanente de la instalación, generalmente procede de la red de distribución pública. La elección entre alta y baja tensión se realiza en función de la potencia necesaria.

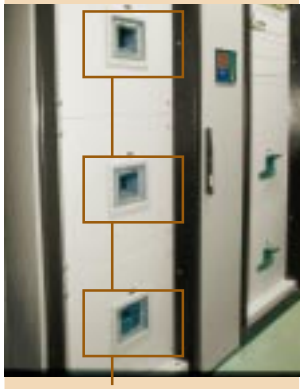
Una configuración clásica de alimentación principal de potencia



2 ALIMENTACION DE EMERGENCIA

Está destinada a sustituir a la alimentación prinipal, y se utiliza:
-en casos de corte del suministro (emergencia), para mantener el funcionamiento (hospitales, informática, proceso industrial, industria agroalimenticia, aplicaciones militares, grandes superficies de distribución....)
-con fines económicos, sustituyendo total o parcialmente a la alimentación principal (bioenergía, energías renovables...).

Elección de la fuente



Tres DPX 1600 en cabeza de un TGBT

DPX en versión inversor de fuente



Dos aparatos en una misma platina los mandos motorizados y la caja de automatismo permiten gestionar la conmutación entre dos fuentes principales (transformadores) o entre una fuente principal y una de emergencia.

La necesidad de seguridad en el suministro de energía es cada vez mayor (concepto: Alta Disponibilidad, Alta Calidad). Nuevas tecnologías (microturbinas, pilas de combustible, generadores eólicos, células fotovoltaicas...) permiten o permitirán a corto plazo producir energía como complemento de la red principal de distribución. Nuevos conceptos arquitectónicos permitirán aprovechar al máximo las diferentes fuentes sectorizando las aplicaciones según criterios tales como Alimentación de emergencia, seguridad, alimentación interrumpible, prioridad, alta calidad...

3 ALIMENTACIÓN PARA SERVICIO DE SEGURIDAD

Destinada a mantener la alimentación, suministra la energía necesaria para garantizar la seguridad de las instalaciones en caso de falla de la alimentación de emergencia.
El mantenimiento de la alimentación es necesaria para:
-las instalaciones de seguridad que deben funcionar en caso de incendio (alumbrado mínimo, señalización, alarma y socorro de incendio, extracción de humo...)
-las demás instalaciones de seguridad, tales como telemandos, telecomunicaciones, equipos relacionados con la seguridad de las personas (ascensor, balizado, quirófano...).
Se caracterizan por su puesta en funcionamiento (automática o manual) y su autonomía.

Alimentación estabilizadas asistidas
Cajas de energía Relergy (a pedido)





Alimentaciones estabilizadas asistidas a 12, 24 ó 48 V (a pedido)



Las cajas de energía Relergy garantizan la alimentación eléctrica de seguridad (AES) de los sistemas de seguridad anti-incendios. (a pedido)

4 ALIMENTACIÓN AUXILIAR

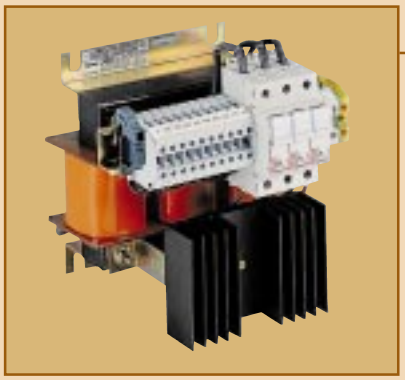
Destinada al funcionamiento de los elementos "auxiliares" (circuitos y aparatos de mando y de señalización), es suministrada por una fuente distinta, procedente o no de la alimentación principal. Su independencia aporta cierta seguridad de funcionamiento de la instalación. Suele tener distinta tensión o naturaleza que la alimentación principal (ejemplo: MBT, es decir muy baja tensión, alterna o continua). Cuando es asistida y cumple ciertos criterios (potencia, autonomía, etc.) es asimilable a una alimentación para servicio de seguridad.

Alimentación de elementos



Adecuada a las necesidades de tensión y potencia

Alimentaciones rectificadas filtradas estabilizadas, transformadores de mando







El catálogo Legrand contiene todas las respuestas a la necesidad de alimentación auxiliar

Aunque su uso casi siempre viene dado por la necesidad de garantizar la seguridad de las personas (Muy Baja Tensión de Seguridad) o disponer de tensiones diferentes, es importante recordar también que las alimentaciones Legrand equipadas con transformador representan una solución sencilla y eficaz para limitar la propagación de perturbaciones electromagnéticas y asegurar la alimentación de los aparatos sensibles.

FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Independientemente al uso a que se destinen las fuentes de alimentación se diferencian básicamente por su potencia, su autonomía, el origen de su energía y su costo de funcionamiento.

1 TRANSFORMADORES AT / BT

Los transformadores son generalmente reductores y permiten alimentar instalaciones de baja tensión.
Hay dos tipos de transformadores que se diferencian por su forma constructiva: transformadores sumergidos y secos.

1 Transformadores sumergidos

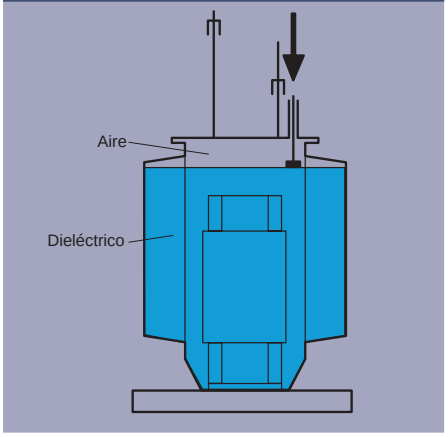
El circuito magnético y los devanados están sumergidos en un dieléctrico líquido que garantiza el aislamiento y la evacuación de las pérdidas caloríficas del transformador.
Este líquido se dilata en función de la carga y de la temperatura ambiente.

Existen cuatro tipos de transformadores sumergidos: respirantes, de colchón de gas, con conservador y de llenado integral, actualmente sólo se instalan los últimos.

- **Transformadores respirantes**

Un volumen de aire entre la superficie del aceite y la tapa permite la dilatación del líquido sin riesgo de rebalse. El transformador "respira", pero la humedad del aire se mezcla con el aceite y la rigidez dieléctrica se degrada.

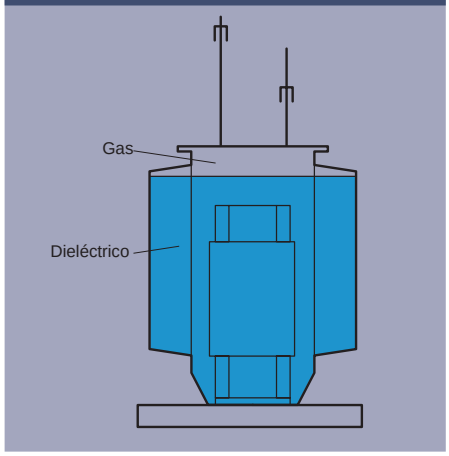
Transformadores respirantes



• Transformadores de colchón de gas

La cuba es estanca y la variación de volumen del diléctrico se compensa con un colchón de gas neutro (riesgo de fuga)

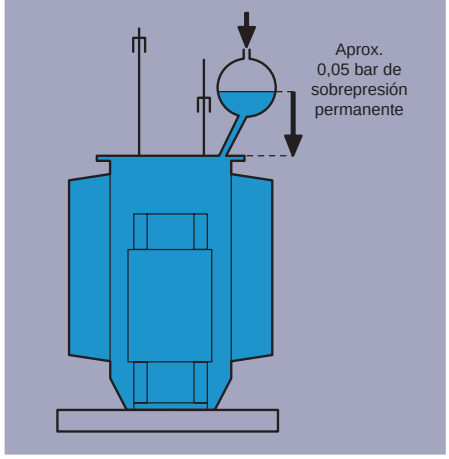
Transformadores de colchón de gas



• Transformadores con conservador

Para reducir las anteriores inconvenientes, un depósito de expansión limita el contacto aire/aceite y absorbe la sobrepresión. No obstante, el dieléctrico sigue oxidándose y cargándose de agua. La adición de un desecador limita este fenómeno, pero exige un mantenimiento periódico.

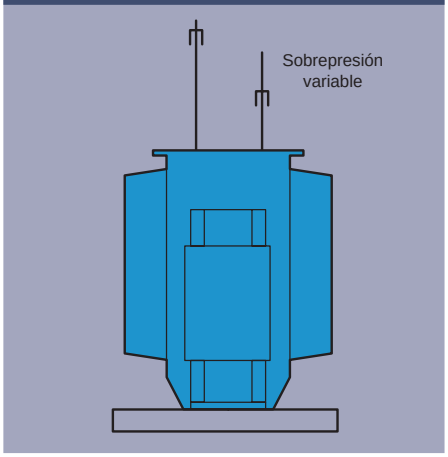
Transformadores con conservación



• Transformadores de llenado integral

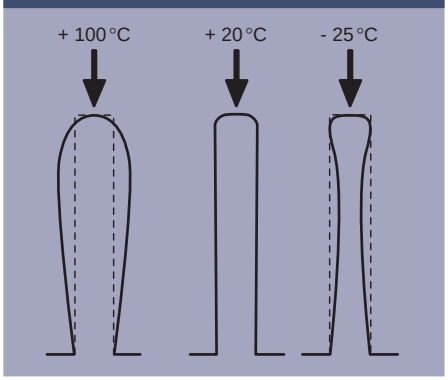
La cuba está totalmente llena de líquido dieléctico y herméticamente cerrada. No hay ningún riesgo de oxidación del aceite.

Transformadores de llenado integral



La sobrepresión debida a la dilatación del líquido es absorbido por los pliegues de la cuba.

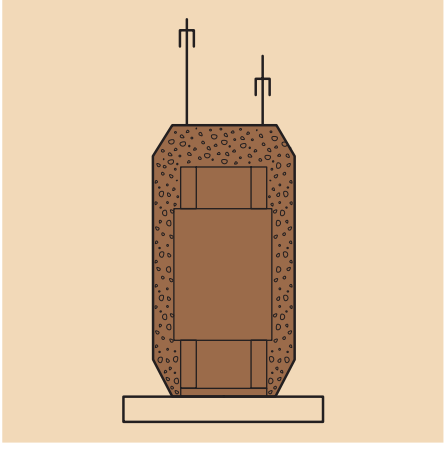
Sobrepresión debida a la dilatación



2 Transformadores secos

El circuito magnético está aislado (o recubierto) con un material aislante seco de varios componentes. La refrigeración se consigue por medio del aire ambiente, sin líquido intermedio. Este tipo de transformador tiene la ventaja de no presentar ningún riesgo de fuga o contaminación. En contrapartida requiere precauciones de instalación y mantenimiento (local ventilado, eliminación del polvo,...).
Los devanados suelen ir provistos de sondas de detección que vigilan las temperaturas internas y permiten la desconexión de la carga y de la alimentación si surge un problema térmico.

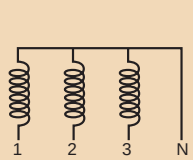
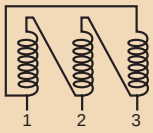
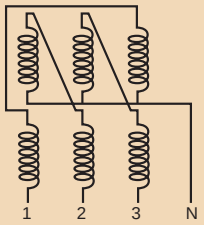
Transformadores secos



Designación simbólica de las conexiones

La conexión de los devanados trifásicos se designa con las letras Y, D y Z para los devanados de alta tensión e y, d y z para los de baja tensión.

Si el punto neutro de los devanados en estrella o en zigzag es accesible para su conexión, las designaciones se convierten en YN o ZN e yn o zn.

Conexión (o montaje)	Estrella	Triángulo	Zigzag
Esquema			
Símbolo			
Letra	Y o y	D o d	Z o z
Observaciones	Sencillo, robusto y adecuado a las tensiones muy altas	Más adecuado para corrientes fuertes	Utilizado en los secundarios de algunos transformadores de distribución. Mayor número de conexiones.

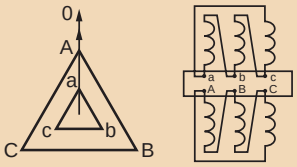
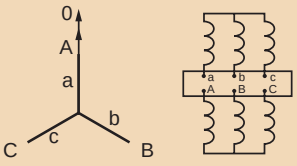
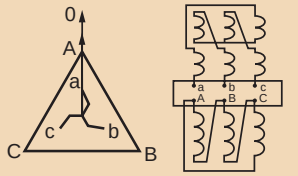
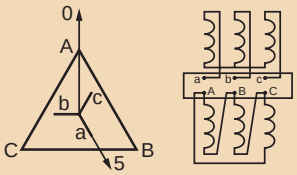
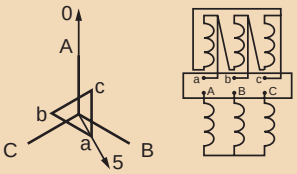
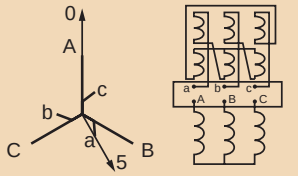
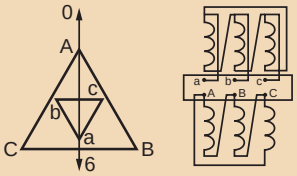
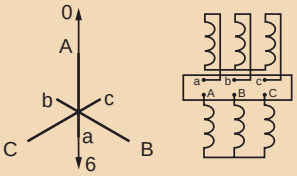
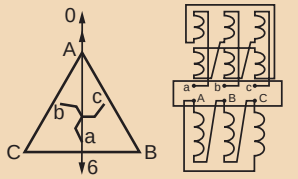
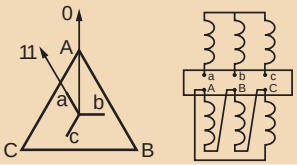
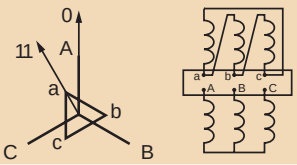
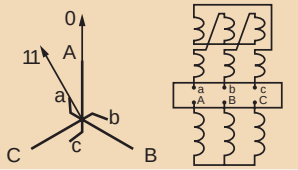
Configuraciones de conexión primario / secundario más utilizados

-Estrella / Estrella (Y,y): robusta, sencilla, neutra y accesible, pero inadecuada en régimen desequilibrado y con corrientes muy fuertes.
-Estrella / Triángulo (Y,d): buen comportamiento en régimen desequilibrado y ausencia de armónicos de tercer orden, pero no es posible la distribución BT con cuatro hilos (no hay neutro en el secundario).
- Triángulo / Estrella (D,y): sin neutro en el primario pero con posibilidad de neutro en el secundario (puesta a tierra y distribución con 4 hilos).
-Estrella / Zigzag (Y,z): primario adecuado para AT (alta tensión), posibilidad de punto neutro puesto a tierra, ausencia de armónicos de tercer orden, buen comportamiento en régimen desequilibrado, caídas de tensión interna pequeñas pero mayor costo y volumen, y realización más delicada.
-Triángulo Zigzag (D,z): misma calidad que la anterior, con mejor comportamiento en régimen desequilibrado pero sin neutro en el primario.

Indice horario

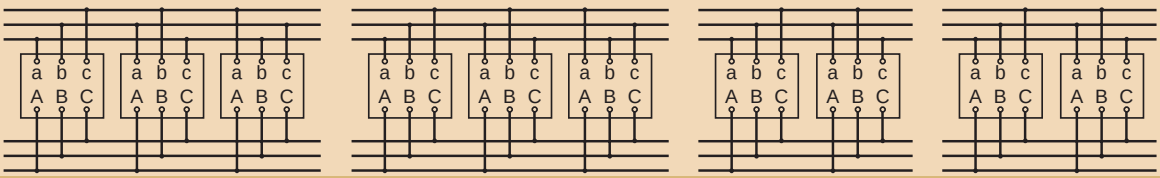
La designación de las conexiones (por medio de letras) se completa con una cifra que indica el desface angular, por ejemplo Yy6, Yd11, Ynyn0 (neutro de salida). En lugar de expresar el desface angular entre los vectores de tensión primaria/secundaria (entre polos o entre fases) en grados (u otra unidad angular) en un círculo trigonométrico con centro en el punto neutro, se utiliza un medio más descriptivo: el índice horario. Se supone que el vector de tensión del lado primario está situado en la posición de las 12 en punto y el índice horario indica la posición de la hora en que está situado el vector correspondiente del lado secundario.

Conexiones usuales de los transformadores

Dd0		**Yy0**		**Dz0**	
Dy5		**Yd5**		**Yz5**	
Dd6		**Yy6**		**Dz6**	
Dy11		**Yd11**		**Yz11**	

Funcionamiento en paralelo de los transformadores

Para que dos transformadores trifásicos puedan funcionar en paralelo, es necesario que tengan:
-una relación de potencia < 2
-características de tensión iguales (relación de transformación)
-características de cortocircuito iguales (% de tensión, corriente)
-conexiones estrella-triángulo compatibles
-índices horarios idénticos (conexiones entre bornes) o pertenecientes al mismo grupo de conexión si el régimen de utilización es equilibrado.



Indices horarios	0	4	8	6	10	2	1	5	7	11

Se puede conseguir que funcionen en paralelo transformadores de grupos diferentes modificando conexiones, pero esto estará sujeto obligatoriamente a la aprobación de los fabricantes.

3 LOS GRUPOS ELECTROGENOS

Al satisfacer la necesidad de continuidad en el suministro de energía, los grupos electrógenos son objeto de una utilización cada vez mayor.
Según sus características, pueden constituir:
-alimentaciones de emergencia para reemplazar a la alimentación principal en caso de falla de esta última (con posibilidades de selección si la potencia del grupo es insuficiente),
-alimentaciones de sustitución como segunda fuente de alimentación principal para suplir a la primera fuente por razones de economía o en caso de excesos de consumo,
-alimentaciones para servicio de seguridad, asociadas en su caso a un ondulador para poner y mantener instalaciones en condiciones de seguridad en períodos incompatibles con la autonomía de las baterías.

En todos los casos, el criterio dominante al elegir un grupo es su aptitud para funcionar de manera autónoma durante largos períodos. La oferta de los fabricantes de grupos electrógenos es casi ilimitada, y abarca desde pequeños grupos portátiles de algunos kVA, que se utilizan como fuente autónoma, hasta centrales de energía de varios MVA pasando por los grupos móviles sobre ruedas (destinadas, por ejemplo, a la alimentación de la red pública en caso de avería) o por los grupos estacionarios de varios centenares de kVA (destinados en su mayoría a un servicio de seguridad o de emergencia. También las fuentes de energía están evolucionando y, aunque todavía se usa mucho petróleo, cada vez se emplea más el gas o incluso el vapor en las centrales de cogeneración.



Están llegando al mercado nuevas tecnologías de generación en sustitución o como complemento de los grupos electrógenos y, aunque no todas se encuentran aún en fase comercial, sin duda acabarán modificando la noción de producción autónoma y, sobre todo, su gestión eléctrica. En este contexto, cabe citar:
-los turbogeneradores de alta velocidad (microturbinas de gas),
-las pilas de combustible,
-los generadores eólicos,
-las células fotovoltaicas.
Todas estas tecnologías se benefician implicitamente de la evolución de la electrónica de potencia, que permite transformar la corriente producida (continua, variable, de alta frecuencia) en una corriente utilizable de 50 Hz.

Desde el punto de vista de las necesidades de continuidad de servicio para asegurar el normal desarrollo de los procesos o actividades ligados al funcionamiento de sistemas de emergencia estos se clasificarán como sigue:

Grupo 1.- En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que por la naturaleza de su finalidad no toleran interrupciones superiores a 0,20 segundos y variaciones de frecuencia no superiores a ± 0,5%.

Grupo 2.- En este grupo se encuentran los sistemas de emergencia que alimenten consumos que no toleren interrupciones superiores a 15 seg.

Grupo 3.- En este grupo se encuentran los sistemas de emergencia que alimenten consumos que toleren tiempos de interrupción superiores a los ya indicados pero en ningún caso superiores a 15 minutos.

Transferencia de fuente

Los automatismos de inversión de fuentes de los DPX permiten, según las opciones de esquema, realizar todas las funciones necesarias en forma manual o automática.



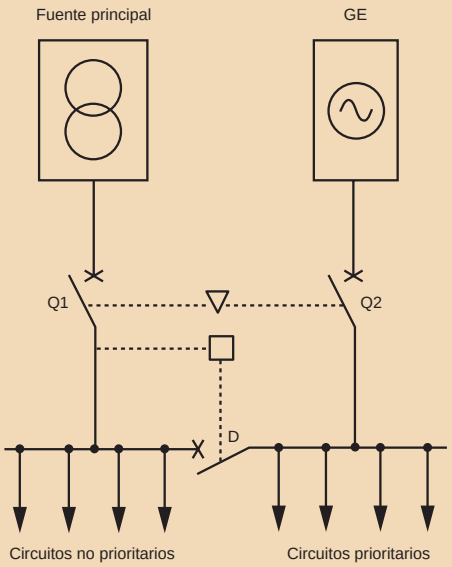
- **conmutación temporizada de las fuentes,**
- **corte a distancia,**
- **protección y confirmación de fallas,**
- **mando a distancia del grupo,**
- **mando de selección de cargas**

(soluciones y esquemas son descritas en el capítulo II.C.2)

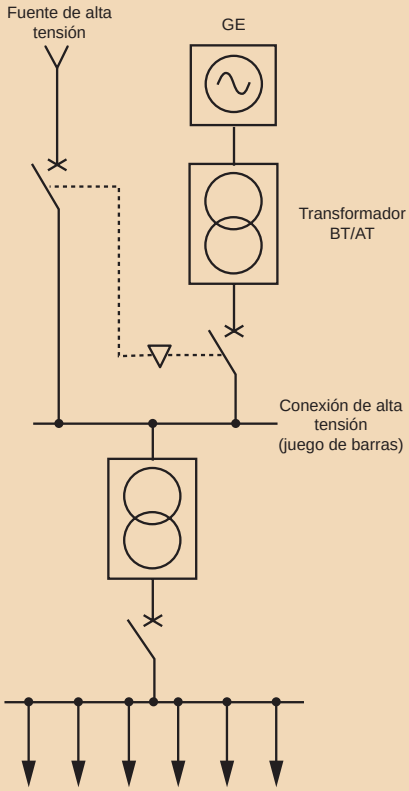
Principios de conexión de un grupo electrógeno como fuente de emergencia o de seguridad

En caso de falla de la fuente principal, ésta se desconecta (apertura de Q1) y D es accionado (apertura), si procede, para alimentar sólo las cargas de emergencia, que permitirá al grupo alimentar los circuitos deseados (Q2 cerrado).

La secuencia de maniobras puede ser manual, semiautomática o automática, pero en todos los casos, bloqueos electricos y mecánicos deben impedir la realimentación de la red por el grupo o la conexión de ambas fuentes juntas.



En las instalaciones de muy alta potencia, alimentadas directamente en AT (alta tensión), puede ser preferible conectar la fuente de emergencia directamente a la red de AT por medio de un transformador elevador BT / AT. En ese caso, las conmutaciones se efectúan directamente en AT y, por tanto, bajo corrientes más débiles.



4 ONDULADORES

El ondulador es una fuente de emergencia cuya autonomía está en función de la capacidad de su batería. La tecnología «on line» permite igualmente proteger ciertos equipos sensibles (informática) de las perturbaciones de la alimentación (microinterrupciones).

1 Tipo «off-line» o «en espera»

Esta tecnología, llamada también «stand-by», se utiliza para bajas potencias, no superiores a unos pocos kVA. La carga (utilización) es alimentada directamente por la red a través de un simple filtro que permite atenuar las perturbaciones.
En caso de falla en un punto anterior de la red eléctrica, la utilización es transferida al ondulador y su batería por un conmutador rápido (de 2 a 10 ms). Es muy importante comprobar que el equipo alimentado puede soportar esta breve interrupción.

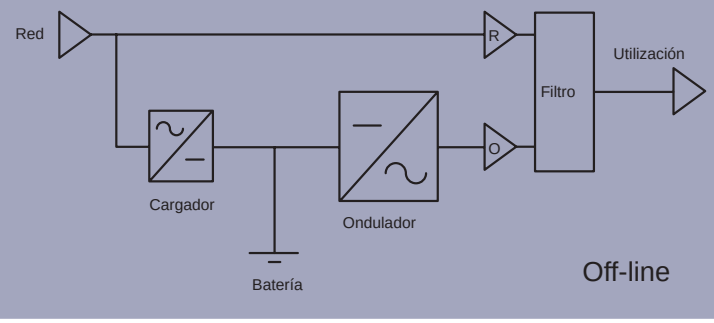
2 Tipo «on-line» o «en funcionamiento continuo»

Esta tecnología, la más utilizada por encima de 3 kVA, se considera la más eficaz. La carga (utilización) es alimentada constantemente por el ondulador, lo que garantiza una regulación permanente de la tensión y la frecuencia a la salida del aparato (± 1 a 3%).
En caso de falla en un punto anterior de la red eléctrica, la carga continúa siendo alimentada sin conmutación.

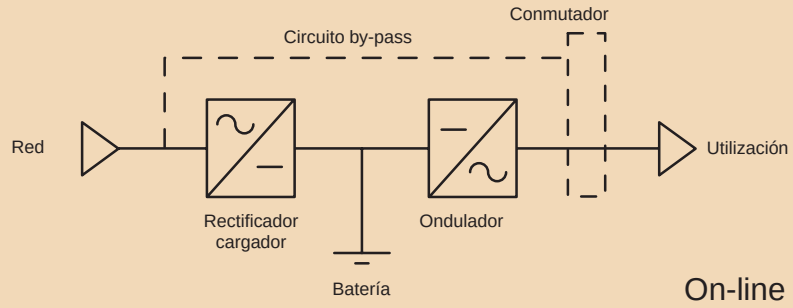
Resumen de tecnologías

Funcionalidades	Off - line	On - line
Tiempo de transferencia a batería en los cortes de la red	Si	No
Protección contra microinterrupciones de duración inferior a 5 ms	No	Si
Regulación de frecuencia	No	Si
Regulación de tensión	No	Si
Absorción de picos de tensión	No	Si
Filtrado de armónicos	No	Si
Absorción de impactos de carga (corriente de llamada)	No	Si

Ondulador tipo « off-line »

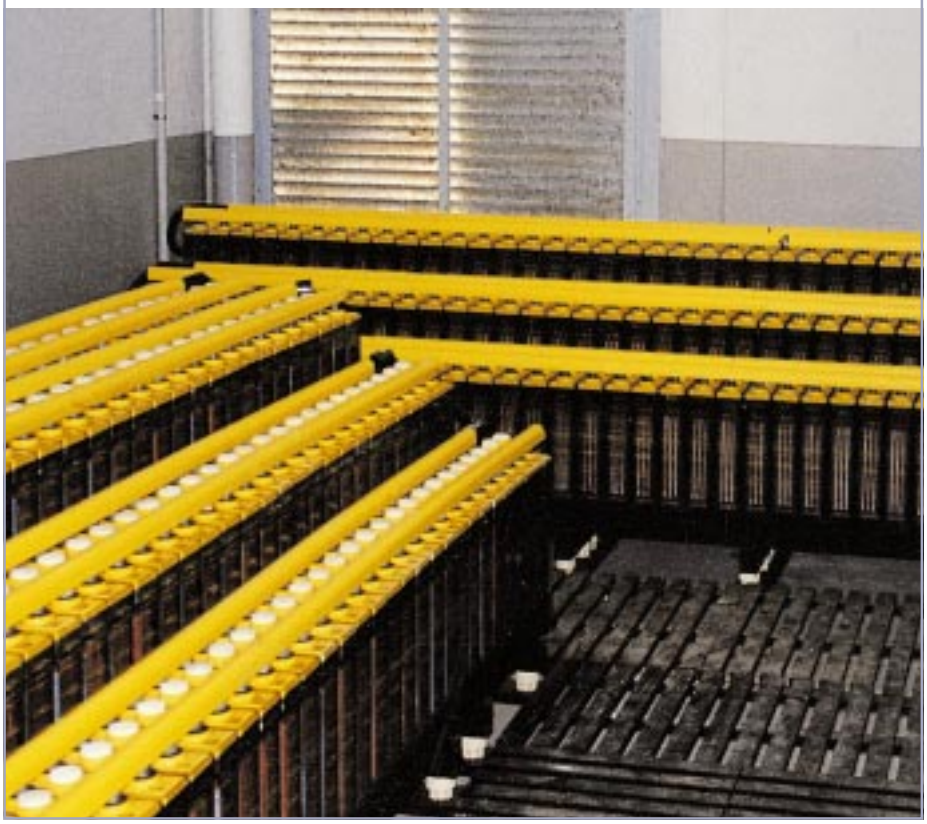


Ondulador tipo « on-line »



Existen también otras denominaciones del tipo “no-break”, “doble- conversión”, etc..., pero son más comerciales que técnicas.

5 LAS BATERIAS



Una batería está compuesta por elementos acumuladores conectados entre ellos.
Existen dos tipos de baterías:
- las baterías abiertas, constituidas por elementos provistos de orificios que permiten liberar en la atmósfera la mezcla gaseosa (oxígeno e hidrógeno) y restablecer el nivel de electrolito; se utilizan en configuraciones importantes y necesitan de un local ventilado.
- las baterías sin mantención, constituidas por elementos que tienen una tasa de recombinación por lo menos igual al 95%; no requieren agua durante la explotación. Se utilizan para potencias elevadas.
La ventilación del local debe ser adaptada.
La autonomía y la duración de las baterías dependen de sus condiciones de explotación: potencia a proveer, régimen de descarga, temperatura ambiente, edad, condición de descarga.
Este tipo de fuente a menudo se utiliza para necesidades específicas como fuente de seguridad (alumbrado de seguridad, alimentación estabilizada con ayuda...).

Las condiciones de uso de las baterías de acumuladores, están dadas en la NCH Elec. 4/84, al respecto señala:

- **Los acumuladores que se utilicen para alimentar sistemas de emergencia deberán ser de tipo estacionario. No se permitirá el uso de batería de vehículos.**
- **Los sistemas de emergencia alimentados por baterías podrán funcionar con una tensión de servicio distinta de las del sistema normal. Estando en funcionamiento la batería deberá tener una capacidad y características tales como para mantener durante un período no inferior a 90 minutos alimentando toda la carga conectada a este sistema, una tensión no menor al 85% del valor nominal.**
- **Las baterías plomo - ácido que requieran verificaciones periódicas del nivel de electrólito y en la que se les deba agregar agua para mantener dicho nivel deberán tener vasos transparentes.**
- **Las baterías irán montadas sobre soportes y bajo ellas se colocarán bandejas que cumplan las siguientes condiciones:**
- **Los soportes podrán ser madera tratada, de metal tratado o materiales tales como fibra de vidrio, de modo que sean resistentes a la corrosión provocada por acción del electrólito. En todo caso, las partes del soporte que estén en contacto directo con las baterías deberán ser de material no conductor.**
- **Las bandejas irán colocadas bajo las baterías y serán de madera tratada u otro material no conductor resistente a la acción corrosiva del ácido.**
- **Las baterías estarán ubicadas en un recinto adecuadamente ventilado de modo de evitar la acumulación de una mezcla gaseosa explosiva.**
- **La instalación de baterías deberá contar con un equipo cargador automático.**

CONSIDERACIONES DE LOS RIESGOS

Aunque el término riesgo en sí tiene un significado totalmente claro para todo el mundo, su realidad es mucho más compleja ya que las nociones que crean el riesgo, y por tanto la reacción al mismo, es decir, la seguridad, etc., son a un tiempo amplias y sutiles, numerosas y específicas. Interdependencias, umbrales admisibles, siempre difíciles de estimar pero que miden sin concesiones las estadísticas. Estas últimas expresan claramente la verdadera seguridad de la energía eléctrica teniendo en cuenta su universalidad.

Es innegable que la tecnología ha permitido mejorar la eficacia y la fiabilidad de los aparatos. La normalización y la reglamentación han acompañado esta evolución al tiempo que los usos de la electricidad han ido multiplicándose hasta hacerse omnipresentes.

Ni que decir la competencia, el sentido común, la organización y el comportamiento serán siempre los pilares de la seguridad, pero los conocimientos necesarios son ahora tan precisos, diversos y numerosos que con frecuencia es necesario recurrir a la ayuda de especialistas.

Los organismos competentes, pueden ayudar a las empresas.

Si distinguimos las consecuencias humanas de los materiales, los accidentes e incidencias de origen eléctrico requieren conclusiones matizadas:

- los accidentes laborales de origen eléctrico están en constante disminución aunque siguen siendo la causa de algunos fallecimientos, mientras que los riesgos eléctricos siguen siendo una de las principales causas de incendio. Respecto a este punto, habría que tener en cuenta también las causas reales y las supuestas y, sobre todo, su origen exacto. El corto circuito, contrariamente a lo que suele decirse, es rara vez la causa del siniestro. Las sobrecargas prolongadas (líneas subdimensionadas), los calentamientos locales (conexiones), las chispas (descargas electroestáticas en ambiente explosivo, silos, minas) y, por supuesto, el rayo, son las principales causas de siniestros.



No hay que confundir seguridad física con seguridad funcional.

La seguridad física tiene que ver con las consecuencias directas o indirectas para las personas o los bienes derivadas de una falla, un error de maniobra o incluso de ciertas acciones voluntarias, debiendo considerarse incluido al medio ambiente en el concepto de los bienes.
La seguridad funcional integra nociones más mensurables de eficacia, vida útil, robustez y, especialmente, en el campo de la distribución eléctrica, de fiabilidad y continuidad de funcionamiento. La seguridad funcional es uno de los elementos que permiten garantizar la seguridad física.

> PARA UNA MEJOR CONSIDERACIÓN DE LA SEGURIDAD

En la fase de diseño:
- conocer los textos reglamentarios pertinentes y las características específicas del proyecto (instalaciones clasificadas, obras peligrosas).
- respetar las reglas de cálculo de las instalaciones.

En la fase de realización:
- elegir materiales seguros y acreditados
-velar por la correcta ejecución de los trabajos.

En la fase de explotación:
- definir consignas precisas o de urgencia
- elaborar un programa de mantenimiento
- formar al personal en las tareas que ha de realizar (calificaciones y habilitaciones).

SEGURIDAD DE LAS PERSONAS

Aunque sea indiscutiblemente la energía más segura, la electricidad no deja de encerrar un peligro por su carácter invisible. Sus efectos sobre el cuerpo humano son suficientemente conocidos como para protegernos eficazmente.

1 EL RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

Los efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano dependen de dos factores:
- el tiempo de paso de la corriente a través del cuerpo.
- la intensidad y frecuencia de la corriente.

Estos dos factores son independientes entre sí, pero el nivel de riesgo será más o menos elevado en función del valor de cada factor. La intensidad de corriente peligrosa para el ser humano depende de la tensión y de la tolerancia del cuerpo. En la práctica, la intensidad se define a partir de una tensión límite generalmente considerada igual a 220V. Esta tensión tiene en cuenta la corriente máxima que puede soportar un ser humano que posea una resistencia eléctrica interna mínima, en determinadas condiciones. También tiene en cuenta la duración máxima admisible del tiempo de paso de la corriente por el cuerpo, sin efectos fisiopatológicos peligrosos (fibrilación cardiaca).

1 Aspecto fisiológico

Cuando el cuerpo humano se ve sometido a una tensión eléctrica, reacciona como un receptor clásico que posee una determinada resistencia interna.

Es recorrido por una corriente eléctrica que produce tres riesgos graves:
- tetanización: la corriente mantiene contraídos los músculos por los que circula; si se trata de la caja toráxica, puede provocar un bloqueo respiratorio.
- fibrilación ventricular: completa desorganización del ritmo cardiaco.
- efectos térmicos que provocan lesiones más o menos graves de los tejidos, incluso quemaduras profundas en el caso de corrientes muy elevadas.

El cuadro adjunto muestra que, con una tensión de contacto de 220 V, el cuerpo humano sería atravesado por una corriente de 147 mA. Para evitar cualquier tipo de riesgo, dicha corriente no debería mantenerse más de 0,17 segundos.

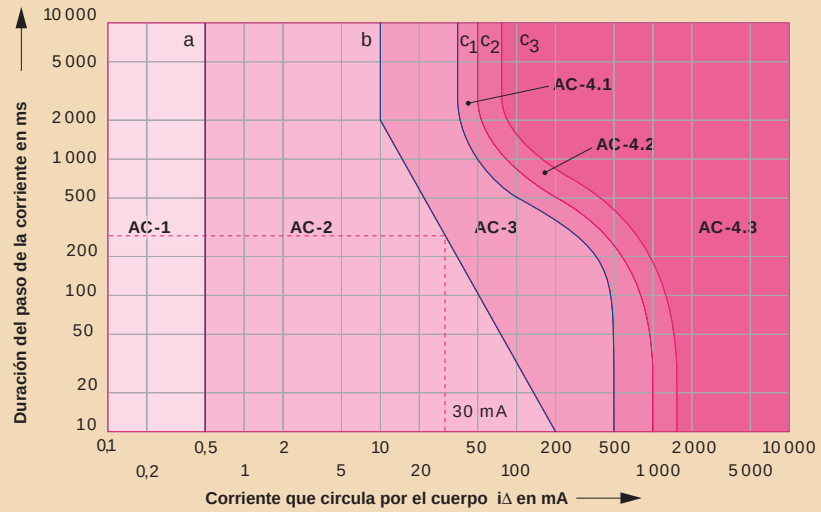
Relación tiempo de paso máximo/tensión de contacto en condiciones de contacto normales (U:220V)

Tensión de contacto Uc (V)	Impedancia eléctrica del cuerpo humano Zn (Ω)	Corriente que atraviesa el cuerpo humano In (mA)	Tiempo de paso máximo tn (s)
50	1725	29	≥ 5
75	1625	46	0,60
100	1600	62	0,40
150	1550	97	0,28
220	1500	147	0,17
300	1480	203	0,12
400	1450	276	0,07
500	1430	350	0,04

Las normas definen las curvas límites corriente / tiempo considerando los dos parámetros que se han de tener en cuenta para la evaluación del riesgo.
iΔ: corriente que circula por el cuerpo.
t: tiempo de paso de la corriente a través del cuerpo.
Estas curvas, definidas por la IEC 60479-1, indican los diferentes límites de los efectos de la corriente alterna a 50Hz en las personas y determinan 4 zonas principales de riesgo.

Las curvas corrientes/ tiempos vienen determinadas para una frecuencia de 15 a 50 Hz. El riesgo aumenta considerablemente con la frecuencia.

Curvas corrientes / tiempos

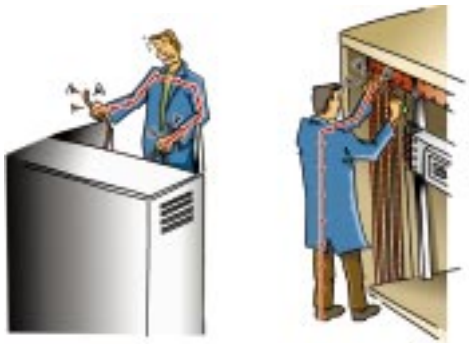


Para duraciones del paso de corriente inferiores a 10 ms, el límite de corriente que circula por el cuerpo, línea b, permanece constante y es igual a 200 mA.

Zona	Efectos fisiológicos
AC-1	Habitualmente ninguna reacción.
AC-2	Habitualmente, ningún efecto fisiológico peligroso.
AC-3	Habitualmente ningún daño orgánico ; probabilidad de contracciones musculares y de dificultades respiratorias para duraciones de paso de corriente superiores a 2 s. Perturbaciones reversibles en la formación de la propagación de los impulsos en el corazón sin fibrilación ventricular hasata 5% aprox. Intensidad de la corriente y con el tiempo de paso.
AC-4 AC-4.1 AC-4.2 AC-4.3	Aumentando con la intensidad y con el tiempo, pueden producirse efectos fisiopatológicos tales como paro cardiaco, paro respiratorio y graves quemaduras, complementados con los efectos de la zona 3. Probabilidad de fibrilación ventricular hasta el 5% aproximadamente. Probabilidad de fibrilación ventricular hasta el 50% aproximadamente. Probabilidad de fibrilación ventricular superior al 50%.

2 Riesgo de contacto directo

Decimos que existe contacto directo cuando una persona toca directamente una parte desnuda y bajo tensión eléctrica de un aparato, equipo o instalación (por imprudencia, torpeza o a causa de un defecto…).



3 Riesgo de contacto indirecto

Hablamos de contacto indirecto cuando una persona toca una masa metálica por la que accidentalmente circula corriente (falla de aislamiento del aparato o de la máquina eléctrica).
Por lo tanto, es importante detectar y eliminar rápidamente la falla antes de que alguien entre en contacto con la masa metálica.



Las condiciones de protección contra tensiones peligrosas están dadas en la NCH Elec. 4/84.

2 RIESGOS DE QUEMADURAS

1 Contacto con superficies calientes

Las temperaturas alcanzadas por las superficies accesibles de los equipos eléctricos no deben ser susceptibles de provocar quemaduras al ser tocadas dichas superficies.
Si determinadas superficies pueden alcanzar valores más elevados, aunque sólo sea durante breves instantes, deberán estar protegidos.



La evaluación del riesgo efectivo de quemaduras debe realizarse teniendo en cuenta:
- la temperatura de la superficie.
- el material constitutivo de dicha superficie.
- la duración del contacto con la piel.
Pueden ser necesarios datos complementarios tales como la forma (ranuras), la presencia de un revestimiento o la presión de contacto.

Valores recomendados de temperatura máxima admisible de las superficies

Partes accesibles	Material de las partes accesibles	Temperaturas máximas (°C)
Organos de mando manual	Metálico No metálico	55 65
Previstas para ser tocadas pero no destinadas a tenerlas en la mano	Metálico No metálico	70 80
No destinadas a ser tocadas en servicio normal	Metálico No metálico	80 90

2 Arco eléctrico

Aparte de las consecuencias materiales, muy destructivas, los riesgos de un arco eléctrico accidental son sobre todo térmicos (quemaduras directas por plasma, proyección de material en fusión) y luminosas (destello intenso). El arco puede provenir de la apertura o el cierre de un circuito o de un cortocircuito: En este segundo caso, puede ser extremadamente energético ya que únicamente está limitado por la potencia de la fuente.



No existen protecciones específicas contra el arco eléctrico, que sigue siendo un fenómeno imprevisible. Las pantallas o tabiques pueden limitar sus consecuencias pero la mejor prevención sigue siendo el respeto de las "reglas del oficio" y la conformidad con la reglamentación al realizar las instalaciones. A fin de reducir la probabilidad de cortocircuito, deben tomarse precauciones especiales en las partes de dichas instalaciones que no están protegidas (por estar situadas antes de los dispositivos de protección) (véanse las precauciones de cableado en el capítulo III.E.2).

3 EXPOSICION A CAMPOS ELECTROMAGNETICOS DE BAJA FRECUENCIA (EXCEPTO RADIOFRECUENCIA)

La exposición a los campos electromagnéticos no está reglamentada ni a escala nacional ni a escala internacional. Se han llevado a cabo numerosos estudios epidermiológicos que no han aportado conclusiones que demuestren los efectos de los campos electromagnéticos en humanos.
Por lo tanto, la evaluación de este posible riesgo sigue siendo objeto de numerosas investigaciones.

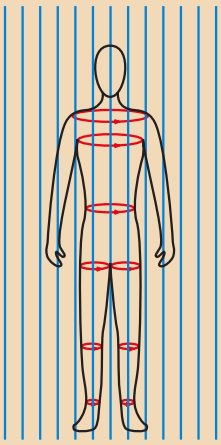


Los portadores de implantes médicos, tanto activos como pasivos, deben indicar esta circunstancia al médico de la empresa a fin de que se comprueben las condiciones reales de exposición (campo magnético y campo eléctrico), así como su compatibilidad.

1 Campos magnéticos de baja frecuencia (en A/m)

Están generados por las corrientes y son proporcionales a su intensidad. Inducen en el cuerpo humano corrientes perpendiculares al campo magnético. Los valores del campo magnético van desde algunas pT (picotesla) a varios mT (militesla). El valor de exposición disminuye rápidamente con el cubo de la distancia. Por lo tanto, las exposiciones más intensas se alcanzan con aparatos domésticos muy cercanos al cuerpo (secador de cabello, afeitadora, manta eléctrica).

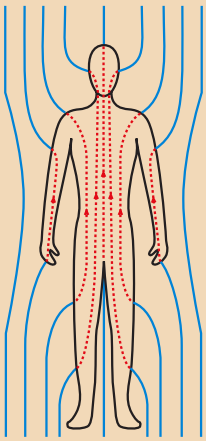
Campos magnéticos de baja frecuencia



2 Campos eléctricos de baja frecuencia (en V/m)

El campo eléctrico en la superficie del cuerpo humano se modifica en función de la conductividad de éste. La intensidad del campo es máxima al nivel de la cabeza. El campo eléctrico induce corrientes especialmente en el eje del cuerpo.
Los valores medidos más elevados (hasta varios kV / m) se sitúan cerca de las líneas de energía y de los transformadores de alta tensión, de las soldaduras y de los hornos de inducción. El campo eléctrico disminuye con el cuadrado de la distancia.

Campos eléctricos de baja frecuencia

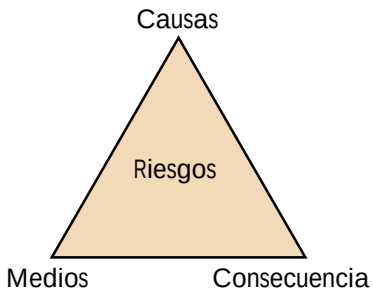


Prueba de la dificultad del tema y de las controversias que genera, es lo limitado de la edición de documentos oficiales (normas, reglamentos) en cuanto al número de estudios, tesis e informes disponibles sobre dicho tema. Citaremos la norma IEEE 95-1-1991 de origen americano y la recomendación del Consejo de la Unión Europea 1999/519/CE.

SEGURIDAD DE LOS BIENES

Para preservar la integridad y la seguridad de los edificios y de las obras, de su actividad y su perennidad.
Hay que saber anticipar/predecir corto circuitos, corrosión, vibraciones, polución, fuego y otras perturbaciones y fenómenos destructores y predecibles.

La seguridad de los bienes, íntimamente ligada a la de las personas, requiere un enfoque preventivo basado en un análisis del siguiente tipo:



El cuadro adjunto recuerda, a título indicativo, los principales elementos que deben tenerse en cuenta en relación con los factores de riesgo eléctrico, sin que esto sustituya al necesario "análisis de riesgo" que debe acompañar a todo proyecto.

Análisis de riesgos eléctricos	
Factores de Riesgo	• Sobreintensidades (sobrecargas, cortocircuitos) • Corrientes de fuga. • Sobretensiones (rayo, descargas electrostáticas…) • Bajadas de tensión y cortes de alimentación. • Perturbaciones electromagnéticas. • Degradaciones, envejecimiento, corrosión. • …
Condiciones medioambientales	• Estructura de los edificios. • Materiales de construcción. • Naturaleza de los materiales tratados o almacenados. • Condiciones de evacuación de las personas. • Lugares públicos (vandalismo). • Condiciones climáticas medioambientales. • Tensiones mecánicas, vibraciones, terremotos. • Presencia de fauna y flora (mohos…) • Exposición a la interperie (viento, lluvia, inundaciones…) • …
Consecuencias	• Incendio. • Explosión. • Discontinuidad de la explotación. • Mal funcionamiento (CEM). • Contaminación medioambiental. • …
Medios	• Dispositivos de protección contra sobreintensidades. • Limitación de las corrientes de falla. • Utilización de materiales, conductos y conductores conforme a las normas. • Evaluación de la carga calórica. • Resistencia y reacción frente al fuego de los elementos constructivos. • Compartimentación, eliminación de humos. • Detección, alarmas. • Medios de lucha. • Dispositivos anti-intrusión, antivandalismo. • Protección, adecuada a las condiciones medioambientales (climática, mecánica, química…) • …

La protección total no existe; la mejor seguridad pasa por la búsqueda de compromisos razonables y razonados en los que la protección de las personas es prioritaria.

1 RIESGOS DE SOBREINTENSIDADES

Por principio todos los conductores activos de la instalación (fases y neutro) deben estar protegidos contra sobrecargas y cortacircuitos.

1 Sobrecarga

Es una sobreintensidad que circula por un circuito en ausencia de falla eléctrica. Se debe a un conductor subdimensionado para la carga alimentada (o, a la inversa, a una carga demasiado elevada para la canalización).
Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir cualquier corriente de sobrecarga antes que el calentamiento del conductor perjudique su aislamiento, sus conexiones y los materiales que le rodean, la protección contra las sobrecargas puede efectuarse también mediante fusibles (tipo gG), automáticos con relé térmico, automáticos con relé electrónico, o interruptores con relé de medida. ¡Atención! Los fusibles aM no protegen contra las sobrecargas. Las reglas de determinación para garantizar la protección contra las sobrecargas se describen en el capítulo II.A.1.





2 Cortocircuito

Se trata de una sobreintensidad producida por una falla de impedancia despreciable entre conductores de potencia diferente.
Su origen es accidental y puede ser debido a un error (caída de una herramienta, corte de un cable) o a una falla del material.
Deben proyectarse dispositivos de protección a fin de limitar y cortar las corrientes de cortocircuito antes de que sus efectos térmicos (calentamiento de los conductores, arco eléctrico) y mecánicas (esfuerzos electrodinámicos) puedan ser perjudiciales y peligrosos.
La protección contra cortocircuitos puede efectuarse mediantes fusibles (tipo gG o aM), automáticas con relé magnético, o automáticos con relé electrónico (corriente máxima). Su poder de corte y su tiempo de apertura del circuito deben ser los adecuados para el circuito protegido. Las reglas de determinación para garantizar la protección contra cortocircuitos se describen en el capítulo II.A.3.

Los dispositivos de protección de los circuitos de una instalación no están previstos para garantizar la protección de los circuitos internos de los aparatos ni la de los conductores flexibles (cables de alimentación de aparatos móviles) conectados a enchufes.
Puede ser necesario el estudio de protecciones independientes y apropiadas si existe riesgo de sobreintensidades (sobrecarga en motores, por ejemplo).

Por principio, todas las líneas deben estar protegidas contra cortocircuitos. Están autorizadas las asociaciones de aparatos para aumentar el poder de corte (véase el capítulo II.B.2). En ciertos casos es posible igualmente que no exista necesidad de protección (veáse página XXX). Dentro de las precauciones de cableado debe tenerse en cuenta la protección de conductores en paralelo (de un mismo circuito) y la protección de la instalación antes de los dispositivos de protección (véase página 376).

2 RIESGOS DE CORRIENTES DE DEFECTO

En equipos e instalaciones, las corrientes de fuga entre partes activas y masas obedecen generalmente a una falla o al envejecimiento de la instalación. Según el valor alcanzado, la circulación de la corriente puede crear chispas, e incluso inflamar el material circundante . La elección del régimen de neutro determina el valor máximo de las corrientes de defecto.
En caso de riesgo de incendio:
- el esquema TN-C está prohibido, las corrientes pueden alcanzar varios kA y circular incluso a través de la estructura de los edificios.
- el esquemaTN-S es desaconsejable salvo que se complemente con dispositivos diferenciales de sensibilidad IΔn < 300 mA.
- el esquema TT es posible (limitación por diferencial).
- el esquema IT está recomendado por su seguridad intrínseca ya que la corriente de 1er falla puede limitarse a un valor muy débil (unos pocos mA), para evitar el riesgo de arco. Atención de 2º falla, que debe estar protegido con un diferencial IΔn< 300 mA.

En situaciones de riesgo, es muy recomendable efectuar un mantenimiento preventivo basado en el seguimiento del valor del aislamiento del conjunto de la instalación: valores indicados por el controlador permanente de aislamiento (IT) o campañas regulares de mediciones de la resistencia de aislamiento.
La presencia de contaminantes, humedad o envejecimiento de los aislantes se traduce en puntos débiles del aislamiento. Si se aumenta significativamente el valor de la tensión de prueba, se observará una notable disminución del valor de la resistencia. La aplicación de tensiones crecientes de medición, por ejemplo: 500V, 1.000V, 1.500V, 2.500V, 5.000V, revelará deficiencias si el valor del aislamiento cae más de un 25% en cada salto de tensión.
¡Atención! El valor de prueba debe ser netamente inferior a la rigidez dieléctrica de la instalación (mínimo 2 U + 1.000).

3 RIESGOS DE SOBRETENSIONES

Las sobretensiones pueden tener diversas causas, de las cuales es importante conocer sus características para implantar los medios de protección apropiados.

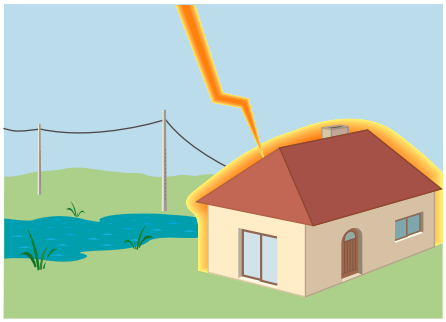
1 Sobretensiones de origen atmosférico

Los mecanismos del rayo son muy complejos, pero podemos decir de manera simplificada que se trata de una descarga eléctrica de gran energía provocada por un reequilibrado del potencial entre nubes o entre nubes y suelo. Las corrientes de rayo alcanzan valores de 10 a 100 kA, con tiempos de aumento de unos pocos microsegundos.
El rayo provoca daños considerables. Centenares de edificios, líneas telefónicas y eléctricas quedan inutilizados cada año como consecuencia de este fenómeno. Miles de animales y decenas de personas son víctimas de rayos.



El riesgo local de tormenta viene determinado por el nivel ceráunico, que es el número de días en el que se ha oído el trueno durante un año. Las regiones montañosas son las más expuestas.
En la práctica, se usan mapas de densidad de caídas de rayos. Estos establecidos con observaciones de los últimos quince años (red metereológica), cuantifican la cantidad de impactos por año y por km^2.

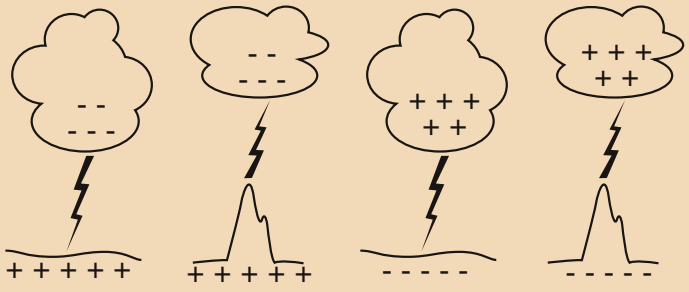
Los efectos del rayo se dividen normalmente en directos e indirectos.



• Efectos directos

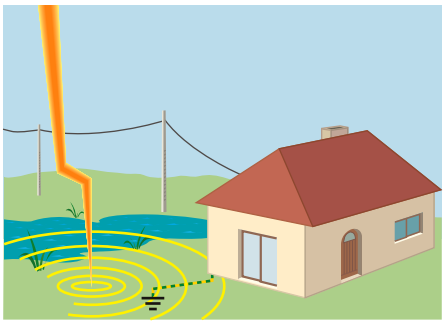
La fulminación provoca en el punto de impacto:
- efectos térmicos directos (fusión, incendio) debidos al arco eléctrico.
- efectos térmicos y eléctrodinámicos inducidos por la circulación de la corriente del rayo.
- efectos de deflagración (onda de choque y soplo de aire) producidos por el calor y la dilatación del aire. La protección contra los efectos directos del rayo se basa en la captación y el transporte de la corriente a tierra (pararrayos, varillas de captura...).

Según el sentido del desarrollo de la carga (descendente o ascendente) y según la polaridad de las cargas (positivas o negativas), se distinguen cuatro tipos de golpes de rayos contra el suelo.

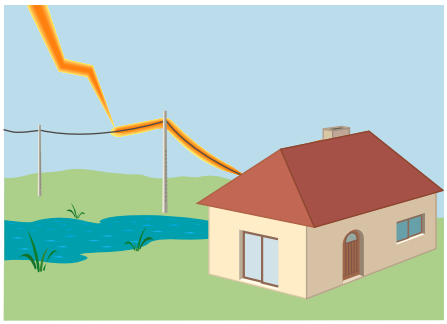


Los choques de rayos negativos descendentes son los más frecuentes. La corriente de descarga varía desde algunas decenas a un centenar de kA. Un "precursor" traza un canal conductor descendiendo de la nube hacia el suelo y la descarga de rayo se efectúa "de vuelta" del suelo hacia la nube.
Cuando el precursor sube, el choque de rayos se llama ascendente. Los choques de rayos, ascendentes positivos son más frecuentes en el invierno, pero más escasos (10 %), son también los más violentos (varios centenares de kA). Se desarrollan a partir de una prominencia natural o artificial.

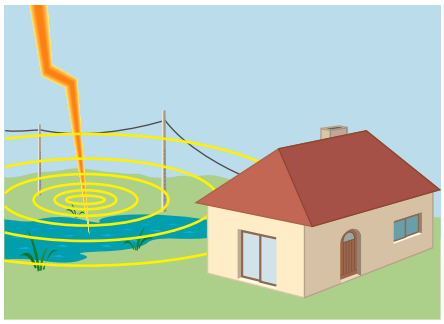
- **Efectos indirectos**



- Un choque de rayo contra el suelo causa una subida en potencial de la tierra que puede propagarse a la instalación (remontada de tierra).



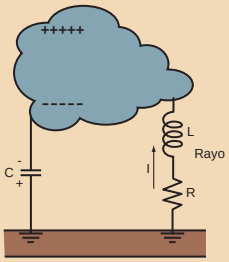
- La fulminación de las líneas aéreas implica la propagación en las redes AT y BT de sobre tensiones de varios millares de voltios.



- A la descarga del rayo también se asocia un campo electromagnético de amplio espectro y de frecuencia que, al acoplarse con los elementos conductores (estructuras de edificio, instalaciones eléctricas), va a dar nacimiento a corrientes inducidas destructivas.

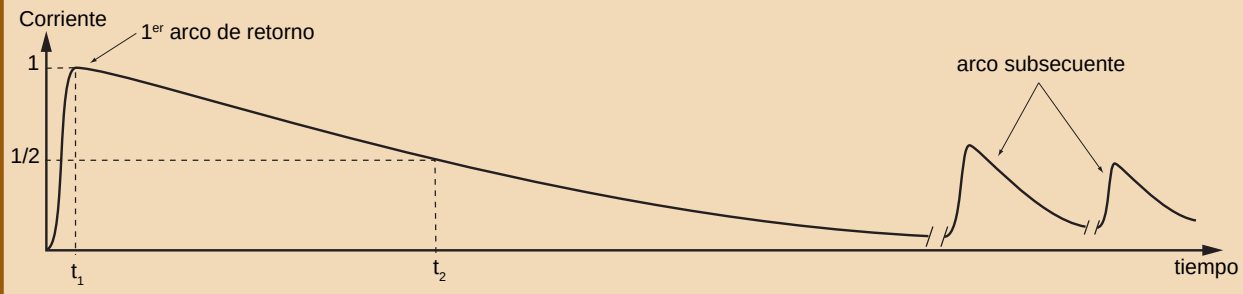
La protección contra los efectos indirectos se basa esencialmente en la utilización de pararrayos, en la equipotencialidad de las masas y la dimensión de la malla de los edificios.

Modelo eléctrico de una descarga atmosférica



Las descargas de rayo ascendentes se desarrollan a partir de una prominencia natural o artificial. Las descargas más frecuentes en llano son las descendentes negativas. Una primera descarga (precursora) parte de la nube y avanza hacia el suelo. Cerca de éste, se encuentra con un "líder ascendente" formado a partir de un punto conectado a tierra (árbol), pararrayos, o el propio suelo. Al encontrarse el precursor con el líder, se produce la descarga propiamente dicha, con emisión luminosa (rayo), sonora (trueno) y descarga de una intensa corriente que puede alcanzar los 50kA.

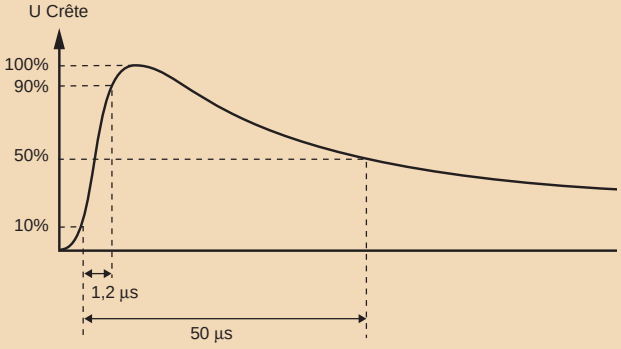
Aspecto típico de la corriente de descarga de una caída negativa (valor en el 90% de los casos).



Las instalaciones de protección contra el rayo nunca garantizan una protección absoluta de los bienes y las personas. Las disposiciones que se toman están encaminadas a la reducción estadística de los riesgos para los elementos a proteger.

Onda normalizada

Una onda normalizada de tensión de choque (onda 1,2/50) se aplica a los materiales para que caractericen y que califiquen su comportamiento a las sobre tensiones inducidas por el rayo en las instalaciones.



A esta onda se superpone una onda de corriente de forma similar, pero desfasada y de característica 8/20 µs.

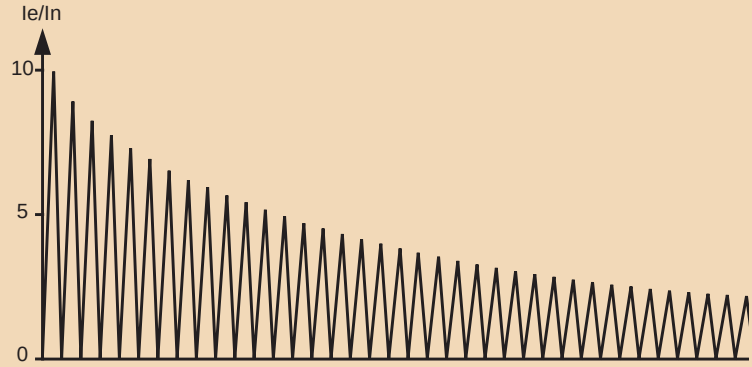
2 Sobretensiones de maniobras

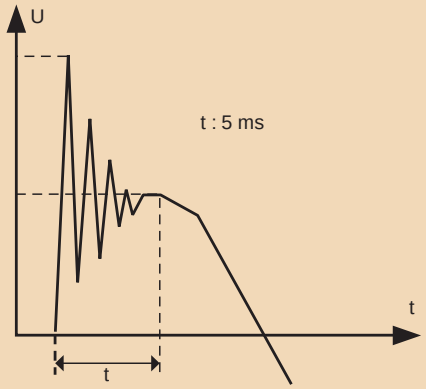
Prácticamente todas las conmutaciones en las redes industriales, y particularmente las de elevada potencia, producen sobretensiones.
Estas son provocadas por la interrupción brusca de la corriente. Las líneas y los transformadores se comportan entonces "self-inductions" (autoinducciones).
La energía aplicada en forma de transitorios depende de las características del circuito conmutado. El tiempo de subida es del orden de unas decenas de microsegundos, con un valor de varios kV.



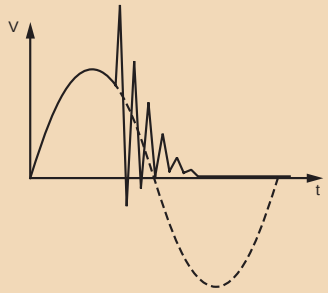
La instalación de pararrayos destinados a la protección contra sobretensiones de origen atmosférico (rayo) permite generalmente prevenir las sobretensiones de maniobra

Los régimenes transitorios, que pueden constituir fuentes de sobretensiones y de sobreintensidades, pueden generarse como consecuencia de la activación o de la desactivación de cargas. Los transitorios más comunes tienen que ver con los transformadores, motores, condensadores y baterías.





La activación de un transformador genera una corriente de llamada de 10 a 20In, con una componente aperiódica amortiguada. Esto provoca una sobretensión en el secundario por acoplo capacitativo y efectos oscilatorios como consecuencia de las capacidades y de las inductancias entre espiras.
La desconexión (o la apertura) de un transformador crea una sobretensión transitoria debida a la interrupción de la corriente en un circuito inductivo. Esta sobretensión puede crear recebados de arco en los dispositivos de corte, los cuales deben escogerse en consecuencia.



Sobretensión al desconectarse un transformador

3 Sobretensiones por falla del aislamiento con respecto a instalaciones de tensión más elevadas

Por regla general, las sobretensiones de este tipo sólo se tienen en cuenta para las fallas entre la alta tensión y la masa del centro de transformación AT/BT.

Si el riesgo de falla directo entre instalaciones de AT y BT no es despreciable y las tomas de tierra del centro y de la instalación son diferentes, deberá comprobarse que el valor de la toma de tierra del neutro RTS (de la instalación) es lo bastante bajo como para limitar el aumento de potencial de la instalación de BT.

$$RTS^{1} \leq \frac{V_{ta} - V_{n}}{I_{m}}$$

RTS**: resistencia de la toma de tierra del neutro.**
Vta**: tensión de rigidez dieléctrica a 50 Hz generalmente se toma 2U + 1.000)**
V_n**: tensión nominal de la instalación**
Im**: corriente máxima de falla entre fase y tierra de la instalación de AT.**

4 Descargas electroestáticas

Aunque no pueda decirse con propiedad que se transmiten por la red eléctrica, ya que su origen es exterior, las descargas electrostáticas pertenecen a la categoría de las sobretensiones.



Son una causa importante de destrucción de componentes o de equipos electrónicos, así como de incendios o explosiones en locales en los que se manejan materias pulverulentas (harinas), inflamables (disolventes) o en condiciones polvorientas (silos de grano).
Al frotar dos materiales aislantes entre sí, uno de ellos cede electrones al otro. Es el efecto de carga electrostática.
Algunos materiales tienen tendencia a cargarse positivamente (pèrdida de electrones) y otros a cargarse negativamente (ganancia de electrones). Cuanto más alejados se encuentren los materiales en la escala de potenciales, mayor será el intercambio.
Numerosas asociaciones de materiales constituyen fuentes de cargas electrostáticas.

Escala de potenciales de algunos materiales

⊕ **carga positiva**	Aire Mano Vidrio Mica Cabello humano Nylon Lana Pieles Plomo Aluminio Papel
Referencia 0	Algodón (seco)
⊖ **carga negativa**	Acero Madera Niquel, Cobre Plata Oro, Platino Acrílico Poliéster Polietileno Polipropileno Poliuretano Policloruro de vinilo Silicio Teflón

• Electrolización del cuerpo humano

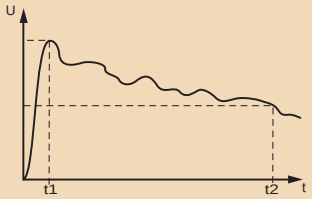
El hombre, al moverse o caminar, transmite electrones a las superficies con las que entra en contacto (maqueta, mobiliario...). Tras algunos movimientos se establece un equilibrio y la carga puede entonces alcanzar algunos microculombios y varias decenas de kV.
El contacto con un elemento conectado a tierra provocará una violenta descarga, capaz de perturbar o de destruir la mayor parte de los componentes electrónicos.
Los efectos son directos (descarga eléctrica) o indirectos (campo magnético inducido por la circulación de la corriente de descarga, que puede alcanzar varias decenas de amperes).

El hombre puede considerarse como un condensador de varios centenares de picofaradios (pF) en serie, con una resistencia de varios kΩ.



En el momento de la descarga electrostática R,L,C del circuito de descarga los que determinan las características: tiempo de subida, duración, valor de pico...

Aspecto típico de una descarga electrostática.



t1: tiempo de subida, 1 a 5 ns.
t2: tiempo de caída a la mitad del valor, 50 a 100 ns.
U: potencial electrostático, 15 kV (máx. 25 a 40 kV).
I: 5 a 20 A (máx. 70 A)

• Electrolización de máquinas, fluidos, partículas.

Las correas de transmisión en las poleas, las cintas textiles sobre rodillos, el papel en las rotativas y todos aquellos sistemas en los que se producen rozamientos permanentes, son fuentes de descargas electroestáticas. Sus consecuencias van desde las molestias que puede sentir el personal, hasta el riesgo de incendio o de explosión según los materiales tratados.

Los líquidos pueden igualmente electrizarse en las canalizaciones, especialmente si estas últimas son de material aislante. También la descarga de gases comprimidos o de chorros de vapor puede generar cargas electrostáticas.
Las nubes de polvo pueden acumular cargas considerables, cuyo potencial puede sobrepasar los 10kV. La cantidad de cargas electrostáticas aumenta con la concentración, la finura y la velocidad de desplazamiento. La inflamación, o más frecuentemente la explosión, puede proceder de una descarga espontánea en la nube de polvo de una fuente exterior (cinta transportadora, persona...).
El riesgo de descargas electrostáticas también debe tenerse en cuenta de modo especial en los hospitales: mezclas inflamables, presencia de oxígeno, humedad relativa reducida por la calefacción, numerosos rozamientos de tejidos (cama, ropa...), son los principales ingredientes.

El efecto de carga electrostática depende de numerosos parámetros, como la naturaleza de los materiales en rozamiento (permitividad), las condiciones de rozamiento y de separación (velocidad relativa), pero sobre todo de las condiciones de temperatura y de humedad ambientes. Según las posibilidades o las exigencias de los procesos o de los locales, la reducción del riesgo de descarga electrostática pasará por:
- la humedificación de la atmósfera (> 70%).
- el incremento de la conductividad de los aislantes.
- la puesta a tierra y el establecimiento de conexiones equipotenciales.
- la reducción de los razonamientos.
- la neutralización de las cargas (ionización del aire, eliminadores por inducción o radioactivos...).

4 INTERRUPCIONES Y CAIDAS DE TENSIÓN

La desaparición de la tensión de alimentación y su establecimiento súbito pueden construir una fuente de peligro. Del mismo modo, determinados materiales pueden ser incapaces de soportar una caída de tensión (por encima de los límites habituales) y su comportamiento verse afectado: calado de motores, reacciones imprevistas de los automatismos...

Las interrupciones de tensión deben analizarse considerando todas sus consecuencias: riesgo de pánico, paro de máquinas, paro de operaciones que puedan hacer peligrar la vida de las personas... Según las exigencias de explotación y/o de seguridad, la alimentación de energía deberá garantizarse con o sin interrupción.

Existen dispositivos de tensión mínima temporizados que pueden garantizar una protección apropiada para un nivel de caída de tensión predeterminado, para un tiempo de interrupción o de caída, o para ambas cosas simultáneamente, pero no deben impedir ni retrasar cualquier maniobra de control de paro o de parada de emergencia.

Guardamotores



... garantizan el control y la protección de motores trifásicos. Pueden estar provistos de de un interruptor de seguridad de falta de tensión ref. 029 37 / 38 regulable de 0,35 a 0,7 IN

5 PERTURBACIONES ELECTROMAGNÉTICAS

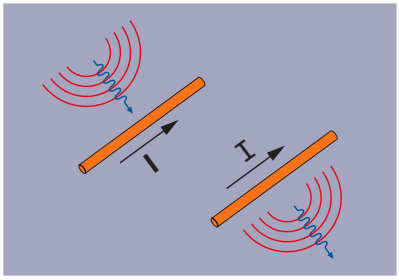
El desarrollo acelerado de la energía eléctrica y de sus aplicaciones (electrónica, informática) así como la multiplicación de aparatos, fijos o móviles, y la descentralización de las funciones, han modificado verdaderamente el medio ambiente natural. La compatibilidad electromagnética (o CEM) se define como la aptitud de un material, de un sistema o de una instalación para funcionar correctamente en su entorno, sin generar por sí mismo perturbaciones intolerables para los demás elementos de dicho entorno. Es una exigencia inexcusable que no se puede ignorar en las instalaciones actuales. Según los casos, la CEM se tratará en el marco de la fuente (reducción de la emisión), en el de la víctima (mejora de la inmunidad o «endurecimiento»),o en ambos.
La complejidad de los problemas de la CEM está ligada frecuentemente al hecho de que las fuentes pueden también ser víctimas y víctimas de las fuentes, y que el acoplamiento se lleva a cabo conjuntamente según dos modos: irradiado y conducido.



La CEM viene definida por tres parámetros:

Fuente ═ **Acoplamiento** ═ **Víctima**

• La fuente se caracteriza por un nivel de emisión.
Las principales fuentes de perturbación son: el rayo, los emisores hertzianos, los generadores de alta frecuencia, los disyuntores e interruptores de potencia, los hornos de arco y de inducción, las alimentaciones de corte, la iluminación fluorescente, los relés, los motores eléctricos, las herramientas, los electrodomésticos, las descargas electrostáticas...
• La víctima se caracteriza por un nivel de inmunidad.
Las principales víctimas son: la radio, la televisión, las telecomunicaciones, los modems, la informática, los aparatos provistos de circuitos electrónicos...
• El acoplamiento define la vía de transmisión de la perturbación.
Existen dos modos de transmisión:
• la radiación (en el aire, sin soporte material)
• la conducción (a través de los elementos conductores: masas, tierra, cables...).

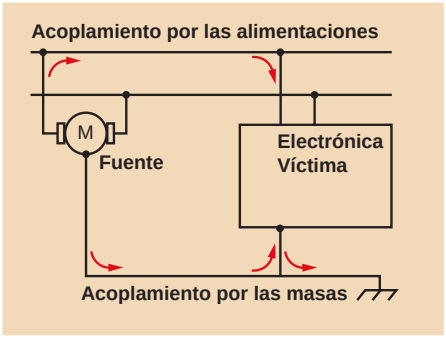


Los conductores son antenas que no solo reciben ... sino que también emiten

Los problemas de la CEM provienen de los «acoplamientos» que se establecen entre los diferentes elementos de un sistema o de una instalación. Estos fenómenos son aún más cruciales cuando coexisten aparatos de potencia con aparatos electrónicos, cuando sus líneas de alimentación (corrientes fuertes) y de transmisión (corrientes débiles) están próximas entre sí y cuando el medio ambiente se encuentra perturbado como consecuencia de la propia actividad. El acoplamiento, que transmite la perturbación, puede presentarse de cinco modos.

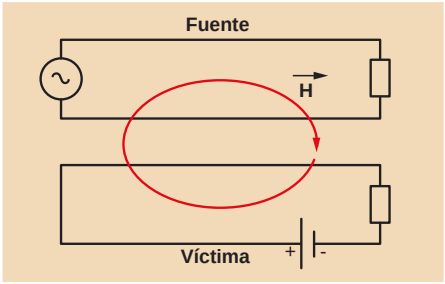
1 Acoplamiento por impedancia común

Las perturbaciones se transmiten por los circuitos comunes a la fuente y a la víctima: alimentación, masas de los circuitos de protección auxiliares... Este modo recibe también el nombre de «acoplamiento galvánico».



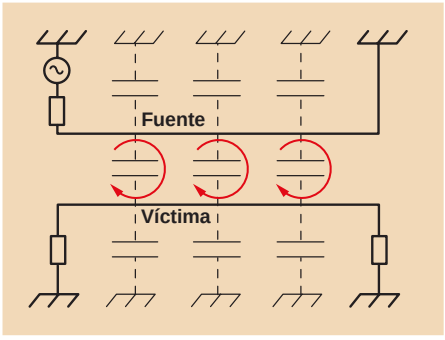
2 Acoplamiento inductivo

Las perturbaciones se transmiten por la creación de un campo magnético y la inducción de una f.e.m. en el conductor víctima.



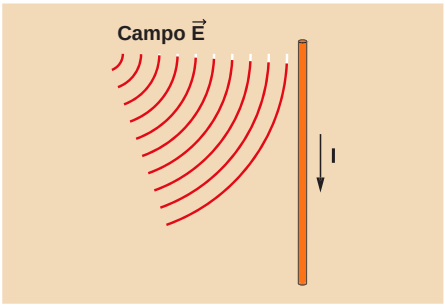
3 Acoplamiento capacitivo

Las perturbaciones se transmiten por efecto capacitivo entre las líneas que discurren próximas entre sí.
Se llama diafonía a los efectos asociados de los acoplamientos inductivos y capacitivos.



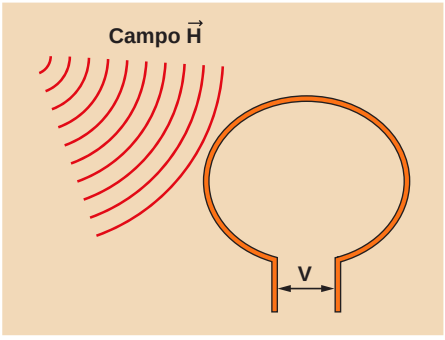
4 Acoplamiento entre campo eléctrico y cable

Las variaciones de campo electromagnético (componente eléctrica $\vec{E}$) inducen corrientes en los conductores, que se comportan como antenas.



5 Acoplamiento entre campo magnético y bucle

Las variaciones del campo magnético $\vec{H}$, inducen tensiones (f.e.m.) en los bucles conductores.



Como en todos los terrenos, la mejor protección contra los problemas de la CEM pasa por la prevención. Para cada uno de los modos de acoplamiento y riesgos de transmisión de perturbaciones que se indican existen precauciones elementales. Estas se describen en los capítulos I.C.2 «Medios de protección» e I.C.6 «Construcción de los equipos». El hecho de tener en cuenta la CEM implica nuevas exigencias de instalación que van más allá de las reglas del oficio habituales.

6 FENOMENOS DE DEGRADACIÓN Y ENVEJECIMIENTO

Las condiciones de exposición a las tensiones del entorno son muy variables en función de los lugares de instalación.
De hecho, los factores potenciales de degradación pueden clasificarse en dos grandes categorías:
– factores climatológicos asociados a la temperatura, a la insolación, al viento, a las precipitaciones y a la humedad.
– factores específicos de la utilización y del lugar de instalación, cuya acción está ligada a la naturaleza y a la presencia de agentes corrosivos y contaminantes, a la presencia de agua o de polvo (caracterizada por el código IP), incluso a la acción de la fauna, de la flora o del enmohecimiento en ciertos casos.
El material instalado debe poder soportar sin daños, y con una esperanza de vida suficiente, las solicitaciones del lugar en que se encuentra instalado.
La protección puede garantizarse:
– directamente por el propio material, que deberá en tal caso poseer las características apropiadas (IP, IK, resistencia a la corrosión...)
– mediante una protección complementaria aportada por una cubierta (caja, armario) apropiada
– mediante instalación en un emplazamiento en el que las solicitaciones sean reducidas: al abrigo, locales eléctricos, canalizaciones técnicas...

Existen varias clasificaciones normalizadas de las condiciones de entorno. La norma Francesa NFC 15-100v propone una codificación para una cierta cantidad de factores.
- Temperatura ambiente: código AA (por ejemplo AA2, temperatura muy fría -40ºC + 5ºC.)
- Temperatura y humedad combinadas: código AB
- Altitud: código AC
- Presencia de agua: código AD (por ejemplo AD 5 = IP x 5)
- Presencia de cuerpos sólidos: código AE
- Exigencias mecánicas: código AG (golpes), código AH (vibraciones)
- Presencia de fluor y de "hongos": código AK
- Presencia de fauna: código AL
- Influencias electromagnéticas, electroestáticas e ionizantes: código AM
- Radiación solar: código AN
- Efectos sísmicos: código AP
- "Rayos": código AQ

Sobre la base de esta clasificación, la guía Española UTE C 15-103 señala las características requeridas de los materiales y de las canalizaciones según local y emplazamiento.
Los niveles de "performance" y los ensayos relacionados con presencia de agua, de cuerpos sólidos y de riesgos de golpe están bien definidos y corresponden a una clasificación de los materiales: código IP, código IK.
En cambio, los criterios relacionados con los factores climáticos o específicos (corrosión, radiación...) no requieren clasificación de los materiales.
De forma más exhaustiva, la norma Francesa NF C 20-000 (proveniente de la CEI 60721), propone, a la vez, una clasificación de los agentes del entorno individuales y específicos (temperatura, humedad) y, también olas, salpicaduras, arena, barro o gas corrosivo, con valores y niveles tipo. Y una clasificación de las agrupaciones de los agentes de entorno y de su agresividad/severidad, permitiendo así caracterizar los lugares de uso o instalación: almacenamiento, transporte, puesto fijo protegido, puesto fijo exterior, vehículos, naves....
La norma Francesa NFC 15-100 propone "desormais" (capítulo 512) conexiones con las clases de la norma NFC 20-003-3 y 20-000-4 para los usos de puesto fijo protegidos y no protegidos contra interperie.

1 Instalaciones exteriores

Para escoger los materiales y las envolventes, habrá que considerar ante todo las condiciones climáticas del lugar (véase el mapa adjunto). A las características del clima tipo, habrá que superponer los factores específicos ligados a las propias condiciones de utilización o de instalación que pueden variar para un mismo clima. A pesar de su diversidad y complejidad, dichos factores pueden clasificarse en cinco grandes categorías o «atmósferas».

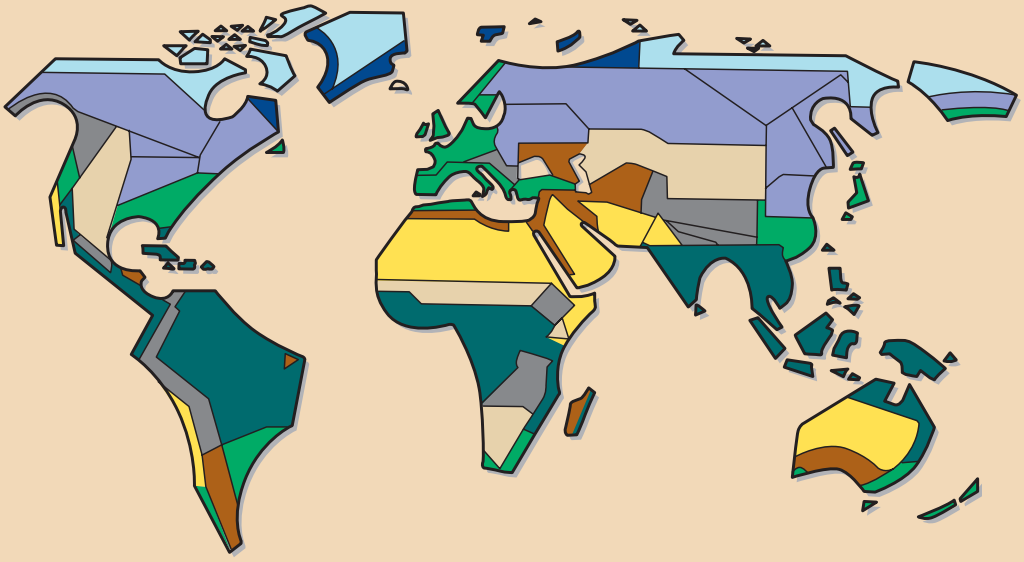
• Atmósfera rural, que corresponde a las condiciones de exposición en el campo, sin agentes corrosivos en cantidad apreciable salvo la humedad ambiente.

• Atmósfera urbana, que designa las condiciones de exposición en ciudad, con alternancia de humedad y de sequedad, presencia de hollines, polvos, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, óxidos de carbono, metales pesados, dióxido de azufre, producidos por la circulación de los automóviles. Los efectos de la corrosión aumentan considerablemente.

• Atmósfera industrial, cuyas condiciones agresivas se deben fundamentalmente al contenido de compuestos de azufre (H2S, SO2) y halogenados (HCl).

• Atmósfera marina, caracterizada por un ataque corrosivo muy intenso como consecuencia de la sal (cloruros) y del alto nivel de humedad. Si dichas condiciones existen evidentemente al borde del mar (muelles, malecones...), y con mayor motivo en pleno mar (barcos, plataformas...), no deben despreciarse en la franja costera, que puede alcanzar hasta varios kilómetros bajo el efecto de vientos dominantes.

Existen varias clasificaciones de climas. La del geógrafo francés Emmanuel de Martonne (1873-1955) califica cada clima por el nombre de la región correspondiente y bajo el que se agrupan los datos meteorológicos de temperatura, insolación, precipitaciones y humedad relativa.
Los climas locales pueden agruparse en grandes tipos, cuyo número de características son generalmente suficientes: tropical húmedo, seco, semiárido, desértico, templado húmedo, frío húmedo, frío, extremadamente frío.



Tropical húmedo
Guineano- Oceánico-Amanta
Sudanés- Bengalí- Hawaiano

Desértico
Peruano- Sahariano- Punjabí

Frío
Spitbergiano - Islandés

Montaña
Atlásico- Colombiano- Alpino
Boliviano- Mejicano- Himalayo
Tibetano

Seco
Ucraniano- Patagónico- Seco
Turcomano

Templado húmedo
Cantonés- Danubiano- Bretón
Lorenés- Noruego- Portugués
Heleno

Tundra
Ártico- Islandés
Antártico- Angariano

De hielos permanentes
Ártico- Antártico
(no representados)

Semiárido
Senegalés- Araliano

Frío húmedo
Missuriano- Polonés- Acadio
Siberiano- Manchuriano- Yakutiano

• Atmósfera tropical, cuyas condiciones reales pueden de hecho ser muy variables, pero en donde predominan una temperatura y humedad elevadas que no son suficientes por sí solas para aumentar notablemente la corrosión. Sin embargo, deben considerarse otros factores: mohos, microorganismos, líquenes, insectos, pólenes... para adaptar lo mejor posible las prescripciones de tratamiento. Al ser su conocimiento frecuentemente aleatorio, las condiciones se consideran empíricamente como muy rigurosas y los materiales se escogen en consecuencia (tratamiento de tropicalización). Para todos los tipos de exposición,
la elección del índice IP del producto podrá efectuarse separando los usos al abrigo de precipitaciones directas en forma de lluvia y/o del sol (tejadillo, alero, hangar abierto), de los directamente expuestos a la intemperie.



2 Instalaciones interiores

Las condiciones interiores pueden clasificarse en numerosos niveles basándose en criterios de calefacción (sin hielo, regulado, climatizado...), de humedad, de ventilación (subterráneo cerrado, ventilado), de efectos de absorción o de invernadero...
En la práctica, podemos considerar tres tipos principales.
• Interior seco, que caracteriza a los locales con calefacción en invierno y sin condensación ni humedad. Se incluyen generalmente en este tipo los locales residenciales, los del sector terciario y los talleres de montaje.
• Interior húmedo, aplicable a los locales o emplazamientos sometidos a humedad y a condensaciones repetidas (interiores de hangares, almacenes cerrados sin calefacción, almacenes con muelles abiertos, sótanos...). El volumen interior de espacios cerrados (armarios, contenedores, cabinas) situados en el exterior se incluye en este nivel.



• Interior agresivo, cuyas condiciones se caracterizan por la presencia de contaminantes o agentes corrosivos, ocasionalmente combinados con humedad o proyecciones importantes de agua (agroalimentario, tratamientos químicos, locales de ganado...).





Simulación de la exposición en atmósfera industrial en un calefactor de S02 (dióxido de azufre)

3 Radiación solar

Los fenómenos de envejecimiento provocados por la radiación solar son extremadamente complejos y difíciles de recrear en un laboratorio. A esto se añaden otros factores tales como la temperatura, la humedad o los agentes químicos, cuyos efectos actúan en sinergia con el sol.
Las degradaciones observadas van desde el cambio de color o de brillo hasta la alteración de las características físicas de los materiales.

Entre los diferentes documentos normativos internacionales que tratan de la radiación solar y de los ensayos aplicables, podemos citar los siguientes:
CEI 60068-2-5: radiación solar artificial al nivel del suelo
CEI 60068-2-9: guía para el ensayo de radiación solar

En la práctica, los materiales que constituyen los productos se escogen para que puedan resistir la radiación solar de los emplazamientos para los que están previstos.
Sin embargo, puede ser necesario efectuar comprobaciones en determinados casos extremos:
- instalaciones de montaje por encima de 2.000 m
- condiciones de insolación elevadas (> 2.400 h/año)
- instalaciones próximas a fuentes de iluminación ricas en rayos UV (fluorescencia, luminiscencia).

La radiación solar se caracteriza por su nivel de energía (expresado en W/m^2) y por el espectro de su emisión (longitudes de onda λ).
La energía irradiada varía según las regiones (latitud), la turbidez del aire (sobre las ciudades) y, evidentemente, en función de la presencia de nubes.
Se caracteriza por su valor instantáneo en W/m^2 o ponderado a lo largo de la exposición, que puede ser diaria, mensual o anual.
Dejando de lado los climas tropicales o desérticos, los valores tipo máximos, a mediodía, sin nubes, son de 1.050 W en las grandes ciudades, de 1.120 W en la llanura y de 1.180 W en la montaña.
El valor de la exposición energética diaria a 45° de latitud Norte es de 7,45 Wh/m^2 .
La radiación electromagnética del sol cubre, al nivel de la superficie terrestre, un espectro bastante amplio en una banda de longitudes de onda comprendida entre 0,3 mm a 4μm, con un máximo en la banda visible entre 0,4 μm y 0,8 μm.
La radiación puede afectar a los materiales fundamentalmente por calentamiento (efecto de rayos infrarrojos, λ > 0,8 μm) o por fotodegradación (efecto de rayos ultravioleta λ < 0,4 μm). Esto último se traduce en decoloraciones, blanqueo de superficies, así como resquebrajaduras o disgregaciones.

7 LA CORROSIÓN

Si la elección de los envolventes y de los materiales es esencial, su puesta en marcha es igualmente importante en cuanto a la fiabilidad y a la durabilidad de las instalaciones. Un conocimiento mínimo de los fenómenos de corrosión y sus causas puede evitar la preocupación y algunos sinsabores.

1 Fenómenos de corrosión

Corrosión se le llama a los fenómenos de degradación progresiva que afectan más o menos lentamente a todos los metales excepto los metales preciosos como el oro o el platino.
Los fenómenos de corrosión son muy distintos y complejos para algunos (gas, alta temperatura, metales en fusión...). En la atmósfera ambiente, la corrosión es causada esencialmente por soluciones acuosas más o menos concentradas.
Sin embargo, distinguiremos dos fenómenos:
- la corrosión química (o electro química) que es el ataque de un metal a raíz de desplazamientos de cargas eléctricas (electrones) a su superficie
- la corrosión electrolítica (o galvánica) que designa el fenómeno de circulación de una corriente eléctrica entre dos metales de naturalezas diferentes en que uno es atacado en beneficio del otro.
El primer fenómeno es más bien de carácter microscópico pero el segundo es de naturaleza macroscópica. En estos dos tipos de corrosión, la presencia de una solución (generalmente acuosa) iniciará el fenómeno de corrosión.

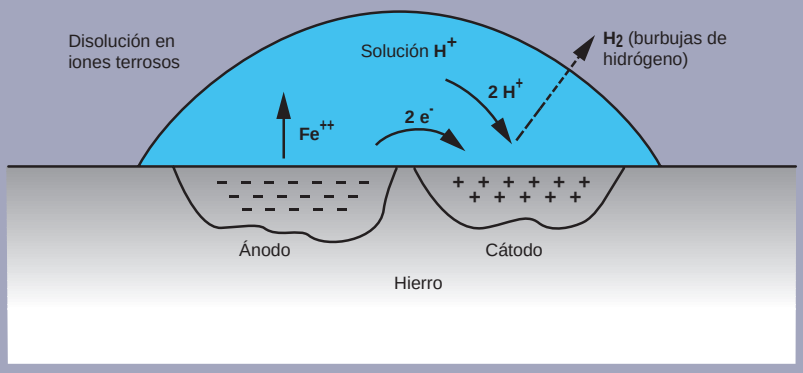
2 Corrosión química

Se sabe ahora que la superficie de un metal se distribuye a escala microscópica en zonas anódicas y en zonas catódicas. Esta heterogeneidad tiene múltiples causas: metalúrgicas (carburos precipitados, tratamientos térmicos...) físicas (martilleos locales, moldeados, usos en fábrica ...) o químicas (incrustación de otros metales, de polvos).
La inmersión en un medio no homogéneo (pedazo de hierro inmerso hasta la mitad) tiene las mismas consecuencias.
En presencia de una solución ácida nacerán reacciones de oxi reducción (tipo micropilas) en la superficie del metal, lo que puede describirse:

$$Fe + 2H^{+} \rightarrow Fe^{++} + H_2$$

La solución ácida puede venir de la disolución de un gas: el dióxido de azufre SO_2 da ácido sulfúrico H_2SO_4 con la humedad del aire.
La producción eléctrica de esta reacción y el sentido de la corriente dependen del potencial entre el metal y la solución (convencionalmente tomada a 0 V por el hidrógeno H +). El potencial electroquímico de cada metal (véase cuadro página 600) permite caracterizar su resistencia a la corrosión. Se utiliza también el término de "potencial Rédox".

Ejemplo del ataque del hierro por una solución ácida



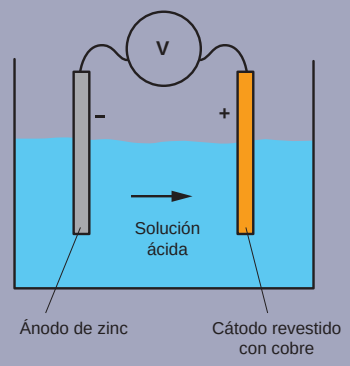
La primera reacción anódica de disolución del metal se produce liberando dos electrones. El hierro disuelto pasa a solución en forma de iones ferrosos FE ++.
La segunda reacción tiene lugar sobre el cátodo donde los electrones liberados se combinan con los iones H + de la solución ácida. Estos últimos son reducidos y liberados en forma de hidrógeno gaseoso H_2.

Generalmente, es el oxígeno del aire que, en presencia del agua (humedad) reaccionará aportando dos electrones suplementarios bajo la forma $O_2 + 2\,H_2O + 4e$ que terminará formando herrumbre $Fe_2\,O_3$.

3 La corrosión electrolítica

Este tipo de corrosión se vinculó directamente con el principio de la pila eléctrica de Volta. Al contrario de la corrosión química, los electrodos ánodo y cátodo, son diferentes y la solución acuosa entre ellos no genera inevitablemente una reacción química, sólo sirve de electrolito que permite el transporte de los iones del ánodo (-) hacia el cátodo (+). La diferencia de potencial será más elevada mientras más estén alejados los dos metales presentes en la escala de los potenciales electroquímicos. Fuera del laboratorio, este fenómeno se producirá en cuanto dos metales de diferente naturaleza sean conectados con un electrolito conductor: ácido, base, agua no pura y agua de mar en especial.

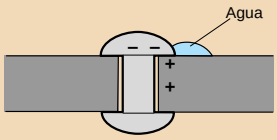
Ejemplo de corrosión electrolítica entre el zinc y el cobre



Cargas positivas, iones de zinc, se sueltan del ánodo de zinc y van a depositarse sobre el cátodo de cobre. El zinc es destruido en beneficio del cobre.

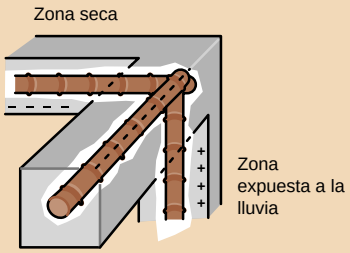
La corrosión electrolítica tiene pocos límites en término de dimensiones geométricas, algunos ejemplos:

Montajes



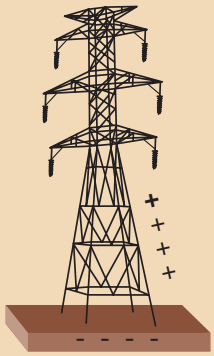
El remache en aluminio electronegativo con relación al hierro se corroe hasta la ruptura.
El mismo fenómeno afectará a un perno en acero galvanizado en contacto con acero inoxidable.
Tratamientos más convenientes: tornillería inox o latón niquelado para el contacto con el inox.

Hormigón armado



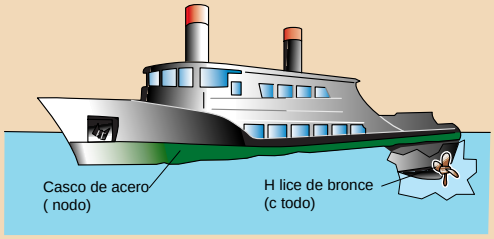
Zona seca: el refuerzo se comporta como un ánodo.
Zona expuesta a la lluvia: el hormigón sigue húmedo, el refuerzo se comporta como un cátodo.
La circulación de una corriente galvánica llevará a cabo la corrosión del refuerzo.

Postes o pilones



El potencial diferente entre la tierra y el pilón implica la circulación de una corriente.
La corrosión de las partes enterradas puede aumentar. Se ponen algunos sistemas complejos de protección "para desplazar" la corrosión sobre ánodos sacrificables (capa de zinc) o para impedir los cloruros alcanzar el acero (membranas hidrófugas).

Navíos



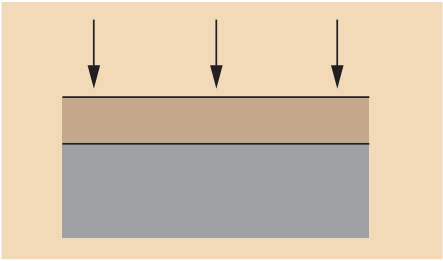
El agua de mar constituye un electrolito disponible y permanente. La corrosión del casco del navío corre el riesgo de aumentar por la presencia de la hélice de bronce.
Aquí otra vez, la disposición "de ánodos sacrificables" sobre el casco del barco permitirá "desplazar" el fenómeno de corrosión.

La presencia de un barrote de magnesio en los calentadores de agua tiene el mismo objetivo para proteger la cuba. Atención, cuando el ánodo desaparece completamente, no hay más protección.

El cuadro de la página 137 muestra el ámbito de compatibilidad electrolítico entre los metales. El valor de la tensión galvánica admitida (generalmente 300 mV , 400 mV en condiciones secas controladas) permite conocer las posibles asociaciones de metales.
Atención, éstas siguen siendo orientadoras: el pH del medio (ácido o básico) y los fenómenos de pasividad pueden modificar los valores del potencial.

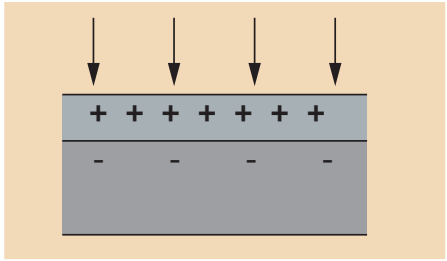
La protección de un metal contra la corrosión puede comúnmente hacerse según tres métodos.

- Poner una película estanca (pintura, barniz...) impidiendo el contacto del metal con la atmósfera ambiente.

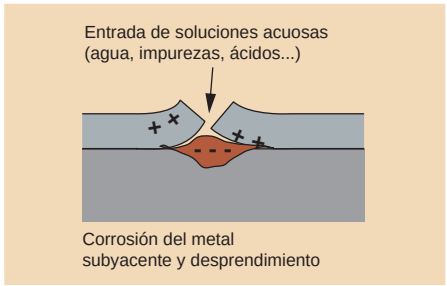


El mismo principio puede, si el recubrimiento es aislante, impedir la circulación de una corriente electrolítica entre dos metales diferentes.
La ilustración es un "truco" de fontanero donde las vueltas de cinta que aíslan alrededor del tubo de cobre van a limitar la corrosión del collar Atlas en acero.

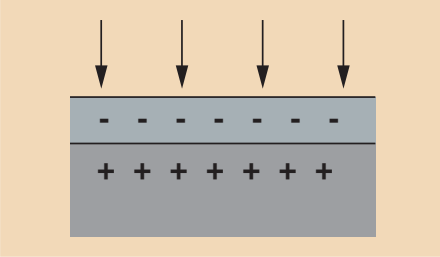
- El depósito de un tratamiento metálico de potencial electroquímico más elevado que el del metal de base (el término de protección anódico a veces se utiliza pero lleva a confusión); por ejemplo: estaño sobre zinc, níquel sobre hierro, plata sobre cobre.



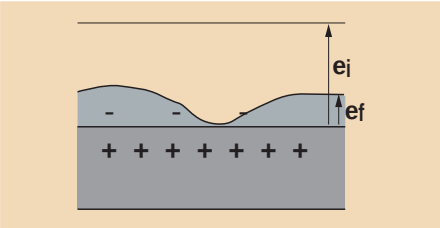
Este tipo de protección sólo es aceptable si el tratamiento es perfectamente estanco. En caso contrario, habrá corrosión por picaduras del metal subyacente y desprendimiento total del tratamiento.



- El depósito de un tratamiento metálico de potencial inferior al del metal básico (se habla también de protección catódica) por ejemplo: zinc sobre hierro, estaño sobre cobre.



El metal depositado va a ser atacado en beneficio del metal que debe protegerse. Se habla entonces de ánodo sacrificable. La protección será proporcional a la cantidad (grosor inicial ei)de metal depositado. Se detendrá cuando se haya consumido todo el tratamiento (ver duración previsible de los tratamientos página 103).

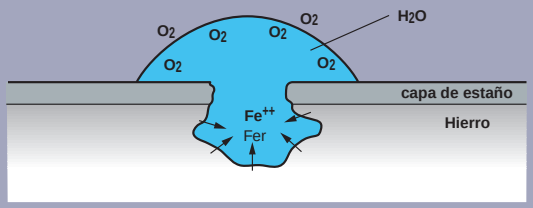


Algunas zonas de metal descubiertas estarán aún protegidas por efecto de proximidad aunque la capa de grosor final ef no es ya completamente continua. La galvanización ilustra este tipo de protección.



Recubrimiento catódico en final de vida.
La capa de zinc (galvanización) se consume completamente en algunas partes, dejando desnudo el metal de base.

Ejemplo del ataque por picadura al hierro galvanizado



Si una grieta o una discontinuidad aparece en la capa de estaño, el hierro subyacente puede ser oxidado por O_2 (disuelto en el agua). El ánodo representado por el hierro teniendo una pequeña superficie con relación al cátodo (estaño), el ataque local será fuerte y profundo para poder proporcionar los electrones necesarios para la reacción:

$$O_2 + 2\,H_2O + 4\,\bar{e} \Rightarrow 4\,OH^-$$

que logrará la formación de herrumbre $4\,Fe(OH)_3$
El hierro galvanizado u hojalata se utiliza cuando no hay riesgo de destrucción local: interior de las latas de conservas.

Ánodo, cátodo y sentido de la corriente

El ánodo se define convencionalmente como el electrodo positivo de un aparato. El que recibe el polo + de la alimentación pero:
- en una pila, el ánodo es el electrodo negativo, que cede electrones, éstos se desplazan entonces del polo - hacia el polo +
- en una reacción de electrólisis, se impone la corriente y el ánodo es el electrodo positivo y los electrones se desplazan entonces del polo + hacia el polo -; hay disolución del ánodo
- en un tubo electrónico (o catódico), el electrodo llevado al potencial elevado de una fuente emite electrones, entonces se convierte en ánodo.
La mejor definición es dada por la etimología donde el ánodo (del griego ana: arriba) designa el potencial alto con relación al potencial bajo (kata) del cátodo.

Cuando la masa de un aparato, de un equipo, de un vehículo o de un navío se utiliza como polo eléctrico; es esencial conectar ésta al polo - de la alimentación. Entonces la masa representará el cátodo (potencial bajo) que recibe las cargas eléctricas.
En el caso inverso, polo + a la masa, por lo tanto ánodo, los elementos de la masa podrían ser corroídos por electrólisis.

Las normas internacionales que tratan los tratamientos de superficie y de la corrosión son muy numerosas, se pueden citar entre otras normas genéricas:
NFA 91-010 "Terminología"
NFA 05-655 "Definición de los niveles de competencia de los agentes"
NFA 05-691 "Protección catódica:"certificación de los agentes"
ISO 2177 y 4518" Medición del grosor de los revestimientos "

4 La pasividad

El fenómeno de pasividad designa un estado donde no se ataca el metal sumergido en un medio suficientemente oxidante. Entonces se cubre de una fina capa, invisible, que frena la penetración del agua y del oxígeno. Por ejemplo, el hierro se vuelve pasivo en el ácido nítrico muy concentrado, ya no es atacado.
Algunos metales pueden apaciguarse, y por lo tanto protegerse en las condiciones ambiente: el cobre, el estaño, el plomo, el zinc, pero estas condiciones son más o menos precarias, y este estado puede no ser suficientemente estable para considerarlo como una protección duradera.
La pasividad, a menudo asimilable a la "pátina del tiempo" es de muy lenta obtención en los procesos industriales; se obtiene entonces un estado pasivo por un tratamiento de conversión químico:
- cromatación del zinc.
- fosfatación y cromatación del acero.
- anodización del aluminio.

El tratamiento permitirá según los casos, un mejor enganche de los revestimientos posteriores o una protección temporal o incluso definitiva.

La pasividad del acero inoxidable

El carácter de inoxidable del acero es por la incorporación de cromo a más de 12%. Este elemento de aleación tiene la propiedad de formar en la superficie del metal un compuesto oxidado de pasividad. Es esta fina capa que determina la resistencia a la corrosión. Su estabilidad dependerá de varios factores: composición del acero, estado de la superficie, naturaleza del medio...
La capa pasiva se reconstituye espontáneamente con el aire ambiente después de un daño accidental. Pero estas condiciones pueden comprometerse en presencia de iones halógenos (cloro, bromo, flúor, yodo) que pueden entonces generar una corrosión por picaduras.
La contribución del molibdeno (316 L) atenúa en gran parte este riesgo, pero muestra la importancia de permitir la reconstitución de la capa pasiva o de provocarla **(véase página 161)**

La doble vida del zinc

Sin duda, el elemento de protección anti corrosión más utilizado, el zinc, tiene un comportamiento que oscila, según las condiciones de medio ambiente, entre un rol de sacrificio y un rol de autoprotección. El primer rol es bien conocido , el zinc se disuelve efectivamente y se consume especialmente en presencia de soluciones ácidas en las atmósferas urbanas e industriales. El segundo rol es menos conocido, ya que es más complejo y está vinculado al fenómeno de pasividad.

Al retener sólo las reacciones que consiguen formas estables y protectoras de los óxidos formados, dos elementos esenciales deben ser considerados: la concentración en vapor de agua y la concentración en gas carbónico.
En presencia de vapor de agua (Hr > 50 %), hay aumento de la concentración en iones OH- que por combinación con la forma oxidada Zn_2, da una forma hidratada de óxido de cinc $Zn(OH)_2$ muy insoluble. Este hidróxido frena la penetración del agua y del oxígeno e inhibe la corrosión.

El gas carbónico (CO_2) contenido en el aire (0,3% a lo menos) va, por su parte, a implicar la precipitación de formas carbonatadas del zinc, también muy insolubles. Todo indica que mientras más la capa pasiva contenga carbonatos, más protectora es su acción de ahí la importancia de la concentración en CO_2 y de su renovación. La mejor durabilidad de los revestimientos de zinc se obtiene cuando éstos están en estado pasivo. Una condición que requiere una buena ventilación (renovación del CO_2) y favorecer el chorreo que elimina las especies solubles y los depósitos pulverulentos.
¡El zinc prefiere el aire! ...

Cuando el estado de pasividad natural sea difícil de obtener (atmósferas ácidas o confinadas), también aquí se utilizarán ventajosamente los tratamientos de conversión como la cromatación (color blanco claro), la bi cromatación (color verde/amarillo) o la cromatación gruesa (verde/negro) que retrasará claramente la corrosión. Tener en cuenta también que los cromados que tengan un potencial electroquímico (+ 0,3 V) más elevado que el del zinc (0,76 V) claramente serán menos atacados.

8 DEMANDAS POR EXPOSICIÓN: POLVO, AGUA Y HUMEDAD

El material o las cubiertas destinadas a la protección deben escogerse para liberarse de los efectos perjudiciales que produciría la penetración de cuerpos sólidos (polvo, arena) o agua, no solo en forma gaseosa: humedad.



1 Polvo

Numerosas actividades humanas (circulación, industria, agricultura, obras públicas...), así como la propia naturaleza (tierra, arena, pólenes...), generan polvo conductor, o que puede serlo al combinarse con la humedad. Al cabo de cierto tiempo, penetraciones importantes en el material eléctrico pueden provocar mal funcionamiento, fallas de aislamiento e incluso cortocircuitos.

El código IP (índice de protección) define el nivel de protección aportado.
La norma internacional CEI 60529 EN-60529 prescribe los ensayos a efectuar para su comprobación

1ª cifra : protección contra los cuerpos sólidos		
IP	Tests	
0		Sin protección
1	Ø 50 mm	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de50 mm
2	Ø 12,5 mm	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 12,5 mm
3	Ø 2,5 mm	Protegido contra cuerpos sólidos de más de 2,5 mm (herramientas, tornillos)
4	Ø 1 mm	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 1mm (herramientas finas, cables pequeños)
5		Protegido contra el polvo (sin depósitos perjudiciales)
6		Totalmente protegido contra el polvo

2ª cifra : protección contra los cuerpos líquidos		
IP	Tests	
0		Sin protección
1		protegido contra caída vertical de gotas de agua (condensación)
2	15°	Protegido contra caída de gotas de agua hasta 15º respecto a la vertical
3	60°	Protegido contra el agua de lluvia hasta 60º respecto a la vertical
4		Protegido contra proyecciones de agua procedentes de cualquier dirección
5		Protegido contra chorros de agua de manguera procedentes de cualquier dirección
6		Totalmente protegido contra proyecciones de agua asimilables a golpes de mar
7	1 m / 15 cm mini	Protegido contra efectos de inmersión
8	x m	Protegido contra efectos de inmersión prolongada en condiciones específicas

El nivel de accesibilidad a las partes peligrosas, definido igualmente por la 1ª cifra o por una letra adicional, no se incluye en esta tabla. Véase el capítulo III.G.1

En los ambientes muy contaminados (o polvorientos), se puede combatir la entrada de partículas a los armarios, manteniéndo al interior una presión levemente superior a la presión ambiente. ver precisiones en la página 163: disposiciones, niveles de presión, de débito... etc

Estos defectos, a menudo solapados e insidiosos, aparecen con el tiempo. Los períodos de funcionamiento y de parada, al crear presiones en las cubiertas, favorecen la penetración del polvo. Los sistemas de ventilación transportan enormes cantidades de polvo. Los filtros no pueden impedir completamente su paso y deben limpiarse regularmente.

En el marco del mantenimiento preventivo, los locales de servicio eléctrico, los tableros y las canalizaciones deben ser objeto de una limpieza regular por aspiración. La periodicidad depende de las condiciones locales, aunque en cualquier caso no debería ser superior a doce meses.



Ensayo de penetración de sólidos: en este caso, ensayo al polvo de talco



Los intercambiadores de calor Legrand (modelos de 25 W/ºC a 81,5 W/ºC) permiten un enfriamiento muy eficaz en los ambientes más polvorientos.

Reglas generales para la elección de la 1ª cifra según los emplazamientos.

IP 2x: emplazamientos o locales de uso doméstico y terciario, donde no exista ninguna cantidad apreciable de polvo y no se manipulen objetos pequeños. Numerosos locales técnicos de servicio y de control se encuentran en este caso.

IP 3X: emplazamientos o locales de uso industrial y similares (garajes), en donde se manipulan objetos pequeños (tornillería, herramientas...) - salas de máquinas, talleres de montaje, de fabricación, de mecánica - emplazamientos exteriores: camping, obras, calles, patios, jardines, establecimientos feriales, piscinas...

IP 4X: condiciones idénticas a las de severidad 3, pero con presencia de cuerpos extraños más pequeños (hilos, paja...) (locales agrícolas ganaderos, talleres de precisión...).

IP 5X y 6X: emplazamientos o locales en los que existen cantidades importantes (5), o muy importantes (6), de polvo (almacenes de forraje, graneros, granjas, silos, talleres textiles, madereras, canteras, cementeras, abonos, material plástico, azucareras...).

2 Agua

Al igual que el polvo, el agua no debe penetrar en el material eléctrico: corrosión degradación de los contactos, disminución del aislamiento... toda una serie de efectos nefastos de los que es preciso prevenir para garantizar la duración de los equipos.
Evidentemente, hay que escoger materiales y cubiertas cuyo índice de protección sea adecuado para el lugar de instalación, a fin de evitar la penetración directa del agua en forma líquida.



Ensayo de protección contra proyecciones de agua IP x 6

Los ensayos de estanqueidad prescritos por la norma internacional EN 60529 están adaptados a los casos de las instalaciones más normales en climas templados.
Determinadas aplicaciones pueden presentar exigencias diferentes o más severas, que es importante determinar claramente a fin de garantizar las prestaciones de los productos escogidos: subida de la marea o diluvio en las instalaciones off-shore, lavado a alta presión (Karcher TM) formación de hielo o, lo que es lo mismo, funcionamiento bajo hielo, cargas de nieve...

Reglas generales para la elección de la 2ª cifra del IP según los emplazamientos.

- **IP x1: emplazamientos o locales en los que la humedad se condensa ocasionalmente en forma de gotas de agua. El índice de humedad (vapor de agua) puede ser elevado durante largos períodos (cavas, despensas, cuartos de lavado, baños, cuartos de secado, sótanos, terrazas acristaladas, laboratorios, cuartos de calderas, talleres, garages, lavados individuales, almacenes de combustible, algunos almacenes...).**
- **IP x2: este grado de rigor no es específico de emplazamientos o locales tipo. Sin embargo, se podrá aplicar cuando exista el riesgo de que las gotas de agua no caigan verticalmente como consecuencia del viento (terrazas cubiertas, por ejemplo), o el producto no esté instalado en las condiciones de posición para las que está previsto (falsa verticalidad, suelo en pendiente...).**
- **IP x3: emplazamientos o locales en los que el agua chorrea por la pared y el suelo (lavaderos, huecos sanitarios, cámaras frigoríficas, sobrealimentadores, estaciones de vapor o de agua caliente, locales de recarga de baterías, lavados colectivos, almacenes de alcoholes, bodegas, cavas de destilación, invernaderos, establecimientos feriales, diversos almacenes, fabricación de abonos, detergentes, colas, pinturas, espirituosos, barnices ...).**
- **IP x4: emplazamientos o locales en los que los materiales están sometidos a proyecciones de agua (carnicerías, lecherías, fabricación de pasta de papel, refinerías ...). Este grado de rigor y los superiores son aplicables a los emplazamientos exteriores no cubiertos (calles, patios, jardines, terrazas ...).**
- **IP x5: emplazamientos o locales normalmente lavados con chorros de agua (cuartos de basuras, patios, jardines, aledaños de piscinas, cría de aves de corral, establos, salas de ordeño, caballerizas, canteras, cadenas de embotellado, lecherías, lavanderías, lavaderos públicos, queserías, mataderos, tintorerías, azucareras, pescaderías, obras, muelles de descarga ...):**
- **IP x6: emplazamientos a locales sometidos a alas o golpes de mar (malecones, playas, muelles, pontones, áreas de lavado ...).**

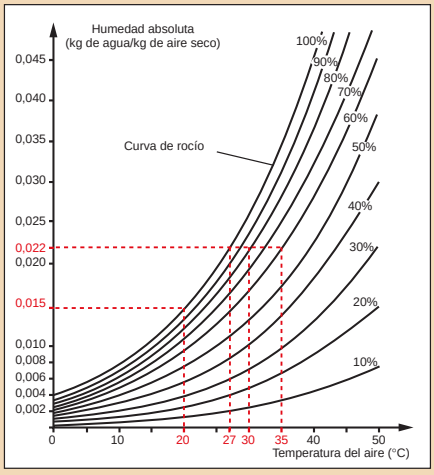
3 Humedad

Si los modos de transporte del agua (caída de gotas, lluvia, chorros ...) son fáciles de identificar y los medios para protegerse están bien codificados, no ocurre lo mismo con la humedad del aire, cuya condensación puede provocar daños imprevisibles. Al cabo de cierto tiempo pueden acumularse cantidades insospechadas de agua condensada, con las consecuencias que es fácil de deducir. Esto es así especialmente en el caso de materiales sometidos a variaciones cíclicas de temperatura. En el exterior, tenemos las variaciones estacionales, el enfriamiento nocturno, una tormenta con tiempo cálido, la sombra tras la instalación ... En el interior, están los ciclos de puesta en marcha y de parada, el lavado con agua fría, el corte de la calefacción en períodos no laborables, las diferencias de temperatura, importantes en ciertos locales (papelería, agroalimentario ...).



Ensayo en recinto climático que permite recrear las condiciones de humedad y de condensación

Entre sus numerosos componentes (nitrógeno, gas carbónico, oxígeno ...), el aire contiene también agua en forma de gas: es el vapor de agua, que no hay que confundir con el agua en suspensión, como la niebla o el vaho.
Se llama humedad absoluta Q a la masa de agua en forma de gas (vapor) contenida en una determinada cantidad de aire. Q se expresa en kg de agua por kg de aire seco. Una masa de aire determinada solo puede contener, a una cierta temperatura, una cantidad máxima de agua llamada humedad absoluta máxima Q_M. Por encima de esta cantidad, el aire se satura y el vapor pasa al estado líquido, es lo que llamamos condensación. Este punto de saturación recibe el nombre de punto de rocío de la hierba).

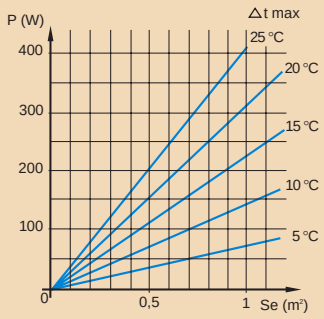


Cuanto más caliente está el aire, más agua en forma de vapor puede contener. Se puede definir así una curva llamada curva de rocío que caracteriza la cantidad de agua en forma de vapor que puede contener el aire en función de la temperatura.
En la práctica, se utiliza frecuentemente el término de humedad relativa HR (o grado higrométrico), que expresa la relación (en %) entre la cantida Q de vapor de agua presente en el aire a una determinada temperatura (humedad absoluta) y la cantidad máxima QM que puede contener el aire a dicha temperatura.
HR (%) = Q / Q_M x 100
Conociendo Q_M (curva de rocío), es posible calcular la humedad relativa para diferentes temperaturas y definir así una red de curvas, llamada diagrama de Mollier.
Se puede constatar en dicha red que, para determinada humedad absoluta, la humedad relativa es inversamente proporcional a la temperatura.
Observando el ejemplo de la curva: 1 kg de aire (es decir, 1 m3 aproximadamente) a 30ºC y 80% HR contiene 0,022 kg de vapor de agua. Si este aire se calienta a 35ºC, la cantidad de agua no varía, pero la humedad relativa es sólo del 60%. Si este mismo volumen de aire se enfría a 27ºC, la humedad relativa es del 100%, habiéndose alcanzado entonces el punto de rocío. La diferencia de temperatura (3ºC en el ejemplo) es lo que se denomina "diferencia psicocrométrica". Si este mismo aire se enfría ahora a 20ºC, la humedad absoluta máxima será de 0,015 kg. Por lo tanto, habrá condensación de una masa de agua igual a 0,022 - 0,015 = 0,007 kg, que habrá pasado a forma líquida.

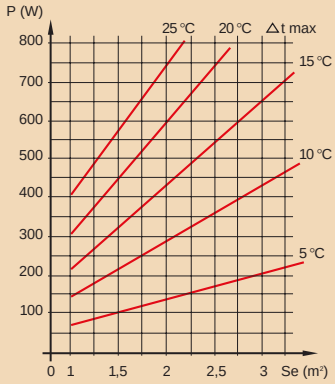
Las curvas adjuntas permiten determinar la potencia de calentamiento a instalar en función de Δt y de la superficie de disipación equivalente, (ver el cálculo de Se en la página 449) Las resistencias ref. 348 00/01/02 están autorreguladas (PTC). Pueden utilizarse con un termostato de ambiente (ref. 348 47), un interruptor crepuscular, o un interruptor de parada.

Curvas de determinación

Se hasta 1m²



Se por encima de 1m²





La oferta de resistencias de calentamiento Legrand permite una verdadera gestión térmica de las cubiertas. Potencias de 20, 60, 120 y 350 W permiten responder a todos los casos de la figura

Para evitar la condensación, es preciso mantener la humedad relativa en un valor inferior al 100%. Por lo tanto, la temperatura no debe descender por debajo del punto de rocío. En cada aplicación, habrá que conocer con precisión los diferentes parámetros que pueden influir, así como el aporte de calor procedente de los aparatos.

Estación	Invierno	Primavera Otoño	Verano
Temperatura de condensación (punto de rocío) HR : 100 %	+ 4 °C	+ 18 °C	+ 28 °C
Temperatura mínima nocturna	- 5 °C	0 °C	+ 20 °C
Δt	+ 9 °C	+ 18 °C	+ 8 °C

El valor (Δt) indica la diferencia entre la temperatura mínima nocturna y la temperatura del punto de rocío. Se trata por lo tanto del calentamiento mínimo que es necesario mantener para evitar la condensación.

Regla de cálculo aproximado para determinar la potencia de calentamiento.
Locales cerrados sin calefacción: Prever 0,4 W/dm 3 de volumen de la cubierta.
Instalaciones exteriores: Prever 1 W/dm 3 de volumen de la cubierta.

9 DEMANDAS MECANICAS

Aparte de las exigencias normales de funcionamiento mecánico que deben soportar los materiales (apertura de puertas, desencuadre, cerrado...), es importante comprobar que en su elección e instalación se han tenido en cuenta las solicitaciones mecánicas derivadas del entorno y éstas, a menudo indirectas, no siempre son fáciles de determinar.



1 Sustancias mecánicamente activas

Aparte del riesgo de penetración en los equipos (ver solicitaciones por exposición), la presencia de arena o de polvo en abundancia puede afectar a los equipos por sedimentación (atascamiento de los mecanismos) o por abrasión (desgaste y corrosión).
Tales condiciones pueden darse en determinadas actividades (canteras, cementeras...) y en las regiones desérticas y subdesérticas. La arena, constituida fundamentalmente por partículas de cuarzo de 100 a 1.000 µm de grosor, raya la mayor parte de los materiales, incluido el vidrio.

2 Presión mecánica del viento

Los efectos mecánicos ligados a los movimientos del aire se tienen fundamentalmente en cuenta en las líneas aéreas.

Los tableros eléctricos, así como las cubiertas y sus fijaciones, pueden igualmente verse sometidos a esfuerzos nada despreciables y proporcionales a sus dimensiones. En las zonas muy ventosas, en los barcos, malecones, plataformas, pueden realizarse intervenciones en condiciones extremas.

Según el destino de las instalaciones, las solicitaciones mecánicas son diversas y variables:
- utilización de puesto fijo protegido de la intemperie (instalaciones interiores)
- utilización exterior no protegida (grúas, puentes)
- utilizaciones difíciles (obras)
- instalaciones en vehículos (compresores, grupos electrógenos...).
Las exigencias mecánicas deben evaluarse cuidadosamente y probarse en consecuencia.

Las solicitaciones mecánicas, choques, vibraciones y sismos son objeto de una codificación, como influencias externas. La CEI 60721-3 propone una clasificación muy exacta (hasta 8 niveles) con valores característicos de amplitud, aceleración y frecuencia.

La fuerza ejercida por el viento sobre una superficie puede calcularse mediante la siguiente fórmula:
$F = 0{,}62\ v^2 S$
F: fuerza en newtons (N)
v: velocidad del viento en m/s
S: superficie perpendicular al viento en m^2
Por ejemplo, una puerta de armario de 1.000 x 1.800 abierta por una ráfaga de 30 m/s estará sometida a una fuerza de 468 N (50 kg aproximadamente).

3 Precipitaciones sólidas

El granizo, la escarcha y el hielo pueden requerir precauciones especiales por lo que a sus efectos mecánicos se refiere.

• El granizo debe considerarse fundamentalmente bajo el punto de vista de los impactos mecánicos. Por regla general, se considerará la caída de granizo que no exceda de 20 mm, es decir una energía de 1 julio.
Podrá contemplarse una protección complementaria (techo, deflector) en las regiones con riesgo elevado: donde pueda caer granizo de 50 mm (energía de choque de 40 julios).

• La nieve debe considerarse bajo el punto de vista de la carga mecánica y del agua que representa cuando se funde. El riesgo de penetración (nieve en polvo) está cubierto normalmente por el índice de protección mínima (IP x4) para los productos exteriores. La densidad de la nieve recién caída es la décima parte de la del agua aproximadamente. Aunque aumenta con el asentamiento, esto no modifica la carga. Una altura de nieve de 1 m representa por lo tanto una presión de 1 kPa (10 g/cm^2).



• La escarcha y el hielo son dos fenómenos que solo difieren en las condiciones de su formación. En ambos casos, se trata de gotitas en «sobrefusión»; el hielo se forma sobre una película de agua, mientras que la escarcha es una acumulación ligada al viento. Los depósitos que representan deben considerarse bajo los aspectos de la carga y del riesgo de bloqueo de los mecanismos.
La densidad del hielo es parecida a la del agua y, aunque su espesor sea limitado, la adherencia del hielo es tal que la carga representa un riesgo muy real en las líneas aéreas.

Los riesgos de obturación y de bloqueo derivados de la escarcha y el hielo, deben evaluarse especialmente en las zonas en hondonada, donde pueden producirse retenciones.
Deberán protegerse las juntas de cierre no drenadas, así como los mecanismos que puedan bloquearse como consecuencia de la penetración de agua. Una capa de grasa o una película a base de silicona pueden ser suficientes; suele ser difícil proteger eficazmente las cerraduras con llave. Los techos añadidos en voladizo representan una protección sencilla y eficaz.

Se considera que los productos y cubiertas con una resistencia al choque igual a 5 julios (IK > 07) como mínimo, son resistentes a los impactos de granizo más probables. La carga potencial de la nieve deberá tenerse en cuenta al considerar la superficie superior de los equipos y de sus dispositivos de fijación. En las regiones templadas, se puede considerar un valor estándar de 20 g/m² (2 m de altura).
En las regiones de grandes nevadas (montaña), cabría considerar una protección complementaria que contemplase una altura de 10 m (100 g/cm²), teniendo en cuenta la nieve transportada por el viento (ventisca).



Patas de fijación ref. 364 01
para armarios Atlantic.
Carga nominal 300 kg para resistir todas las exigencias de instalación.

4 Las vibraciones

El término vibraciones engloba numerosos fenómenos oscilatorios cuyas características y efectos son muy variables. Podemos distinguir pues las vibraciones estacionarias sinusoidales, las vibraciones aleatorias pero estacionarias, o las vibraciones aleatorias de espectro específico (choques, impactos, frenado...).
El material eléctrico, especialmente el de elevada potencia, genera por sí mismo vibraciones ligadas a la frecuencia 50 Hz de la red; este dato se toma en consideración en el propio diseño de los productos.
Por el contrario, existen numerosas vibraciones vinculadas a la actividad o al entorno exterior que pueden transmitirse a las instalaciones y provocar con el tiempo funcionamientos defectuosos.
Se pueden proponer numerosos tipos de exposición, pero, de manera sencilla y realista, podemos contemplar aquí tres niveles para el material instalado en puesto fijo.
•1 er. nivel
Las fuentes de vibración son inexistentes o momentáneas, las estructuras son rígidas y el material eléctrico no está sometido a vibraciones significativas.
• 2º nivel
La proximidad de máquinas, transportadores mecánicos, paso de vehículos, constituyen fuentes de vibraciones que se propagan a través de los elementos de la estructura (muros, armazón) hasta los equipos y mecanismos eléctricos. En tales condiciones, los valores característicos al nivel de la fuente no sobrepasan los siguientes: 3 mm de amplitud de desplazamiento, 10 m/s^2 de aceleración (1 g) y de 2 a 200 Hz de frecuencia. Teniendo en cuenta la amortiguación, la amplitud resultante no pasa de 0,2 mm al nivel de los equipos.
Una cuidadosa instalación, el cumplimiento de los pares de apriete preconizados, la correcta fijación de los aparatos y del cableado a fin de evitar resonancias o amplificaciones, permiten normalmente prever posibles problemas en tales condiciones.
•3 er. nivel
El material eléctrico está directamente fijado a las máquinas o a chasis comunes. Las vibraciones o choques son importantes y repetitivos. Al nivel de la fuente, la amplitud puede alcanzar los 15 mm y la aceleración los 50 m/s^2 (5 g), valores que pueden generar desplazamientos del material de 1 mm e incluso superiores.
En tales condiciones, es indispensable tomar ciertas precauciones:
– utilizar arandelas de bloqueo, «frenos de rosca»... contra el aflojamiento



Armario Atlantic sobre el chasis de una prensa

de las conexiones y de las fijaciones. En todo caso, se recomienda el marcaje de los sistemas atornillados como parte del mantenimiento predictivo (barniz agrietable o pintura).
– utilizar conductores flexibles y protegerlos de cualquier contacto que pueda ser o volverse destructivo
– guiar y fijar los conductores (canales, fundas)
– respetar imperativamente la posición recomendada para la instalación de los aparatos
– en caso necesario, fijar las cubiertas sobre antivibradores (silentblocs, elastómeros...).



Altis inox integrado en el chasis de una máquina automática

Para usos en desplazamiento, deben aplicarse especificaciones particulares: aceleraciones verticales tipo choque para los vehículos; desplazamientos angulares permanentes y oscilantes para los barcos...

5 Choques con impactos

Tal como ocurre con el código IP, el nivel de protección contra los choques (código IK) debe seleccionarse en función de los riesgos del emplazamiento de la instalación. Por regla general, se requiere el IK 02 para las aplicaciones domésticas, si bien determinados emplazamientos (cavas, graneros, escaleras...) pueden requerir el nivel IK 07.
El IK 07 es necesario para la mayoría de los locales técnicos, así como en las explotaciones agrícolas y en ciertos locales de pública concurrencia.

El nivel IK 08 se requiere en algunos locales de pública concurrencia, en los establecimientos industriales y en emplazamientos de riesgo (reservas, obras, muelles...).
El IK 10 se aplica a los emplazamientos situados a menos de 1,5 m sobre el suelo y donde circula maquinaria de mantenimiento.



Protección específica contra los choques en armarios móviles

Niveles de protección contra los choques

Grados de protección IK contra los impactos mecánicos según norma EN 50102			Antiguas denominaciones equivalentes	
Grado IK	Ensayos	Energía en Julios	IP 3ª cifra	código AG
IK 00		0		
IK 01	0,2 kg / 75 mm	0,15		
IK 02	0,2 kg / 100 mm	0,2	1	1
IK 03	0,2 kg / 175 mm	0,35		
IK 04	0,2 kg / 250 mm	0,5		3
IK 05	0,2 kg / 350 mm	0,7		
IK 06	0,5 kg / 200 mm	1		
IK 07	0,5 kg / 400 mm	2	2	5
IK 08	1,7 kg / 295 mm	5	3	7
IK 09	5 kg / 200 mm	10		
IK 10	5 kg / 400 mm	20	4	9

El choque generado por el martillo IK es un choque de tipo contundente. Según las modalidades de la norma, se pueden efectuar choques de hasta 50 joules elevando la altura de caída a 1 metro.

6 Movimientos



Instalación de cubiertos y de transformadores en un puente grúa

Ciertos equipos instalados en particular sobre dispositivos de mantenimiento (grúas, puentes grúa, ascensores...) se encuentran sometidos a movimientos de gran amplitud. Aunque tales movimientos no generan forzosamente vibraciones, deben tomarse precauciones bajo estos dos aspectos:
• Solicitaciones aplicadas a los conductores que sufren deformaciones repetidas.

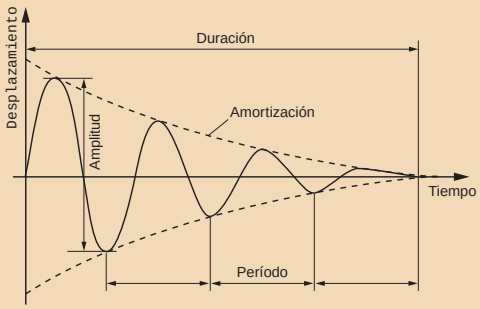
Estos últimos deben seleccionarse correctamente en función del uso previsto. Determinados dispositivos (troles, fijaciones en guirnalda...) permiten garantizar sus desplazamientos.
• Esfuerzos aplicados a los componentes y, sobre todo, a su fijación en las fases de aceleración y de frenado. Estos esfuerzos son proporcionales a la masa de los elementos fijos, y cuanto más pesados sean éstos (transformadores, armarios cableados), mayores serán los esfuerzos a causa de la inercia. Deben contemplarse fijaciones complementarias (escuadras, pasadores...).

7 Sismos

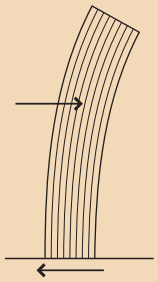
La comprensión de los temblores de tierra y, sobre todo, de sus dramáticas consecuencias, ha llevado a una mejor consideración de este riesgo en la construcción de obras y edificios en las regiones más expuestas. Pero la ingeniería parasísmica no se detiene en las construcciones. Un verdadero análisis ha de tener en cuenta los servicios mínimos que deben mantenerse durante y después del sismo (salvaguardia). Los daños admisibles, los costos de reconstrucción, se compararán con los sobrecostos de construcción en relación con el riesgo estadístico de magnitud de los sismos (repetidos, de intensidad moderada a excepcionalmente elevada). En este planteamiento, los equipos, especialmente los eléctricos, pueden ser objeto de exigencias parasísmicas cuando su duración afecta a la seguridad. Las instalaciones nucleares son por supuesto el objetivo prioritario, pero otras industrias sensibles (química, siderúrgica, farmacéutica...), o establecimientos públicos (hospitales, salas de espectáculos...), pueden verse afectados, al menos en lo que se refiere a la parte de los sistemas de seguridad y energía de emergencia.

El terremoto está vinculado a una liberación brutal de energía en las profundidades terrestres. La teoría de la "tectónica de placas" explica que los sismos nacen a lo largo de las fallas por levantamiento o deslizamiento de estas placas.
La corteza terrestre externa está constituida por una decena de placas principales (placa sudamericana, placa euroasiática, placa pacífica, placa africana, placa antártica...) y de placas más pequeñas.

Relación entre el desplazamiento y el tiempo de una onda amortiguada.

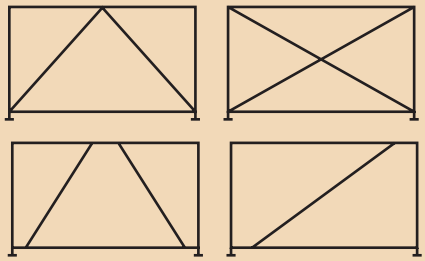


Las ondas sísmicas principales se propagan en todas las direcciones a través de la corteza terrestre. Su dirección y su camino son complejos, su frecuencia variable pero los efectos más destructivos se deben a las ondas lentas (inferior a 10 Hz) y transversales.
La atención más grande está puesta generalmente en las fuerzas horizontales generadas por los sismos. Los valores de aceleración fijados por las pruebas son 2 veces más elevados en horizontal que en vertical.



Las calificaciones parasísmicas de los equipos se basan en pruebas efectuadas sobre mesas vibrantes. La dificultad consiste por supuesto en simular lo mejor posible condiciones reales hipotéticas, sabiendo además que los sismos son a menudo acompañados con fenómenos secundarios (incendios, inundaciones, sunami...) aún más difíciles a prever.
Además de las pruebas, una sensibilidad clara al riesgo sísmico es realmente necesaria para concebir equipos adaptados.
La respuesta sísmica de una estructura requiere la comprensión de los factores fundamentales, pero sobre todo el respeto a las normas de instalación:
- las sujeciones al suelo deben soportar los efectos de cizalla (clavijas especiales)
- evitar los entre-choques entre equipos o entre equipos y obras por cercanía o alejamiento
- colocar los aparatos más sensibles (por ejemplo relé) en la parte baja, aumentando la aceleración con la altura del equipo
- las estructuras livianas (los paneles de gran dimensión, pórticos) causan efectos aceleradores
- asegurarse de las caídas de objetos no fijos y de los elementos de techos
- fijar el equipo en el suelo y en la pared...

Ejemplo: refuerzos de pórticos



Clásico:
concentración de dificultades en los nudos.

Compensado:
mejor adaptado a los efectos de cizallas horizontales.

La consulta a un organismo especializado es un preliminar recomendado en las instalaciones parasísmicas: Servicio Sismológico Universidad de Chile.

El enfoque normativo se apoya en dos vías:
- La primera consiste en efectuar una prueba convencional (barrido sinusoidal, sinusoide modulada, prueba de frecuencias múltiples con búsqueda de frecuencia crítica) para calificar un material a un nivel codificado dado. Se retienen tres clases para sismo: de débil a medio, medio a fuerte, fuerte a muy fuerte. Factores de amplificación (vinculados a la altura, a la rigidez del edificio) pueden aplicarse así como factores de dirección (horizontal o vertical). Se habla entonces de "clase sísmica general".

- La segunda, más precisa, más realista también, consiste en aplicar un acelerador específico (tiempo, amplitud, aceleración). Éste pudo ser obtenido por cálculo, por simulación o por datos sobre sismos anteriores.

A este espectro de prueba, pueden superponerse pruebas convencionales (sinusoides moduladas) y aplicar un factor de seguridad; es la "clase sísmica específica".
Se describen algunos métodos y pruebas sísmicos en un determinado número de documentos. Su alcance es a menudo sólo nacional, e incluso sectorial, y los resultados obtenidos en un caso hipotético prácticamente nunca son transportables a otro caso.
UTE C 20-420: guía para los métodos de pruebas sísmicos aplicables a los materiales
HN 20 E 53: especificación EDF
EN 60068-3-3: método de pruebas sísmicas (UTE C 20-420)
IEEE Std 693: IEEE recommended practices for seismic design of substations
ETG -1-015:especificaciones técnicas generales diseño sísmico.

10 EL RIESGO DE INCENDIO

Ambivalente por naturaleza, el fuego es a la vez fuente de energía, comodidad y vida (el calor) y fuente de peligro (el incendio).
La consideración del riesgo de incendio y la evaluación de sus posibles consecuencias representan sin duda una de las gestiones de seguridad más complejas.
Si las causas de falla eléctrica se conocen perfectamente (sobrecargas, cortocircuitos, rayo...) a pesar de productos de protección cada vez más potentes (cortacircuitos, diferenciales, pararrayos...), la electricidad sigue siendo una causa principal de incendio.
También otros factores a veces olvidados pero muy a menudo agravantes deben considerarse: conciernen a la vez a la utilización y al tipo de empleo de los locales, a la naturaleza de las materias tratadas o almacenadas, de las calidades de construcción de los edificios, de la naturaleza misma de la actividad... a estos factores, es necesario, por supuesto, no olvidar añadir los riesgos inducidos por los comportamientos humanos probables o previsibles.



1 Los locales de mayor riesgo de incendio

Los criterios que permiten identificar y proteger este tipo de locales se basan en textos diferentes. En Chile no existe una norma específica respecto a este tema. Pero la recomendación es evidente: consultar y trabajar conjuntamente con el Cuerpo de Bomberos y sus departamentos técnicos.

La instauración de un Sistema de Seguridad Incendio (SSI) adaptado debe pasar por un enfoque global y exhaustivo donde se evalúan a la vez los riesgos iniciales (falla, errores, causas naturales...) pero también los riesgos inducidos por las condiciones medioambientales (actividad, tipo de edificio, proximidades...) y finalmente los riesgos complementarios esencialmente de origen humano (pánico, desorden, no – mantenimiento, sobre almacenamiento,).

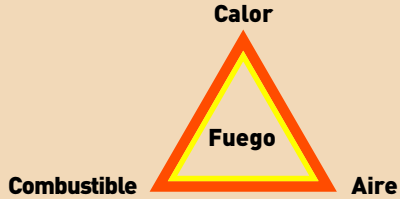




2 Los peligros del incendio

Las consecuencias para las personas son por supuesto primordiales en términos de gravedad vinculada al riesgo del fuego. Entre las causas directas, la intoxicación por el monóxido de carbono y el envenenamiento por el ácido cianhídrico representan los riesgos principales. La exposición a la radiación térmica y la inhalación de gases calientes son otra causa directa que invalida o mata mientras que la presencia de humos que opacan los lugares y crean la pérdida de las señales, amplía indirectamente el riesgo. El pánico se añade a estas causas con los riesgos de caídas, estancamiento, defenestración e incluso de agresividad.
Las consecuencias económicas representan la segunda dimensión del incendio por los costos y las pérdidas de explotación que genera; el aspecto de asegurar y de reasegurar corre el riesgo de subir excesivamente.
Finalmente las consecuencias inducidas sobre el medio ambiente deben por supuesto evaluarse con el fin de adoptar todas las medidas posibles contra la contaminación de las capas y ríos, la repercusión de los hollines, la fitotoxicidad...

El incendio puede dividirse en tres fases:
- La ignición,
- El desarrollo del fuego,
- El abrasamiento generalizado (flash-over).



Tres factores determinan lo que se nombra comúnmente el "triángulo del fuego".
Si ningunos de estos tres factores son reducidos o suprimidos, el fuego irá acelerándose hasta la destrucción total del combustible. El aire que será difícil de suprimir, se limitará lo mejor posible el riesgo, limitando la exposición de los materiales a temperaturas compatibles con sus características y utilizando los materiales menos combustibles posibles.

3 Los materiales eléctricos y los aislantes en materias plásticas

La mayoría de los materiales minerales se queman poco o nada (hormigón, yeso, cerámica), por el contrario todos los materiales orgánicos se queman con más o menos facilidad (madera, paja, papel...). Los materiales plásticos compuestos esencialmente de carbono e hidrógeno no escapan a esta norma. Sin embargo, su diversidad y las posibilidades de modificación de formulación que ofrecen, permiten mejorar su comportamiento para aplicaciones específicas. Se distinguen así tres estrategias principales de incineración.

• La inhibición de la llama

Esta estrategia consiste en impedir el desarrollo de las reacciones químicas que son la causa de la formación y la propagación de la llama.
Elementos como el cloro, el bromo o el fósforo son especialmente eficaces en este papel de inhibidor de llama. Por esta razón, entran en la composición de los retardadores de llama (o ignífugos). El PVC, que contiene "naturalmente" un 50% de cloro es intrínsecamente ignífugo.

• Modificación del proceso de degradación térmica

Permite, por la adición de cargas minerales, la absorción del calor, la disminución en masa de combustible y la liberación de agua (trióxido de aluminio).

• La intumescencia

Consiste en bajar la acción del calor, desarrollando una estructura expandida en la superficie del material. Ésta desempeña entonces el papel de escudo térmico limitando la contribución de oxígeno. El carácter ignífugo es también consustancial al PVC.

Todas estas estrategias no son aplicables a todos los materiales; por ejemplo las cargas minerales modifican las características mecánicas. Los derivados halogenados son los utilizados incluso si son objeto de ataques cíclicos o recurrentes sobre su toxicidad supuesta.

Sin halógeno

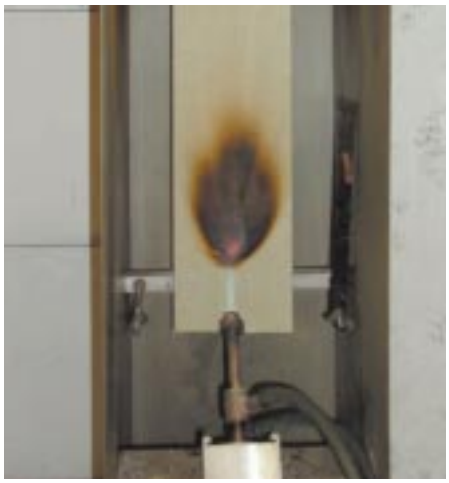
Algunas materiales pueden efectivamente ignifugarse sin halógeno (poliamida, policarbonato), pero la gran mayoría de éstas recurre a los retardadores halogenados para tener un comportamiento correcto ante el fuego.
El término "sin halógeno" sólo tiene sentido si efectivamente hay cero halógeno o si una tasa máxima es normada.
El "sin halógeno" cuando es exigido para los cables, se exige a menudo a otros materiales por extrapolación, sin razón dada. Si la masa de materia puesta en juego para los cables justifica esta exigencia en algunos casos (riesgo de corrosión, lugares cerrados, túneles ferroviarios), se sobrestima completamente la contribución para otros aparatos o dispositivos cuyas cantidades de materias aislantes no son comparables.

Ensayo del hilo incandescente (CEI 60695-2-11)

Este ensayo simple permite verificar que la exposición de los aislantes de estos aparatos eléctricos a un calor intenso (por ejemplo a la que se da en un defecto de contacto o en un arco)no provoca una inflamación no manejable (tiempo y altura de la llama) y que el material se apaga solo al disminuir la fuente de calor.
El grado de severidad del ensayo está regulado por la temperatura del hilo incandescente: 550°C, 650°C, 750°C, 850°C, 960°C y por la duración de la extinción admitida, (30 s al disminuir el hilo). Un valor de ensayo adaptado es retenido según el emplazamiento en la instalación (origen o circuito terminal) según lo que las piezas testeadas resistan o no (partes eléctricas), según si los materiales están con o sin supervisión, según el modo de instalación (embutido o sobrepuesto), según su destino (circuito de seguridad, iluminación) y según los riesgos propios de los locales.

Ensayo al quemador 1 kW (CEI 60695-2.4)

Este ensayo que desarrolla una energía importante se aplica a los elementos de aislamiento más grandes (canaletas, conduits, bandejas de distribución, envolventes...)
La llama producida por la combustión de gas propano se aplica varias veces. La propagación del fuego, la caída de gotas inflamadas, el tiempo de extinción está entre los parámetros que se miden.



Ensayo al quemador 1Kw

La combustión del PVC

El PVC está compuesto principalmente por cloro, el que, en caso de incendio, es liberado bajo la forma de cloruro de hidrógeno. Este gas por su carácter irritante y de débil concentración, facilita la detección olfativa de un principio de incendio. El cloruro de hidrógeno (que en forma líquida se llama ácido clorhídrico) que sale de la combustión del PVC no está citado como tóxico en la 1° parte del informe ISO 9122. De hecho, el riesgo más probable es el de la corrosión sobre todo si la descontaminación de los lugares no ha sido hecha rápidamente y si no es posible hacerla. Ejemplo: Un siniestro que afecta sistemas ópticos complejos y costosos, aparatos médicos, máquinas de muy alta precisión, elementos de aeronáutica.

4 La estimación del riesgo y el comportamiento humano

Como en la mayoría de los accidentes, el riesgo ligado al incendio es desgraciadamente aumentado por factores de comportamiento humano. Las mayores precauciones técnicas no tendrán efecto si las consignas no son respetadas:
Puertas de salida con cerrojo, puertas corta fuego abiertas, pasillos de evacuación llenos de cosas, dispositivos de señalización inoperantes, capas de polvo que tapan los aparatos, material peligroso en bodegaje en cantidades impensadas...
No olvidemos que la mayoría de los elementos combustibles son aportados poco a poco por los usuarios o habitantes (mobiliario, decoración, cortinas, ropa, aparatos, productos diversos y sus embalajes...)

LOS PRINCIPIOS DE LA PROTECCION

La consideración de los riesgos pasa por su investigación sistemática y por su definición.
Cada riesgo definido debe entonces traer implícitamente la pregunta: ¿qué debo proteger?
En segundo lugar, un análisis más fino podrá diferenciar los medios y los niveles de respuesta a esta pregunta.

Como para la mayoría de los "oficios de construcción", la calidad y la seguridad de las instalaciones eléctricas se basan en tres puntos:
- los productos puestos en obra y sus características,
- el respeto de las normas.
- la experiencia de los hombres y su conocimiento del oficio.

Sin arriesgarse a jerarquizar, todo indica claramente que este tercer punto es a la vez esencial y puede olvidarse demasiado a menudo.

Las páginas que siguen no tienen la pretensión de ser exhaustivas pero simplemente la de recordar los "grandes principios" que regulan la protección en la doble preocupación de la seguridad de las personas y bienes y de la fiabilidad y la durabilidad de las instalaciones eléctricas.

Esta es la razón por la que se encontrará bajo este título de "Los principios de la protección" al mismo tiempo un recordatorio de normas contra los choques eléctricos, de las disposiciones y consejos de CEM, de los conceptos de corrosión, y de envejecimiento, una ayuda a la elección de los materiales y envolventes en función del medio ambiente, un enfoque pragmático del riesgo rayo y / o también un resumen de los riesgos de incendio.



PROTEGER

Retirar la víctima de los efectos de la corriente por medio de la puesta fuera de la tensión.
Si la puesta fuera de la tensión no es posible, prevenir al distribuidor

TODA INTERVENCION IMPRUDENTE TIENE EL RIESGO DE ACCIDENTAR A LA PERSONA QUE ESTA AYUDANDO A LA VICTIMA

ALERTAR

Según las consignas prestablecidas por

Bomberos.....18
S.A.M.U. 15
Policía 17

Servico urgencia de la empresa n°:

AYUDA

Asegurar la respiración

La víctima está inanimada y no responde.
Tórax y abdomen están inmóviles.



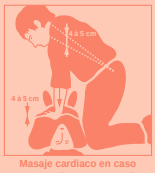
Oscilar prudentemente la cabeza detrás y levantar la barbilla de 4 a 5 cm



Poner en posición lateral de seguridad para ayudar a posible evacuación de cuerpo extraño



Observación, escuchar, apreciar la respiración



Masaje cardiaco en caso necesario por personal formado y entrenado



Insuflar si posible paro respiratorio para garantizar la respiración







La realización de una protección adaptada pasa por la aplicación de medios y materiales y por la aplicación de medidas adaptadas para limitar, en la medida de lo posible, los riesgos vinculados a la utilización de la energía eléctrica, en situación normal de uso, y también en situaciones de defecto o de siniestro.

PROTECCIONES CONTRA LOS CONTACTOS ELECTRICOS

Al accionar un sistema o circuito eléctrico, el operador, corre el riesgo de quedar sometido a tensiones peligrosas por contacto eléctrico, el que según la NCH Elec. 4/84 puede ser de dos tipos: directo o indirecto. El primero se presenta cuando toca con alguna parte de su cuerpo una parte del circuito o sistema que en condiciones normales está energizada. El segundo, cuando toca con alguna parte de su cuerpo una parte metálica de un equipo eléctrico, que en condiciones normales está desenergizada pero que en condiciones de falla se energiza.

1 MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

La protección de las personas contra los riesgos derivados del contacto con las partes activas de un aparato, o de una parte de la instalación, puede obtenerse de varias maneras. Se considerará suficiente protección contra los contactos directos con partes energizadas que funcionen a más de 65 V, la adopción de una o más de los siguientes métodos:

1 Protección por alejamiento

Consiste en ubicar la parte energizada fuera del alcance de una persona.

Se considera zona alcanzable por una persona aquella que medida desde donde ésta pueda situarse esté a una distancia límite de 2,50 m por arriba, 1,00 m lateralmente y 1,00 m hacia abajo. En sitios o recintos en que se manipulen objetos conductores la zona alcanzable se considera ampliada en las dimensiones o alcance de estos objetos.

2 Protección por restricción de acceso

Consiste en ubicar las partes activas en bóvedas, salas o recintos similares accesibles únicamente a personal calificado.

3 Protección por separación

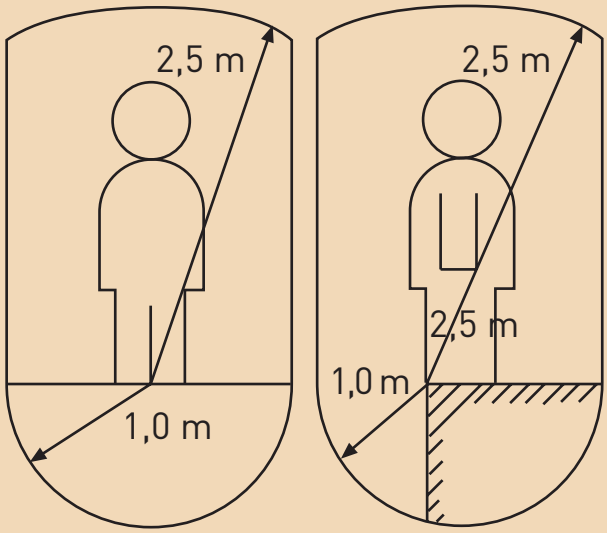
Consiste en separar las partes energizadas mediante rejas, tabiques o disposiciones similares de modo que ninguna persona pueda entrar en contacto accidental con ellas y que sólo personal calificado tenga acceso a la zona así delimitada.

4 Protección por aislamiento

Consiste en recubrir las partes energizadas con aislantes apropiados, capaces de conservar sus propiedades a través del tiempo y que limiten las corrientes de fuga a valores no superiores a 1 miliampere.

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considerarán una aislación satisfactoria para estos fines.

Zona alcanzable por una persona



2 MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Destinada a garantizar la seguridad de las personas tras una falla de aislamiento. La protección contra contactos indirectos se basa en la asociación de medidas incluidas en la realización de las instalaciones respecto a los regímenes de neutro (ver página 182).

Se protegerá al operador o usuario de una instalación o equipo eléctrico contra los contactos indirectos, limitando al mínimo el tiempo de la falla, haciendo que el valor del voltaje con respecto a tierra que se alcance en la parte fallada sea igual o inferior al valor de seguridad (24 V para locales húmedos y 65 V para locales secos), o bien haciendo que la corriente que pueda circular a través del cuerpo del operador, en caso de falla, no exceda de un cierto valor de seguridad predeterminada.

La primera medida de protección contra los contactos indirectos es evitar que éstos se produzcan, lo que se logrará manteniendo la aislación en los diversos puntos de la instalación en sus valores adecuados.

Según la NCH Elec. 4/84 el valor mínimo de resistencia de aislación será de 300.000 ohm para instalaciones con tensiones de servicio de hasta 220 V. Para tensiones superiores se aceptará una resistencia de aislación de 1.000 ohm por volt de tensión de servicio para toda la instalación, si su extensión no excede de 100 m. Las instalaciones de extensión superior a 100 m se separarán en tramos no superiores a dicho valor, cada uno de los cuales deberá cumplir con el valor de resistencia de aislación prescrito.

Asumiendo que aún en una instalación en óptimas condiciones, ante una situación de falla una parte metálica del equipo puede quedar energizada, se deben tomar medidas complementarias para protección contra tensiones de contacto peligrosas. Estas medidas se clasificarán en dos grupos, los sistemas de protección clase A y los sistemas de protección clase B.

1 Sistema de protección clase A

Se trata de tomar medidas destinadas a suprimir el riesgo mismo haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores entre los cuales puedan aparecer tensiones peligrosas; dentro de esta clase, encontramos los siguientes sistemas:

- 1.1 Uso de transformadores de aislamiento

Este sistema consiste en alimentar el o los circuitos que se desea proteger a través de un transformador, generalmente de razón 1:1, cuyo secundario esté aislado de tierra, debiéndose cumplir las siguientes condiciones:

- Su construcción será de tipo doble aislación.
- El circuito secundario no tendrá ningún punto común con el circuito primario ni con ningún otro circuito distinto.
- No se emplearán conductores ni contactos de tierra de protección en los circuitos conectados al secundario.
- Las carcazas de los equipos conectados al secundario no estarán conectados a tierra ni a la carcaza de otros equipos conectados a otros circuitos, pero la carcaza de todos los equipos conectados al circuito secundario y que pueden tocarse simultáneamente estarán interconectados mediante un conductor de protección.
- El límite de tensión y de potencia para transformadores de aislación monofásicos será de 220 V y 10 KVA, para otros transformadores de aislación estos valores límites serán de 380V y 16 KVA, respectivamente.

Este tipo de protección es aconsejable de usar en instalaciones que se efectúen en o sobre calderas, andamiajes metálicos, cascos navales, y en general donde las condiciones de trabajo sean extremadamente peligrosas por tratarse de locales o ubicaciones muy conductoras. El empleo de este sistema de protección hará innecesaria la adopción de medidas adicionales.

Transformadores de aislamiento Legrand



Ref. 425 04

• 1.2 Uso de tensiones extrabajas

En este sistema se emplea como tensión de servicio un valor de 42 V ó 24 V. Su aplicación requiere el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- La tensión extra baja será proporcionada por transformadores de seguridad, generadores o baterías cuyas caracte-rísticas sean las adecuadas para este tipo de trabajo.
- El circuito no será puesto a tierra ni se conectará con circuitos de tensión más elevada, ya sea directamente o mediante conductores de protección.
- No se podrá efectuar una transformación de alta tensión a tensión extra baja.

El empleo de este sistema de protección es recomendable en instalaciones en recintos o lugares muy conductores y hará innecesaria la adopción de otras medidas adi-cionales.

• 1.3 Clase II o doble aislamiento

Contrariamente a la clase I, la protección de clase II no depende de las condiciones de instalación. La seguridad se basa en la pequeña probabilidad de una falla simultánea de los dos aislamientos que constituyen el doble aislamiento. Por principio, el doble aislamiento se obtiene durante la construcción, añadiendo al 1er aislamiento (aislamiento principal) un segundo aislamiento (llamado aislamiento suplementario).
Normalmente, los dos aislamientos deben poder probarse de manera independiente.
Si existen partes metálicas accesibles, en ningún caso deberán estar conec-tadas a un conductor de protección.

Transformadores de aislamiento Legrand



Conformes con la norma Europea EN 61558-2-6 constituyen fuentes de seguridad de 63 VA a 10 kVA

• 1.4 Uso de conexiones equipotenciales

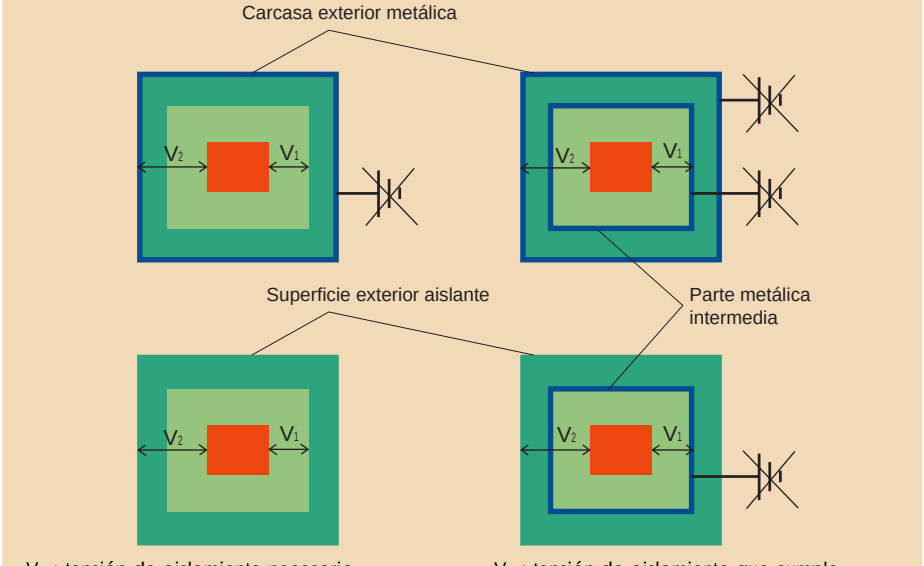
Este sistema consiste en unir todas las partes metálicas de la canalización y las masas de los equipos eléctricos entre si y con los elementos conductores ajenos a la instalación que sean accesibles simultáneamente, para evitar que puedan aparecer tensiones peligrosas entre ellos.

Esta medida puede, además, comprender la puesta a tierra de la unión equipotencial para evitar que aparez-can tensiones peligrosas entre la unión y el piso.
En las condiciones indicadas, deben insertarse partes aislantes en los elementos conductores unidos a la conexión equipotencial, por ejemplo, coplas o uniones aislantes en sistemas de cañerías, a fin de evitar la transferencia de tensiones a puntos alejados de la co-nexión.

Las puertas y ventanas metálicas o los marcos metálicos que estén colocados en muros no conductores y fuera del contacto de otras estructuras metálicas no necesitan conectarse a la conexión equipotencial.

El empleo de este sistema de protección es reco-mendable en lugares mojados, debiendo asociarse a uno de los sistemas de protección clase B.

Clase II



2 Sistema de protección clase B

En los sistemas de protección clase B se exige la puesta a tierra o puesta a neutro de las carcazas metálicas, asociando ésta a un dispositivo de corte automático que produzca la desconexión de la parte de la instalación fallada, dentro de esta clase encontramos los siguientes sistemas:

- 2.1 Dispositivos automáticos de corte por corriente de falla asociados con puesta a tierra de protección para instalaciones con neutro a tierra.

También llamado TT (ver "Esquemas de conexión a tierra" página 182). Consiste en la conexión a una tierra de protección de todas las carcazas metálicas de los equipos y la protección de los circuitos mediante un dispositivo de corte automático sensible a las corrientes de falla, el cual desconectará la instalación o equipo fallado. La aplicación de este sistema requiere el cumplimiento de las siguientes condiciones:

a. La corriente de falla deberá ser de una magnitud tal que asegure la operación del dispositivo de protección en un tiempo no superior a 5 segundos.

b. Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma a tierra a un potencial que exceda el valor de seguridad (24 V locales húmedos y 65 V locales secos).

c. Todas las masas de una instalación deben estar conectadas a la misma toma de tierra.

- 2.2 Dispositivos automáticos de corte por corriente de falla asociados con puesta a tierra de protección para instalaciones con neutro flotante o impedante.

También llamado IT (ver "Esquemas de conexión a tierra" página 182). Consiste en aplicar las mismas consideraciones dadas para 2.1, pero en el caso de no poder lograr lo señalado en el punto (a), se deben cumplir las siguientes condiciones:

- (Deberá existir un dispositivo automático de señalización que muestre cuando se haya presentado una única falla de aislación en la instalación.

- En caso de fallas simultáneas que afecten la aislación de fases distintas o de una fase y neutro, la separación de la parte fallada de la instalación debe asegurarse mediante dispositivos de corte automático que interrumpan todos los conductores de alimentación, incluso el neutro.

- 2.3 Neutralización.

También llamado TN (ver "Esquemas de conexión a tierra" página 182). Consiste en la unión de las masas de la instalación al conductor neutro, de forma tal que las fallas francas de aislación se transformen en un cortocircuito fase neutro, provocando la operación de los aparatos de protección de circuito.

- La corriente de falla en el punto asegurará una operación de las protecciones en un tiempo no superior 5 segundos.

- Todas las carcazas de los equipos deberán estar unidas a un conductor de protección, el que estará unido al neutro de la instalación.

- En caso de instalaciones con empalme en AT, el conductor de protección se conectará directamente al electrodo de tierra de servicio del transformador.

- En caso de instalaciones con empalme en BT, el conductor de protección se conectará al neutro en el empalme, debiendo además asociarse el sistema de neutralización a otro sistema de protección contra contactos indirectos que garantice que no existirán tensiones peligrosas en un eventual corte del neutro de la red de la distribución.

- La sección del conductor de protección será igual a la del neutro.

- El conductor de protección será aislado y de iguales características que el neutro.

Para todos los sistemas de protección indicados los dispositivos de corte automáticos deben ser interruptores automáticos (normalmente magneto-térmicos), pero ellos por si solos, no aseguran un disparo efectivo en las condiciones dadas debido a la existencia generalmente de elevadas impedancias de falla. Al respecto, la normativa establece el empleo como complemento de protectores diferenciales de alta sensibilidad.

Protección contra perturbaciones electromagnéticas

Si hay un campo de la electricidad en que las precauciones de instalación son tan importantes como la performance de los aparatos, es el de la compatibilidad electromagnética. Aquí, todo descansa en fenómenos poco habituales: alta frecuencia, superficies del "bucle", la cohabitación... todo lo cual hay que conciliar con la primera exigencia de distribución. Y esto no es fácil.

1 EQUIPOTENCIALIDAD DE LA INSTALACION

La protección contra la propagación de las perturbaciones electromagnéticas en las instalaciones se apoya en dos reglas esenciales.

• La equipotencialidad, que debe aplicarse necesariamente de manera adecuada a la sensibilidad de la instalación.

Se proponen cinco niveles de realización de la red de masa.

• La separación eléctrica y geométrica de los aparatos (y de sus líneas) perturbados y perturbadores puede ser menos crítica, pero no forzosamente más fácil de llevar a la práctica.

Para este caso se proponen también varias soluciones.

En lo que se refiere a los conjuntos y equipos y reglas de construcción. Ver página 132

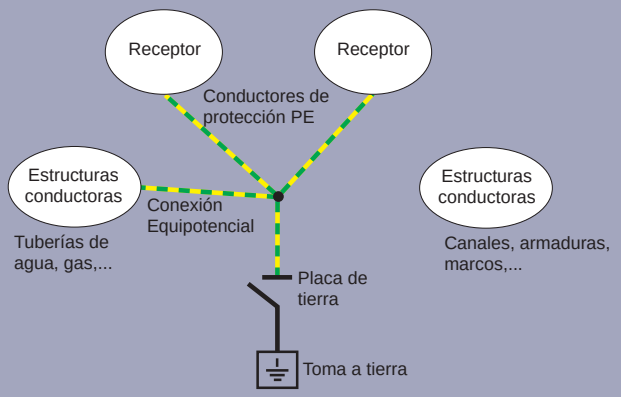
En lo que a la CEM se refiere, es innegable la importancia de la red de masa para la buena marcha de los equipos, si bien su cumplimiento exhaustivo no está exento de problemas técnicos o financieros. Por ello, y la experiencia lo atestigua, la constitución de dicha red debe ser adaptativa. Se contemplan los cinco niveles que se citan a continuación.

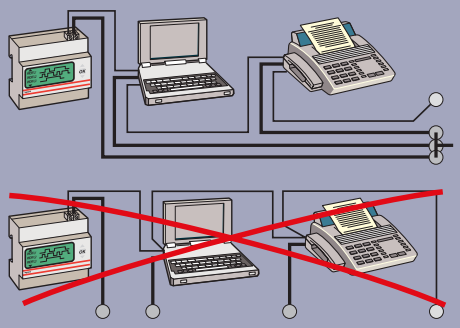
1 Equipotencialidad de nivel 0

El nivel 0 corresponde realmente a la conexión de los equipos con conductores de protección (cables verde / amarillo) a un punto central único. A menudo se habla de conexión en estrella. Si bien esta técnica es apropiada en M, en alta frecuencia alcanza pronto sus límites, ya que la impedancia de los conductores se hace demasiado grande debido a su longitud.

Esta práctica mínima tiene también como inconveniente el hecho de crear bucles de grandes dimensiones en los que pueden inducirse sobretensiones considerables, especialmente a causa del rayo.

Equipotencialidad de nivel 0





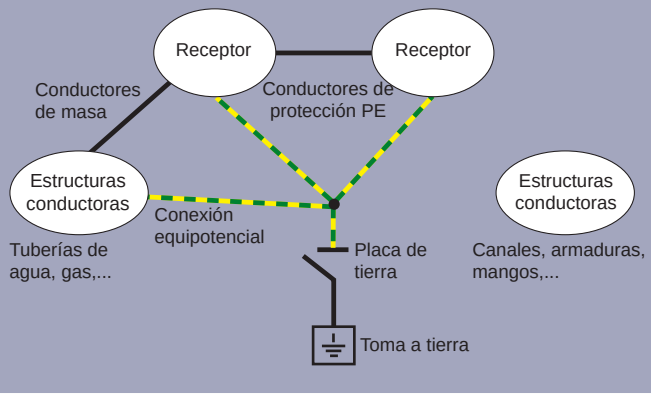
Cuando existen aparatos que deben comunicarse conjuntamente, es muy recomendable conectarlos a un punto de alimentación único (y por lo tanto al mismo conductor de protección). De este modo, mejora su equipotencialidad y se reducen las superficies de bucle.

En algunas publicaciones se ha hablado a veces de efectuar la conexión al conductor de protección más cercano. Si bien esta consideración puede resultar tentadora ya que limita las impedancias comunes y las superficies de bucle, resulta de hecho poco realista a la hora de su aplicación: la multiplicación de las conexiones y la dificultad de determinar la sección necesaria pueden comprometer la seguridad.

2 Equipotencialidad de nivel 1

El nivel 1, sencillo de aplicar, económico y a menudo suficiente, responde a la evolución de los usos.
Basta con añadir una conexión equipotencial entre las masas de los aparatos que se comunican entre sí. Esta conexión puede estar constituida por un conductor corto o, mejor aún, por una estructura metálica común. Igualmente, en este caso la conexión será más eficaz cuanto más cerca se haga de los conductores sensibles, sobre los que tendrá un efecto reductor.

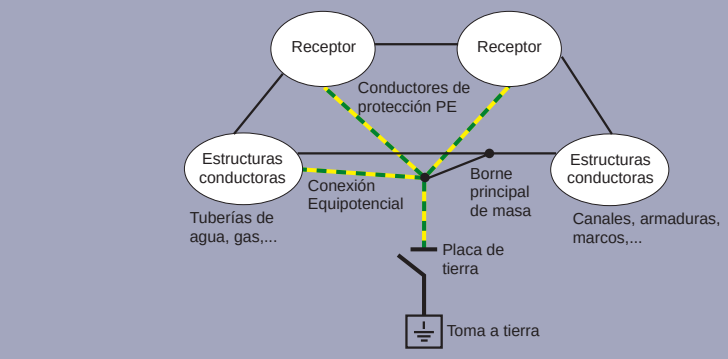
Equipotencialidad de nivel 1

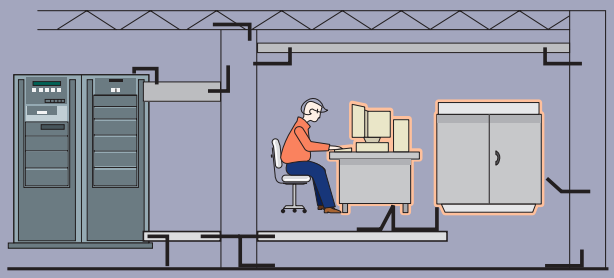


3 Equipotencialidad de nivel 2

El nivel 2 se aplicará a instalaciones más sensibles, o cuando existan fuentes importantes de contaminación electromagnética: aplicaciones de automatismos y de conducción de procedimientos, redes informáticas locales de categoría 5 (hasta100 MHz), en cuyo caso interesa sobremanera interconectar todos los elementos metálicos accesibles: pilares, armaduras, canales, repisas, canales, marcos de puertas y ventanas, los cuales constituyen un entramado, ciertamente imperfecto, pero que reduce notablemente las impedancias comunes y las superficies de bucle.

Equipotencialidad de nivel 2





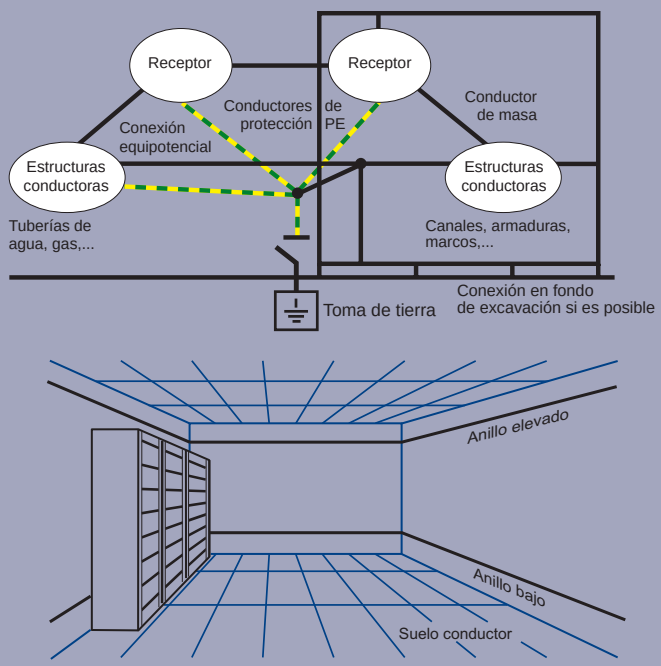
Las cualidades de equipotencialidad de las carcasas XL de Legrand facilitan no solo la conexión de las masas de los aparatos protegidos por dichas carcasas, sino también de los elementos conductores cercanos.

¡Atención! Los cables de conexión de señales no siempre garantizan una buena equipotencialidad: los contactos y alvéolos a 0 V (o masa) han de estar efectivamente conectados a un conductor específico que garantice la conexión de las masas. El blindaje constituido por una trenza de cobre no ofrece excelentes prestaciones en BF y las pantallas suelen estar constituidas por una sencilla hoja de poliéster metalizado. ¡Solamente los cables de energía con chapa metálica garantizan en efecto una conexión equipotencial, siempre que la continuidad al nivel de los extremos esté plenamente garantizada! Las aplicaciones locales de informática (PC, impresoras...), los terminales telefónicos analógicos o digitales, los aparatos de radio, los terminales de Internet, los buses de mando y control y globalmente todos los sistemas de poca amplitud y de frecuencia no superior a 1 MHz funcionan generalmente con el nivel 1 de red de masa.

4 Equipotencialidad de nivel 3

El nivel 3 contempla el concepto de enrejado por islotes. Ciertos equipos más sensibles, o que deben asegurarse debido a su precio o a la necesidad de su disponibilidad, requieren una protección específica contra los campos de alta potencia irradiados por los cables de energía o por el rayo. En tal caso, el nivel de equipotencialidad de los aparatos y de su entorno ha de ser excelente. A título de ejemplo, podemos citar las salas informáticas y los servidores, los chasis de distribución, los conmutadores de elevado caudal, los controles de vídeo y en general las aplicaciones de frecuencia superior a 100 MHz. También puede ser necesaria la creación de un islote enrejado cuando el edificio no posee una estructura conductora suficiente (construcción tradicional de albañilería).

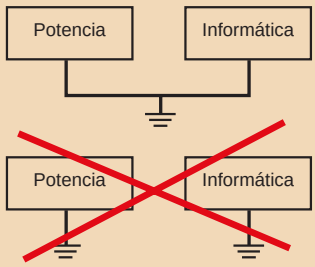
Equipotencialidad de nivel 3



Un enrejado apretado y localizado puede estar constituido por un suelo conductor y un anillo periférico del local (hoja de cobre de 20 mm de anchura como mínimo) situado en la parte inferior. Si la altura hasta el techo es superior a 3 m, se podrá instalar también un anillo elevado. Es evidente que todas las masas citadas en el nivel 2 deberán estar conectadas a este enrejado del islote mediante conexiones lo más directas posible y constituidas por trenzas u hojas de cobre o, en su caso, por conductores flexibles con una sección mínima de 25 mm 2 .
En la medida de lo posible, se impedirá el acceso al anillo en toda su longitud (instalación vista o en canal), y los pasamuros deberán estar aislados a fin de protegerlos contra la corrosión.
Si existen dos islotes yuxtapuestos, las redes enrejadas de cada uno de ellos se interconectarán en varios puntos. Los enrejados de islotes se conectarán a las estructuras accesibles del edificio.
En cualquier caso, la eficacia de la protección contra el rayo exige una buena conexión de la red de masa con el suelo a través de una toma de tierra de buena calidad (< 10 Ω), constituida en la medida de lo posible por un anillo en fondo de excavación.

Una sola tierra

Un edificio debe tener una sola toma de tierra.

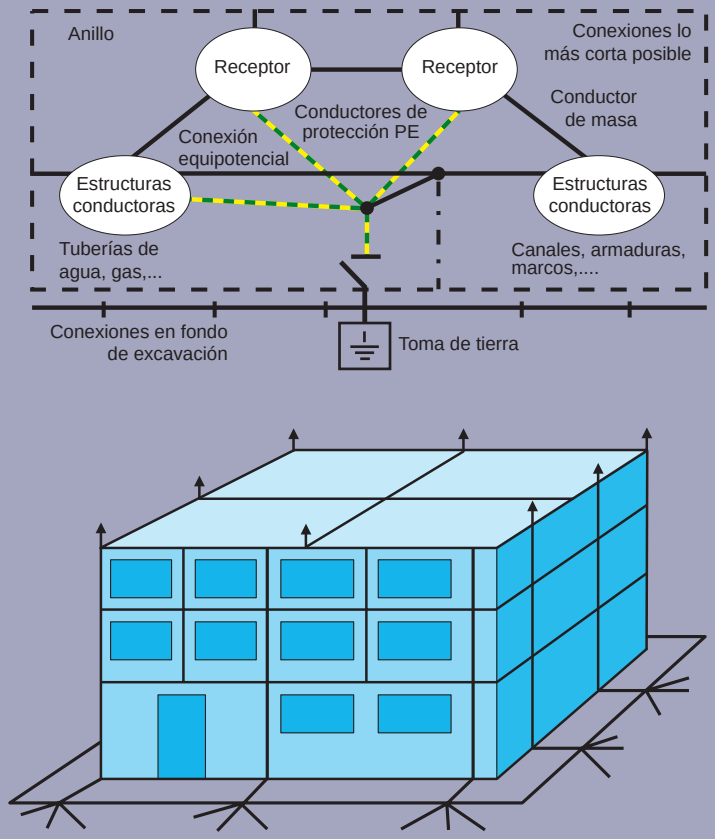


Debe prohibirse formalmente cualquier prescripción de tomas de tierra separadas en términos de tierra propia, de tierra informática. La tierra única constituye una referencia de potencial. Multiplicar el número de tierras es arriesgarse a que existan diferencias de potencial entre los diferentes circuitos (por ejemplo, en caso de rayo).

5 Equipotencialidad de nivel 4

En el nivel 4, los dispositivos para el enrejado de islote (nivel 3) se extienden a todo el edificio.
En cada piso se deberán constituir anillos periféricos; todas las estructuras conductoras, lar armaduras del hormigón, las bajadas de pararrayos (en caso de protección por caja enrejada y varillas de captura), se conectarán entre sí, al igual que los conductores de tierra de los dispositivos de protección contra sobretensiones, los de conexión a tierra de las antenas y todos los conductores de conexión equipotencial. El conjunto del enrejado realizado se conectará al anillo de fondo de excavación en toda la periferia. La resistencia de la toma de tierra será la menor posible (< 1). Estas disposiciones se aplican en zonas con riesgo de caída de rayos y / o cuando los equipos a proteger son especialmente sensibles.

Equipotencialidad de nivel 4

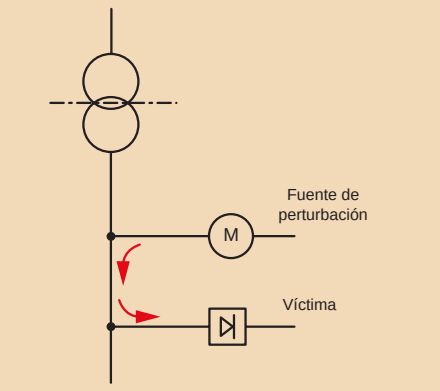


Los conductores de protección (verde / amarillo) deben están dimensionados y conectados de forma que garanticen la protección de las personas. Nunca deben sustituirse por conexiones de la red de masa, cuya misión es mejorar la inmunidad CEM. En estas últimas conexiones no debe utilizarse la doble coloración verde / amarillo. Actualmente, el marcaje de las conexiones de masa todavía no está normalizado pero, a priori, tiende a generalizarse el uso del color negro.

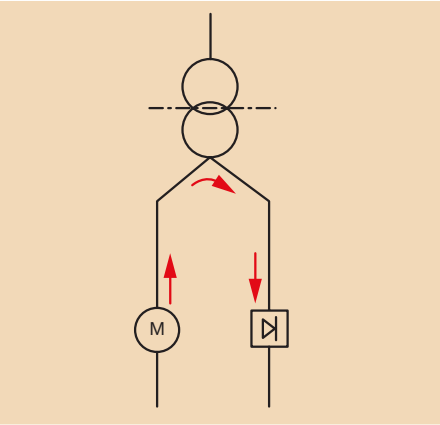
La realización de redes de masas ha sido objeto de numerosas obras, entre las que destacamos «Cableados de edificios profesionales», FranceTelecom., 1994.
El documento EN 50174-2 indica reglas de planificación y puesta en práctica de instalaciones en el interior de edificios para los sistemas decableado de tecnologías de la información.

2 SEPARACION ELECTRICA DE LAS ALIMENTACIONES

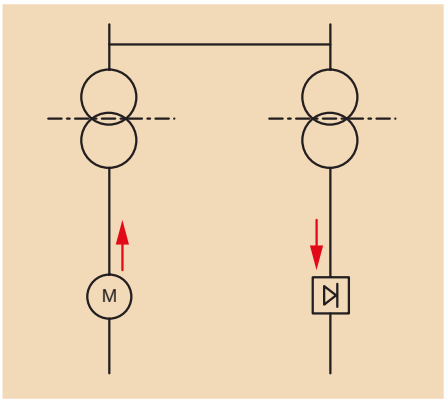
La alimentación común de los equipos permite que las perturbaciones circulen entre ellos. Es lo que se denomina acoplamiento galvánico o por impedancia común.



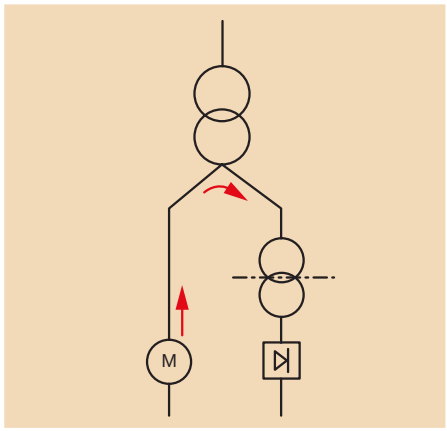
La primera regla de sentido común es por tanto no alimentar con la misma línea aparatos que pueden perturbarse mutuamente, por ejemplo aparatos perturbadores (motores, puestos de soldadura…) y aparatos sensibles (radio, informática…).



¡Atención! Esta práctica de las alimentaciones separadas (aparatos en estrella) presenta el inconveniente de disminuir la equipotencialidad de los aparatos entre sí cuando esta última sólo está garantizada por los conductores de protección (nivel 0 de equipotencialidad). Por lo tanto, se reservará a los aparatos que no hayan de comunicarse entre sí. En el caso de equipos muy sensibles o altamente perturbadores, podemos vernos obligados a separar realmente las alimentaciones.



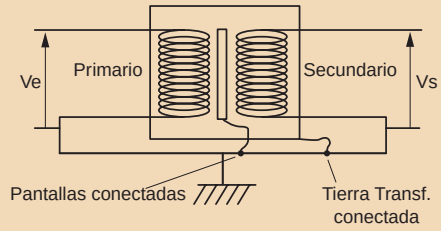
Podemos encontrarnos con esta disposición cuando ciertas partes de la instalación (que deben funcionar de forma segura) están alimentadas por un ondulador o por una fuente de seguridad. La práctica más frecuente consiste de hecho en alimentar los aparatos sensibles (generalmente también los menos potentes) con un transfomador de aislamiento.

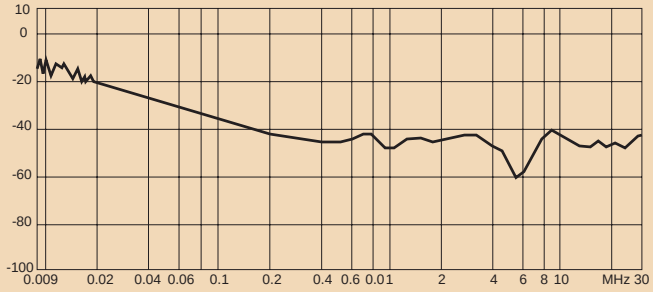


La separación de circuitos por transformador está fundamentalmente destinada a garantizar la protección contra contactos indirectos (véase el capitulo I.B.2), aunque también puede utilizarse el transformador como filtro de alimentación.

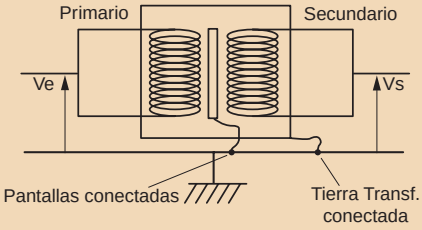
Características de atenuación de los transformadores

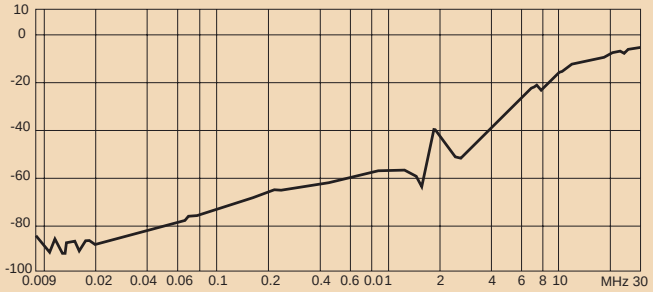
Las prestaciones de filtrado de un transformador se expresan mediante la relación de atenuación (en dB) de las perturbaciones entre las bobinas primaria y secundaria.
En modo diferencial (con un punto conectado a tierra)





En modo común



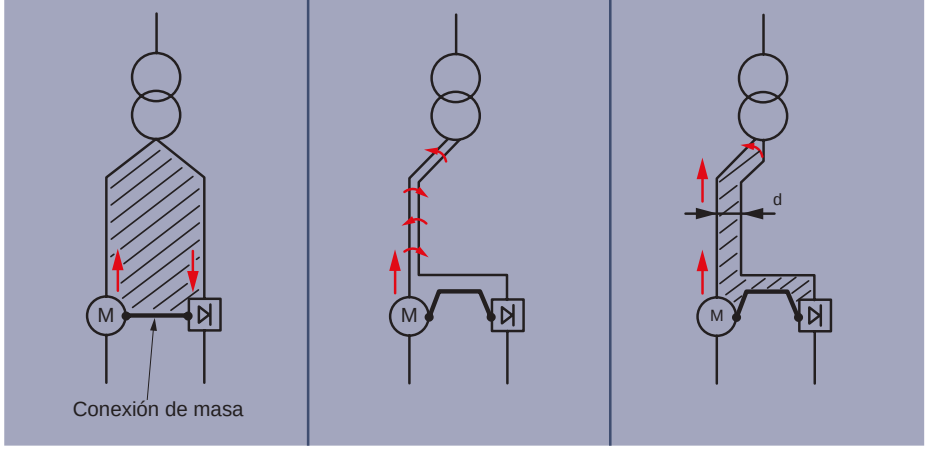


Las características de atenuación de los transformadores están fundamentalmente ligadas a las capacidades parásitas entre el primario y el secundario, entre el primario y el circuito magnético y entre el secundario y el circuito magnético. Dependen en gran parte de elementos físicos tales como la permitividad entre capas (características de los aislamientos) y de aspectos dimensionales (forma y altura de las bobinas, superficies enfrentadas). La instalación de una o varias pantallas entre primario y secundario mejora la atenuación.
En modo común (la gran mayoría de las perturbaciones), el nivel de filtrado es generalmente excelente hasta una frecuencia de 1 MHz, incluso más en el caso de transformadores de pequeña potencia (algunos centenares de VA). Las prestaciones de atenuación disminuyen con la potencia, por lo que es preferible alimentar varios aparatos sensibles mediante transformadores pequeños que alimentar todo el conjunto con uno solo más grande.

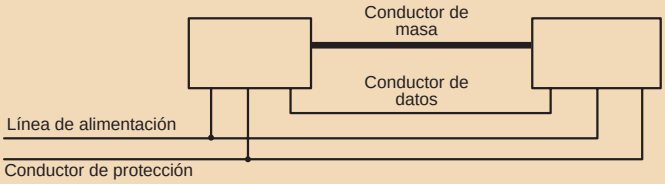
3 SEPARACIÓN GEOMÉTRICA

Del mismo modo que la separación eléctrica de las alimentaciones forma parte de las soluciones básicas, es necesario que esta separación sea geométrica a fin de limitar los acoplamientos entre las líneas perturbadoras y las perturbadas.
En la práctica, la separación de líneas plantea el problema de la creación de bucles de gran superficie que pueden constituir a su vez fuentes de tensiones inducidas bajo el efecto de campos magnéticos.
Por otro lado, hay que evitar que al tratar de reducir la superficie de los bucles las líneas queden demasiado cerca unas de otras.

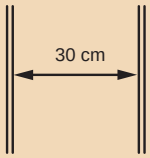
Separación geométrica



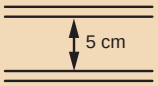
Debemos ser prudentes para evitar un alejamiento excesivo (varios metros) de los conductores de un mismo sistema. Siempre es preferible que todos los conductores (masa, datos, alimentaciones) discurran con «una cierta proximidad».



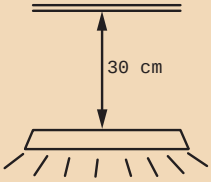
Fundamentalmente, deberán tomarse precauciones para contrarrestar la proximidad entre las corrientes fuertes (alimentación) y las débiles (datos). Con ese fin, se prescribe el respeto de distancias mínimas (véanse los esquemas adjuntos) o la utilización de conductores blindados.



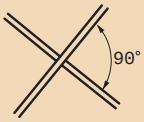
Circulación vertical



Circulación horizontal



Proximidad a una fuente de perturbaciones (motor, fluorescentes,...)



Cruce de conductores

El acoplamiento entre conductores depende de varios factores:
- la frecuencia de la señal perturbadora
- la longitud del recorrido común
- la distancia entre conductores.
La naturaleza de los conductores influye directamente en el acoplamiento:
- par trenzado para limitar la componente inductiva
- pantalla o blindaje para limitar la componente capacitiva.
Los conductores apantallados o blindados (tipo FTP o SFTP) no requieren distancias mínimas de separación. Es muy conveniente colocar los conductores no blindados (tipo UTP) lo más cerca posible de las masas para aprovechar el efecto reductor.

Las normas Europeas EN 50174-2 (UTEC 90-48 - 180-2) y NFC 15-100 (capítulo 444) presisan la separación física relativa a la coha-bitación de corrientes fuertes y débiles.
Las gamas de bandejas DLP son particularmente adecuadas para tales exi-gencias, permitiendo la compartimentación entre los diferentes circuitos.



Protección contra la corrosión

La herrumbre corroe el hierro, la piedra se deteriora, el vidrio se obscurece... el envejecimiento y el final son ineludibles para las obras humanas. Pero entre pirámides y chozas, hay un espacio de esperanza de vida en el cual las realizaciones de este siglo deben poder inscribirse.

1 LA PROTECCIÓN EN LOS DIFERENTES AMBIENTES

Determinar una protección adaptada a los materiales contra la corrosión necesita en primer lugar, el conocimiento del medio de instalación y los problemas propios a éste: interior, exterior, seco, húmedo, rural, industrial...
Los problemas suplementarios ligados a la actividad también pueden existir: agresiones químicas, golpes, gases corrosivos, lavados...
Finalmente la elección tecnológica, cuyo costo deberá verse con respecto al valor del objeto a proteger y de la durabilidad deseada para el objetivo de rendimiento de esta protección: decorativa, temporal, duradera, muy duradera e incluso inalterable.

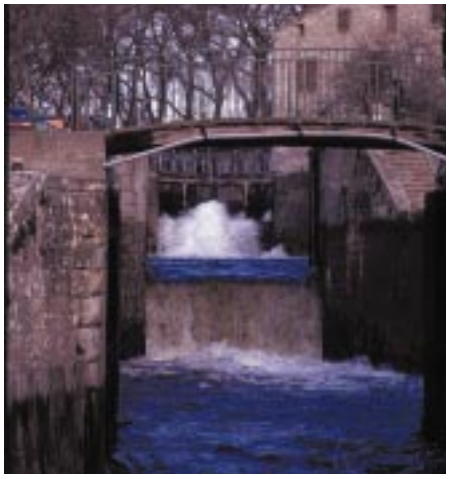
1 La corrosión atmosférica

Podemos considerar que está relacionada con tres factores:
- La humedad del aire y el riesgo potencial de condensación.
- La presencia de contaminantes (cloruros, sulfatos)
- La presencia de gases corrosivos disueltos (dióxido de azufre, hidrógeno sulfurado, gas carbónico...).

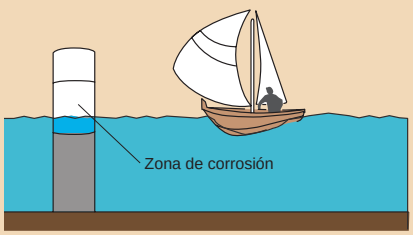
Estos tres factores: agua, agente conductor y agente oxidante, van a permitir la creación de células de corrosión electrolítica o electroquímica.
Siendo el agua el elemento de soporte, podemos considerar que en la atmósfera seca (≤ 50% de humedad relativa) el riesgo de corrosión será prácticamente nulo.
Al contrario, el riesgo será elevado (es decir, muy elevado) en las zonas húmedas con polución (regiones urbanas o industriales) o húmedas "conductoras" (regiones marítimas)
Entre las zonas secas y las zonas húmedas, la duración prevista de vida de una misma protección puede fácilmente variar en una relación 10: 5 años ó 50 años...
También debemos hacer notar que las instalaciones protegidas de la lluvia (tejados, hangares, garajes) y no calefaccionadas, están prácticamente sometidas a las mismas condiciones de agresiones corrosivas que en el exterior: gas y polución están presentes y el agua es provista por la condensación.
En las instalaciones interiores, el riesgo es innegablemente más débil, desde el momento en que los locales están calefaccionados regularmente (residencias, oficinas) por tanto no es necesario prever revestimientos muy resistentes del tipo galvánico o sistemas de multicapas de pintura. Sin embargo, la naturaleza de la actividad y la presencia humana son dos factores que no podemos omitir: la actividad puede ser a la vez, fuente de humedad (lavados frecuentes por ejemplo) y de polución o de contamina-

ción (química, laboratorios, agro-alimenticia, cocina, piscina cubierta...)
La presencia humana, por el agua de la respiración, por la generación de ácidos orgánicos (láctico, úrico...) y por los riesgos de desgaste (en las zonas de paso constante y de manipulación), es un elemento agravante del deterioro que debemos considerar en los lugares públicos.

2 La corrosión acuática



Si el agua y la electricidad son "poco compatibles", siempre hay momentos en que numerosas instalaciones son sumergidas de manera continua o accidental y que muchos elementos mecánicos destinados a soportar las instalaciones (pilares, postes, pórticos, zócalos...) están sumergidos temporal o continuamente.
La naturaleza del agua, dulce , dura o salada tienen una influencia importante en la corrosión, al igual que su composición química, su oxigenación, su temperatura, su agitación o movimientos (salpicaduras, zonas de anegamientos).
Los medios de protección pueden ser del tipo galvánico (depósito de un tratamiento metálico) o barrera (depósito de una capa orgánica estanca) o la combinación de las dos.
Para los tratamientos metálicos, el zinc utilizado en las aguas frías, cubriendo el sarro (calizas), más bien neutros o alcalinos (pH > 6), se desaconsejará en las aguas calientes o con tendencia ácida; se preferirá entonces el aluminio.
La zona de corrosión preferencial se sitúa generalmente al límite aire-agua o el fenómeno es ampliado por la presencia del oxígeno del aire y del disuelto en las primeras capas de agua.
En el agua de mar temperada, la velocidad de corrosión del zinc alcanza 10 a 20 µm / año. De esto se desprende que, para obtener una protección duradera (10 a 20 años) o muy duradera (más de 20 años), será necesario aplicar revestimientos de zinc (galvanización en caliente) de 150 mm de grosor al lo menos en el primer caso o 250 mm en el segundo caso.



Reducción del oxígeno:
$O_2 \rightarrow OH^-$
Oxidación del hierro:
$Fe \rightarrow Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$
Formación de herrumbre
$FE(OH)_3$

El fenómeno se amplía cuando el oxígeno es renovado regularmente por la agitación o las variaciones de nivel (anegamiento).

Los fenómenos de corrosión en el agua, son quizás aún más complejos en el agua dulce que en el agua salada por lo que los medios de protección deben elegirse juiciosamente. Se recomienda el consejo de expertos.

La aplicación de recubrimientos combinados zinc / aluminio (por proyección térmica o utilización de elementos pre-tratados) permite normalmente una mejor resistencia.
Con el fin de evitar ataques locales debidos a la falta de grosor o a las discontinuidades del revestimiento y en también como el objetivo de facilitar un mantenimiento posterior, se aconseja aplicar un tratamiento llamado "de relleno" con base metálica (proyección térmica de zinc, pintura rica en zinc) o con base orgánica (epóxido).
El refuerzo de la protección podrá ser hecho por la aplicación de revestimientos estancos gruesos tales como pinturas bituminosas.
En función de la duración de vida prevista de la obra, habrá siempre interés en prever un mantenimiento regular antes de que se produzcan ataques irreversibles o difícilmente reparables que corren el riesgo de comprometer la durabilidad.

Podrá referirse a los documentos extranjeros especialmente confeccionados:
NF EN ISO 11306 "Exposición y evaluación de los metales y aleaciones en la superficie del agua de mar"
A05-611 "Protección catódica de los refuerzos del hormigón – obras enterradas y sumergidas"
A05-655 "Medida y neutralización de las influencias eléctricas debidas a las corrientes vagabundas de origen industrial"

3 La corrosión telúrica (en el suelo)

Las construcciones metálicas en contacto con el suelo se someten a fenómenos de corrosión propios que dependen de la naturaleza del suelo, de su contenido en minerales y en elementos orgánicos, de la humedad y la cantidad de oxígeno.
Los suelos calcáreos o arenosos (fuera de las arenas marinas) son menos corrosivos que los suelos arcillosos o humíferos.
Los primeros son con tendencia alcalina (pH > 7) y los segundos con tendencia ácida (pH < 7).
Los revestimientos a base de zinc no son aconsejables en suelo demasiado ácido, se preferirán los a base de aluminio.
Los suelos que hayan sido perturbados (terraplenes) son menos homogéneos y la corrosión puede ser más importante.
La presencia de bolsas de aire (nombradas células de ventilación diferencial) crea zonas de corrosión química con la humedad presente.

El establecimiento de las tomas de tierra

Por definición en contacto con el suelo, las tomas de tierra requieren precauciones especiales para garantizar su durabilidad.
Los materiales utilizados deben a la vez ser buenos conductores, conservar una superficie conductora y resistir finalmente a la corrosión para cuidar su integridad física. El hierro no protegido no se admite al igual que los metales ligeros (aluminio [1]).
Los metales recubiertos de una envoltura de plomo son utilizables así como el acero galvanizado (estacas, flejes [2]).
Finalmente se recomienda el cobre (cables, flejes).
Riesgos de corrosión especiales e importantes deben temerse en los terrenos recorridos por corrientes permanentes (circuito de vuelta de tracción por ejemplo). Las tomas de tierra serán objeto de estudios específicos.

Las tomas de tierra pueden ser establecidas por conductores ocultos horizontalmente (trincheras, cierres a fondo de excavación), por placas finas (flejes) enterradas verticalmente, por unas o más estacas conectadas ocultadas verticalmente.
Cada método presenta calidades e inconvenientes pero es posible utilizarlos conjuntamente para hacer bajar el valor de la toma de tierra.
Los conductores ocultos horizontalmente pueden constituir un encintado sobre todo el perímetro del edificio, favorable en términos de CEM y de conexión de los pararrayos (grandes superficies de influencia). Colocados en la construcción, no requieren nivelación específica pero hacer el relleno de las trincheras con cuidado, sin esfuerzo mecánico y con tierra arable susceptible de retener la humedad; evitar piedras, arenas, cementos y distintos residuos de obra. Las placas finas permiten aumentar la superficie de contacto de la toma de tierra en los terrenos poco conductores pero requieren la excavación de trincheras.
Por último, las estacas permiten el establecimiento de toma de tierra, sin trabajos, y sin modificar la estructura del suelo. Su longitud puede permitir alcanzar capas del suelo de más baja resistencia. Los efectos de la sequía o de la helada que puede aumentar peligrosamente la resistencia de tierra pueden ser evitados por estacas profundas (3 m).

(1) La alúmina formada en superficie es aislante
(2) Prever un grosor de zinc suficiente (> 100 µm) en suelo con tendencia
ácidas (arcillas).
Evitar en suelos ácidos (turbas).

La corrosión en el hormigón

La alcalinidad del hormigón prohíbe su contacto directo con el aluminio o los revestimientos a base de aluminio. Un tratamiento estanco y continuo debe entonces aplicarse sobre el metal.
La utilización de refuerzos o el sellado de elementos zincados (o galvanizados) se recomiendan si el hormigón sigue estando muy seco (fuera de agua, en capa o pintado) o si no es contaminado por cloruros (agua de mar).

Los revestimientos de zinc pasivos o cromatados son también preferibles ya que limitan el comienzo de la corrosión.
La corrosión de los refuerzos en acero desnudo en el hormigón es objeto de normas de puesta en vigencia precisas (vínculos, distancias de las caras externas). La corrosión puede ser detenida o también retrasada por medios hidrófugos (membranas, pinturas) que impiden la penetración del agua, del oxígeno y de los cloruros o por protecciones catódicas más o menos elaboradas: ánodos hechos con trenzas de titanio, de capas conductoras, de pinturas con grafito o metalización del zinc.

La circulación de corriente eléctrica espontánea (polarización galvánica) o aplicada (por un generador externo) dirige la corrosión del refuerzo en acero sobre el ánodo que se sacrificará.

2 LA CONCEPCIÓN PRACTICA DE LOS ELEMENTOS A PROTEGER

Las instalaciones eléctricas requieren a menudo realizar y poner en ejecución obras metálicas destinadas al soporte de los conductores (garfios, escuadras…), a la fijación de las cajas y armarios (pórticos, postes…) y a muchas otras funciones que son necesarias de adaptar en cada caso. Las siguientes recomendaciones, datos como consejo, no tienen valor contractual frente a la resistencia a la corrosión; llaman simplemente la atención sobre algunas precauciones elementales que hay que tener.

1 Formas, estorbos y accesibilidad de las piezas

Según el método de protección elegido (baño de galvanización, proyección térmica, pintura al cepillo o pintura a pistola…) las partes concebidas deberán permitir una manipulación y un acceso fáciles. En la medida de lo posible, los cuerpos huecos deberán poder ser alcanzados por la protección: entrada de zinc, evacuación de gases y drenaje para la galvanización, dimensiones máximas del cuerpo hueco para la pintura a pistola.

Para los cuerpos huecos inaccesibles (tubos, perfiles), la corrosión interna puede prácticamente limitarse volviéndolos completamente estancos por soldadura continua. Atención, en caso de protección por galvanización, el taponado total no deberá hacerse hasta después del tratamiento (riesgo de explosión), tapones u obturadores flexibles pueden utilizarse. Las piezas no deberían presentar zonas de retención susceptibles de acumular agua y contaminación. Esto debe comprobarse especialmente para los intervalos estrechos.

Si deben armarse superficies planas, será preferible proteger separadamente antes del montaje; penetraciones posteriores por capilaridad siempre pueden producirse.

Los juegos entre piezas deberán tener en cuenta los grosores de tratamiento y, en particular, de galvanización. Eso es especialmente verdadero para las partes traslapadas que deben trabajarse a máquina o elegirse con una tolerancia suplementaria.

Las aristas vivas son la principal causa de esbozo de corrosión. Por una parte, los tratamientos y pintura se depositan en cantidad más escasa, y por otra parte son sensibles a las agresiones mecánicas. Utilizar de preferencia secciones arqueadas o dobladas y redondear todos los ángulos vivos (pulir, amolar) antes del tratamiento de superficie.



Corrosión de un cuerpo hueco mal protegido

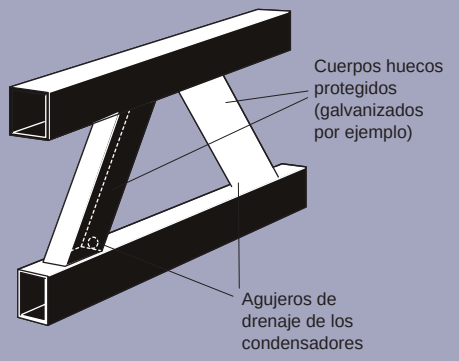


Corrosión debida a la retención entre partes unidas y no apretadas

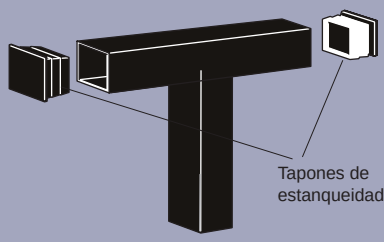


Aristas vivas y tornillos son la sede a menudo de las salidas de corrosión

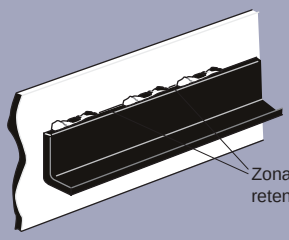
Ejemplos prácticos



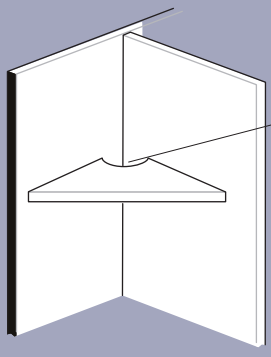
Elemento de pórtico



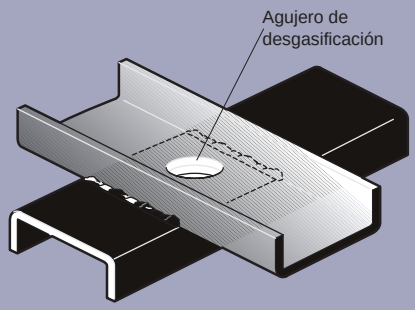
Cuerpo hueco no protegido



Instalación de un refuerzo: realizar un cordón de soldadura continuo o depositar un cordón de estanqueidad entre las dos piezas

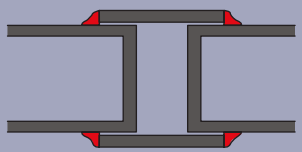


Soportes y refuerzos

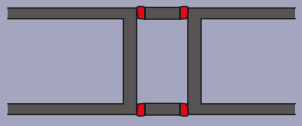


Montaje de perfiles: los agujeros de desgasificación son indispensables para la galvanización en caliente (galvanización)

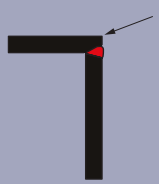
Evitar las zonas de recubrimiento...



preferir la soldadura borde a borde



evitar los ángulos vivos...



preferir las soldaduras de ángulo o los ángulos doblados



2 Preparación de la superficie

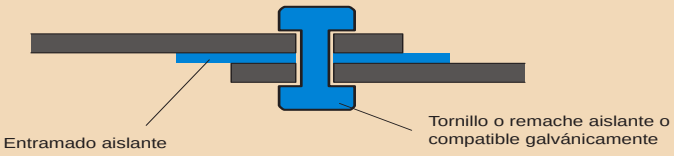
El estado de preparación deberá corresponder a las exigencias del tratamiento de protección aplicado.
En todos los casos, las superficies deberán estar limpias, secas, libres de polvo y manchas. Deberá efectuarse un desengrasado aseado. Los solventes, no aconsejados por su toxicidad, podrán ser sustituidos por soluciones acuosas alcalinas (lavaza de soda) seguidas de varios enjuagues y de un cuidadoso secado.
Se retirará toda forma de herrumbre. Los rastros de herrumbre adherentes podrán ser lijados o químicamente convertidos por tratamiento. Estos consejos se refieren esencialmente a una preparación manual; resultados superiores son obtenidos por tratamientos de superficies industriales (fosfatación, cromatación…) pero requieren de medios más pesados.

La norma ISO 8501-1 propone distintos modelos que permiten determinar el estado de preparación visual de una superficie después de operaciones de descalaminado, chorro con gravilla o arenado.
La norma ISO 8503-1 permite determinar el perfil de superficie buscada.

3 Soldaduras y montajes

Aunque estén realizadas por soldadura, por tornillos, por remaches, las uniones entre elementos son muy a menudo fuente de corrosión por varias causas. Las operaciones de soldadura, excepto si se hacen bajo atmósfera controlada (argón) aportan y queman mucho oxígeno, corren el riesgo de desarrollarse zonas de corrosión preferenciales en las soldaduras. Si se efectúan algunas soldaduras después del tratamiento de superficie, esto que se desaconseja, será imprescindible restaurarlo (zinc a frío en aerosol, pintura rica en zinc…).
Los montajes crean muy a menudo zonas de retención o volúmenes cerrados en los cuales las protecciones son difíciles de aplicar pero dónde se acumulan el agua y los agentes.
Las fabricaciones (perforaciones, en particular) para la instalación de remaches o pernos son causas también de iniciación de corrosión: destrucción local de los tratamientos (raramente restaurados en los agujeros), creación de virutas y polvo difíciles de eliminar y muy reactivas a la corrosión, ángulos vivos e incluso rebanados sobre los bordes trabajados a máquina.
Por la yuxtaposición de metales diferentes, los montajes pueden crear pares electrolíticos especialmente desfavorables (aluminio / acero, zinc / inox, cobre / zinc…). Una reflexión que debe considerarse también para la quincallería utilizada: tornillos (acero, inox, latón…) remaches (cobre, aluminio, acero…) discos…

Recomendaciones para montajes de los metales



Naturaleza de los elementos que deben armarse	Naturaleza de las piezas de montaje (1)		
	Recomendado	Posible	No aconsejable
Acero Inoxidable	Acero Inoxidable	Latón riquelado Cobre	Acero zincado Aluminio Acero desnudo Latón estañado
Acero Desnudo	Latón Acero estañado	Cobre Aluminio	Acero inoxidable
Cobre	Cobre Latón desnudo Latón riquelado Latón estañado	Latón estañado Acero estañado Acero zincado bicromatado Acero inoxidable	Acero zincado Aluminio
Acero Zincado o Galvanizado	Acero zincado Acero zincado bicromatado	Acero estañado Latón riquelado	Acero inoxidable Cobre Latón

(1) materiales más corrientes para la fabricación de los tornillos, remaches, discos y quincallería.

Las recomendaciones dadas serán más importantes mientras la atmósfera sea más húmeda o corrosiva.

3 ESTIMACION DE LA DURACION DE VIDA PROVISIONAL

El término mismo de duración de vida es poco seguro por lo tanto, es importante precisar bien si designa:
- la duración antes del primer mantenimiento
- la duración antes de las primeras reparaciones importantes
- la duración antes del cambio de elementos
- la duración antes del estado de ruina.

Contratos y garantías a menudo no son bastante explícitos sobre este punto. Está claro que la duración de los sistemas de protección, pinturas y tratamientos de superficie es muy dependiente de la calidad, la preparación y la realización inicial y a la continuación de las condiciones precisas de exposición a las cuales dificultades suplementarias pueden añadirse (choque, manipulación, abrasión, agentes corrosivos particulares...).



Desprendimiento radial de la película de pintura a raíz de un choque
Este tipo de fenómeno accidental puede disminuir notablemente la duración de vida de la protección



Desprendimiento de la pintura de acabado debido a una incompatibilidad entre las capas

Duración de vida provisional

- **"antes del primer mantenimiento"**
  designa la duración antes de las primeras pequeñas reparaciones (retoques sobre ángulos, raspadura y relleno sobre algunas ampollas, re pintado de algunos elementos (tornillos por ejemplo). Las operaciones de limpieza, de sacar la espuma, dependiendo del mantenimiento corriente, ni se refieren las reparaciones vinculadas a un ataque accidental

- **"antes de las primeras reparaciones importantes"**
  designa la duración al término de la cual será necesario volver a poner generalmente la pintura sobre la totalidad o parte de la obra. Éste encontrará entonces su destino inicial y una nueva duración de vida que será necesario precisar

- **"antes del cambio de elementos"**
  designa la duración antes de la sustitución normal o prevista (partes de desgastes) de algunos elementos. Ánodos sacrificados (de zinc o magnesio) pueden estar incluidos en tal operación

- **"antes del estado de ruina"**
  designa la duración más allá de la cual se considera que la obra no garantiza ya su función correctamente y ya no es reparable.

Tratamiento y recubrimientos en función de las condiciones de exposición

El siguiente cuadro da "con carácter orientador" algunos ejemplos de tratamientos de superficie o recubrimientos y sistemas de pinturas por un período de tiempo de vida objetivo de 10 años antes del primer mantenimiento.

Condiciones de esxposición (véase la página 61 - 62)	Tratamientos de superficie	Recubrimirntos y sistemas de pintura (1)
Exterior Marino	Z > 70 µm	2 capas primarias en zinc (50 µm) + 2 capas intermedias (60 µm) + 2 capas de terminación (150 µm)
Exterior industrial	Z > 100 µm	2 capas primarias ricas en zinc (50 µm) + 2 capas intermedias (60 µm) + 2 capas de terminación (150 µm)
Exterior urbano	Zn 20 C Z 350 / Z 450	1 capa primaria rica en zinc (30 µm) + 1 capa intermedia (30 µm) + 2 capas de terminación (120 µm)
Exterior rural	(25 a 30 µm) Zn 15 C Z 275 / Z 350 (20 a 25 µm)	1 capa primaria rica en zinc (30 µm) + 2 capas de terminación (120 µm) Z 140 + capa primaria (30 µm) + 2 capas de terminación (120 µm)
Interior agresivo	Zn 15 C Z 200 / Z 275 (15 a 20 µm)	Z 140 + capa primaria (30 µm) + 2 capas de terminación (120 µm)
Interior húmedo	Zn 10 C Z 140 (10 µm)	Ez 5 + 2 capas de terminación (120 µm) Z100 + 1 capa primaria (30 µm) + 1 capa de terminación (50 µm)
Interior seco	cEz 5 Zn 5C Zn 10B Z 100	EZ 2,5 + 1 capa de terminación 1 capa primaria (20 µm) + 1 capa de terminación (50 µm)

(1) Acabado a base de resina gliceroftálico en interior y a base de poliuretano en exterior

Designación de las abreviaturas:
Zn xxB o Zn xxC: galvanización electrolítica de grosor mínimo xx en µm según los valores preferenciales la norma NFA 91010, cromatación B (blanco) o C (irisada amarilla verde o bicromada) según NF A 91472
EZxx: electro zincado de grosor nominal xx en µm.
Zxxx: galvanización en caliente con peso de capa xxx en g / m 2 doble faz.

Sistema de pintura

La superposición de capas de pintura no debe hacerse sin precauciones. Argamasas y pigmentos ,algunas de entre ellas, son incompatibles. Por esto, los fabricantes pusieron a punto "sistemas de pintura" adaptados a los distintos usos.

- **Capa primaria: se aplica directamente sobre el metal, su papel es inhibir el proceso de corrosión y garantizar la fijación de las capas siguientes (impresión fosfatada sobre acero, pintura reactiva o mano de fondo antioxidante sobre galvanizado...)**
- **Capa intermedia: garantiza la conexión entre la capa primaria (si existe) y la capa de terminación. A menudo se encarga de pigmentos o coadyuvantes destinados a reforzar su impermeabilidad y su carácter anticorrosivo (polvo de zinc, aluminio...)**
- **Capa de terminación: debe resistir a los agentes del medio ambiente (UV, agua, gas...) y a las dificultades mecánicas. Debe ser lo mas estanca y continua posible. La multiplicación de las capas de terminación es pues siempre ventajosa para el comportamiento del sistema.**

La película seca de pintura nunca es perfectamente estanca y el grosor total debe ir creciendo con la agresividad del medio, por ejemplo: 70 µm en interior seco, 180 µm en exterior urbano y 250 µm en exterior marino.

El sistema de pintura de los armarios Altis y XL-A, de grosor total 90 µm, tiene resultados a los menos equivalentes a un sistema clásico de grosor total 200 µm.

Tipos de corrosión

Las normas ISO 14713 (recubrimientos de zinc y aluminio) e ISO 12944-2 (anti corrosión de las estructuras en acero por sistemas de pintura) establecen una clasificación de la corrosión del medio basada en la velocidad de disolución del zinc: pérdida de masa o de grosor por año de exposición.

Tipos de corrosión	Pérdida de masa (g/m^2)	Pérdida de grosor (µm)
C5 M muy elevado (marina)	> 30 y ≤ 60	> 4,2 y ≤ 8,4
C5 I muy elevado (industria)	> 30 y ≤ 60	> 4,2 y ≤ 8,4
C4 elevado	> 15 y ≤ 30	> 2,1 y ≤ 4,2
C3 medio	> 5 y ≤ 15	> 0,7 y ≤ 2,1
C2 escaso	> 0,7 y ≤ 5	> 0,1 y ≤ 0,7
C1 muy débil	≤ 0,7	≤ 0,1

Recubrimientos de pintura sobre el acero zincado o galvanizado

Al ejemplo de las chapas perfiladas o pre pintadas, utilizadas para la elevación y la cobertura de los edificios, los sistemas de protección (tratamiento al zinc + pintura) activados en procesos industriales permiten una excelente durabilidad. Por el contrario, el ponerlo en pintura de superficies zincadas y además las superficies galvanizadas requieren precauciones para evitar el desprendimiento total de la película de pintura.



Desprendimiento típico de las películas de pintura depositadas sobre el acero galvanizado.

El zinc es un metal que sigue siendo muy reactivo. Las capas de recaudación deben ser perfectamente estancas para evitar la penetración del agua y del oxígeno.
Se aconseja esperar que el zinc se apacigüe (véase página 68) y esté cubierto de una pátina natural antes de pintarlo.
El comportamiento de la pintura sobre galvanización puede ser comprometido por la presencia de plomo antiadherente por naturaleza. Ésta puede ser vista por el polvo de la superficie.
En todos los casos, se recomienda la aplicación de una capa primaria específica sobre zincado o galvanizado. Según los fabricantes, se hará con o sin avivamiento de superficie.

4 LAS PRUEBAS DE CORROSIÓN

Las posibilidades de exposición a las condiciones reales del medio ambiente, los medios de medirlos y de registrarlos y sobre todo el tiempo necesario hacen que la búsqueda de pruebas aceleradas representativas siempre han estado presente en el estudio de los mecanismos de corrosión.
Se sabe que la exposición de los materiales o la utilización de los productos prueban éstos en función de factores múltiples y complejos: geometría, porosidad, estado de superficie, adherencia, manchas, abrasión, agente químicos, frecuencia y procedimiento de limpieza, exposición solar, variaciones de temperatura y humedad... Para eso, es primordial elegir una prueba acelerada que simula mejor a la exposición real pero por la misma razón, es inútil pensar que la prueba acelerada será perfectamente representativa de ésta.

En cuanto a pruebas aceleradas de la corrosión, la prudencia incita a menudo a decir que no existe relación directa entre los resultados obtenidos y el comportamiento real de los productos sujetos a las condiciones de utilización sino que malos resultados permiten predecir un comportamiento mediocre.

El enfoque de las pruebas de corrosión es sobre todo comparativo. El análisis de los resultados se hace por informe con soluciones previas, conocidas y probadas o por la elección entre dos soluciones en una prueba simultánea.

La calificación de un sistema de tratamiento o recubrimiento debería, preferiblemente, hacerse sobre productos enteros y completos para tener en cuenta los fenómenos de corrosión debidos a la acumulación de agua, a los pares galvánicos o al confinamiento húmedo. En la práctica, se utilizan a menudo probetas por tanto, es necesario estar consciente del límite de su representatividad.

1 Los métodos de prueba

Se cuenta al menos una veintena. Algunas recurren a un único agente de agresión (sal, ácido, gas) generalmente en combinación con la humedad, mientras que otros se basan en secuencias que alternan los períodos de exposición (niebla salina, luego ultravioleta, luego humedad, luego dióxido de azufre... por ejemplo). Estos segundos tipos, nombrados pruebas compuestas quieren ser más representativos, pero su interpretación es aún más difícil.
Numerosas pruebas han sido y son aún desarrolladas por las automotoras (General Motors, Scab Prueba, Volvo prueba, prueba Hoogovens).



una de las zonas de envejecimiento natural de los envolventes Legrand con estación meteorológica de registro.

Se exploran varias vías de investigación para un mejor conocimiento de la corrosión y su simulación en laboratorio:
- "el enfoque metalúrgico" que se refiere al estudio estructural y analítico de los productos de corrosión y la interfaz metal/capa de pasividad
- el desarrollo de "monitores de corrosión" constituidos de distintos metales asociados en condiciones determinadas (electrolito, temperatura, duración...) de los cuales se mide la producción de corriente galvánica
- estudios sobre un enfoque termodinámico de los equilibrios película húmedad atmósfera a la superficie del metal.
El tema corrosión está en permanente actualidad.

Si la rapidez de las pruebas de simulación es indispensable en el desarrollo y en el control de la calidad, la exposición en atmósfera real in situ establece indudablemente las respuestas más seguras. ¡Desde luego que toman tiempo, pero los años pasan rápidamente!

Las principales pruebas de corrosión

- **La prueba a la niebla salina (BS): es la prueba más ampliamente utilizada y también el que tiene las aplicaciones más extensas.**
  Resultante de la norma americana ASTM B 117 y recogidas por las normas NFX 41-002, CEI 60068-2-11 (pruebas Ka) e ISO 9227 (pruebas NNS), consiste en la pulverización de una solución salina (5% de NaCl) en una habitación mantenida a 35°C y a una saturación de humedad. Los resultados se obtienen en algunas horas para los sistemas menos protectores y hasta varios centenares de horas para los más potentes.

- **La niebla salina se adapta especialmente para evaluar las calidades de adherencia de las pinturas, y para probar la corrosión de los aceros inoxidables y los recubrimientos de anodización del aluminio. Se utiliza también para los recubrimientos de zinc, níquel, cromo sobre los minerales, pero la interpretación debe ser prudente ya que pueden producirse los fenómenos de relleno. Las pruebas ASS (niebla salina acética) y CASS (niebla salina círica) también descritas por la norma ISO 9227 (NF A 05-101) son alternativas de la prueba de base. La primera se utiliza para aumentar la severidad de la prueba, más especialmente sobre los no ferrosos o incluso los plásticos, la segunda se utiliza para los depósitos de cobre/níquel/cromo.**

- **La prueba al dióxido de azufre (SO_2): basada en un mecanismo de ataque ácido, esta prueba tiene la ventaja de desarrollar aspectos de corrosión similares a los que se observan sobre partes que sufren la exposición atmosférica industrial. La interpretación debe seguir siendo muy prudente ya que la prueba es agresiva (formación de ácido sulfúrico) y no considera a los numerosos otros agentes (óxido nitroso, cloro, amoníaco, halogenuros...) presentes en la atmósfera. La prueba al dióxido de azufre se describe en la norma ASTM B 605, en la norma DIN 50018 (prueba Koesternich), a ISO 3231, NF T 30-055 y CEI 6068-2-42 (prueba Kc). Algunas diferencias pueden tenerse en cuenta entre estas normas, en particular, sobre la duración de exposición y su periodicidad, continua o alterna o la concentración en gas. Las pruebas al dióxido de azufre se utilizan sobre los depósitos de estaño/níquel sobre los minerales y no ferrosos, en particular, para los materiales de contacto eléctrico (pruebas KC a muy baja concentración de CEI 60068-2-60). Las pruebas SO_2 son útiles para detectar muy rápidamente las imperfecciones o discontinuidades de la superficie por la aparición de picaduras. Ponen en relieve también una posible contaminación del acero inoxidable por minerales.**

- **Las pruebas en atmósferas húmedas:**
  Encuentran una amplia aplicación para todos los recubrimientos destinados a usos interiores o en lugares húmedos albergados dónde el agua puede condensarse.
  Numerosas alternativas de estas pruebas existen según los productos, con o sin la adición de agentes complementarios y según las modalidades de prueba. Se pueden citar las pruebas sin interrupción (CEI 60068-2-3 y 60068-2-56), las pruebas cíclicas (CEI 68-2-30) o las pruebas compuestas (CEI 68-2-38) con alternancias de calor, humedad y frío.
  La acción corrosiva de tales pruebas permanece generalmente limitada, pero pueden afectar algunas características (aislamiento) o deteriorar materiales orgánicos (pinturas, plásticos).

NOTA: Las indicaciones normativas de este cuadro son de origen internacional.



Prueba a la niebla salina



Prueba al dióxido de azufre



Prueba en atmósfera húmeda

2 La duración de exposición en prueba

A pesar de la dificultad de establecer una relación directa con las condiciones reales, es necesario establecer una gradación en la severidad de la prueba destinada a reflejar la agresividad de los distintos medios de utilización: la duración de exposición se considera generalmente como parámetro de ajuste. Las normas de pruebas no estipulan duraciones de prueba; éstas deberían ser fijadas por las normas de productos. Recomiendan simplemente valores preferenciales, por ejemplo: 2 h, 6 h, 24 h, 48 h, 96 h, 168 h, 240 h, 480 h, 720 h, 1000 h, para la niebla salina.

La duración de exposiciones refleja también los valores objetivos de comportamiento y el nivel de calidad contemplado por los fabricantes.

Valores indicativos de duración de pruebas aplicables en función de las condiciones de exposición

Condiciones de de exposición	Niebla salina (prueba Ka)	Dióxido de azufre (prueba) Kc
Exterior marino	2000 h	
Exterior industrial severo	1000 h	1000 h
Exterior industrial	1000 h	500 h
Exterior urbano	500 h	250 h
Exterior rural	250 h	
Interior húmedo agresivo	500 h	168 h
Interior húmedo		
Condensación frecuente	168 h	96 h
Interior seco		
Condensación temporal	48 h	
Interior seco	24 h	

3 La interpretación de resultados

Criterios de medida e interpretación de los resultados deben precisarse para la prueba elegida con la duración de exposición, el estado de las partes que deben probarse y las condiciones de muestreo.

La naturaleza de la prueba y duración de exposición no son suficientes para fijar los resultados que deben obtenerse: muchas condiciones son demasiado vagas sobre este punto, dejando la libertad a la sensibilidad o a la interpretación de cada uno.

- La aparición de "herrumbre blanca"
Esencialmente destinada a evaluar las capas pasivas de los tratamientos a base de zinc, aluminio o cadmio, la aparición de herrumbre blanca se evalúa en porcentaje de superficie deteriorada después de pruebas de exposición a la niebla de 6 a 168h.

- La aparición de "herrumbre roja"
Permite evaluar la calidad de las capas de protección catódicas como el zinc aplicado sobre el hierro. El resultado se expresa en porcentaje de superficie atacada después de aplicación de la prueba.

- El grado de picaduras
Se caracteriza por el número de lesiones del revestimiento por unidad de superficie. La medición se realiza según los patrones de la norma internacional ISO 1462. Esta medida está destinada a los revestimientos anódicos como níquel, cromo sobre fierro, por ejemplo.

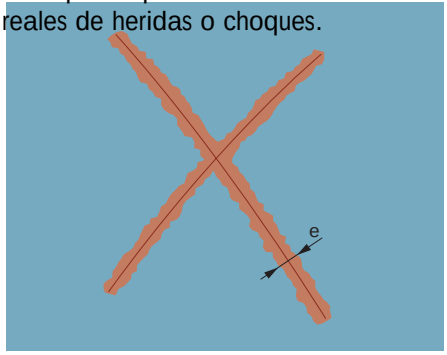
- El grado de moho
Este método de evaluación puede utilizarse para los tratamientos anódicos o catódicos pero se adapta sobre todo a los recubrimientos de pinturas. La valoración del grado de moho RI 0 a RI 5 se hace según los tópicos de la norma internacional ISO 4628/1 (NF T 30-071).

- El grado de abolladura
Se caracteriza por el número de ampollas y sus dimensiones aparecidas sobre una superficie (porosidad, discontinuidaddes, insuficiencias de grosor o mala preparación). Los patrones tipos son igualmente descritos en la norma internacional ISO 4628/1 (NFT 30-071).

- El grado de desconchadura
Aplicable a las pinturas que se quitan por películas. Los criterios de valoración son dados por la norma internacional ISO 4628/5 (NF T 30-080).

- El grado de maquila
Valoración cualitativa bastante difícil (norma Francesa NF T 30-081).

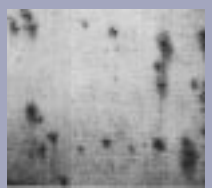
- A partir de una herida, la propagación de la muestra probada se excluye previamente con una punta (apoyo). Después de la exposición a la prueba, niebla salina en general, la propagación de la corrosión es evaluada por la anchura de metal puesto al desnudo a partir de la cruz.
El medio de desprendimiento del recubrimiento no adherente debe precisarse (cinta adhesiva, aire comprimido, raspador...). Este criterio es difícil pero representativo de condiciones reales de heridas o choques.



Ejemplos de tópicos-tipo extraídos de la norma ISO 4628

Grado de moho

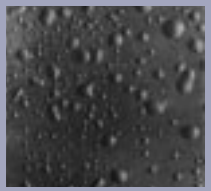

RI 1

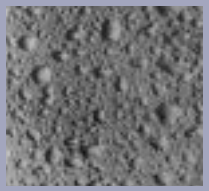

RI 3


RI 5

Grado de abolladura (ampollas de dimensión 5)


Grado 3


Grado 4


Grado 5

Protección contra el rayo

**Por naturaleza, energético e inesperado, el choque de rayo tiene a menudo consecuencias dramáticas para las instalaciones eléctricas.
Y aunque los métodos no son completamente infalibles, la evaluación de los riesgos y de sus consecuencias es indispensable.**

Los pararrayos, contra los efectos directos, y los limitadores de sobretensión contra los efectos indirectos estos ofrecen una protección eficaz si son elegidos juiciosamente y han sido instalados correctamente; planteamiento que debe pasar cuanto antes por una consideración de la concepción para integrar las exigencias: longitudes de líneas, tomas a tierra, redes equi-potenciales…

1 LA ESTIMACION DE RIESGOS Y LAS CONSECUENCIAS

Preliminar a la instalación de dispositivos de protección contra el rayo, la estimación del riesgo se basa en el análisis de varios criterios:

- La probabilidad de fulminación de la zona
- El método de propagación del choque de rayo
- La topografía del lugar
- La naturaleza de los materiales que deben protegerse y su sensibilidad propia
- El costo de las consecuencias de la no disponibilidad de los equipos.

La instalación de pararrayos de punta corre el riesgo de aumentar los efectos indirectos: debe acompañarse, entre otros, de la instalación de pararrayos de línea.

La guía Española UTE C 15-443 (julio de 1996) en curso de revisión, proponía un método de evaluación del riesgo basado en una fórmula empírica de cálculo que permitía determinar el factor F de exposición al riesgo:

$$F = Ng\ (1 + 2\ BT + HTA + \delta)$$

Ng: densidad de fulminación local
BT: longitud de la línea aérea que abastece la instalación en km (más allá de 0,5 km, BT = 0,5)
HTA: factor vinculado al tipo de red que abastece el puesto. Tomar 1 aérea , 0 subterránea
δ: coeficiente que tiene en cuenta la situación de la línea aérea y la de los edificios de valor 0 a 1.

Un segundo factor G vinculado a las consecuencias es calculado por la fórmula:

$$G = S + M + I$$

S: factor (de 1 a 3) a vinculado a la sensibilidad del material
M: factor (de 1 a 3) a vinculado al precio del material
I: factor (de 1 a 3) a vinculado al costo de la no-disponibilidad de los equipos.

En función de los valores calculados de F y G la guía recomienda la instalación o no de un limitador de sobretensión. Si son necesarios, su capacidad (corrientes de descarga) se determina según el valor de F. Para las instalaciones de comunicación, un análisis complementario según el Anexo A1 de la misma guía puede efectuarse. El factor de exposición al riesgo, aquí nombrado H, reanuda el valor del factor F anteriormente determinado al cual se aplican algunas ponderaciones en función de la situación de la línea aérea y la resistencia del suelo. Se calcula un factor G de consecuencias según los mismos criterios.

Por principio, si se aconseja un limitador de sobretensión sobre la alimentación en energía, se aconseja él disponer también en las líneas de comunicación.

Basada en un enfoque simple y realista, el planteamiento Legrand descrito a continuación permite determinar fácilmente el nivel de protección que debe preverse a la cabeza de la instalación.
Este nivel de protección se califica de:
- estándar (★)
- elevado (★★)
- muy elevado (★★★)

Se determina según 2 criterios:
- el nivel de exposición del lugar (consultar al servicio de metereología más cercano)
- la situación de la instalación:
- situación del edificio
- naturaleza de la red de alimentación
- presencia de un limitador de sobretensión de punta

El planteamiento descrito sólo se refiere a la protección en el origen de la instalación.

Protecciones complementarias pueden resultar necesarias en función de su amplitud (longitudes de línea) y la sensibilidad de los materiales que deben protegerse (informática, electrónica...)
En el caso donde se instalan varios limitador de sobrete, se recomiendan algunas normas muy precisas de coordinación que deben ser aplicadas (ver página 127)

Niveles de protección que deben preverse a la cabeza de una instalación

Situación de la instalación	Densidad de fulminación		
	1 choque / 2 km2 / año	2 choques / 2 km2 / año	4 choques / 2 km2 / año
Situación del edificio			
Construcción densa	★	★★	★★
Construcción dispersa	★	★★	★★
Construcción aislada	★	★★	★★★
en montaña, cerca de un plano de agua o sobre una punta	★★	★★★	★★★
Red de alimentación			
Aérea	★	★★	★★★
Subterránea		★★	★★
Presencia de un pararrayos	★★★	★★★	★★★

La elección debe hacerse según el criterio más vinculante, el que preconiza el nivel de protección más elevado.

Aunque la presencia de un limitador de sobretensión no se recomienda expresamente, el costo de su instalación sería, en todos los casos, muy inferiores al de los daños que generarían un posible choque de rayo.

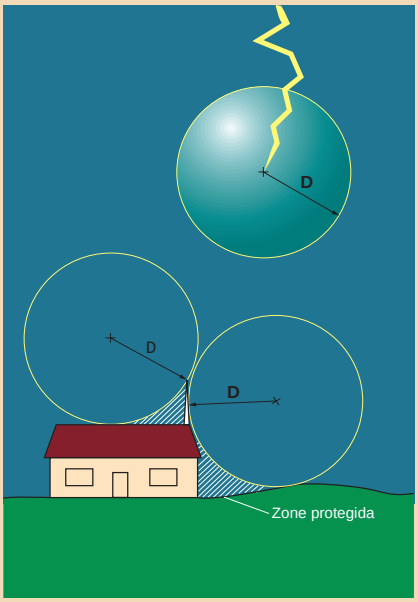
2 LA PROTECCIÓN CONTRA LOS EFECTOS DIRECTOS

1 El modelo electro geométrico

Después de la evaluación del riesgo de fulminación y sus posibles consecuencias en términos económicos, la elección de los dispositivos de captura del rayo (pararrayos) va a requerir un estudio de implantación consustancial a cada lugar.
En este enfoque, el objetivo será comprobar que el rayo tenderá preferencial "a caer" sobre puntos precisos y predeterminados y no sobre otras partes de los edificios u obras.
Para esto, se utiliza un método denominado "electro geométrico" que define la zona esférica "teóricamente" protegida por un pararrayos en función de la intensidad de la corriente de descarga del 1er arco. Cuanto más elevada es esta corriente, más probable es la captura y más amplia es la zona protegida.

Principio general del modelo electro geométrico

Se considera que la punta de la traza líneas (o cursor) representa el centro de una esfera ficticia, de radio D. Esta esfera se acompaña la marcha aleatoria del traza líneas.
El enfoque del primer elemento en contacto con esta esfera determinará el punto de impacto del rayo: un árbol, un techo, el suelo o un pararrayos si está dispuesto uno.
Más allá de los puntos de tangencia de esta esfera, la protección ya no está garantizada por el pararrayos.



El rayo teórico (D) de la esfera es definido por la relación:
$D = 10 \times I^{2/3}$ con D en metros e I en kA

D (m)	15	29	46	96	135	215
I (kA)	2	5	10	30	50	100

Para una protección óptima que integra los valores probables de corrientes de rayo más escasas (nivel de protección I), se considera una esfera de 20 m (I = 2,8 kA).

El modelo electro geométrico debe adaptarse en función del dispositivo de protección: pararrayos de tronco simple, jaula enmallada, hilo tenso cuyos volúmenes protegidos se definen en la norma Francesa NF C 17-100 (CEI 61024-1). Ésta define cuatro niveles de protección en función de la probabilidad de captura.

Niveles de protección según NFC 17-100 (Francia)

Nivel	I	II	III	IV
Probabilidades de captura (%)	98	95	90	80
Corriente mini de captura (kA)	2,8	5,2	9,5	14,7
Distancia de cebo máximo D (m)	20	30	45	60

Para los pararrayos activos con dispositivo de cebo, es necesario reportarse a las documentaciones de los fabricantes así como a la norma NF C 17-102 (Francia).



2 Los pararrayos de punta

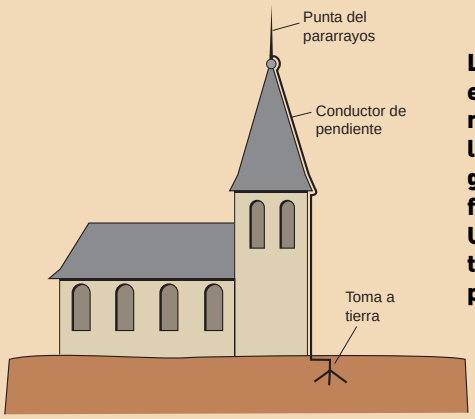
Tienen por objetivo proteger las obras contra los golpes de rayo directos. Al capturar el rayo y al pasar a la tierra la corriente de descarga de ésta, evitan los daños vinculados al impacto mismo del rayo y a la circulación de la corriente asociada.

Los pararrayos se clasifican en cuatro categorías.
- Los pararrayos de tronco simple (o de Franklin) están constituidos por una punta, de uno (o de varios) conductores de pendiente y de una toma a tierra.

- Los pararrayos con dispositivo de cebo Representan una evolución del tronco simple. Se equipan con un dispositivo de cebo que crea un campo eléctrico en su punta que favorece la captura del rayo y que mejora su eficacia.
Varios pararrayos pueden instalarse sobre una misma estructura. Éstos deben entonces ser interconectados así como sus tomas a tierra.

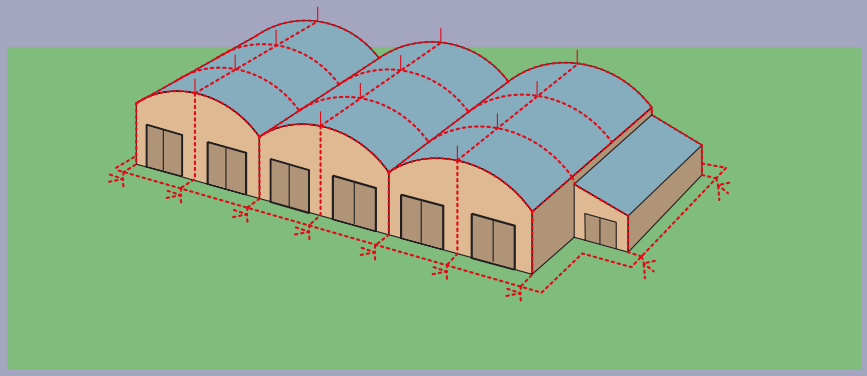
- Los pararrayos de jaula enmallada.
La jaula enmallada está constituida por una red de conductores dispuestos fuera del edificio para circunscribir completamente su volumen. Esta red puede completarse de troncos de captura (0,3 a 0,5 m de altura) regularmente dispuestos sobre los puntos destacados del edificio (cimas, canales...).
El conjunto de los conductores interconectados se conecta a la red de tomas a tierra (fondo de excavación) por varios conductores de pendiente.
El nivel de protección es definido por el tamaño de las mallas. Por ejemplo, para un nivel de protección I (esfera de radio D = 20 m) la malla no debe superar 5 m.

- Los pararrayos de hilos tensos.
Este sistema se utiliza en las partes de algunos edificios, zonas de almacenamiento exteriores, líneas eléctricas (hilo de guardia)...
El modelo electro geométrico de la esfera es aplicable.



La eficacia del tronco simple es elevada sobre los golpes de rayo importantes, pero se limita sobre los edificios de gran altura que pueden fulminarse lateralmente.
Una protección complementaria por cintura metálica puede ser necesaria.

Los pararrayos de jaula enmallada



Completan las disposiciones de dimensión de la malla de los edificios contra los campos electromagnéticos irradiados a los cuales deben interconectarse (véase equipotencialidad de nivel 4 página 94)



En presencia de un pararrayos, un pararrayos de tipo 1 debe instalarse a la cabeza de la instalación. Puede ser sustituido por pararrayos de tipo 2 instalados en el origen de cada una de las instalaciones derivadas, en el mismo edificio (edificio de apartamentos)

3 El plan de protección: las superficies de captura

Cuando el lugar que debe protegerse está constituido por varios edificios o que su amplitud no puede estar cubierta por un único dispositivo de captura (pararrayos), es necesario establecer un plan de protección de los lugares yuxtaponiendo las distintas superficies de captura teóricas.

La cobertura total de un lugar sigue siendo difícil si éste está constituido por obras de alturas diferentes.

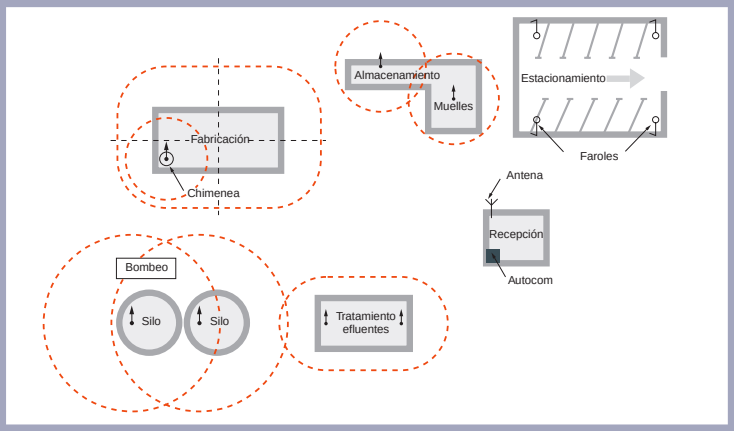
El plan de protección superpuesto a la implantación de los lugares permite imaginar las zonas no cubiertas, pero sobre todo debe ayudar a una verdadera reflexión que integra:

- La probabilidad de fulminación por la determinación de los puntos de impactos privilegiados (vueltas, chimeneas, antenas, farolas, mates...)
- La sensibilidad de los equipamientos albergados por los edificios (comunicaciones, informáticas, autómatas...)
- El riesgo potencial vinculado a la actividad o a la naturaleza de los materiales almacenados (incendio, explosión...)

Por último, no se olvidará que las conexiones múltiples entre los edificios (redes informáticas, tele vigilancia, comunicaciones, alarmas, y energía) pueden convertirse en vectores de perturbaciones bajo el efecto del campo electromagnético del rayo o bajo el del gradiente de potencial generado en el suelo.

Las protecciones de estas conexiones pueden ser de dos órdenes:

- el blindaje o faradización que va, además de la protección contra los campos, esencialmente a consistir en mantener la equipotencialidad de la conexión (conductor de masa unido, trenzado, pantalla conductora...)
- el desacoplamiento galvánico que va a separar eléctricamente los edificios (auto acopladores, fibras ópticas, transformadores de separación...).



En este sitio (ficticio) se constata que las zonas sensibles: fabricación, almacenamiento, tratamientos... fueron protegidos efectivamente por pararrayos o por jaula enmallada y que dos zonas no lo fueron, ya que se consideraron de escaso riesgo: la recepción y el estacionamiento. Una reflexión más a continuación pone de manifiesto que los faroles luminosos del estacionamiento pueden fulminarse y transmitir el choque de rayo a la instalación y que la recepción que alberga el auto conmutador telefónico y la antena de búsqueda de las personas (BIP) representa una zona a la vez vulnerable y sensible.

La estación de bombeo se encuentra teóricamente protegida por los pararrayos de los silos que es mucho más alta. Una situación que sólo debe no hacer olvidar en este caso, que la fulminación lateral es posible.

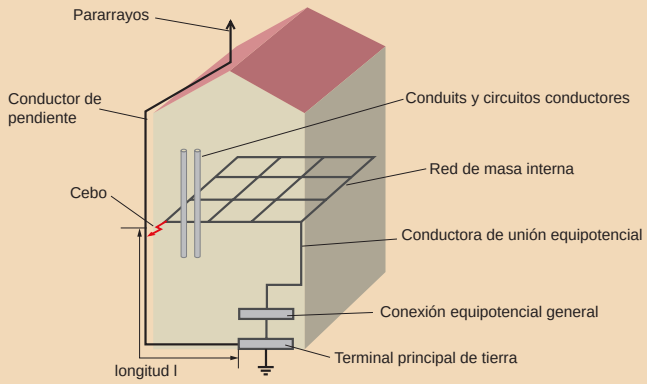
El plan de protección debe considerar los edificios y las obras que deben protegerse contra los choques directos del rayo, pero debe también tener en cuenta los elementos o las zonas no construidas cuya fulminación puede inducir efectos destructivos.

4 Los conductores de pendientes

Garantizan la conexión entre el propio pararrayos (tronco, jaula, hilo) y la toma a tierra.
Son sometidos a corrientes intensas y por lo tanto deben ser de sección suficiente, de forma plana, y seguir el recorrido más corto posible. No deben presentar, ni aumento, ni codos vivos. Los conductores pueden ser equipados de contadores de choques de rayo.

Se aconseja multiplicar los conductores de pendiente con el fin de disminuir las corrientes en cada uno ellos y los efectos térmicos, electrodinámicos inductivos asociados. Las pendientes deben conseguir un circuito de tierra enmallado y equipotencial.

Interconexión de los conductores de pendiente con las redes de masa de los edificios.



En los edificios que son de varios pisos, se recomienda conectar al (o los) conductor (es) de pendiente del pararrayos a las redes de masa de cada piso. Si esto no se hace, la diferencia de potencial que aparece entre el conductor de pendiente y las masas internas podría producir un cebo a través de las paredes del edificio.
En efecto, la circulación de la corriente de rayo HF corre el riesgo de generar una muy importante subida en potencial del conductor de pendiente (varios centenares de kV) a causa del aumento de su impedancia en alta frecuencia (ver página 142).

Las consecuencias en la instalación de los efectos inducidos por la circulación de la corriente de rayo en los conductores de pendiente pueden minimizarse:
- multiplicando el número de pendientes con el fin de dividir la corriente y limitar sus efectos inducidos
- garantizando la interconexión de los conductores de pendiente con las redes de masas a todos los niveles del edificio
- constituyendo redes de masa equipotenciales que integran verdaderamente todos los elementos conductores incluso los inaccesibles: conductos de fluidos, circuitos de protección, refuerzos del hormigón, estructuras metálicas... ver página 90
- evitando colocar los conductores de pendiente cerca de locales o aparatos sensibles (informático, telecomunicación...)



Toma a tierra de pararrayos

5 La red de tierra

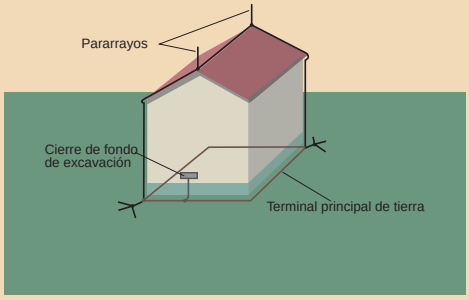
Constituye un elemento esencial de la protección contra el rayo: por una parte, todas las masas, ellas mismas interconectadas, deben ser conectadas; por otra parte, deben estar en condiciones de pasar la corriente de rayo evitando la subida de potencial de la propia red de tierra y del suelo circundante. Aunque deba ser suficientemente escaso (< 10Ω), el valor de la resistencia en baja frecuencia de la toma a tierra importa menos que su forma y su dimensión en lo que se refiere a la conducción de la corriente de rayo de alta frecuencia.
Generalmente, cada pendiente debe conseguir una toma a tierra que puede estar constituida por conductores (tres como mínimo) dispuestos como patas de ganso ocultos al menos a 0,5 m de profundidad o por estacas de tierra, dispuestas preferiblemente en triángulo. Las modalidades y longitudes de conductores ocultos se definen en la norma NFC 17-100 (Francia).

La red de tierra debe ser única.
Deben prohibirse circuitos distintos e independientes (informático, pendiente de pararrayos) lo que no excluye tomas a tierra (electrodos) múltiples si están muy interconectadas.

Interés de la consideración de la protección contra el rayo a partir desde su concepción

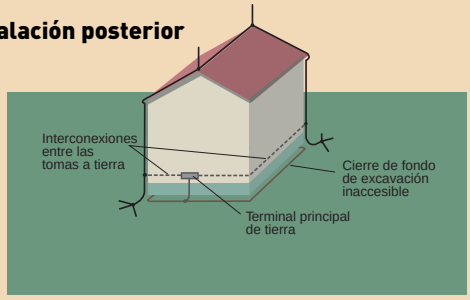
Puede ser difícil reconciliar la implantación óptima del pararrayos, la circulación del conductor de pendiente y su conexión a la red de tierra. De ahí la importancia de una consideración de la protección ante el rayo desde el principio del proyecto.

Instalación en la construcción



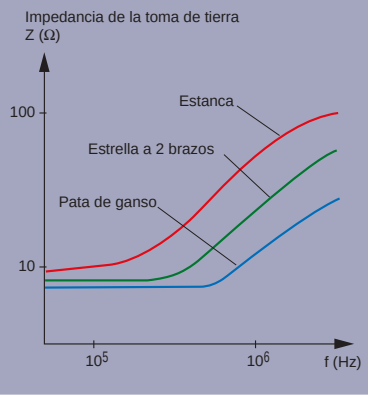
Las pendientes de los pararrayos se conectan directamente al cierre de fondo de la excavación. Patas de ganso en los puntos de unión mejoran la impedancia en alta frecuencia.

Instalación posterior



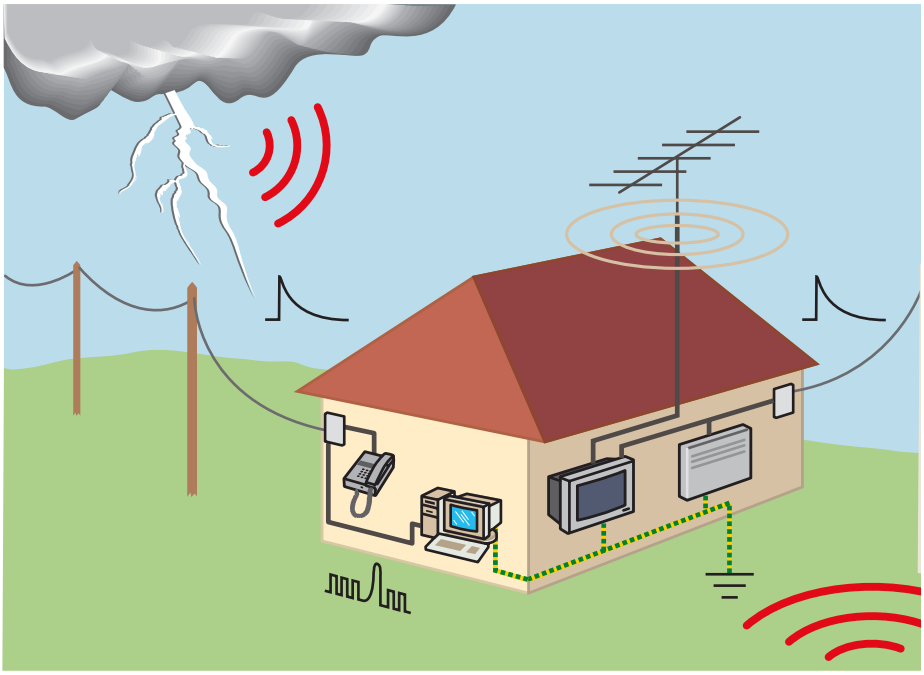
La inaccesibilidad al cierre de fondo de excavación implica la realización de interconexiones difíciles y gran longitud.

Las tomas a tierra se conciben generalmente para pasar las corrientes de defecto en baja frecuencia. La resistencia de los conductores ocultos, incluso si son de gran longitud es desdeñable ante la resistencia de la toma a tierra (algún mili ohms a comparar a algunos ohmios).
Entonces de un choque de rayo, la corriente que debe pasarse es de naturaleza HF (> 1 MHz) y la impedancia de la toma a tierra implica entonces un componente inductivo preponderante. Para limitar este efecto, la geometría de la toma a tierra debe adaptarse: la experiencia pone de manifiesto que la pata de ganso es la mejor disposición.
Como por los conductores de pendiente, uniones y conexiones deben efectuarse con conductores planos.



3 LA PROTECCION CONTRA LOS EFECTOS INDIRECTOS

Se designa por efectos indirectos, las consecuencias de un choque de rayo que puede haber tenido lugar sobre la propia obra, y también a la distancia o en las líneas a las cuales se conecta.
Se considera que la corriente de rayo y sus efectos pueden alcanzar la instalación por tres métodos de acceso:
- todas las líneas eléctricas (energía, telecomunicaciones, televisión...) entrando o saliendo del edificio
- el suelo, a raíz de su subida de potencial, mediante las masas, la red de tierra y los conductores de protección,
- todos los cierres conductores (estructuras del edificio...), redes internas (energía, telecomunicación...) que pueden ser la sede de tensiones inducidas bajo el efecto del campo magnético generado por la corriente de rayo.



1 Principios generales

El principio de la protección contra los efectos indirectos del rayo consiste en impedir que la energía perturbadora, o incluso destructiva, puede alcanzar los aparatos y equipos. Para ello, tres condiciones son necesarias.
- limitar la subida de potencial de la instalación derivando la corriente hacia el potencial de referencia bajo (red de masa y tierra), es el papel de los pararrayos
- evitar la aparición de sobre tensiones peligrosas entre los aparatos mismos y entre los circuitos de protección y las distintas masas metálicas, es el papel de la red de masas equipotencial
- minimizar los efectos de inducción debidos a los campos generados por el propio impacto del rayo y por los conductores de pendiente de los pararrayos en todos los cierres conductores (líneas eléctricas de energía y comunicaciones) y también estructuras de los edificios; es la localización pertinente de los equipos y de su cableado lo que permite limitar las tensiones inducidas.

Cualquiera sea el método de acceso, la energía del choque del rayo va a traducirse en una señal impulsada característica de tensión y corriente cuyos valores serán en función incluso de la estructura de la instalación y del sitio en cuestión. La elección de los niveles de pruebas se establece a partir de estas condiciones.
El choque de rayo entregado por un generador especial, llamado híbrido ,generalmente está simulado por una señal combinada o compuesta, de tensión 1,2 / 50 µs y de corriente 8 / 20 µs (pararrayos de tipo 2) según la definición de la norma internacional CEI 60060-1.
La 1° cifra designa el tiempo de subida (duración del frente) y la segunda calcula el tiempo de bajada de la señal a la mitad de su valor (véase página 53).

Ondas de corriente 10 / 350 son utilizadas por los limitadores de sobretensión muy a alta energía (tipo 1) o bien se aplica una onda de tensión 10 / 700 (CCITT) para las líneas y los accesos de los circuitos de telecomunicación a larga distancia.

La elección de poner una protección por limitadores de sobretensión, debe basarse en la adecuación entre el valor potencial de la tensión de choque y el valor de la sobre tensión que debe superarse para la clase de instalación. La tensión de choque definida por la norma internacional CEI60664-1 es en función de la tensión de alimentación y del sitio en la instalación en cuestión.

Valores prescritos de comportamiento a los choques para los materiales en red 230/400 V

Categoría en sobre tensión	Situación en la instalación	Tipo y características de los materiales	Uimp (kV) Situación controlada(1)	Situación natural (2)
IV	Orígenes / conexión	Materiales instalados aguas arriba del tablero de distribución:contadores, medidores, cortacircuitos y cortacircuitos de cabeza (AGCP)...	6	4
III	Distribución / repartición	Materiales que pertenecen a la instalación fija: equipo, cortacircuitos, tomas corriente, canalizaciones, cajas de enchufes, o materiales de uso industrial conectados a residencia: motores, hornos...	2,5	
II	Cargas / aparatos	Materiales de utilización destinados a conectarse: herramientas y aparatos domésticos	2,5	1,5
I	Especiales / protegidos	Materiales sensibles de comportamiento reducido implica circuitos electrónicos. Una protección próxima o integrada puede ser deseable	1,5	0,8

(1)designa en situación controlada, una instalación donde las sobre tensiones transitorias son reducidas (> Uimp) por una protección en la propia línea o al origen de la instalación (ejemplo: red aérea protegida).
(2) La situación natural se considera para las instalaciones donde el riesgo es naturalmente escaso. La protección pararrayos generalmente no se juzga necesaria (ejemplo: red enteramente subterránea). Valores más bajos (valores no normalizados) del comportamiento de los aparatos pueden aceptarse en esta situación (NF C 15-100 capítulo 443-3).

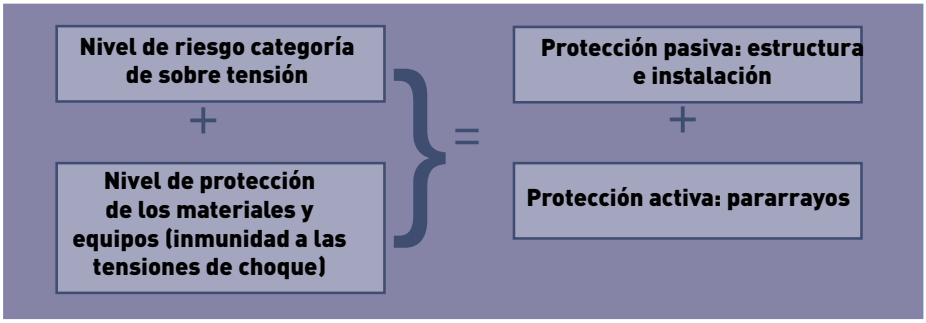
La clase de instalación (5 clases) es definida por la norma internacional CEI 61000-4-5.
Los equipos deben haber sido calificados para las tensiones de choques que corresponden a sus condiciones de instalación.

Clasificación según la marca CEI 61000-4-5

Clase	Tensión de choque máximo	Condición de instalación
0	25 V	Bien protegidos: se equipa a todos los conductores de llegada de pararrayos. Los materiales se conectan a una red de masa poco influida sobre por las perturbaciones. El material electrónico está dotado con su propia alimentación. En general, sala o instalación especial.
1	500 V	Parcialmente protegidas: condiciones similares a la clase 0 pero dónde maniobras de conmutación pueden producir sobre tensiones.
2	1 kV	De cableado separado: la alimentación eléctrica se separa bien de los otros circuitos. La red de masa de los circuitos de energía se someten a las perturbaciones de la instalación o el rayo.
3	2 kV	De cableado común: los cursos de los conductores de energía y señales son paralelos. El material electrónico protegido y el material eléctrico se conectan a la misma red de alimentación. La red de masa se somete a perturbaciones importantes.
4	4 kV	De interconexión por cables exteriores y cableado común entre conductores de energía y señales. La instalación se conecta a la red de masa del circuito de energía. La red de alimentación es común a todos los circuitos.
5	4 kV (1)	De conexión en líneas aéreas. El material eléctrico y electrónico se somete a las perturbaciones de las líneas pero éstas se proporcionan de una protección primaria. No existe red de masa o dispositivo conveniente de puesta a tierra.
X	x kV	Condiciones específicas que deben definirse.

(1) 6 kV aconsejada

La inmunidad a los choques de rayo declarado de un componente no garantiza la del equipo al cual se integra y no supone de sus condiciones instalación.
Por lo tanto, es indispensable una visión global.



El riesgo vinculado a los efectos indirectos del rayo no es nunca completamente nulo. El costo excesivo de las protecciones, y las pérdidas potenciales, es desdeñable y reembolsado al 1er accidente. Pero los pararrayos no son una panacea si se ponen en una instalación mal concebida.
La mejor protección pasará por las precauciones tomadas en la estructura y la puesta en marcha de ésta (protección pasiva).

2 La protección pasiva

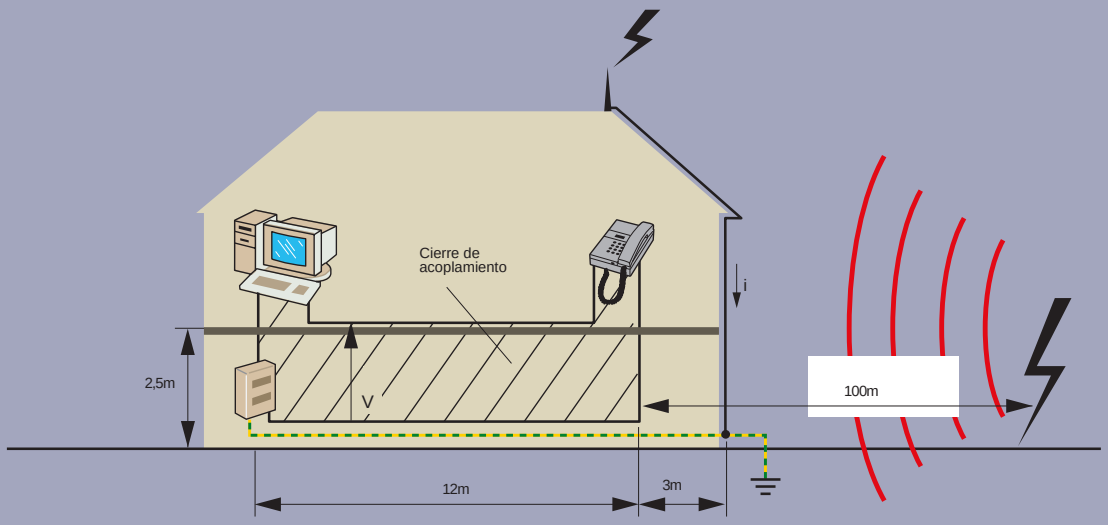
Los términos de estructura y puesta en marcha de la instalación designan:
- la equipotencialidad que es realizada por la red de masa y cuyos cinco niveles se proponen (véase página 90),
- la separación eléctrica de las alimentaciones entre los circuitos llamados "sensibles" y los circuitos de potencia (véase página 95).
- La separación geométrica de los circuitos destinada a limitar los acoplamientos por diafonía entre los conductores de estos circuitos (véase página 96).
Nota: la existencia de cierres de acoplamiento sensibles al campo electromagnético generado por el rayo revela aspectos dimensionales (superficie del cierre sujeto al campo) y geométrica (curso de los conductores) y debe distinguirse del concepto de distancia de cohabitación entre los propios conductores (distancia de separación).
- los esquemas de conexión a tierra (o regímenes de neutro) cuyo tipo tiene una influencia sobre el comportamiento de la instalación (véase página 195) y por consiguiente sobre la elección de los pararrayos.

Red de masa o toma a tierra

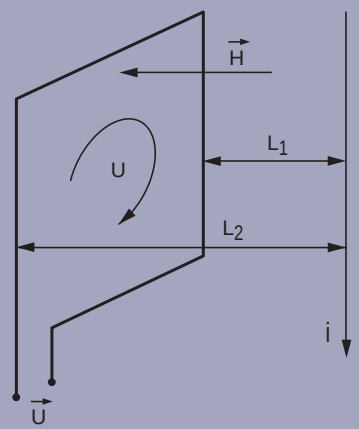
La normalización utiliza el término de dispositivo de puesta a tierra para designar, sin distinguirlos, a la vez los conceptos de redes equipotenciales y toma de tierra.
Contrariamente a los prejuicios, el valor de la toma de tierra no tiene una influencia significativa para la protección pararrayos. Es incluso posible establecer tal protección en su ausencia (véase página 195). En la práctica, no se puede impedir la subida local del potencial del suelo al cual se conecta la toma de tierra. En efecto, su impedancia tiende mucho a aumentar bajo el efecto de la corriente de choque de rayo (forma de onda con impulso y elevada frecuencia).
Es pues a la red de masa que corresponderá mantener un potencial de referencia bajo, sensiblemente equipotencial sobre toda la amplitud de la instalación y es a esta red que será necesario conectar los pararrayos (ver página 198).

El campo electromagnético irradiado

La corriente de descarga del rayo por impacto directo o transportado por el conductor de pendiente de un pararrayos genera un campo cuyos componentes eléctricos y magnéticos alcanzan valores considerables: varios kV/m y varias decenas de micro teslas (μT).
Todos los conductores reciben estas radiaciones, formando una antena más o menos adaptada, que se convierten en la sede de corrientes inducidas. Es sobre todo sobre los conductores que materializan cierres de gran superficie (véase página 59) que el efecto de la inducción magnética (campo H) es preponderante.



El campo generado por la corriente i (varios kA) en la pendiente del pararrayos se acopló sobre el cierre formado por los conductores en el edificio generando una tensión V de varios kV.
Este reducido fenómeno, se produce también para un impacto distante, incluso a varios centenares de metros.
Como ejemplo una corriente de rayo de 10 kA a 100 m generará una sobre tensión de 600 V en un cierre de 30 m2.
La misma corriente de rayo en la pendiente de pararrayos (situada a 3 m) generará una sobre tensión superior a 15 kV.
En el 1er caso, la sobre tensión puede absorberse sin demasiados daños, en el segundo será indudablemente destructiva.
Ésta es la ilustración que muestra la presencia de un pararrayos sólo es posible si se instalan algunos pararrayos en la instalación.



Acoplamiento inductivo de un único conductor sobre un cierre: la tensión V vale:

$$V = M \times \frac{di}{dt}$$

M es un coeficiente que caracteriza el acoplamiento en función de las distancias L1 y L2, de la superficie del cierre y la permeabilidad magnética del medio. En la práctica, se considera que el plan del cierre está ortogonal a la corriente i (por lo tanto L1 = L2) y que la distancia es grande con relación a la dimensión del cierre.

La protección pasiva
Lógica de configuración: estructura y puesta en marcha de la instalación

La protección pasiva es definida por conceptos independientes cuyo valor, para algunas, es cualitativo y difícil de apreciar con precisión: alcance de la instalación, separación de los circuitos, nivel de equipotencialidad. El lógico grama siguiente debe pues leerse como un indicador del nivel de la protección pasiva:
- buena cuando un máximo de criterios está en la zona verde,
- mala cuando una mayoría está en rojo,
- y media en los casos intermedios (niveles anaranjados o niveles verdes y rojos presentes juntos, por ejemplo régimen TN para un lugar enorme).

Clase de instalación de los equipos (tensión de choque de rayo)

5 (6 kV)	4 (4 kV)	3 (2 kV)	2 (1 kV)	1 8500V)	0 (25 V)

Régimen de neutro

TT	IT	TN

Amplitud de la instalación (cierres)

enorme (lugar)	gran (edificio)	Pequeña (casa)

Separación geométrica de los circuitos

no separados (acoplamiento)	separados	blindados (poco acoplamiento)

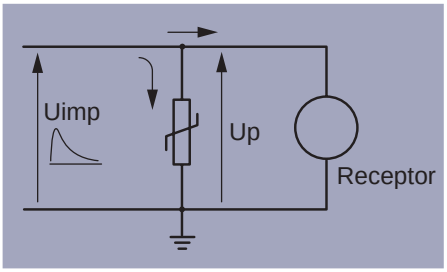
Separación de la alimentación de los circuitos sensibles

misma alimentación	alimentación separada	fuente separada

Nivel de equipotencialidad

0 conductores de protección	1 conductores de masa	2 conexiones equipotenciales	3 malla isla	4 malla total

3 Principio de la protección por rayos

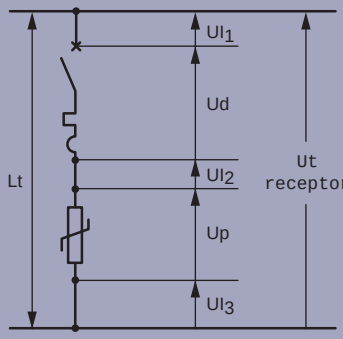


La tensión de impulso Uimp, debida al choque de rayo, corre el riesgo de propagarse en una instalación con sus efectos destructivos.
El limitador de sobretensión va entonces a comportarse como un verdadero cortocircuito para la mayor parte de la energía sobre la red de masa equipotencial. La toma a tierra va a llevar de inmediato el potencial a 0V con un decalage temporal debido a su impedancia. Para tener eficacia, el limitador de sobretensión debe ser conectado con los conductores más cortos posible (como para un cortocircuito voluntario).
En efecto, la corriente de descarga, de alta frecuencia, es rápidamente reducida por la impedancia de los conductores insertos en el circuito del pararrayos.
En la práctica, se recomienda que la longitud total del circuito limitador de sobretensión no exceda 0,5 m. Una exigencia no siempre fácil de cumplir, pero que el uso de las masas disponibles en proximidad ayudan a satisfacer.

Norma de los 0,5 m

En teoría, en un choque de rayo, la tensión Ut aplicada al receptor es igual a la tensión de protección Up del limitador de sobretensión (por su I max) pero en la práctica ésta es más elevada.
En efecto, debemos añadir, las caídas de tensión debidas a las impedancias de los conductores de conexión del limitador de sobretensión y de su dispositivo de protección:

$$Ut = Ul_1 + Ud + Ul_2 + Up + Ul_3$$



Como ejemplo, la caída de tensión en 1 m de conductor recorrido por una corriente a impulso de 10 kA durante 10 µs alcanzará 1.000 V

$$\Delta u = Lx \frac{di}{dt}$$

di: variación de corriente 10000 A
dt: variación de tiempo 10 µs
L: inductancia de 1m de conductor = 1 microhenry
Valor Δu que debe añadirse a la tensión Up

La longitud total Lt debe ser la más corta posible; en la práctica se recomienda no sobrepasar 0,5 m.
En caso de dificultad, la utilización de conductores amplios y planos (trenzas aisladas, barras flexibles aisladas) puede resultar útil (ver página 142).

Sección mínima de los conductores de conexión de los pararrayos

Capacidad del pararrayos	Sección (mm²)
estándar: Imax 15 kA	6
elevada: Imax 40 kA	10
alta: Imax 70 kA	16



Contrariamente a los prejuicios, no es indispensable conectar el limitador de sobretensión al terminal principal de tierra cuando está demasiado distante. La conexión a la unión equipotencial local más cercana y la más accesible resulta más eficaz respetando la norma del 0,5 m. (véase página 198 "Estructura de la red de protección").

La sección mínima recomendada de los conductores de conexión toma en cuenta el valor máximo de la corriente de descarga y las características del dispositivo de protección de final de vida (disyuntores DX) (véase página 128). Es ilusorio aumentar esta sección para compensar una distancia de conexión demasiado grande.
En alta frecuencia, el aumento de la impedancia de los conductores está directamente vinculado a su longitud (véase página 142).



Limitador de sobretensión de alta capacidad (40 kA), a la cabeza de un armario de automatismo industrial: la placa llena de montaje (acero galvanizado) garantiza la conexión equipotencial y la conexión a tierra.



La utilización de un repartidor Lexic permite conectar fácilmente un limitador de sobretensión para la protección de un grupo de circuitos.

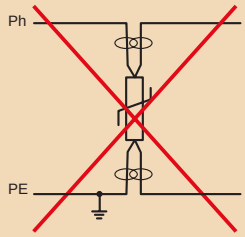


Los elementos de los chasis, montantes y rieles, de los envolventes XL, poseen una conductibilidad que garantiza la continuidad equipotencial necesaria para la conexión del borne de tierra de los limitador de sobretensión, aquí un modelo de alta capacidad 70 kA.

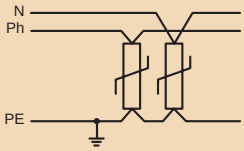
La utilización de las masas con fines de conexión equipotencial de los limitadores de sobretensión debe por supuesto acompañarse de precauciones de construcción y puesta en marcha (véase página 134).
La continuidad de las masas de las dotaciones XL/XL-A fue objeto de medidas de eficacia y equivalencia de sección eléctrica (véase página 593) que permite utilizarla como conductor PE y también para la conexión de los limitadores de sobretensión. Por otra parte, se debe tener en cuenta que además de ser fácilmente accesibles y respetar la norma de los 0,5 m, las masas de las dotaciones XL/XL-A presentan una impedancia en alta frecuencia mucho más escasa (inductancia típica < 0,01 µH/m) que las de un conductor.

La utilización de las masas de otros envolventes que XL/XL-A o de rieles, en particular, en aluminio, para la conexión de los limitadores de sobretensión no debe hacerse sin validación previa.
En caso de duda, es entonces preferible conservar un conductor de hilo para una conexión al borne o al colector de los conductores de protección.

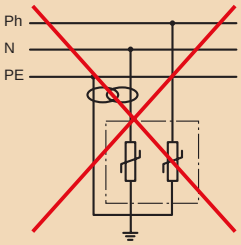
Algunas configuraciones de cableado pueden crear acoplamientos entre los conductores aguas arriba y aguas abajo del limitador de sobretensión favoreciendo así la propagación de la onda del rayo en la instalación.



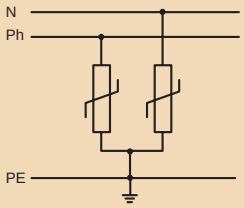
Conductores aguas arriba y aguas abajo conectados sobre el terminal del pararrayos con curso común.



Conductores conectados sobre el mismo borne pero bien separados (limitador de sobretensión de circuito).



Conductor de vuelta del borne de tierra del limitador de sobretensión cercano a los conductores de entrada.



Conductores de conexión del limitador de sobretensión separados y los más cortos posibles (pararrayos cabeza).

4 Las longitudes protegidas

La elaboración de una buena protección por limitador de sobretensión debe absolutamente tener en cuenta la longitud de las líneas que abastecen a los receptores que deben protegerse. En efecto, más allá de una determinada longitud d, la tensión aplicada al receptor puede, por fenómeno de resonancia, superar ampliamente la tensión de limitación prevista.
El riesgo de resonancia está vinculado a las características de la instalación (conductores, redes de masa) y el aumento de la sobre tensión potencial está vinculada al valor de la corriente de choque.
Las normas de longitud máximas preconizadas están incluidas pues en el determinado empirismo el que se puede basar en tres claves de entrada:
- posición del pararrayos
- constitución de la red de masa
- sección de los conductores.

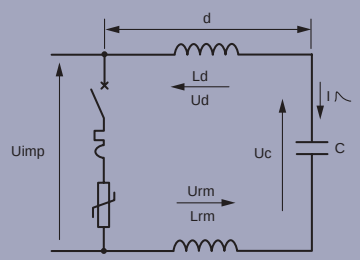
Longitud de línea máxima entre el limitador de sobretensión y el aparato que debe protegerse

Posición del pararrayos		a la cabeza de la instalación		no a la cabeza de la instalación	
Sección de los conductores		doméstica (cable de hilo)	industrial (grandes cables)	doméstica (cable de hilo)	industrial (grandes cables)
Constitución de una red de masa	conductor PE	< 10 m	10 m	10 m (1)	20 m (1)
	malla / equipotencial	10 m	20 m	20 m (1)	20 m (1)

(1) protección aconsejada para a punto de utilizar si la distancia es superior

Más allá de una determinada longitud d, el circuito protegido por el limitador de sobretensión va a entrar en resonancia cuando inductancia y capacidad sean iguales: La impedancia del circuito se reduce entonces a su resistencia.

$$(L\,\omega = -\frac{1}{C\omega})$$



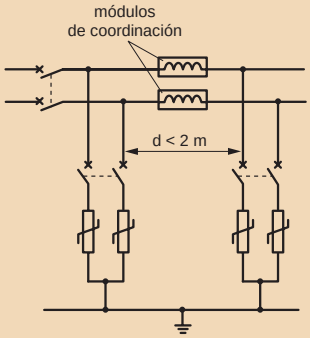
C: capacidad que representa la carga
Ld: inductancia de la línea de alimentación
Lrm: inductancia de la red de masa

**A pesar de la parte absorbida por el limitador de sobretensión, la corriente de rayo I residual sobre el circuito, sigue siendo a impulso. Su aumento, debido a la resonancia va a traducirse en subidas importantes de las tensiones Ud, Uc y Urm.
La tensión aplicada al receptor puede duplicarse en estas condiciones.**

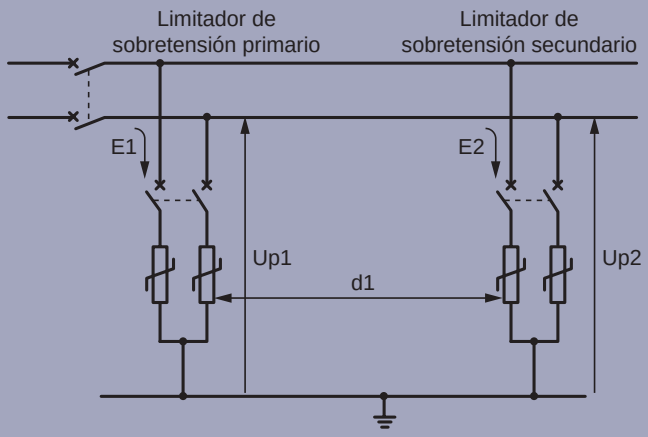
5 La coordinación de los limitadores de sobretensión

A menudo se hace necesaria la instalación de varios limitadores de sobretensión cuando la distancia entre el limitador de sobretensión y el material es demasiado grande y también cuando el nivel de supresión del limitador de sobretensión de cabeza no es suficiente, lo que sucede en cuanto se trata de proteger materiales sensibles. Para los materiales muy sensibles, un tercer nivel llamado de proximidad, es incluso necesario. Esta disposición de varios limitadores de sobretensión requiere su coordinación para que cada uno de entre ellos absorba de manera óptima la energía y limite lo más posible la propagación del choque de rayo en la instalación. La coordinación de los limitadores de sobretensión es un concepto complejo que debe ser objeto de estudios y pruebas. Los fabricantes aconsejan distancias mínimas entre los limitadores de sobretensión o la interposición de inductancias de desacoplamiento.

Los módulos de coordinación Legrand Ref. 039 62/63 permiten coordinar dos limitadores de sobretensión en un mismo tablero (hasta 63 A), sin tomar en cuenta las distancias entre éstos.
Es necesario instalar 1 módulo por conductor activo del circuito que debe protegerse



Coordinación de los limitadores de sobretensión



Limitadores de sobretensión primario y secundario deben coordinarse para que la energía total que debe disiparse (E1 + E2) se distribuya sobre cada uno de ellos en función de su capacidad de flujo. La distancia d1 permite desacoplar los limitadores de sobretensión evitando así que una parte demasiado importante de la energía pase directamente al limitador de sobretensión secundario con el riesgo de destruirlo. Una situación que, de hecho, depende de las características de cada uno de los pararrayos. Dos limitadores de sobretensión idénticos (por ejemplo Up: 2 kV e Imax: 40 kA) pueden instalarse sin exigencia de distancia d1: la energía se distribuirá por igual sobre los dos pararrayos. Pero dos limitadores de sobretensión diferentes (por ejemplo Up: 2 kV/Imax: 40 kA y Up: 1 kV/ Imax: 15 kA) deberán alejarse al menos 10 m para evitar que el segundo limitador de sobretensión esté demasiado exigido.

Norma empírica

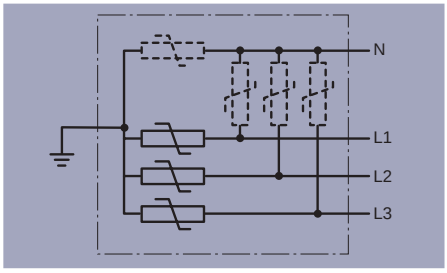
En ausencia de indicación, tomar d1 (en metros) al menos igual al 1% de la diferencia entre Up1 y Up2.
Por ejemplo:
Up1 = 2,5 kV y Up2 = 1,4 kV ⇒ Up1- Up2 = 1100V ⇒ d1 = 11m mínimo.
Up1=1,4 kV y Up2 = 1 kV ⇒ Up1- Up2 = 400V ⇒ d1 = 4m mínimo.

La instalación de limitadores de sobretensión no debe perjudicar a la continuidad de servicio, lo que sería contrario al objetivo que se persigue. Éstos deben pues instalarse, en particular, en cabeza de instalación doméstica o asimilada en régimen TT, de acuerdo con un dispositivo diferencial retrasado modelo S.
Una precaución que no debe hacer olvidar que para elevados choques de rayo (> 5 kA), el diferencial correrá el riesgo sin embargo de desconectar.

- Final de vida

Los limitadores de sobretensión deben protegerse contra los efectos térmicos y los cortocircuitos.
Después de cada golpe de rayo, la corriente de fuga aumenta ligeramente. Con el tiempo, el componente de varistancia envejece y se recalienta.
Un dispositivo de desconexión interno pone el pararrayos fuera del circuito en final de vida; un indicador o un contacto muestra el estado de desconexión para proceder al cambio del módulo.
El valor Imax caracteriza la corriente que el limitador de sobretensión puede hacer pasar.
Más allá de este valor, se destruirá con un cortocircuito.
Por ésta razón, un disyuntor externo, en serie con el limitador de sobretensión, deberá instalarse según las indicaciones.
Todos los limitadores de sobretensión Legrand deben ser protegidos por disyuntores DX 6.000 calibre 20 A para las capacidades normales y elevadas y Dx-h 10000 calibre 40 A para los modelos de alta capacidad.

6 Constitución de los limitadores de sobretensión y del régimen de neutro



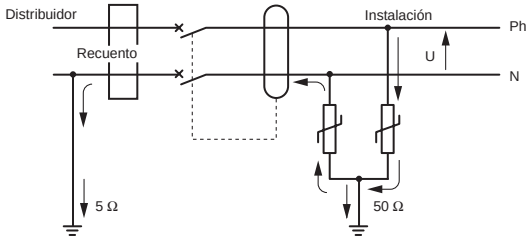
La constitución de los limitadores de tensión (número y posición de los dispositivos limitadores) enfunción de los regímenes de neutro, es comúnmente objeto de reglas admitidas (véase cuadro siguiente.

Presencia mínima de dispositivos limitadores de sobretensión

Régimen de neutro	Dispositivos limitadores fases / tierra	neutro / tierra	fases / neutro
TT	●	●	● (2)
IT	●	● (1)	
TN - C	●		
TN - S	●	● (2)	● (2)

(1) si neutro distribuido
(2) ver a continuación

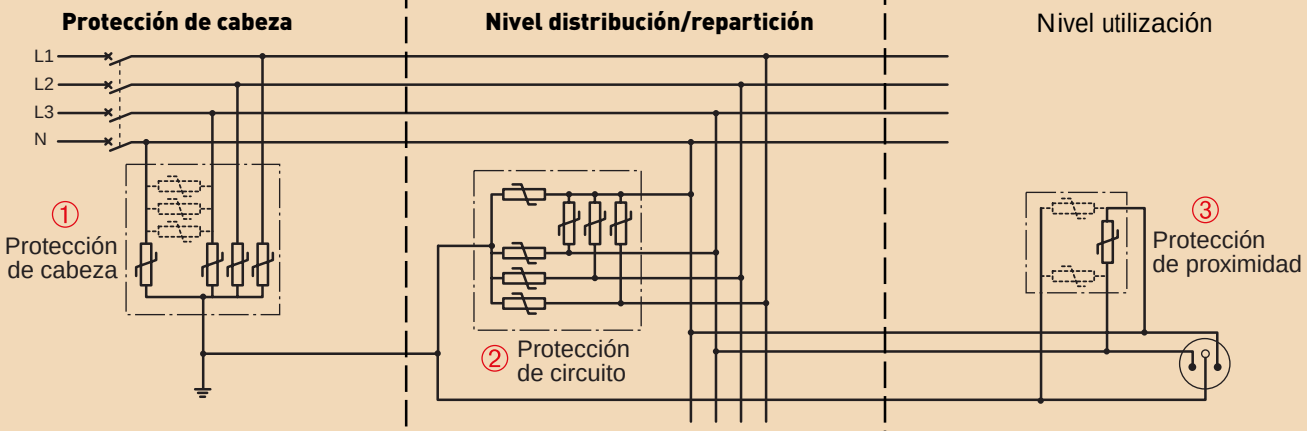
Sin embargo, deben tomarse precauciones ya que las condiciones de las sobre tensiones de modo común (fases / neutro), pueden variar en función del sitio de la protección en la instalación (protección primaria, secundaria o terminal) y características propias de esta instalación.
Así pues, la protección fases / neutro en régimen TT se justifica cuando el neutro de la parte del distribuidor se conecta a una toma de escaso valor (algunos ohmios) mientras que la toma a tierra de la instalación es de algunas decenas de ohmios. El circuito de vuelta de la corriente corre el riesgo entonces de hacerse por el neutro de la instalación más bien que por la tierra.
La tensión U de modo diferencial, entre fase y neutro podrá crecer hasta un valor igual a la suma de las tensiones residuales de cada elemento del pararrayos, o sea al doble del nivel de protección en modo común.



Un fenómeno similar puede producirse en TN-S si los dos conductores N y PE se separan o son mal equipotencializados. Nos arriesgamos a que la corriente tome como camino de vuelta al conductor de neutro en vez de tomar el conductor de protección y la red de masa.

Es esencial verificar que los pararrayos puestos en marcha sean compatibles con el régimen de neutro. Los regímenes compatibles están dados por cada uno de los pararrayos Legrand.

Puede definirse un modelo teórico de protección óptimo, aplicable a todos los regímenes de neutro, aunque en los hechos, los limitadores de sobretensión asocian prácticamente siempre protección de modo común y protección de modo diferencial (excepto en modelos IT o TN-C).



La protección de la cabeza (enseñanza primaria) de instalación permite derivar a la red equipotencial y a la tierra la mayor parte de la energía incidente (sobre tensión de modo común transportado por la red de energía)

La protección de circuito (secundario) completa la protección anterior por coordinación y limita las sobre tensiones de método diferencial nacidas de la configuración misma de la instalación.

La protección de proximidad (terminal) garantiza la supresión final de las sobre tensiones de método diferencial, más peligrosas para los aparatos (véase página 196. aunque el terminal esté integrado lo más a menudo posible a los pararrayos, la eficacia de una protección de Método común (fase / tierra y neutro / tierra) es limitado generalmente en el ámbito terminal por la longitud de los conductores de protección.

La protección activa
Lógica de configuración: localización de los pararrayos

Un limitador de sobretensión debe siempre instalarse lo más cerca posible del material que debe protegerse, pero una protección terminal ③, sola, no está en condiciones de limitar suficientemente la energía.
Un limitador de sobretensión colocado a la cabeza de la instalación ①, permite solamente derivar la mayor parte de la energía pero no protege toda la instalación y los materiales que se conectan allí.
La protección de circuito ②, complementaria a la protección de cabeza, asegura una protección dependiente de la amplitud de la instalación y la naturaleza de los riesgos (exposición/sensibilidad de los materiales).
Una protección limitador de sobretensión eficaz requiere generalmente la combinación de varios limitadores de sobretensión.

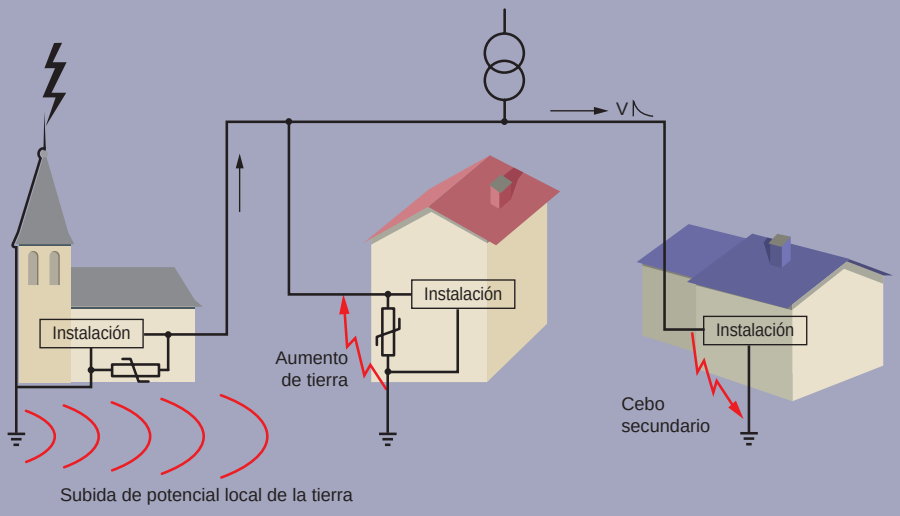
Sensibilidad de los materiales	Nivel de protección (ver página 113)		
	Estandar ★	Elevado ★★	Muy elevado ★★★
Muy sensible (informática, electrónica)	① + ③	① + ③	① + ② + ③
Sensible (electrodomésticos)	①	① + ②	① + ② + ③
Poco sensible (motores, calefactores)	①	①	① + ②

Elección números, tipo y posición de los pararrayos página 296

La abreviatura imp (del inglés impulso) se utiliza para designar las características de impulsión de tensión Vimp y de corriente Iimp. Para los limitadores de sobretensión, se recomienda ajustarse a la norma Francesa NF C 61-740 (EN 61-643-11).
La sigla SPF designa de manera sintética el "Sistema de Protección Rayo" que incluye toda la instalación exterior (limitadores de sobretensión) e interior (pararrayos) que protege una obra o una estructura.

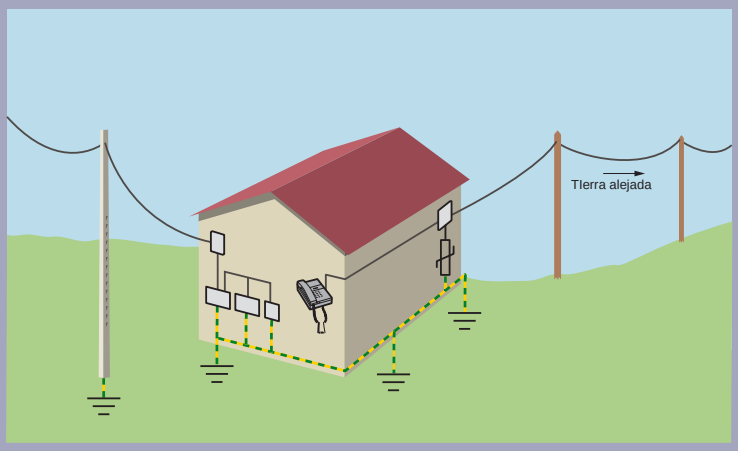
El aumento del potencial de tierra

El rayo que cae sobre un pararrayos o incluso directamente sobre el suelo, causa un aumento local del potencial de tierra. Éste se propaga entonces a las instalaciones vecinas mediante sus tomas a tierra y sus redes de masa, y a las instalaciones más distantes mediante la red de distribución.



Cerca del choque del rayo, una sobre tensión, llamada aumento de tierra, se propaga de la tierra hacia la red, o a través de la instalación (con efectos destructivos), o por cebo de los pararrayos. En este último caso, la instalación se protege, pero otras instalaciones abastecidas por la misma red no lo son inevitablemente. La sobre tensión V, que se propaga, puede entonces causar cebos secundarios destructivos entre conductores activos y forma, en instalaciones más distantes cuya tierra se hace referencia a un diferente potencial.
Este tipo de fenómeno puede constatarse en las instalaciones de los edificios próximos a una iglesia cuyo campanario se fulminó.
Para limitar las consecuencias de tales fenómenos siempre difíciles de prever, sería necesario:
- equipar de limitadores de sobretensión todas las instalaciones abastecidas por una misma red BT
- volver equipotenciales todas las redes de masa mediante tomas a tierra interconectadas. Una solución realizable sobre edificios agrupados (fábricas), pero ilusorio en el sector habitacional.
Debemos tener en cuenta que el conductor neutro, regularmente puesto a tierra asegura una determinada equipotencialidad de la red, pero ésta no se extiende a la instalación aunque las tomas a tierra estén separadas (régimen TT). Una distribución en régimen TN sería a este respecto más favorable.
Agreguemos finalmente que, aunque estén protegidas naturalmente contra los efectos directos, las redes de distribución subterráneas pueden también inducir aumentos de tierra.

Si las instalaciones eléctricas se refieren a una red de masa conectada a una tierra local, las instalaciones telefónicas generalmente se refieren a una "tierra alejada" cuyo potencial no está influenciado por el de la "tierra eléctrica".
Entonces de un choque de rayo, aparecerá una sobre tensión entre las masas de la instalación y la línea telefónica, con peligro para el usuario del teléfono. El riesgo existe en cualquier parte que sea fulminada la red, telefónica o la de energía.
La solución consiste en los casos extremos en separar galvánicamente la red de teléfono o simplemente instalar pararrayos específicos cuyos bornes de tierra deben estar bien conectados a la red de masa de la instalación.

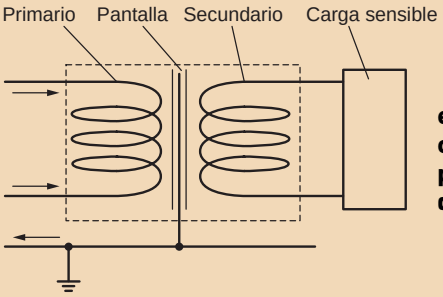




Los pararrayos Legrand Ref. 038.28 para líneas analógicas y Ref. 038 29 para líneas numéricas son muy indicados para las aplicaciones telefónicas (a pedido)

La separación eléctrica de los circuitos sensibles

Los transformadores de separación de circuito permiten aislar galvánicamente los circuitos sensibles en una gama de frecuencia bastante bajo (≤ 100 kHz) para los modelos sin pantalla, y hasta frecuencias más elevadas (1 a 30 MHz) para los modelos con pantalla.



el transformador debe colocarse lo más cerca posible del aparato que debe protegerse.



Transformadores de comando y de separación de circuitos con pantalla

Atención: la protección por separación eléctrica no debe conectar las masas del circuito separado de un conductor de protección (véase página 86).Se dan algunos ejemplos de resultados de atenuación de los transformadores (página 96).

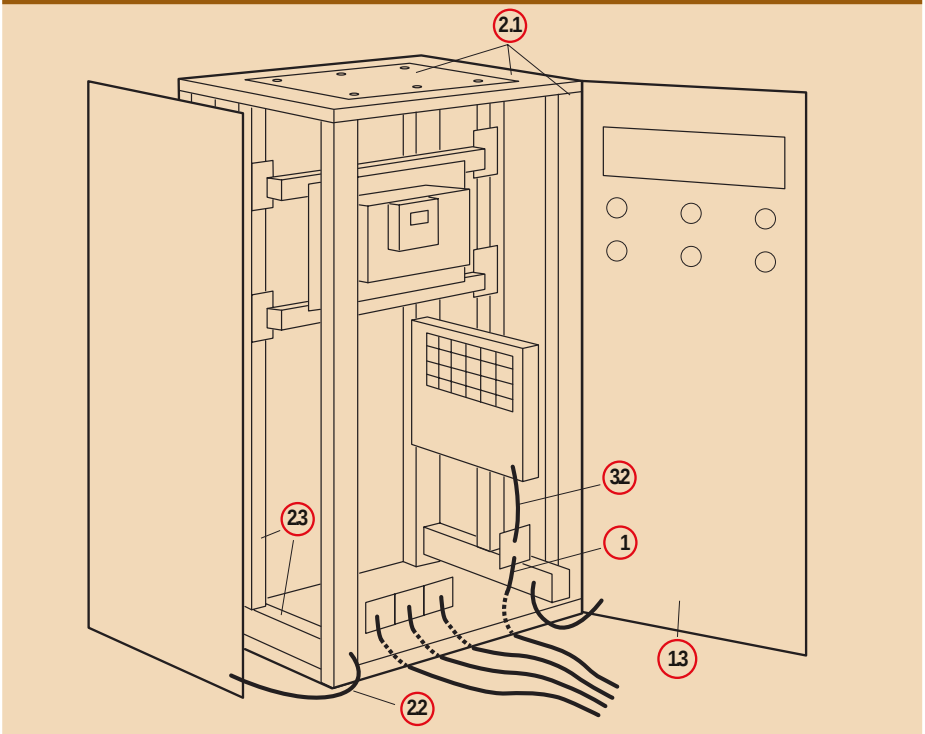
Reglas de construcción

Los fabricantes en general, y Legrand en particular, asumen la responsabilidad de la construcción de los aparatos y equipamientos.
La conformidad con normas internacionales, el aspecto reglamentario, los medios y las indicaciones de puesta en marcha y de uso acompañan todos los productos. Pero la buena elección de éstos con relación a las condiciones reales, su posible preparación, su cohabitación, su integración en instalaciones a menudo complejas están en los conocimientos técnicos de los profesionales electricistas. Y allí, numerosas normas no se escriben...

1 REGLAS DE CONSTRUCCION DE ENVOLVENTES DE CLASE I

Las reglas descritas a continuación sintetizan las exigencias de las normas internacional EN 60204-1, EN 60439-1,CEI 1140 y las recomendaciones constructivas del buen hacer.
Se consideran masas todas las partes metálicas directamente accesibles por el usuario, aunque estén recubiertas de pintura o de otro revestimiento, salvo si demuestran poseer cualidades de aislamiento reconocidas y probadas con el espesor depositado (ejemplo: película pegada).
El concepto de masa se extiende igualmente a todas aquellas partes metálicas inaccesibles por el usuario pero accesibles a un operario, aunque esté calificado, incluso tras el desmontaje, en la medida en que sus posiciones o dimensiones presenten un riesgo de contacto no despreciable (ejemplos: rieles, pletinas, soportes de aparatos,...), así como aquellas partes metálicas intermedias inaccesibles pero en contacto mecánico con masas, en la medida en que puedan propagar un potencial (ejemplo: transmisión de un mecanismo).
Las partes totalmente inaccesibles (al usuario y a los operarios), las masas que por sus pequeñas dimensiones (menos de 50 x 50 mm) no pueden estar en contacto con el cuerpo (salvo si pueden agarrarse con los dedos o caben en la mano), los núcleos de contactores, electroimanes,... no se consideran masas y pueden no estar conectados a un conductor de protección.

Estructuras a conectar



1 Conexión del conductor de protección

Conexión del conductor de protección
Borne principal: borne conectado al (a los) chasis o a la estructura principal, destinado a la conexión del conductor de protección de la línea de alimentación. Debe estar situado cerca de los bornes de entrada.
Este borne debe calibrarse para recibir un conductor de protección de la sección definida en la tabla I y marcarse con el símbolo
La reconexión bajo un mismo punto de apriete no está autorizada. En caso necesario, se colocarán dos bornes independientes. A excepción de las barras colectoras de los conjuntos de potencia destinadas a su conexión mediante terminales, un simple orificio roscado o una lengüeta para clavija soldable no se consideran suficientes. No es admisible la necesidad de rascar la pintura o de retirar un revestimiento.

2 Equipotencialidad de masas

Las masas deben estar eléctricamente conectadas entre sí a fin de que no pueda crearse ningún potencial peligroso entre masas simultáneamente accesibles. Dicha continuidad puede obtenerse mediante el propio método de construcción o utilizando conductores de conexión equipotencial.

2.1 – Continuidad de masas por construcción

Deberá estar bien protegida contra deterioro mecánico y químico. La compatibilidad electroquímica entre metales se comprobará según lo indicado en el cuadro de la página xxx.
El desmontaje de un elemento no deberá implicar discontinuidad en la conexión. A tal efecto, las masas no deberán estar conectadas «en serie».
En la medida de lo posible, la conexión eléctrica deberá depender de la fijación mecánica (por ejemplo, utilizando un mismo tornillo), de modo que la segunda función no pueda desempeñarse sin la primera.
Se recomienda la redundancia de los puntos de conexión. En lo que se refiere a las tapas, placas y piezas similares, se consideran suficientes las fijaciones metálicas, tornillos, pasadores, remaches, siempre que se haya eliminado todo resto de pintura y que no haya ningún equipo eléctrico (sin su propio conductor de protección) fijado a dichos puntos. Los sistemas de garras, clavos, arandelas de picos, remaches acanalados que atraviesan el revestimiento de superficie, deben comprobarse según el ensayo de continuidad del punto 4.

2.2 – Continuidad de masas mediante conductores de conexión equipotencial

Cuando las masas (puerta, pantalla de protección, panel de cierre,...) no soportan ningún material o equipo, la conexión equipotencial de dichas masas debe efectuarse mediante un conductor con una sección mínima de 2,5 mm 2 si está protegido mecánicamente (conductor de un cable multiconductores, conductor aislado con funda de protección, conductor fijado a lo largo de todo su recorrido...). Esta sección será de 4 mm 2 si el conductor de conexión no está protegido o si está sometido a maniobras repetidas (apertura de una puerta, manipulación).
Las conexiones de este conductor deberán tener un contacto fiable con las masas conectadas (pintura eliminada, protección contra la corrosión y el aflojamiento); la comprobación de la continuidad se efectuará según las modalidades del punto 4.
NOTA: las conexiones equipotenciales efectuadas con conductores son generalmente independientes de las funciones mecánicas y, por lo tanto, podrían quedar sin conectar después de una operación de mantenimiento. Para limitar dicho riesgo, las conexiones estarán lo más cerca posible de las fijaciones e irán marcadas de modo inequívoco:
conductores con doble coloración verde / amarillo, o marcadas en cada uno de sus extremos con dichos colores y con el símbolo cerca de las conexiones

2.3 – Conexión de equipos

Cuando haya aparatos o equipos fijados a las masas y, especialmente, cuando éstas sean amovibles (puertas, paneles, placas...), el equipo fijado deberá conectarse directamente con un conductor de protección si éste posee un borne previsto al efecto. La sección de este conductor se determinará en función de la de los conductores de fase que alimentan el aparato en cuestión según lo indicado en la tabla I. Los bornes para los conductores PE no deben desempeñar otras funciones, por ejemplo de fijación mecánica.

Tabla I (según tabla 10.22 de la NCH Elec. 4/84)

Sección nominal de los conductores activos mm²	Sección nominal del conductor de protección mm²
1,5	1,5
2,5	2,5
4	2,5
6	4
10	6
16	6
25	10
35	10
50	16
70	16
95 hasta 185	25
240 hasta 300	35
400 o más	50

3 Utilización de las masas como conductor de protección

Se permite esta utilización siempre y cuando se respeten ciertas precauciones. Sin embargo, cabe distinguir la aplicación localizada o puntual (punto 3.1) de la aplicación general o sistemática (punto 3.2), según la importancia del uso de dicha medida.
Las masas utilizadas como conductores de protección deberán presentar una conductancia suficiente y equivalente a la que resultaría del empleo de conductores de cobre.
Esta característica se comprobará mediante los ensayos del punto 4 (comprobación de la continuidad) y del punto 5 (comprobación del comportamiento ante cortocircuitos).
Las eventuales conexiones entre los diferentes elementos deberán protegerse del deterioro mecánico,químico y electrodinámico. El riesgo de desmontaje de un elemento que pueda provocar la interrupción del circuito de protección debe limitarse por alguno de los siguientes procedimientos:
– asociando una función indispensable a la conexión eléctrica de modo que el aparato o equipo no pueda funcionar normalmente, o que aparezca como incompleto en un sencillo examen visual

El uso de rieles y de bornes Viking verde/amarillo facilita la llegada de los conductores, pero permite, también, que la conexión de los "limitadores de sobre tensión" se haga "au plus court" para respetar las reglas de los 0,5 metros (ver página 124).

Equivalencia de sección de los rieles de apoyo en acero utilizados como conductores de protección

Sabiendo que pueden ser interconectados perfectamente por su montaje y conectados por los bloques Viking adaptados, los rieles de fijación (riel DIN en lenguaje corriente) pueden utilizarse como conductor de protección.



Tipo de riel (o perfil) según la norma EN 60715	Sección equivalente en cobre (conductor PE)
perfil sombrero TH 35 x 5,5	10 mm²
perfil asimétrico G 32	35 mm²
perfil sombrero TH 35 x 7,5	16 mm²
perfil sombrero TH 35 x 15 normalizado grosor 2 mm.	50 mm²
perfil sombrero TH 35 x 15 Legrand no normalizado grosor 1,5 mm. Llamado riel Omega	35 mm²

Los bornes Viking garantizan con el riel una conexión de excelente calidad, de una resistencia del orden de 1mΩ. Las partes se conciben para resistir a los esfuerzos mecánicos y no presentan dificultades internas. Están protegidos contra la corrosión.
La conductibilidad de los rieles de apoyo utilizados se ajusta a las reglas de determinación de las normas internacionales NF C 15-100 y CEI 947.7.2. Y certificada por el informe LCIE 285380.
Los bornes Viking sólo son desmontables del riel con la ayuda de una herramienta y no pueden interrumpirse.
Los bornes Viking para conductores de protección se estudiaron específicamente y se probaron para el uso definido. Se ajustan a la norma internacional CEI 947.7.2, UL 1059, UL 467, CSA 22-2.
Es importante destacar que la utilización de un perfil de acero, como conductor PEN, no está permitido por las normas internacionales CEI 947.7.2 § 7.1.7 y CEI 364 § 543.2.5.
En otros términos la circulación permanente de una corriente entre el (los) conductor (es) y el riel de acero está prohibida. Esta aplicación sólo se admite sobre rieles de cobre o de aluminio.
Por esto, ninguna intensidad nominal (I permanente) se indica sobre estos bloques.

NF C 15-100 (Francia) capítulo 543-2

No está permitido el uso de elementos metálicos como conductores de protección, o de equipotencialidad:
- caminos de cable y análogos
- canalización de fluidos (agua, gas, calefacción...)
- elementos estructurales del edificio
- cables portadores de conductores

– limitando el número de piezas que constituyen el circuito de protección a una sola, en el caso de una aplicación localizada de esta medida (punto 3.1)
– utilizando únicamente la estructura o el chasis principal del aparato o del equipo, en el caso de una aplicación generalizada (punto 3.2).

3.1 – Utilización localizada de una masa como conductor de protección

Esta medida se aplica generalmente cuando uno o varios aparatos que no disponen de borne de conexión para un conductor de protección propio (ejemplo: pilotos luminosos con base metálica, órganos metálicos de maniobra...) están fijados a un elemento como puede ser una carcasa, panel, puerta... Además de las reglas generales ya definidas, deberán tomarse las siguientes precauciones:
– el contacto eléctrico entre el elemento soporte y el aparato (o aparatos) debe tratarse a fin de garantizar su fiabilidad (eliminación de la pintura, protección contra la corrosión, apriete continuo...)
– la conexión equipotencial complementaria entre el elemento soporte y el circuito principal de protección (tanto constituido por masas como por conductores) debe dimensionarse en función de la corriente máxima, igual a la suma de las corrientes de cada aparato fijado, según lo indicado en la tabla II.
El valor de la corriente de cortocircuito (punto 5) se limitará a la que corresponda a la alimentación del aparato fijado más potente.

3.2 – Utilización generalizada de masas como conductor de protección

Esta medida puede aplicarse cuando se dispone de una estructura conductora continua de dimensiones suficientes como para efectuar la interconexión de las otras masas y de los conductores de conexión equipotenciales. Por lo tanto, deben preverse dispositivos de conexión o medios de conexión en consecuencia, incluso para los aparatos que pudieran instalarse posteriormente (por ejemplo, en el caso de conjuntos de armarios).

• 3.2.1

La sección equivalente S deberá permitir la conducción de una eventual corriente de cortocircuito, calculada sobre la base de la corriente máxima limitada por el dispositivo que protege la alimentación del equipo, así como del tiempo de corte de dicho dispositivo.

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

S: sección del conductor de protección en mm2
I: valor eficaz de la corriente de falla en A
t: tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte en seg
K: coeficiente dependiente de las temperaturas admisibles, del metal que lo compone y del aislamiento.

Generalmente, puede considerarse un valor de K=50, correspondiente a un incremento de temperatura del acero de 80 °C.

• 3.2.2

Si no se conoce el eventual bucle de falla o, lo que es lo mismo, el dispositivo de protección (lo que ocurre generalmente con los armarios y cajas que se venden «vacíos), deberá comprobarse que la sección conductora equivalente del material componente es al menos igual a la del conductor de protección de cobre necesario para la potencia instalada (véase la tabla I).
En la práctica, se podrá comprobar la sección equivalente al cobre del material utilizado mediante la fórmula:
S material = n x S cobre (válida únicamente para condiciones de temperatura y de instalación similares).
Con n = 1,5 para el aluminio, n = 2,8 para el hierro, n = 5,4 para el plomo y n = 2 para el latón (CuZn 36 / 40).

Tabla II (EN 60439-1)

Corriente nominal de uso (A)	Sección mínima del conductor de equipotencialidad (mm^2)
$Ie \leq 25$	2,5
$25 < Ie \leq 32$	4
$32 < Ie \leq 63$	6
$63 < Ie \leq 80$	10
$80 < Ie \leq 160$	16
$160 < Ie \leq 200$	25
$200 < Ie \leq 250$	35

4 Comprobación de la continuidad de las masas

La resistencia del circuito de protección se verifica entre el borne principal de conexión del conductor de protección y cualquier masa del aparato o del equipo.
La medición se lleva a cabo utilizando el método voltímetro amperímetro o un micro-ohmiómetro, haciendo pasar una corriente alterna de 50 Hz durante al menos 10 s.
La resistencia debe medirse (o calcularse) para un valor de corriente de 25 A y no debe ser superior a 0,05 Ω.
NOTA: estos valores no tienen en cuenta eventuales exigencias de equipotencialidad ligadas a la compatibilidad electromagnética (ver página 141).

5 Comprobación del comportamiento ante cortocircuito

5.1 – Conductores de protección y masas utilizadas como tales

Estos se someten a una corriente de cortocircuito definida en función de las siguientes modalidades:
– o bien basándose en la solicitación térmica I^2t limitada por el dispositivo de protección, aplicando un valor Icw durante un segundo igual a $\sqrt{I^2t}$ (punto 3.2.1)
– o bien aplicando un valor igual al de la solicitación térmica máxima admisible por el conductor de protección necesario para el equipo, o la parte afectada, cuando no se conoce el dispositivo de protección (punto 3.2.2). La corriente de ensayo Icw durante 1s es entonces igual a $\sqrt{K^2S^2}$ (ver página 223).

5.2 – Masas accidentalmente bajo tensión como consecuencia de la separación de un conductor

Aunque la probabilidad de que esto suceda es baja, debe tenerse en cuenta en aquellos equipos alimentados con una red en régimen de neutro TN o IT que no posean protección diferencial complementaria.
En caso de falla entre fase(s) y la parte metálica conectada al conductor de protección, se puede generar la circulación de una corriente de cortocircuito limitada únicamente por los dispositivos de protección contra sobreintensidades. (Bajo el régimen IT, este riesgo sólo se presenta en la 2º falla sobre otra fase y la corriente de cortocircuito es inferior a la del régimen TN).
En tales aplicaciones, deberá comprobarse que las masas en cuestión, así como las conexiones equipotenciales y su conexión al conductor de protección, son capaces de dejar pasar la corriente de falla limitada por el aparato de protección para el caso de una corriente igual al 60% de la Icc trifásica que se supone.
El valor de la solicitación térmica I^2t limitada permitirá determinar la corriente de prueba I igual a $\sqrt{I^2t}$ durante 1 seg.
A título indicativo, se pueden tomar los valores de ensayo Icw de la tabla III según la corriente de falla fase / PE.

Tabla III

Corriente de falla fase / PE (kA)	Corriente de ensayo Icw (A)	Aparato de cabeza
3	200	modular In ≤ 63 A
6	250	modular 63 < In ≤ 125A
10	700	caja moldeada In ≤ 125A
15	1000	caja moldeada 125 < In ≤ 400A
20	2000	caja moldeada In > 400A
35	3800	caja moldeada In ≤ 1000A

6 Compatibilidad electroquímica de los metales

Un límite máximo de 300 mV se considera aceptable para limitar el fenómeno electroquímico entre dos metales (zona verde de la siguiente tabla). Este valor puede incrementarse hasta 400 mV en condiciones secas permanentes (zona azul).

Ambito de compatibilidad electroquímica de los metales (en el agua al 2% de NaCl)

	Oro	Inoxidable 18/8	Plata	Níquel	Cobre	Latón	Estaño	Plomo	Acero 25 % Ni	Duraluminio	Fundición	Cuproaluminio	Aluminio	Acero	Alumag	Cadmio	Hierro	Cromo	Aluzinc	Zinc	Magnesio
Oro		100	220	300	440	470	670	710	800	810	820	870	960	965	970	970	975	1070	1095	1270	1820
Inoxidable 18/8	100		100	180	320	350	550	590	680	690	700	750	840	845	850	850	855	950	975	1150	1700
Plata	220	100		80	220	250	450	490	580	590	600	650	740	745	750	750	755	850	875	1050	1600
Níquel	300	180	80		140	170	370	410	500	510	520	570	660	665	670	670	675	770	795	970	1520
Cobre	440	320	220	140		30	230	270	360	370	380	430	520	525	530	530	535	630	655	830	1380
Latón	470	350	250	170	30		200	240	330	340	350	400	490	495	500	500	505	600	625	800	1350
Estaño	670	550	450	370	230	200		40	130	140	150	200	290	295	300	300	305	400	425	600	1150
Plomo	710	590	490	410	270	240	40		90	100	110	160	250	255	260	260	265	360	385	560	1110
Acero 25% Ni	800	680	580	500	360	330	130	90		10	20	70	160	165	170	170	175	270	295	470	1020
Duraluminio	810	690	590	510	370	340	140	100	10		10	60	150	155	160	160	165	260	285	460	1010
Fundición	820	700	600	520	380	350	150	110	20	10		50	140	145	150	150	155	250	275	450	1000
Cuproaluminio	870	750	650	570	430	400	200	160	70	60	50		90	95	100	100	105	200	225	400	950
Aluminio	960	840	740	660	520	490	290	250	160	150	140	90		5	10	10	15	110	135	310	860
Acero	965	845	745	665	525	495	295	255	165	155	145	95	5		5	5	10	105	130	305	855
Alumag	970	850	750	670	530	500	300	260	170	160	150	100	10	5		0	5	100	125	300	850
Cadmio	970	850	750	670	530	500	300	260	170	160	150	100	10	5	0		5	100	125	300	850
Hierro	975	855	755	675	535	505	305	265	175	165	155	105	15	10	5	5		95	120	295	845
Cromo	1070	950	850	770	630	600	400	360	270	260	250	200	110	105	100	100	95		25	200	750
Aluzinc	1095	975	875	795	655	625	425	385	295	285	275	225	135	130	125	125	120	25		175	725
Zinc	1270	1150	1050	970	800	735	600	560	470	460	450	400	310	305	300	300	295	200	175		550
Magnesio	1820	1700	1600	1520	1380	1350	1150	1110	1020	1010	1000	950	860	855	850	850	845	750	725	550	

Esta tabla debe considerarse como una ayuda para la elección de soluciones. No permite prejuzgar completamente el comportamiento real, que será influido también por numerosos otros factores: composición del electrolito, pH, aspecto de corrosión químico, cantidad de agua, temperatura, oxigenación del medio... (ver página 64).

2 CONSTRUCCION DE CONJUNTOS DE CLASE II

Únicamente las envolventes realizadas con material aislante pueden acogerse a la denominación «protección por aislamiento total»: se las designa con la clase II A.
Esto no excluye que carcasas metálicas puedan igualmente pretender aportar un nivel de seguridad equivalente al de la clase II. A estas carcasas se las designa con la clase II B.
Por el contrario, una carcasa aislante no pertenece obligatoriamente a la clase II. Por ejemplo, puede estar realizada en clase I si las partes metálicas, o los aparatos que contiene, están conectados a un conductor de protección.

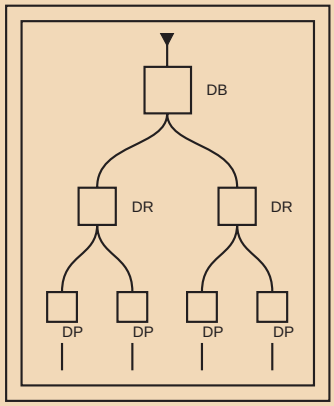
1 Carcasas de clase II A

1.1 – Continuidad de la protección aislante

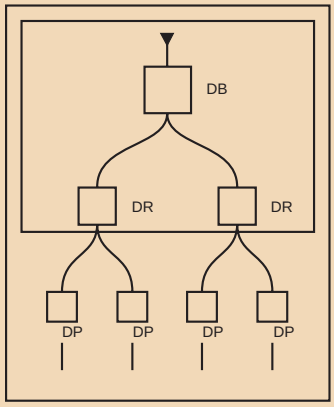
La carcasa debe estar diseñada de tal manera que ninguna tensión de falla pueda transmitirse al exterior. Debe aportar un grado de protección igual al menos a IP 3XD en situación de instalación.
Esta continuidad de protección debe igualmente estar garantizada en las caras inaccesibles (por ejemplo, caja empotrada) si existe riesgo de contacto, incluso fortuito (conductor suelto), con un elemento exterior conductor tal como una estructura metálica o construcción de obra. En este caso particular, la protección se comprobará desde el interior del producto hacia el exterior con un grado igual a IP 3x (ó 2xC) como mínimo.
Este nivel de protección podrá limitarse a IP 2x (riesgo de penetración de animales) si se aplican medidas que eviten cualquier tipo de desplazamiento de los conductores (punto 2.2).

Disposiciones según capítulo 558 de la norma NFC 15 - 100 (Francia)

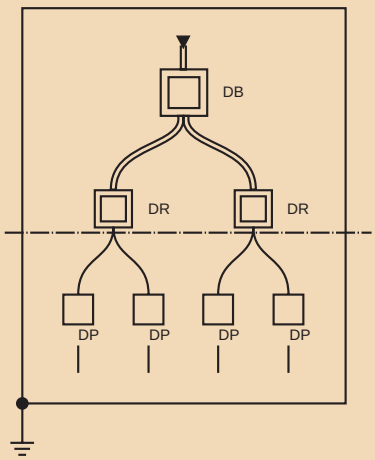
Clase II A
de carcasa aislante
No se toma ninguna disposición en particular



Clase II B
de carcasa metálica
Los materiales que no son de clase II se separan mediante un aislamiento complementario



Clase I con una parte en clase II
La parte situada antes de los dispositivos DR está fabricada con materiales de clase II y/o un aislamiento complementario



DB: automático de conexión no diferencial
DR: dispositivo de corriente diferencial residual
DP: dispositivo de protección contra sobreintensidades (fusibles, automáticos)

Si la carcasa va a ser atravesada por partes conductoras, cual quiera que sean sus dimensiones (mandos de aparatos, cerrojos, bisagras, remaches, fijaciones murales…), estas últimas deberán estar preferentemente aisladas en el interior de la carcasa a fin de que no puedan quedar bajo tensión como consecuencia de una falla. Los tornillos aislantes no deben poder ser sustituidos por tornillos metálicos si esto perjudica al aislamiento.

1.2 – Chasis y partes metálicas internas

No deben estar conectados al conductor de protección ni en contacto eléctrico con partes que atraviesen la carcasa. Debe colocarse la marca de manera visible en el interior y el exterior de la carcasa.

Si por razones funcionales fuese necesaria una conexión a tierra (CEM), dicha conexión no se marcaría con la doble coloración verde / amarillo (generalmente se utiliza el negro), sino que el borne o los bornes se marcarán con TE o con el símbolo  . Deberán añadirse las explicaciones complementarias correspondientes (modo de empleo, documentación técnica). Para aquellos conjuntos en los que exista riesgo de conexión inesperada al conductor de protección (chasis, barra, colector…), o una conexión posterior (mantenimiento, evolución de la instalación…), se colocará una advertencia del tipo: «Atención, conjunto de doble aislación. Masas no conectadas al conductor de protección».

Los chasis y las partes metálicas del interior de la carcasa deben considerarse potencialmente peligrosos, incluso para un operario calificado, en caso de falla del aislamiento principal de los aparatos que soportan o en caso de que se suelte un conductor. En la práctica, dicho riesgo puede limitarse incorporando únicamente aparatos de clase II (incluyendo placas de bornes, repartidores…), o presentando un aislamiento equivalente con relación a dichos chasis y partes metálicas (asimilables en tal caso a masas accesibles), y tratando la circulación de los conductores como se describe en el punto 2.2.

2 Carcasas de clase II B

La clase II B puede obtenerse mediante dispositivos constructivos (punto 2.1) o mediante aislación complementaria de la instalación (punto 2.2).

2.1 – Disposiciones constructivas

La cara interna de la carcasa está recubierta con un revestimiento aislante continuo hasta la penetración de los conductores. Barreras aislantes rodean todas las partes metálicas en la que pudiese producirse un contacto fortuito.

Los aparatos, conexiones y todos los materiales instalados, garantizan distancias de aislación y líneas de fuga entre la carcasa y las partes peligrosas (partes activas, conductores y borne PE, partes metálicas separadas solamente por una aislación funcional) en cualquier circunstancia, accidentes incluidos (desprendimiento de un conductor, aflojamiento de los bornes, desplazamiento bajo el efecto de un cortocircuito).

2.2 – Aislación complementaria de la instalación

Esta disposición puede utilizarse para cajas y armarios metálicos instalados en origen (T.G.B.T) y, más especialmente, para la parte comprendida entre el origen de la instalación y los bornes de salida de los dispositivos diferenciales que garantizan la protección de las salidas.

La normalización prevé la posibilidad de conseguir una seguridad equivalente a la de la clase II dotando a los aparatos de un aislamiento complementario al de la instalación: separadores aislantes, aislamientos de las guías de soporte… Esos dispositivos teóricos son difíciles de instalar y, frecuentemente, poco industriales.

Por lo tanto, es también preferible en este caso incorporar exclusivamente materiales de clase II, limitándose el tratamiento del aislamiento a los cables y conductores.

A menos que estos últimos sean de clase II, deberán disponerse en conductos o canaletas aislantes. Pueden ser suficientes sistemas tales como guías de cables, abrazaderas o incluso trenzado mediante bridas, siempre que la fijación que aseguran pueda evitar cualquier contacto fortuito con la carcasa. El mantenimiento de las zonas próximas a las conexiones puede efectuarse mediante protectores de bornes apropiados. Los sistemas con varios puntos de conexión simultáneo (peines) se consideran como inmóviles.

3 Conductores de protección (PE)

Si uno o varios conductores de protección, así como sus bornes, están protegidos por la carcasa, deberán estar completamente aislados de las partes activas, partes metálicas y chasis.
Incluso en el caso de que los aparatos situados en la carcasa tengan bornes para conductor PE, estos últimos no deberán estar conectados.
Esta medida no se opone a que conductores de equipotencialidad conecten las masas de los aparatos entre sí por razones funcionales, siempre que dichos enlaces no estén conectados al conductor de protección. Si hubiese que instalar un borne de masa exterior, deberá identificarse inequívocamente mediante el símbolo , completado con el símbolo
Los conductores de protección y sus bornes estarán protegidos como las parte activas y, por lo tanto, deberán presentar un grado de protección IP xxB (ó xxA con protector de bornes si > 16 mm^2) cuanto la tapa de la carcasa esté abierta.
Podrá ser necesaria la instalación de tapas para limitar los riesgos de contacto mutuo con conductores provistos de un aislamiento principal (conductores de cableado) y/o los riesgos de contacto fortuito con un conductor desprendido.

4 Comprobación de las propiedades dieléctricas

Por construcción, las características de aislamiento de las carcasas no deberían verse afectadas por las solicitaciones de servicio capaces de disminuirlas (choques e impactos mecánicos, lluvia, chorreo de agua, contaminación y depósitos ocasionalmente conductores, corrosión…).
Los ensayos de aislación consisten en aplicar las siguientes tensiones.
• Tensión de ensayo de frecuencia industrial (umbral de detección 10 mA):
1mn a 3.750 V para las carcasas con tensión de aislación ≤ 690 V, 1mn a 5.250 V para las carcasas con tensión de aislación ≤ 1.000 V.
• Tensión de ensayo de choque (onda 1,2/50 (µs), 3 veces por cada polaridad:
6 kV para las carcasas con tensión de aislación ≤ 690 V
8 kV para las carcasas con tensión de aislación ≤1.000 V.
Las tensiones de ensayo se aplican:
– entre una lámina metálica que materializa la superficie de acceso exterior y todas las partes interiores de la carcasa conectadas entre sí (partes activas, chasis y partes metálicas, tornillos, inserciones, dispositivos de cierre y conductores de protección).
Aplicada sobre toda la superficie exterior, incluyendo la cara trasera, la lámina metálica se empuja eventualmente con una palanca de ensayo normalizada, debiendo estar igualmente conectada a los tornillos o elementos de fijación de la carcasa.
– entre todas las partes interiores de la carcasa conectadas entre sí (partes activas, chasis y partes metálicas, tornillos, inserciones, dispositivos de cierre…,) y los conductores de protección y sus bornes.
NOTA: cuando las partes interiores o su ubicación no están claramente identificadas (armarios y cajas suministrados «vacíos», cajas, canales, conductos…), pueden materializarse mediante una lámina metálica aplicada a la cara interna, llenando con bolas conductoras el volumen interior, aplicando una pintura conductora, o mediante cualquier otro sistema representativo.
Los ensayos no deben provocar contorneo, saltos de arco ni perforaciones.

3 PRECAUCIONES CONSTRUCTIVAS DE LOS CONJUNTOS CONTRA PERTURBACIONES ELECTROMAGNETICAS

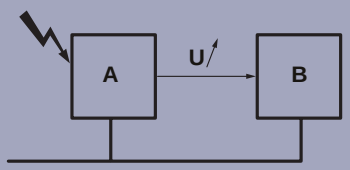
En materia de compatibilidad electromagnética, las precauciones que se tomen para la instalación de los aparatos son tan importantes como las propias características de dichos aparatos.
Las normas que se describen a continuación deben aplicarse en la realización de los conjuntos de aparatos y no cabe pensar en solucionar correctamente un problema de CEM si dichas normas no se respetan.

Actualmente, la mayoría de las normas de productos incluyen los requisitos de la CEM (directiva CEE / 89 /336) y la conformidad con los mismos se autentifica con la marca CE. Si las características de un aparato aislado son justificables mediante ensayos, las de un conjunto de aparatos lo son mucho menos y las de una instalación completa menos aún. Dicho de otro modo, los ensayos no pueden simular la diversidad de todas las instalaciones y de las características específicas de su entorno.
Por lo tanto, la presunción de conformidad se basará en gran parte en las precauciones tomadas durante la instalación: las aplicables a la instalación en su totalidad se describen en el capítulo I.C.2 (redes de masas, separación eléctrica, separación geométrica) y estos mismos principios aplicados a los conjuntos son los que se describen en el presente capítulo I.C.2

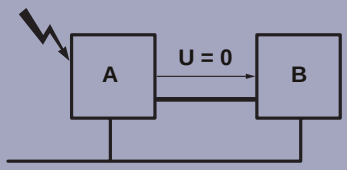
1 Equipotencialidad

La equipotencialidad consiste en la creación de una referencia de potencial común a varios elementos. No debe confundirse con la conexión a tierra, necesaria para la seguridad de las personas.
El propio concepto de masas distingue entre seguridad y CEM.
• Bajo el punto de vista de la normativa, designa los elementos metálicos accesibles de los materiales que pudiesen ser peligrosos como consecuencia de una falla. Lo que resulta peligroso es la diferencia de potencial entre dos masas, una de las cuales puede ser la tierra.
• En el marco de la CEM, este concepto es mucho más amplio y todos los elementos metálicos, incluyendo los inaccesibles, formen parte o no de los materiales (estructuras, chasis, armaduras...), que deban estar referenciados con el potencial común, se asimilan a masas.
Los técnicos en electrónica conocen bien este concepto y vienen aplicándolo desde hace mucho tiempo al diseñar sus tarjetas y en la conexión de chasis, utilizando pantallas y cables blindados.

Equipotencialidad... o distribución de las perturbaciones



Esquema 1



Esquema 2

Si no existe ningún conductor de masa que conecte los equipos (esquema 1), una perturbación que afecte al equipo A (por ejemplo, una sobretensión) no afectará al equipo B o, en todo caso, lo hará de forma muy atenuada, lo que podría ser considerado positivo en sí mismo. Sin embargo, esta situación habrá inducido una diferencia de potencial entre los equipos, la cual podrá decodificarse como una señal de mando o una variación de valor, o como de cualquier otro tipo no deseable.
Por el contrario, si los dos equipos son perfectamente equipotenciales gracias a la instalación de un conductor de masa (esquema 2), esta perturbación se equilibrará, disminuyendo frecuentemente su nivel. El incremento de potencial será el mismo en los dos equipos y no habrá falla.
Ejemplo de la prueba diaria de este concepto de equipotencialidad: el automóvil. Integra funciones que utilizan una gran diversidad de señales (alta tensión para el encendido, alta frecuencia de bajo nivel para la radio, señales digitales de la gestión de la alimentación, sensores analógicos de caudal, de temperatura, corrientes muy elevadas para el arranque, corriente continua de la batería, corriente alterna del generador...) con una «profusión» de perturbaciones (sobretensiones, interrupciones de corriente, parásitos de los colectores del motor, descargas electrostáticas...) y todo ello sin que su buen funcionamiento se vea afectado.¡ Pero todos estos elementos tienen un punto común, una referencia: la masa del vehículo (y eso sin toma de tierra). Y todo el mundo conoce las molestas consecuencias de una mala masa, aunque sólo sea de un intermitente.

La mayor dificultad reside en el hecho de que las diferentes conexiones galvánicas (alimentación, conductor de protección…) proporcionan una buena equipotencialidad en baja frecuencia (lo que puede comprobarse con los ensayos de continuidad para la seguridad de las personas), pero su eficacia se vuelve ilusoria cuando aumenta la frecuencia.
El cálculo de la impedancia de los conductores de masa es delicado, ya que el concepto de equipotencialidad es únicamente un valor relativo en cuanto a la impedancia de los circuitos que deben hacerse equipotenciales y al ámbito de la frecuencia en cuestión.
En un circuito de impedancia media 100 Ω una conexión de 1Ω garantiza, en efecto, un cierto concepto de equipotencialidad. Esta misma conexión, en un circuito de baja impedancia de 0,1Ω no sería de ninguna utilidad.

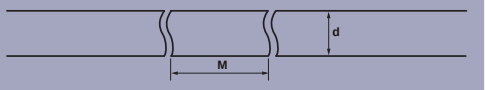
Orden de magnitud de los valores de impedancia de algunos conductores

Conductores	a 1 MHz	a 100 MHz
Maya cuadrada de 20 cm en lámina de cobre 20 x 1	0,001 Ω	0,1 Ω
20 cm de lámina de cobre 20 x 1	0,1 Ω	10 Ω
20 cm de trenzado plano	0,5 Ω	50 Ω
1 m de hilo conductor	5 Ω	500 Ω

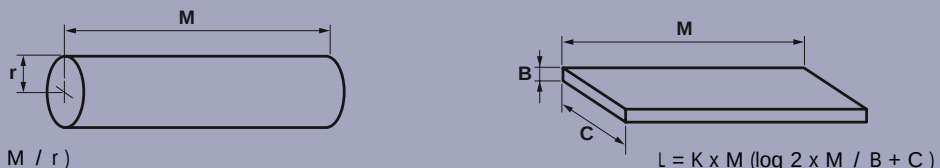
Cálculo de la impedancia de un conductor a alta frecuencia (AF)

$$Z = 2\pi f L$$

La impedancia aumenta proporcionalmente con la frecuencia f (en Hertz) y la inductancia L (en henrios) del conductor, directamente ligada a la longitud M de este último.
La inductancia lineal (efecto de self) de un elemento conductor rectilíneo es aproximadamente de 1 µH/m. Puede descender hasta valores de 0,1 a 0,5 µH/m para conductores anchos y muy cortos (láminas, trenzas), en donde la relación M/d es ≤ 5.



Hay que señalar igualmente que si los conductores se enrollan (bucles o espiras), la inductancia lineal puede aumentar hasta 10 µH/m, lo que implica una impedancia aún mayor. Por el contrario, si el conductor de retorno está muy cerca del de ida (horquilla), la inductancia lineal se divide por 3. De ahí el interés que existe en agrupar en un mismo recorrido los conductores de alimentación, los de protección y, eventualmente, de hacer que los conductores de masa vayan lo más cerca posible de las masas a las que están conectados.



L = K x M (log 2 x M / r)

L = K x M (log 2 x M / B + C)

Influencia de la forma de los conductores en el valor relativo de la inductancia

La CEM implica nuevos requisitos prácticos de instalación que van más allá de las prácticas habituales. Es muy recomendable utilizar todos los elementos metálicos disponibles, armaduras, estructuras, chasis, armarios de equipos, multiplicando las conexiones mediante conductores cortos o, mejor aún, mediante ensamblaje directo, para que el valor de la conexión equipotencial descienda, principalmente en AF.
Se utilizarán preferentemente conductores anchos y lo más cortos posible (láminas o trenzas) y se situarán lo más cerca posible de las masas.
En la práctica, su longitud no debería ser mayor de 1 m en aplicaciones industriales corrientes (f < 1 MHz) ni de 0,5 m en aplicaciones de transmisión de datos (f < 100 MHz). Deberá limitarse la utilización de conductores redondos con frecuencias inferiores a 10 MHz.
Las corrientes de AF circulan fundamentalmente por la superficie de los conductores, recibiendo el nombre de efecto pelicular. Su espesor en milímetros es:

$$\delta = \frac{0{,}066}{\sqrt{F \times \mu r \times \rho r}} \text{ (con F en MHz)}$$

A título de ejemplo: δ = 0,0066 mm a 100 MHz.

El propio diseño de las carcasas Legrand evita recurrir a soluciones complejas y caras.
En cuanto a los tableros y conjuntos de mecanismos para la obtención de equipotencialidad:
• La utilización de la estructura metálica permite crear una referencia de potencial fiable.
• Todos los sistemas de montaje de los equipos proporcionan una excelente continuidad con esta referencia.
• La utilización de placas de montaje y de chasis galvanizados permite garantizar un contacto directo con los equipos que poseen un chasis metálico conductor.
• La utilización de tornillos especiales para AF, con arandela de contacto ref. 367 75/76, así como las tuercas clip de picos ref. 347 48/49, permite garantizar un excelente contacto sobre las superficies pintadas y tratadas mediante agujereado del revestimiento.

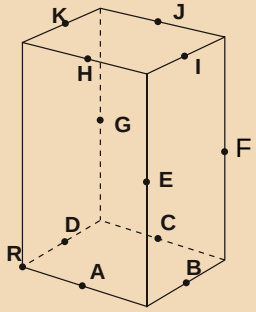
Los valores de equipotencialidad comúnmente admitidos son del orden de: < 5 mΩ por contacto de conexión, y < 20mΩ entre cualquier punto de una estructura de dimensiones ≤ 2 m.
Las mediciones realizadas sobre todos los elementos constructivos, estructura y chasis, de las carcasas XL y XL-A, ponen de manifiesto niveles muy superiores.

Valores típicos de resistencias de contacto

Tornillo con rosca sobre placa maciza	0,2 a 0,3 m Ω
Tornillo autorroscante sobre placa maciza	0,3 a 0,4 m Ω
Contacto metal / metal sobre placa galvanizada	0,2 a 0,25 m Ω
Tornillo con arandela de contacto sobre pintura	0,3 a 0,5 m Ω
Tuerca-clip sobre montantes Altis pintados	0,4 a 0,6 m Ω
Tornillo y arandela plana sobre tratamiento zincado bicromatado	0,6 a 0,8 m Ω

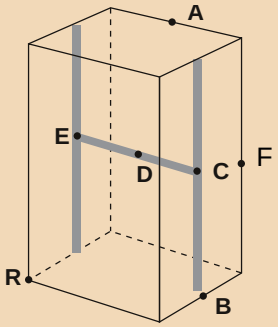
Valores de equipotencialidad de un armario Altis/X-A(1)

Puntos	R m Ω
R/A	0,58
R/B	0,61
R/C	0,64
R/D	0,39
R/E	0,74
R/F	0,79
R/G	0,66
R/H	0,65
R/I	0,63
R/J	0,80
R/K	0,65



Valores de equipotencialidad de un armario XL(1)

Puntos	R (m Ω)
R/A	0,97
R/B	0,61
R/C	0,65
R/D	0,79
R/E	0,61
R/F	0,71

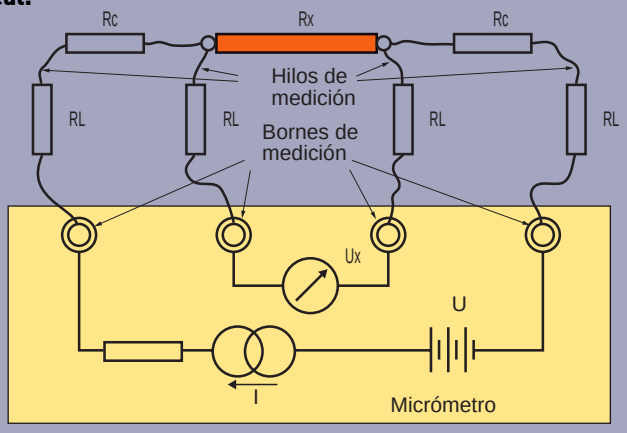


(1) Los puntos de medición están situados en el centro de los montantes y de los travesaños.

2 Separación de las barras de potencia

Contrariamente a lo que cabría esperar, las fuentes principales de campo magnético en los conjuntos no están constituidas por productos de «función magnética» (transformadores, contactores...), sino por las líneas de alimentación de energía constituidas por capas de cables o juegos de barras.
La circulación de corrientes permanentes de valor elevado crea campos magnéticos a la frecuencia de red (50 Hz), cuya intensidad es proporcional a la corriente e inversamente proporcional a la distancia (disminuyendo en I/r).
Por lo tanto, pueden crearse f.e.m. inducidas en cualquier bucle conductor que intercepte dichos campos.

En la práctica, la medida de la impedancia en AF no puede realizarse sobre elementos conductores instalados.
Por lo tanto, debe realizarse una simulación efectuando la medición en baja frecuencia, pero debido a los pequeños valores que deben medirse es necesario utilizar un micro-ohmetro «de cuatro cables». Este método permite independizarse de las resistencias de los hilos y de las pinzas de medición, así como de su contacto. Los valores de estos elementos pueden llegar a ser considerables en relación con el elemento a medir. Una medición con ohmetro de dos cables sobrevaloraría completamente el valor real.



Partiendo de una fuente de tensión U, un generador suministra una corriente de valor I y de forma determinada (~ o ⎓). Un voltímetro mide la caída de tensión Ux en los bornes Rx de la resistencia que va a medirse e indica el resultado Rx x Ux/I. El resultado es independiente de las otras resistencias del bucle de corriente (R_L resistencias de los hilos de medición, RC resistencias de los contactos de medición) al tiempo que la caída de tensión que provocan con Rx sigue siendo inferior a la tensión que puede suministrar la fuente U.

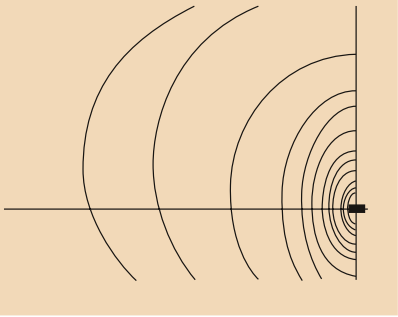
Los campos permanentes detectados alcanzan valores muy superiores a los niveles prescritos por las normas genéricas de inmunidad (EN 50082-1/2), que indican respectivamente 3 A/m en entorno residencial y 30 A/m en entorno industrial. De hecho, estos valores se aplican al entorno exterior, mientras que los valores en el interior de los tableros son mucho más elevados.

Intesidad (A)	H a 10 cm del centro del juego de barras (A/m)	H a 30 cm del centro del juego de barras (A/m)	H a 60 cm del centro del juego de barras (A/m)
90	165	35	10
160	300	65	15
400	750	160	45
630	1200	260	65
1600	3000	650	170

Cabe señalar que, en régimen de cortocircuito, estos valores pueden aumentar considerablemente durante el tiempo necesario de interrupción.

A igual distancia, el valor del campo es superior en el sentido de la cara ancha de las barras.
Los grupos de barras (varias barras en paralelo por polo) no modifican sensiblemente esta distribución.
A igual corriente, la radiación de un juego de barras trifásica es aproxi-madamente la mitad de la de un juego de barras monofásica, lo que confirma la importancia de un agrupamiento regular y simétrico de los conductores (ver página 576).
La presencia de una barra neutra reduce considerablemente la radiación global. El lado de la barra neutra está claramente menos expuesto.

Aspecto indicativo de las líneas de igual campo en torno a las barras



El conocimiento de los valores reales de exposición en los tableros constituye un elemento importante en el diseño de los productos. Las gamas de productos Lexic integran este requisito con características que van mucho más allá de los mínimos exigidos en las normas.
Por regla general, y más aún al aumentar la potencia, se recomienda respetar algunas reglas de distanciamiento entre aparatos y barras:
- ninguna distancia preconizada (fusibles, interruptores sin diferencial, conexiones...)
- 30 cm como mínimo (magnetotérmicos, incluidos diferenciales, relés, aparatos de medición, transformadores...)
- 60 cm como mínimo (electrónica digital, sistemas de buses, telemandos, interruptores electrónicos...).
Igualmente, deberá respetarse en lo posible la orientación preferente (lado del canto de las barras y proximidad de la barra de neutro).

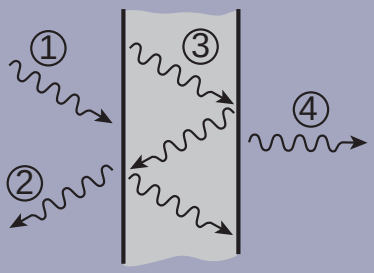
3 Blindaje de las carcasas

En entornos especialmente perturbados y cerca de fuentes de radiación electro-magnética de alta potencia (emisores, hornos de arco, alimentaciones, variadores...), el buen funcionamiento de algunos aparatos puede verse afectado.
En algunos casos, la utilización de carcasas blindadas puede aportar una solución que mejore la inmunidad de dichos aparatos, pero hay que ser plenamente conscientes de que esta opción sólo será verdaderamente eficaz si se han aplicado las medidas de base de la CEM.

La utilización de carcasas blindadas solo deberá contemplarse una vez aplicados los siguientes principios básicos de instalación:
- en cuanto a la instalación (ver la página 90), mediante la realización de una red de masas apropiada, la separación de las alimentaciones y el alejamiento geométrico de los elementos perturbadores y perturbados
- en cuanto a los conjuntos y tableros (ver página 141), mediante conexiones equipotenciales de calidad y el alejamiento de las fuentes de potencia.
Si los problemas persisten, deberá contemplarse primero la utilización de una carcasa metálica (armario Altis, XL-A, caja Atlantic, Atlantic Inox), cuyas prestaciones estándar son ya elevadas (de unos 20 dB en una amplia banda de frecuencias), antes de pasar, en una última etapa, a las versiones blindadas.

Eficacia del blindaje del material

El efecto de blindaje de una pared es un fenómeno complejo ligado a la interacción de las ondas electromagnéticas con el material. Las fórmulas de cálculo se derivan de las ecuaciones de Maxwell.



1. Onda incidente aplicada a la pared
2. Parte de la onda detenida por reflexión
3. Parte de la onda absorbida por la materia y disipada en forma de calor
4. Parte de la onda transmitida

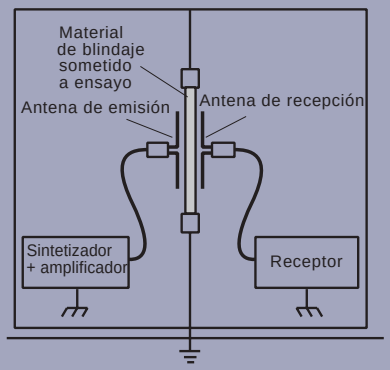
Las características de blindaje diferirán en función de los materiales y de la frecuencia.
Las bajas frecuencias, predominantemente campos magnéticos, serán fundamentalmente detenidas por absorción y requerirán materiales férricos de elevado espesor.
Las altas frecuencias, campo eléctrico, serán reflejadas por los materiales buenos conductores (cobre, aluminio, zinc...).
Eficacia del blindaje (E) = (A) + (R)
Suma de pérdidas por absorción (A) y pérdidas por reflexión (R)

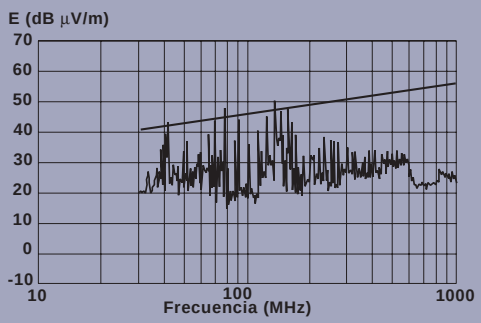
$$A = K_1 e\sqrt{F\mu r \rho r}$$

$$R = 10 \times \log \left(\frac{\rho r}{F \mu r}\right)$$

e: espesor del material en mm
F: frecuencia en Hz
μr: permeabilidad magnética relativa
ρr: conductividad relativa con relación al cobre

Determinación experimental de la eficacia del blindaje de un material





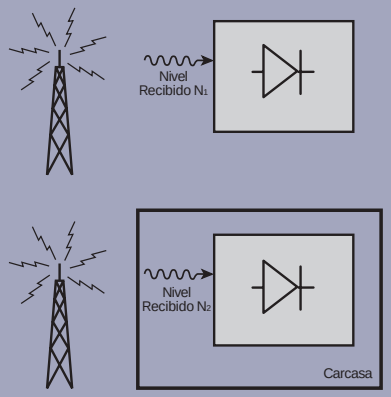
La eficacia del blindaje de una carcasa completa es mucho más compleja de determinar a causa de la influencia de aberturas, juntas, piezas que la atraviesan, forma y dimensiones.
En la práctica, primero se determina el nivel de emisión o de recepción del equipo (o de una antena de referencia) sin carcasa N1 , y después con carcasa N2 . La diferencia entre las dos medidas expresa el nivel de atenuación.
La atenuación es la diferencia en forma de relación entre N1 y N2 :

$A = \frac{N1}{N2}$ en amplitud.

La utilización del logaritmo permite expresar esta magnitud en decibeles:

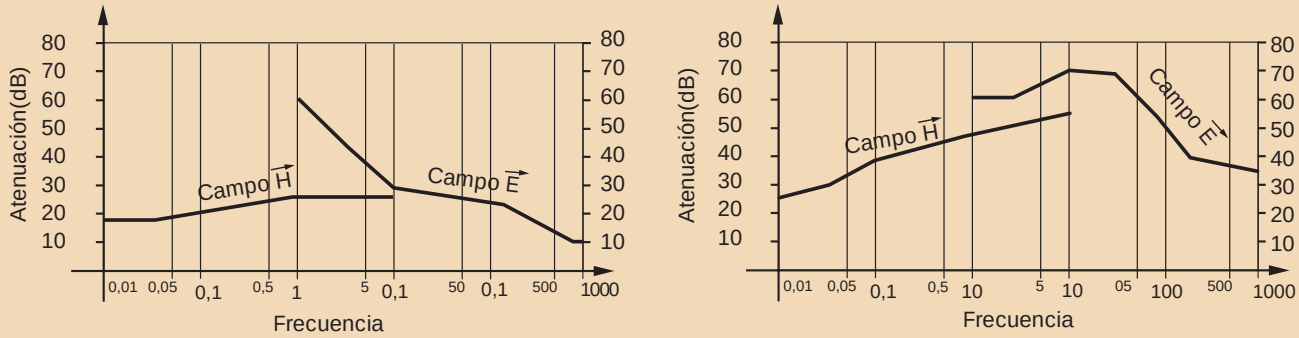
$A(dB) = 20 \log\left(\frac{N1}{N2}\right)$ en potencia.

Niveles de atenuación



Relación de los niveles de atenuación N_1 / N_2	Valor expresado en dB
2	6
3	10
10	20
30	30
1.000	60
10.000	80
100.000	100

Curvas de atenuación típicas



La instalación puede hacer que el nivel de blindaje descienda notablemente. La eficacia del blindaje desciende con la primera fuga (abertura, paso de cables).
Las fugas son especialmente sensibles en alta frecuencia y a menudo difíciles de detectar.
La continuidad del blindaje requiere un contacto continuo de las superficies sin interposición de pintura, por ello las juntas metálicas de blindaje son costosas, delicadas de instalar y frágiles con el uso.
Las grapas u otros dispositivos que sólo garantizan contactos puntuales entre paneles, puertas y estructuras, carecen de eficacia.

4 NORMAS DE CONCEPCION Y ELECCION DE LOS ENVOLVENTES EN FUNCION DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES

Si la primera norma es garantizar, para todas las instalaciones, que las características de las envolventes y materiales convienen con respecto a las dificultades del medio ambiente, es necesario distinguir:

- las envolventes consustanciales a algunos aparatos e intrínsecamente vinculado a éstos (cajas de corte, bloques autónomos, teclados…)
- las envolventes de uso universal (cajas, armarios…) destinados a recibir muy distintos equipos (comando, señalización, potencia, automatismos…) y todas las funciones que están vinculadas (cableado, conexiones…)

En el primer caso, no habrá realmente elecciones sobre el envolvente puesto que éste se adaptará a las condiciones más probables de uso del aparato, lo que implica también que para condiciones inusuales o más severas, medidas de protección complementarias podrán ser necesarias.

En el segundo caso, en la elección de la envolvente estará incluido en el planteamiento que deberá a la vez integrar necesidades dimensionales (tipos de materiales, potencia, numerosas salidas…) y de las dificultades vinculadas a las condiciones de medio ambiente (tipo de locales, medio corrosivo, presencia de agua, de polvo…).

1 Los materiales constitutivos de los envolventes

La diversidad de los materiales disponibles en la oferta de envolventes Legrand permite responder a todas las condiciones ambientales de instalación. A base de materias sintéticas o de metal, he aquí las principales características:

• Los polímeros

Se utilizan para los envolventes de pequeña y media dimensión (cajas modulares por ejemplo).

Las materias básicas utilizadas (poli carbonato, poli estireno, polipropileno…) son objeto de formulaciones químicas específicas (coadyuvantes anti UV, retardadotes al fuego, plastificantes anti choques…).

Estos materiales pueden utilizarse en gamas de temperatura habituales (20°C à + 70°C) y en medios húmedos o moderadamente agresivos.



Cajas Plexo, para todas las aplicaciones que requieren estanqueidad y protección a la vez, contra la agresividad y la corrosividad ambiental.

Cualquiera sea la elección de un envolvente siempre exige una reflexión particular para asegurarse de su adecuación a su medio real de utilización.



Los polímeros técnicos permiten reconciliar exigencias mecánicas, dimensionales, de resistencia a las agresiones y al aislamiento eléctrico.

El poliéster reforzado de fibras de vidrio

El poliéster reforzado de fibras de vidrio presenta, además de sus calidades de aislamiento eléctrico, una elevada resistencia a los agentes químicos y corrosivos, combinada a excelentes resultados mecánicos. Sus calidades de resistencia al fuego y su temperatura máxima de utilización sin interrupción (85°C) le permiten numerosos usos.



Moldeado por compresión de las cajas Marina



Cajas poliéster Marina, perfectamente adaptadas a los ambientes agresivos (borde de mar). Reciben chasis lo que permite el equipamiento modular

Los poliésteres pre-impregnados (en inglés SMC: Sheet Molding Compound) se presentan en forma de tejidos de vidrio impregnado en resina catalizada.
Se forman a presión en un molde que tiene una forma exterior y una contra forma interior, luego se calientan para polimerización. El tiempo de puesta en marcha es bastante largo y los medios industriales son pesados.

El acero revestido de poliester

El acero revestido de poliéster permite múltiples empleos: en locales terciarios e industriales secos o húmedos (armarios XL / XL-A) o en exterior rural urbano o industrial (cajas Atlantic, Altis monobloques) con dificultades de corrosión normales.
Presenta una excelente resistencia a los choques, a las rayas y al desgaste mecánico en general. La gama de utilización térmica es muy amplia y va de - 40°C a + 100°C (140°C en punta).
El comportamiento ante la corrosión de los recubrimientos de poliéster es excelente, pero requiere un control industrial ya que la calidad de los tratamientos de superficie de preparación (fosfatado, cromado) es esencial. Es de la misma naturaleza que las resinas: el poliéster puro presenta los mejores resultados mientras que el epóxipo se deteriora al ultravioleta.



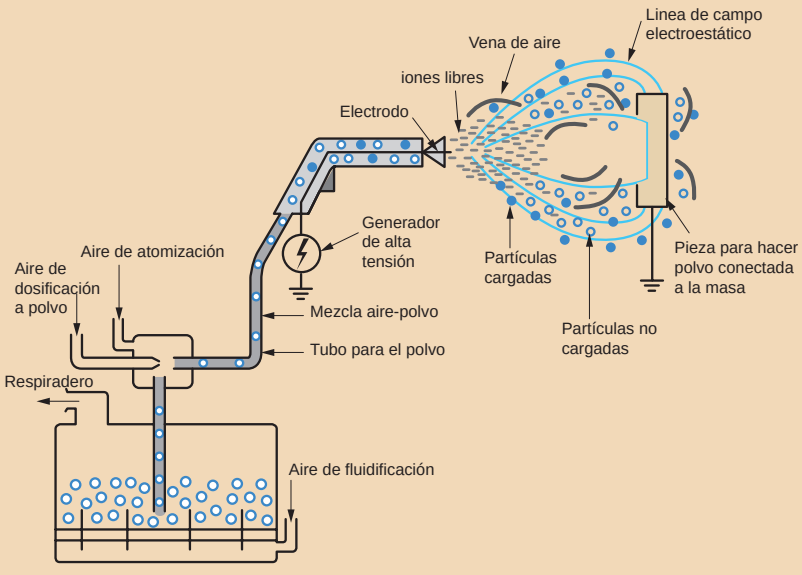
Armario Altis, acero revestido de poliéster

Las pinturas termoestables en polvo (a base de resinas poliéster o epoxi) se depositan sobre la parte que debe pintar por atracción electroestática.
El polvo, cargado anteriormente por un generador de muy alta tensión, se aplica con pistolas robotizadas. La parte pintada se transfiere a continuación a un horno de pre gélido por infrarrojos y luego, a un horno de cocción final a 200°C en donde la película de pintura adquiere su cohesión y su adherencia.



Espolvoreado de los envolventes

Principio de pintura electroestática



El poliéster reforzado de fibras de vidrio

Al top de la protección, presenta las calidades de resistencia más elevadas. Se utilizará, en ambiente interior o exterior, para los medios industriales más agresivos (químicos, petróleos, siderurgias...) y también y por supuesto, para las aplicaciones marinas (borde de mar, plataformas...).



Acero inoxidable 304 L (o 316 L) combinado a un índice de protección IP 66: la caja Atlantic Acero inoxidable ofrece la mejor respuesta posible

El acero inoxidable, tiene también una resistencia excepcional a las bacterias y a los microorganismos (mohos, setas) que lo hace estar presente en todas actividades agroalimentarias, farmacéuticas, hospitalarias o de laboratorios. Tener en cuenta también que contrariamente al acero, no presenta debilitamiento a baja temperatura.
Las cajas Atlantic Acero inoxidable se probaron a - 80°C.

De larga data, en donde Legrand fue parte muy a menudo innovadora, el recubrimiento de poliéster y los tratamientos de superficie aplicados a las dotaciones XL, Altis y Atlantic les garantizan una resistencia excepcional.

Los distintos aceros inoxidables

Se distingue esencialmente a tres familias:
- los aceros martensíticos al cromo con elevadas características mecánicas, sus aplicaciones son muy amplias y van desde lo doméstico (cuchillos, grifos...) a la industria vanguardista (extracción petrolífera, nuclear...), su comportamiento ante la corrosión varía según los tranquilizantes utilizados
- los aceros ferrosos al cromo, con un precio menos elevado, de fabricación más clásica pero su comportamiento ante la corrosión es limitado aún cuando se utilizan algunos matices aditivos para hacer cubas o tubos de escape
- los aceros austeníticos de cromo-níquel cuya resistencia a la corrosión es la característica esencial. Los aceros siguientes (designación americana AISI) son los utilizados en esta familia:
- 303: resistencia idéntica a 304 pero sensibles al medio ácido (industrial) o con cloro (marino)
- 304: buena resistencia ante los medios naturales y moderadamente agresivos, en presencia moderada de cloruros o ácidos (límites en el sector agroalimentario: vinos, mostaza...)
- 304 L: excelente resistencia ante todos los medios naturales incluido urbanos, el contenido "bajo carbono" ≤ 0,03% garantiza la resistencia a la corrosión inter cristalina
- 316: mejor resistencia que el 304 pero no garantizada contra la corrosión inter cristalina
- 316 L: excelente resistencia en los medios químicos ácidos y clorados.

En función de las empresas siderúrgicas, pueden existir diferencias bastante sutiles en la composición de los aceros. Por regla general, el nombre AISI es el que cubre la tolerancia más amplia. Así el matiz 316 L cubre cinco designaciones francesas cuyo contenido en cromo varía de 17 al 18 %, en níquel de 11 al 14% y en carbono de 0,01 a 0,03 %. La nueva norma europea EN 10088-2 reanuda la designación numérica (werkstoffnu) de la norma alemana DIN 17440/41 así como la designación de la composición química.
Debería permitir una comparación directa.

	austenitico al azufre	austenitico	austenitico bajo carbono	austenitico al molibdeno	austenitico al molibdeno bajo carbono
E.E.U.U. / AISI	303	304	304 (L)	316	316 (L)
E.E.U.U. / UNS	S 30300	S 30400	S 30403	S 31600	S 31603
Europa / EN 10088-2 (1995)	X8CrNIS 18-9	X5CrNi 18-10	X2CrNi 19-11	X5CrNiMo 17-12-2	X2CrNiMo 17-12-2
Europa: design. numérica	1.4305	1.4301	1.4306 o 1.4307	1.4401	1.4404
UK / BS1554 (1990)	303 S 21	303 S 31	304 S 11	316 S 19	316 S 11
Alemania / werkstoffnu	1.4305	1.4301	1.4306	1.4401	1.4404
Francia / NF A35-573 (1990)	Z8 CNF 18-09	Z7 CN 18-09	Z3 CN 18-10	Z7 CND 17-11-02	Z3 CND 17-12-02
Francia: design. habitual		Z6 CN 18-09	Z2 CN 18-10	Z8 CND 17-11	Z2 CND 17-12
Suecia / MNC 9008 (1985)	SIS 2346	SIS 2332	SIS 2352	SIS 2347	SIS 2348
Suecia / JIS G4304 (1987)	SUS 303 Se	SUS 304	SUS 304 L	SUS 316	SUS 316 L

2 Las condiciones de agresividad de los medios: las atmósferas

Fuera de las condiciones climáticas locales (véase página 61), es indispensable comprender las características específicas del lugar de instalación.

La contaminación, la contaminación de la atmósfera natural es causada por los efluvios químicos de las actividades industriales, por los agentes de los vehículos de motor y calefactores y también por los aerosoles salinos de los bordes de mar.

Otras sustancias: esporas, mohos... pueden también transportarse en la atmósfera.

No hay pues una sino varias "atmósferas", con la dificultad real que hay para designar y cuantificar los agentes activos del medio ambiente que sean químicos, o biológicos además por supuesto de los agentes climáticos. Las "atmósferas" que son de naturaleza y composición variable, queda claro que la elección de un producto y de sus características, guardará siempre una parte empírica en donde la experiencia será esencial aún cuando se puedan dar algunas normas generales para las acepciones habituales de atmósfera industrial, marítima, tropical...

• La atmósfera industrial

Se encuentran en cantidad variable a los agentes siguientes:
- óxidos nitrosos,
- óxidos de carbono,
- hidrocarburos,
- derivados del azufre: dióxido de azufre (SO_2) e hidrógeno sulfurado (H_2S)
- del cloro,
- del amoníaco,
- del ozono,
- halogenuros de hidrógeno (bromuros, fluoruros, yoduros).

Las zonas con fuerte contaminación industrial son muy corrosivas. Los óxidos de azufre (actividad industrial y calefacción) y los óxidos nitrosos (transportes) son los principales precursores de las lluvias ácidas.

Combinado con agua, el cloro es un elemento también corrosivo de los minerales y aceros inoxidables mientras que el amoníaco es causal de ataque de las aleaciones cuprosas. Todos los halogenuros, incluso de escasa concentración, son extremadamente corrosivos.

Todos los elementos cuya agresividad aumenta por la temperatura y la humedad.



La "taza de acidez fuerte "

Para considerar el efecto corrosivo de una atmósfera con tendencia ácida (tipo industrial o urbano), se puede efectuar una aproximación con la "taza de acidez fuerte " del lugar en cuestión. Este dato puede obtenerse en los servicios meteorológicos u organismos locales de vigilancia de la contaminación.

Tazas medianas de menos de 50 µg/m3 se encuentran en los lugares sin polución o con poca contaminación (nivel 1), tazas de 50 a 100 µg/m3 en los lugares con contaminación (nivel 2) y tazas superiores a 100 µg/m3 en los lugares con mucha contaminación (nivel 3). Correlaciones a priori pueden hacerse entre estos niveles y el comportamiento ante la corrosión de los envolventes en exterior.

Las cajas Altantic y los armarios Altis pintados se adaptan a una exposición permanente de nivel 1 y momentánea de nivel 2.

Los envolventes Marina o Atlantic Acero inoxidable 304L se adaptan a la exposición permanente de nivel 2 y momentánea de nivel 3. La exposición permanente de nivel 3 nos impone un inox 316 L.

La atmósfera marina

Se caracteriza por la presencia constante de humedad y de agentes químicos como los cloruros de sodio y magnesio, y los sulfatos.
Los cloruros son un peligro importante de corrosión por picaduras.
Toda discontinuidad del revestimiento protector se traducirá en un ataque profundo del metal subyacente. Por lo tanto es primordial sólo utilizar si es posible más que materiales difícilmente atacables (acero inoxidable, aluminio, materiales plásticos o compuestos).
La utilización del hierro sólo es posible cubriéndolo y aislándolo completamente del medio ambiente: tratamiento espeso como la galvanización o sistema de pintura con varias capas renovadas permanentemente (punta de cascos de buques).



Las dificultades de la atmósfera marina son variables y los efectos de corrosión son esencialmente debidos a las brumas.
Éstas pueden ser directas (salpicaduras) o transportadas por el viento. Por esto, la exposición al viento es un elemento muy importante de considerar en borde de mar. De hecho es durante las malas estaciones (lluvias, tempestades) que el ataque corrosivo se da más marcado.

La atmósfera tropical

Entre los elementos que más influyen sobre el funcionamiento y la durabilidad del material eléctrico instalado en clima tropical, se toman en cuenta:
- la temperatura
- la humedad y el fenómeno de condensación
- los mohos y los microorganismos
- los insectos y las termitas
- la radiación solar
- los vientos, el polvo y la arena que transportan.

La humedad es la causa principal de degradación a mediano y largo plazo: pérdidas de aislamiento, corrosión, bloqueo de los mecanismos. Los fenómenos se acentúan por la formación de rocío (mucho más abundante) sobre todo cuando se produce en recintos cerrados.
Junto con las condiciones favorables de humedad y temperatura, los mohos se desarrollan mucho más bajo los climas tropicales. Aparecen sobre los materiales orgánicos (maderas, materias plásticas, telas…) y también sobre las superficies metálicas si éstas se cubren de polvo del cual pueden alimentarse. Producto de su crecimiento pueden entonces dañar el tablero.
También difíciles a prever, las degradaciones causadas por los insectos en general, y las termitas en particular, pueden ser muy importantes, en particular, en el suelo (cables bajo tierra).

Las instalaciones en clima tropical, y, en particular, ecuatorial, plantean problemas complejos y múltiples. Se podrá recurrir a pinturas o barnices fungicidas (mohos), a insecticidas locales (termitas) o a protecciones adaptadas (rejas contra la fauna). Pero en todos los casos, una buena ventilación de los materiales es indispensable para limitar las proliferaciones bacterianas, los efectos de corrosión por confinamiento y las degradaciones de los aislantes por absorción de humedad. Se recomienda la utilización de disecadores de resistencias calientes (gel de sílice) y de ventiladores.

Existen pruebas que permiten comprobar la susceptibilidad de una serie de mohos consustanciales a los climas tropicales (aspergillus niger, penicilium luteum, trichoderma viride...)
Estando presentes los riesgos correspondientes, estas pruebas deben ser efectuadas por un laboratorio especializado.
El consejo y la asistencia de organismos especializados pueden ser necesarios.



• Las aplicaciones agroalimentarias

Éstas entran en la categoría "interior húmedo" y no representan una atmósfera como tal. Sin embargo presentan exigencias particulares útiles de recordar.
Los envolventes de los materiales pueden cubrirse con una contaminación de superficie en forma de polvo, de salpicaduras, de depósitos nutritivos o de grasas volátiles condensadas.
Los mohos pueden entonces obtener sus elementos nutritivos y deteriorar las superficies subyacentes si son de naturaleza orgánica (pinturas, plásticos, maderas...).
Las superficies deberán a la vez no alimentar la flora y permitir una limpieza fácil, de ahí la imposición lógica del acero inoxidable.



Las cajas Atlantic Inox y los armarios Altis Inox reciben un tratamiento de pulido final muy fino (aspereza ≤ 0,3 µm) lo que permite una limpieza óptima de las superficies conformes a las más altas exigencias de higiene. Su índice de protección IP 66 se adapta al lavado con manguera en los locales alimentarios. Su junta de estanqueidad en poliuretano fue objeto de pruebas de compatibilidad alimenticia con elementos bajo forma de polvo y pastosa.

Las aplicaciones nucleares

Además de las exigencias de resistencia a la corrosión que dependen del lugar de instalación, interior, bajo refugio, exterior y para las cuales los criterios de elección de la tabla página 158 son utilizables, los materiales y los envolventes utilizados en locales nucleares deben ajustarse a exigencias específicas:
- prueba de comportamiento ante accidente por pérdida del refrigerante primario según NFT 30-900 (Francia),
- prueba de evaluación de susceptibilidad a la contaminación y aptitud a la descontaminación según NF T 30-901 (Francia),
- prueba de comportamiento ante las radiaciones ionizantes según NF T 30-903 (Francia).

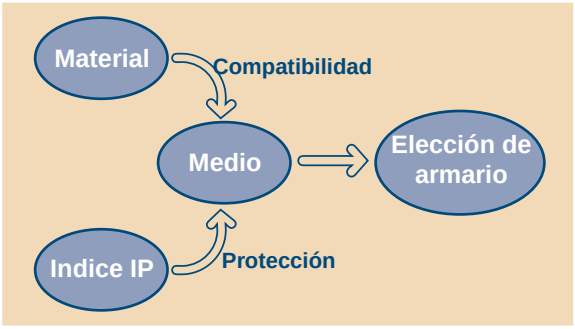
La dirección del equipamiento de Electricidad de Francia estableció un manual para los trabajos de recubrimiento. Cada sistema de protección tiene un índice por una codificación que incluye:
- tres mayúsculas con las que se indica el medio de utilización (nuclear o no, atmósfera, suelo, ácidos, agua de mar...)
- tres números arábigos que indican la función según la naturaleza de la superficie que debe cubrirse (decorativo, protección...)
- un número romano que indica el destino del recubrimiento (locales, estructuras, albañilerías...).
Usaremos mucho este documento para conocer las exigencias exactas de cada clasificación.

Numerosos sectores laborales(purificación de las aguas, ingeniería civil, metalurgia, estructura...) hicieron manuales específicos para sus necesidades. Muchos de ellos se han establecido sobre la base de soluciones testeadas y probadas (preparación de superficie, grosor y numerosas capas...) y así estos documentos dan más a menudo soluciones prácticas que las que exigen resultados medidos.
Los tratamientos de superficie y pinturas aplicadas a los envolventes Legrand están a la vanguardia de la tecnología industrial. Entonces son a menudo diferentes de los sistemas ya conocidos aunque sus rendimientos sean iguales o superiores.
Se puede por ejemplo afirmar que el sistema de pintura de los armarios Altis y XL-A: chapa de acero galvanizada Z140 + tratamiento/pacificación al cromo + espolvoreado poliéster, de grosor total 90 µm tiene resultados a lo menos igual a un sistema clásico de pintura húmeda de tipo chorro con granos de deshechos + capa primaria al fosfato de cinc + capa intermedia + capa de terminación de grosor total 200 µm. Se recomienda la consulta a los servicios técnicos de Legrand cuando son necesarias comparaciones de resultados.



3 La elección del envolvente

La perpetuidad de una instalación depende en primer lugar de la buena elección de los materiales y envolventes destinados a protegerla de las agresiones externas. Aunque no se precise siempre lo suficiente, el conocimiento del medio en que está la instalación final es esencial (ver las características principales en el cuadro a continuación). En función de éste, las compatibilidades y los límites a las agresiones físico-químicas podrán comprobarse para cada material. Los índices de protección IP e IK permitirán comprobar los niveles de protección habituales polvo, agua, y choques mecánicos.



Propiedades del recubrimiento de los envolventes pintados XL-A, Altis y Atlantic (Francia)

- **Colores**
  Envolventes: grises silex RAL 7032 841-GL
  Zócalos: gris oscuro RAL 7021 841-GL
  Otros colores: - azul AFNOR 2525 NF X 08-002 a pedido
  - naranja AFNOR 2130 NF X 08-002 a pedido
  -180 colores RAL a pedido
  Aspecto: textura satinada (que brilla un 60 %)
  Grosor nominal: exterior 80 µm, interior 60 µm
  Libre de TGIC y de amianto

- **Características mecánicas**
  Adherencia: clase 0 a 1 según NF T 30-038
  Resistencia a los choques: 1 kg a 0,5 m según NF T 30-017
  Doblado: mandril de tornero Ø 6 mm según NF T 30-040
  Moldeado: profundidad 8 mm según NF T 30-019
  Rayado: punta Ø 0,5 mm bajo 1,5 kg
  Perforación: Ø 20 mm, exfoliación < 1 mm

- **Resistencia a la corrosión**
  Prueba a la niebla salina: 1000 h siguientes NF X 41-002
  Prueba al dióxido de azufre (18,5 g/m³): 500 h sin interrupción según NF T 30-055
  Grado de moho RI 1 y grado de abolladura 0 (según NFT 30-071) admitida después de las pruebas

- **Resistencia a la temperatura : 100°C en contínuo, 150°C en 3 horas, 200°C en pic**

- **Resistencia a los UV : Excelente (según prueba NF T 51-056)**

- **Resistencia a los agentes químicos: Excelente por regla general excluido los solventes fuertes (cetonas, alifáticos, clorados...) referirse a las fichas técnicas para más detalles**

- **Resistencia al fuego: Clasificación M0 según NF P 92-507**
  Poder calórico superior a 2,1 MJ/m² según NF P 92-510



Humedad y polvo...
Altis IP 55 en un taller de tallado de piedras

Propiedades de los aceros inoxidables de los envolventes Atlantic y Altis Inox

Acero austenitico con bajo contenido en carbono 304 L (Z3 CN18-10 según NFA 35-573). A pedido, acero austenitico al molibdeno 316 L (Z3 CND 17-12-02)

- Estado de superficie:
  Pulido grano 180 (según NF E 05-015), de aspereza media Ra: 0,25 a 0,35 µm compatible con las exigencias de descontaminación alimenticia de las superficies

- Resistencia a los agentes químicos:
  Excelente resistencia a la corrosión en los medios naturales (atmósferas rurales y urbanas)
  Resistencia elevada ante los ácidos acéticos, cítricos, lácticos

304 L: resistencia limitada en presencia de cloruros (borde de mar), solventes tratados y algunos ácidos diluidos: clorhídrico, sulfúrico. Algunas reservas sobre algunos usos agroalimentarios (vinos, mostaza) y en caso de lavado repetido al hipoclorito de sodio (agua de lejía)

316 L: excelente resistencia en todos los medios alimentarios y en numerosos medios químicos ácidos: fosfóricos, orgánicos, sulfúricos puros, nítricos… Buena resistencia en presencia moderada de cloruros y derivados de cloruros en concentración limitada.





Casco sobre la puerta, recubrimiento total en parte superior y canales sobre todas las aperturas (puertas y los paneles) permiten garantizar el IP 66 sobre los armarios Altis Inox

Propiedades del poliéster con de fibra de vidrio de los envolventes Marina

Resina de poliéster pre impregnado de fibra de vidrio

Características mecánicas:
Resistencia elevada a los choques IK 10 según NF EN 50102
Gran estabilidad dimensional
Resistencia a los agentes químicos
Muy buena resistencia a las soluciones salinas
Buena resistencia a los solventes alcoholes e hidrocarburos alifáticos
Buena resistencia a los ácidos no oxidantes (acético, cítrico, úrico...)
Resistencia limitada a los ácidos oxidantes (nítricos, perclóricos, sulfúricos, fluorhídricos...)
Resistencia limitada a los solventes tratados, a las cetonas y a las bases
Resistencia a la temperatura: -40°C a +85°C en continuo (+ 100°C en punta)
Resistencia al fuego: 960°C con auto extinción < 5 s según CEI 60695-2-1

Elección de los envolventes

Exterior marino							
Exterior industrial y urbano							
Exterior rural							
Exterior industrial y urbano s / refugio							
Exterior rural s / refugio			②				
Interior húmedo y agresivo			②				
Interior húmedo			①	②			
Interior seco							
Envolvente Legrand	Cajas Plexo	XL 100	XL 135 / 195	XL 400 / 600	XL -A 250	XL - A 400/600/800	

① Con puerta y junta de estanqueidad
② Con Kit de estanqueidad
③ Aconsejado usar con techo
④ Posibilidad versión 316 L para exposición extrema, o agente agresivo especial

Envolventes de distribución con plastrón

La clasificación de los diferentes medios ambientes propuestos en el cuadro de arriba se puede simplificar con 3 niveles para las instalaciones interiores, 2 niveles para las instalaciones bajo refugio y 3 niveles para las instalaciones exteriores.
Si son necesarias condiciones más especiales, podrá ver la norma CEI 60721-3-3, "Utilización de puesto fijo protegido contra las inclemencias", que contempla 8 niveles de 3K1 (locales cerrados climatizados en temperatura y humedad) hasta 3K8 (locales abiertos, sin control, sujetos a nieve y a lluvia).
Para las instalaciones no protegidas contra las inclemencias, la norma CEI 60721-3-4 contempla 5 niveles de 4K1 a 4K4L.
Estas clasificaciones se completan con condiciones complementarias: B (biológicas), C (químicas), S y M (mecánicas).

de las condiciones de agresividad del medio

		④						③
	③	④	③				④	④
	Cajas Atlantic	Cajas Marina	Cajas Atlantic Inox	Atlis Monobloc	Atlis Ensamblable	Marina	Altis Inox ensamblable	Altis Inox monobloc
	Envolventes que pueden recibir marcos modulares con plastrón			Envolventes universales sin plastrón				

4 La confección y el armado de los envolventes

Aunque está simplificada por numerosos accesorios (fijaciones murales, sobre postes, sobre zócalos...) y por el servicio "Legrand" a la medida (colores, perforaciones, pre equipamientos, montajes...) el armado de las calotas, cajas y armarios requiere en la mayoría de los casos un trabajo de adaptación:
- para la instalación misma de los equipos protegidos en el envolvente (perforación, recortes, aducciones de los cables, desgloses...)
- para la implantación y la fijación in situ (pared, poste, pórtico, pasarela...)
- para las condiciones exactas del medio ambiente (exposición, refugio, proyecciones, exigencias de higiene...).



• Fabricación del acero y el poliéster

Las precauciones que deben tomarse serán diferentes en función del material, pero se puede afirmar que todo trabajo de fabricación debe ir seguido de una restauración de la protección si el envolvente está destinado instalarse en una atmósfera diferente a interior seco.
Se utilizan generalmente herramientas convencionales:
- los taladros y perforaciones en acero rápido para los agujeros de pequeños diámetros (≤ 13 mm.), destinados a la fijación por tornillo, remachado metal o plástico, paso de los comandos del aparato...
- Sacabocados (tipo greenlee®) se utilizan mucho para los diámetros y las luces (de alrededor de 15 a 60 mm) destinados a la fijación de las prensa estopas, de las unidades de mando (botones) y señalización (indicadores) de las caras de los distintos aparatos (contadores, teclado...)
- la sierra de corte vertical o la cortadora para los grandes recortes (desglose, caras de automatismos, aparatos de potencia, consolas de programación, controladotes diversos...)

Recorte neto, ausencia de accidentes, conservación del recubrimiento, aunque es una evidencia, la calidad del trabajo está vinculada a la calidad de las herramientas y a su afilado.
Evitar el trabajo con la cortadora de ángulo que quema la pintura, destruye los tratamientos de superficie y genera limaduras que se convierten en fuentes de corrosión y defectos.





Perforación con sacabocados Greenlee®



Recorte de una caja Atlantic con la sierra de corte vertical con protección previa por pegamento

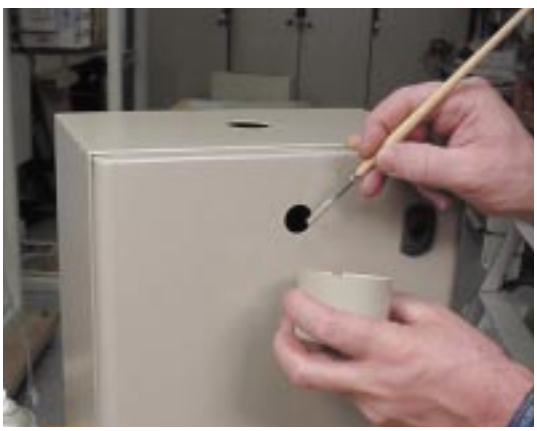


Recorte de una caja Marina con diamante



Recorte de una caja Marina con sierra- campana

Las operaciones de fabricación descubren el metal que se recomienda proteger si el envolvente debe someterse a la humedad y posteriormente a condiciones agresivas.
Los tornillos y los roscados pueden ser protegidos por una gota de "freno-red" que permitirá a la vez protección, firmeza y estanqueidad.
Los bordes de chapa recortada (salvo inox) pueden protegerse con un retoque con bomba de pintura o mejor con una aplicación de pintura antioxidante.



Retoque manual de los bordes de chapa al descubierto: recomendada para una utilización posterior en medio húmedo o corrosivo

Las virutas de corte son fuentes de corrosión pero pueden también crear defectos en los aparatos.
El polvo generado por el trabajo del poliéster es irritante para las vías respiratorias.
En todos los casos, es necesario prever una eliminación aseada de los residuos de corte por aspiración.

El trabajo del Inox

El acero inoxidable es muy sensible a la presencia de partículas ferrosas que contaminan su superficie. Éstas pueden tener varios orígenes: herramientas de corte que sirven para el acero, amolado a proximidad, operaciones de soldadura no descontaminadas... e incluso simplemente ponerlo sobre una máquina. ¡Da la impresión que el acero inoxidable se va a oxidar!
El trabajo del acero inoxidable, perforación, recorte y el mismo plegado sólo debe hacerse con herramientas reservadas para este uso. La utilización de prensa metálica que no sea inox debe prohibirse y preferir el cepillo de nylon.
La incrustación de la partícula ferrosa en el inox es difícilmente evitable: por tanto, es necesaria una operación de descontaminación. Se efectúa por lavado o si es posible por remojo en ácido nítrico diluido al 50 %. El ácido nítrico es peligroso, en especial, por su riesgo de explosión con numerosas sustancias.

Pastas desoxidantes estables, listas para su empleo, son utilizables para las pequeñas superficies pero la mejor práctica pasa por la precaución.



Trabajo del inox con la cortadora



Inox oxidado por contaminación

Las cajas Atlantic Inox se suministran, libres de toda contaminación ferrosa. Se realizan en talleres reservados con herramientas dedicadas. Las soldaduras se descontaminan y las superficies internas se limpian con micro esferas de vidrio.
Posibles rastros de herrumbre deberían buscarse en las operaciones después de desembalar...

Ideas recibidas: atención

El imán no se pega: es un buen inox!...
Efectivamente los aceros inox auténticos son a-magnéticos y figuran entre los más resistentes a la corrosión, pero los martilleos locales (plegado, estampado) pueden suprimir esta característica sin que la resistencia sea modificada. Sucede lo mismo con algunos aceros ferrosos, que aunque magnéticos, tienen elevadas propiedades anti corrosión : tubos de escape, conductos...

La instalación en salas limpias y en los locales con medio ambiente controlado

Bajo el término de salas limpias se agrupan genéricamente locales distintos como:
- salas blancas
- salas de contaminación controlada
- salas de empolvamiento controlado
- salas micro biológicamente controladas.

Estas salas están destinadas a permitir distintas actividades tales como la micro electrónica, la química fina, la fabricación de partes para la aeronáutica, para la espacial, la micro mecánica.

Las actividades agroalimentarias (cocinas, industrias lácteas, restauración colectiva....) requieren también, por supuesto, salas limpias así como la farmacia (fabricación de los medicamentos, cosmetología...) o la medicina (salas de operaciones, oftalmología...)

En función de las actividades, las exigencias se referirán, a conceptos de renovación de aire (difusión, barrido, producción), polvo y partículas admisibles (número y tamaño por volumen), calidad bacteriológica, empolvamiento de las superficies (salas blancas) y de la higiene en la utilización (sector agroalimentario).

La naturaleza misma de los materiales empleados, su estado de superficie y sus formas son esenciales para evitar las retenciones y acumulaciones y facilitar la limpieza



El ultra limpieza: salas blancas para el control de los microprocesadores

Las instalaciones eléctricas o los equipos eléctricos de máquinas que están en las zonas de repercusiones y posteriormente en las zonas alimentarias deben respetar las reglas de fabricación e higiene aplicadas en los materiales agroalimentarios (norma internacional NFU 60-010):
- todas las superficies deben ser fácilmente accesibles
- los elementos cuya limpieza requieren desmontaje deben retirarse fácilmente y sin herramienta
- las superficies no deben presentar asperezas y su estado debe ser al menos igual a N8 (Ra = 3,2 µm) según norma internacional NFE 05-051 (Rugotest visotactil).
- la continuidad de las superficies, los ángulos interiores, los montajes y los ajustes deben tratarse para evitar toda retención que sea difícil de limpiar
- los tornillos con impresiones huecas (torx, cruciformes...) deben evitarse
- para las máquinas colocadas en el suelo y no movibles, una junta de estanqueidad debe evitar toda infiltración entre los zócalos fijos y el suelo.

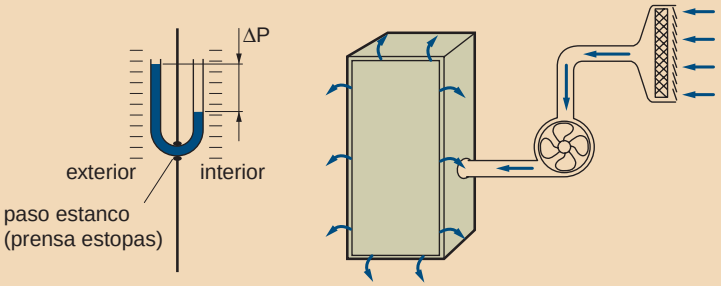
En todos los casos, procederá refiriéndose a los textos aplicables para la instalación estudiada, entre los cuales se puede citar:
- NF EN ISO 14644: "salas propias y medio ambiente controlado aparente"
- NFU 60-010: "normas de construcción para garantizar la higiene en la utilización"
- NFS 90-351: "procedimientos de control y recepción de las salas de operaciones"



Cajas Atlantic Inox, armarios monobloques y ensamblables Altis Acero inoxidable (a pedido): Una gama completa de envolventes concebidos para responder a las dificultades de higiene del sector agroalimentario

La supervisión interna de las envolventes

La puesta bajo presión permanente del volumen interno de las envolventes permite oponerse a la penetración del aire ambiente cuando éste está muy contaminado, corrosivo o cargado de polvo.
La presurización puede ser realizada por aire comprimido y aflojado para envolventes pequeñas, pero es una fuente costosa y cuya producción permanece limitada.
Será necesario tener muy en cuenta que fugas permanentes son inevitables: se deben a los distintos montajes, a las juntas, a las fijaciones, a las entradas de conductores, a los indicadores y comandos, y son globalmente proporcionales a las dimensiones



**La presión interna puede medirse con un manómetro a escala adaptada o también más fácilmente con un tubo de agua (eventualmente coloreada).
La presión interna en el envolvente tiene por valor la diferencia de altura entre las columnas de agua interior y exterior con la equivalencia siguiente : 1 mbar = 10mm de agua = 100 PA (Pascales)
Una presurización habitual de 3 mbar corresponde pues a un DP de 30 mm de agua**

Envolventes	Producción / volumen del envolvente
Cajas Atlantic	10 m³ / h / m³
Cajas Marinas	no presurizables
Armarios monobloques 1 puerta Atltis (estándar o inox)	10 m³ / h / m³
Armarios monobloques 1 puerta Atltis (estándar o inox)	25 m³ / h / m³

Para cualquier instalación de envolventes a presión, es necesario precisar el objetivo y las características que se necesitan ante los agentes técnicos Legrand con el fin de tomar disposiciones constructivas específicas si es necesario.

El repintado de los envolventes

Por criterios de adaptación estética o para la necesidad de protección complementaria para medios bien específicos, puede ser necesario aplicar una o varias capas suplementarias sobre los envolventes metálicos o plásticos. Tres soluciones son posibles pero no dan inevitablemente los mismos resultados.

- El repintado directo:
Como consecuencia de sus elevadas propiedades de resistencia de superficie y de anti suciedad, el acabado poliéster RAL 7032 es difícil de pintar directamente.
Sólo las pinturas de poliuretanos bi compuestos para aplicaciones a automóviles o industriales permiten una recaudación directa después de desglaseado ligero con papel abrasivo al agua (grano 240 a 400). En la práctica, estas pinturas son aplicables solamente con pistola. El repintado directo de las cajas Marina (poliéster SMC) tiene las mismas dificultades.

- El repintado con una capa intermedia:
También nombrada "apresto" o "impresión" se engancha directamente sobre las bases de los envolventes (pintura poliéster, poliéster SMC) y permite la adherencia de las pinturas (o sistemas de pintura) más corrientes: caucho y derivados tratados o isómeros, aceites, alkyde, alkydes modificados (uret, epoxi), poliuretanos, epóxicos, poliéster.

- El repintado sobre apresto en fábrica:
A pedido, los envolventes Atlantic y Altis pueden suministrarse con una capa anticorrosión gris claramente RAL 7035 mate especialmente elaborada para proporcionar una excelente protección y una base de enganche que permita todas las posibilidades de acabado: de celulosa y derivados, de acrílico y metacrílicos, caucho y derivados, aceites modificados, alhydes cortos y medios en aceite, alkydes modificados (epoxi, uret, silicona), poliuretanos, epóxicos, poliéster, silicona, silicona modificada.

El recubrimiento por pinturas "display", alkydes glicero-ftálicos y dispersiones acuosas (vinílicos o de acrílico) no son aconsejables. El apresto de fábrica permite la aplicación de los sistemas de pintura homologados "Puentes y calzadas", "Marina nacional", FED, SNCF...)

Legrand propone un "apresto para pintura al modo" que permite un excelente enganche de todos los tipos de pinturas sobre todos los envolventes incluido inox.



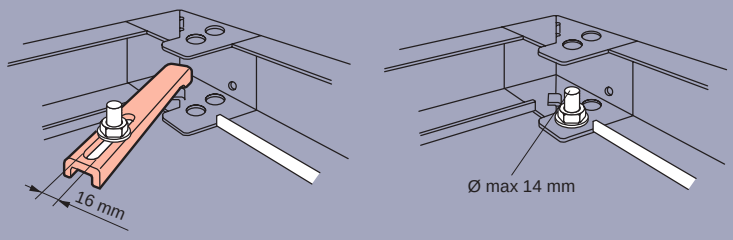


**180 colores RAL disponibles
A PEDIDO para personalizar los envolventes Atlantic y Altis con una calidad y resultados idénticos al color básico RAL 7032**

La fijación de los envolventes y de los equipos

Los dispositivos de fijación deben garantizar la interfaz entre el apoyo y el producto soportado: deben resistir a las dificultades mecánicas (choques, vibraciones, movimientos, carga... definidos en el capítulo I.B.2 § 4 a 7) y a la vez garantizar la durabilidad del apoyo.
Si estas dificultades parecen naturales y habituales, de hecho son ampliadas ampliamente por varios factores que constituyen todos los ingredientes para desencadenar fenómenos de corrosión química o electrolítica:
- los materiales de apoyos son muy distintos: madera, cemento, yeso, hierro, inox, aluminio
- las fijaciones son zonas de contacto eléctrico y continuidad de potencial
- las zonas de fijación pueden crear retenciones localizadas
- finalmente las operaciones de montaje pueden haber dañado los tratamientos, en particular, sobre los tornillos y las aristas vivas.

Los zócalos de armarios sufren a menudo choques (pies, carros de manejo mecánico) a los cuales se añaden las operaciones de mantenimiento de los suelos (barridos, lavado al chorro) que son tantos factores de degradación repetitivos.
Para una resistencia óptima los zócalos de los armarios Altis se realizan en acero galvanizado pintado. Para condiciones extremas, es posible subir los armarios RAL 7032 sobre los zócalos Altis inox. Todos los zócalos pueden ser atados al suelo por pasadores sellados, directamente o por medio de las fijaciones desplazadas Ref. 34 549.



Las patas de fijación para cajas

- Ref. 364.01: Zamak pintado poliéster RAL 7032 con embellecedor de terminación para las cajas Atlantic sirve para todos los medios
- Ref. 634.04: Chapa de acero recortada tratada Dacromet para las aplicaciones interiores y exteriores bajo refugio
- Ref. 364.02 y 364.05: Poliamida cargado con fibra de vidrio para las cajas Marina
- Ref. 364.06: acero inoxidable para cajas Atlantic Inox (también pueden utilizarse sobre las cajas Atlantic).



Patas de fijación Ref. 364.01: resistencia a la corrosión muy elevada y aislamiento galvánico permiten su uso universal



Los kits de fijación sobre poste Ref. 364 46/49 (a pedido) están formados por dos transversales en acero galvanizado fijados por encintado con un fleje inox.
La herramienta Ref. 364.45 permite una sujeción eficaz y adaptada

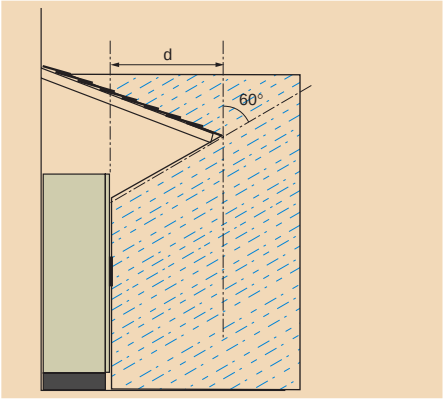
Evitar el empleo de patas de fijación inox en los soportes en aluminio (par galvánico). Para éstos preferir las patas en Zamak Ref. 364.01 o en material aislante Ref. 364 02/05.

La instalación bajo tejado, refugio y techo

La instalación bajo tejado, refugio y techo en los lugares muy expuestos a la lluvia (terrazas de edificios, paredes que dan a los vientos dominantes, regiones con fuertes precipitaciones…) una protección sobre los envolventes aportará una garantía complementaria significativa contra las penetraciones de agua

La acumulación de distintos residuos (hojas, insectos...) y la permanencia de agua estancada en los bordes de las puertas pueden, con el tiempo, comprometer la estanqueidad por capilaridad.
Cuando un mantenimiento regular no es posible o previsto, se recomendará la disposición de un techo.

Las cajas Atlantic y los armarios monobloques pueden equiparse de techos hechos referencia. El cuadro de elección de la página 157 aconseja el uso (nota l) para las exposiciones más difíciles.
Tener en cuenta también que la edificación de refugios o tejados contra la lluvia permiten la utilización exterior de los armarios ensamblables XL-A y Altis.

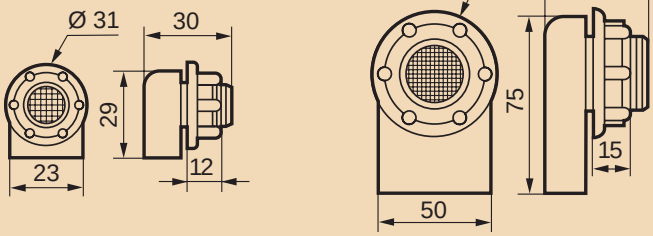


El desbordamiento (d) del tejado deberá calcularse de tal modo que el agua no esté precipitando sobre la envolvente. Deberá considerarse un ángulo mínimo de 60° bajo el viento.

La prevención de la humedad dentro de los envolventes

Las variaciones importantes de temperatura exterior implican inexorablemente fenómenos de ciclos de evaporación / condensación, las cantidades de agua acumuladas dentro de los envolventes pueden convertirse en considerables y causar fallas eléctricas (véase página 170) además de las degradaciones por la corrosión.
Sistemas de des-humidificación y, en particular, las resistencias de calefacción limitan ampliamente este fenómeno.

Un agujero de drenaje de los condensados puede arreglarse en la parte inferior de los envolventes. Las cajas Atlantic poseen un agujero con un obturador que debe retirarse. Se taladrarán las cajas Marina y de Acero Inox. Aireadores ref 365 78/79 permiten la puesta en la presión atmosférica del interior del envolvente conservando al mismo tiempo el índice de protección



En atmósfera tropical húmeda (llamada también ecuatorial), la prevención de los riesgos vinculados a la humedad será esencial: instalación bajo refugio, desglose y desecación del aire interno, engrase de las bisagras y cerraduras, estanqueidad perfecta de las entradas de conductores serán la norma.

La reparación de las superficies dañadas o accidentadas

Es evidente, mientras más rápido se haga la reparación, más se limitará la propagación de los daños. Un proverbio de sensatez que se aplica igual a los envolventes pintados que a los que son de poliéster. Toda saltadura de pintura, raya o choque profundo que descubre el metal subyacente corre el riesgo, además del daño estético, de dar nacimiento a un lugar de corrosión y a largo plazo a una propagación más o menos importante.
Las superficies dañadas serán raspadas y se retirará toda la pintura no adherente. Se hará una aplicación primaria anticorrosión (a base de cinc o aluminio) antes del retoque con una pintura de terminación. Si los daños son importantes y la chapa de acero es atacada por el óxido, deberá hacerse un pulimiento amplio de la superficie antes de la pintura.

La durabilidad de los equipamientos pasa por su vigilancia y su mantenimiento. Los ataques accidentales no forman parte de las condiciones de garantía (véase página 105). De ahí la importancia de poner remedio lo antes posible para no comprometer la durabilidad de la obra o de los equipos



Los aerosoles para retoque RAL 9002, RAL 7032... permiten la reparación de pequeñas superficies dañadas. No tienen cualidades antioxidantes.
Los solventes de los aerosoles son especialmente potentes (de celulosa). Si es necesario, se aplicarán algunas capas primarias específicas anti corrosión.

Los ataques del poliéster cargado con fibra de vidrio de los envolventes Marina deben también repararse cuanto antes.
El desgarramiento de la capa de superficie descubre la matriz y las fibras de vidrio; éstas son higroscópicas y la humedad entra en la materia que corre el riesgo de deteriorarse más y más. Resinas de reparación para automóvil (tipo Sintofer) pueden utilizarse. En caso necesario un poco de pintura en la parte alcanzada podrá hacerse.

5 PRECAUCIONES DESTINADAS A MINIMIZAR LOS RIESGOS Y LAS CONSECUENCIAS DE UN INCENDIO

Las situaciones en el origen de incendios eléctricos se conocen: deficiencia, mala utilización, malevolencia, o incluso causas extranjeras. Pero no es necesario hacer la amalgama entre las fuentes representadas por los aparatos receptores y consumidores (calefacción, motores, alumbrado, máquinas…) y aquéllas constituidas por los elementos fijos de la instalación (cajas, canalizaciones, equipos…).
Los segundos se supervisan un poco o no se supervisan. Generalmente se les oculta o son inaccesibles. El aspirador que humea, se ve y se desconecta, pero ¿ la caja en el armario o los cables en el techo?
En cuanto se inicie, la gravedad del siniestro dependerá de condiciones externas al material que habrá sido la causa: cantidad y naturaleza de materiales próximos que podrán alimentar al fuego y propagarlo, medios de detección, de confinamiento, de extinción y condiciones de alerta y de evacuación.

¿Qué ambiente?

Si la temperatura del local o el lugar de instalación debe por supuesto considerarse, es necesario sobre todo asegurarse de la del micro ambiente que constituyen volúmenes cerrados como los armarios, las cajas, las canalizaciones, los conductos, los envolventes técnicos, los clósets, los techos... sin olvidar la influencia de la proximidad de fuentes de calor como radiadores, máquinas, conduits... Por lo tanto, la temperatura ambiente que debe considerarse es la del volumen reducido en el cual se sitúan los aparatos.

Si es capital limitar el riesgo de incendio en la fuente, es también esencial controlar las consecuencias próximas cuanto antes.

1 Las condiciones de funcionamiento

• Ambiente, micro ambiente, temperatura ambiente

Primera evidencia, los materiales deben funcionar en las condiciones para las cuales están previstos; el cumplimiento de condiciones ambientes normales es imprescindible.
La temperatura es la causa principal de envejecimiento de los materiales y de los aislantes, de los conductores, de los contactos, de las conexiones…
Los materiales para uso doméstico y similares están previstos generalmente para una temperatura ambiente de 30°C; los materiales industriales lo están para 40°C.
Excepto materiales específicos, eso significa que más allá de estas condiciones el riesgo de falla aumenta y también el de incendio.

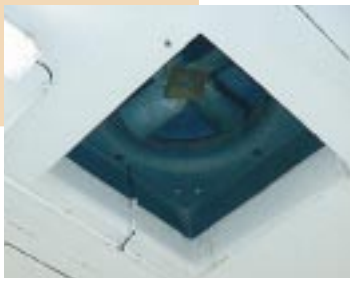
• Canalizaciones, aparatos, envolventes

Las dimensiones de las canalizaciones deben calcularse según las normativas (véase sección II A). Deben aplicarse los coeficientes reductores determinados por las condiciones de instalación, los grupos de conductores, la temperatura ambiente.
La naturaleza de los aislantes debe adaptarse a las condiciones ambiente: temperatura y también distintas agresiones, mecánicas, químicas… (ver página 566).
Los aparatos deben elegirse para el uso previsto, deben ajustarse a las normas que les son aplicables y deben instalarse en las condiciones que corresponden (posición, protección…). Los aparatos de protección (fusibles, disyuntores…), los de conexión (bornes), de conmutación (interruptores, contactores…) poseen curvas de ruptura en función de la temperatura ambiente (derating) que son imprescindibles de respetar. Son dadas por los fabricantes.
Los envolventes deben ser de dimensiones suficientes respecto a la potencia instalada y a los materiales incorporados. En efecto, la temperatura de funcionamiento de estos últimos depende en gran parte de la capacidad de disipación de los envolventes que los protegen (véase capítulo II.E.3 "la estimación del balance térmico").

Los locales técnicos que contienen fuentes importantes de calor (transformadores, tableros de potencia) deben ser ventilados ampliamente es decir enfriados o climatizados si las temperaturas son extremas . Los armarios, los extractores, los envolventes técnicos, y todos los espacios cerrados deben propiciar las mismas precauciones. Atención, la ventilación de los locales eléctricos no debe disminuir los cortafuegos de las paredes cuando éstos son exigidos. Según sea el caso, válvulas cortafuegos serán necesarias.

La tendencia a la reducción de los volúmenes implica un confinamiento de los materiales eléctricos que aumenta la temperatura de su micro ambiente y deteriora sus condiciones de funcionamiento.
Es indispensable una ventilación correcta para limitar la temperatura y para evitar los efectos dañinos de la humedad.
Si es necesario, dispositivos suplementarios deben instalarse: ventiladores, climatizadores, torretas de extracción... Entonces se aconseja que estén controlados y supervisados con un reporte del estado de funcionamiento.





Ventilación de locales eléctricos

Humedad, factores de degradación química, corrosión

Los perjuicios debidos a la humedad pueden ser de orden mecánicos, químicos y eléctricos. Son, a la vez, materiales aislantes y materiales conductores: variaciones dimensionales, reblandecimiento o debilitamiento, favorecimiento de la corrosión, de la flora y de un punto de vista eléctrico, disminución de las resistencias de aislamiento superficiales (condensación, absorción, escurrimiento) o transversales (absorción, difusión). Estos fenómenos empujados hasta sus límites, o combinados con contaminaciones o con depósitos en superficie, pueden implicar distensiones dieléctricas e iniciar un cortocircuito con desarrollo de un arco y sus consecuencias.
Pero pueden también desarrollarse mucho más lenta e insidiosamente favoreciendo la circulación de una corriente de defecto muy escasa (se habla entonces de descargas parciales) que circula recalentando localmente el material aislante que progresivamente se deteriora, libera gases "de destilación" y puede terminar inflamándose espontáneamente.

El seguimiento de los valores de aislamiento de las instalaciones (ver páginas 50 y 644) y la protección por dispositivos diferenciales de sensibilidad media (300 mA) o de alta sensibilidad (30 mA) permite la detección de corrientes de defecto entre partes activas y masas (pero no entre partes activas) y participa en la prevención del riesgo de incendio.

La humedad actúa sobre los materiales según varios métodos a menudo combinados o simultáneos.
La condensación, que es la precipitación de vapor de agua sobre una superficie cuya temperatura es inferior a la del punto de rocío del aire ambiente; el agua pasa entonces del estado gaseoso al estado líquido (véase página 72).
La absorción, que se caracteriza por la acumulación de moléculas de agua en un material. Este proceso en general es acelerado por la temperatura, se desarrolla continuamente hasta su estabilización.
La adsorción, que designa un fenómeno de adherencia de las moléculas de vapor de agua sobre una superficie de temperatura superior al punto de rocío. Está vinculada a la naturaleza y al estado mismo de esta superficie.
La difusión, causada por diferencias de presión parciales causan apuros en los materiales.
Por último, el escurrimiento, que a escala macroscópica, es el desplazamiento de las moléculas de agua a través de rajaduras, porosidades o grietas. Además de las precipitaciones directas, la condensación es la fuente principal.

La humedad también favorece los fenómenos de corrosión de los metales, de los elementos conductores y conexiones. La degradación es física y mecánica pero también eléctrica: las resistencias de los contactos pueden, en particular, aumentar hasta valores que generan calentamientos inadmisibles.
Con ésta hipótesis, la vigilancia por termografía infrarroja es un medio de prevención interesante que permite la detección de los "puntos calientes".

2 Causas eléctricas de fallas

• Los malos contactos

Que se sitúen ya sea dentro de los aparatos, en su conexión (bornes) o en las conexiones de la instalación, los malos contactos pueden tener distintos orígenes: la corrosión, la deformación de los materiales, el envejecimiento, y el aflojamiento…
En la práctica, es la sinergia de estos distintos elementos, causa y consecuencia a la vez, la que consigue la situación potencialmente peligrosa de malos contactos.
En el mejor de los casos, la continuidad eléctrica se para, en el peor de los casos el calentamiento aumenta poco a poco hasta el arrebato térmico, la ignición espontánea de los materiales aislantes, la propagación a los elementos vecinos… e incluso el incendio.

Los malos contactos representan la causa más perniciosa de incendio de origen eléctrico. Su evolución puede ser muy larga y pasar completamente inadvertida.

En los conjuntos de distribución la accesibilidad directa, o después del desmontaje de elementos, sigue siendo posible y acciones de vigilancia (termografía, detección) o mantenimiento (re apriete, cambio de las partes) pueden efectuarse regularmente.
El capítulo III.E.2 recuerda también algunas precauciones para la conexión de los conductores.
Estas facilidades son mucho menos verdaderas en las instalaciones fijas que se ocultan completamente.
Es la razón por la cual los conductores no deben tener ninguna derivación ni conexión cuando estos atraviesan muros, paredes, entretecho, vacíos de construcción o lugares donde no hay acceso (NF C 15-100 (Francia), capítulo 526). Se acepta sólo el caso de las conexiones enterradas, las uniones selladas y las conexiones de sistemas de calefacción por cielo o por piso.

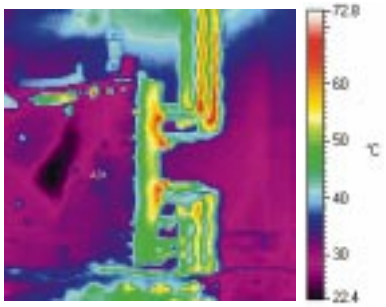
La fiabilidad de las conexiones pasa sobre todo por el respeto de las secciones, de la naturaleza de los conductores y corrientes admisibles, y por una preparación y una puesta en marcha correctas. Se recomienda expresamente la aplicación de los pares de sujeción. (Ver cuadros página 649).



La aplicación de los pares preconizados permite una sujeción óptima de las conexiones.
Atención con los olvidos, es el riesgo principal.
Se recomienda un marcado sistemático para imaginar un posible aflojamiento pero sobre todo para certificar la sujeción.

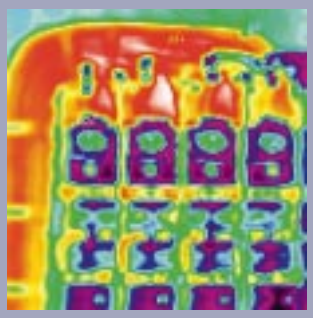
Una sujeción excesiva de las conexiones así como su estrechamiento sistemático y periódico corre el riesgo de implicar un aplastamiento de los conductores, su reducción de sección, el corte de unos pocos, e incluso la ruptura del conductor.
En el borne, sujeciones repetidas pueden traducirse por deformaciones debido al rebalse del límite elástico de los materiales y de caídas de presión de contacto.

La prevención de los malos contactos pasa hoy por un planteamiento más específico que se basa en la termografía infrarroja. Limita la intervención sólo a las conexiones cuya temperatura es demasiado elevada.



Visualización de la temperatura de las conexiones de un DMX de 3200 A

Distribución homogénea de la temperatura sobre un repartidor Ref. 374.00 de 250 A



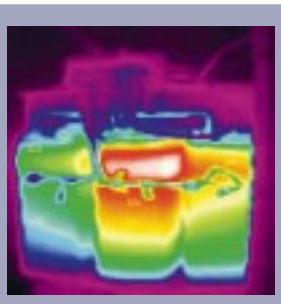
Se ve que las barras flexibles de conexión ganarían al espaciarse



El cliché foto testigo permite identificar sin ambigüedad el sitio o el producto comprobado

La sobrecarga de los conductores

Se traduce en su recalentamiento con riesgos inevitables de degradación de los aislantes, o incluso de fusión, cortocircuito e ignición.





La termografía infrarroja: una prueba simple que permite por ejemplo detectar un calentamiento anormal de una bobina de un transformador debido a un desequilibrio de las cargas.

El calentamiento de los conductores está vinculado al efecto Joule. Crece con el cuadrado de la intensidad ($P = RI^2t$). Por ejemplo, una sobrecarga del 20% (que se podría considerar limitada) implica una subida de temperatura del ¡45%!

Los dispositivos de protección deben ser elegidos , calculados y dimensionados para no sobrepasar la corriente admisible Iz de la canalización protegida.
Atención, la protección por fusible implica una reducción del valor Iz (véase capítulo II.A.1).
Los ajustes Ir (x In) de los disyuntores regulables deben imperativamente colocarse en función de la intensidad admisible. Si no se puede, se recomienda calcular las dimensiones de la canalización protegida en función del ajuste máximo (correspondiente a la intensidad nominal del aparato).
Atención también al ajuste del neutro: posición N / 2 en caso de neutro reducido Ir / 2.





Sin desmontaje de los plastrones, el infrarrojo no permite comprobar los cableados y las conexiones. No obstante permite detectar muy rápidamente un aparato defectuoso o simplemente sobrecargado.

Cuando medidas de «no-protección» contra las sobrecargas son aplicadas (continuidad de servicio o seguridad), las canalizaciones deben ser dimensionadas para la corriente máxima de sobrecarga posible (rotor de motor bloqueado, corriente de llamada permanente…)
Si, para receptores dedicados, algunos circuitos son objeto de una «exención de protección» contra las sobrecargas, se recomienda definirlos para que no estén modificados o estén derivados sin precauciones.
La disposición de conductores en paralelo puede implicar una distribución desigual de las corrientes si las disposiciones recomendadas no son aplicadas (véase capítulo III.E.2) y generar la sobrecarga de algunos conductores en detrimento de otros. Una medida in situ (pinza amperimétrica) es en todos los casos recomendada para conocer la distribución exacta.

La cámara infrarroja ofrece una visualización térmica muy rápida de un sistema de dimensiones media o importante que implican distintos componentes sin instalación de sondas y sin contacto. Indudablemente es una herramienta de diagnóstico rápida para la búsqueda de fallas en múltiples aplicaciones. Pero atención, la fiabilidad de los resultados depende ampliamente de la pertinencia de los datos (desmontaje de las pantallas, mantenimiento de las condiciones normales de régimen térmico) y de la calidad de análisis de los resultados (el valor indicado depende de la emisión de las superficies).
Por esta razón, habrá mucho interés en hacer clichés periódicos, para evaluar la evolución en el tiempo, y para cuantificar las divergencias de temperatura. Por otra parte, se recomienda mucho efectuar una campaña de mediciones, de referencia, en el estado nuevo de la instalación.

• La sobrecarga del neutro

Ante el riesgo de sobrecarga del neutro por corrientes armónicas (en particular, rango 3 y sus múltiplos), se recomienda efectuar la medición en cuanto se sospeche su presencia (cargas no lineales: ver página 22).



La medida de los armónicos es muy fácil de realizar con los aparatos actuales.
No es necesario desmontar ni interrumpir . Cada circuito puede ser testeado individualmente. Se cuantifica cada fila de armónico en valor absoluto (en A) y en valor relativo (en %)

La ruptura del neutro representa el riesgo indirecto de incendio por las consecuencias que ella implica en el receptor que se encuentra abastecido bajo una tensión mucho más elevada (ver página 266).

NF C 15-100 (Francia) parte 524.2: Si el porcentaje de armónicos de rango 3 y múltiplos de 3 se incluye entre 15 y 33% en corriente, la reducción de la sección del neutro debe entonces estar prohibida. Un sobredimensionado hasta puede ser necesario si este porcentaje es superior a 33%.

Los cortocircuitos

Las normas de protección de las canalizaciones contra los cortocircuitos se describen en el capítulo II.A.3.
Al nivel de instalación, es importante por supuesto garantizar que por una parte:
- en las condiciones de cortocircuito máximo, los valores de las exigencias térmicas limitadas por las protecciones sean en todos los casos inferiores a los valores admisibles por los conductores
- y por otra parte que los valores más débiles de cortocircuitos en el extremo de la línea hagan funcionar bien las protecciones en un tiempo compatible con la exigencia térmica admisible por los conductores.

Al nivel mismo de los conjuntos y tableros de distribución, la protección contra los cortocircuitos está incluida por supuesto en la elección de los aparatos de protección y también las precauciones tomadas en términos de cableado, de disposición de los aparatos, de robustez de las fijaciones y montajes, de aislante, de alejamiento por el montaje…

Súbitos, imprevisibles y peligrosos, los cortocircuitos dentro de los conjuntos se revelan a menudo muy destructivos debido a la potencia disponible a menudo muy elevada en la cabeza de la instalación (Icc supuesto). La densidad de los materiales y partes bajo tensión favorecen el ataque progresivamente: cables arrancados que entran en contacto con las masas, fusión de los aislantes, barras torcidas, arcos que avanzan, efectos de respiración, chorros de materia en fusión...

El rayo y la sobre tensiones

Las sobre tensiones y las corrientes de descarga debidas al rayo pueden ser muy destructivas: distensión de los aislantes y cortocircuitos que se derivan, fusión de los conductores; los daños del rayo son raramente benignos. Aunque en una lógica estadística, no es obligatorio proteger las instalaciones poco expuestas, no es de menor importancia que la disposición sistemática de un pararrayos de cabeza de instalación será “un plus” en términos de prevención y protección. Y, si nunca se usa, es mejor aún…
En paralelo a la instalación de pararrayos, la realización de una red equipotencial de buena calidad, de conexiones de masas sistemáticas y de una red de tierra con influencia adaptada al edificio (que corresponda a su superficie como un fondo de excavación) será esencial para la limitación de las perturbaciones y para el descenso de los niveles de sobre tensiones. Las modalidades de realización de las redes de masas se describen en el capítulo I.C.2 página 90 y las normas que afectan a los tableros y conjuntos página.

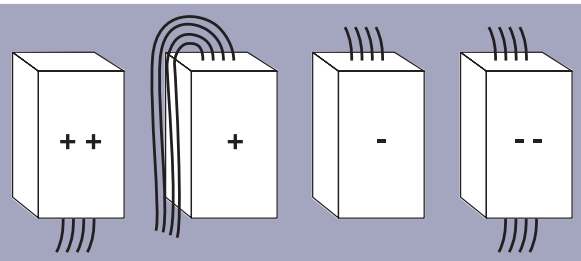
3 Las precauciones de fabricación y cableado

Los cables están muy raramente en la fuente misma del incendio. Para ello, sería necesario que estén sobrecargados hasta el punto hacer fundir su aislante y de encender materiales próximos o más aún, que estén en cortocircuito a raíz de un daño mecánico. En cambio, los cables y las canalizaciones pueden ampliamente participar en la propagación del fuego si no se toman algunas precauciones constructivas. Avanzando en los locales, los límites máximos o los envolventes técnicos, al cruzar las divisiones, el cable se favorece de la contribución del aire, forma posibles chimeneas para los gases y humos y representa una fuente energética susceptible de causar arcos y cortocircuitos secundarios que pueden atizar la propagación del fuego.

Llegadas de lo cables a las envolventes

Los suministros de cables en los armarios constituyen a la vez entradas susceptibles de transmitir el fuego al armario (fuego externo) o de propagarlo al medio ambiente (fuego interno).

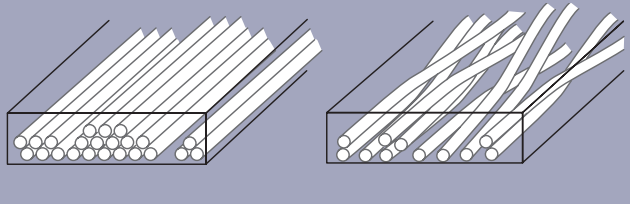
En la práctica, se favorecerán las entradas de cables en la parte baja de los armarios o cajas. El fuego permanecerá mejor confinado en el envolvente y en caso de fuego, la zona a nivel de suelo se expone generalmente menos.
Si aducciones son necesarias en la parte alta, deberán volver a cerrarse cuidadosamente; los cables deberán ser sellados por prensaestopas o dispositivos similares (Cabstop Legrand).
Estas precauciones se reforzarán si el envolvente posee a la vez entradas arriba y abajo que podrían causar una aceleración del fuego por el efecto chimenea.



Disposición de los suministros de cables en los envolventes con relación a la limitación del riesgo de propagación del fuego, desde la más favorables hasta la menos favorable

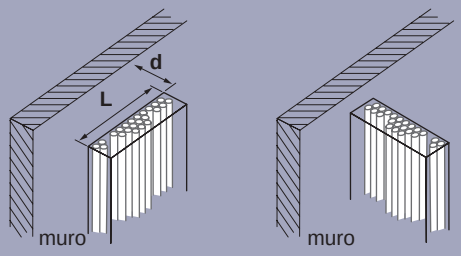
Circulación y disposición de las capas de cables

La disposición de las capas y agrupamientos de cables y de los propios cables en estas capas desempeñan un papel importante en el desarrollo del incendio.
Los cables deberán colocarse correctamente limitando si es posible los intersticios entre ellos para evitar un efecto «gavilla» que favorecería el abrasamiento.
Las capas densas, apretadas y compactas son más difíciles de encender, pero como contrapartida, su disipación térmica es menos buena, lo que puede conducir a reducir la corriente admisible.



Generalmente, es necesario evitar toda disposición que constituye «chimeneas» naturales; un principio que debe aplicarse entre los propios conductores (ver dibujo anterior) pero también para las capas de cables entre ellas mismas y para las capas con los elementos circundantes (paredes, techos...).

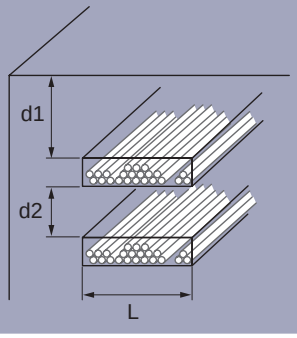
Disposición de las capas verticales



La disposición de la capa contra la pared o paralela a la pared crea un efecto de chimenea.
Es contra indicada si la distancia d no es al menos igual a L. Es preferible una disposición perpendicular

El comportamiento del fuego de las capas verticales de cables (categoría C1 no propagadores del incendio)
La comprobación de la resistencia al fuego de los cables en capas se hace según la norma CEI 60 332-3 (EN 32-072) en una cabina de prueba de 4 m de altura. Los cables se fijan en una escala vertical. Tres categorías A, B, C definen el grado de severidad según el volumen de materia orgánica puesta en juego: 7 - 3,5 - 1,5 dm3 por metro de capa.
La llama de un quemador se aplica en la parte baja durante 30 mn al término de los cuales la altura de los cables quemados no debe alcanzar el límite fijado en 0,4 m de la parte alta de la capa.
Cuando el riesgo de propagación del incendio es elevado (largos cursos verticales, torres), o que la seguridad de los establecimientos está en juego, se recomienda utilizar cables de categoría C1.

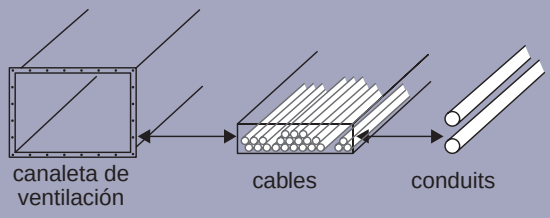
Disposición de las capas horizontales



Se recomienda colocar estas capas bajo cielo a una distancia d1>2 L. En caso de incendio, eso evitará en parte que los cables estén en las capas de gases más calientes.
Para evitar la propagación de una capa a otra, se recomienda una distancia mínima d2>2L

Disposiciones consustanciales a la proximidad de las canalizaciones

Las conducciones eléctricas no deben correr el riesgo de elevación a una temperatura nociva a causa de la proximidad de fuentes de calor (conductos de aire, agua, humo...). En caso necesario deben interponerse pantallas



Mantener distancias suficientes para permitir una intervención y desmontajes fáciles.
Prohibir la instalación de conductores bajo los ductos propensos a condensaciones

Los cables sin halógeno

La mayoría de los cables utilizados hoy se aíslan en parte o en su totalidad con PVC (ver página 567). Estos conductores, naturalmente ignifugados por la presencia de cloro, tienen una buena resistencia al fuego. Se les clasifica C2 generalmente (no propagadores de la llama).
Inconveniente: si caen en un fuego, liberan cloruro de hidrógeno que se condensa en forma de ácido clorhídrico, irritante y corrosivo, lo que impide su uso en algunas aplicaciones (ver página 83).
La necesidad de cables clasificados C1 (de reacción mejorada al fuego) para las capas verticales, y la de excluir el cloro, consiguió el desarrollo de cables C1 llamados sin halógeno, cuyos ignífugos son de trihidrato de aluminio o bihidrato de magnesio. Estos cables liberan poco humo y pocos elementos corrosivos.

Atravesar paredes

Cuando cables y canalizaciones cruzan paredes, pisos, techos teniendo un grado cortafuegos que prescribe, es imprescindible que éstos encuentren su grado inicial después de la perforación.
La obturación debe efectuarse con materiales adaptados del tipo cemento alta temperatura, yeso, mortero, fibra mineral... se protegerán los propios cables, si es posible, sobre una distancia de 20 cm por uno y otro lado.

No utilizar espuma expansiva de poliuretano cuya resistencia al fuego es baja.

Por principio, parar afuera e internamente la canalización. Esta última obligación puede sin embargo derogarse si la sección interior no excede 710 mm^2 y si la canalización es al menos IP 33, incluida su extremo.

Separación, apantallado y alejamiento

No existen normas precisas sobre estas disposiciones que están incluidas en la observación de cada caso y deben sobre todo recurrir a la sensatez. Se podrá por ejemplo separar la parte potencia de la parte comando, en un mismo conjunto por tabiques internos.



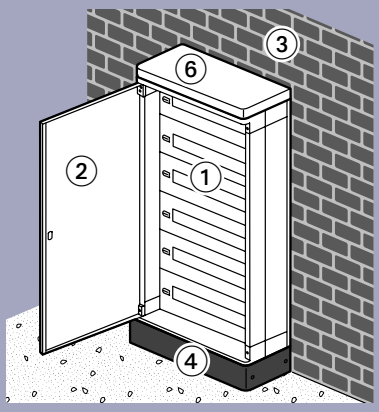
Armarios ensamblables Altis y XL-A: una respuesta evidente en término de separación de las funciones... y de los riesgos

Los elementos sensibles pueden ser protegidos por pantallas o encerrados en una caja específica.
Deflectores metálicos o en materiales construidos pueden concebirse para desviar las llamas o detener los humos (repercusiones de techo).
Finalmente el alejamiento físico puede, si no hay espacio, constituir la mejor respuesta al riesgo de propagación. Esto debe considerarse mucho más que, el efecto de radiación térmica del incendio; puede encender los materiales próximos antes que las llamas mismas.

Ejemplo de disposiciones aplicables a la instalación de las cajas XL en locales públicos

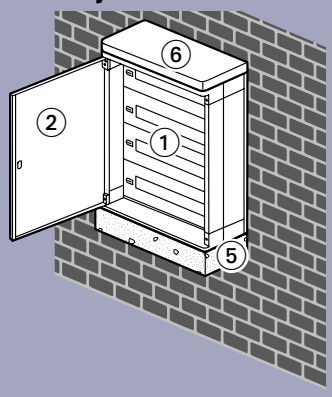
El objetivo es aquí asegurarse de la protección contra las proyecciones de partículas incandescentes por la presencia de pantallas que resisten al fuego entre las partes bajo tensión y el público. Estas pantallas pueden estar constituidas por elementos construidos o por la totalidad o parte del sobre si es de metal.
Potencia ≤100 kVA (≤ 145 A a 400 V)
Toda la gama de dotaciones XL aislantes o metálicas puede instalarse sin restricción
Potencia >100 kVA (> 145 A a 400 V) las cajas XL-A 250 (a pedido) y los armarios XL/XL-A están conformes sin otras disposiciones.
Las cajas y armarios XL 195 responden a las exigencias asociando 2 conceptos de instalación preconizados: envolventes metálicos y paredes construidas.
Las siguientes precauciones de composición e instalación deben respetarse:

Fijación autosoportado



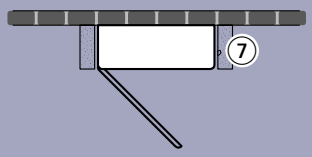
- las cajas y armarios XL 195 deben equiparse con placas metálicas Ref. 092 XX ① o con una puerta metálica Ref. 094 XX ②
- el fondo aislante debe instalarse contra una pared continua construida, clasificada M0 o M1 ③
No retener instalación sobre pórtico o poste
- preconizar de preferencia la instalación de los envolventes directamente sobre el suelo ④ con zócalo Ref. 093 90/81

Fijación mural



- Preconizar la instalación sobre un estante metálico o construido ⑤
- Preconizar, excepto instalación bajo límite máximo construido (a menos de 10 cm) la instalación sistemática de un techo metálico ⑥ Ref. 093 83/86

Clase II



No deben utilizarse los equipos clasificados II (caras aislantes) salvo si éstos son duplicados por paredes laterales ⑦ construidas (envolvente embutido en una envoltura técnica, ancho 600 por ejemplo)

A Los materiales constitutivos de los envolventes aislantes XL 100/135/195 se ajustan a la exigencia de comportamiento al fuego: hilo incandescente 750°C.
Todos los aparatos Legrand destinados a montarse en estas cajas (equipo Lexic, gamas DPX, DX, Vistop, repartidores, borneras, apoyos, juego de barras...) se ajustan también a esta prueba.

No confundir:

- la prueba de reacción al fuego de un material (clasificación M o Euroclasses) que cuantifica la contribución al fuego y su propagación
- la prueba de resistencia de un producto (clasificación SF, PF, CF) que mide el tiempo durante el cual conserva la función que se le asigna: estabilidad, apaga llamas, cortafuego.
Los resultados de estos dos conceptos no están vinculados y pueden ser contradictorios: el hierro por ejemplo se clasifica a M0 pero no resiste en estabilidad (< 1/4 h), al contrario una viga de madera clasificada M3 puede ser SF 2 h.

4 La extensión del fuego: la influencia de los materiales, la carga calórica

Debe controlarse la extensión inmediata del fuego, dos estrategias complementarias de lucha están disponibles:
- detectar, alertar y desencadenar eventualmente dispositivos de lucha automática (gases extintores, sprinkleurs, espuma...) ;
- limitar o incluso eliminar los elementos que el fuego podría «devorar» y seleccionar los que se adaptan en términos de reacción al fuego (clasificaciones M y euroclasses) o de resistencia (clasificaciones SF, PF, CF).
Las disposiciones descritas para las dotaciones XL (véase tabla) son suficientes.
En algunos casos (instalaciones clasificadas por ejemplo), especificaciones podrán sin embargo fijar niveles mínimos para los locales eléctricos.

Bajo la presión de los seguros, en particular, de numerosas mejoras y aumentos del nivel de seguridad son necesarios: detección obligatoria, compartimentación, almacenamientos exteriores, sprinklage...
Cuestionarios precisos permiten calcular las primas en función de los riesgos considerados, en particular, con relación a la naturaleza de los materiales circundantes; los de los pisos, las paredes y divisiones, las estructuras y tejados, de las adaptaciones interiores..
Algunos materiales o elementos de construcción consideran poseer una clasificación al fuego genérico (véase tabla)
- Para los productos más complejos (compuestos, por varias capas, materiales sintéticos...) o los de adaptación (tejidos, cubre pisos, recubrimientos, alfombras..), es necesario remitirse a las características declaradas del fabricante que debe estar en condiciones de proporcionar unas ACTAS de prueba oficiales de un laboratorio autorizado.

En un enfoque preventivo, puede aumentarse con relación a la normativa, se recomienda considerar el riesgo de propagación que tendría un incendio de origen eléctrico sobre los materiales y los elementos circundantes: cerca de los tableros, de las canalizaciones y de las redes de canalizaciones, en los locales eléctricos, los armarios y las salidas, las circulaciones hasta los puestos de utilización.
En ausencia de recomendaciones, niveles mínimos, M3 al suelo, M2 a las paredes y M1 en el techo, deberían aplicarse empíricamente en los sitios antes citados.
Siempre con el fin de limitar la propagación, el taponado de las capas verticales y pasos entre niveles debería ser sistemático.
La instalación de detectores de humos en los locales TGBT, los cielos y techos, los envolventes técnicos de fuerte densidad en cableado eléctrico dependen de la misma preocupación de prevención.

Clasificación de reacción al fuego de algunos materiales
Valores genéricos con carácter orientador

Materiales minerales	Vidrio, hormigón, ladrillo, yeso, morteros de cemento y cal, piedra, pizarra, vermiculita, perlita, cerámicas	M0 o A1
	Placa de yeso acartonado	M1
Metales	Hierro, fundición, aluminio, cobre, zinc ...	M0 o A1
Materiales a base de madera	Maderas no resinosas de grosor ≥ 14 mm. (resinosas > 18 mm.)	M3
	Maderas no resinosas de grosor < 14 mm. (resinosas > 18 mm.)	M4
	Paneles entarimados, partículas, fibras ≥ 18 mm.	M3
	Paneles entarimados, partículas, fibras < 18 mm.	M4
	Entarimados maderas macizas clavadas ≥ 6 mm.	M3
	Entarimados maderas macizas clavadas < 6 mm.	M4
Materiales sintéticos	PVC rígidos	M1 o M2
	PVC flexibles	M2 o M4
	Poli olefinas (PP o PE)	M3 o M4
	ABS	M2 o M4
	PTFE (Teflón)	M1
	Poliéster	M1 o M4
	Poliuretanos (espumas no ignifugas)	no clasificado
	Poliuretanos (espumas ignifugas)	M2 o M4
	Siliconas	M1 o M2

Clasificación de resistencia al fuego de algunos elementos de construcción Valores genéricos con carácter orientador		
Divisiones en ladrillos yeseras esp. 5 cm + 1 cm de yeso cara expuesta		C F 1 h
Divisiones en ladrillos yeseras esp. 8 cm + 1 cm de yeso cara expuesta	P F 6 h	C F 1 h
Divisiones en ladrillos yeseras esp. 12 cm + 1 cm de yeso cara expuesta	P F 6 h	C F 2 h
Divisiones en ladrillos yeseras esp. 21 cm + 1 cm de yeso cara expuesta	P F 6 h	C F 4 h
Divisiones en ladrillos llena esp. 6 cm + 1 cm de yeso cara expuesta	P F 6 h	C F 1 h 30
Divisiones en ladrillos llena esp. 10 cm + 1 cm de yeso cara expuesta	P F 6 h	C F 3 h
Divisiones en hormigón esp. 5 cm + 1,5 cm de yeso cara expuesta		C F 2 h
Divisiones en bloques huecos esp. 10 cm + 1 cm capa de cemento cara expuesta	P F 4 h	C F 1 h
Divisiones en bloques huecos esp. 20 cm sin capa	P F 6 h	C F 6 h
Divisiones en cuadrados de yeso esp. 5 cm armados con argamasa se clava	P F 2 h	C F 2 h
Divisiones en cuadrados de yeso esp. 10 cm armados con argamasa se clava	P F 4 h	C F 4h

La evaluación de la carga calórica

La liberación de calor es un elemento esencial del incendio. De una manera general, la duración de éste y su temperatura aumentan proporcionalmente a la carga calorífica cuyo valor está directamente vinculado a la cantidad y a la naturaleza de los materiales que deben quemarse.
Cada uno de estos materiales es caracterizado por un potencial calorífico expresado en mega joules por kilogramo (MJ/Kg) que representa la cantidad de calor logrado por la combustión completa de una masa unitaria de este material (que puede ser un sólido, un líquido o un gas).

Según si el agua producida por la combustión se libera en forma de vapor o se condensa completamente, se designa respectivamente el poder calorífico de PCI (poder calorífico inferior) o PCS (poder calorífico superior). Los valores de PCS son dados por las pruebas y son los que generalmente se utilizan .

El potencial calorífico Q, presentado por un producto, es igual a: m x PCS si el producto está constituido por un único material (m: masa del producto en kg).
Es igual a: $m_1 \times PCS_1 + m_2 \times PCS_2 + \ldots m_n \times PCS_n$ si el producto está constituido por varios materiales: cada uno ellos es afectado por la masa utilizada y por su PCS propio.
La carga calorífica total Qt que se desea evaluar (la de un local por ejemplo, de una envergadura de almacenamiento, de un taller, de una zona sensible...) se determina añadiendo todos los potenciales unitarios presentados por los distintos productos y materiales presentes.

$$Qt = \Sigma Q$$

La carga calorífica total puede ser ponderada por la superficie del local llegando a un concepto de Densidad de Carga Calorífico expresado en MJ/m^2.
En teoría, sólo se consideran los elementos que pueden participar realmente en el incendio. Así, los elementos metálicos o los materiales que no pueden abastecer el fuego bajo una determinada temperatura o los completamente protegidos no se toman en cuenta.
El enfoque del cálculo de la carga calorífica debe pues recurrir a una determinada «sensatez»: contabilizar pequeños productos de escasa carga calorífica cuando la carga principal está identificada, no es útil.

La evaluación de la carga calorífica puede requerirse en algunas industrias de riesgo, en los edificios de gran altura, en lo nuclear o bien pedidas por algunas compañías de seguros.

Atención, la carga calorífica de un incendio se aumenta ampliamente por la contribución posterior de muebles, equipos y distintos productos que no siempre se contabilizan en el balance inicial.
Una omisión muy criticable ya que pueden llegar a ser a la fuente del incendio: receptor eléctrico defectuoso por ejemplo o simplemente un cigarrillo sobre una silla.

Algunos valores genéricos de PCS

En la medida de lo posible, es preferible dirigirse a los informes con los datos dados por los fabricantes o por los proveedores de materiales. Si no existen, los datos siguiente, permitirán un enfoque adecuado.

Madera. .. .. .18 a 21 MJ/Kg
PVC: polivinilo cloruro. .. .. 20 MJ/Kg
PP: polipropileno .. ..46 MJ/Kg
PS: polistireno .. ..41 MJ/Kg
PA: poliamida. .. ..32 a 37 MJ/Kg
PET: polietileno tereftalado. .. ..33 MJ/Kg
PBT: polibutileno tereftalado. .. .. 33 MJ/Kg
PC: policarbonato. .. ..29 MJ/Kg
PC/ABS: policarbonato/ABS. .. .. 31 MJ/Kg
ABS: Acrilonitrilo butadier estireno .. ..36 MJ/Kg
Neoprén polichloropreno 40MJ/Kg
PMMA: polimetacrilato de metilo. .. ..25 MJ/Kg
PU: poliéster + fibra de vidrio. .. .. 5 a 20 MJ/Kg

Pintura brillante: 0,15 kg/m2. .. .. .3,35 MJ/m^2
Pintura mate: 0,65 kg/m2. .. ..3,35 MJ/m^2
Revestimientos murales. .. ..5 a 40 MJ/m^2
Revestimientos de suelos. .. .. .20 a 80 MJ/m^2

En algunos locales la selección de los materiales utilizados va mucho más allá que la estimación de la carga calorífica. Condiciones de evacuación largas (numerosas personas) o difíciles (marcha) pueden conducir a una selección drástica de los materiales: por esto, la nueva normativa (Euroclasses) de los productos de la construcción va integrando conceptos de generación y opacidad de los humos por ejemplo.
A partir del principio inevitable que todos los materiales orgánicos: termoplásticos, termoestables, elastómeros, maderas y derivados de la celulosa... queman emitiendo óxido de carbono (CO), causa mortal principal en caso de incendio, en algún momento se necesitará hacer una elección que será inevitablemente un compromiso.
En función de la estrategia adoptada, esta elección podrá afectar distintas fases del incendio.
Así pues, elegiremos lógicamente, para luchar contra la ignición, los materiales difíciles de prender (que contienen retardadores) pero su naturaleza puede volverlos peligrosos si el incendio sigue desarrollándose:

- los productos clorados (PVC, Neopreno) o halógenos (la mayoría de los plásticos ignifugados son difícilmente inflamables, más o menos auto extinguibles pero pueden generar humos ácidos, irritantes o narcóticos).
- Las poliamidas que tienen calidades bastante similares, pueden generar, en poca cantidad, ácido cianhídrico (a más de 600°C, el HCN se transforma en óxido nitroso, (NOX).
- Los estirénos (ABS, PS) generan importantes cantidades de humos opacos.
- Los productos que contienen azufre (poliéster sulfoso, sulfuro de polifenileno) se degradan en ácido sulfúrico. Lo mismo pasa con los productos fluorados (Teflón), se degradan en ácido fluorhídrico y los retardadores organo-fosforosos se degradan en ácido fosfórico.

A estas exigencias de inflamación, de generación de humos y de efluvios tóxicos o corrosivos, es necesario añadir por supuesto los conceptos "más habituales" del poder calorífico, es decir cinética de la producción energética, de mantenimiento mecánico y estructural.
¡Una consideración rigurosa de estos múltiples criterios le da todas las chances para terminar en una ausencia de soluciones prácticas!
Un análisis más fino es necesario y las prioridades deben estar dadas, y los compromisos aceptados.
Cada componente, producto y sus materiales constituyentes deben ser analizados en términos de riesgo: con relación al inicio del incendio (prender), con relación a su función y a la necesidad de conservarla durante el incendio (por ejemplo circuitos de seguridad), con relación a su situación física en la cadena probable de propagación del fuego, con relación a su contribución en términos de combustible...
El conjunto de estos elementos ponderados permitirá entonces efectuar un balance preciso para cada puesto... sin olvidar que la prioridad sigue siendo la conservación de las vidas.

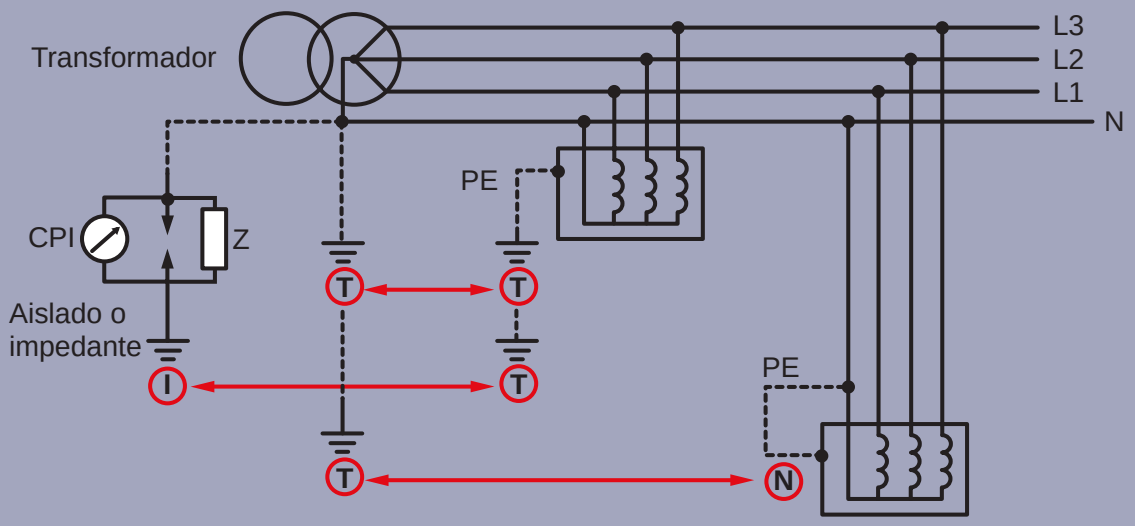
ESQUEMAS DE CONEXION A TIERRA

Las condiciones de conexión a tierra se han definido de manera reglamentaria con el objetivo primordial de proteger a las personas de las consecuencias de las fallas de aislación en las instalaciones. Si los diferentes esquemas de conexión a tierra proporcionan un nivel equivalente de protección contra los contactos indirectos, no ocurre forzosamente lo mismo con la seguridad de los bienes, la continuidad de funcionamiento o la compatibilidad electromagnética.

La elección del «régimen de neutro» no influye en el nivel de seguridad obtenido para garantizar la protección de las personas. Por el contrario, puede tener consecuencias en la continuidad del funcionamiento, la compatibilidad electromagnética, la protección de los bienes, los costos de instalación, el mantenimiento y la capacidad evolutiva.

Las normas extranjeras CEI 60364 y NFC 15-100 definen tres esquemas de conexiones a tierra, que reciben los nombres de TT, IT y TN.
La 1ª letra designa la situación de la alimentación (generalmente, el neutro del secundario del transformador)con relación a la tierra.
La 2ª letra designa la situación de las masas metálicas de los aparatos en la instalación.

Diferentes regímenes de neutro



Los «esquemas de conexión a tierra» indican las diferentes organizaciones posibles de la instalación eléctrica de baja tensión con relación al potencial de tierra. La definición de las normas extranjeras CEI 60364 y NFC 15 - 100 se basa en esta denominación.
En la práctica, e incluso aunque no sea perfectamente correcta, la expresión que se utiliza y que conservaremos en lo que sigue es «régimen de neutro».

En una misma instalación pueden coexistir varios tipos de conexiones a tierra.
Las normas de instalación se indican en el capítulo I.D.2.

Los diferentes regímenes de neutro

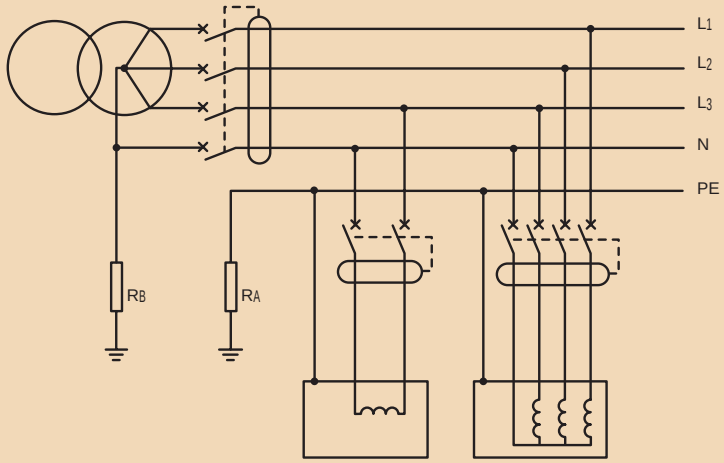
Todos los regímenes de neutro aportan una seguridad equivalente respecto del riesgo de choque eléctrico.
Para que dicha seguridad sea garantizada, se debe conocer muy bien sus condiciones de puesta en obra y de funcionamiento.

1 ESQUEMA TT (NEUTRO A TIERRA)

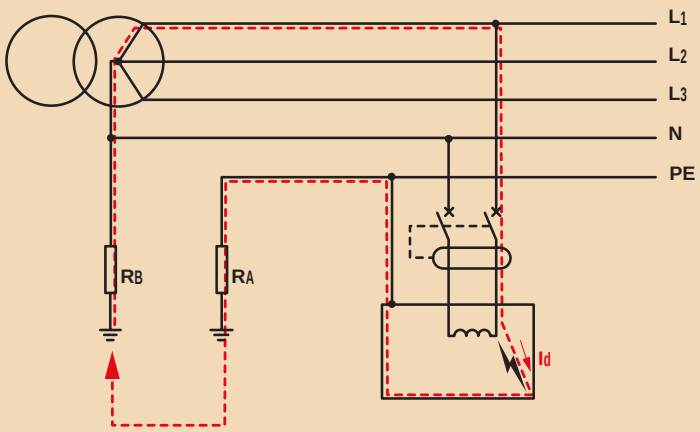
T: neutro a tierra
T: masas a tierra

En el esquema TT (el sistema más utilizado en nuestro país), el punto neutro del secundario del transformador de alimentación de la instalación está directamente conectado a tierra y las masas de dicha instalación lo están a una toma de tierra eléctricamente diferente.
La corriente de falla está fuertemente limitada por la impedancia de las tomas de tierra, pero puede generar una tensión de contacto peligrosa. La corriente de falla es generalmente demasiado débil como para hacer reaccionar las protecciones contra sobreintensidades, por lo que se eliminará preferentemente mediante un dispositivo de corriente diferencial residual.

Esquema TT



RB: Toma de tierra del neutro
RA: Toma de tierra de las masas



En caso de falla del aislamiento de un receptor, la corriente de falla circula por el circuito llamado bucle de falla, constituido por la impedancia de falla en la masa del receptor, la conexión de dicha masa al conductor de protección, el propio conductor de protección y su puesta a tierra (RA); el bucle se cierra con las bobinas del transformador y el circuito de alimentación. Lógicamente, la impedancia del bucle debiera calcularse por tanto a partir del conjunto de elementos en serie que constituyen dicho bucle.

En la práctica y tal como las normas admiten, sólo se considera la resistencia de la toma de tierra de las masas RA. La corriente de falla se sobrevalora ligeramente, pero el margen de seguridad aumenta.

Debe cumplirse la condición $R_A \times I_d \leq V_s$. El umbral de sensibilidad IΔn del dispositivo diferencial de protección se determina mediante $I\Delta n < \frac{V_s}{R_A}$

El conductor neutro debe estar conectado a tierra antes del dispositivo diferencial. Las masas deben estar conectadas a una sola toma a tierra y basta con un solo dispositivo diferencial previo. Si hay circuitos conectados a tomas a tierra diferentes, cada conjunto de circuitos deberá protegerse mediante un dispositivo diferencial propio.

Sensibilidad IΔn en función de la resistencia de tierra

IΔn diferencial	R Tierra (Ω) V_S : 24 V
≤ 30 mA	> 800
100 mA	240
300 mA	80
1 A	24
3 A	8

En la práctica, se utilizan diferenciales de 100, 300, e incluso 500 mA asociados a tierras inferiores a 100Ω en locales secos. Cuando la tierra es mala, se necesita una sensibilidad de 30 mA.

La NCH Elec. 4/84 define como valor de tensión de seguridad Vs, 24 V en locales o emplazamientos húmedos y 65 V en los secos.



Los dispositivos diferenciales de alta sensibilidad (IΔn : 30 mA) permiten garantizar la protección contra contactos indirectos cuando las condiciones de establecimiento de la toma de tierra son desfavorables (> 800) o, lo que es igual, irrealizables. Recomendados en la alimentación de tomas de corriente y en condiciones de utilización de alto riesgo (aparatos portátiles, instalaciones de obra, presencia de humedad...), estos dispositivos garantizan una protección añadida contra contactos directos e indirectos.

El esquema TT con protección mediante dispositivo diferencial es fácil de instalar, naturalmente ofrece seguridad y no exige cálculos complicados.
Por el contrario, puede plantear pro blemas de selectividad vertical o de sensibilidad a las corrientes de fuga, si bien existen soluciones apropiadas:
– varios niveles de diferenciales (con desfase de sensibilidad y de tiempo de corte) permiten conservar una buena selectividad (ver página 304)
– los diferenciales Hpi presentan buena inmunidad en las utilizaciones con elevada corriente de fuga (informática)
– como último recurso, siempre es posible utilizar un transformador de separación de circuito.

Establecimiento de la toma de tierra

La resistencia de la toma de tierra depende de la geometría y de las dimensiones de la misma (pica, placa), así como de la naturaleza del suelo (limo, grava, piedra).

Orden de magnitud de la resistividad ρ en Ω m

Terrenos arables grasos, compactos húmedos (arcilla, limo)	10 A 100 Ω m
Terrenos arables secos, gravas, rellenos	100 A 500 Ω m
Terrenos pedregosos, arena seca, rocas impermeables	500 A 3000 Ω m y más

Fórmulas prácticas de cálculo de una toma de tierra R (en Ω)
- conductor horizontal: R = 2 ρ/L (L : longitud en m)
- placa: R = 0,8 ρ/L (L: perímetro de la placa en m)
- pica vertical: R = ρ /L (L: longitud de la pica en m)

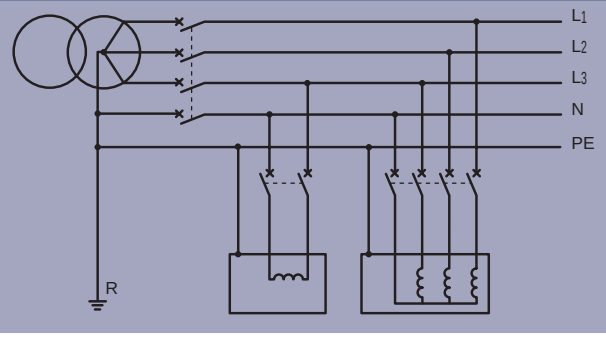
La normalización admite, y es costumbre en ciertos países, que la protección esté garantizada mediante dispositivos contra sobreintensidades. Esto genera exigencias en cuanto a los valores de toma de tierra muy difíciles de cumplir (< 0,3Ω para un calibre de 32 A por ejemplo), lo que conduce a corrientes de falla elevadas.

2 ESQUEMA TN (PUESTA A NEUTRO)

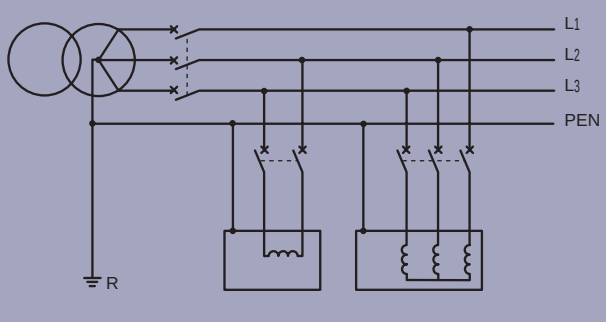
T: neutro a tierra
N: masas a neutro

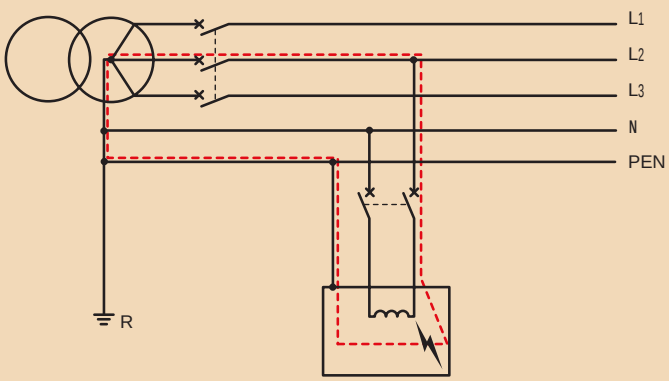
En esquema TN, un punto de la alimentación, generalmente el neutro del transformador, se conecta a tierra. Las masas de la instalación se conectan a este mismo punto mediante un conductor de protección. El esquema recibe el nombre de TN-C cuando la función del neutro es la misma que la del conductor de protección, que recibe entonces el nombre de PEN (Condición prohibida en Chile). Si dichos conductores están separados, el esquema se denomina TN-S (condición aceptada en Chile).
La impedancia del bucle de falla es baja (no pasa por tierra). Si se produce una falla de aislación, ésta se transforma en cortocircuito y deberá ser eliminada por los dispositivos de protección contra sobreintensidades.

TN-S



TN-C





En caso de falla de aislación en cualquier lugar de la instalación, el corte automático de la alimentación deberá producirse en el tiempo prescrito de corte t, respetando la condición
$Z_s \times I_a \leq U_0$

Z_s: impedancia del bucle de falla incluyendo la línea de alimentación, el conductor de protección y la fuente (bobina del transformador).
I_a : corriente de funcionamiento del dispositivo de protección en el tiempo prescrito.
U_0 : tensión nominal fase/tierra.

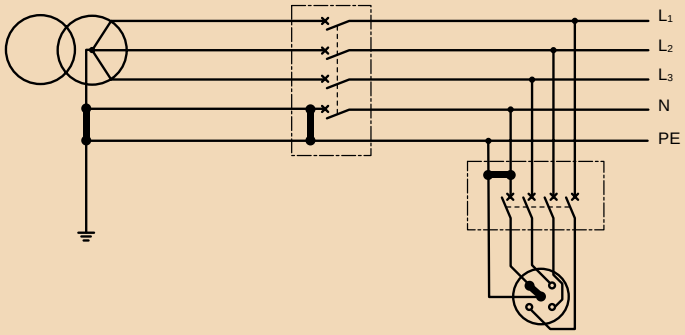
En las partes fijas y móviles de la instalación de distribución, se admiten tiempos inferiores a 5 s.

La validación de la protección contra contactos indirectos en el esquema TN se basa en la comprobación de las condiciones de funcionamiento de las protecciones (ver capítulo II.A.4).
Cuanto mayor sea el valor de la falla, más fácilmente se obtendrán las condiciones de activación. A medida que aumenta la longitud de los cables que deben protegerse, disminuye el valor de la corriente de falla.
Si no puede alcanzarse la condición de protección, es posible:
– aumentar la sección de los conductores (disminución de la impedancia del bucle de falla)
– efectuar una conexión equipotencial local (disminución del valor de la tensión de contacto que se presume)
– utilizar dispositivos de protección diferencial de alta sensibilidad. Con esta última solución se pueden evitar las comprobaciones. Permite proteger los circuitos terminales de tomas de corriente en las que a veces
se desconocen los receptores y las longitudes de cables.

La determinación de las longitudes máximas de línea protegidas de los contactos indirectos, es una condición imperativa de la utilización del régimen TN.

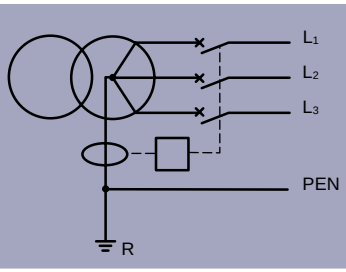
Si las cargas son exclusivamente trifásicas, el esquema TN-S puede ser a neutro no distribuido. En tal caso, los aparatos son tripolares y los toroides diferenciales de detección deben excluir al conductor PE.
Por principio, un esquema TN, en el que el neutro no esté distribuido, se considera como un esquema TN-S.
Se recomienda una atención permanente para evitar confundirlo con un esquema TN-C.

Se recomienda instalar interconexiones regulares (desmontables en las mediciones) entre el conductor PE y el conductor N: al nivel de la fuente (punto neutro del transformador), antes del dispositivo general de protección (en el TGBT), antes de los dispositivos de protección de los circuitos de utilización (cuadros divisionarios) y en el punto de utilización (base de toma de corriente).

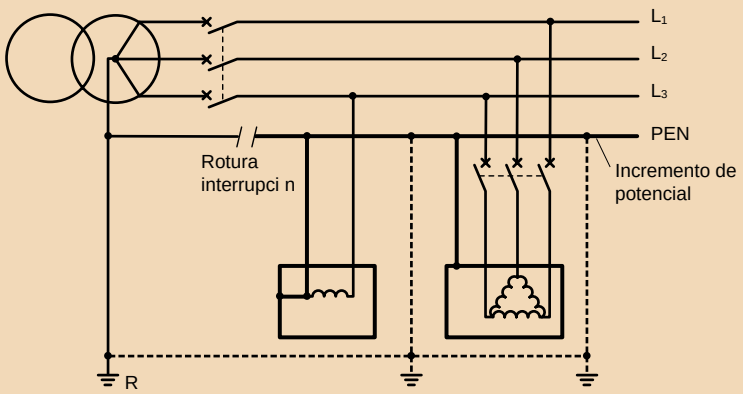


Nota: esta disposición es aplicable sólo en países dende no es necesario el corte del neutro.

La detección de corrientes de defecto a tierra por toroide diferencial está prohibido en esquema TN-C.
Sin embargo una detección de sobreintensidad en el conducto PEN, que provoca el corte de los conductores de fase (pero no la del PEN), puede realizarse colocando un toroide homopolar en la conexión neutro/PEN del transformador, esta detección es tanto más necesarios cuanto que sea pequeña la sección del PEN en relación a los conductores por fase.



En caso de rotura o corte del conductor PEN, las masas de la instalación podrían alcanzar el potencial de la tensión Uo. Por esta razón, el conductor PEN no debe poder ser interrumpido por ningún dispositivo (seccionamiento, protección, paro de emergencia). De acuerdo con esta misma preocupación por la continuidad, la sección mínima no podrá ser inferior a 10 mm 2 en cobre y a 16 mm 2 en aluminio.



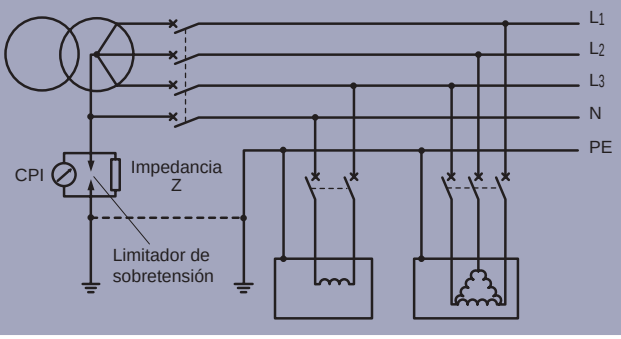
La seguridad ligada a la limitación del aumento del potencial de las masas se basa en el esquema TN sobre la conexión al conductor de protección, por lo que es importante asegurarse de que el potencial se mantiene lo más cerca posible del de tierra.
Por lo tanto, se recomienda conectar el conductor PE o PEN a tierra en tantos puntos como sea posible; como mínimo, al nivel de los transformadores de alimentación del tablero general (conexión equipotencial principal) y al nivel de cada edificio, incluso de cada grupo de circuitos de utilización.

2 ESQUEMA IT (NEUTRO AISLADO O IMPEDANTE)

I: neutro «aislado» o »impedante»
T: masas a tierra

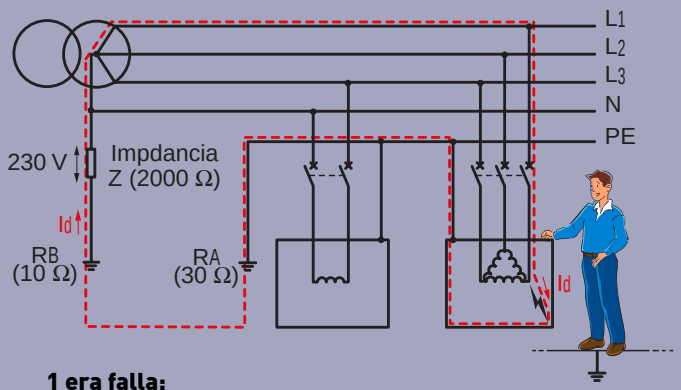
En el esquema IT, la alimentación de la instalación está aislada de tierra,o conectada a ella con una impedancia Z elevada. Esta conexión se lleva a cabo generalmente en el punto neutro o en un punto neutro artificial.
Las masas de la instalación están interconectadas y conectadas a tierra. En caso de alguna falla del aislamiento, la impedancia del bucle de falla es elevada (viene determinada por la capacidad de la instalación con respecto a tierra o por la impedancia Z).
En la primera falla, el incremento de potencial de las masas permanece limitado y sin peligro. La interrupción no es necesaria y la continuidad está asegurada, pero debe buscarse y eliminarse la falla para lograr un servicio competente.
Con ese objeto, un controlador permanente de aislación (CPA) vigila el estado de aislamiento de la instalación. Si la primera falla no es eliminada se añade una segunda, se transforma en cortocircuito, el cual deberá ser eliminado por los dispositivos de protección contra sobreintensidades.

Esquema IT



El controlador permanente de aislación (CPI)

El CPI está permanentemente inyectando una corriente continua (algunos volts) entre la tierra y un punto de la red. Por lo mismo, la parte capacitiva de la impedancia no es medida. La corriente resultante es la suma de las corrientes de fuga de las tres fases y caracteriza la aislación de la instalación. Un umbral de señalización (regulado a la mitad del valor normal) o un "acusador" permanente del valor de aislación permite seguir y mantener la instalación. En esta, dede haber sólo un CPI, su tensión de uso debe considerar si hay o no presencia de neutro (por ejemplo, 250 V con neutro y 400 V sin neutro).



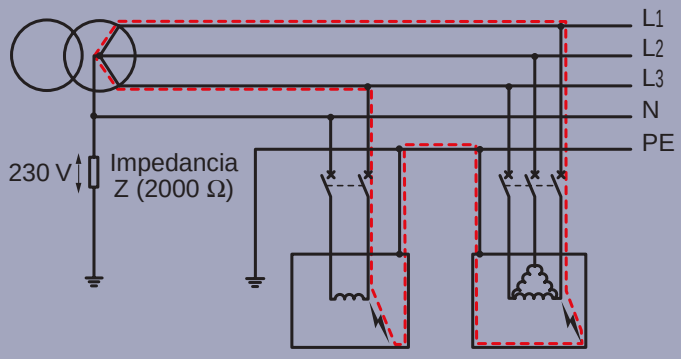
1 era falla:
no hay peligro para las personas

La corriente de la primera falla está limitada por la suma de las resistencias de las tomas de tierra de la alimentación (RB), de las masas (RA) y de la impedancia (Z). En el ejemplo adjunto:

$$Id = \frac{Uo}{RA + RB + Z} = \frac{230}{30+10+2000} = 0{,}112\ A$$

La condición de no interrupción se cumple garantizando que la corriente no incrementará las masas hasta un potencial superior a la tensión de seguridad Vs. Por lo tanto, tendremos: $RA \times Id \leq Vs$

En el ejemplo: $30 \times 0{,}112 = 3{,}36$ V.
Las masas no alcanzarán una tensión peligrosa y se permite la no interrupción.
Al sobrevenir la 2ª falla, afectando a otra fase, a la misma masa, o a una masa diferente, se constituye un bucle con las masas de los receptores en falla, los conductores de protección y los conductores de alimentación. Dicho bucle genera la circulación de una elevada corriente de cortocircuito, cuyas condiciones de eliminación son las del esquema TN o TT.



2ª falla: cortocircuito

Cabe señalar que esta situación de doble falla es totalmente independiente de la situación de neutro con respecto a tierra, aislado o impedante.
El valor de la corriente de doble falla IT suele ser inferior al que podría tener en TN. Las longitudes de línea protegidas se reducen en la misma proporción.
En caso de falla, el potencial del neutro podrá incrementarse hasta alcanzar el potencial de la fase en falla(tensión simple). El potencial de las otras fases tenderá a incrementarse hacia el valor de la tensión de línea. Por ello, se aconseja no alimentar aparatos entre fase y neutro bajo el esquema IT y, por lo tanto, no distribuir el neutro.

En el esquema IT, las masas pueden estar conectadas a tierra individualmente, por grupos, o todas interconectadas conjuntamente.
En cualquier caso, es necesario comprobar que se cumple la condición $RA \times I_a \leq Vs$ para la resistencia de la tierra RA de las masas consideradas (siendo I_a la corriente de activación del dispositivo de protección).
Es preferible la interconexión y la conexión a una sola toma de tierra.
Si aparece una doble falla, las condiciones de protección a aplicar y a comprobar serán las del esquema TT si las masas están separadas, y las del esquema TN si todas ellas están interconectadas. Véase la determinación de las condiciones de protección en el capítulo II.A.4.

Regímenes de neutro de grupos electrógenos

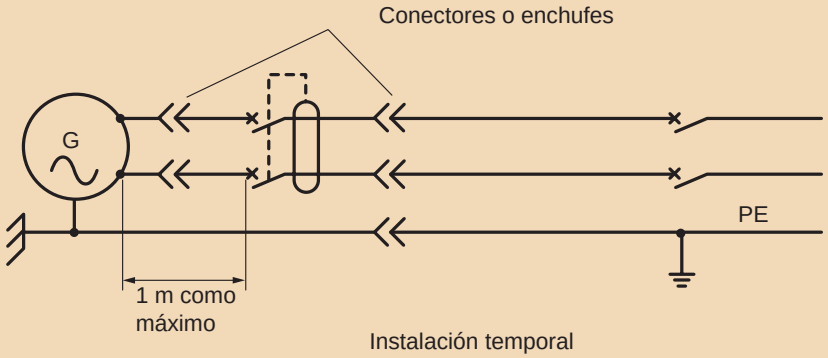
Los grupos electrógenos presentan características que deben tenerse en cuenta en la protección contra los contactos eléctricos.
Los grupos móviles no pueden estar conectados a tierra y su conexión mediante un cable flexible constituye un elemento frágil.
En general, los grupos tienen niveles de cortocircuito mucho menores que los transformadores (del orden de 3 In en lugar de 20 In, como dato orientativo).
Debido a ello, las condiciones de activación necesarias para la protección contra contactos indirectos pueden no estar garantizadas por los dispositivos dimensionados para el funcionamiento con una fuente normal.

1 Grupos portátiles para instalaciones temporales

Limitados a pocos kVA, alimentan directamente un pequeño número de receptores (puesto en un mercado, quiosco, alimentación de herramientas portátiles...).
Las masas del grupo deben estar conectadas a las de la instalación mediante un conductor de protección.
Cada circuito de salida debe estar protegido mediante un dispositivo diferencial IΔn 30 mA.

Si el grupo posee una o varias tomas de corriente sin diferencial de protección, deberá instalarse uno por circuito a una distancia inferior a 1 m.
Si el grupo electrógeno es de clase II, no se efectúa la conexión de las masas, sino que es obligatorio instalar uno o varios diferenciales para la protección complementaria contra contactos directos, especialmente en el cable flexible de conexión.

Grupo portátil para instalación temporal (de tierra)



2 Grupos móviles para instalaciones temporales

Estos grupos, de potencia superior a 10 kVA, alimentan instalaciones más extensas (obras, picaderos, carpas...).
Las masas del grupo están conectadas a las de los aparatos de uso mediante un conductor de protección.
La protección contra contactos eléctricos está garantizada mediante un dispositivo diferencial IΔn 30 mA.
Si existen requisitos de selectividad diferencial entre los circuitos alimentados, pueden aplicarse las reglas descritas en la página 303.
La imposibilidad de establecer una toma de tierra fiable obliga a adoptar un esquema TN-.S.
La corriente de falla se cierra con la conexión de las masas. El neutro puede ser o no distribuido.

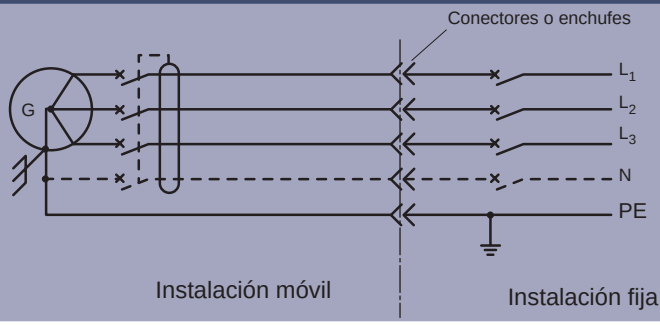
3 Grupos móviles para instalaciones fijas

La realimentación temporal de una instalación fija en lugar de la red o de la alimentación habitual solo debe realizarse tras un corte. Pueden utilizarse un automático en cabeza, un interruptor o un inversor, salvo si están condenados en la posición de abiertos.
Sea cual sea el régimen de neutro de la instalación fija, es necesario interconectar las masas (TT, IT), el punto neutro del grupo y las masas del grupo (TN) a las masas de la instalación existente.
Si no se cumplen las condiciones de protección (Icc mín.), se utilizarán dispositivos diferenciales. El toroide se situará en todos los conductores activos (fase + neutro), o en el conductor de conexión del punto neutro del alternador a la tierra de la instalación (TT o TN-S).
Esta solución no es aplicable en TN-C.

4 Grupos fijos para instalaciones fijas

Si el grupo constituye una fuente de sustitución, deberá utilizar el mismo régimen de neutro que la fuente normal.
Se comprobarán las condiciones de protección contra contactos indirectos y de activación para los cortocircuitos mínimos (véanse los capítulos II.A.3, II.A.4, II.A.5), así como para los presuntos cortocircuitos en régimen TN o IT.

Esquema de principio de la alimentación de varios edificios



Si el grupo constituye una fuente de alimentación de seguridad, el esquema utilizado deberá ser el IT.

¡Atención! En los regímenes TN o IT, la protección contra contactos indirectos puede no estar garantizada (valor de Icc demasiado bajo).
En las instalaciones destinadas a ser realimentadas por un grupo móvil, se colocará una indicación cerca del punto de conexión, con la leyenda: «Potencia mínima del grupo a instalar: x kVA».

La instalación y aplicación de los grupos están regidas por una precisa reglamentación relativa a los locales, evacuación e índices de contaminación de los gases de escape, así como al ruido admisible.
Conviene consultarla con ayuda de los constructores y organismos competentes.

Elección del régimen de neutro

La elección de un régimen de neutro implica obligaciones y objetivos a menudo contradictorios. Cualquiera sea el caso, el esquema elegido deberá cumplir con el total de condiciones dadas en la seguridad de las personas, los bienes y la adecuada compatibilidad electromagnética.

1 CUADRO PRACTICO RECAPITULATIVO

Régimen TT			
Principio general	Ventajas	Inconvenientes	Comentarios
Detección de una corriente de falla con paso por tierray corte de la alimentación mediante dispositivo de corriente diferencial.	- Sencillez (pocos cálculos para la instalación) - Ampliación sin cálculo de longitudes - Corrientes de falla débiles (seguridad contra incendio) - Escaso mantenimiento (salvo pruebas periódicas de los diferenciales) - Seguridad de las personas en caso de alimentación de aparatos portátiles o de conexión a tierra deficiente (con diferenciales de 30 mA) -Funcionamiento con fuente de Icc presuntamente reducida (grupo electrógeno)	- No existe selectividad en caso de automático único en cabeza de la instalación -Necesidad de diferenciales en cada salida para poder obtener la selectividad horizontal (costo) - Riesgo de activaciones repentinas(sobretensiones) - Interconexiones de las masas a una sola toma de tierra (instalaciones extensas), o necesidad de diferencial por grupo de masas - Nivel de seguridad dependiente del valor de las tomas de tierra.	-Debe preverse un pararrayos si la distribución va a ser aérea -Posibilidad de conectar la toma de tierra de la alimentación y la de las masas si hay un transformador AT/BT privado (comprobar poder de corte de los diferenciales) -Necesidad de gestionar equipos con corrientes de fuga elevadas (separación, islotes) -Importancia de la instalación y de la duración de las tomas de tierra (seguridad de las personas) - Prever comprobaciones periódicas de los valores de las tierras y de los umbrales de activación de los diferenciales.

Régimen TN			
Principio general	Ventajas	Incon venientes	Comentarios
La corriente de falla se transforma en corriente de cortocircuito interrumpida por los dispositivos de protección contra sobreintensidades. Las masas se mantienen al potencial de tierra.	- Costo reducido (las protecciones se utilizan para las corrientes de falla y las sobreintensidades) - La toma de tierra no influye en la seguridad de las personas - Baja susceptibilidad a las perturbaciones (buena equipotencialidad, neutro conectado a tierra) - Poco sensible a corrientes de fuga elevadas (aparatos de calefacción, de vapor, informáticos).	- Corrientes de falla elevadas (generación de perturbaciones y riesgos de incendio, especialmente en TN-C) - Necesidad de cálculos de línea precisos - Riesgos en caso de ampliaciones, renovaciones o utilizaciones no controladas (personal competente).	- La comprobación de las condiciones de protección debe efectuarse: - en el diseño (cálculo) - a la puesta en marcha - periódicamente - en caso de modificación de la instalación - La comprobación práctica requiere un material de ensayo específico (medición de la Icc en extremo de línea) - El uso de diferenciales permite limitar las corrientes de falla (comprobar el poder de corte) y disminuir los riesgos no previstos por los cálculos (rotura de conductores de protección, longitudes de línea con cargas móviles...).

Régimen IT			
Principio general	Ventajas	Incon venientes	Comentarios
La limitación de la corriente de 1^{era} falla a un valor muy bajo, disminuye el incremento de potencial de las masas. Por lo tanto, no hay necesidad de corte.	- Continuidad del servicio (sin cortes en la 1^{era} falla) - Corrientes de 1^{era} falla muy bajas (protección contra incendio) - Corriente de falla poco perturbadora - Funcionamiento con fuentes de Icc presuntamente reducida (grupo electrógeno) - Alimentación de receptores sensibles a corrientes de falla (motores).	- Costo de la instalación (neutro protegido, CPA, protección sobretensiones) - Costo de explotación (personal competente, localización de fallas) - Sensibilidad a las perturbaciones (mala equipotencialidad con tierra) Riesgos en la 2º falla: - Sobreintensidades de cortocircuito - perturbaciones (incremento del potencial de tierra) - aparición de una tensión compuesta (si el neutro está distribuido)	- La señalización del 1er falla es obligatoria y debe buscarse inmediatamente - Teniendo en cuenta sus riesgos, debe evitarse la situación de 2º falla - Protección con pararrayos indispensable (riesgo de incremento del potencial de tierra) - Es aconsejable limitar la extensión de las instalaciones IT a lo estrictamente necesario.

Los siguientes cuadros de elección proporcionan reglas generales, que pueden no ser aplicables en ciertos casos.

Naturaleza y características de la instalación	Régimen de neutro aconsejado
- Red de distribución pública	TT
- Red extensa con tomas de tierra mediocres - Alimentación con transformadores de baja Icc - Grupo electrógeno (instalación temporal) - Red por líneas aéreas	TT
- Red perturbada (zona con rayos) - Red con corrientes de fuga importantes	TN
- Grupo electrógeno (alimentación temporal)	TN-S
- Grupo electrógeno (alimentación de seguridad)	IT

Naturaleza de los receptores y condiciones de utilización	Régimen de neutro aconsejado
- Numerosos aparatos móviles o portátiles - Instalaciones con frecuentes modificaciones - Instalaciones de faena - Instalaciones antiguas - Locales con riesgo de incendio	TT
- Equipos electrónicos informáticos - Equipos con auxiliares (máquinas-herramienta) - Equipos de mantenimiento (puentes-grúa, grúas...) - Aparatos con débil aislamiento (aparatos de cocción, de vapor...)	TN-S
- Locales con riesgo de incendio - Instalaciones de control de mando con numerosos sensores - Instalaciones con requisitos de continuidad (médicas, bombas, ventilación...) - Aparatos sensibles a las corrientes de fuga (riesgo de destrucción de bobinados)	IT

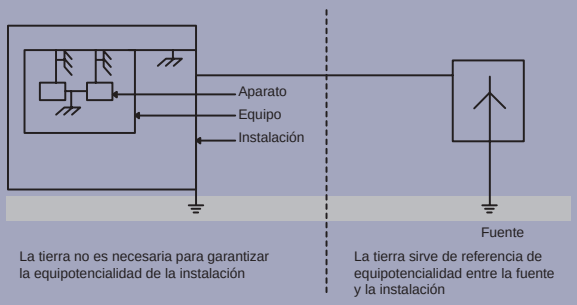
2 REGIMEN DE NEUTRO Y CEM (COMPATIBILIDAD ELECTRO-MAGNÉTICA)

La elección del «régimen de neutro» influye directamente en la «compatibilidad electro-magnética» de la instalación:
- las consecuencias de una descarga de rayo dependen en parte de la situación de la alimentación con respecto a tierra, definida por la 1ª letra (I o T).
- la transmisión de las perturbaciones conducidas o emitidas de alta frecuencia depende de la conexión de las masas de la instalación y de su equipotencialidad, lo que se define con la segunda letra (T o N).

Descarga de rayo <————————> Potencial de referencia – conexión a tierra
Perturbaciones conducidas <————————> Red de masas

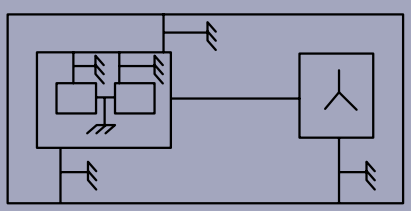
Las distancias de transporte de la energía requieren una referencia de potencial común, que pueda ser accesible desde la fuente hasta la utilización y dar salida a perturbaciones tales como el rayo. ¡Únicamente la tierra está disponible!

Instalación y alimentación separadas (red de distribución pública)



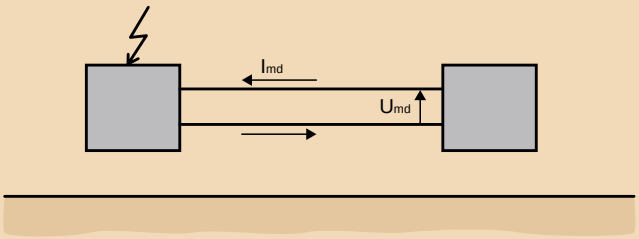
Localmente, no se necesita la tierra para la equipotencialidad de una instalación. Es la red de masa la que garantiza dicha equipotencialidad. Así pues, cuando la fuente de energía está cerca o es autónoma (baterías, paneles solares, grupo electrógeno,...), la conexión alimentación/instalación por tierra no es necesaria. La protección solo puede realizarse mediante «conexiones equipotenciales locales» no conectadas a tierra. En caso de caída del rayo, principal riesgo, toda el potencial de la instalación aumenta por igual y, por lo tanto, sin daños. Las estaciones meteorológicas en altitud, los emisores aislados, utilizan este principio.

Instalación autónoma

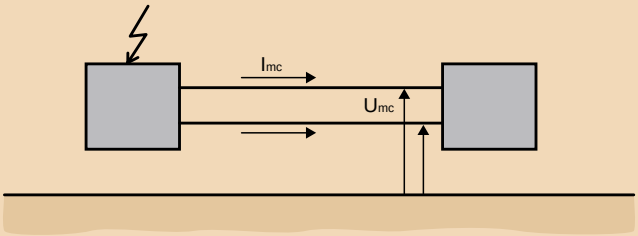


Modo diferencial, modo común

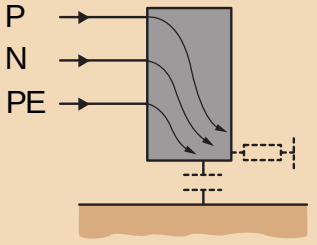
En modo diferencial, la perturbación que va a acoplarse a la línea generará una corriente I_{md} y, por lo tanto, una tensión Umd entre los conductores de ida y vuelta de la línea. Esta tensión puede ser suficiente para modificar el nivel de la señal transmitida normalmente y provocar un error de control (línea de transmisión), o una destrucción del equipo en el caso de una perturbación energética como el rayo (línea de energía).

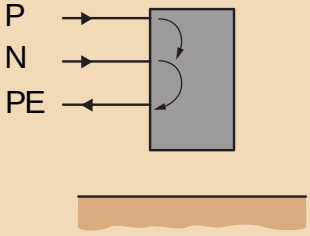


En modo común, el aumento de potencial Umc es el mismo en los dos conductores de la línea y se hace con relación a una referencia externa, generalmente la tierra. La corriente de modo común Imc tiene el mismo sentido en los dos conductores.
Por regla general, las perturbaciones de modo diferencial son las más molestas ya que exigen características funcionales propias de los productos (niveles de medida, umbrales de activación, alimentación de energía...).
Por su parte, y aunque puedan ser de un nivel superior, las perturbaciones de modo común exigen fundamentalmente los aislantes de los productos que, por motivos de seguridad, están ampliamente dimensionados.
Para limitar los efectos y facilitar el filtrado, siempre interesa transformar las perturbaciones de modo diferencial en perturbaciones de modo común. El trenzado, por ejemplo, es un medio muy sencillo y universalmente utilizado para los cables de datos.



El "verdadero modo común" se caracteriza por la circulación de la pertubación en todos los conductores. Su retorno sucede por los distintos acoplamientos capacitivos o galvánicos con otros aparatos, por ejemplo la sobretensión de rayos en la cabeza de la instalación es de "verdadero modo común". Esta no se detiene por un transformador.





Ventajas e inconvenientes de los regímenes de neutro en relación con la CEM

• Esquema TT

⊕ - El potencial del neutro es fijo
- Las corrientes de falla son débiles

⊖ - Las tomas de tierra «fuente» y «utilización» están separadas y no son perfectamente equipotenciales, en tanto en cuanto la impedancia de la toma de tierra «utilización» puede ser elevada.
- El conductor PE no es una referencia de potencial fiable, lo que implica la necesidad de conexiones equipotenciales complementarias.
- Asimetría en caso de caída de rayo que provoque sobretensiones de modo diferencial.

• Esquema IT

⊕ - Las corrientes de falla son débiles.
- Buena protección contra el rayo conducido (sobretensiones de modo común), pero riesgo de arco sobre la impedancia de neutro, lo que hace necesario un protector de sobretensiones.

⊖ - Potencial de tierra de la «utilización» no fijado con relación a la fuente y, consecuentemente, tampoco el de las masas.
- Incremento del potencial de tierra (impacto directo del rayo) o tras la 1^{era} falla: pérdida de referencia para los aparatos electrónicos.
- Circulación de corrientes permanentes por acoplamiento capacitivo entre conductores activos y tierra.

• Esquema TN-S

⊕ - Una sola referencia de potencial «fuente» y «utilización». La tierra no se utiliza como conductor. Buena equipotencialidad de masas.
- Baja impedancia del circuito de protección debido a la necesidad de conducir corrientes de falla importantes.

⊖ - Normas de instalación y materiales específicos (5 cables).
- Posible envío de perturbaciones al neutro si la equipotencialidad no está bien asegurada entre el neutro y el conductor PE, o si sus recorridos son diferentes (de ahí la necesidad de conexiones regulares).
- Corrientes de falla elevadas.
- Asimetría en caso de caída de rayo que provoque sobretensiones de modo diferencial.

NOTA: el esquema TN-C no es recomendable a causa de la circulación de fuertes corrientes de falla por el conductor PEN.

Comúnmente se admite que el régimen TN-S representa el mejor compromiso en materia de CEM. Las limitaciones de este esquema pueden paliarse fácilmente utilizando como complemento pararrayos que combinen modos común y diferencial.
La utilización en cada circuito de salida de automáticos diferenciales compatibles con las corrientes de fuga, limita las corrientes en caso de falla.

La estructura de la red de protección

Los conductores de protección constituyen siempre "los hilos conductores" de esta red, pero su complejidad va aumentando con las necesidades de las tecnologías de la información, de las protecciones pararrayos, de las redes locales... con el riesgo de mezclar un poco los vocabularios. Un pequeño recordatorio léxico quizá no es inútil ...



Cajas XL:
la interconexión de las masas por concepción facilita en gran medida la conexión de los conductores de protección de los circuitos de utilización

Conductores de conexión equipotencial conectados a una barra colectora o "terminal principal de los conductores de protección"



Símbolos

Tierra, símbolo general.

Conductor de protección doble coloración verde/amarillo
Conexión a la tierra para un papel de protección contra los choques eléctricos.

Papel funcional de la tierra que no incluye necesariamente la protección contra los choques eléctricos.

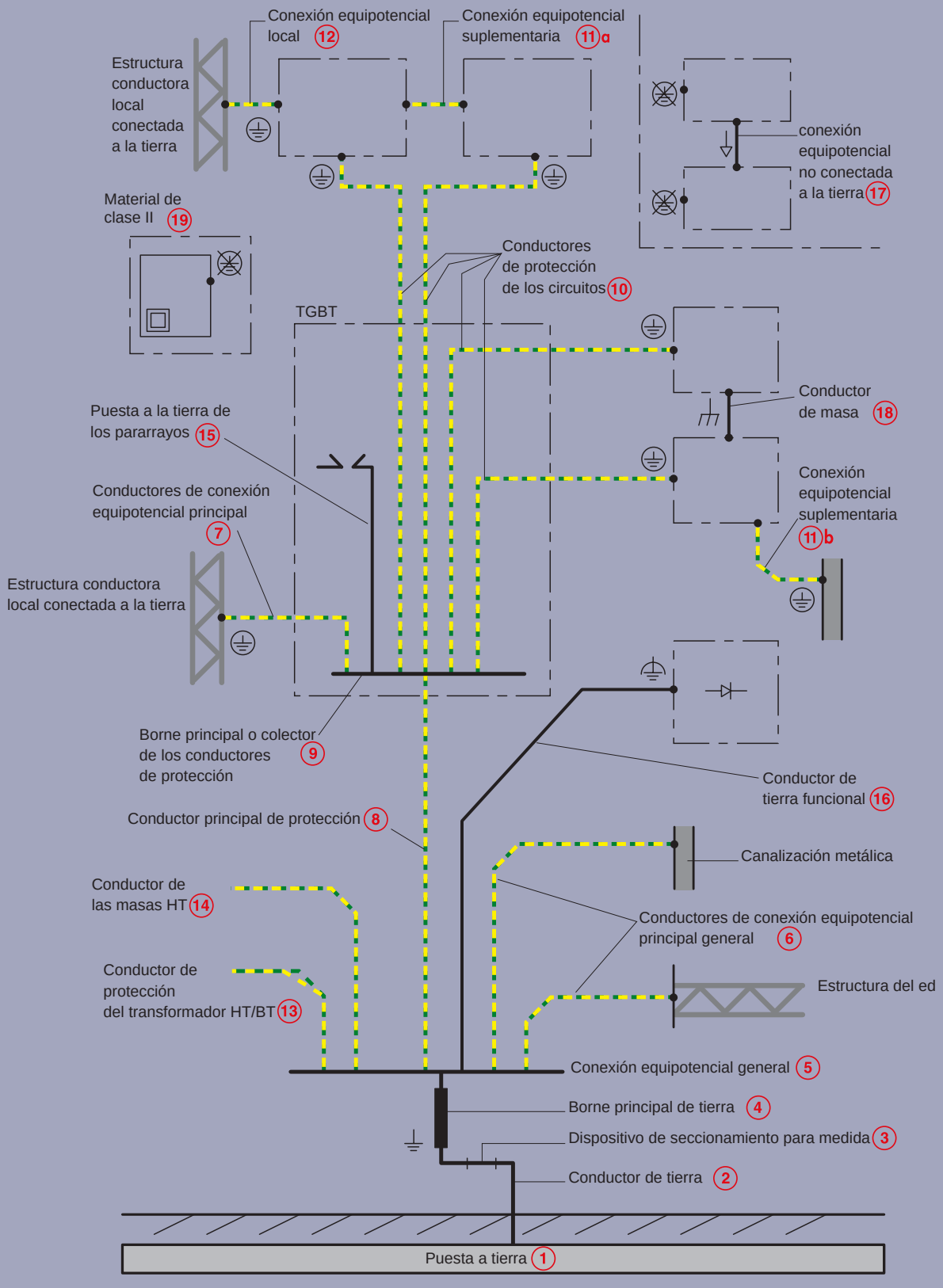
Masa, conexión eléctrica de los marcos, punto de referencia de tensión.

Conexión equipotencial.

Masa no conectada a un conductor de protección. Si una conexión funcional es necesaria (conexión de las masas por ejemplo), utilizar el símbolo.

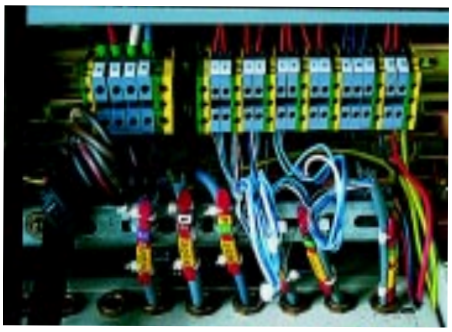
Aparato a doble aislamiento obtenido por construcción, o juntos a doble aislamiento (dicho a aislamiento total), obtenido por instalación.

Esquema de red de protección (véase definiciones páginas siguientes)

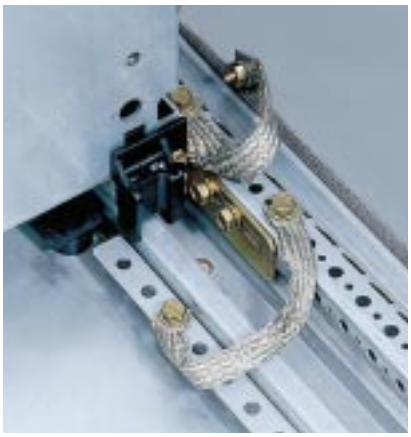


Definiciones	
① **Toma a tierra.**	Conjunto de los elementos conductores en contacto con el suelo. La toma de tierra se establece en función de las condiciones locales (naturaleza del suelo) y el valor deseado de resistencia.
② **Conductor de tierra.**	Conductor aislado que garantiza la conexión con la toma a tierra, generalmente no aislado, con una sección mínima de 25 mm^2 revestido en cobre y 50 mm^2 en acero galvanizado.
③ **Dispositivo de seccionamiento.**	Insertado en el conductor de tierra, la apertura de este dispositivo permite la medida de la toma a tierra.
④ **Terminal principal de tierra.**	Conexión eléctrica entre el circuito de tierra y la conexión equipotencial general. Puede formar parte integral de este último o del dispositivo de seccionamiento.
⑤ **Conexión equipotencial general**	Situada en el origen de la instalación y/o en el punto de penetración de cada edificio, conecta el conjunto de los conductores de tierra, la conexión equipotencial principal y los distintos conductores de protección.
⑥ **Conductor de conexión equipotencial principal general**	Conecta los elementos metálicos de la construcción, las canalizaciones, las estructuras, a la conexión equipotencial general. La sección debe ser igual a la del conductor principal de protección con un mínimo de 6 mm^2 (10 mm^2 en aluminio) y un máximo de 25 mm^2 (35 mm^2 en aluminio).
⑦ **Conductores de conexión equipotencial principal**	Conectan los elementos conductores cerca del Tablero General Baja Tensión al borne de los conductores de protección. La sección debe ser igual a la del conductor de protección con un mínimo de 6 mm^2 (10 mm^2 en aluminio) y un máximo de 25 mm^2 (35 mm^2 en aluminio).
⑧ **Conductor principal de protección**	Conductor que conecta el borne principal de tierra al borne principal de los conductores de protección. Su sección se determina según las normas indicadas en este capítulo (elección o cálculo).
⑨ **Terminal principal o colector de los conductores de protección**	Se sitúa en el Tablero General Baja Tensión. Su elección o su determinación se efectúan según las normas indicadas en este capítulo.
⑩ **Conductor de protección de los circuitos**	Se determinan en función de la intensidad de cada circuito de utilización según las normas indicadas en este capítulo (elección o cálculo).
⑪ **Conexiones equipotenciales suplementarias**	Permiten garantizar la continuidad de los circuitos de protección a) entre masas: la sección está a lo menos igual a la del más pequeño conductor de protección de las dos masas que deben conectarse. b) entre masas y partes conductoras: la sección es al menos igual a la mitad de la sección del conductor de protección de la masa que debe conectarse. Nota: En los dos casos, un mínimo de 2,5 mm^2 es necesario si la conexión se protege mecánicamente y de 4 mm^2 si no se protege (hilo flexible). Estas normas son aplicables a los paneles inamovibles y a las puertas de los armarios XL y XL-A cuando ningún aparato se fija allí. Si se fijan algunos aparatos o si existen riesgos particulares de contactos indirectos sobre estas masas (atravesar comandos, ausencia de plastrón...), la oferta Legrand de trenzas flexibles permite responder a todos los casos de instalación.
⑫ **Conexión equipotencial local**	Si en régimen de neutro TN o IT, la longitud de los circuitos aguas arriba de los circuitos terminales no se conoce o es demasiado importante, se realiza una conexión equipotencial local en cada tablero que abastece los circuitos terminales. Su sección debe ser a lo menos igual a la mitad de la sección del conductor de protección que abastece el tablero, con un mínimo de 6 mm^2 (10 mm^2 en aluminio), y un máximo de 25 mm^2 (35 mm^2 en aluminio).
⑬ **Conductor de protección del transformador AT/BT**	La sección se determina en función de la naturaleza del conductor, de la potencia del transformador y del tiempo de reacción de la protección AT. En la práctica, su sección es idéntica a la del conductor principal de protección.
⑭ **Conductor de masas de Alta Tensión**	Si la instalación es abastecida por un puesto de entrega, la sección utilizada es igual a 25 mm^2 (35 mm^2 en aluminio). En casos de diferente alimentación, la sección debe calcularse.
⑮ **Puesta a tierra de los pararrayos**	Está destinada a pasar las corrientes de defecto causadas por la eliminación de las sobre tensiones. Estos conductores deben ser lo más cortos posibles y reservados para este uso. La sección mínima se elige según las indicaciones de los fabricantes: 4 a 16 mm^2 en general

Definiciones (sigue)	
⑯ **Conductor de tierra sin función de seguridad**	Garantiza, por razones funcionales o de nivel de perturbaciones, la conexión con la tierra. Utilice los dos colores verde/amarillo sólo si el conductor garantiza también la función de protección. Los términos "tierra sin ruido" o "tierra propia" no deben usarse.
⑰ **Conductor de masa**	Conductor para uso funcional solamente: referencia de potencial (masas electrónicas), su sección se elige entonces en función de la intensidad real.Compatibilidad electromagnética: elegirá a los conductores lo más cortos y más amplios posibles para disminuir su impedancia en alta frecuencia.
⑱ **Conexión equipotencial no conectada a tierra**	Conexión específica a algunas aplicaciones restringidas medios aislados (plataforma de pruebas...). Se conectan todas las masas y elementos simultáneamente accesibles. Las secciones se toman idénticas a las de las conexiones equipotenciales suplementarias.
⑲ **Material de clase II**	Las masas de este material no deben conectarse a un conductor de protección.



Conexión de los conductores de protección por bornes Viking verde/amarillo: el riel se utiliza como colector (véase página 134)



Conductores de masa constituidos por trenzas Ref. 34797 (30 mm²)



Para una verdadera "cultura de masas": reanudación de blindaje por collarines fijados con "Fixomega" Ref. 36469, (a pedido) perfecta identificación de los circuitos sobre bornes Viking.

II



ELECCIONES

II. A - DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES Y PROTECCIONES 204

II.A.1 - Protecciones contra sobrecarga 206
II.A.2 - Verificación de caídas de tensión 218
II.A.3 - Protección contra cortocircuitos 222
II.A.4 - Protección contra contactos indirectos 230
II.A.5 - Evaluación de cortocircuitos y ejemplos de cálculo 240

II. B - ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN 250

II.B.1 - Interruptores magnetotérmicos Legrand DPX,DX 252
II.B.2 - Coordinación de los dispositivos de protección 270
II.B.3 - Selectividad de los dispositivos de protección 274
II.B.4 - Los disyuntores e interruptores abiertos DMX 282
II.B.5 - Los interruptores diferenciales 292

II. C - LAS FUNCIONES DE EXPLOTACIÓN 306

II.C.1 - Puesta en seguridad de obras y equipos 308
II.C.2 - La motorización y la inversión de fuentes 320
II.C.3 - Corte de emergencia, paro de emergencia, seccionamiento 346

II. D - LA REPARTICIÓN 354

II.D.1 - El dimensionamiento de los juegos de barra 356
II.D.2 - Los repartidores Legrand 376
II.D.3 - Configuraciones XL-Part 390

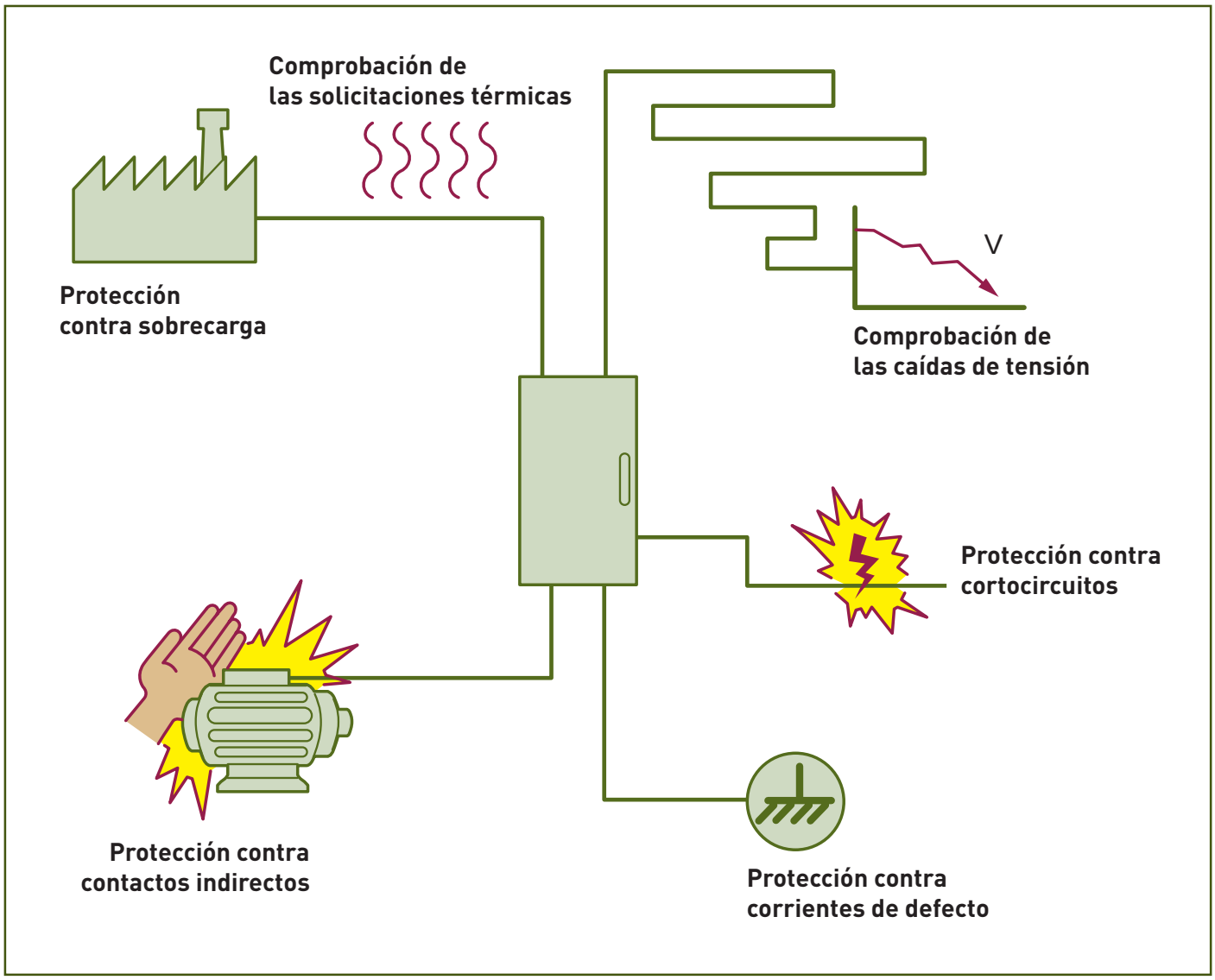
II. E - ELECCIÓN DE LAS ENVOLVENTES 400

II.E.1 - La configuración de los conjuntos hasta 1600 A 402
II.E.2 - La configuración de los conjuntos hasta 4000 A 432
II.E.3 - Estimación del balance térmico 438
II.E.4 - Las condiciones térmicas de funcionamiento 450

DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES Y PROTECCIONES

Mediante el cálculo de las dimensiones de los conductores y de las características de los aparatos de protección se podrán garantizar las protecciones básicas de la instalación:
– protección contra sobrecargas
– limitación de las caídas de tensión
– protección contra cortocircuitos
– comprobación de las solicitaciones térmicas
– protección contra contactos indirectos

Es necesario reconocer que el cálculo completo de las instalaciones es extremadamente largo, complejo e incluso agotado para haber justificado el desarrollo permanente de medios de ayuda práctica: ábacos, cuadro- notas, normas de cálculo... hasta los programas informáticos que permiten obtener rápidamente resultados precisos y fiables.
Sin impugnar estos progresos innegables, es necesario reconocer que cuanto más elaboradas son las herramientas, menos sabemos cómo funcionan.
Es un poco como abrir el capó de nuestros automóviles modernos...
Con esta constatación las páginas que siguen tienen el objetivo de recordar las normas esenciales que permiten calcular las dimensiones de los conductores y canalizaciones y su protección eléctrica (contra las sobrecargas, las caídas de tensión, los cortocircuitos, los contactos indirectos) en función de los parámetros de la instalación: los físicos (naturaleza de los conductores, condiciones de instalación, temperatura, longitudes de las líneas...) y los eléctricos (potencia, presunto cortocircuito, corrientes de uso...)
Se dan algunos ejemplos de determinación para cada parámetro así como se ilustra en el capítulo II.A.5 el planteamiento completo de estimación de las corrientes de cortocircuito en todos los niveles de la instalación.



Las condiciones de elección, cálculo, dimensionamiento e instalación de los dispositivos de protección y transporte como también la de los medios de canalización, están dadas en la Norma NCH Elec. 4/84

Protecciones contra sobrecargas

El paso de la corriente por un conductor genera un calentamiento proporcional al cuadrado de esta corriente (efecto Joule).
En base de este axioma, es necesario determinar la corriente admisible Iz aceptable del conductor según, su naturaleza y de su condición de instalación. Una condición previa que entonces permitirá elegir una protección adaptada contra las sobrecargas.

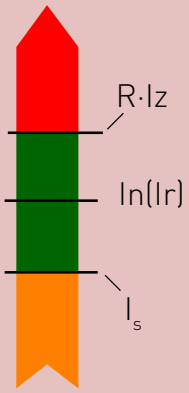
1 REGLA BASICA

El cálculo de conductores según la premisa que se encuentren debidamente protegidos frente a la falla de sobrecarga, establece la sección o calibre del mismo.
La corriente de servicio de los equipos conectados (Is), no debe sobrepasar la corriente nominal del aparato de protección (In) cuyo valor, a su vez, no debe sobrepasar la corriente admisible del conductor (Iz).
En el caso de protección con fusibles, debe aplicarse un coeficiente reductor R al valor de Iz.
Según todo lo anterior, la regla básica para asegurar que el conductor seleccionado se encuentre debidamente protegido a la sobrecarga es:

$$Is < In < Iz \times R$$

Siendo:
R = 1 para los automáticos
R = 0,75 para los fusibles < 16 A
R = 0,9 para los fusibles ≥16 A.

Zonas de carga de un conductor



El valor In (Ir) debe encontrarse en la zona verde

En la zona roja, el conductor se encuentra sobrecargado

En la zona naranja, la protección se halla subcalibrada, con riesgo de desconexión no deseada

El valor Iz representa la intensidad máxima que puede soportar permanentemente el conductor sin merma de su duración de vida

En lo que se refiere a los automáticos regulables, se aconseja elegir un valor de Iz superior al calibre In nominal del aparato. Las consecuencias de un ajuste térmico Ir inapropiado o de una evolución de la corriente de servicio I_s no tendrán consecuencias.

2 DETERMINACION DE LA CORRIENTE DE SERVICIO I_s

La corriente de servicio Is viene dada por la potencia asociada a la línea en función de las características de los equipos conectados.
El análisis exacto de todas las utilizaciones y, sobre todo, el conocimiento real de las potencias de cada receptor no son siempre evidentes, por lo que, en la práctica, suele ser necesario considerar coeficientes de seguridad globales por exceso para evitar subdimensionar la instalación.
– Evitar considerar un factor minoritario sobre el tiempo de utilización; las condiciones de funcionamiento y la organización pueden cambiar.
– Pensar en posibles ampliaciones futuras (se aconseja una reserva del 20%, aunque, en la práctica, suele faltar más el espacio que la energía).
– Incrementar en un 80% (x 1,8) la potencia considerada para las luminarias fluorescentes compensadas, y en un 150% (x 2,5) la de las luminarias no compensadas.
– Tomar un coeficiente genérico de 1,5 para todas las lámparas de vapor o de yoduros metálicos.
– Aplicar un incremento del 100% para los motores de hasta 4 kW (potencia considerada x 2). Para los motores de 4 a 50 kW, este factor será de 1,5.
– Tomar las potencias nominales para la iluminación por incandescencia, incluidas las lámparas halógenas, y la calefacción.

Ejemplo de cálculo

La potencia de un equipo fluorescente 2 x 36 W compensada debe considerarse igual a

$$2 \times 36 \times 1{,}8 = 129{,}6 \text{ W}$$

Si asumimos uns existencia de 15 equipos iguales y que su factor de potencia es 0,95 la corriente de servicio del círculo será:

$$Is = 15 \times \frac{129{,}6 \text{ (W)}}{220 \text{ (V)} \times 0{,}95} = 9{,}3 \text{ (A)}$$

Según la corriente anterior, y considerando que el calibre del dispositivo de protección In debe ser mayor a la Is, se deberá instalar un automático de DX 10 (A).

Existen varios factores a considerar en el momento de la determinación de la corriente real de uso, especialmente aplicada a los conductores eléctricos de una instalación, para evitar un sub dimensionamiento de estos y el consiguiente riesgo de sobrecarga:

- cantidad de conductores activos dentro del mismo medio de canalización.
- niveles de temperatura del medio ambiente en donde se disponen los conductores.
- existencia de componentes armónicas.
- posibilidades de ampliación de la carga conectada.
- corrientes de encendido y tiempo de permanencia de esta.
- corriente máxima posible de circular en forma permanente.

3 DETERMINACION DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES

La sección de los conductores se determina a partir del conocimiento de la corriente admisible (Iz) que deberá ser capaz de transportar según las características y exigencias del medio en donde éste prestará servicio.

Las tablas del capítulo 8 de la Norma NCH Elec 4/84, permiten determinar los valores de corriente aceptados por diferentes tipos de conductores eléctricos según los principios fundamentales de utilización y protección de las personas. A continuación se mencionan los principales elementos.

Las tablas de capacidades de transporte admisibles (ver página xxxx), permiten determinar directamente la sección de los conductores en función:

-para el caso de alambres: de las características del conductor, la del medio de canalización y de la corriente admisible teórica.

- para el caso de cables: de las condiciones de instalación, las características del tipo de aislamiento y de la corriente admisible teórica.

La corriente admisible teórica (Iz_{th}), para los casos de alambres y cables viene dada por la aplicación de los factores de corrección por número de conductores (fn^o), y de temperatura (ft^o), a la corriente máxima que puede llegar a circular por el conductor de manera permanente, la cual viene dada por el calibre del dispositivo de protección:

$$Iz_{th} = \frac{In}{fn^o \times ft^o}$$

Extracto de la tabla de corrientes admisibles para conductores tipo alambres

Sección nominal mm²	Temperatura de servicio 70ºC Corriente admisible en Am Grupo 1	Grupo 2
0,75		12
1,0	11	15
1,5	15	19
2,5	20	25
4,0	25	34
6,0	33	44
10,0	45	
16,0	61	
25,0	83	

$Iz \geq Iz_{th}$

La corriente admisible Iz para una sección normalizada de conductor, debe escogerse para un valor inmediatamente superior al valor teórico determinado Iz_{th}

Según la Norma NCH Elec. 4/84, en redes trifásicas de cuatro hilos la selección del neutro no debe ser inferior al 50% de la sección nominal de los conductores de fase.

Se recomienda considerarlo igual a la sección de la fase para el caso de alimentación a cargas lineales y el doble para el caso de alimentación a cargas no lineales que inyecten armónicos de secuencia cero.

1 Características de los conductores

Un conductor es un elemento físico que tiene como objetivo principal el transporte de la energía eléctrica desde el punto de alimentación hasta el de consumo. El transporte debe realizarse de la forma más técnica y económicamente adecuada conforme a las necesidades del sistema eléctrico.

Los conductores pueden ser tipo alambre, es decir, una sola hebra (abreviatura ALM), o un cable (abreviatura CBL), formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí.

En general, un conductor eléctrico está compuesto de un alma conductora, la que puede estar desnuda, vale decir sólo el conductor propiamente tal, o bien dentro de una cubierta aislante, la que envuelve al alma conductora, conformada por algún material polimérico.

El alma conductora es la encargada de transportar la energía en forma eficiente y a bajo costo, luego las características del material que la conforman deben ser capaces de cumplir este objetivo.

Los materiales más usados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio debido principalmente a su bajo costo y su conductividad respecto de otros metales conductores. Aunque el primero es superior en características eléctricas y mecánicas (la conductividad del aluminio es de aproximadamente un 60% de la del cobre y su resistencia a la tracción es solo un 40%), las características de bajo peso y costo de aluminio, han dado lugar a un amplio uso sobre todo en redes de distribución exteriores. Las siguientes tablas entregan la capacidad de transporte de conductores de cobre utilizadas normalmente en nuestro país.

Intensidad de corriente admisible para conductores aislados del tipo alambres

Temperatura de servicio 70ºC - Temperatura ambiente 30ºC			
Sección nominal mm²	Corriente admisible en Amperes		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0,75	-	12	15
1,0	11	15	19
1,5	15	19	23
2,5	20	25	32
4,0	25	34	42
6,0	33	44	54
10,0	45	61	73
16,0	61	82	98
25,0	83	108	129
35,0	103	134	158
50,0	132	167	197
70,0	164	207	244
95,0	197	249	291
120,0	235	291	343
150,0	-	327	382
185,0	-	374	436
240,0	-	442	516
300,0	-	510	595
400,0	-	-	708
500,0	-	-	809

Grupo 1: Conductores monopolares canalizados en ductos.
Grupo 2: Conductores multipolares canalizados en bandejas o escalerillas.
Grupo 3: Conductores monopolares y multipolares tendidos al aire libre

Cables bajo ducto o en canal montados al aire libre

Temperatura de servicio 30ºC							
Equivalente (#) AWG- (*) MCM	Sección mm²	Temperatura de servicio					
		60ºC		75ºC		90ºC	
		Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B
#14	2,08	20	30	20	30	25	37
#12	3,31	25	37	25	37	30	45
#10	5,26	30	45	35	52	40	60
#8	8,37	40	60	50	75	55	82
#6	13,3	55	82	65	97	75	112
#4	21,2	70	105	85	127	95	142
#3	26,7	85	127	100	150	110	165
#2	33,6	95	142	115	172	130	195
#1	42,4	110	165	130	195	150	225
#1 / 0	53,5	125	187	150	225	170	255
#2 / 0	67,4	145	217	175	262	195	292
#3 / 0	85,0	165	247	200	300	225	337
#4 / 0	107,2	195	292	230	345	260	390
*250	126,7	215	322	255	382	290	435
*300	151,8	240	360	285	427	320	480
*350	177,3	250	375	310	465	350	525
*400	202,7	280	420	335	502	380	570
*500	253,2	320	480	380	570	430	645
*600	303,6	355	532	420	630	475	712
*700	354,7	385	577	460	690	520	780
*750	379,5	400	600	475	712	535	802
*800	405,4	410	615	490	735	555	832
*900	456,0	435	652	520	780	585	877
*1000	506,7	455	682	545	817	615	922

Grupo A: Hasta tres conductores activos en ducto, bandeja, escalerilla o directamente enterrados.
Grupo B: Conductor al aire libre

Los valores indicados en las tablas anteriores, son aplicables a tres conductores activos colocados en un mismo medio de canalización.

En caso de circuitos trifásicos de cuatro hilos, no es obligatorio considerar al neutro como un conductor activo, mientras que en redes de alimentación a computadores debido a la presencia de terceras armónicas es altamente importante contemplarlo como conductor activo.

Si el número de conductores activos colocados en un mismo medio de canalización excede de tres, se deberá disminuir la capacidad de transporte de cada uno de los conductores individuales de acuerdo al factor de corrección fnº. En igual forma, si la temperatura ambiente es distinta a 30º la capacidad de transporte de los conductores se deberá modificar de acuerdo al factor de corrección ftº.

Factor de corrección por cantidad de conductores (fnº) para conductores del tipo alambres y cables

Cantidad de conductores	Factor
4 a 6	0,8
7 a 24	0,7
25 a 42	0,6
sobre 42	0,5

Factor de corrección por temperatura (tº) para conductores tipo alambres	
Temperatura ambiente ºC	Factor
más de 30 hasta 35	0,94
más de 35 hasta 40	0,87
más de 40 hasta 45	0,80
más de 45 hasta 50	0,71
más de 50 hasta 55	0,62

Factor de corrección por temperatura (tº) para conductores tipo cables		
Temperatura ambiente ºC	Factor	
	Temperatura de servicio	
	60ºC	75 - 90ºC
más de 30 hasta 40	0,82	0,88
más de 40 hasta 45	0,71	0,82
más de 45 hasta 50	0,58	0,75
más de 50 hasta 55	0,41	0,67
más de 55 hasta 60		0,58
más de 60 hasta 70		0,35

2 CUBIERTA AISLANTE

La función de la aislación de un conductor es evitar contactos involuntarios con partes energizadas, confinar la corriente eléctrica en el conductor y contener el campo eléctrico dentro de su masa. En principio, las propiedades de los aislantes son con frecuencia más que adecuadas para su aplicación, pero efectos externos pueden degradarlos rápidamente.
Debe considerarse en la selección de los aislantes, el nivel de tensión al cual el conductor estará sometido, debido a que este puede dañarse por la fuerza ejercida por el campo aléctrico perimetral producido por el potencial eléctrico sobre el conductor, es por esto, que existen aislaciones para baja, media y alta tensión, diferenciados entre sí por su clase de aislación.
Dada la diversidad de tipos de aislantes que existen en la actualidad, el proyectista debe tener presentes las características de cada uno de ellos, para su adecuada selección tanto en el aspecto técnico como en el económico.
Existen características concretas para la disimilitud entre diferentes tipos de aislaciones, las cuales se rigen por los siguientes parámetros:

• Resistencia al calentamiento

Se considera la deformación del material con el aumento de la temperatura, así como la pérdida de su rigidez mecánica.

• Envejecimiento por temperatura

Cuando el conductor es sometido a altas temperaturas durante períodos prolongados, la aislación muchas veces va perdiendo su rigidez dieléctrica, así como su elasticidad.

• Resistencia al ozono

El ozono producto en gran medida de la contaminación atmosférica es un elemento muy corrosivo, ya que por ser un gas ionizado, disminuye la rigidez dieléctrica de los materiales aislantes.

• El efecto corona

Produce elevadas temperaturas en ciertas partes del conductor, lo que envejece su aislación, lo que provoca la pérdida de su rigidez dieléctrica.

Los materiales aislantes mayormente utilizados en la actualidad, son los indicados a continuación, describiéndose sus características más significativas.

a) Cloruro de polivinil (PVC)

Perteneciente a los termoplásticos; se utiliza preferentemente en conductores de baja tensión debido a su bajo costo. Con mezclas adecuadas se obtiene un rango de temperaturas de servicio de entre 60 y 105 ºC en operación normal.

b) Etileno propileno (EPR)

Perteneciente a los termofijos del tipo tela sintética; posee propiedades dieléctricas tales como resistencia a la ionización y una temperatura de servicio de 90ºC. Este tipo de aislante se utiliza especialmente en instalaciones de alta tensión hasta 60 (kV), en forma general.

c) Etileno propileno dieno modificado (EPDM)

Perteneciente a los termofijos del tipo tela sintética; se comporta de manera similar al EPR, y posee la ventaja de que el conductor no necesita estaño y no requiere cintas aisladoras cuando se une con cables del tipo XLPE, EPR y EPDM.

d) Polietileno reticulado (XLPE)

Es una aislación que mezcla las propiedades de la goma con las características eléctricas y mecánicas del polietileno. Posee una temperatura de servicio de 90ºC y necesita menor cantidad de material comparativamente con otros aislantes, además posee alta resistencia al ozono, humedad, calor, agentes químicos y rayos solares.

En general, dependiendo de las condiciones de uso de los conductores al interior de una instalación eléctrica, se deberá encontrar una aislación que responda a las solicitaciones medioambientales a las que se verá expuesto.

Aislaciones según las condiciones de uso de conductores tipo alambres

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Temperatura de servicio (ºC)	Chaqueta exterior
Conductor unipolar, (alambre) aislación de PVC.	NYA	Ambientes secos canalizados en tuberías, bandejas, escalerillas o molduras.	70	No tiene
Conductor unipolar, (alambre o cableado) aislación de PVC.	NSYA	Ambientes secos o húmedos, canalizados en tuberías, bandejas, escalerillas o molduras, en tendidos aéreos a la intemperie en líneas de acometida, fuera del alcance de la mano.	70	No tiene
Cable multiconductor con aislación PVC y chaqueta.	NYY	Ambientes secos,húmedos, interperie sin exposición a rayos solares. tendidos subterráneos en ducto o directamente en tierra.	70	PVC
Cable multiconductor con aislación PVC y chaqueta.	NYFY (TPS)	Instalaciones sobrepuestas en ambientes inferiores, no necesita ducto: se usa también en bajadas de acometidas.	70	PVC

Aislaciones según las condiciones de uso de conductores tipo cables				
Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Temperatura de servicio (°C)	Chaqueta exterior
Conductor unipolar, con aislación de PVC.	THW	Ambientes secos y húmedos; canalizados en tuberías, bandejas, escalerillas o molduras.	75	No tiene
Conductor unipolar, con aislación de PVC.	THWN	Ambientes secos y húmedos; canalizados en tuberías, bandejas, escalerillas o molduras. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	75	Nylon
Conductor unipolar, con aislación de PVC.	THHN	Ambientes secos y húmedos; canalizados en tuberías, bandejas, escalerillas o molduras. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	90	Nylon
Conductor momo o multipolar con aislación y chaqueta de etil vinil acetato	EVA	En interiores, tuberías, bandejas o escalerillas, muy retardante de la llama, autoextinguente, se quema sin emitir gases tóxicos ni corrosivos, libre de materias halógenas. Indicado para uso en ambientes de trabajo cerrados como minas o túneles, o lugares de reunión de personas.	90	EVA
Conductor unipolar con aislación de polietileno	PW	Líneas aéreas a la intemperie	75	No tiene
Conductor unipolar con aislación de polietileno reticulado y chaqueta de PVC	TTU	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua, interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	75	PVC
Conductor unipolar con aislación de PVC, y chaqueta de PVC.	TTMU	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua, interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	75	PVC
Conductor unipolar con aislación de polietileno reticulado y chaqueta de PVC	XTU	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua, interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	90	PVC
Conductor unipolar con aislación de polietileno reticulado y chaqueta de PVC	XTMU	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua, interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	90	PVC
Conductor unipolar con aislación de polietileno reticulado y chaqueta de PVC	PT	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua, interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	75	PVC
Conductor unipolar con aislación de etileno propileno y chaqueta de neopreno	USE-RHH-EN	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua, interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	90	Neopren
Conductor unipolar con aislación de etileno propileno y chaqueta de PVC	ET	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua, interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	90	PVC

3 GRUPOS DE CIRCUITOS

En función del objetivo de uso que se las da a los conductores de una instalación interior, los conductores se clasifican en:

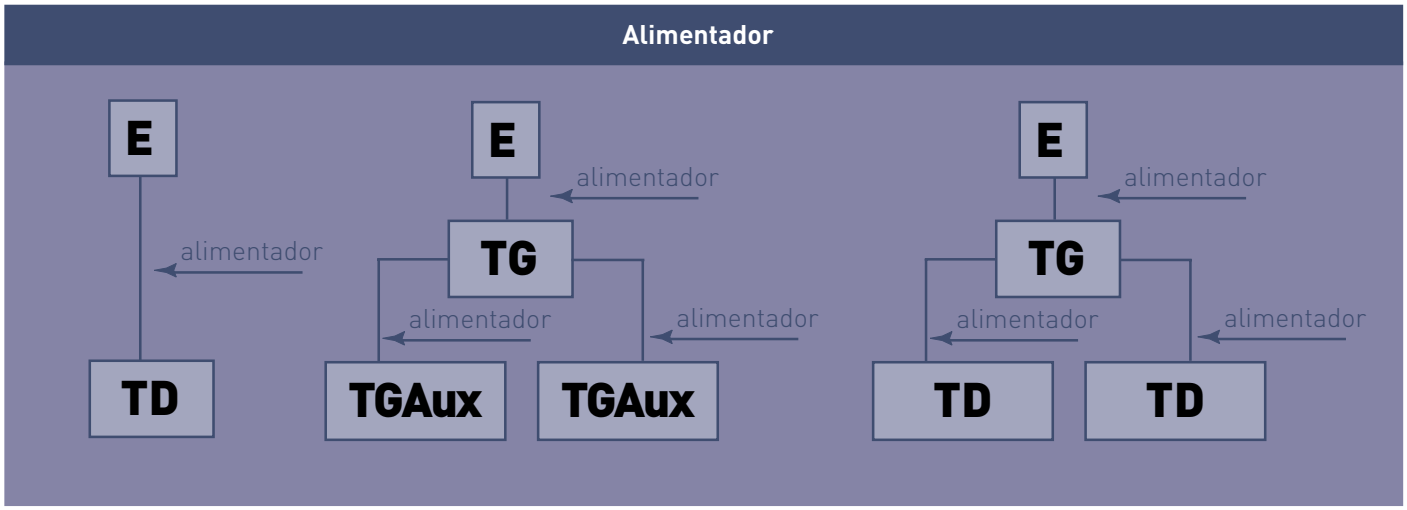
- **Alimentadores:**

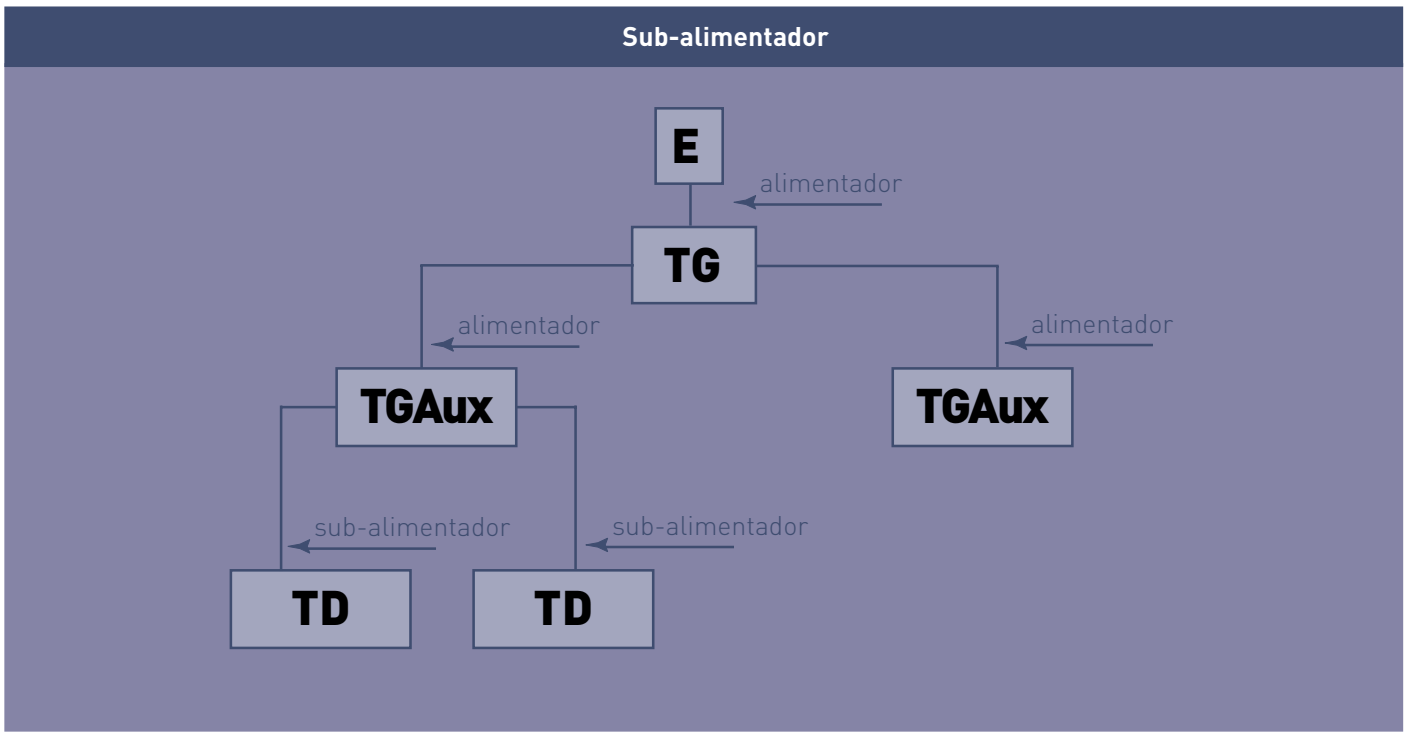
Son aquellos que van entre el equipo de medida y el primer tablero de la instalación, o los controlados desde el tablero general y que alimentan tableros generales auxiliares o tableros de distribución.

- **Sub-alimentadores:**

Son aquellos que se derivan desde un alimentador directamente o a través de un tablero general auxiliar.

En un circuiro, a los conductores a través de los cuales se distribuye la energía se les denominarán líneas de distribución y a los conductores que alimentan a un consumo específico o llegan al punto de comando de éste se les denominará derivaciones.





4 Riesgos de explosión

En las instalaciones con riesgos de explosión (presencia, tratamiento o almacenaje de materias explosivas o con bajo punto de inflamación, incluyendo la presencia de polvo explosivo), las canalizaciones deberán ir provistas de protección mecánica apropiada y la corriente admisible se reducirá en un 15%.

5 Conductores en paralelo

En el caso de conductores en paralelo, la corriente admisible de la canalización puede considerarse igual al producto de las intensidades admisibles de cada conductor al que se apliquen los coeficientes de corrección ligados al grupo de conductores. Eventualmente puede aplicarse un coeficiente complementario (fs= 0,8 o fs= 0,7) en caso de instalación disimétrica de los conductores (ver página 575).

• Hipótesis

- Alimentador trifásico de cuatro hilos que alimenta a un tablero de distribución para computación.
- Dispuesto en tubería de PVC.
- Al quemarse no debe emitir gases tóxicos por tratarse de un local de reunión de personas.
- La temperatura ambiente a considerar será de 44°C.
- La corriente nominal de su dispositivo de protección es de 25 A.

• Solución

Selección de la cubierta aislante.
Al tratarse de un conductor dispuesto en un local de reunión de personas, canalizado en ducto y que se exige que al quemarse no emita gases tóxicos.

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Temperatura de servicio (°C)	Chaqueta exterior
Conductor mono o multipolar con aislación y chaqueta de etil vinil acetato.	**EVA**	**En interiores, tuberías, bandejas o escalerillas, muy retardante de la llama, autoextinguente, se quema sin emitir gases tóxicos ni corrosivos, libre de materias halógenas. Indicado para uso en ambientes de trabajo cerrados como minas o túneles, o lugares de reunión de personas.**	**90**	**EVA**

**En el caso de protección con fusibles, el valor admisible Izth deberá reducirse aplicando el coeficiente R.
(R = 0,75 para fusibles < 16 A; R = 0,9 para fusibles 16 A; ver página 206).**

• Factores de corrección

Al tratarse de un alimentador trifásico de 4 hilos que alimenta a computadores (cargas monofásicas no lineales), los que principalmente inyectan terceros armónicos de secuencia cero (se recomienda considerar cuatro conductores activos, 3F + N), que la temperatura ambiente a considerar es de 44ºC, y que según el aislante elegido la temperatura de servicio de este es de 90ºC.

Cantidad de conductores	Factor
4 a 6	0,8

Temperatura ambiente ºC	Factor	
	Temperatura de servicio	
	60ºC	75 - 90ºC
Más de 40 hasta 45		0,82

• Corriente admisible teórica

Considerando que la corriente nominal del dispositivo de protección es de 25 (A), y aplicando los factores de corrección determinados anteriormente:

$$Iz_{th} = \frac{In}{fn^o \times ft^o} = \frac{25}{0,8 \times 0,82} = 38,11\ (A)$$

• Sección de los conductores

Tomando como regla que la corriente admisible comercial del conductor (fases), debe ser mayor que la corriente admisible teórica:

Temperatura ambiente 30ºC							
Equivalente (#) AWG - (*) MCM	Sección mm²	Temperatura de servicio					
		60ºC		75ºC		90ºC	
		Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B
(#) 10	5,26	30	45	35	52	40	60

Grupo A: hasta tres conductores activos en ducto, bandeja, escalerilla o directamente enterrados.

4 DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS

1 Ubicación de las protecciones

En principio, un dispositivo de protección debe estar situado al inicio de cada canalización (línea principal o derivación), ya que la corriente Iz admisible en la canalización se hace inferior a la corriente In del dispositivo de protección situado antes.
Existen reglas derogatorias que permiten desplazar el aparato de protección (ver página 376).

2 Excepción de protección contra sobrecarga

Cuando una canalización dedicada alimenta un receptor situado en una posición estable, no susceptible de sobrecargas (luminarias con potencias de lámpara limitadas, radiadores, calefacciones, calentadores de agua, hornos...), y cuya corriente de servicio Is es inferior a la corriente admisible de la canalización, se permite no dotar a dicha canalización de protección contra sobrecargas.

3 Recomendaciones de no protección contra sobrecargas

Cuando la continuidad del servicio, o la seguridad, lo requieran (motores de eliminación de humos, circuitos de máquinas giratorias, aparatos de elevación...), se recomienda no instalar dispositivos con protección contra sobrecargas.
En este caso, deberá dimensionarse la canalización para la eventual corriente de falla en sobrecarga: por ejemplo, rotor bloqueado en el caso de un motor.

¡Atención! Esta excepción no afecta a la protección contra cortocircuitos, que debe estar garantizada en todos los casos. La línea en cuestión no debe tener derivaciones. Por principio, una línea de tomas de corriente puede sufrir sobrecargas y debe estar siempre protegida.

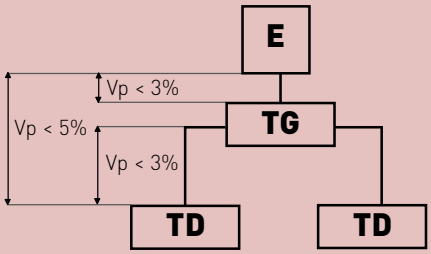
Los automáticos Lexic solamente magnéticos DX-MA permiten cumplir las recomendaciones de no protección contra sobrecargas.

Verificación de caídas de tensión

Es importante que la caída de tensión acumulada desde la fuente hasta cualquier punto de la instalación no sea superior a los valores exigidos

Valores límites admisibles de caídas de tensión

La norma NCH Elec. 4/84 indica que la sección de los conductores de los alimentadores y subalimentadores será tal, que la caída de tensión provocada por la corriente máxima que circula por ellos, no exceda del 3% de tensión nominal de la alimentación, siempre que la caída de tensión total en el punto más desfavorable de la instalación no exceda del 5% de dicha tensión.



Si la caída de tensión supera los valores límite admisibles, se puede aumentar la sección de los conductores hasta que la caída sea inferior a los valores prescritos.

Las caídas de tensión se calculan por medio de la siguiente fórmula:

$$u = b(\rho_1 \frac{L}{S} \varphi + \lambda \times L \times \sin \varphi) I_s$$

- u: **caída de tensión en V**
- b: **coeficiente de valor 1 para los circuitos trifásicos y 2 para los monofásicos**
- ρ 1 : **resistividad de los conductores en Ω mm² /m (0,018 para el cobre)**
- L: **longitud del conductor en m**
- S: **sección del conductor en mm²**
- λ : **reactancia lineal de los conductores en mΩ /m (0,08 para los cables multi o monoconductores trenzados, 0,09 para los cables monoconductores contiguos en capa y 0,13 para los monoconductores separados)**
- Cos φ : **factor de potencia (0,8 en ausencia de información)**
- I_s: **corriente de servicio de la canalización en A**

La caída de tensión relativa (en %) se calcula como sigue:

$$\Delta u = 100 \frac{U}{Uo}$$

- u: **caída de tensión en V**
- U_0: **tensión entre fase y neutro en V**

Si la instalación alimenta motores, se recomienda comprobar la caída de tensión en condiciones de arranque. Para ello, basta con sustituir, en la fórmula adjunta, la corriente Is por la corriente de arranque del motor y utilizar el factor de potencia en el arranque.
En ausencia de datos más precisos, puede considerarse el valor de la corriente de arranque como de 6 •In. La caída de tensión, teniendo en cuenta todos los motores que pueden arrancar al mismo tiempo, no debe sobrepasar el 15%. Aparte del hecho de que una caída de tensión demasiado elevada puede perjudicar al resto de usuarios de la instalación, puede hacer también que el motor no arranque.

La caída de tensión unitaria v (en voltios), por amper y por 100 m, puede determinarse directamente a partir de las siguientes tabla, en función:
– de la sección (en mm^2) y de la naturaleza de las almas, cobre o aluminio
– de la reactancia lineal de los conductores, λ (en $m\Omega$/m), ligada a su disposición relativa
– del cos φ (1 para la calefacción y alumbrado, 0,85 para las aplicaciones mixtas y 0,35 para el arranque de motores).

El valor de la caída de tensión de la canalización trifásica de longitud L (en m), recorrida por la corriente de servicio I_s (en A), es entonces de:

$$u = \frac{v}{100} \times I_s \times L$$

- expresada en voltios:

$$\Delta u = \frac{v \times I_s \times L}{Uo}$$

Uo = 230 V en red trifásica de 380 V.

En las canalizaciones monofásicas, los valores de u y Δu deben multiplicarse por 2 (caída en el «conductor de ida» y en el «conductor de vuelta», ambos recorridos por la misma corriente).

Ejemplo

En el ejemplo considerado en el capítulo II.A.5, el cálculo exacto de la caída de tensión en el cable «Salida1» da un resultado de 4,04 V, es decir una caída de tensión relativa del 1,75%. La utilización de las tablas proporciona un resultado idéntico. En efecto, la lectura de la tabla adjunto, para una sección de fase de 70 mm^2 de cobre y un cos φ de 0,85 nos da un valor de 0,032.
Este valor viene dado para 100 m de cable y para una corriente de 1 A.
Por lo tanto, hay que multiplicarlo por 250 (I_B = 250 A) y por 0,5 (50 m de cable), lo que da una caída de tensión absoluta de 4 V y una caída de tensión relativa de 1,73%.

Sección	Trifásico Cu 100 m			Trifásico Aluminio 100 m		
	Cos φ			Cos φ		
	1	0,85	0,35	1	0,85	0,35
1,5	1,533	1,308	0,544	2,467	2,101	0,871
2,5	0,920	0,786	0,329	1,480	1,262	0,525
4	0,575	0,493	0,209	0,925	0,790	0,331
6	0,383	0,330	0,142	0,617	0,528	0,223
10	0,230	0,200	0,088	0,370	0,319	0,137
16	0,144	0,126	0,058	0,231	0,201	0,088
25	0,092	0,082	0,040	0,148	0,130	0,059
35	0,066	0,060	0,030	0,106	0,094	0,044
50	0,046	0,043	0,024	0,074	0,067	0,033
70	0,033	0,032	0,019	0,053	0,049	0,026
95	0,024	0,025	0,016	0,039	0,037	0,021
120	0,019	0,021	0,014	0,031	0,030	0,018
150	0,015	0,017	0,013	0,025	0,025	0,016
185	0,012	0,015	0,012	0,020	0,021	0,014
240	0,010	0,012	0,011	0,015	0,017	0,013
300	0,008	0,011	0,010	0,012	0,015	0,012
400	0,006	0,009	0,010	0,009	0,012	0,011
500	0,005	0,008	0,009	0,007	0,011	0,010
630	0,004	0,007	0,009	0,006	0,009	0,010
2 x 120	0,010	0,010	0,007	0,015	0,015	0,009
2 x 150	0,008	0,009	0,006	0,012	0,013	0,008
2 x 185	0,006	0,007	0,006	0,010	0,011	0,007
2 x 240	0,005	0,006	0,005	0,008	0,009	0,006
3 x 120	0,006	0,007	0,005	0,010	0,010	0,006
3 x 150	0,005	0,006	0,004	0,008	0,008	0,005
3 x 185	0,004	0,005	0,004	0,007	0,007	0,005
3 x 240	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006	0,004
4 x 185	0,003	0,004	0,003	0,005	0,005	0,004
4 x 240	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003

Caídas de tensión unitaria (en V) para 1 A y para 100 m de conductor con λ = 0,09 mΩ/m (cables monoconductores contiguos en capa)

Sección	Trifásico Cu 100 m			Trifásico Aluminio 100 m		
	Cos φ			Cos φ		
	1	0,85	0,35	1	0,85	0,35
1,5	1,533	1,308	0,544	2,467	2,101	0,872
2,5	0,920	0,787	0,330	1,480	1,263	0,526
4	0,575	0,493	0,210	0,925	0,791	0,332
6	0,383	0,331	0,143	0,617	0,529	0,224
10	0,230	0,200	0,089	0,370	0,319	0,138
16	0,144	0,127	0,059	0,231	0,201	0,089
25	0,092	0,083	0,041	0,148	0,131	0,060
35	0,066	0,061	0,031	0,106	0,095	0,045
50	0,046	0,044	0,025	0,074	0,068	0,034
70	0,033	0,033	0,020	0,053	0,050	0,027
95	0,024	0,025	0,017	0,039	0,038	0,022
120	0,019	0,021	0,015	0,031	0,031	0,019
150	0,015	0,018	0,014	0,025	0,026	0,017
185	0,012	0,015	0,013	0,020	0,022	0,015
240	0,010	0,013	0,012	0,015	0,018	0,014
300	0,008	0,011	0,011	0,012	0,015	0,013
400	0,006	0,010	0,010	0,009	0,013	0,012
500	0,005	0,009	0,010	0,007	0,011	0,011
630	0,004	0,008	0,010	0,006	0,010	0,010
2 x 120	0,010	0,011	0,008	0,015	0,015	0,010
2 x 150	0,008	0,009	0,007	0,012	0,013	0,009
2 x 185	0,006	0,008	0,006	0,010	0,011	0,008
2 x 240	0,005	0,006	0,006	0,008	0,009	0,007
3 x 120	0,006	0,007	0,005	0,010	0,010	0,006
3 x 150	0,005	0,006	0,005	0,008	0,009	0,006
3 x 185	0,004	0,005	0,004	0,007	0,007	0,005
3 x 240	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006	0,005
4 x 185	0,003	0,004	0,003	0,005	0,005	0,004
4 x 240	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003

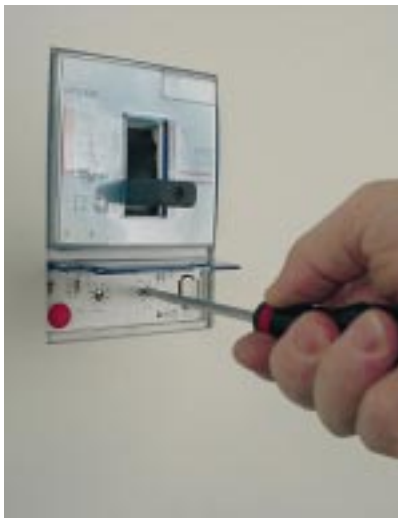
Caídas de tensión unitaria (en V) para 1 A y para 100 m de conductor con λ = 0,13 mΩ/m (cables monoconductores separados)

Sección	Trifásico Cu 100 m			Trifásico Aluminio 100 m		
	Cos φ			Cos φ		
	1	0,85	0,35	1	0,85	0,35
1,5	1,533	1,310	0,549	2,467	2,104	0,876
2,5	0,920	0,789	0,334	1,480	1,265	0,530
4	0,575	0,496	0,213	0,925	0,793	0,336
6	0,383	0,333	0,146	0,617	0,531	0,228
10	0,230	0,202	0,093	0,370	0,321	0,142
16	0,144	0,129	0,062	0,231	0,203	0,093
25	0,092	0,085	0,044	0,148	0,133	0,064
35	0,066	0,063	0,035	0,106	0,097	0,049
50	0,046	0,046	0,028	0,074	0,070	0,038
70	0,033	0,035	0,024	0,053	0,052	0,031
95	0,024	0,027	0,021	0,039	0,0340	0,026
120	0,019	0,023	0,019	0,031	0,033	0,023
150	0,015	0,020	0,018	0,025	0,028	0,021
185	0,012	0,017	0,017	0,020	0,024	0,019
240	0,010	0,015	0,016	0,015	0,020	0,018
300	0,008	0,013	0,015	0,012	0,017	0,016
400	0,006	0,012	0,014	0,009	0,015	0,015
500	0,005	0,011	0,014	0,007	0,013	0,015
630	0,004	0,010	0,013	0,006	0,012	0,014
2 x 120	0,010	0,012	0,009	0,015	0,017	0,011
2 x 150	0,008	0,010	0,009	0,012	0,014	0,010
2 x 185	0,006	0,009	0,008	0,010	0,012	0,010
2 x 240	0,005	0,007	0,008	0,008	0,010	0,009
3 x 120	0,006	0,008	0,006	0,010	0,011	0,008
3 x 150	0,005	0,007	0,006	0,008	0,009	0,007
3 x 185	0,004	0,006	0,006	0,007	0,008	0,006
3 x 240	0,003	0,005	0,005	0,005	0,007	0,006
4 x 185	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006	0,005
4 x 240	0,002	0,004	0,004	0,004	0,005	0,004

Protección contra corto circuito

Para prevenir los riesgos de las corrientes de cortocircuito, todo dispositivo de protección debe respetar las dos siguientes reglas:
1 – El poder de corte del aparato debe ser al menos igual a la corriente máxima de cortocircuito que se supone en el punto de instalación.
2 – El tiempo de corte, para un cortocircuito que se produzca en cualquier punto de la instalación, no debe ser superior al tiempo que hace aumentar la temperatura de los conductores hasta su valor máximo admisible.

Conforme a estas reglas, es necesario determinar, para cada circuito, la corriente máxima de cortocircuito en su origen, así como la corriente mínima de cortocircuito en su extremo.
La corriente máxima de cortocircuito en el origen del circuito se utiliza:
– para determinar el poder de corte necesario de los aparatos de protección
– para garantizar la protección de los conductores contra las limitaciones térmicas.
La corriente mínima de cortocircuito en el extremo del circuito se utiliza:
– para comprobar las condiciones de corte para la regulación magnética de los automáticos
– para garantizar la protección de los conductores contra las limitaciones térmicas en caso de protección con fusibles.



Regulación magnética de un DPX

1 CAPACIDAD DE CORTE

El poder o capacidad de corte de un automático de protección debe ser al menos igual a la corriente máxima de cortocircuito que se presume puede producirse en el punto en que se halla instalado el aparato:

$$PdC \geq Icc\ maxi$$

La corriente máxima de cortocircuito que se supone debe tenerse en cuenta es:
– la corriente de cortocircuito trifásica simétrica Icc3 para los circuitos trifásicos (3 fases o 3 fases + neutro)
– la corriente de cortocircuito bifásica Icc2 para los circuitos bifásicos (fase / fase)
– la corriente de cortocircuito monofásica Icc1 para los circuitos monofásicos (fase/neutro):
Véase el capítulo II.A.5 para la evaluación de los valores de Icc.

Asociación (coordinación) de protecciones

Se admite por derogación que el poder de corte del dispositivo de protección sea inferior al cortocircuito máximo que se supone, a condición de que:
– esté asociado antes a un aparato que posea el poder de corte necesario para que:
– la energía limitada por asociación de los aparatos pueda ser soportada por el aparato situado aguas abajo, así como por los conductores protegidos.
Ver en el capítulo II.B.2 las características de los aparatos DX y DPX en asociación.

Caso particular de esquema IT

El artículo 533.3 de NF C 15-100 (norma francesa) indica que cuando se realiza una instalación en esquema IT, la norma del poder de corte debe aplicarse para la corriente de cortocircuito trifásico y también para la corriente de presunto doble defecto.

Por convención, el dispositivo de protección debe poder cortar, bajo la tensión entre fases y sobre un sólo polo, la corriente de doble defecto tomada igual a:
- 0,15 veces la corriente de cortocircuito trifásico en el punto de instalación si éste es inferior o igual a 10 000 A
- 0,25 veces la corriente de cortocircuito trifásico en el punto de instalación si éste es superior a 10 000 A.
Ejemplo: en una instalación 230/400V, para una corriente de cortocircuito trifásico de 20 kA, los dispositivos de protección deberán poder cortar bajo 400V y sobre un polo:

0,25 x 20 = 5 kA

Ver página 255 las características de los cortacircuitos Legrand en régimen IT.

2 COMPROBACION DE LAS SOLICITACIONES TERMICAS ADMISIBLES PARA LOS CONDUCTORES

El tiempo de corte de un automático como consecuencia de un cortocircuito que tenga lugar en cualquier punto de un circuito, no debe ser superior al tiempo que tarda la temperatura de los conductores en alcanzar el límite admisible. En la práctica, conviene garantizar que la energía que deja pasar el automático no es superior a la que el cable puede efectivamente soportar.

La limitación térmica máxima (para tiempos inferiores a 5 s) soportada por una canalización se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$I^2 t = K^2 \times S^2$$

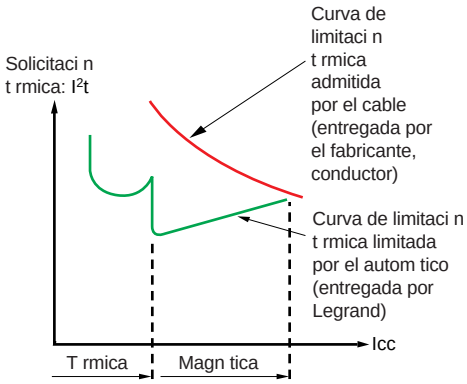
Valor de K para los conductores activos y de protección

Aislante	PVC			PR / EPR			Caucho 60°C			Caucho 85°C			Caucho silicona			Desnuda sin aislante		
θi max (¡C)	160/ 140 (2)			250			200			220			350			200/150 (1)		
Alma	Cu	Al	Acero	Cu	Al	Acero	Cu	Al	Acero	Cu	Al	Acero	Cu	Al	Acero	Cu	Al	Acero
Conductor de protecci n no incorporado a un cable o conductores no agrupados	143 133(2)	95 88(2)	52 49(2)	176	116	64	159	105	58	166	110	60	201	133	73	159 138(1)	105 91(1)	58 50(1)
Conductor activo o de protecci n construido de un cable multiconductor o conductores agrupados	115 103(2)	76 68(2)		143	94		141	93		134	89		132	87		138	91	50

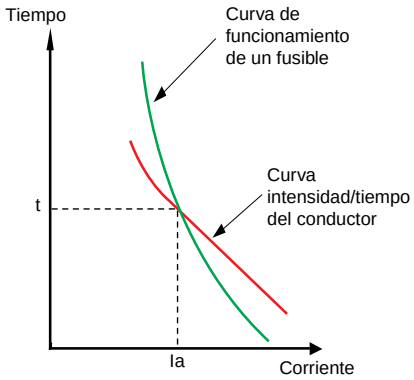
(1) Sin riesgo particular de incendio.
(2) Secci n superior a 300 mm^2 o conductores agrupados

1 Conductores activos

• En el caso de protección mediante automático, conviene comprobar que la energía que deja pasar el aparato es inferior a la solicitación máxima admisible de los conductores.
La corriente que debe tomarse en cuenta, es la corriente máxima de cortocircuito en el origen del circuito en cuestión.
– Icc3 para los circuitos trifásicos (3 fases ó 3 fases + neutro)
– Icc2 para los circuitos bifásicos
– Icc1 para los circuitos monofási-cos (fase + neutro).
La lectura directa de las curvas de solicitaciones térmicas de los automáticos permite comprobar que el valor limitado es efectivamente inferior al soportado por los conductores en las condiciones de falla presumibles.



• En el caso de protección por fusible, hay que asegurarse de que el valor más pequeño de cortocircuito en el extremo de la instalación hará que el fusible se «funda» en un tiempo compatible con la solicitación térmica del cable.
¡Atención! Las corrientes de cortocircuito que deben tenerse en cuenta son las del extremo de la canalización:
– Icc1 para los circuitos con neutro distribuido
– Icc2 para los circuitos sin neutro distribuido.



El valor de la corriente mínima de cortocircuito debe ser mayor que el valor I_a

En el caso de automáticos cuya activación magnética es retardada, es necesario comprobar sistemáticamente las solicitaciones térmicas. Generalmente, no es necesario hacer esto con los conductores activos (fase y neutro) si:
- el dispositivo de protección, en el origen de la canalización, incorpora una función de protección contra sobrecargas
- la sección del conductor de neutro no es inferior a la sección de los conductores de fases.

Valores de las demandas térmicas máximas (en A^2s) en los cables, en función de su tipo y su sección

S (mm^2)	Cu/PVC	Cu/PR	Al/PVC	Al/PR
1,5	$2,98 \cdot 10^4$	$4,6 \cdot 10^4$		
2,5	$8,27 \cdot 10^4$	$1,28 \cdot 10^5$		
4	$2,12 \cdot 10^5$	$3,27 \cdot 10^5$		
6	$4,76 \cdot 10^5$	$7,36 \cdot 10^5$		
10	$1,32 \cdot 10^6$	$2,04 \cdot 10^6$	$5,78 \cdot 10^5$	$8,84 \cdot 10^5$
16	$3,39 \cdot 10^6$	$5,23 \cdot 10^6$	$1,48 \cdot 10^6$	$2,26 \cdot 10^6$
25	$8,27 \cdot 10^6$	$1,28 \cdot 10^7$	$3,61 \cdot 10^6$	$5,52 \cdot 10^6$
35	$1,62 \cdot 10^7$	$2,51 \cdot 10^7$	$7,08 \cdot 10^6$	$1,08 \cdot 10^7$
50	$3,31 \cdot 10^7$	$5,11 \cdot 10^7$	$1,44 \cdot 10^7$	$2,21 \cdot 10^7$
95	$1,19 \cdot 10^8$	$1,85 \cdot 10^8$	$5,21 \cdot 10^7$	$7,97 \cdot 10^7$
120	$1,9 \cdot 10^8$	$2,94 \cdot 10^8$	$8,32 \cdot 10^7$	$1,27 \cdot 10^8$
150	$2,98 \cdot 10^8$	$4,6 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^8$	$1,99 \cdot 10^8$
185	$4,53 \cdot 10^8$	$7 \cdot 10^8$	$1,98 \cdot 10^8$	$3,02 \cdot 10^8$
240	$7,62 \cdot 10^8$	$1,18 \cdot 10^9$	$3,33 \cdot 10^8$	$5,09 \cdot 10^8$
300	$1,19 \cdot 10^9$	$1,84 \cdot 10^9$	$5,2 \cdot 10^8$	$7,95 \cdot 10^8$
400	$2,12 \cdot 10^9$	$3,27 \cdot 10^9$	$9,24 \cdot 10^8$	$1,41 \cdot 10^9$
500	$3,31 \cdot 10^9$	$5,11 \cdot 10^9$	$1,44 \cdot 10^9$	$2,21 \cdot 10^9$

2 Conductores de protección

La comprobación de las solicitaciones térmicas no es necesaria si la sección del conductor de protección se ha escogido conforme al cuadro adjunto.
Bajo el esquema TN-C, la sección del conductor PEN no debe ser inferior a 10 mm² para el cobre, y a 16 mm² para el aluminio.
Si se ha calculado la sección de los conductores, la corriente de cortocircuito que debe considerarse para la comprobación de la solicitación térmica es la corriente mínima de falla (Id) entre un conductor activo y el conductor de protección, y ello en el extremo del circuito considerado, sea cual sea el tipo de protección.
La sección se calcula para tiempos de corte inferiores a 5 s mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

S: sección del conductor de protección en mm²
I : valor eficaz de la corriente de falla en A
t : tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte
K: coeficiente que depende de las temperaturas admisibles, del metal que lo compone y del aislamiento.



Sección del conductor de protección (Spe) en función de la sección de los conductores de fase (Sfase)

Sección de los conductores de fase SFASE	Sección del conductor de protección SPE
$S_{ph} < 16$ mm²	S_{ph}
16 mm² < $S_{ph} \leq 35$ mm²	16 mm²
$S_{ph} > 35$ mm²	$S_{ph} / 2$

Para los materiales que presentan elevadas corrientes de fuga permanentes (> 10mA), la sección Spe del conductor de protección deberá ser de al menos 10 mm² para el cobre o 16 mm² para el aluminio, o bien el doble de la sección "normal" por la disposición de un segundo conductor paralelo al primero puesto en obra hasta el punto de instalación donde la sección de 10 mm² (cobre) o 16 mm² (aluminio) sea encontrada.
La utilización del esquema TN se recomienda en caso de elevadas corrientes de fuga.

Cálculo de Id

Puede aplicarse el método considerado tradicional, teniendo en cuenta la lejanía de la fuente de alimentación.
La corriente de falla fase/masa Id (despreciando las reactancias) puede tomarse igual a:

$$I_d = 0{,}8 \times \frac{U_0}{R_{ph} + R_{PE}}$$

U0: tensión simple fase/neutro
RFASE: resistencia del conductor de fase
RPE: resistencia del conductor de protección
El valor 0,8 considera por hipótesis que la tensión en el origen del circuito es igual al 80% de la tensión nominal, o bien que la impedancia de la parte del bucle de falla situada antes de las protecciones, representa el 20% de la impedancia total del bucle.

Cálculo del coeficiente K

K, expresado en As^{0,5}/mm², se calcula mediante la fórmula:

$$K = \frac{\sqrt{Cv(Bo + 20)}}{\rho_{20}} \times 10^{-12} \times ln\left(1 + \frac{\theta_f - \theta_1}{Bo + \theta_1}\right)$$

Cv: capacidad térmica volumétrica en J/°C.m³
Cv = CM x Mv **CM: calor másico del conductor en J/°C.m³**
Mv: masa volumétrica en kg/m³
B0: inverso del coeficiente de resistividad a 0 °C
ρ 20: resistividad del material a 20 °C en Ω m
θ 1: temperatura inicial del conductor en °C
θ f: temperatura final del conductor en °C

3 COMPROBACION DE LAS LONGITUDES MAXIMAS PROTEGIDAS (CORTOCIRCUITOS MINIMOS)

Es preciso asegurarse de que la corriente de cortocircuito más pequeña hará funcionar efectivamente el aparato de protección. Para ello, basta con comprobar que dicha corriente, en el extremo de la canalización a proteger, es superior al umbral de activación magnética del automático. Deberá tenerse en cuenta el valor de activación más desfavorable:

– límite superior de las curvas de activación

B (5 x In), C (10 x In) o D (20 x In) para los dispositivos DX

– valor de la regulación magnética aumentada en la tolerancia de funcionamiento del 20% para los automáticos DPX.

La guía UTE C 15-105 (Francia) proporciona un método de cálculo simple (llamada convencional) que permite evaluar las longitudes máximas protegidas en función del ajuste magnético de los disyuntores. Es válida para los circuitos situados lejos de la fuente y no abastecidos por un alternador.

Este método supone, que en caso de cortocircuito, la tensión en el origen del circuito de defecto es igual al 80% de la tensión nominal de alimentación.

Eso significa que la impedancia del circuito de defecto representa un 80% de la impedancia total del cierre de defecto.

Lo que puede traducirse con la fórmula siguiente:

$$0{,}8 \times U = Zd \times Iccmin$$

U: tensión en servicio normal en el lugar donde se instala el aparato de protección

Zd: impedancia del cierre de defecto en la partida del circuito de defecto. Es necesario considerar 2 veces la longitud del circuito (ida y vuelta de la corriente)

Iccmin: corriente de cortocircuito mínima

Esta fórmula puede también escribirse de la forma siguiente:

$$Lmax = \frac{0{,}8 \times U_o \times S}{2 \times \rho \times Ia}$$

Lmax: longitud máxima protegida, en m

U_0: tensión nominal de la instalación entre fase y neutro, en V. Si el neutro no se distribuye, tomar la tensión entre fases

S: sección de los conductores, en mm^2

ρ : resistividad del metal del conductor, en Ω mm^2/m

Ia: corriente de desenclavamiento del cortacircuitos, en A.

No obstante es necesario, que los cables de grandes secciones (≥ 150 mm^2), aporten una corrección con el fin de tener en cuenta su reactancia. Ésta ya está integrada en los cuadros siguientes.

Coeficientes de corrección que deben aplicarse a las longitudes de los conductores leídas en los tableros

- Alma del conductor: los valores se dan para conductores en cobre. Para los conductores en aluminio, hay que multiplicar estos valores por 0,62 para una protección por disyuntor y por 0,41 para una protección por fusible
- Tipo de circuito: los cuadros se dan para circuitos monofásicos 230 V y trifásicos 400 V con neutro. La tabla siguiente indica el valor de los coeficientes multiplicadores que se deben aplicar en los otros casos

Circuito trifásico o bifásico de 400 V	Coeficiente multiplicador de corrección
Sin neutro	1,72
Con neutro «macizo»	1
Con neutro «semi»	0,67

Las tablas de las páginas siguientes permiten determinar las longitudes máximas de los cables protegidos, pero nunca las corrientes admisibles. Para éstas (valor Iz), ver capítulo II.A.1.

Longitudes teóricas máximas de cable protegidas (en m) en función del aparato de protección y de la sección del cable (Sneutro = Sfase) para un circuito trifásico con neutro de 400 V o monofásico de 230 V.

Automático modular DX curva C

S (mm^2)	Calibre (In) del automático (en A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	300	150	100	60	38	30	24	19						
2,5	500	250	167	100	63	50	40	31	25					
4	800	400	267	160	100	80	64	50	40	32				
6		600	400	240	150	120	96	75	60	48	38			
10			667	400	250	200	160	125	100	80	63	50		
16			1067	640	400	320	256	200	160	128	102	80	64	
25				1000	625	500	400	313	250	200	159	125	100	80
35					875	700	560	438	350	280	222	175	140	112
50							800	625	500	400	317	250	200	160

Atención: aplicar estos valores al coeficiente de corrección página 226

Automático modular DX curva B

S (mm^2)	Calibre (In) del automático (en A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	600	300	200	120	75	60	48	38						
2,5	1000	500	333	200	125	100	80	63	50					
4	1600	800	533	320	200	160	128	100	80	64				
6		1200	800	480	300	240	192	150	120	96	76			
10			1333	800	500	400	320	250	200	160	127	100		
16			2133	1280	800	640	512	400	320	256	203	160	128	
25				2000	1250	1000	800	625	500	400	317	250	200	160
35					1750	1400	1120	875	700	560	444	350	280	224
50							1600	1250	1000	800	635	500	400	320

Atención: aplicar estos valores al coeficiente de corrección página 226

Automático modular DX curva D

S (mm^2)	Calibre (In) del automático (en A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	150	75	50	30	19	15	12	9						
2,5	250	125	83	50	31	25	20	16	13					
4	400	200	133	80	50	40	32	25	20	16				
6		300	200	120	75	60	48	38	30	24	19			
10			333	200	125	100	80	63	50	40	32	25		
16			233	320	200	160	128	100	80	64	51	40	32	
25				500	313	250	200	156	125	100	79	63	50	40
35					438	350	280	219	175	140	111	88	70	56
50							400	313	250	200	159	125	100	80

Atención: aplicar estos valores al coeficiente de corrección página 226

Longitudes teóricas máximas de cable protegidas (continuación)

Automáticos DPX

S (mm²)	Valor de regulación magnética del automático (en A)																		
	90	100	125	160	200	250	320	400	500	700	800	875	1 000	1 120	1 250	1 600	2 000	2 500	3 200
1,5	56	50	40	31	25	20	16	13	10	7	6	6	5	4	4	5			
2,5	93	83	67	52	42	33	26	21	17	12	10	10	8	7	7	5	4	3	3
4	148	133	107	83	67	53	42	33	27	19	17	15	13	12	11	8	7	5	4
6	222	200	160	125	100	80	63	50	40	29	25	23	20	18	16	13	10	8	6
10	370	333	267	208	167	133	104	83	67	48	42	38	33	30	27	21	17	13	10
16	593	533	427	333	267	213	167	133	107	76	67	61	53	48	43	33	27	21	17
25			667	521	417	333	260	208	167	119	104	95	83	74	67	52	42	33	26
35					583	467	365	292	233	167	146	133	117	104	93	73	58	47	36
50						667	521	417	333	238	208	190	167	149	133	104	83	67	52
70							729	583	467	333	292	267	233	208	187	146	117	93	73
95										452	396	362	317	283	253	198	158	127	99
120											500	457	400	357	320	250	200	160	125
150												497	435	388	348	272	217	174	136
185													514	459	411	321	257	206	161
240														571	512	400	320	256	200
300																500	400	320	250

Atención: aplicar estos valores al coeficiente de corrección página 226

NOTA: para secciones mayores de 300 mm 2 , debe considerarse el valor de la resistencia de los cables.

Portafusibles con fusibles aM

S (mm²)	Corriente asignada a los portafusibles con fusibles aM (en A) PVC/PR																			
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250
1,5	28/33	19/23	13/15	8/10	6/7															
2,5	67	47/54	32/38	20/24	14/16	9/11	6/7													
4	108	86	69	47/54	32/38	22/25	14/17	9/11	6/7											
6	161	129	104	81	65/66	45/52	29/34	19/23	13/15	9/10	6/7									
10				135	108	88	68	47/54	32/38	21/25	14/16	9/11	6/7							
16						140	109	86	69	49/55	32/38	21/25	14/17	9/11	6/7					
25								135	108	86	67	47/64	32/38	21/25	14/16	9/11				
35									151	121	94	75	58/60	38/45	25/30	17/20	11/13	7/9		
50											128	102	82	65	43/51	29/36	19/24	13/15	8/10	
70												151	121	96	75	56/60	38/45	26/30	17/20	11/13
95												205	164	130	102	82	65	43/51	29/34	19/23
120														164	129	104	82	65	44/52	29/35
150															138	110	88	69	55	37/44
185																128	102	80	64	61
240																	123	97	78	62

Atención: aplicar estos valores al coeficiente de corrección página 226

	4 000	5 000	6 300	8 000	12 500	16 000
	3	3				
	5	4	3			
	8	7	5	4		
	13	11	8	7	4	3
	21	17	13	10	7	5
	29	23	19	15	9	7
	42	33	26	21	13	10
	58	47	37	29	19	15
	79	63	50	40	25	20
	100	80	63	50	**32**	25
	109	87	69	54	35	27
	128	103	82	64	41	32
	160	128	102	80	51	40
	200	160	127	100	64	50

Portafusibles con fusibles gG

S (mm^2)	Corriente asignada a los portafusibles con fusibles gG (en A) PVC/PR																			
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250
1,5	82	59/61	38/47	18/22	13/16	6/7														
2,5		102	82	49/56	35/43	16/20	12/15	5/7												
4			131	89	76	42/52	31/39	14/17	8/10	4/5										
6				134	113	78	67/74	31/39	18/23	10/12	7/9									
10					189	129	112	74	51/57	27/34	19/24	19/12	7/9	3/4						
16							179	119	91	67	49/56	24/30	18/23	9/11	5/7	3/4				
25								186	143	104	88	59/61	45/53	22/27	13/16	7/9	4/5			
35									200	146	123	86	75	43/52	25/36	14/18	8/11	4/5		
50										198	167	117	101	71	45/54	26/33	16/22	8/11	5/7	
70											246	172	150	104	80	57/60	34/42	17/22	11/14	
95												233	203	141	109	82	62	32/40	20/25	9/11
120													256	179	137	103	80	51/57	32/40	14/18
150													272	190	145	110	85	61	42/48	20/24
185														220	169	127	98	70	56	27/34
240															205	155	119	85	68	43/46

Atención: aplicar estos valores al coeficiente de corrección página 226

Protección contra contactos indirectos

Toda instalación eléctrica debe estar protegida contra contactos indirectos. En el capítulo I.C.1 se describen diferentes métodos que permiten llevar a cabo dicha protección. El presente capítulo define las condiciones de la protección mediante interrupción automática de la alimentación.

La norma impone que la corriente de falla Id sea eliminada en un lapso de tiempo compatible con la seguridad de las personas.
Este tiempo viene determinado por la lectura de las curvas (véase el capítulo I.B.1) definidas en función de la tensión de contacto Uc presumible. Estas curvas se han transcrito en forma de tablas que indican el tiempo máximo de corte en función del esquema de tierra elegido, de la tensión nominal de la instalación y de la tensión límite. En el esquema TT, gracias a la presencia de dispositivos diferenciales no se requiere ninguna comprobación.
El dispositivo diferencial debe dimensionarse en función del valor de la toma de tierra y del tipo de utilización.
En los esquemas TN e IT, es necesario calcular los valores de las corrientes de falla y respetar los tiempos de corte tomados de los tablas que figuran más adelante.
Hay que subrayar que, sea cual sea el régimen de neutro, es recomendable (en Francia es obligatorio) la utilización de dispositivos diferenciales de alta sensibilidad (30 mA) en los circuitos terminales que:
– alimentan tomas de corriente fijas
– alimentan tomas de corriente en locales del tipo mojado
– alimentan tomas de corriente en instalaciones temporales.

La tensión límite representa el valor del umbral en el que no hay riesgo de electrocución. Por regla general, la tensión nominal de las instalaciones es superior a la tensión límite (25 V ó 50 V según el tipo de locales). Para que no exista ningún peligro, la tensión de contacto presumible debe ser inferior a la tensión límite.



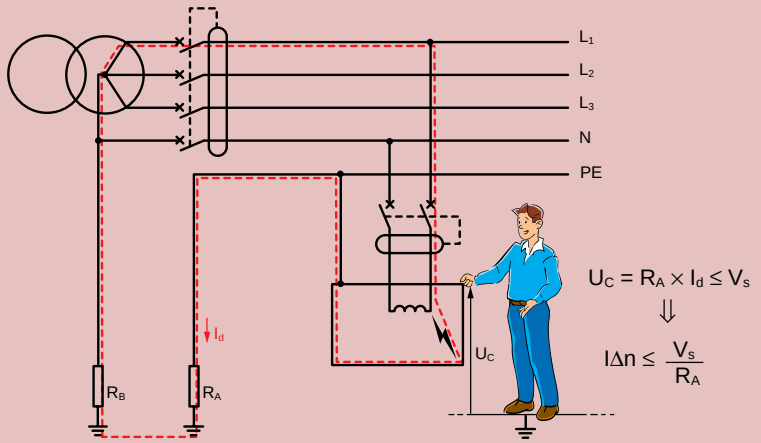
1 CASO DE ESQUEMA TT

En este régimen de neutro, la protección se basa generalmente en la utilización de dispositivos diferenciales. La impedancia del bucle de falla es elevada (dos resistencias de tomas de tierra) y la intensidad de la corriente de falla es demasiado débil para solicitar dispositivos de protección contra sobreintensidades.
El valor máximo de la sensibilidad de los dispositivos diferenciales debe escogerse de manera que la tensión de contacto no sobrepase la tensión de seguridad Vs.

$$I\Delta n \leq \frac{Vs}{RA}$$

IΔn: sensibilidad del dispositivo diferencial
RA: resistencia de la toma de tierra de las masas de utilización.

Bucle de falla en el esquema TT



Valores máximos de la toma de tierra en función de la sensibilidad de los diferenciales

IΔn diferencial	R Tierra (Ω)	
	V_s : 65 V	V_s : 24 V
30 mA	2160	800
100 mA	650	240
300 mA	217	80
1 A	65	24
3 A	22	8

2 CASO DE ESQUEMA TN

En el caso del esquema TN, la protección contra contactos indirectos se realiza mediante los dispositivos de protección contra sobreintensidades.
Es imperativo asegurarse de que el valor de la corriente de falla es suficiente para solicitar dichos dispositivos, y ello en un lapso de tiempo suficientemente corto.

Tiempos máximos de corte

Tensión nominal de la alimentación U_0 (V)	Tiempos de corte t_0 (s)	
	V_s : 65 V	V_s : 24 V
50 < Vo < 120	0,8	0,35
120 < Vo < 230	0,4	0,2
230 < Vo < 400	0,2	0,05
> 400	0,1	0,02

1 Tiempos de corte

Los tiempos de corte de los dispositivos de protección no deben sobrepasar los valores indicados en la tabla adjunta.

En la práctica, cuando el circuito está protegido por un automático, no es necesario respetar esta regla. Sin embargo, si se trata de un automático con retardo, hay que asegurarse de que el tiempo total de corte del aparato (temporización + apertura de los contactos) es compatible con los tiempos prescritos.

2 Corriente de falla

El principio de protección se basa en que, en un esquema TN, la falla de aislamiento se transforma en corto-circuito fase/neutro. Si el valor de la corriente de falla es suficientemente grande, la protección está garantizada por los dispositivos de protección contra sobreintensidades. Esto se traduce en la siguiente fórmula:

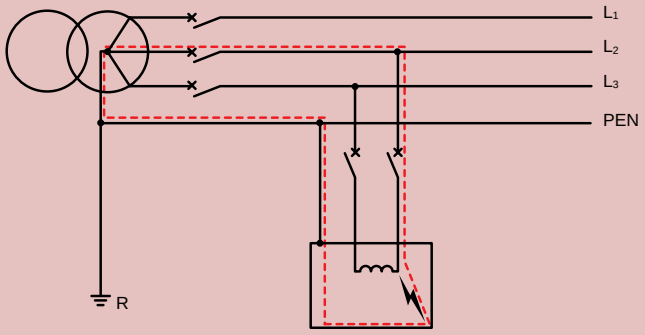
$$Id = \frac{U_0}{Z_S} \geq I_a$$

U_0 = tensión nominal de la instalación entre fase y neutro
Z_S = impedancia total del bucle de falla
I_a = corriente que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección en el tiempo requerido.

3 Longitudes máximas protegidas

En la práctica, no es necesario conocer la corriente de falla Id para determinar la longitud máxima de canalización protegida. La evaluación de esta última se lleva a cabo en función de la corriente de activación magnética Im (o Ia) de los aparatos de protección (ver página 226).

Bucle de falla en el esquema TN

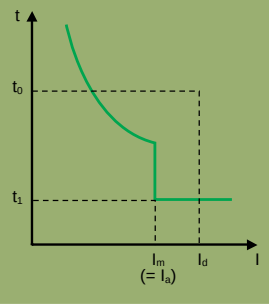


Protección por automáticos

En el caso de protección mediante automáticos, es necesario asegurarse de que la corriente de fallo es superior al umbral de activación magnética del automático. Hay que considerar el valor de la activación más desfavorable. En el caso de los DPX, se trata del valor de regulación del relé magnético, incrementado con la tolerancia de funcionamiento (20%). En el caso de los automáticos modulares DX, se trata del valor máximo de la zona de activación.

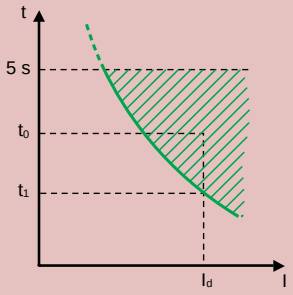
I_m: corriente de activación magnética
I_d: corriente de falla
t_1: tiempo de funcionamiento del automático
t_0: tiempo máximo de corte (ver tabla)

Si $I_d > I_m + 20\ \%$ y $t_1 < t_0$ la protección está garantizada.



Protección por fusibles

Hay que asegurarse de que la corriente de fallo haga que efectivamente el fusible se funda en el tiempo exigido. Esta condición se cumple si t_1, tiempo de fusión del fusible para la corriente de fallo calculada I_d, es inferior al tiempo t_0, tiempo de corte impuesto por la norma.

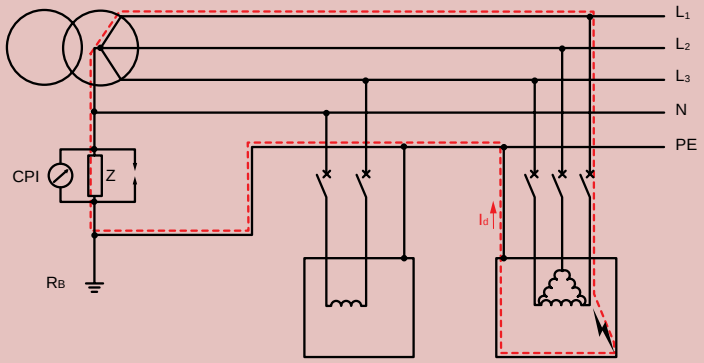


3 CASO DEL ESQUEMA IT

1 En la primera falla

El interés del esquema IT reside en que no se activa con la primera falla. Gracias a la elevada impedancia de bucle en caso de una primera falla, la corriente de falla que circula por la instalación es baja y la tensión de contacto muy inferior a la tensión límite, por lo que no existe ningún riesgo para el usuario. La presencia de dicha falla deberá ser señalada por el control permanente de la aislación (CPA).

Primera falla bajo el esquema IT

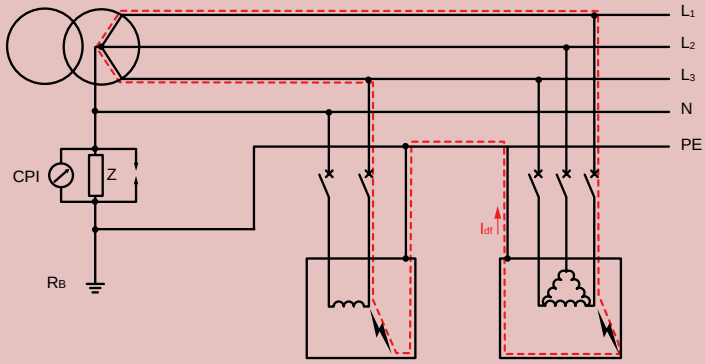


2 En la segunda falla

Cuando aparece una segunda falla, la interrupción de la alimentación es obligatoria. Podemos abordar dos casos en función del modo de conexión de las masas:
– las masas de los receptores están siempre interconectadas a través del conductor PE (configuración aconsejable): las condiciones a aplicar son las del esquema TN
– las masas no están interconectadas y están conectadas a tomas de tierra diferentes: las condiciones a aplicar son las del esquema TT.

! Si las masas están interconectadas, la corriente de doble falla va ligada a un cortocircuito que no se encuentra ya limitado por las tomas de tierra. Tal como ocurre en un esquema TN, hay que asegurarse de que la corriente de doble falla sea suficientemente grande como para solicitar los dispositivos de protección contra sobreintensidades. Siendo así podrán aplicarse las reglas de protección del esquema TN, considerando la tensión simple o compuesta (neutro distribuido o no) y una impedancia de bucle que tenga en cuenta el trayecto de la corriente de doble falla.

Segunda falla, masas interconectadas



Esto se traduce en la siguiente fórmula:

$$Idf = \frac{U'}{2Z_S} \geq Ia$$

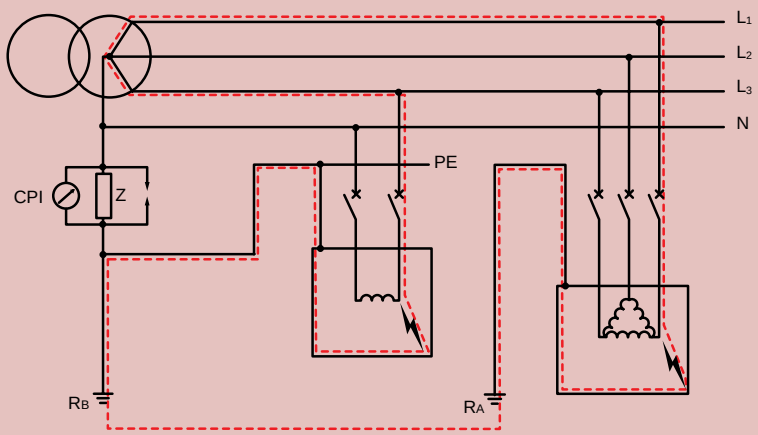
I_{df}:corriente de doble falla
U': tensión entre fases si el neutro no está distribuido, tensión entre fase y neutro si lo está.
Z_S: impedancia total del bucle de falla
I_a: corriente que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección en el tiempo exigido.

Tiempos máximos de corte en función de la tensión de alimentación circuitos terminados

Tensión nominal de la alimentación U_0 (V)	Tiempos de corte t_0 (s) para V_s : 65 V
50 < Vo ≤ 120	0,8
120 < Vo ≤ 230	0,4
230 < Vo ≤ 400	0,2
> 400	0,1

Si las masas no están interconectadas y se producen dos fallas en circuitos conectados a tomas de tierra diferentes, la corriente de doble falla forma bucle con tierra y queda limitada por dos tomas de tierra. El valor de la corriente de falla puede llegar a ser demasiado bajo como para solicitar los dispositivos de protección contra sobretensiones, aunque es suficiente para generar una tensión de contacto peligrosa. En tal caso, la norma obliga a situar dispositivos diferenciales en cada grupo de masas. Su elección se realiza igual que en el caso del esquema TT.

Segunda falla, masas separadas



Cuando las masas de la parte de baja tensión del puesto de transformación no están conectadas a otras masas de la instalación, se debe colocar un dispositivo diferencial en el origen de la instalación. Lo mismo ocurre cuando la toma de tierra del limitador de sobretensión no está conectada al conjunto de masas interconectadas.

3 Comprobación de las longitudes máximas protegidas

Para ello, basta con comprobar que la corriente de falla es superior al umbral de activación magnética del interruptor automático. Se debe considerar el valor de activación más desfavorable:
– límite superior de las curvas de activación B (3 x In), C (10 x In) o D (20 x In) de los automáticos DX
– valor de regulación magnética aumentado en la tolerancia de funcionamiento del 20% en los interruptores automáticos DPX.
Al igual que para la evaluación de las longitudes máximas protegidas contra cortocircuitos mínimos, se puede utilizar un sencillo método de cálculo, válido para los circuitos situados lejos de la fuente (circuitos secundarios y terminales), y no alimentados por un alternador.
Este método supone que, en caso de cortocircuito, la tensión en el origen del circuito en falla es igual al 80% de la tensión nominal de la instalación, lo que significa que la impedancia de la salida en falla representa el 80% de la impedancia total del bucle de falla.

Esto se puede representar mediante la siguiente fórmula:

$$0{,}8 \times U_0 = (R_a + R_{PE}) \times I_d$$

U_0 :tensión simple fase/neutro (en V)
R_{PE} :resistencia del conductor de protección del circuito en falla
R_a : resistencia de un conductor activo del circuito en falla
I_d : corriente de falla fase/masa.
Esta fórmula puede igualmente escribirse como sigue (esquema TN):

$$L_{max} = \frac{0{,}8 \times U_0 \times S_{ph}}{\rho \times (1+ m) \times I_a}$$

$L_{máx}$: longitud máxima protegida (en m)
U_0: tensión simple fase / neutro (en V)
S_{ph}: sección de un conductor de fase del circuito en falla, en mm^2.
m: relación Sph/SPE entre la sección del conductor de fase y la del conductor de protección.
ρ: resistividad del metal constituyente del alma del conductor (en Ω /mm^2/m).
I_a: corriente de activación del interruptor automático.

En el caso del esquema IT con masas interconectadas, la corriente de falla es en realidad una corriente de doble falla. Como es imposible definir cuál será el segundo circuito en falla, se toma la hipótesis de que este último posee las mismas características que el circuito estudiado. La fórmula anterior se transforma en:

$$L_{max} = \frac{1}{2} \times \frac{0{,}8 \times U' \times S_a}{\rho \times (1+ m) \times I_a}$$

$L_{máx}$: longitud máxima protegida (en m)
U': tensión compuesta entre fases si el neutro no está distribuido; tensión simple entre fase y neutro si el neutro está distribuido (en V)
Sa: sección de un conductor activo del circuito en falla (en mm^2), conductor de fase si el neutro no está distribuido y conductor neutro si lo está
m: relación S_{ph}/S_{PE} entre la sección del conductor de fase y la del conductor de protección
ρ: resistividad del metal constituyente del alma del conductor (en Ω /mm 2 / m)
I_a: corriente de activación del automático

Las siguientes tablas permiten determinar las longitudes máximas protegidas en función del tipo de protección y de la naturaleza del alma del conductor. Estos valores aparecen definidos para circuitos en los que la sección del PE es igual a la sección de las fases. Si el PE es reducido, deben multiplicarse por los coeficientes de la tabla adjunta.
Las longitudes están definidas para conductores de cobre. Para conductores de aluminio, dichos valores deben multiplicarse por 0,62.
Las correcciones correspondientes a la influencia de la reactancia de los conductores de gran sección (150 mm²) están directamente integradas en los valores de las tablas.

Valores de longitud máxima protegida en función del tipo de protección y de la naturaleza del alma del conductor

Régimen de neutro	$m = S_{PE}/S_{ph}$ 1	0,5	0,33	0,25	0,2
TN 230/400 V	1	0,67	0,5	0,4	0,33
IT 400 V neutro no distribuido	0,86	0,58	0,43	0,34	0,28
IT 230/400 V neutro distribuido	0,5	0,33	0,25	0,2	0,16

En el esquema IT, cuando el neutro está distribuido y su sección es inferior a la de los conductores de fase, los cuadros deben interpretarse tomando como referencia la sección real (reducida) del conductor de neutro.

Las tablas adjuntas permiten determinar los largos máximos de los cables protegidos, pero en ningún caso las corrientes admisibles. Para verificar corriente admisible, ver capítulo II.A.1

Longitudes máximas de cable protegidas (en m) en función del aparato de protección y de la sección del cable ($S_{neutro} = S_{fase}$) para un circuito trifásico con neutro a 400 V o monofásico a 230 V

Automático modular DX curva C

S (mm²)	Calibre (In) del automático (en A) 2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	300	150	100	60	38	30	24	19						
2,5	500	250	167	100	63	50	40	31	25					
4	800	400	267	160	100	80	64	50	40	32				
6		600	400	240	150	120	96	75	60	48	38			
10			667	400	250	200	160	125	100	80	63	50		
16			1067	640	400	320	256	200	160	128	102	80	64	
25				1000	625	500	400	313	250	200	159	125	100	80
35					875	700	560	438	350	280	222	175	140	112
50							800	625	500	400	317	250	200	160

Atención: aplique los factores de conección del cuadro superior.

Ejemplo

En el ejemplo tomado del capítulo II.A.5, el cálculo exacto de la corriente de falla para el cable «Salida 1» muestra que la protección contra contactos indirectos está perfectamente garantizada con el interruptor automático DPX 250 ER (Im = 2.500 A), situado en el origen de la canalización.

Al utilizar las tablas obtenemos idéntico resultado. En efecto, la lectura de la tabla «Interruptores automáticos DPX», para una sección de fase de 70 mm² y una regulación magnética de 2.500 A, da una longitud máxima protegida de 93 m.

Teniendo en cuenta que la relación m (Sección PE / Sección ph) es de 0,5, hay que aplicar, en el esquema TN, un coeficiente de corrección multiplicador de 0,67 (véase la tabla de la página anterior). La longitud protegida es en ese caso de 62 m, compatible por tanto con la longitud real del cable, que es de 50 m.

Automático modular DX curva B

S (mm²)	Calibre (In) del automático (en A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	600	300	200	120	75	60	48	38						
2,5	1000	500	333	200	125	100	80	63	50					
4	1600	800	533	320	200	160	128	100	80	64				
6		1200	800	480	300	240	192	150	120	96	76			
10			1333	800	500	400	320	250	200	160	127	100		
16			2133	1280	800	640	512	400	320	256	203	160	128	
25				2000	1250	1000	800	625	500	400	317	250	200	160
35					1750	1400	1120	875	700	560	444	350	280	224
50							1600	1250	1000	800	635	500	400	320

Atención: aplicar a estos valores el coeficiente de corrección página 236

Automático modular DX curva D

S (mm²)	Calibre (In) del automático (en A)													
	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	150	75	50	30	19	15	12	9						
2,5	250	125	83	50	31	25	20	16	13					
4	400	200	133	80	50	40	32	25	20	16				
6		300	200	120	75	60	48	38	30	24	19			
10			333	200	125	100	80	63	50	40	32	25		
16			533	320	200	160	128	100	80	64	51	40	32	
25			833	500	313	250	200	156	125	100	79	63	50	40
35				700	438	350	280	219	175	140	111	88	70	56
50					625	500	400	313	250	200	159	125	100	80

Atención: aplicar estos valores al coeficiente de corrección página 236

Interruptor automático DPX

S (mm²)	Valor de la regulación magnética del interruptor automático (en A)																								
	90	100	125	160	200	250	320	400	500	700	800	875	1000	1120	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	8000	12500	16000
1,5	56	50	40	31	25	20	16	13	10	7	6	6	5												
2,5	93	83	67	52	42	33	26	21	17	12	10	10	8	7	7	5									
4	148	133	107	83	67	53	42	33	27	19	17	15	13	12	11	8	7	5							
6	222	200	160	125	100	80	63	50	40	29	25	23	20	18	16	13	10	8	6	5					
10	370	333	267	208	167	133	104	83	67	48	42	38	33	30	27	21	17	13	10	8	7	5			
16	593	533	427	333	267	213	167	133	107	76	67	61	53	48	43	33	27	21	17	13	11	8	7		
25			667	521	417	333	260	208	167	119	104	95	83	74	67	52	42	33	26	21	17	13	10	7	5
35					583	467	365	292	233	167	146	133	117	104	93	73	58	47	36	29	23	19	15	9	7
50						667	521	417	333	238	208	190	167	149	133	104	83	67	52	42	33	26	21	13	10
70							729	583	467	333	292	267	233	208	187	146	117	93	73	58	47	37	29	19	15
95										452	396	362	317	283	253	198	158	127	99	79	63	50	40	25	20
120											500	457	400	357	320	250	200	160	125	100	80	63	50	32	25
150												497	435	388	348	272	217	174	136	109	87	69	54	35	27
185													514	459	411	321	257	206	161	128	103	82	64	41	32
240														571	512	400	320	256	200	160	128	102	80	51	40
300																500	400	320	250	200	160	127	100	64	50

NOTA: Para secciones mayores de 300 mm², debe tenerse en cuenta el valor de la reactancia de los cables.
Atención: aplicar estos a valores el coeficiente de corrección página 236

Longitudes máximas de cable protegidas (continuación)

Portafusibles con fusibles aM

S (mm²)	Corriente asignada de los cortacircuitos con fusibles aM (en A)																			
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
1,5	28	23	18	14	11	9	7	6	5	4										
2,5	47	38	30	24	19	15	12	9	8	6	5									
4	75	60	48	36	30	24	19	15	12	10	8	6	5	4						
6	113	90	72	57	45	36	29	23	18	14	11	9	7	6	5	4				
10	188	151	121	94	75	60	48	36	30	24	19	15	12	10	8	6	5	4		
16	301	241	193	151	121	96	77	60	48	39	30	24	19	15	12	10	6	6	5	4
25	470	377	302	236	188	151	120	94	75	60	47	38	30	24	19	15	12	9	8	6
35	658	627	422	330	264	211	167	132	105	84	66	53	42	33	26	21	17	13	11	8
50	891	714	572	447	357	286	227	179	144	115	90	72	57	46	36	29	23	18	14	11
70			845	660	527	422	335	264	211	169	132	105	84	67	53	42	33	26	21	17
95				895	716	572	454	358	286	229	179	143	115	91	72	67	45	36	29	23
120					904	723	574	452	362	289	226	181	145	115	90	72	57	45	36	29
150						794	630	496	397	317	248	198	159	126	99	79	63	50	40	32
185							744	586	469	375	293	234	188	149	117	94	74	59	47	38
240								730	584	467	365	292	234	185	146	117	93	73	58	47
300									702	582	439	351	281	223	175	140	111	88	70	66

NOTA: Para secciones mayores de 300 mm², debe tenerse en cuenta el valor de la reactancia de los cables.
Atención: aplicar a estos valores el coeficiente de corrección página 236

Portafusibles con fusibles gG

S (mm²)	Corriente asignada de los cortacircuitos con fusibles gG (en A)																			
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
1,5	53	40	32	22	18	13	11	7	6	4	3									
2,5	88	66	53	36	31	21	18	12	9	7	6	4								
4	141	106	85	58	49	33	29	19	15	11	9	8	6	4						
6	212	159	127	87	73	60	43	29	22	16	14	10	8	6	4					
10	353	265	212	145	122	84	72	48	37	27	23	16	14	10	7	6	4			
16	566	424	339	231	196	134	116	77	69	43	36	25	22	15	12	9	7	6	4	
25	884	663	530	381	306	209	181	120	92	67	57	40	35	24	18	14	11	8	6	4
35		928	742	606	428	293	263	169	129	94	80	56	48	34	26	20	15	11	9	6
50				667	581	398	343	229	176	128	108	76	66	46	35	27	20	15	12	8
70					856	586	506	337	259	189	159	111	97	67	52	39	30	22	17	11
95						795	887	458	351	256	216	151	131	92	70	63	41	29	23	16
120							868	578	444	323	273	191	166	116	89	67	52	37	29	20
150								615	472	343	290	203	178	123	94	71	54	39	31	21
185								714	547	399	336	235	205	142	110	82	64	46	36	24
240									666	485	409	286	249	173	133	100	77	55	44	29
300										566	477	334	290	202	155	117	90	65	51	34

NOTA: Para secciones mayores de 300 mm², debe tenerse en cuenta el valor de la reactancia de los cables.
Atención: aplicar a estos valores el coeficiente de corrección página 236

4 SOLUCIONES A APLICAR CUANDO NO SE CUMPLEN LAS CONDICIONES DE ACTIVACION

En los esquemas TN e IT, cuando no pueden cumplirse o comprobarse las condiciones de protección, caben otras soluciones:

1 Utilización de dispositivos diferenciales. El valor, bastante alto, de la corriente de falla, permite utilizar dispositivos diferenciales de baja sensibilidad (del orden de 1 amper). Como en el caso del esquema TT, no es necesario comprobar el valor de la corriente de falla.

2 Utilización de automáticos de «magnética baja» o automáticos de curva B. El eventual inconveniente podría residir en una activación indeseada en un peak de corriente cuando el circuito alimenta determinados receptores (p. ej.: activación de transformadores BT/BT, arranque de motores...).

3 Aumentar la sección de los conductores de manera que aumente también el valor de la corriente de falla hasta un valor lo bastantemente elevado como para garantizar la activación de los aparatos de protección contra sobreintensidades.

4 Realizar conexiones equipotenciales complementarias. Estas conexiones deben incluir todos los elementos conductores simultáneamente accesibles, tales como las masas de los aparatos, las vigas metálicas, las armaduras del hormigón. También deben conectarse a dichas conexiones los conductores de protección de todos los materiales, así como los de las tomas de corriente. Debe comprobarse la eficacia de esta solución midiendo la resistencia efectiva entre masas simultáneamente accesibles.



La medida en el sitio del valor de cortocircuito en una linea permite validar la elección de la protección

Evaluación de cortocircuitos y ejemplos de cálculo

La determinación de los valores de cortocircuito en todos los puntos de una instalación es fundamental para la elección del material. Se empieza por evaluar dicho valor en el origen de la instalación, y después en cualquier punto según diversos métodos cuya elección depende de la importancia de la instalación, de los datos disponibles, del tipo de comprobación a efectuar...

• El método de las impedancias consiste en totalizar las resistencias y reactancias de los bucles de falla desde la fuente hasta el punto considerado y en calcular la impedancia equivalente. De ese modo, se deducen las diferentes corrientes de cortocircuito y de falla aplicando la ley de Ohm. Este método es utilizable sobre todo cuando se conocen todas las características de los elementos que constituyen los bucles.

• El método convencional se basa en la hipótesis de que durante una falla, la tensión en el origen del circuito es igual al 80% de la tensión nominal de la instalación. Se utiliza cuando no se conoce el cortocircuito en el origen del circuito ni las características anteriores a la instalación. Permite determinar los cortocircuitos mínimos y establecer las tablas de longitudes máximas protegidas (véanse los capítulos II.A.3 y II.A.4). Es válido para los circuitos alejados de la fuente y no es aplicable en instalaciones alimentadas con alternadores.

• El método de composición se utiliza cuando se conoce el cortocircuito en el origen del circuito, pero no las características anteriores a la instalación. Permite determinar los cortocircuitos máximos en cualquier punto de esta última.

1 VALOR DE CORTOCIRCUITO EN EL ORIGEN DE LA INSTALACION

1 Alimentación con transformador AT/BT

En caso de alimentación con un transformador AT/BT, debe considerarse no solo la impedancia del transformador, sino también la de la red AT anterior.

• Impedancia de la red AT

La impedancia de la red AT, contemplada desde el lado BT, puede obtenerse del distribuidor, y medirse o calcularse a partir de las siguientes fórmulas:

$$Z_Q = \frac{(m \times U_n)^2}{S_{kQ}} \text{ (en m}\Omega\text{)}$$

m: factor de carga en vacío tomado igual a 1,05

U_n: tensión nominal de la instalación entre fases, en V

S_{kQ}: potencia de cortocircuito de la red AT, en kVA

En ausencia de datos precisos referentes al distribuidor de energía, la norma internacional CEI 909 dice que se calculen las resistencias y reactancias como sigue:

$R_Q = 0{,}1 \times X_Q$ y $X_Q = 0{,}995 \times Z_Q$

(valores en mΩ)

Por defecto, utilizar S_{kQ}= 500 MVA

• Impedancia del transformador

$$Z_{Tr} = \frac{(m \times Un)^2}{S_{Tr}} \times \frac{Ucc}{100} \text{ (en m}\Omega\text{)}$$

m: factor de carga en vacío, igual a 1,05
Un: tensión nominal de la instalación entre fases, en V
STr: potencia asignada del transformador, en kVA
Ucc: tensión de cortocircuito del transformador, en %

Los valores de las resistencias y de las reactancias vienen determinados a veces por el constructor. En caso contrario, pueden calcularse utilizando las siguiente fórmulas:

$R_{Tr} = 0{,}31 \times Z_{Tr}$ y $X_{Tr} = 0{,}95 \times Z_{Tr}$
(valores en mΩ)

Las siguientes tablas proporcionan los valores de resistencias, reactancias y cortocircuitos trifásicos máximos (impedancia AT nula) para los transformadores sumergidos y secos.
NB: Los valores de cortocircuito que figuran en los catálogos de los constructores pueden ser ligeramente inferiores, ya que generalmente se calculan para una tensión de 410 V.

Transformadores trifásicos sumergidos en un dieléctrico líquido. Valores calculados para una tensión en vacío de 420 V

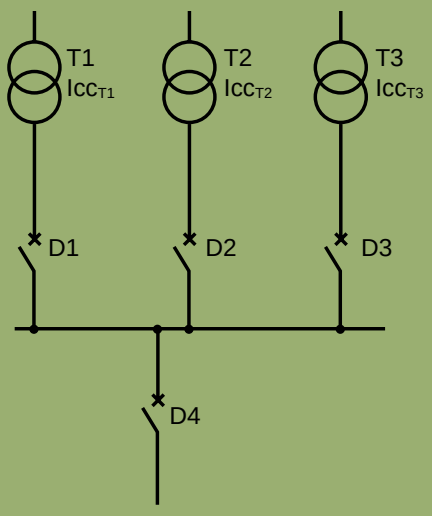
S (kVA)	50	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500
In (A)	69	137	220	275	344	433	550	687	866	1 100	1 375	1 718	2 200	2 749	3 437
Ucc (%)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
I_{CC3} (kA)	1,81	3,61	5,78	7,22	9,03	11,37	14,44	18,05	22,75	19,26	24,07	30,09	38,52	48,15	60,18
R_{TR} (mΩ)	43,75	21,9	13,7	10,9	8,75	6,94	5,47	4,38	3,47	4,10	3,28	2,63	2,05	1,64	1,31
X_{TR} (mΩ)	134,1	67	41,9	33,5	26,8	21,28	16,76	13,41	10,64	12,57	10,05	8,04	6,28	5,03	4,02

Transformadores secos trifásicos. Valores calculados para una tensión en vacío de 420 V

S (kVA)	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500
In (A)	137	220	344	344	433	550	687	866	1100	1 375	1 718	2 199	2 479	3 437
Ucc (%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
I_{CC3} (kA)	2,41	3,85	4,81	6,02	7,58	9,63	12,04	15,17	19,26	24,07	30,09	38,52	48,15	60,18
R_{TR} (mΩ)	32,8	20,5	16,4	13,1	10,42	8,2	6,56	5,21	4,10	3,28	2,63	2,05	1,64	1,31
X_{TR} (mΩ)	100	62,8	50,3	40,2	31,9	25,1	20,11	15,96	12,57	10,05	8,04	6,28	5,03	4,02

Transformadores en paralelo

Para garantizar el buen funcionamiento de los transformadores en paralelo, deben comprobarse las siguientes condiciones:
- mismo índice de transformación en todas las tomas
- mismo índice horario
- misma tensión de cortocircuito (tolerancia 10%)
- índice de potencias asignadas comprendido entre 0,5 y 2
Determinación del poder de corte de los aparatos
• Poder de corte de un interruptor automático de fuente (por ej., interruptor automático D1)
Debe ser al menos igual al valor más elevado entre el del cortocircuito máximo (IccT1) generado por el transformador T1 (caso de un cortocircuito posterior a D1) y la suma de todos los cortocircuitos (IccT2 + IccT3), generados por los otros transformadores acoplados (caso de un cortocircuito antes del interruptor automático D1).
• Poder de corte de un interruptor automático de salida (por ej., interruptor automático D4)
Debe ser al menos igual a la suma de todos los cortocircuitos máximos generados por todos los transformadores acoplados (Icc_{T1} + Icc_{T2} + Icc_{T3}).



2 Alimentación a través de un alternador

Los valores de corriente de cortocircuitopueden calcularse del siguiente modo:

$$I_{cc3} = \frac{c \times m \times Uo}{X'd}$$

$$I_{cc2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times I_{cc3}$$

$$I_{cc1} = \frac{3 \times c \times m \times Uo}{2 \times X'd + Xo}$$

$$X'd = \frac{Un^2}{S_G} \times \frac{X'd}{100}$$

(reactancia transitoria, en mΩ) y

$$Xo = \frac{Un^2}{S_G} \times \frac{Xo}{100}$$

(reactancia de secuencia cero, en mΩ)

m: factor de carga en vacío, tomado igual a 1,05
c: factor de tensión, tomado igual a 1,05 para los valores máximos y a 0,95 para los valores mínimos
U_n: tensión nominal entre fases, en V
U_0: tensión entre fase y neutro, en V
S_G: potencia del alternador, en kVA
x'_d: reactancia transitoria, en %, tomada igual al 30% a falta de información más precisa
x_0: reactancia de sección cero, en %, tomada igual al 6% a falta de información más precisa.

Debido a su elevada impedancia interna, los alternadores generan corrientes de cortocircuito mucho más débiles que las generadas por transformadores de potencia equivalente.
Los poderes de corte de los aparatos de protección serán más pequeños pero, en contrapartida, la protección contra cortocircuitos y contactos indirectos será más difícil de obtener.
El desarrollo de un cortocircuito que aparece en los bornes de un alternador puede descomponerse en tres periodos:
- periodo subtransitorio: de 10 a 20 ms, durante el cual el nivel de cortocircuito es el más elevado (> 5 In)
- periodo transitorio: hasta 200 a 300 ms, durante el cual el cortocircuito es del orden de 3 a 5 In
- el nivel de cortocircuito se estabiliza a continuación a un nivel que puede ir de 0,3 a 5 In en función del tipo de excitación del alternador.

Niveles de cortocircuitos trifásicos máximos de un alternador en función de su potencia (Un = 400 V y x'd =30%)

S (kVA)	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
I_{CC3max} (kVA)	0,53	0,85	1,06	1,33	1,67	2,12	2,65	3,34	4,24	5,30	6,63

En los alternadores, puede ocurrir que el valor del cortocircuito bifásico sea inferior al del cortocircuito monofásico. En tal caso, es este valor de cortocircuito bifásico (Icc2) el que debe tenerse en cuenta para los cálculos que requieren un valor de cortocircuito mínimo (longitudes de líneas, protección contra contactos indirectos...).

Cuando una instalación se alimenta a través de varios tipos de fuentes diferentes, por ejemplo por medio de uno o varios transformadores como fuente normal y un generador de sustitución (o emergencia), los aparatos de protección han de estar adaptados a las características de los diferentes tipos de fuentes.
Los cálculos de cortocircuitos máximos se realizan comparando el nivel de cortocircuito máximo que pueden generar todas las fuentes susceptibles de funcionar simultáneamente, y utilizando el valor más elevado. Se trata generalmente de transformadores en paralelo.
Los cálculos de cortocircuitos mínimos se realizan comparando el nivel de cortocircuito mínimo generado por cada una de las fuentes, y utilizando el valor mínimo.

2 VALORES DE CORTOCIRCUITO EN CUALQUIER PUNTO DE LA INSTALACIÓN

1 Método de las impedancias

Con este método, se puede determinar el valor de un cortocircuito en cualquier punto de la instalación totalizando las resistencias y las reactancias de bucle de falla desde la fuente hasta el punto en cuestión y calculando la impedancia equivalente.

Los valores de cortocircuito se calculan entonces aplicando la ley de Ohm (fórmula general):

$$I_{cc} = \frac{c \times m \times Uo}{Zcc} = \frac{c \times m \times Uo}{\sqrt{\Sigma R^2 + \Sigma X^2}}$$

c: factor de tensión tomado igual a 0,95 para los cortocircuitos mínimos y a 1,05 para los cortocircuitos máximos

m: factor de carga, tomado igual a 1,05
Uo: tensión de la instalación entre fase y neutro, en V
Zcc: impedancia total del bucle de falla en el punto considerado. Es la suma vectorial de las resistencias y reactancias que componen el bucle.

Los diferentes tipos de cortocircuitos máximos y mínimos se deducen a partir de la fórmula general.

• Corriente de cortocircuito trifásico:

$$I_{CC3max} = \frac{c_{max} \times m \times U_0}{\sqrt{\left(R_Q + R_S + R_{PhA} + \rho_0 \frac{L}{S_{Ph} \times n_{Ph}}\right)^2 + \left(X_Q + X_S + X_{PhA} + \lambda \frac{L}{n_{Ph}}\right)^2}}$$

• Corriente de cortocircuito bifásico:

$$I_{CC2max} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times I_{CC3max}$$

Para calcular el valor mínimo del cortocircuito bifásico, hay que sustituir:
– ρ_0 por ρ_1 para una protección mediante interruptor automático, o por ρ_2 para una protección por fusible
– $c_{máx}$ por $c_{mín}$.

• Corriente de cortocircuito monofásico fase – neutro:

$$I_{CC1max} = \frac{c_{max} \times m \times U_0}{\sqrt{\left(R_Q + R_S + R_{PhA} + R_{NA} + \rho_0 \times L\left(\frac{1}{S_{Ph} \times n_{Ph}} + \frac{1}{S_N \times n_N}\right)\right)^2 + \left(X_Q + X_S + X_{PhA} + X_{NA} + \lambda L\left(\frac{1}{n_{Ph}} + \frac{1}{n_N}\right)\right)^2}}$$

Para calcular el valor mínimo del cortocircuito bifásico, hay que sustituir:
– ρ_0 por ρ_1 para una protección mediante disyuntor, o por ρ_2 para una protección con fusible
– $c_{máx}$ por $c_{mín}$

Corriente de falla:

$$I_d = \frac{c_{min} \times m \times \alpha \times U_0}{\sqrt{\left(R_Q + R_S + R_{PhA} + R_{PEA} + \rho_1 \times L\left(\frac{1}{S_{Ph} \times n_{Ph}} + \frac{1}{S_{PE} \times n_{PE}}\right)\right)^2 + \left(X_Q + X_S + X_{PhA} + X_{PEA} + \lambda L\left(\frac{1}{n_{Ph}} + \frac{1}{n_{PE}}\right)\right)^2}}$$

$c_{máx}$, $c_{mín}$: factor de tensión, tomado igual a 0,95 ($c_{mín}$) para los cortocircuitos mínimos y a 1,05 ($c_{máx}$) para los cortocircuitos máximos
m: factor de carga, tomado igual a 1,05
α : 1 en el esquema TN, 0,86 en el IT sin neutro y 0,5 en el IT con neutro
U_0: tensión de la instalación entre fase y neutro, en V
R_Q, X_Q: resistencia y reactancia equivalentes de la red
R_S, X_S: resistencia y reactancia equivalentes de la fuente
R_{PhA}, X_{PhA}: resistencia y reactancia de un conductor de fase desde la fuente hasta el origen del circuito considerado
R_{NA}, X_{NA}: resistencia y reactancia de un conductor de neutro desde la fuente hasta el origen del circuito considerado
R_{PEA}, X_{PEA}: resistencia y reactancia de un conductor de protección desde la fuente hasta el origen del circuito considerado
ρ_0, ρ_1, ρ_2: resistividad de los conductores (véase la tabla de la página siguiente)
: reactancia lineal de los conductores (véase el cuadro de la página siguiente)
L: longitud del circuito considerado, en m
S_{Ph}, n_N: sección y número de conductores en paralelo por fase del circuito considerado
S_N, n_N: sección y número de conductores en paralelo para el neutro del circuito considerado
S_{PE}, n_{PE}: sección y número de conductores en paralelo para el PE del circuito considerado

Las impedancias de los cables se calculan mediante las siguientes fórmulas:

$$R = \rho \times 10^3 \frac{L}{n_c \times S_c} \quad \text{(en m}\Omega\text{)}$$

ρ: resistividad del conductor, en Ω mm^2 / m (véase el cuadro adjunto)
S_c: sección del conductor, en mm^2
n_c: número de conductores en paralelo
L: longitud del conductor, en m

$$X = \lambda \frac{L}{n_c} \quad \text{(en m}\Omega\text{)}$$

λ: reactancia lineal del conductor, en mΩ (véase el cuadro adjunto)
S_c: sección del conductor, en mm^2
n_c: número de conductores en paralelo
L: longitud del conductor, en m.

Resistividad de los conductores a utilizar en función del tipo de cortocircuito calculado(ρ0: resistividad de los conductores a 20°C

Falla	Resistividad	Conductor Cu (Ωmm^2/m)	Conductor Al (Ωmm^2/m)
Icc máxima	ρ_0	0,01851	0,0294
Icc mínima	Interruptor $\rho_1 = 1{,}25\ \rho_0$	0,02314	0,0368
	Fusible $\rho_1 = 1{,}5\ \rho_0$	0,02777	0,0441
Id	$\rho_1 = 1{,}25\ \rho_0$	0,02314	0,0368
Requisitos térmicos	$\rho_1 = 1{,}25\ \rho_0$	0,02314	0,0368

Reactancia lineal de los conductores a utilizar en función del tipo de cable y de su modo de montaje

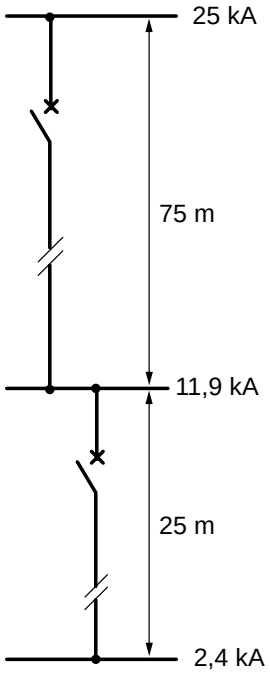
Cables y montajes	Reactancia lineal λ (mΩ / m)
Cables multiconductores o monoconductores trenzados	0,08
Cables monoconductores contiguos en capa	0,09
Cables monoconductores separados por más de un diámetro	0,13

2 Método de composición

Este método es una aproximación simplificada. Conociendo la corriente del cortocircuito trifásico en el origen de la instalación (véase el párrafo anterior), permite evaluar la corriente de cortocircuito presumible Icc3 en el extremo de una canalización de longitud y sección dadas. Este método se aplica a instalaciones cuya potencia no sobrepasa los 800 kVA.

La corriente máxima de cortocircuito en cualquier punto de la instalación se determina mediante el cuadro de la página siguiente, partiendo:
– del valor de cortocircuito presumible en el interruptor principal de la instalación
– de la longitud de la línea
– de la naturaleza y sección de los conductores.

Ejemplo



- 1ª parte:
  – Icc origen: 25 kA
  – cable de cobre: 120 mm 2
  – longitud: 75 m (73 m)
  →Icc posterior: 11,9 kA

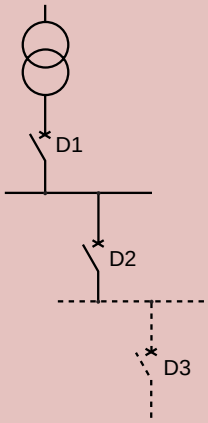
- 2ª parte:
  – Icc origen: 11,9 kA, redondeando a 15 kA
  – cable de cobre: 6 mm 2
  – longitud: 25 m (22 m)
  →Icc posterior: 2,4 kA

Cobre	Sección de los conductores de fase (mm²)	Longitud de la canalización (en metros)																				
	1,5												1,3	1,8	2,6	3,6	5,1	7,3	10,3	15	21
	2,5											1,1	1,5	2,1	3,0	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34
	4											1,7	1,9	2,6	3,7	5,3	7,4	10,5	15	21	30	42
	6										1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	7,9	11,2	16	22	32	45	63
	10									2,1	3,0	4,3	6,1	8,6	12,1	17	24	34	48	68	97	137
	16							1,7	2,4	3,4	4,8	6,8	9,7	14	19	27	39	55	77	110	155	219
	25					1,3	1,9	2,7	3,8	5,4	7,6	10,7	15	21	30	43	61	86	121	171	242	342
	35					1,9	2,6	3,7	5,3	7,5	10,6	15	21	30	42	60	85	120	170	240	339	479
	50				1,8	2,5	3,6	5,1	7,2	10,2	14	20	29	41	58	81	115	163	230	325	460	
	70				2,6	3,7	5,3	7,5	10,6	15	21	30	42	60	85	120	170	240	339			
	95			2,5	3,6	5,1	7,2	10,2	14	20	29	41	58	81	115	163	230	325	460			
	120 →		1,6	2,3	3,2	4,5	6,4	9,1	13	18	26	36	51	73	103	145	205	291	411			
230 / 400 V	150	1,2	1,7	2,5	3,5	4,9	7,0	9,9	14	20	28	39	56	79	112	158	223	316	447			
	185	1,5	2,1	2,9	4,1	5,8	8,2	11,7	16	23	33	47	66	93	132	187	264	373	528			
	240	1,8	2,6	3,6	5,1	7,3	10,3	15	21	29	41	58	82	116	164	232	329	465	658			
	300	2,2	3,1	4,4	6,2	8,7	12,3	17	25	35	49	70	99	140	198	279	395	559				
	2 x 120	2,3	3,2	4,5	6,4	9,1	12,8	18	26	36	51	73	103	145	205	291	411	581				
	2 x 150	2,5	3,5	4,9	7,0	9,9	14	20	28	39	56	79	112	158	223	316	447	632				
	2 x 185	2,9	4,1	5,8	8,2	11,7	16,5	23	33	47	66	93	132	187	264	373	528	747				
	3 x 120	3,4	4,8	6,8	9,6	13,6	19	27	39	54	77	109	154	218	308	436	616					
	3 x 150	3,7	5,2	7,4	10,5	14,8	21	30	42	59	84	118	168	237	335	474	670					
	2 x 240	3,6	5,2	7,2	10,2	14,6	21	30	42	58	82	116	164	232	328	464	658					
	3 x 185	4,4	6,2	8,8	12,4	17,5	25	35	49	70	99	140	198	280	396	560						
	4 x 185	3,8	8,2	11,6	16,4	23	33	46	66	94	132	186	264	374	528	746						
	4 x 240	7,2	10,4	14,4	20	29	41	60	84	116	164	232	328	464	656							
Icc		**Corriente de cortocircuito al nivel considerado (Icc posterior en kA)**																				
	100	93,5	91,1	87,9	83,7	78,4	71,9	64,4	56,1	47,5	39,0	31,2	24,2	18,5	13,8	10,2	7,4	5,4	3,8	2,8	2,0	1,4	1,0
	90	82,7	82,7	80,1	76,5	72,1	66,6	60,1	52,8	45,1	37,4	30,1	23,6	18,1	13,6	10,1	7,3	5,3	3,8	2,7	2,0	1,4	1,0
	80	74,2	74,2	72,0	69,2	65,5	61,0	55,5	49,2	42,5	35,6	28,9	22,9	17,6	13,3	9,9	7,3	5,3	3,8	2,7	2,0	1,4	1,0
	70	65,5	65,5	63,8	61,6	58,7	55,0	50,5	45,3	39,5	33,4	27,5	22,0	17,1	13,0	9,7	7,2	5,2	3,8	2,7	1,9	1,4	1,0
	60	56,7	56,7	55,4	53,7	51,5	48,6	45,1	40,9	36,1	31,0	25,8	20,9	16,4	12,6	9,5	7,1	5,2	3,8	2,7	1,9	1,4	1,0
	50	47,7	47,7	46,8	45,6	43,9	41,8	39,2	36,0	32,2	28,1	23,8	19,5	15,6	12,1	9,2	6,9	5,1	3,7	2,7	1,9	1,4	1,0
	40	38,5	38,5	37,9	37,1	36,0	34,6	32,8	30,5	27,7	24,6	21,2	17,8	14,5	11,4	8,8	6,7	5,0	3,6	2,6	1,9	1,4	1,0
	35	33,8	33,8	33,4	32,8	31,9	30,8	29,3	27,5	25,2	22,6	19,7	16,7	13,7	11,0	8,5	6,5	4,9	3,6	2,6	1,9	1,4	1,0
	30	29,1	29,1	28,8	28,3	27,7	26,9	25,7	24,3	22,5	20,4	18,0	15,5	12,9	10,4	8,2	6,3	4,8	3,5	2,6	1,9	1,4	1,0
Icc anterior en kA	25 →	24,4	24,4	24,2	23,8	23,4	22,8	22,0	20,9	19,6	18,0	16,1	14,0	11,9	9,8	7,8	6,1	4,6	3,4	2,5	1,9	1,3	1,0
	20	19,6	19,6	19,5	19,2	19,0	18,6	18,0	17,3	16,4	15,2	13,9	12,3	10,6	8,9	7,2	5,7	4,4	3,3	2,5	1,8	1,3	1,0
	15	14,8	14,8	14,7	14,6	14,4	14,2	13,9	13,4	12,9	12,2	11,3	10,2	9,0	7,7	6,4	5,2	4,1	3,2	2,4	1,8	1,3	0,9
	10	9,9	9,9	9,9	9,8	9,7	9,6	9,5	9,3	9,0	8,6	8,2	7,6	6,9	6,2	5,3	4,4	3,6	2,9	2,2	1,7	1,2	0,9
	7	7,0	7,0	6,9	6,9	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,3	6,1	5,7	5,3	4,9	4,3	3,7	3,1	2,5	2,0	1,6	1,2	0,9
	5	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,3	4,1	3,8	3,5	3,1	2,7	2,2	1,8	1,4	1,1	0,8
	4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6	3,4	3,2	3,0	2,7	2,3	2,0	1,7	1,3	1,0	0,8
	3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,2	2,0	1,7	1,5	1,2	1,0	0,8
	2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8	0,7
	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5
Aluminio	**Sección de los conductores de fase (mm²)**	**Longitud de la canalización (en metros)**																				
	2,5												1,3	1,9	2,7	3,8	5,4	7,6	10,8	15	22	
	4											1,1	1,5	2,2	3,0	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34
	6											1,6	1,7	2,5	3,5	4,9	7,0	9,9	14	20	28	40
	10										1,5	2,1	2,9	4,1	5,8	8,2	11,6	16	23	33	47	66
	16									2,2	3,0	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34	49	69	98	138
	25							1,7	2,4	3,4	4,8	6,7	9,5	13	19	27	38	54	76	108	152	216
	35						1,7	2,4	3,3	4,7	6,7	9,4	13	19	27	38	53	75	107	151	213	302
	50					1,6	2,3	3,2	4,5	6,4	9,0	13	18	26	36	51	72	102	145	205	290	410
	70					2,4	3,3	4,7	6,7	9,4	13	19	27	38	53	75	107	151	213	302	427	
	95				2,3	3,2	4,5	6,4	9,0	13	18	26	36	51	72	102	145	205	290	410		
	120				2,9	4,0	5,7	8,1	11,4	16	23	32	46	65	91	129	183	259	366			
	150				3,1	4,4	6,2	8,8	12	18	25	35	50	70	99	141	199	281	398			
230 / 400 V	185			2,6	3,7	5,2	7,3	10,4	15	21	29	42	59	83	117	166	235	332	470			
	240		1,6	2,3	3,2	4,6	6,5	9,1	13	18	26	37	52	73	103	146	207	293	414			
	300	1,4	1,9	2,7	3,9	5,5	7,8	11	16	22	31	44	62	88	124	176	249	352	497			
	2 x 120	1,4	2,0	2,9	4,0	5,7	8,1	11,4	16	23	32	46	65	91	129	183	259	366	517			
	2 x 150	1,6	2,2	3,1	4,4	6,2	8,8	12	18	25	35	50	70	99	141	199	281	398				
	2 x 185	1,8	2,6	3,7	5,2	7,3	10,4	15	21	29	42	59	83	117	166	235	332	470				
	2 x 240	2,3	3,2	4,6	6,5	9,1	12,9	18	26	37	52	73	103	146	207	293	414	583				
	3 x 120	2,1	3,0	4,3	6,1	8,6	12,1	17	24	34	48	69	97	137	194	274	388	549				
	3 x 150	2,3	3,3	4,7	6,6	9,3	13,2	19	26	37	53	75	105	149	211	298	422	596				
	3 x 185	2,8	3,9	5,5	7,8	11,0	15,6	22	31	44	62	88	125	176	249	352	498	705				
	2 x 300	2,8	3,8	5,4	7,8	11	16	22	32	44	62	88	124	176	248	352	498					
	3 x 240	3,4	4,8	6,9	9,7	13,7	19	27	39	55	78	110	155	219	310	439	621					
	4 x 240	4,6	6,4	9,2	13	18	26	36	52	74	104	146	206	292	414	586						
	4 x 300	5,6	7,6	10,8	14,6	22	32	44	64	88	124	176	248	352	496	704						

3 EJEMPLO DE CALCULO

En este ejemplo se realiza un cálculo completo de instalación según el método de las impedancias. En el campo de la protección de personas, también se realiza un cálculo completo de la corriente de falla, siendo ésta, en el ejemplo, siempre inferior al cortocircuito monofásico, por lo que servirá de referencia para la regulación de los relés magnéticos de los interruptores automáticos.

Datos básicos del ejemplo en cuestión



Sea una instalación en esquema TN 230/400 V, alimentada por un transformador AT/BT de 630 kVA (Ucc: 4%), siendo la potencia de cortocircuito de la red AT de 500 MVA.

S_{KQ} = 500 MVA

Red AT

$$Z_Q = \frac{(m \times U_n)^2}{S_{kQ}} = \frac{(1{,}05 \times 400)^2}{500000} = 0{,}353\ m\Omega$$

X_Q =0,995 x Z_Q =0,351 mΩ y R_Q =0,1 x XQ =0,035 mΩ

R_Q =0,035 mΩ	X_Q =0,351 mΩ

S_{Tr} = 630 kVA
U_{cc} = 4%
I_n = 866 A

Transformador AT/BT

• Cálculo de I_{CC3}

$$Z_{Tr} = \frac{(m \times U_n)^2}{S_{Tr}} \times \frac{U_{CC}}{100} = \frac{(1{,}05 \times 400)^2}{630} \times \frac{4}{100} = 11{,}2\ m\Omega$$

R_{Tr} =0,31 x Z_{Tr} =3,472 mΩ y X_{Tr} =0,95 x Z_{Tr} =10,640 mΩ

R_{Tr}=3,472 mΩ	X_{Tr} =10,640 mΩ	ΣR =3,507 mΩ	ΣX =10,991 mΩ

$$\Rightarrow I_{CC3} = \frac{1{,}05 \times 1{,}05 \times 231}{\sqrt{3{,}507^2 + 10{,}991^2}} = 22{,}07\ kA$$

I_{cc3} = 22,07 kA

Cobre/PR
S_{Ph} = 2x185mm²
S_N = 2x185mm²
S_{PE} = 1x95mm²
I_S = 866 A
I_Z = 1054 A
L= 5 m

Cable de llegada

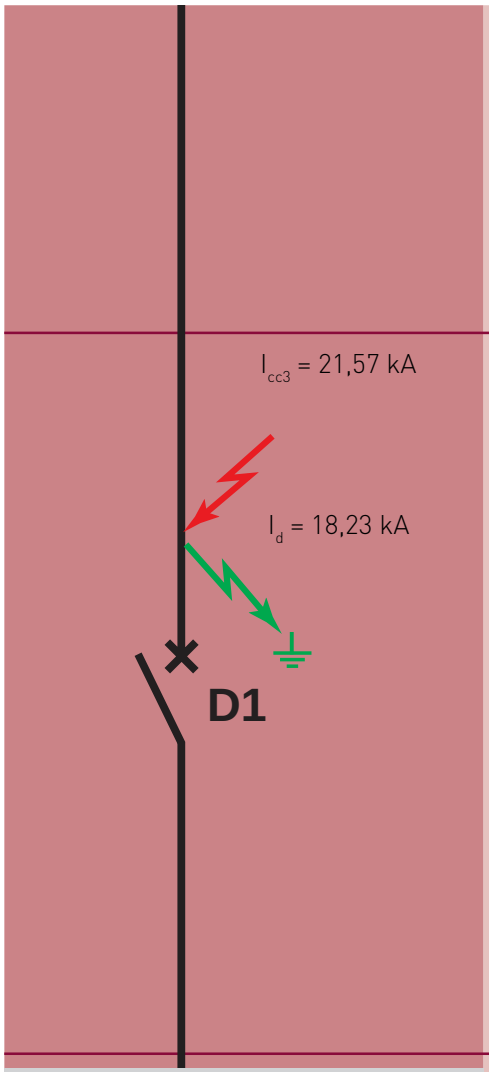
• Cálculo de I_{CC3}

$$R_c = \rho_0 \times 10^3 \times \frac{L}{n_{Ph} \times S_{Ph}} = 0{,}01851 \times 10^3 \times \frac{5}{2 \times 185} = 0{,}250\ m\Omega$$

$$X_c = \lambda \times \frac{L}{n_{Ph}} = 0{,}08 \times \frac{5}{2} = 0{,}200\ m\Omega$$

R_c=0,250 mΩ	X_c =0,200 mΩ	ΣR =3,757 mΩ	ΣX =11,191 mΩ

$$I_{CC3} = \frac{1{,}05 \times 1{,}05 \times 231}{\sqrt{3{,}757^2 + 11{,}191^2}} = 21{,}57\ kA$$



- Cálculo de I_d

$$R_c = \rho_1 \times 10^3 \times L\left(\frac{1}{n_f \times S_f} + \frac{1}{n_{PE} \times S_{PE}}\right) = 0{,}02314 \times 10^3 \times 5\left(\frac{1}{2 \times 185} + \frac{1}{95}\right) = 1{,}53\ m\Omega$$

$$X_c = \lambda \times L\left(\frac{1}{n_f} + \frac{1}{n_{PE}}\right) = 0{,}08 \times 5\left(\frac{1}{2} + 1\right) = 0{,}600\ m\Omega$$

R_c =1,531 mΩ	X_c =0,600 mΩ	ΣR =5,038 mΩ	ΣX =11,591 mΩ

$$I_d = \frac{0{,}95 \times 1{,}05 \times 231}{\sqrt{5{,}038^2 + 11{,}191^2}} = 18{,}23\ kA$$

Elección y ajustes del automático D1

- Calibre (I_n)

Debería ser igual al menos a I_B. Entre las soluciones ofrecidas, tomaremos un DPX 1600 de calibre 1600 A para permitir una evolución posterior de la instalación.

- Poder de corte

PdC ≥ I_{cc3} ⟹ PdC≥ 21,57 kA. El poder de corte del DPX 1600 es de 50 kA.

- Número de polos

3P

- Regulación del térmico (Ir)

$I_B \leq I_r < I_z$ ⟹ 866 ≤ I_r < 1054 A.

La regulación por lo tanto deberá estar entre $\frac{866}{1600} = 0{,}54$ y $\frac{1054}{1600} = 0{,}64$

Tomaremos Ir 0 0,6 x In es decir Ir = 960 A

- Regulación del magnético (Im)

$I_m \leq \frac{I_d}{1{,}2}$

I_d: la falla más pequeña en el extremo de la línea (nivel del juego de barras)

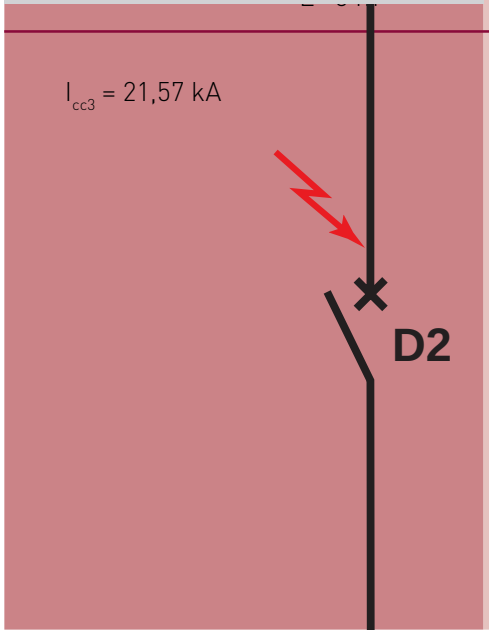
1,2: considerando una tolerancia del 20% sobre la curva de activación

$I_m \leq \frac{18230}{1{,}2}$ ⟹ $I_m \leq$ 15191 A.

La regulación máxima posible es: Im = 10 x Ir = 9600 A.

Juego de barras

Por regla general, las impedancias de los juegos de barras son despreciables



Elección y ajustes del automático D2

- Calibre (I_n)

Debería ser igual al menos a I_B. Escogeremos un DPX 250 de calibre 250 A.

- Poder de corte

PdC ≥ I_{cc3} ⟹ PdC≥ 21,57 kA. El poder de corte del DPX 250 es de 36 kA.

- Número de polos 3P

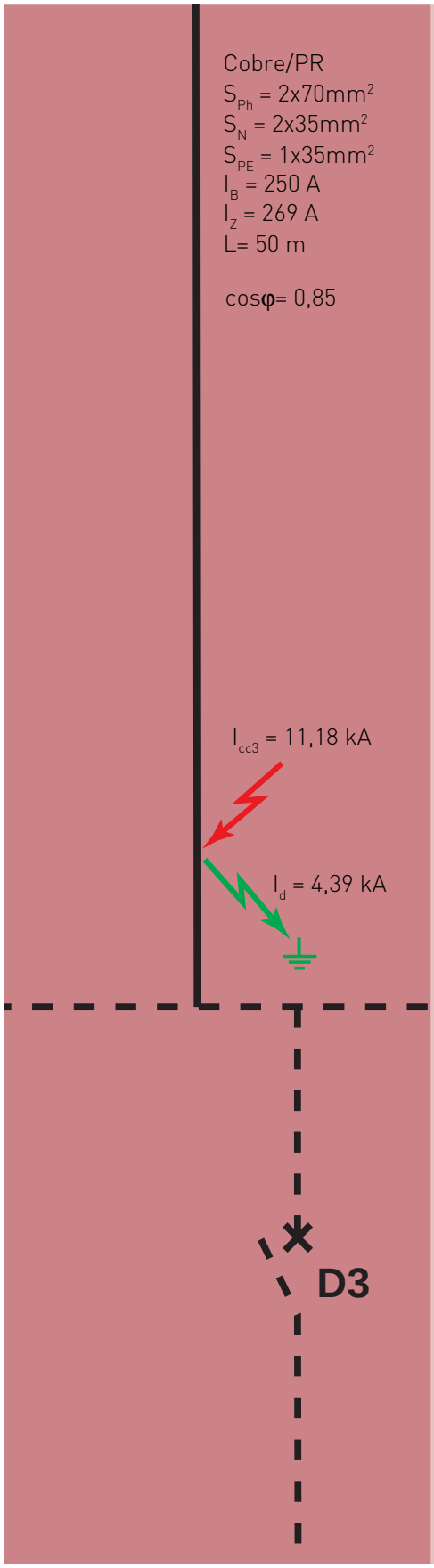
- Regulación del térmico (Ir)

$I_B \leq I_r < I_z$ ⟹ 250 ≤ I_r < 269 A. La regulación máxima es: Ir = 1 x In = 250 A.

- Regulación del magnético (Im)

$I_m \leq \frac{I_d}{1{,}2}$ ⟹ $I_m \leq \frac{4390}{1{,}2}$ ⟹ $I_m \leq$ 3658 A.

La regulación es: Im = 10 x In = 2500 A.



Cable de llegada

• Cálculo de I_{CC3} (este valor es el que servirá para determinar el PdC del automático D3)

$$R_c = \rho_0 \times 10^3 \times \frac{L}{n_f \times S_f} = 0{,}01851 \times 10^3 \times \frac{50}{1 \times 70} = 13{,}221\ m\Omega$$

$$X_c = \lambda \times \frac{L}{n_f} = 0{,}08 \times \frac{50}{1} = 4\ m\Omega$$

R_c =13,221 mΩ	X_c = 4 mΩ	ΣR =16,979 mΩ	ΣX =15,191 mΩ

$$\Longrightarrow I_{CC3} = \frac{1{,}05 \times 1{,}05 \times 231}{\sqrt{16{,}979^2 + 15{,}191^2}} = 11{,}18\ kA$$

• Cálculo de I_d

$$R_c = \rho_1 \times 10^3 \times L \left(\frac{1}{n_f \times S_f} + \frac{1}{n_{PE} \times S_{PE}}\right) = 0{,}02314 \times 10^3 \times 50 \left(\frac{1}{70} + \frac{1}{35}\right) = 49{,}586\ m\Omega$$

$$X_c = \lambda \times L \left(\frac{1}{n_f} + \frac{1}{n_{PE}}\right) = 0{,}08 \times 50 \left(1 + 1\right) = 8\ m\Omega$$

R_c =49,586 mΩ	X_c = 8 mΩ	ΣR =54,623 mΩ	ΣX =19,591 mΩ

$$\Longrightarrow I_d = \frac{0{,}95 \times 1{,}05 \times 231}{\sqrt{54{,}623^2 + 19{,}591^2}} = 4{,}39\ kA$$

• Cálculo de la caída de la tensión

$$u = b\ (\rho_1 \frac{L}{S} \cos\varphi + \lambda\ L \sin\varphi)\ I_B$$

En trifásico b=1

$$u = (0{,}02314 \times \frac{50}{70} \times 0{,}85 + 0{,}8 \times 10^3 \times 50 \times 0{,}527) \times 250 = 4{,}04\ V$$

$$\Delta u = \frac{4{,}04}{231} \times 100 = 1{,}75\ \%$$

Sabiendo que la caída de tensión en la parte anterior es de 0,14% (valor previamente calculado), la caída de tensión acumulada total es de 1,89 %

ELECCION DE LOS EQUIPOS DE PROTECCION

Al tiempo que se busca la mayor continuidad posible, la elección de un equipo de protección contempla dos objetivos obligatorios:
– proteger a las personas
– proteger las canalizaciones.
Al contrario de lo que ocurre con un equipo de seccionamiento (partición, corte funcional, corte de emergencia), el objetivo principal en este caso no es el de la protección automática.

La protección de las personas contra contactos indirectos se realiza adecuando el régimen de neutro y las características de la instalación (longitudes de líneas) (véase el capítulo II.A.4).
La protección de las canalizaciones está destinada a limitar los efectos de las sobrecargas y de los cortocircuitos (véanse los capítulos II.A.1 y II.A.3). El concepto de selectividad se refiere a los aspectos de selectividad entre aparatos (véase el capítulo II.B.3).







No confundir las normas de productos con las normas de instalación. Las primeras se refieren al conjunto de aparatos y son responsabilidad de los fabricantes, mientras que las segundas se refieren a la realización, que garantiza el buen funcionamiento, la seguridad y la duración de las instalaciones.
La ley ha hecho obligatorias las normas de instalación; los instaladores deben aplicarlas, pero además deben garantizar un nivel global de prestaciones de la instalación (desde el tablero principal hasta el enchufe), apoyándose en la calidad de los productos y en las garantías que sólo un gran fabricante puede darles.

Los aparatos de protección garantizan la protección de dichos circuitos y de las personas: estamos hablando de los interruptores automáticos y de los fusibles. Los interruptores automáticos DX y DPX garantizan al mismo tiempo el corte y la protección. Los aparatos de corte permiten controlar los diferentes circuitos de una instalación: son los interruptores y contactores, así como otros aparatos (termostatos, telerruptores...) si el corte desempeña sólo un papel funcional (véase el capítulo II.B.5).

Interruptores magnetotérmicos Legrand: DPX, DX

Un interruptor magnetotérmico es al mismo tiempo un dispositivo de corte capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes de una intensidad igual como máximo a su corriente asignada (In), y un dispositivo de protección capaz de interrumpir automáticamente corrientes de sobreintensidad que pueden ser provocadas por fallas en las instalaciones.
Los interruptores magnetotérmicos Legrand se dividen en dos grandes categoría: los interruptores de potencia DPX (caja moldeada), y los interruptores divisonarios DX (modulares). La elección de las características de un interruptor está condicionada por el dimensionado de la instalación.

1 DIFERENTES TECNOLOGIAS UTILIZADAS

La detección de sobreintensidades se realiza mediante tres dispositivos diferentes: térmicos para sobrecargas, magnéticos para cortocircuitos y electrónicos para ambos. Los interruptores térmicos y magnéticos, generalmente asociados (interruptores automáticos magnetotérmicos), poseen una técnica probada y económica, si bien ofrecen menos facilidades de regulación que los interruptores electrónicos.

Los interruptores magnetotérmicos Legrand garantizan también:
- el control de un circuito, manual o automático
- el seccionamiento de corte evidente (DPX) y de corte visible para los aparatos extraíbles y desembornables
- el corte de urgencia
- la protección diferencial
- la protección por falta de tensión.

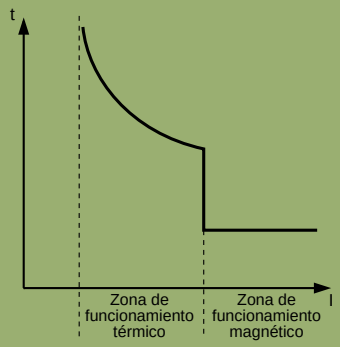
1 Relé térmico

Está constituido por un termoelemento cuyo calentamiento por encima de los valores normales de funcionamiento provoca una deformación que libera el cierre de bloqueo de los contactos. El tiempo de reacción de un termoelemento es inversamente proporcional a la intensidad de la corriente. Debido a su inercia térmica, cada nueva activación del circuito disminuirá su tiempo de reacción.
Los interruptores automáticos DPX permiten regular la corriente de activación Ir entre determinados límites (0,4 a 1 In, según los modelos).

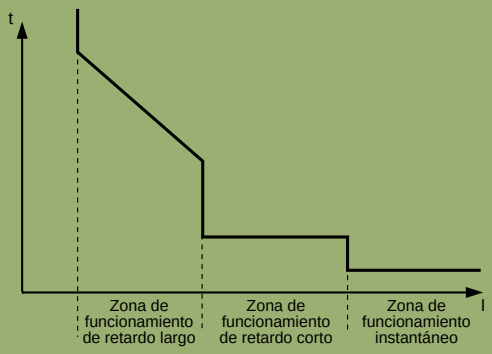
2 Relé magnético

Está constituido por un bucle magnético cuyo efecto libera el cierre de bloqueo de los contactos, provocando así el corte en caso de sobreintensidad elevada. El tiempo de respuesta es muy corto (del orden de una centésima de segundo). Los interruptores de potencia DPX poseen un ajuste de Im (hasta 10 x Ir) que permite ajustar el valor de disparo a las condiciones de protección de la instalación (corriente de falla y contacto indirecto). Además, dicho ajuste permite buscar las mejores condiciones de selectividad entre los aparatos.

Curvas típicas de disparo



Activador magnetotérmico



Activador electrónico

3 Relé electrónico

Un toroidal, situado en cada conductor, mide permanentemente la corriente en cada uno de ellos. Esta información es tratada por un módulo electrónico que acciona el disparo del interruptor cuando se sobrepasan los valores de ajuste. La curva del interruptor presenta tres zonas de funcionamiento.

• Zona de funcionamiento «instantáneo».

Garantiza la protección contra cortocircuitos de alta intensidad. Viene ajustada de fábrica a un valor determinado (5 a 20 kA según los modelos).

• Zona de funcionamiento de «retardo corto».

Garantiza la protección contra cortocircuitos de intensidad menor, generalmente en el extremo de línea. El umbral de activación suele ser regulable. La duración del retardo puede llegar por pasos hasta un segundo a fin de garantizar la selectividad con los aparatos situados aguas abajo.

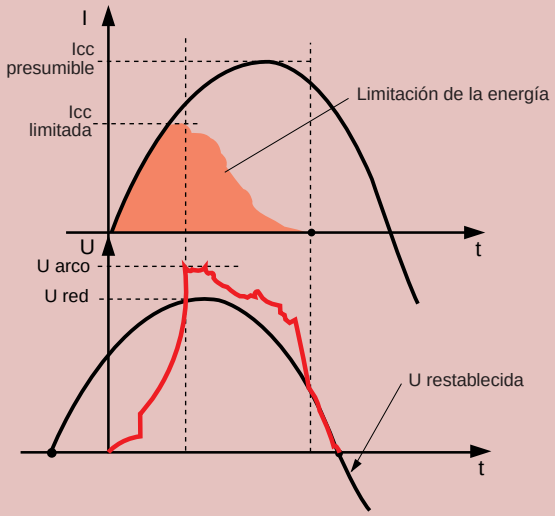
• Zona de funcionamiento de «largo retardo».

Es asimilable a la característica de un interruptor térmico. Permite garantizar la protección de los conductores contra sobrecargas.

Los relés electrónicos de los DPX garantizan, según los modelos, innovadoras funciones complementarias.
Memoria térmica: en el ámbito de la protección «retardo largo», el relé memoriza la imagen del calentamiento producido por una sobrecarga. Esta «memoria térmica» se refresca periódicamente si no se produce otra sobrecarga. Por el contrario, en caso de sobrecargas sucesivas los efectos se acumulan y el tiempo de intervención del aparato se reduce proporcionalmente, quedando así asegurada la protección del cable.
Selectividad lógica: una conexión específica entre dos aparatos permite asignar al situado en primer lugar un retardo complementario de 50 ms a fin de que el aparato situado aguas abajo tenga tiempo de cortar. Función de corte intermitente de corriente: cuando circula por un aparato una corriente superior al 105% de Ir, se puede, utilizando los contactos de salida, cortar intermitentemente la corriente de los circuitos no prioritarios. la información de corte intermitente de corriente se anula cuando la carga del aparato vuelve a ser inferior al 85% de Ir. Señalización de la carga del aparato mediante LED en la parte delantera (verde: normal; rojo fijo: $I \geq 0{,}9 \times I_r$; rojo intermitente: $I \geq 1{,}05 \times I_r$).
Conector en la parte delantera para conexión de la caja de verificador electrónico ref. 261 99.
Autoprotección en caso de anomalía del microprocesador.
Dispositivo de detección de fallos de tierra importantes, con ajuste de la corriente Ig de 0,2 a 1 •In y del tiempo Tg de 0,1 a 1 segundo.

Arco eléctrico

El corte de corriente tiene lugar en la cámara de corte del interruptor, concebida para controlar el arco eléctrico que se produce al abrirse los contactos (asimilables a electrodos). La energía del arco puede llegar a ser considerable, de hasta 100 kilo-julios y 20.000 °C, pudiendo provocar la erosión de los contactos por vaporización del metal. Por lo tanto, conviene «extinguir» el arco lo antes posible para reducir sus efectos.
El campo magnético producido por el arco (que es un conductor) se utiliza para llevarlo a una «cámara de corte» y estirarlo hasta su extinción.
Los mecanismos de los interruptores deben conjugar una apertura muy rápida de los contactos (limitación de la erosión) con una elevada presión de contacto (oposición a los esfuerzos electrodinámicos).



2 CARACTERISTICAS DE LOS INTERRUPTORES AUTOMATICOS

1 Tensión de utilización asignada Ue (en V)

Tensión o tensiones bajo las que puede utilizarse el interruptor. El valor dado es generalmente el máximo. A tensiones inferiores, ciertas características pueden ser diferentes, incluso mejores, como el poder de corte.

2 Tensión de aislamiento Ui (en V)

Este valor sirve de referencia para las características de aislamiento del aparato. Sobre esta base se determinan las tensiones de prueba dieléctrica (onda de choque, frecuencia industrial...).

3 Tensión de choque Uimp (en kV)

Este valor caracteriza la aptitud del aparato para resistir sobretensiones transitorias debidas al rayo (onda normalizada 1,2/50 µs, véase «Comprobación de las características de aislamiento» en el capítulo II.A.4).

4 Corriente asignada In (en A)

Es el valor máximo de corriente que el interruptor puede soportar de manera permanente. Este valor viene siempre dado para una temperatura ambiente en torno al aparato de 40 °C según la norma CEI 60947-2, y de 30 °C según la norma CEI 60898. Si la temperatura a la que se utiliza el aparato es superior, puede ser necesario disminuir la corriente de utilización (véase el capítulo II.E.2).

5 Poder de corte último Icu (en KA)

Es el valor máximo de corriente de cortocircuito que puede cortar un interruptor automático bajo una tensión y un desfase (cos ρ) determinados. Las pruebas se realizan siguiendo el orden O – t – CO; O representa una maniobra de apertura, t un intervalo de tiempo y CO una maniobra de cierre seguida de una maniobra de apertura automática. Después de la prueba, el interruptor debe seguir proporcionando un cierto nivel de seguridad mínimo (seccionamiento, comportamiento dieléctrico).

En la norma internacional CEI 60898, el poder de corte del aparato se prueba de la misma manera, pero recibe el nombre de Icn. Tras la prueba, el interruptor debe conservar sus propiedades dieléctricas y poder activarse según las especificaciones de la norma.

Poder de corte en el esquema IT

Cuando la instalación se realiza según el esquema IT, la regla del poder de corte debe aplicarse no sólo a la corriente de cortocircuito trifásico en el punto considerado, sino también a la corriente de doble falla presumible.
Se recomienda que el dispositivo de protección pueda cortar en un solo polo, bajo la tensión entre fases, la corriente de doble falla tomada igual a:
- 0,15 veces la corriente de cortocircuito trifásica en el punto considerado si ésta no sobrepasa los 10 kA
- 0,25 veces la corriente de cortocircuito trifásica en el punto considerado si ésta es superior a 10 kA.

DNX y DX 1P+N		1,5 kA
DX curva B y C	† 63 A	3 kA
DX-h curva B y C	† 20 A	6 kA
	25 A	5 kA
	32 et 40 A	4 kA
	50 et 63 A	3 kA
DX-L curva C	80 125 A	4 kA
DX-D 15 kA	† 32 A	4 kA
	40 125 A	3 kA
DX-D 25 kA	10 32 A	6 kA
DX curva MA	† 6,3 A	6 kA
	10 25 A	4 kA

DPX 125	9 kA
DPX 160	9 kA
DPX 250	16 kA*
DPX-h 250	20 kA*
DPX 630	16 kA*
DPX-H 630	20 kA*
DPX 1600	20 kA*
DPX-H 1600	25 kA*

*Valor de poder de corte de 1 polo igual al valor de poder. Corte sobre 690V trif sico (art. 533.3 - norma francesa - NF C 15-100)

Ejemplo: para una Icc trifásica de 20 kA con una alimentación de 230-400 V, el poder de corte en un polo deberá ser superior a 0,25 •20 = 5 kA con 400 V. Poder de corte de un solo polo bajo 400 V según la EN 60947-2

6 Poder de corte de servicio Ics

Es el valor de Icu expresado en porcentaje, entre los valores: 25% (categoría A solamente), 50%, 75% ó 100%. El automático debe poder funcionar normalmente tras haber cortado varias veces la corriente Ics siguiendo la secuencia O-CO-CO.
La norma CEI 60898 indica los valores mínimos que deben alcanzarse en función de la Icn del aparato.

7 Corriente de corta duración admisible Icw (en kA)

Es el valor de la corriente de cortocircuito que un interruptor automático de categoría B (véase más adelante) es capaz de soportar durante un periodo determinado sin que sus características se alteren. Este valor está destinado a permitir la selectividad entre aparatos. El interruptor en cuestión puede permanecer cerrado durante el tiempo de eliminación de la falla mediante el dispositivo situado a continuación, en tanto en cuanto la energía I^2t no sobrepase el valor de Icw^2 (1 s).

¡Atención! Por convenio, el valor Icw viene dado para un tiempo t = 1 s. Para otra duración t, ésta deberá indicarse, por ejemplo Icw 0,2 . Será conveniente entonces comprobar que la limitación térmica $I^2 t$, generada hasta el corte del dispositivo situado a continuación, es efectivamente inferior a $Icw^2 t$.

Durante su vida útil, es muy raro que un interruptor automático tenga que cortar la corriente máxima de cortocircuito presumible (que ha servido para determinar su poder de corte mínimo). Por el contrario, podrá verse obligado a cortar corrientes más débiles. Si son inferiores a la Ics del aparato, significa que podrá continuar siempre funcionando correctamente tras el corte y que la instalación podrá volver a ponerse en marcha inmediatamente. Cabe señalar que hasta el momento, pocas o ninguna norma de instalación hacen referencia a la Ics.

Los interruptores termomagnéticos son siempre identificados con 2 poderes de ruptura. Esta distinción resulta de normas que incluyen condiciones y ensayos diferentes.
- **10.000: Norma EN 60898 para los aparatos domiciliarios maniobrados por personas no calificadas, que pueden rearmar el interruptor varias veces. La indicación del poder de ruptura (Amperes) figura siempre dentro de un cuadrado.**
- **10kA; norma EN 60947-2 para todas las aplicaciones, en este caso las personas que intervienen son calificadas, la indicación de capacidad de ruptura figura siempre con su unidad de kA.**

8 Poder de cierre asignado bajo cortocircuito Icm (kA peak)

Se trata de la mayor intensidad de corriente que un aparato puede establecer bajo la tensión asignada en las condiciones de la norma. Los aparatos sin función de protección, tales como los interruptores, deben soportar corrientes de cortocircuito en valor y duración resultantes de la acción del dispositivo de protección asociado.

9 Categoría de empleo

La norma internacional CEI 60947-2 clasifica los interruptores en dos categorías:
– Categoría A para los interruptores sin ninguna temporización para la activación bajo cortocircuito.
– Categoría B para los interruptores que poseen una temporización, la cual es regulable para permitir una selectividad cronométrica para un valor de cortocircuito inferior a Icw. El valor Icw debe ser al menos igual al mayor de los dos valores, 12 In ó 5 kA, para los interruptores de corriente asignada igual como máximo a 2.500 A, y a 30 kA por encima de dicho valor.

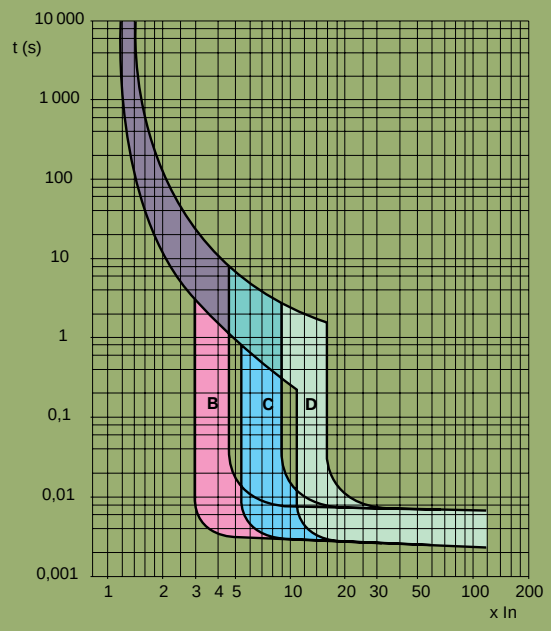
3 CURVAS DE DISPARO

Para los interruptores automáticos divisionarios, la corriente magnética se ajusta en fábrica según la norma internacional EN 60898:
• Curva B: 3 a 5 In
• Curva C: 5 a 10 In
• Curva D: 10 a 20 In
Pueden utilizarse igualmente otros tipos de curvas:
• Curva Z: 2,4 a 3,6 In
• Curva MA: 12 a 14 In

Normas de productos

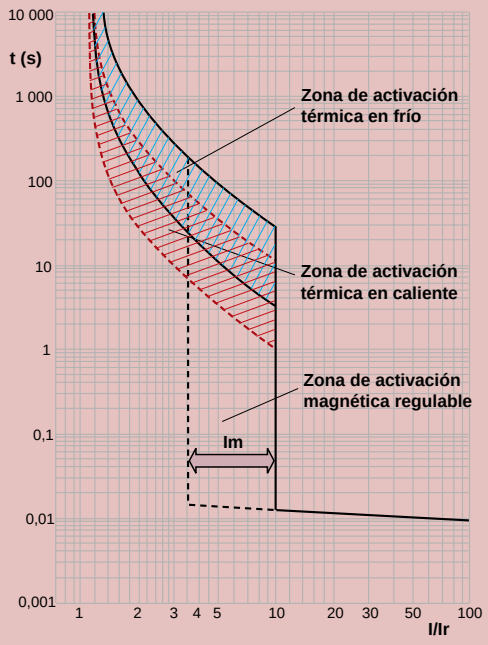
• Norma internacional CEI 60898
En la práctica, raras veces se hace referencia a esta norma para los circuitos terminales de las instalaciones domésticas, residenciales, pequeño sector terciario, donde los operarios no están calificados.
Se aplica hasta 125 A, 25.000 A de poder de corte y 440 V. La activación térmica se efectúa entre 1,05 y 1,3 In. Determina zonas de funcionamiento, B, C y D con regulación magnética.
• Norma internacional CEI 60947-2
• Norma de ámbito industrial, supone que los operarios están calificados. No fija zona de funcionamiento: todas las características (Ir, Im, t...) pueden ser regulables. Para Ir = 1 In, la activación debe producirse entre 1,13 y 1,45 In. Los productos que respetan la norma internacional CEI 60898 son igualmente utilizables en instalaciones industriales, con
los límites de sus características. Los interruptores automáticos DX Legrand cumplen ambas normas.
Norma internacional CEI 61009-1
Se aplica a los interruptores automáticos que poseen función diferencial.
• Norma internacional CEI 61008-1
Se aplica a los interruptores diferenciales.

Curvas de disparo de los automáticos DX



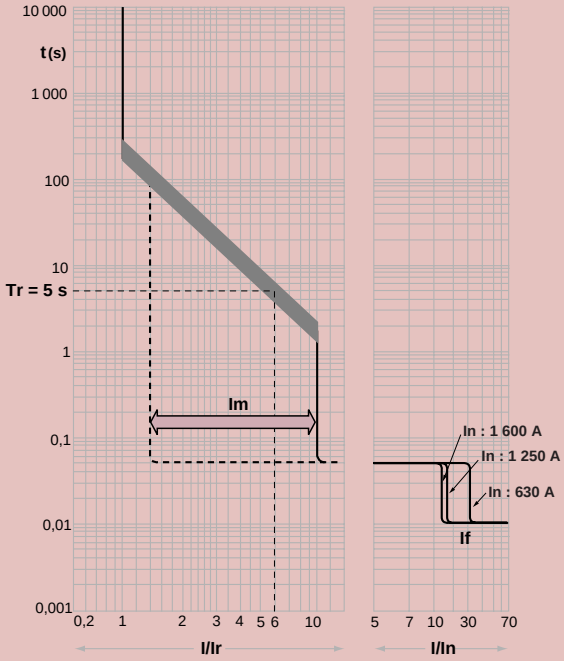
Por regla general, se utilizan los interruptores con curva C para las aplicaciones usuales de distribución. Puede ser necesario recurrir a la curva B para intensidades débiles de cortocircuito (gran longitud, divisionario en régimen IT, TN, alternador...).
En caso de corrientes de partidas elevadas (transformadores, motores), la curva D evita los disparos intempestivos, especialmente en el arranque.
El tipo MA (solamente magnético) posee un umbral de funcionamiento destinado a una continuidad máxima de servicio. Por esa razón se utiliza en los circuitos de seguridad.

Curva de disparo de un interruptor automático DPX magnetotérmico



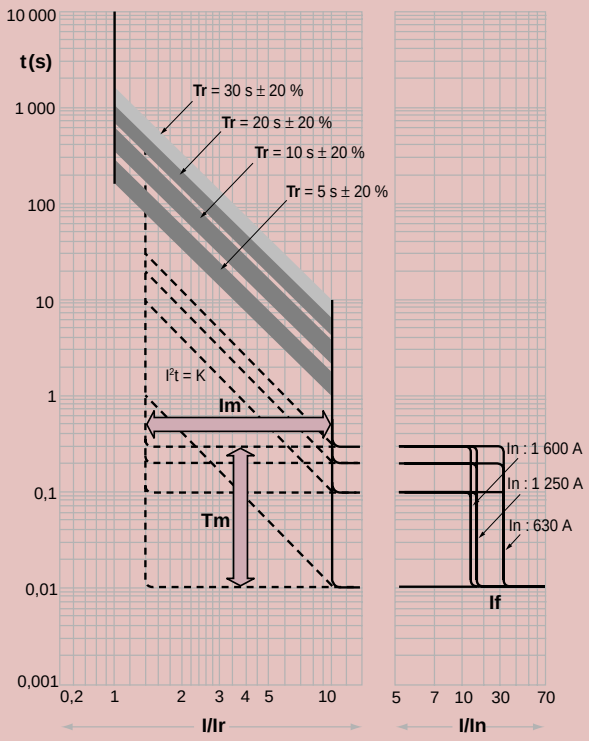
I: corriente real
Ir: protección térmica contra sobrecargas (ajuste Ir = x In)
Im: protección magnética contra cortocircuitos (ajuste Im = x Ir)
Teniendo en cuenta que la abscisa de las curvas expresa la relación I/Ir, la modificación del ajuste de Ir no cambia la representación gráfica de la activación térmica. En contrapartida, el ajuste magnético es directamente legible (de 3,5 a 10 en el ejemplo).

Curva de disparo de un interruptor automático DPX electrónico 1 (DPX 1600)

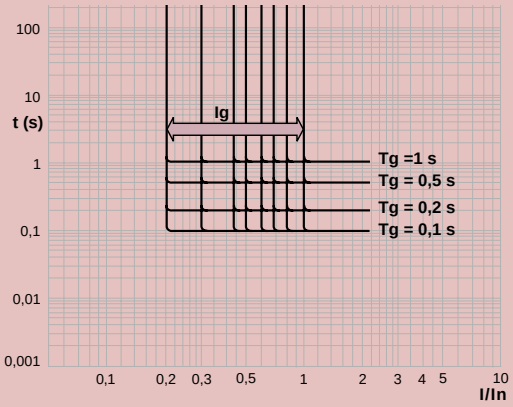


I: corriente real
Ir: protección de retardo largo contra sobrecargas (regulable Ir = x In)
Tr: tiempo de acción de la protección de retardo largo (fijo: 5 s a 6 Ir)
Im: protección de retardo corto contra cortocircuitos (regulable: Im = x Ir, de 1,5 a 10 Ir en el ejemplo)
Tm: tiempo de acción de la protección de retardo corto (Fijo: 0,1 s)
If: protección instantánea de umbral fijo (5 ó 20 kA según el modelo)

Curva de disparo de un interruptor automático DPX electrónico 2 (DPX - H 1600)



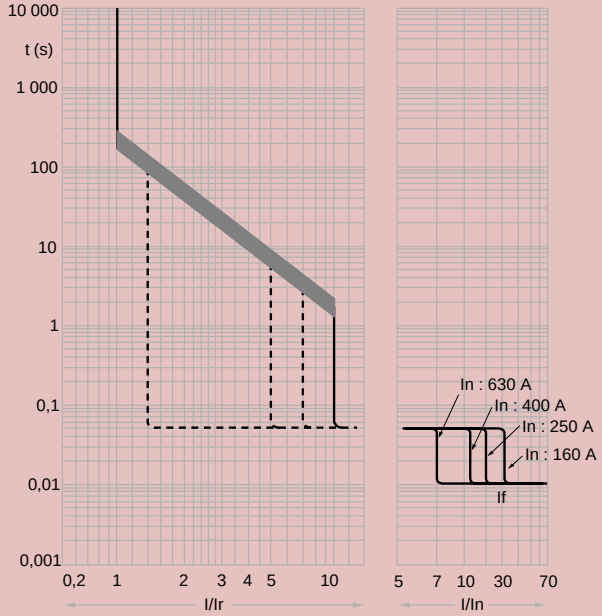
I: corriente real
Ir: protección de retardo largo contra sobrecargas (regulable Ir = x In)
Tr: tiempo de acción de la protección de retardo largo (regulable: 5 s a 6 Ir)
Im: protección de retardo corto contra cortocircuitos (regulable: Im = x Ir, de 1,5 a 10 Ir en el ejemplo)
Tm: tiempo de acción de la protección de retardo corto (regulable: 0 a 0,3 s)
I² t constante (regulable para Tm). Véase «Selectividad lógica» en el capítulo II.C.2)
If: protección instantánea de umbral fijo (5 ó 20 kA según el modelo)



Ig: medida de la falla de tierra (regulable: Ig = x In)
Tg: temporización de la falla de tierra (regulable; 0,1 a 1 s)

Ejemplo de ajustes y de lectura de curvas

Ejemplo:
I_B = 500 A
$Icc3_{máx}$ = 25 kA en el punto de instalación
⟹ DPX 630, calibre 630 A (ref. 256 03)
⟹ ajuste retardo largo (sobrecarga Ir =0,8 x In, es decir 504 A



Caso 1: Icc mínima elevada

Icc mín. (en extremo de línea) = 20 kA
⟹ ajuste retardo corto (cortocircuito) Im = 10 x Ir, o sea 5.040 A
Lectura de las curvas:
Si I < 504 A ⟹ no hay disparo
Si 504 A ≤ I < 5 kA ⟹ disparo entre 1 y 200 s (protección retardo largo)
Si I > 5 kA ⟹ disparo en 0,01 s (protección instantánea de umbral fijo)

Caso 2: Icc mín. débil

Icc mín. (en extremo de línea) = 4 kA
⟹ ajuste retardo corto (cortocircuito) Im = 5 x Ir, o sea 2.520 A
Lectura de las curvas:
Si I < 504 A ⟹ no hay disparo
Si 504 A ≤ I < 2.520 A ⟹ disparo entre 10 y 200 s (protección retardo largo)
Si 2.520 A < I < 5 kA ⟹ disparo < 0,1 s (protección retardo corto)
Si I > 5 kA ⟹ disparo en 0,01 s (protección instantánea de umbral fijo)

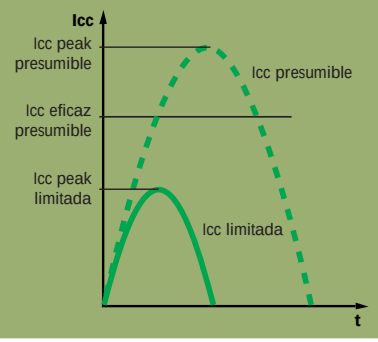
Caso 3: Esfuerzo térmico del cable limitado

Icc mín. (en extremo de línea) = 20 kA
Conductor 10 mm², esfuerzo térmico admisible:
1,32 x 10^6 A^2 s, o sea 3.633 A para 0,1 s
⟹ ajuste retardo corto (cortocircuito) Im = 7 x Ir, o sea 3.528 A (< Ith del cable)
Lectura de las curvas
Si I < 504 A ⟹ no hay disparo
Si 504 A ≤ I < 3.528 A ⟹ disparo entre 3 y 200 s (protección retardo largo)
Si 3.528 A < I < 5 kA ⟹ disparo < 0,1 s (protección retardo corto)
Si I > 5 kA ⟹ disparo en 0,01 s (protección instantánea de umbral fijo)

4 LIMITACION

En caso de cortocircuito y en ausencia de protección, la corriente que circula por la instalación es la corriente de cortocircuito presumible.
Cuando una corriente de cortocircuito pasa por un interruptor automático, éste tiene una capacidad más o menos elevada para dejar pasar solamente una parte de dicha corriente. En tal caso, el cortocircuito está limitado en amplitud y en duración.
El interés de la limitación es reducir:
– los esfuerzos térmicos
– los esfuerzos electrodinámicos
– los efectos de inducción electromagnéticos.
Además, favorece la selectividad y la asociación.
El poder de limitación de los aparatos se representa en forma de curvas de limitación.

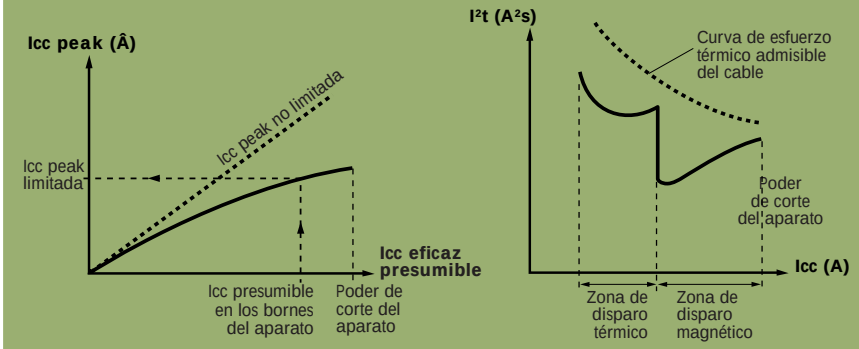
Limitación de la corriente de cortocircuito presumible



1 Curvas de limitación de corriente

Proporcionan los valores máximos de las corrientes de peak (en A peak), limitados por los aparatos en función del valor de la corriente de cortocircuito presumible).
Los valores de corriente limitada sirven para dimensionar los juegos de barras y para comprobar el comportamiento de los conductores y de los aparatos.

Curvas de limitación...



2 Curvas de limitación de esfuerzo térmico

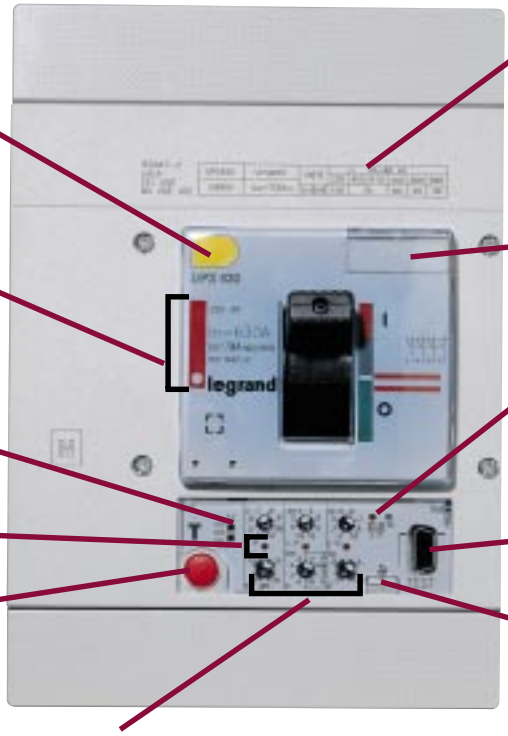
Dan la imagen de la energía (en A^2s) que deja pasar el aparato en función de la corriente de cortocircuito presumible. Permiten comprobar el comportamiento de los cables protegidos por el aparato ante los esfuerzos térmicos.

Clasificación de limitación de los interruptores automáticos

El anexo ZA de la norma internacional EN 60898 define las clases de limitación de esfuerzo térmico para los calibres iguales o inferiores a 32 A.
La clasificación de limitación permite jerarquizar las capacidades de limitación de esfuerzo térmico.
Ejemplo para un interruptor tipo C 6 kA de 20 a 32 A:
- clase 1: esfuerzo térmico no limitado
- clase 2: esfuerzo térmico limitado a 160.000 A^2 s como máximo
- clase 3: esfuerzo térmico limitado a 55.000 A^2 s como máximo
Todos los interruptores automáticos Legrand de calibre igual o inferior a 32 A son de la clase 3.

5 INTERRUPTORES AUTOMATICOS DE POTENCIA DPX

DPX-H 630 – Relé electrónico 2



Identificación del tipo
– amarillo DPX-H

Características
– referencia
– poder de corte
– corriente asignada (calibre)
– norma

Regulación del neutro (0-0.5-1)

Pilotos de señalización de activación

Botón de prueba

Ajuste de los relés

Características eléctricas y referencias normativas

Portaetiquetas

Pilotos
– verde: funcionamiento normal
– rojo fijo: I ≥ 0,9 Ir
– rojo destellante: I ≥ 1,05 Ir

Conector de prueba

Precinto de los ajustes



DPX 250 magnetotérmico

DPX-H 250 electrónico

DPX 630 electrónico

DPX 1600 electrónico

Características de las DPX

Denominación		DPX 125		DPX 160		DPX 250		DPX 630		DPX 1600	
Número de polos		3P		3P		3P - 4P (3)		3P - 4P (3)		3P - 4P (3)	
Tipo (Icu a 400V)		25 kA	36 kA	36 kA		36 kA	70 kA	36 kA	70 kA	50 kA	70 kA
Corriente asignada In(A) 40ºC Calibre de los 6 relés		16,25,40,63, 100,125		100,160		40,63(1) 100,160,250		250(2),320,400, 500(1), 630		630,800,1000(1) 1250, 1600(2)	
Tensión asignada de aislamiento Ui (V)		500		500		690		690		690	
Tensión asignada de comportamiento a los choque Uimp (kV)		6		6		8		8		8	
Tensión de utilización Ue (V)	Alterna	500		500		690		690		690	
	Continua	250		250		250(1)		250(1)		250(1)	
Poder de corte último Icu (kA)	230 ~	35	40	50		60	100	60	100	80	100
	400 ~	25	36	36		36	70	36	70	50	70
	440 ~	18	20	30		30	60	30	60	35	65
	480/500 ~	12	14	25		25	40	25	40	30	45
	600 ~					20	25	20	25	25	35
	690 ~					16	20	16	20	20	25
	(2 polos en serie) 250 ~	25	30	25	36	36(1)	40(1)				
Poder de corte de servicio Ics (%Icu)		50	75	100	75	100	75	100	75	100	75
Poder asignado de cierre en cortocircuito Icm (kA)		52,5	75,6	52,5	75,6	75,6	154	75,6	154	105	154
Categoría de empleo	Magnetotérmico	A		A		A		A		A	
	Electrónico					B		630 A:A <630 A:B		B	
Capacidad de seccionamiento		Si		Si		Si		Si		Si	
Relé	Magnetotérmico	Si		Si		Si		Si		Si	
	Electrónico 1					Si		Si		Si	
	Electrónico 2								Si		Si
Diferencial electrónico	Lateral	Si		Si							
	Posterior	Si		Si		Si		Si			
Resistencia (ciclos de maniobra)	Mecánica	25.000		20.000		20.000		15.000		10.000	
	Eléctrica	8.000		8.000		8.000		5.000		4.000	
Dimensiones caja (L x H x P en mm)		75,6x120x74		90x150x74		105x200x105		140x260x105		210x280x140	
Peso (kg)		1		1,2		2,5		5,8		≤800 A:12,2 >800 A:1B	

(1) sólo magnetotérmico
(2) sólo electrónico

Conexión de los DPX

Versión	Conexión	DPX 125	DPX 160	DPX 250	DPX 630	DPX 1 600
Fija	Conexiones anteriores		Montados	Montados	Montados	Montados
	Bornes	Montados	•	•	•	•
	Bornes de gran capacidad		•		•	•
	Prolongadores		•	•	•	•
	Prolongadores expansi n			•	•	•
	Conexiones traseras de tuerca	•	•	•	•	
	Conexiones traseras de pletina			•	•	
	Conexiones traseras planas cortas					•
	Conexiones traseras planas largas					•
Extraíble	Conexiones delanteras	•	•	•	•	
	Conexiones traseras de tuerca	•	•	•	•	
	Conexiones traseras de pletina			•	•	
Seccionable	Conexiones delanteras			•	•	•
	Conexiones traseras de tuerca			•	•	
	Conexiones traseras de pletina			•	•	
	Conexiones traseras planas					•

Versiones de montaje de los DPX

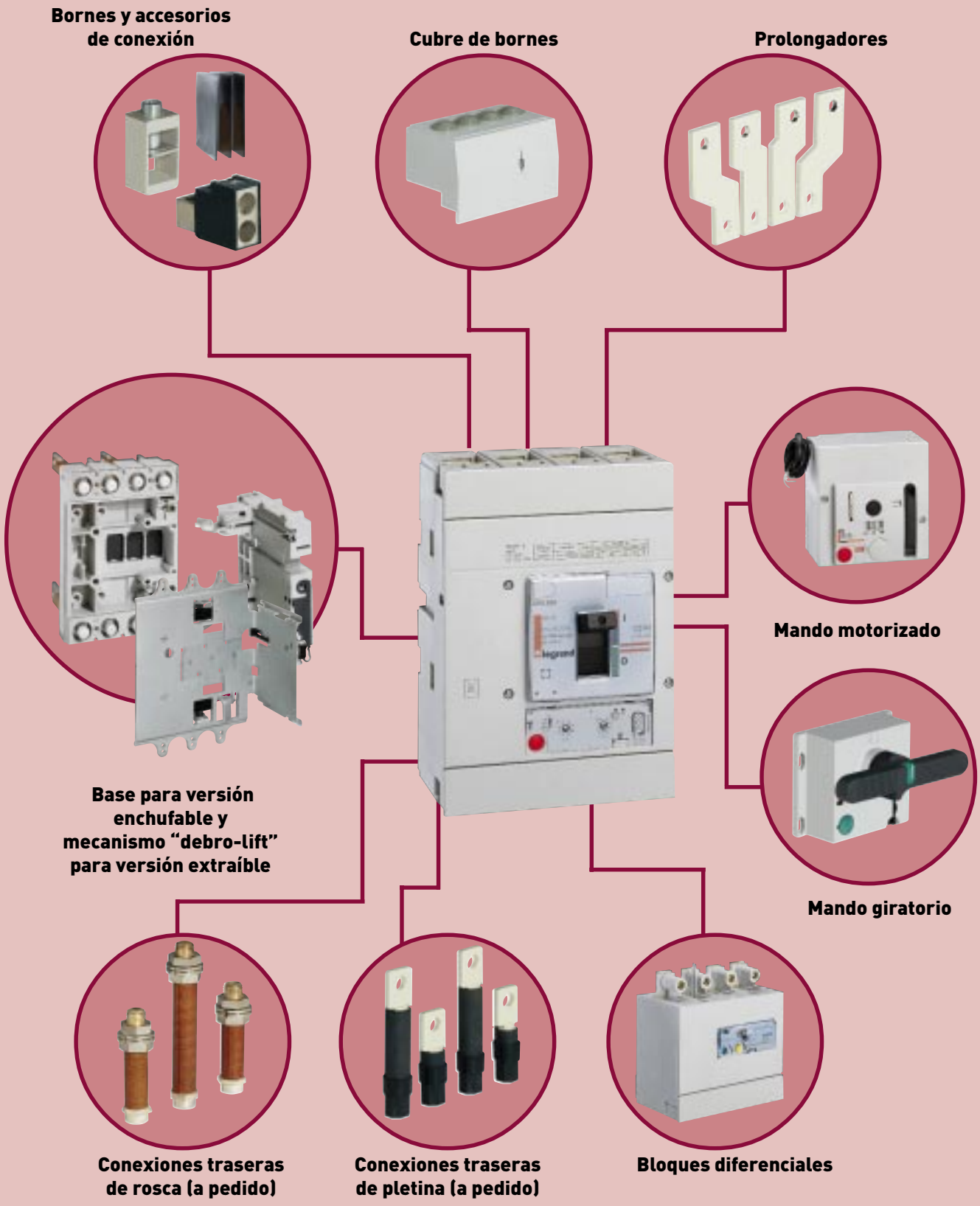
Montaje		DPX 125			DPX 160			DPX 250		DPX 630		DPX 1 600
		Solo	+ Dif. lateral	+ Dif. hacia delante	Solo	+ Dif. lateral	+ Dif. hacia delante	Solo	+ Dif. hacia delante	Solo	+ Dif. hacia delante	Solo
En gu a		•	•		•	•						
Fijo	Conexiones delanteras	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Conexiones traseras	•		•	•		•	•	•	•	•	•
Extra ble	Conexiones delanteras	•			•			•	•	•	•	
	Conexiones traseras	•			•			•	•	•	•	
Seccionable	Conexiones traseras							•	•	•	•	•
	Conexiones traseras							•	•	•	•	•
XL-Part	Fijo							•	•	•	•	
	Extra ble							•	•	•	•	
	Desembornable							•	•	•	•	
XL-Part	Fijo	•	•		•	•						

Inversores de redes

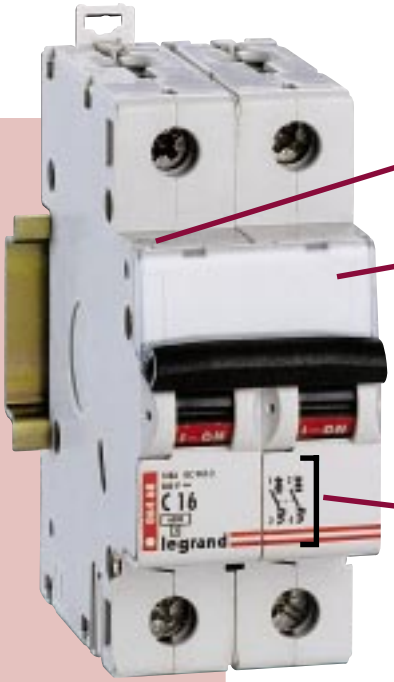
Los inversores de redes se realizan con los aparatos DPX 250, DPX 630, DPX 1600, en versión interruptores automáticos o interruptores fijos o seccionables , disponibles en 3 versiones diferentes.

- **Manual; la pletina de montaje, provista de un interbloqueo mecánico, impide el cierre simultáneo de los dos aparatos que soporta. El cierre de un aparato sólo es posible si el otro está abierto.**
- **Motorizada; los aparatos están provistos de mando motorizado y sus maniobras se realizan a distancia.**
- **Automática; una caja de automatismos (230 V~ ó 24 V =) se ocupa de la gestión del inversor.**

Accesorios de instalación de control y conexión



6 AUTOMATICOS MODULARES DX



1 módulo por polo hasta 63 A y 1,5 módulos de 80 a 125 A

Marcas de calidad y certificaciones

Porta etiquetas Incorporado

Maneta de mando

◁ I -ON/ rojo

◁ O -OFF/verde

Características

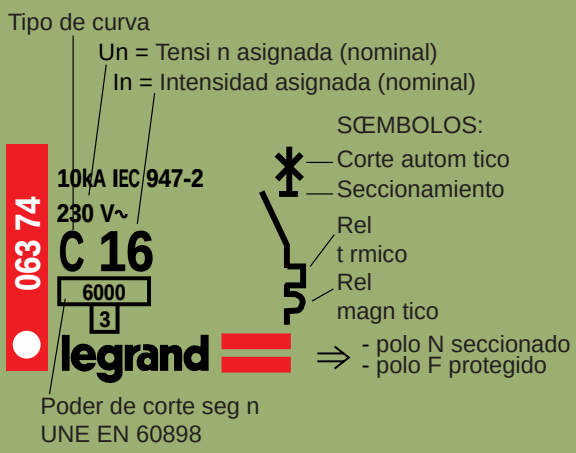
Características de los DX

Denominación		DX 6000 / 10 kA			DX-h 10000 / 25 kA	
Número de polos		1P	2P	3P	1P	
Corriente asignada In a 30 °C (A) Calibres		1/2/6/10 16/20/25/32 40/50/63 100/125	2/6/10 16/20/25/32 40/50/63/80 100/125	2/6/10 16/20/25/32 40/50/63/80 100/125	1/2/16/20 25/32/40/50 63/80/100/125	
Tipo de curva		B, C(1) y D	B, C(1) y D	B, C(1) y D	B, C(1) y D	
Tensión nominal (con tolerancia normalizada)		230/400 V	400 V	400 V	400 V	
Frecuencia nominal		50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	
Tensión de empleo (50/60 Hz) +/- 10 %		240/415 V	415 V	415 V	240/415 V	
Poder de corte Icn 50/60 Hz según EN 60898	en red 127/230 V	6 000 A	6 000 A	6 000 A	10 000 A	
	en red 230/400 V	6 000 A	6 000 A	6 000 A	10 000 A	
Poder de corte Icu 50/60 Hz según EN 60947-2	en red 127/230 V	10 kA	Curva B : 25 kA Courbe C : In ≤ 32 A : 25 kA In > 32 A : 20 kA	Curva B : 25 kA Curva C : In ≤ 32 A : 25 kA In > 32 A : 20 kA	25 kA	
	en red 230/400 V	10 kA	10 kA	10 kA	In ≤ 20 A : 25 kA In 25 A : 20 kA In 32 A : 15 kA In ≤ 32 A : 12,5 kA	
Poder de corte de servicio Ics según EN 60947-2 (% Icu)		100 %	100 %	100 %	75 %	
Tensión asignada de aislamiento Ui (grado de contaminación 2)		500 V	500 V	500 V	500 V	
Tensión asignada de comportamiento a los choques Uimp		6 kV	6 kV	6 kV	6 kV	
Resistencia (ciclos de maniobra)	mecánica	20 000	20000	20000	20 000	
	eléctrica	10 000	10 000	10 000	10 000	
Comportamiento dieléctrico entre 0 y 2.000 m		2 500 V	2 500 V	2 500 V	2 500 V	
Mando a distancia			si	si	si	
Bloque diferencial adaptable			si	si	si	
Temperatura de funcionamiento		- 25 °C a + 70 °C	- 25 °C a + 70 °C	- 25 °C a + 70 °C	-25 °C a + 70ºC	

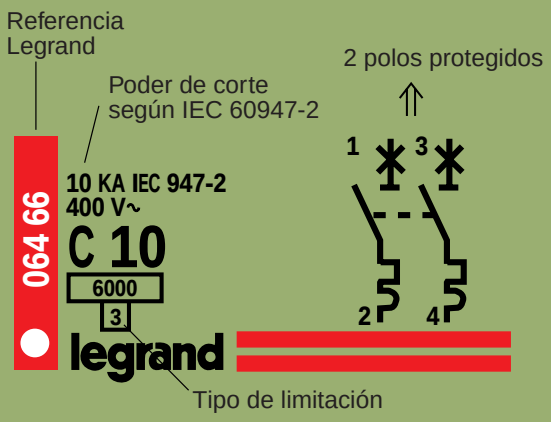
(1) Solamente curva C dispone interruptores de 80, 100 y 125 (A), curvas B y C desde 6 hasta 63 Amperes.

Marcación de los DX

Automático 1P



Automático Bipolar DX

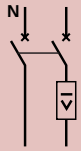
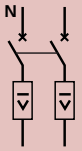
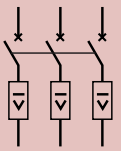
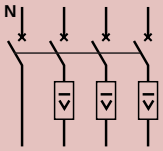
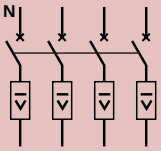
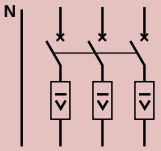


Características de los DX

	DX 10000 / 10 kA		DX-D 15 kA		DX MA 15 kA	DX-L / 50 kA		
	2P	3P Y 4P	2P	3P y 4P	3P	1P	2P	3P y 4P
	1/2/3/6/10 16/20/25/32 40/50/63	1/2/3/6/10/16 20/25/32 40/50/63	6/10/16/20 25/32/40/50/63	6/10/16/20 25/32/40/50/63	2,5/4/6,3/10 12,5/16/25	10/16/2025 32/40/50/63	10/16/2025 32/40/50/63	10/16/2025 32/40/50/63
	B y C	B y C	D	D	MA	C	C	C
	400 V	400 V	400 V	400 V	400 V	230/400 V	400 V	400 V
	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
	415 V	415 V	415 V	415 V	415 V	240/415 V	415 V	415 V
	10 000 A	10 000 A						
	10 000 A	10 000 A						
	In ≤ 40 A : 50 kA In > 40 A : 25 kA	In ≤ 40 A : 50 kA In 50/63 A : 25 kA In > 63 A : 16 kA	In ≤ 63 A : 20 kA In > 63 A : 16 kA	In ≤ 63 A : 20 kA In > 60 A : 16 kA	15 kA	50 kA	70 kA	70 kA
	In ≤ 20 A : 30 kA In 25 A : 25 kA In 32/40 A : 20 kA In > 40 A : 15 kA	In ≤ 20 A : 25 kA In 25 A : 20 kA In 32/40 A : 15 kA In > 40 A : 12,5 kA	In ≤ 32 A : 15 kA In > 32 A : 10 kA	In ≤ 32A : 15 kA In > 32 A : 10 kA	15 kA	50 kA	50 kA	50 kA
	75 %	75 %	80 %	75 %	80%	75 %	75 %	75 %
	500 V	500 V	500 V	500 V	500 V	500 V	500 V	500 V
	6 kV	6 kV	6 kV	6 kV	6 V	6 kV	6 kV	6 kV
	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000 V
	2 500 V	2 500 V	2 500 V	2 500 V	2 500 V	2 500 V	2 500 V	2 500 V
	si	si	si	si	si	si		
	si	si	si	si	si	si	si	si
	- 25 °C a + 70 °C	- 25 °C a + 70 °C	- 25 °C a + 70 °C	- 25 °C a + 70 °C	- 25 °C a + 70 °C	- 25 °C a + 70 °C	- 25 °C a + 70 °C	- 25 °C a + 70 °C

Elección de los dispositivos de protección en función del régimen de neutro

Por regla general, todos los conductores activos (fases y neutros) deben estar protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos. No obstante, en ciertas configuraciones el conductor de neutro puede estar exento de dicha obligación.
(1) En los regímenes TT y TN, se pueden utilizar interruptores automáticos con polo neutro no protegido si la sección del conductor de neutro es igual a la de las fases. Por el contrario, el conductor de neutro deberá estar protegido si existe riesgo de corte antes del aparato y si no existe protección diferencial (esquema TN). Véase «Sección del conductor de neutro».
(2) En régimen IT con conductor neutro distribuido, se pueden utilizar interruptores automáticos con polo neutro no protegido si en la parte anterior de la instalación se coloca un dispositivo de protección diferencial, de sensibilidad inferior al 15% de la corriente admisible en el neutro. Dicho dispositivo deberá cortar todos los polos, incluyendo el neutro. Esta situación debe limitarse a la alimentación de aparatos susceptibles de soportar la tensión total (entre fases) sin riesgo de incendio.
Principales dispositivos admitidos en función de los regímenes de neutro y de la naturaleza de los circuitos.

Régimen de neutro	 $S_N = S_F$	 $S_N = S_F$	 N no distribuido	 $S_N = S_F$	$S_N < S_F$	 $S_N = S_F$	$S_N < S_F$	 $S_N = S_F$	$S_N < S_F$
TT	● (1)	●	●	● (1)		●	●		
TN-S	● (1)	●	●	● (1)		●	●		
TN-C			●					●	●
IT		●	●	● (2)	● (2)	●	●		

7 CARACTERISTICAS DE LOS APARATOS EN FUNCION DE SUS CONDICIONES DE UTILIZACION

1 Temperatura

Un interruptor automático está regulado para funcionar bajo una In en una temperatura ambiente de:

- 30 °C para los automáticos DX, según la norma (EN 60898).
- 40 °C para los interruptores automáticos DPX. Cuando la temperatura ambiente en el interior de la carcasa es superior a dichos valores, conviene reducir la corriente de utilización para evitar activaciones intempestivas (véase el capítulo II.E.2).

Corriente de utilización (A) en función de la temperatura para los automáticos DX curvas C y D y DX-h curvas en B y C

In (A)	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
1	1,1	1,07	1,03	1	0,97	0,93	0,90
2	2,2	2,1	2,06	2	1,94	1,86	1,80
3	3,3	3,2	3,1	3	2,9	2,8	2,6
6	6,6	6,4	6,18	6	6,8	5,5	5,4
10	11	10,7	10,3	10	9,7	9,3	9
16	18	17,3	16,6	16	15,4	14,7	14,1
20	22,4	21,6	20,8	20	19,2	18,4	17,6
25	28,3	27,2	26	25	24	22,7	21,7
32	36,2	34,9	33,3	32	30,7	29,1	27,8
40	46	44	42	40	38	36	34
50	57,5	55	52,5	50	47,5	45	42,5
63	73,1	69,9	66,1	63	59,8	56,1	52,9
80	96	89	86,4	80	73,6	67,2	60,8
100	119	114	108	100	92	84	76
125	148	142	135	125	115	105	95

– Temperatura de referencia = 30 °C

El valor mínimo de la corriente de empleo corresponde al ajuste mínimo del desenclavador Ir/In (0,7 para DPX 125 - 0,64 para DPX 160 - 0,8 para DPX 400 – 0,4 para DPX 630 - 0,4 para DPX 1600).
Versiones extraíbles y desenchufables: aplicar un coeficiente reductor de 0,85 al valor máximo encontrado de la corriente de empleo. Versión con bloque diferencial: aplicar un coeficiente reductor de 0,9 al valor máximo encontrado a la corriente de empleo. Aplicar un coeficiente 0,7 en caso de simultaneidad de las dos versiones.

Corriente de empleo de los DPX según regulación térmica (Ir) en función de la temperatura de la envoltura

Disyuntor magneto-t rmico	Intensidad nominal	40 ¡C		50 ¡C		60 ¡C		70 ¡C	
		I_r min.	I_r max.	I_r min.	I_r max.	I_r min.	I_r max.	I_r min.	I_r max.
DPX 125	25 A	17	25	16	24	16	23	15	22
	40 A	28	40	27	38	26	37	25	36
	63 A	44	63	42	60	40	58	38	55
	100 A	70	100	67	96	64	92	61	88
	125 A	87	125	84	120	80	115	76	110
DPX 160	100 A	63	100	58	91	52	82	48	73
	160 A	100	160	93	145	83	130	73	115
DPX 250	100 A	63	100	58	91	52	82	48	73
	160 A	100	160	93	145	83	130	73	115
	250 A	160	250	147	230	130	210	115	190
DPX 630	400 A	160	400	160	400	150	380		
	500 A	400	500	380	480	360	450	340	420
	630 A	250	630	240	599	227	567		
DPX 1600	800 A	630	800	600	760	570	720	540	680
	1000 A	800	1000	760	950	720	900	680	850
	1250 A	1000	1250	950	1190	900	1125	850	1080

Disyuntor electr nico	Intensidad nominal	40¡	50¡	60¡
DPX 630	400 A	400	400	380
	630 A	630	600	567
DPX 1600	800 A	800	760	760
	1250 A	1250	1188	1125
	1600 A	1600	1520	1440

2 Alimentación de 400Hz

Las características mencionadas para los aparatos deben considerarse para una frecuencia de 50/60 Hz, debiendo ser corregidas para una utilización a 400 Hz.
El umbral magnético de los interruptores, DX fase neutro 1 módulo y DX 80 A, 100 A y 125 A, aumenta un 35%.
Este aumento es del 45% para los automáticos DX y DX-h uni, bi y tri y polar de 1 A a 63 A.
Las otras características, tales como la intensidad de funcionamiento y los umbrales térmicos, no varían, y esto es válido para todos los calibres.
En cuanto a los DPX, deben aplicarse factores de corrección para el ajuste del térmico y del magnético (véase el cuadro adjunto).

Factores de corrección al utilizar DPX magnetotérmicos para una utilización en 400 Hz

Tipo de aparato	Intensidad nominal	Ajuste del t rmico		Ajuste de magn tico	
		Factor de correcci n	In a 400 Hz	Factor de correcci n	Im a 400 Hz
DPX 125	16 A	1	16	2	1000
	25 A	1	25	2	1250
	40 A	1	40	2	1800
	63 A	0,95	60	2	1900
	100 A	0,9	90	2	2 500
	125 A	0,9	112	2	2 500
DPX 160	25 A	1	25	2	800
	40 A	1	40	2	800
	63 A	0,95	60	2	1250
	100 A	0,95	95	2	2000
	160 A	0,9	145	2	3200
DPX 250	40 A	1	40	2	280 800
	63 A	0,95	60	2	440 1250
	100 A	0,95	95	2	700 2 000
	160 A	0,9	145	2	1 120 3 200
	250 A	0,85	210	2	1 800 5 000
DPX 630	400 A	0,8	320	1	2 000 4 000
	630 A	0,6	380	1	3 200 6 300
DPX 1600	800 A	0,6	480	1	4 000 8 000
	1250 A	0,6	750	1	3 800 7 500

3 Alimentación en corriente continua

Los DX pueden garantizar la protección de líneas alimentadas con corriente continua, a condición de no sobrepasar:
– 80 V por polo en los DX y DX-h.
Para tensiones superiores a 80 V, utilizar multipolares y conectar los polos en serie.

4 Alimentación de tubos fluorescentes

El calibre del aparato de protección debe determinarse sobre la base de una corriente de empleo real (IB), incrementada en el coeficiente K.
K = 1,8 para tubos compensados (cos $\varphi = 0,85$)
K = 3,4 para tubos no compensados (cos $\varphi = 0,5$)
En distribución trifásica 230 V: $I_B = \frac{P}{230} \times K$
En distribución trifásica 400 V: $I_B = \frac{P}{400 \times \sqrt{3}} \times K$
P: Suma de las potencias (en W) de las regletas fluorescentes según los modelos (18 W, 36 W, 58 W, 2 x 36 W, 2 x 58 W, 2 x 80 W, 4 x 18 W...).

5 Protección de bancos de condensadores

El calibre del aparato de protección debe determinarse sobre la base de una corriente de empleo real (IB) incrementada en el coeficiente K.
K = 2 para Q < 25 kVAR
K = 1,8 para Q < 50 kVAR
K = 1,7 para Q < 100 kVAR
K = 1,5 para Q < 100 kVAR

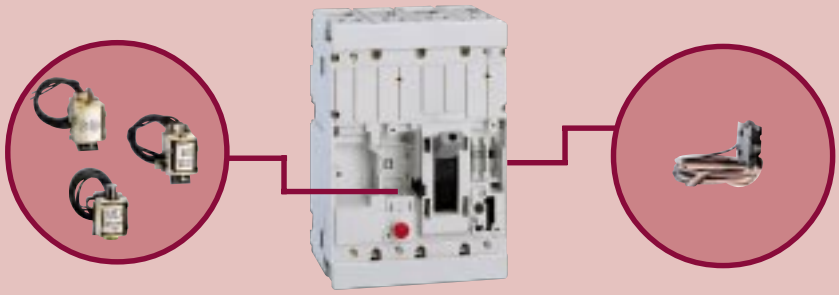
$$I_B = \frac{Q \times 1000}{U \times \sqrt{3}} \times K$$

Q: Potencia reactiva del banco de los condensadores (en kVAR)
U: Tensión nominal de la red trifásica.

8 AUXILIARES ELECTRICOS

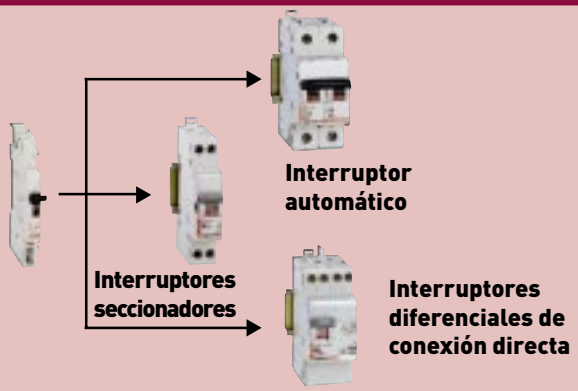
Cada una de las gamas DPX y DX dispone de todos los auxiliares eléctricos necesarios: contacto auxiliar, señal de defecto, bobinas de emisión o de mínimo de tensión. En los DPX se instalan en la cara delantera del aparato, en compartimentos reservados y aislados, sin realizar ninguna intervención en el mecanismo interior.
En los DX, los auxiliares (3 como máximo) se instalan en el lado izquierdo de los aparatos, permitiendo el paso de los peines de alimentación. Los interruptores diferenciales con salida por la parte inferior necesitan una interfaz ref. 073 52.

Montaje de auxiliares sobre DPX



Aparato	Contacto auxiliar	Señal de defecto	Bobina
DPX 125	1	1	1
DPX 160	1	1	1
DPX 250	2	1	1
DPX 630	2	2	1
DPX 1 600	3	1	1

Instalación de los auxiliares en los DX



Marcación de puntos de conexión de los conectores para los contactos auxiliares

DPX	125	160 250 ER	250	630	1600
Bobina de disparo	C1 - C2	C1 - C2	C1 - C2	C1 - C2	C1 - C2
Bobina mínima tensión	D1 - D2*	D1 - D2	D1 - D2	D1 - D2	D1 - D2
Contactos auxiliares NA - NC 1er contacto 2º contacto 3er contacto	 11-12-14 - -	 11-12-14 - -	 11-12-14 21-22-24 -	 11-12-14 21-22-24 -	 11-12-14 21-22-24 31-32-34
Contacto SD NA - NC 1er contacto SD 2º contacto SD	 51-52-54 -	 51-52-54 -	 51-52-54 -	 51-52-54 61-62-64	 51-52-54 -

Todos los contactos auxiliares y contactos SD idénticos para todos los modelos excepto el contacto auxiliar de mínima tensión DPX 125

- Los contactos auxiliares (CA) permiten la señalización de la posición de los contactos principales (abiertos o cerrados) del interruptor, mientras que los contactos de defecto (SD) indican que el interruptor automático ha abierto en falla, por la actuación de una bobina de emisión (ET), o de mínima de tensión (MT), o por una maniobra de desembornamiento. En la gama DPX, el mismo componente desempeña las dos funciones. Puede ser contacto auxiliar o señal de defecto en función del compartimento en el que esté instalado.
- Las bobinas de emisión permiten disparar el interruptor a distancia cuando son alimentados (potencia de llamada: 300 VA).
- Las bobinas de mínima tensión permiten disparar el interruptor a distancia cuando ya no están alimentados. Las versiones con retardo previenen contra los disparos intempestivas; en los DPX, la bobina se encuentra en tal caso asociado a un módulo de temporización.

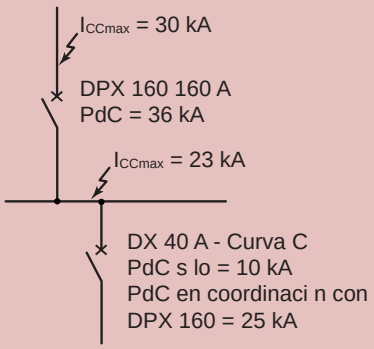
Coordinación de los dispositivos de protección

La coordinación es la técnica que consiste en aumentar el poder de corte de un interruptor automático, coordinándolo con otro dispositivo de protección situado antes que él. Esta coordinación permite utilizar un aparato de protección que posea un poder de corte inferior a la corriente de cortocircuito máxima presumible en su punto de instalación.

El poder de corte de un dispositivo de protección debe ser al menos igual al cortocircuito máximo susceptible de producirse en el lugar en que dicho dispositivo está instalado.
Se admite que el poder de corte sea inferior al cortocircuito máximo presumible, con las siguientes condiciones:
– que esté asociado a un aparato instalado antes que él con el poder de corte necesario en su propio punto de instalación
– que la energía limitada por la asociación de los aparatos pueda ser soportada por el aparato situado a continuación en la instalación, así como por las canalizaciones protegidas.
Por lo tanto, la asociación permite realizar ahorros sustanciales.
Los valores de asociación que aparecen en los cuadros de las siguientes páginas se basan en pruebas de laboratorio conformes a la norma CEI 947-2.

Observación: En el caso de circuitos monofásicos (protegidos por interruptores P+N ó 2P) en una red 380/415 V, alimentados en un punto anterior por un circuito trifásico, conviene utilizar los cuadros de asociación a 230 V.

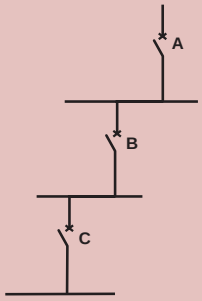
Ejemplo de coordinación



Coordinación en el esquema IT

Los valores citados en los cuadros solo son utilizables para los esquemas TN y TT.
Aunque tal práctica no es muy frecuente, estos valores pueden utilizarse también para las instalaciones realizadas en esquema IT. En tal caso, conviene asegurarse de que los aparatos de protección, tomados individualmente, pueden cortar, en un solo polo, la corriente de doble falla máxima en el punto en cuestión (véase el capítulo II.1.C)

Coordinación a 3 niveles



La coordinación puede realizarse a tres niveles si se cumple al menos una de las siguientes condiciones:
• El aparato A situado más al comienzo de la instalación debe tener un poder de corte suficiente en su punto de instalación. El aparato B y el aparato C se asocian con el aparato A. Basta comprobar si los valores de asociación B+A y C+A tienen los poderes de corte necesarios. En este caso, no hace falta comprobar la asociación entre los aparatos B y C.
• La coordinación se realiza entre aparatos sucesivos: teniendo el primer aparato A un poder de corte suficiente en su punto de instalación, el aparato C se asocia con el aparato B que, a su vez, se asocia con el aparato A. Basta comprobar que los valores de asociación C+B y B+A tienen los poderes de corte necesarios. En este caso, no hace falta comprobar la asociación entre los aparatos A y C.

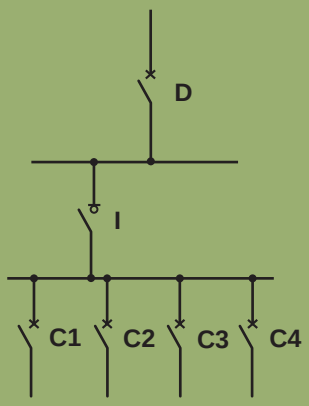
Asociación disyuntor- interruptor

• Sobrecargas

Se considera que el interruptor I se protege contra las sobrecargas si su calibre es al menos igual al del cortacircuitos D o si la suma de las corrientes de los aparatos C no es superior al calibre de I. Si tal no es el caso, las dificultades térmicas de los aparatos y algunos conductores deben ser comprobados

• Cortocircuitos

Por principio, los interruptores deben ser sistemáticamente protegidos por un disyuntor colocado hacia atrás. No obstante, se admite que la protección esté garantizada por los aparatos colocados posteriormente tomando las precauciones de cableado necesarias para evitar todo riesgo de cortocircuito entre estos aparatos y el interruptor que debe imperativamente encontrarse en el mismo tablero.



Capacidad de ruptura de las asociaciones disyuntores / inter diferenciales DX

Interruptores diferenciales aguas abajo		Disyuntores aguas arriba DX (curva C)				
		† 40 A	50 y 63 A	80 125 A	DX-h	DPX 63 A
Bipolares 230 V	16 A	10	10	6	10	6
	25 A	10	10	6	10	6
	40 A	10	10	6	10	6
	63 A	10	10	6	10	6
	80 A			6		
Tetrapolares 230/400 V	25 A	10	6	6	10	6
	40 A	10	6	6	10	6
	63 A	10	6	6	10	6
	80 A	10	6	6	10	6

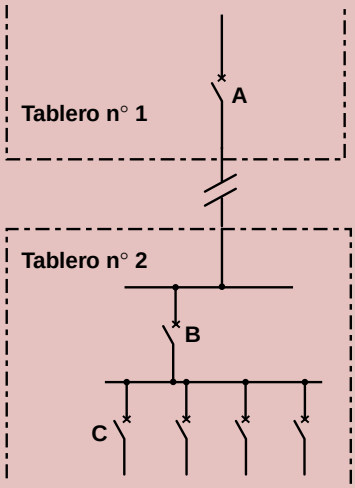
Capacidad de ruptura de las asociaciones disyuntores / interruptores DPX

Interruptor aguas abajo	Disyuntor aguas arriba													
	DPX 125		DPX 160		DPX 250 ER*		DPX		DPX		DPX (MT)		DPX	
	25 kA	36 kA	25 kA	50 kA	25 kA	50 kA	250	H-250	630	H-630	1600	H-1600	1600	H-1600
DPX-I 125*	25	36	25	50	25	50	36	50	36	50	50	50		
DPX-I 160*			25	50	25	50	36	50	36	50	36	50		
DPX-I 250 ER*			25	50	25	50	36	50	36	50	36	50		
DPX-I 250*							36	70	36	70	50	70		
DPX-I 630* In = 400 A									36	70	50	70		
DPX-I 630* In = 630 A											50	70		
DPX-I 1600* In = 800 A											50	70		
DPX-I 1600* In = 1250 A											50	70	20	20
DPX-I 1600* In = 1600 A													20	20

* DPX - I: interruptor seccionador, solo bajo demanda

Coordinación entre cuadros

La coordinación se aplica no solo a aparatos instalados en el mismo cuadro, sino también a los instalados en tableros diferentes. Por lo tanto, generalmente es posible beneficiarse de las ventajas de la asociación entre aparatos situados, por ejemplo, en un cuadro general y en tablero divisionario.



También podemos beneficiarnos de la coordinación al nivel del tablero nº 2 entre el aparato B (por ejemplo, un DX con poder de corte 10 kA) y aparatos divisionarios C (DX con poder de corte 6kA). La coordinación posee, en estas condiciones, un poder de corte de 25 kA.

1 COORDINACION DE INTERRUPTORES AUTOMATICOS (en kA)

En red trifásica (+N) 400/415 V según IEC 60947-2

Interruptores automático situados aguas arriba

Interruptores aut. situados aguas abajo		DX-h 10 000 25 a 12,5 kA curva C		DX-D 25 kA	DX-L 25 000 - 50 kA curva C		DPX 125		DPX 160		DPX 250 ER*		DPX 250 36 kA		
		6 a 32 A	40 a 125 A	10 a 32 A	10 a 32 A	40 a 63 A	25 kA 16 a 125 A	36 kA 16 a 125 A	25 kA 25 a 160 A	50 kA 25 a 160 A	25 kA 100 a 250 A	50 kA 100 A 250 A	40 a 100 A	160 A	250 A
DX 6 000 - 10 kA curvas B y C	2 a 20 A	25	12,5	25	50	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	25 A	25	12,5	25	50	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	32 A		12,5			25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	40 A		12,5			25	25	25	25	25	25	25	25	25	20
	50 A						25	25	20	20	20	20	25	20	15
	63 A						25	25	15	15	15	15	20	15	15
DX-h 10 000 25 a 12,5 kA curvas B, C DX-D - 15 kA à DX-MA	1 a 20 A			25	50	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	25 A			25	50	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	32 A					25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	40 A					25	25	25	25	25	25	25	25	25	20
	50 A					25	25	25	20	20	20	20	25	20	15
	63 A						25	25	15	15	15	15	20	15	15
	80 A						20	20	20	20	20	20	20	20	20
DX-MA	100 A						20	20	20	20	20	20		20	20
	125 A								15	15	15	15		15	15
DX-D - 25 kA	10 a 32 A				25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	10 a 63 A				50	50				50		50			
DPX 125	16 a 125 A							36		50		50	36	36	36
DPX 160	25 a 160 A									50		50			
DPX 250 ER	100 a 250 A											50			
DPX 250	40 a 250 A														
DPX 630	320 a 630 A														
DPX 1 600	630 a 1 250 A														

(1) ¡Atención! El calibre y el umbral magnético del interruptor automático situado antes deben ser mayores que el calibre y el umbral magnético del interruptor automático situado después.

En red trifásica (+N) 230/240 V según IEC 60947-2

Interruptores automático situados aguas arriba

Interruptores aut. situados aguas abajo		DX 6 000 10 kA curva B y C	DX-h 10 000 25 kA a 12,5 kA curva B y C			DX-D 25 kA	DX-L 50 kA curva C		DPX 125		DPX 160		DPX 250 ER*		DPX 250 36 kA		
		2 a 63 A	6 a 32 A	40 a 63 A	80 a 125 A	10 a 32 A	10 a 32 A	40 a 63 A	25 kA 16 a 125 A	36 kA 16 a 125 A	25 kA 25 a 160 A	50 kA 25 a 160 A	25 kA 100 a 250 A	50 kA 100 a 250 A	40 a 100 A	160 A	250 A
DNX 4 500 DX (uni + n) 6 000 10 kA curvas B, C	0,5 à 10 A	25	50	25	20	25	50	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	16 et 20 A	25	50	25	20	25	50	25	30	30	25	25	25	25	25	25	25
	25 A	25	50	25	20	25		25	25	25	20	20	20	20	20	20	20
	32 A	25		25	20			25	15	15	10	10	10	10	10	10	10
	40 A	25		25	20			25	10	10	10	10	10	10	10	10	10
DX 6 000 10 kA curvas B, C	2 à 10 A		50	25	20	25	50	25	35	35	50	50	50	50	50	50	50
	25 A		50	25	20	25		25	35	35	50	50	50	50	50	50	50
	32 A			25	20			25	35	35	50	50	50	50	50	50	50
	40 A			25	20			25	35	35	50	50	50	50	50	50	50
	50 A				20			25	25	35	36	36	36	36	45	36	30
	63 A				20				25	25	30	30	30	30	30	45	30
DX-h 10 000 25 kA curvas B, C DX-D 15 kA à DX-MA	1 à 20 A						50	25	35	35	50	50	50	50	50	50	50
	25 A							25	35	35	50	50	50	50	50	50	50
	32 A							25	35	35	50	50	50	50	50	50	50
	40 A							25	35	35	50	50	50	50	50	50	50
	50 A							25	25	25	36	36	36	36	45	36	30
	63 A								25	25	30	30	30	30	45	30	30
	80 A								25	25	25	25	25	25		25	25
	100 A								25	25	25	25	25	25		25	25
	125 A										25	25	25	25		25	25
DX-D 25 kA	10 à 32 A						36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
DX-L 50 kA curva C	10 à 63 A						70	70					70	70			
DPX 125	16 à 125 A									50		50	50	50	60	60	60
DPX 160	25 à 160 A												50	50	60		
DPX 250 ER*	25 à 250 A																
DPX 250	100 à 250 A																
DPX 630	250 à 630 A																
DPX 1 600	630 à 1600 A																

(*) Producto a pedido, favor consúltenos

	DPX-H 250 70 kA			DPX 630 36 kA		DPX-H 630 70 kA		DPX 1 600 50 kA	DPX-H 1 600 70 kA	DPX version EDF	
	40 a 100 A	160 A	250 A	250 a 400 A	500 y 630 A	250 a 400 A	500 y 630 A	630 a 1 600 A	630 a 1 600 A	250-ER AB	400 AB
	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	25	25	25	25	25	25	25	20	20	25	25
	25	25	25	25	25	25	25	15	15	25	25
	25	25	20	20	20	20	20	15	15	25	20
	25	20	15	15	15	15	15	12,5	12,5	20	15
	20	15	15	15	15	15	15	12,5	12,5	15	15
	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	25	25	25	25	25	25	25	20	20	25	25
	25	25	25	25	25	25	25	15	15	25	25
	25	25	20	20	20	20	20	15	15	25	20
	25	20	15	15	15	15	15	12,5	12,5	20	15
	20	15	15	15	15	15	15	12,5	12,5	15	15
	20	20	20	20	15	20	15	15	15	20	20
		20	20	20	15	20	15	15	15	20	20
		15	15	15	12,5	15	12,5	12,5	12,5	15	15
	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	50	50	50			50	50	50	50		
	70	70	70	36	36	70	70				
	70	70	70	36	36	70	70				
	70	70	70			70	70	50	50		
		70	70			70	70	50	70		
						70	70	50	70		
									70		

2 COORDINACION DE CARTUCHOS FUSIBLES Y DE AUTOMATICOS DX

En red trifásica (+N) 400/415 V

Interruptor automático situado aguas abajo		Cartuchos fusibles situados arriba tipo gG	
		20 a 50 A	63 a 160 A
DX 6 000 - 10 kA Curvas C et D	1 a 40 A	100	100
	50 a 125 A		100
DX-h 10 000 - 25 kA Curvas B, C y MA	2 a 40 A	100	100
	50 a 63 A		100
DX-L 25 000 - 50 kA Curva C	10 a 40 A	100	100
	50 - 63 A		100
DX-D DXMA	1 - 40 A	100	100
	50 - 125 A		100

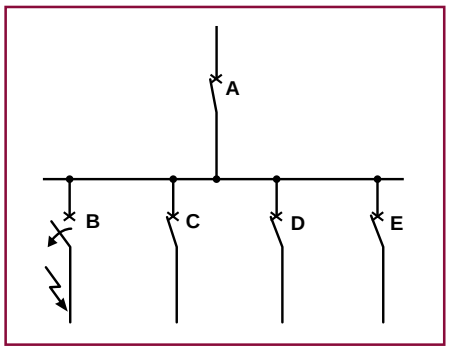
	DPX-H 250 70 kA			DPX 630 36 kA		DPX-H 630 70 kA		DPX 1 600 50 kA	DPX-H 1 600 70 kA	DPX version EDF	
	40 a 100 A	160 A	250 A	250 a 400 A	500 y 630 A	250 a 400 A	500 y 630 A	630 a 1 600 A	630 a 1 600 A	250-ER AB	400 AB
	30	30	30	25	25	25	25	20	20	30	25
	25			25	25	25	25	20	20	25	25
	20	20	20	20	20	20	20	15	15	20	20
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	45	36	30	30	30	30	30	25	25	36	30
		45	30	30	30	30	30	25	25	30	30
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	45	36	30	30	30	30	30	25	25	36	30
	45	30	30	30	30	30	30	25	25	30	30
	25	25	25	25	25	25	25	20	20	25	25
		25	25	25	25	25	25	20	20	25	25
		25	25	25	25	25	25	20	20	25	25
	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	70	70	70	70	70	70	70	70	70		
	70	70	70	60	60	70	100				
	100	100	100	60	60	70	100				
	100	100	100	60	60	70	100	70			
							100	70	100		
							100	70	100		
									100		

En red trifásica (+N)230/240 V según IEC 60947-2

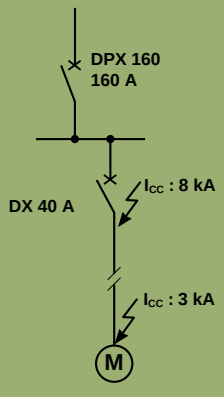
Interruptor automático situado aguas abajo		Cartuchos fusibles situados aguas arriba tipo gG	
		20 a 50 A	63 a 160 A
DX 6 000 - 10 kA Curvas C y D	1 a 40 A	100	100
	50 a 125 A		100
DX-h 10 000 - 25 kA Curvas B, C y MA	2 a 40 A	100	100
	50 a 63 A		100
DX-L 25 000 - 50 kA Curva C	10 a 40 A	100	100
	50 - 63 A		100
DX-D DX MA	1 - 40 A	100	100
	50 - 125 A		100

Selectividad de los dispositivos de protección

La selectividad es una técnica que consiste en coordinar las protecciones de manera que una falla en un circuito no active más que la protección situada en la cabecera de dicho circuito, evitando así inutilizar el resto de la instalación. La selectividad mejora la continuidad del servicio y la seguridad de la instalación.



Para la casi totalidad de las fallas que se producen al nivel de la utilización, puede ser suficiente con una selectividad parcial si el límite de selectividad es superior al valor del cortocircuito máximo que puede tener lugar en el punto de utilización (o en el extremo de la canalización). Hablamos entonces de «selectividad de explotación». Con gran frecuencia, esta técnica es suficiente, más económica y menos restrictiva en términos de realización.



El límite de selectividad de la asociación DPX 160 (160 A) con DX 40 A (curva C) es de 6 kA. Al ser la Icc presumible en el punto de instalación de 8 kA, no hay selectividad total. Por el contrario, está garantizada en el punto de utilización, donde la corriente de cortocircuito presumible es de sólo 3 kA.

La selectividad entre A y B recibe el nombre de «total» si está garantizada hasta el valor de cortocircuito máximo presumible en el lugar donde B está instalado.
Por extensión, en las tablas de las páginas siguientes la selectividad total, llamada T, significa que existe selectividad hasta el poder de corte del aparato B.
En los demás casos, la selectividad entre A y B recibe el nombre de «parcial». Se puede definir pues un límite de selectividad (citado en los siguientes cuadros) que indica el valor de la corriente de cortocircuito por debajo del cual sólo se abrirá el interruptor automático B y por encima del cual se abrirá también el A.
Existen varias técnicas que permiten realizar la selectividad:
– selectividad amperimétrica, utilizada para circuitos terminales con cortocircuitos débiles
– selectividad cronométrica, garantizada por un retardo de la activación del interruptor automático situado antes
– selectividad lógica, variante de la selectividad cronométrica, utilizada en los interruptores automáticos electrónicos, gracias a una conexión específica entre los aparatos.

1 Selectividad amperimétrica

Esta técnica se basa en el desfase en intensidad de las curvas de disparo de los interruptores automáticos situados antes y después. Se verifica comparando dichas curvas y comprobando que no se solapan. Se aplica a la zona de sobrecargas y a la de cortocircuitos y es tanto mejor cuanto más difieren entre sí los calibres de los aparatos.

• En sobrecargas

Para que haya selectividad en la zona de sobrecargas, el índice de las corrientes de ajuste (Ir) debe ser al menos igual a 2.

• En cortocircuitos

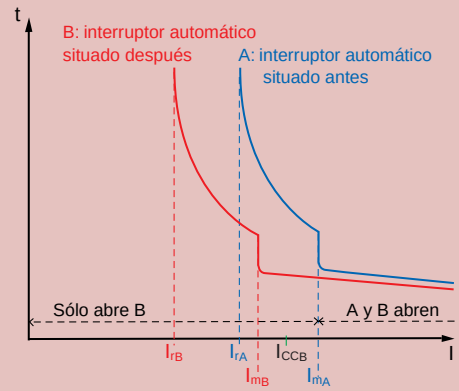
Para que haya selectividad en la zona de cortocircuitos, el índice de las corrientes de ajuste magnético (Im) debe ser al menos igual a 1,5.

El límite de selectividad es pues igual a la corriente de disparo magnética Im_A del interruptor automático situado antes. Por lo tanto, la selectividad es total mientras Icc_B sea inferior a Im_A.

La selectividad amperimétrica se adapta bien a los circuitos terminales, donde los niveles de cortocircuitos son relativamente bajos.

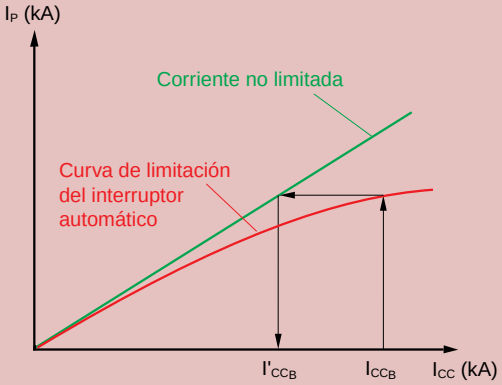
En los otros casos, la selectividad amperimétrica debe completarse a veces con una selectividad cronométrica.

Selectividad amperimétrica



I_{CCB}: cortocircuito máximo en el punto de instalación del automático B

La selectividad es total para Icc_B



I_{CCB} : cortocircuito presumible en el punto de instalación del aparato

I'_{CCB} : cortocircuito limitado por el aparato B

Cuando el interruptor automático B situado después es un aparato limitador, la corriente de cortocircuito está limitada en duración y amplitud. Por lo tanto, existe selectividad total si la corriente limitada Icc_B, que deja pasar el aparato B, es inferior a la corriente de disparo del aparato A.

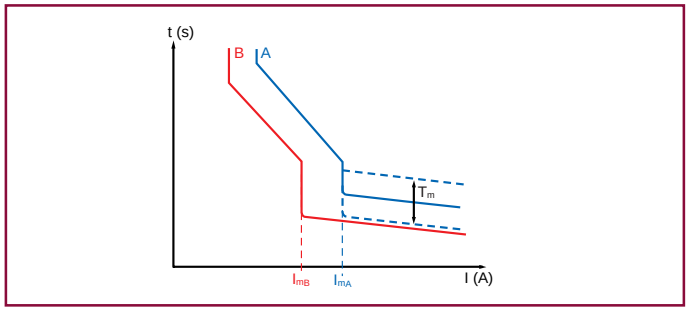
2 Selectividad cronométrica

Esta técnica se basa en el desfase de tiempo de las curvas de disparo de los interruptores automáticos en serie. Se comprueba comparando las curvas y se aplica a la selectividad en la zona de cortocircuitos. Se utiliza como complemento de la selectividad amperimétrica a fin de obtener una selectividad superior a la corriente de ajuste magnético del interruptor automático situado antes (ImA). Por lo tanto, es preciso que:

– el interruptor automático situado antes sea temporizable

– el interruptor automático situado antes sea capaz de soportar la corriente de cortocircuito y sus efectos durante toda la temporización

– las canalizaciones recorridas por dicha corriente puedan soportar los esfuerzos térmicos ($I^2 t$). El tiempo de no disparo del aparato situado antes debe ser superior a la duración de corte (incluyendo una eventual temporización) del aparato situado después. Los interruptores automáticos DPX poseen varias posiciones de ajuste de su temporización a fin de realizar una selectividad a varios niveles.



3 Selectividad lógica

Se realiza entre dos aparatos que se comunican a través de una conexión específica. Cuando el interruptor automático situado después detecta una falla, envía una señal al aparato situado antes, el cual asumirá una temporización de 50 ms. Si el aparato situado después no ha podido eliminar la falla en ese lapso de tiempo, intervendrá el aparato situado antes. Los activadores electrónicos de los interruptores automáticos DPX están diseñados para llevar a cabo una selectividad lógica.

Selectividad lógica

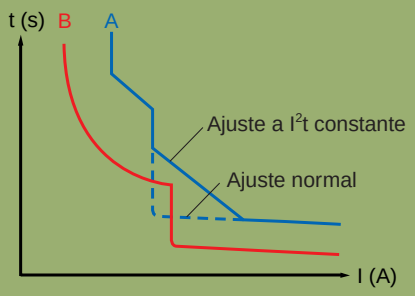


... entre dos DPX electrónicos con conexión específica

Con la misma idea de mejora de la continuidad del servicio, los activadores electrónicos incorporan igualmente una función de corte intermitente que permite desconectar los circuitos no prioritarios cuando el circuito protegido está cargado a más del 90%.

Relés electrónicos de ajuste I^2t constante

La utilización de interruptores automáticos con relés electrónicos, en los que se puede efectuar un ajuste de I^2t constante, permite mejorar la selectividad.



La eliminación del talón de la curva de disparo en retardo corto evita el solape de las curvas de disparo. Esta opción está disponible en los DPX-H 630 y DPX-H 1600.

1 LIMITES DE SELECTIVIDAD CARTUCHO FUSIBLE/DX

Interruptor automático situado aguas abajo — **Cartucho fusible situado aguas arriba**

		Type gG									Type aM								
		25 A	32 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A
DX DX-h DX-L Curvas B,C y Z	0,5 à 6 A		1600	1900	2500	4000	4600	11000	25000	T		1300	2100	3200	6200	15000	25000	25000	T
	8 A		1600	1900	2500	4000	4600	11000	25000	T	1000	1300	2100	3200	6200	15000	25000	25000	T
	10 A			1600	2200	3200	3600	7000	11000	20000		1100	1700	2500	5000	7800	1200	2500	T
	13 A			1600	2200	3200	3600	7000	11000	20000		1100	1700	2500	5000	7800	1200	2500	T
	16 A			1400	1800	2600	3000	5600	8000	15000		1000	1400	2100	4000	6000	9000	2100	T
	20 A			1200	1500	2200	2500	4600	6300	10000			1300	1800	3400	5100	7000	14000	20000
	25 A				1300	2000	2200	4100	5500	8000			1100	1600	3000	4500	6000	9300	14000
	32 A				1200	1700	1900	3500	4500	7000				1300	2400	3800	5000	7700	10000
	40 A						1700	3000	4000	5000					2100	3100	4200	6400	8000
	50 A						1600	2600	3500	4500					2000	2900	3700	6000	7000
	63 A							2400	3300	4500						2800	3500	5500	7000
	80 A							3000	6000	8000							3000	5000	6000
	180 A								4000	5000								4000	5000
	125 A									4000									4000
DX-D Curva D DX-MA Curva MA	0,5 à 6 A		1400	1600	2200	4000	4200	8000	14000	T		1200	2000	2700	5500	T	T	T	T
	8 A		1400	1600	2200	4000	4200	8000	14000	T		1200	2000	2700	5500	T	T	T	T
	10 A			1400	2000	3000	3500	6000	9500	T		1000	1500	2200	4500	7000	11000	T	T
	13 A			1400	2000	3000	3500	6000	9500	T		1000	1500	2200	4500	7000	11000	T	T
	16 A			1200	1500	2400	3000	5000	7500	13000			1300	1800	3500	6500	8000	15000	T
	20 A			1000	1300	2000	2500	4200	6000	9000			1200	1600	3000	4700	6500	12000	T
	25 A				1200	1800	2100	3700	5000	8000			1000	1500	2700	4000	5500	9000	12000
	32 A				1000	1500	1800	3000	4000	6000				1100	2100	3500	4700	7500	9000
	40 A						1700	2600	3500	4500					1800	2800	4000	6000	6500
	50 A						1400	2000	3000	4000					1800	2500	3500	5500	5500
	63 A							2000	3000	4000						2500	3500	5500	5500
	80 A							2500	2500	3000							2500	3500	4500
	100 A								2500	3000								3000	4000
	125 A									2500									3500

T : Selectividad total, hasta el poder de corte del interruptor autom tico situado despu s, seg n EN 60947-2.

2 LIMITES DE SELECTIVIDAD CARTUCHO FUSIBLE/DPX

Cartucho fusible situado arriba

Interruptor automático situado abajo		Tipo gG		
		250 A	400 A	1000 A
DPX	DPX 125	7500		
	DPX 160		10000	
	DPX 250		10000	
	DPX 630			50000

Límite de intensidad DMX/DMX y DMX/DPX: ver página 289

3 LIMITES DE SELECTIVIDAD DPX/DX

(Valores medios en amperios)

Interruptores automáticos situados aguas arriba

Interruptores automáticos situados aguas abajo		DPX 125				DPX 160		DPX 250 ER/ DPX 250 AB				DPX 250/ DPX-H 250				DPX 630/ DPX-H 630/ DPX 400 AB		DPX DPX-H 1600	
		40 A	63 A	100 A	125 A	100 A	160 A	63 A	100 A	160 A	250 A	63 A	100 A	160 A	250 A	100 y 160 A	250 a 630 A	630 A	1600 A
DNX DX uni + neutro(1) Curva C	0,5 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	1 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	2 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	3 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	4 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	6 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	8 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	10 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	13 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	16 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	20 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	25 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	32 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	40 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
DX DX - h Curvas B y C	1 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	2 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	3 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	6 A	6000	6000	T	T	T	T	T	T	T	T	6000	T	T	T	T	T	T	T
	10 A	5000	5000	7500	7500	7000	T	5000	T	T	T	5000	T	T	T	T	T	T	T
	16 A	4000	4000	6000	6000	6000	T	4000	T	T	T	4000	T	T	T	T	T	T	T
	20 A	3000	3000	5000	5000	5000	T	4000	8000	T	T	4000	8000	T	T	T	T	T	T
	25 A	3000	3000	4500	4500	4000	8500	3000	6000	8500	T	3000	6000	T	T	T	T	T	T
	32 A		2000	4000	4000	4000	7000	2000	5000	7000	T	2000	5000	T	T	T	T	T	T
	40 A		2000	3000	3000	3000	6000	2000	4000	6000	T	2000	5000	T	T	T	T	T	T
	50 A			3000	3000	3000	5500		4000	5500	7000		4000	8000	T	T	T	T	T
	63 A			3000	3000	3000	5000		3000	5000	6000		4000	8000	T	T	T	T	T
	80 A				2000	2000	5000		2500	5000	6000			8000	T	T	T	T	T
	100 A						4000			4000	5000			7500	T	T	T	T	T
	125 A						2000			2000	3000			3000	8000	T	T	T	T
DX-D 15 kA Curva D y DX-MA Curva MA	1 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	2 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	3 A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	6 A	6000	6000	T	T	T	T	T	T	T	T	6000	T	T	T	T	T	T	T
	10 A	5000	5000	7500	7500	7500	T	4000	T	T	T	5000	T	T	T	T	T	T	T
	16 A	4000	4000	6000	6000	6000	T	3500	6000	T	T	4000	T	T	T	T	T	T	T
	20 A	3000	3000	5000	5000	5000	T	3500	6000	T	T	4000	8000	T	T	T	T	T	T
	25 A	3000	3000	4500	4500	9500	8500	2500	5500	8500	T	3000	6000	T	T	T	T	T	T
	32 A	2000	4000	4000	7000	7000	7000	4500	7000	T		2000	5000	T	T	T	T	T	T
	40 A		2000	3000	3000	4000	6000	2000	4500	6000	T	2000	5000	T	T	T	T	T	T
	50 A			3000	3000	3000	5500		3500	5500	T		4000	8000	T	T	T	T	T
	63 A			3000	3000	3000	5000		3500	5000	6000		4000	8000	T	T	T	T	T
	80 A				1500		4000			4000	5000			7000	T	T	T	T	T
	100 A						3000			3000	4000			6500	T	T	T	T	T
	125 A						1500			1500	2000			2000	7000	T	T	T	T
DX-L 25 kA Curva C DX-D 25 kA Curva D	10 A					T	T	T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T
	16 A					T	T	20000	T	T	T		40000	T	T	T	T	T	T
	20 A					20000	T	15000	22000	T	T		33000	T	T	T	T	T	T
	25 A					15000	T	12000	18000	T	T		28000	T	T	T	T	T	T
	32 A					10000	20000	9000	13000	T	T		20000	T	T	T	T	T	T
	40 A					7000	17000	6000	8000	20000	25000		13000	T	T	T	T	T	T
	50 A					3000	8000		4000	10000	20000		8000	20000	T	T	T	T	T
	63 A					3000	8000		4000	10000	15000		8000	20000	T	T	T	T	T

T : Selectividad total, hasta el poder de corte del interruptor automático situado después, según EN 60947-2
El interruptor automático situado después debe tener siempre un umbral magnético y una intensidad nominal inferiores a los del interruptor automático situado antes
(1) Con los fase + neutro, la selectividad se aplica para el Icu_1 entre fase y neutro, es decir 230V en red 230/400V

(*) Producto a pedido, favor consultarnos

4 LIMITES DE SELECTIVIDAD DX/DX

(Valores medios en amperios)

Interruptores automático situados aguas arriba

Interruptores automáticos situados aguas abajo		DX - DX-h - DX-L Curva C(1)												DX-D Curva D(1)							
		6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A
DNX* DX uni + neutro Curva C(1)	0,5 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	1 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	2 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	3 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	4 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750		120	192	240	300	384	480	600
	6 A		75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750		120	192	240	300	384	480	600
	8 A		75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750		120	192	240	300	384	480	600
	10 A			120	150	187	240	300	375	472	480	600	750			192	240	300	384	480	600
	13 A			120	150	187	240	300	375	472	480	600	750			192	240	300	384	480	600
	16 A				150	187	240	300	375	472	480	600	750				240	300	384	480	600
	20 A					187	240	300	375	472	480	600	750					300	384	480	600
	25 A						240	300	375	472	480	600	750						384	480	600
	32 A							300	375	472	480	600	750							480	600
	40 A								375	472	480	600	750								600
DX DX - h DX - L Curva C(1)	1 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	2 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	3 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	6 A		75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750		120	192	240	300	384	480	600
	10 A			120	150	187	240	300	375	472	480	600	750			192	240	300	384	480	600
	16 A				150	187	240	300	375	472	480	600	750				240	300	384	480	600
	20 A					187	240	300	375	472	480	600	750					300	384	480	600
	25 A						240	300	375	472	480	600	750						384	480	600
	32 A							300	375	472	480	600	750							480	600
	40 A								375	472	480	600	750								600
	50 A									472	480	600	750								
	63 A										480	600	750								
	80 A											600	750								
	100 A												750								
	125 A																				
DX-D Curva D(1) DX MA Curva MA	1 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	2 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	3 A		75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	6 A			120	150	187	240	300	375	472	480	600	750		120	192	240	300	384	480	600
	10 A				150	187	240	300	375	472	480	600	750			192	240	300	384	480	600
	16 A						240	300	375	472	480	600	750				240	300	384	480	600
	20 A							300	375	472	480	600	750					300	384	480	600
	25 A								375	472	480	600	750						384	480	600
	32 A									472	480	600	750							480	600
	40 A										480	600	750								600
	50 A											600	750								
	63 A											600	750								
	80 A																				
	100 A																				
	125 A																				
DX DX-h Curva B(1)	1 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	2 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	3 A	45	75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750	72	120	192	240	300	384	480	600
	6 A		75	120	150	187	240	300	375	472	480	600	750		120	192	240	300	384	480	600
	10 A			120	150	187	240	300	375	472	480	600	750			192	240	300	384	480	600
	16 A				150	187	240	300	375	472	480	600	750				240	300	384	480	600
	20 A					187	240	300	375	472	480	600	750					300	384	480	600
	25 A						240	300	375	472	480	600	750						384	480	600
	32 A							300	375	472	480	600	750							480	600
	40 A								375	472	480	600	750								600
	50 A									472	480	600	750								
	63 A										480	600	750								

(1) El interruptor automático situado después debe tener siempre un umbral magnético y una intensidad nominal inferiores al interruptor automático situado aguas abajo

(*) Producto a pedido, favor consultarnos

		DX-D Curva D(1)				DX - DX-h Curva B(1)								
		63 A	80 A	100 A	125 A	6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A
		756	800	T	T	24	40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	T	T	24	40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	T	T	24	40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	T	T		40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	T	T		40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500			64	80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500				80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500					100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500						128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500							160	200	252
		756	800	1 200	1 500								200	252
		756	800	1 200	1 500									252
		756	800	1 200	1 500									
		756	800	1 200	1 500									
		756	800	T	T	24	40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	T	T	24	40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	T	T		40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500			64	80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500					100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500							160	200	252
		756	800	1 200	1 500								200	252
		756	800	1 200	1 500									252
		756	800	1 200	1 500									
		756	800	1 200	1 500									
		756	800	1 200	1 500									
			800	1 200	1 500									
				1 200	1 500									
					1 500									
		756	800	T	T	24	40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	T	T		40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	T	T			64	80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500					100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500							160	200	252
		756	800	1 200	1 500									252
		756	800	1 200	1 500									
		756	800	1 200	1 500									
		756	800	1 200	1 500									
		756	800	1 200	1 500									
		756	800	1 200	1 500									
			800	1 200	1 500									
				1 200	1 500									
					1 500									
		756	800	1 200	1 500	24	40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500	24	40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500	24	40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500		40	64	80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500			64	80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500				80	100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500					100	128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500						128	160	200	252
		756	800	1 200	1 500							160	200	252
		756	800	1 200	1 500								200	252
		756	800	1 200	1 500									252
			800	1 200	1 500									

5 LIMITES DE SELECTIVIDAD DPX/DX

(Valores medios en kA)

Disyuntor aguas arriba

Disyuntor aguas abajo	In (A)	DPX 125 (25 kA) DPX 125 (36 kA) (MT)				DPX 160 (25 kA) DPX 160 (50 kA) (MT)				DPX 250 ER* (25 kA) DPX 250 ER* (50 kA) (MT)			DPX 250 (50 kA) DPX-H 250 (70 kA) (MT)				DPX 250 S1 (50 kA) DPX-H 250 S1 (70 kA) (Electrónico)			
		40	63	100	125	40	63	100	160	100	160	250	63	100	160	250	40	100	160	250
DPX 125 (25 kA)	16 A	0,8	1	1,2	1,2		0,63	1	1,6	1	1,6	2,5	0,63	1	1,6	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	25 A	0,8	1	1,2	1,2			1	1,6	1	1,6	2,5		1	1,6	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	40 A		1	1,2	1,2			1	1,6	1	1,6	2,5		1	1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	63 A			1,2	1,2				1,6		1,6	2,5			1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	100 A								1,6		1,6	2,5			1,6	2,5			3,5	3,5
	125 A								1,6		1,6	2,5			1,6	2,5			3,5	3,5
DPX 125 (36 kA)	16 A	0,8	1	1,2	1,2		0,63	1	1,6	1	1,6	2,5	0,63	1	1,6	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	25 A	0,8	1	1,2	1,2			1	1,6	1	1,6	2,5		1	1,6	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	40 A		1	1,2	1,2			1	1,6	1	1,6	2,5		1	1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	63 A			1,2	1,2				1,6		1,6	2,5			1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	100 A								1,6		1,6	2,5			1,6	2,5			3,5	3,5
	125 A								1,6		1,6	2,5			1,6	2,5			3,5	3,5
DPX 160 (25 kA)	25 A					0,4	0,63	1	1,6	1	1,6	2,5	0,63	1	1,6	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	40 A						0,63	1	1,6	1	1,6	2,5	0,63	1	1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	63 A							1	1,6	1	1,6	2,5		1	1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	100 A								1,6		1,6	2,5			1,6	2,5			3,5	3,5
	160 A											2,5				2,5				3,5
	250 A																			
DPX 160 (50 kA)	25 A					0,4	0,63	1	1,6	1	1,6	2,5	0,63	1	1,6	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	40 A						0,63	1	1,6	1	1,6	2,5	0,63	1	1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	63 A							1	1,6	1	1,6	2,5		1	1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	100 A								1,6		1,6	2,5			1,6	2,5			3,5	3,5
	160 A											2,5				2,5				3,5
DPX 250 ER* (36 kA)	100 A										1,6	2,5			1,6	2,5			3,5	3,5
	160 A											2,5				2,5				3,5
	250 A																			
DPX 250 ER* (50 kA)	100 A										1,6	2,5			1,6	2,5			3,5	3,5
	160 A											2,5				2,5				3,5
	250 A																			
DPX 250 (MT) (36 kA)	40 A												0,63	1	1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	63 A													1	1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	100 A														1,6	2,5			3,5	3,5
	160 A															2,5				3,5
	250 A																			
DPX-H 250 (MT) (70 kA)	40 A												0,63	1	1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	63 A													1	1,6	2,5		3,5	3,5	3,5
	100 A														1,6	2,5			3,5	3,5
	160 A															2,5				3,5
	250 A																			
DPX 250 S1 Electrónico (36 kA)	40 A																	1	1,6	2,5
	100 A																		1,6	2,5
	160 A																			2,5
	250 A																			
DPX-H 250 S1 Electrónico (70 kA)	40 A																	1	1,6	2,5
	100 A																		1,6	2,5
	160 A																			2,5
	250 A																			
DPX 630 (MT) (36 kA)	320 A																			
	400 A																			
	500 A																			
	630 A																			
DPX 630 (MT) (70 kA)	320 A																			
	400 A																			
	500 A																			
	630 A																			
DPX 630 S1 Electrónico (36 kA)	250 A																			
	400 A																			
	630 A																			
DPX-H 630 S2 Electrónico (70 kA)	250 A																			
	400 A																			
	630 A																			
DPX 1250 (MT) (50 kA)	630 A																			
	800 A																			
	1000 A																			
	1250 A																			
DPX-H 1250 (MT) (70 kA)	630 A																			
	800 A																			
	1000 A																			
	1250 A																			
DPX 1600 S1 Electrónico (50 kA)	630 A																			
	800 A																			
	1250 A																			
DPX 1600 S1 Electrónico (50 kA)	630 A																			
	800 A																			
	1250 A																			

(*) Producto a pedido, favor consultarnos

	DPX 630 (36 kA) DPX-H 630 (70 kA) (MT)					DPX 630 S1 DPX-H 630 S2 (Electrónico)				DPX 1250 (50 kA) DPX-H 1250 (70 kA) (MT)					DPX 1600 S1 (Electrónico)				DPX 1600 S2 (Electrónico)			
	250	320	400	500	630	160	250	400	630	500	630	800	1000	1250	630	800	1250	1600	630	800	1250	1600
	6	6	6	6	8	8	8	8	8	12	16	16	16	16	25	25	T	T	T	T	T	T
	6	6	6	6	8	8	8	8	8	12	16	16	16	16	T	T	T	T	T	T	T	T
	6	6	6	6	8	6	6	6	6	12	16	16	16	16	T	T	T	T	T	T	T	T
	6	6	6	6	8	6	6	6	6	12	16	16	16	16	T	T	T	T	T	T	T	T
	4	4	6	6	8	6	6	6	6	12	16	16	16	16	T	T	T	T	T	T	T	T
	4	4	6	6	8	6	6	6	6	12	16	16	16	16	T	T	T	T	T	T	T	T
	6	6	6	6	8	8	8	8	8	12	16	16	16	16	25	25	T	T	T	T	T	T
	6	6	6	6	8	8	8	8	8	12	16	16	16	16	25	25	T	T	T	T	T	T
	6	6	6	6	8	6	6	6	6	12	16	16	16	16	25	25	T	T	T	T	T	T
	6	6	6	6	8	6	6	6	6	12	16	16	16	16	25	25	T	T	T	T	T	T
	4	4	4	6	8	6	6	6	6	12	16	16	16	16	25	25	T	T	T	T	T	T
	4	4	4	6	8	6	6	6	6	12	16	16	16	16	25	25	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	8	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	8	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3		6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
		3,2	4	5	6,3			6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	8	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	8	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3		6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3		6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
		3,2	4	5	6,3			6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3		6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
		3,2	4	5	6,3			6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	8	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3		8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
		3,2	4	5	6,3			6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	8	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	30	36	30	30	30	36
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	30	36	30	30	30	36
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	30	36	30	30	30	36
	2,5	3,2	4	5	6,3		8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	30	36	30	30	30	36
		3,2	4	5	6,3			6	6	12	16	16	16	16	20	20	30	36	30	30	30	36
	2,5	3,2	4	5	6,3	8	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3		6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
		3,2	4	5	6,3			6	6	12	16	16	16	16	20	20	T	T	T	T	T	T
	2,5	3,2	4	5	6,3	8	8	8	8	12	16	16	16	16	20	20	30	36	30	30	30	36
	2,5	3,2	4	5	6,3	6	6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	30	36	30	30	30	36
	2,5	3,2	4	5	6,3		6	6	6	12	16	16	16	16	20	20	30	36	30	30	30	36
		3,2	4	5	6,3			6	6	12	16	16	16	16	20	20	30	36	30	30	30	36
			4	5	6,3			6	6	10	10	10	10	10	15	15	20	T	15	15	20	T
				5	6,3				6	10	10	10	6	7,5	15	15	20	T	15	15	20	T
					6,3						10	10	6	7,5	10	10	16	T	10	10	16	T
												10	6	7,5		10	16	T	10	10	16	T
			4	5	6,3			6	6	10	10	10	10	10	15	15	20	36	15	15	20	36
				5	6,3				6	10	10	10	6	7,5	15	15	20	36	15	15	20	36
					6,3						10	10	6	7,5	10	10	16	36	10	10	16	36
												10	6	7,5		10	16	36	10	10	16	36
					6,3			5	5	5	6,3	8	6	8	15	15	30	T	15	15	30	T
					6,3				5	5	6,3	8	6	8	15	15	30	T	15	15	30	T
												8	6	8		15	30	T		15	30	T
					6,3			5	5	5	6,3	8	6	8	15	15	30	36	15	15	30	36
					6,3				5	5	6,3	8	6	8	15	15	30	36	15	15	30	36
												8	6	8		15	30	36	15	15	30	36
												8		7,5		15	15	20		15	15	20
																	15	20			15	20
														7,5			15	20			15	20
																		20				20
												8		7,5		15	15	20		15	15	20
																	15	20			15	20
														7,5			15	20			15	20
																		20				20
																10	15	20		10	15	20
																	15	20			15	20
																		20				20
																10	15	20		10	15	20
																	15	20			15	20
																		20				20

T: Selectividad total, hasta el poder de corte del interruptor automático situado después, según EN 60947-2
El interruptor automático situado después debe tener siempre un umbral magnético y una intensidad nominal inferiores a los del interruptor automático situado antes.

Los disyuntores e interruptores abiertos DMX

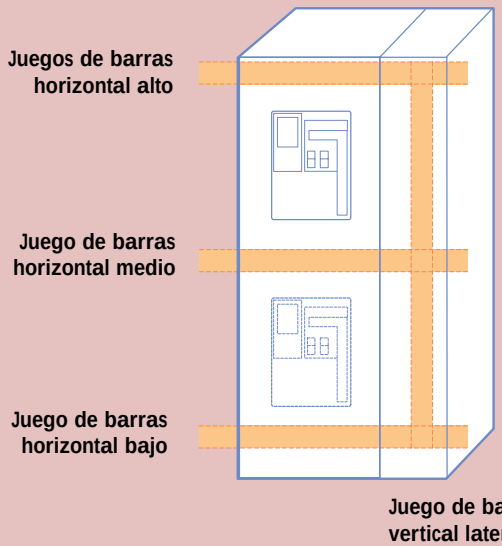
La tecnología del disyuntor llamado "abierto" evolucionó mucho: de hecho el corte no se efectúa verdaderamente al aire libre, pero en piezas de corte sofisticadas y el cuerpo de los aparatos disminuyó considerablemente.
Paralelamente, se desarrollaron sus calidades propias (robustez eléctrica y mecánica, capacidad de ruptura, capacidad de mantenimiento, posibilidades de accesorios...).

Los nuevos DMX Legrand se inscriben completamente en esta evolución y permiten proteger las instalaciones más potentes (hasta 4000 A) permaneciendo en la lógica de integración que habían iniciado los disyuntores DPX hasta 1600 A en los armarios XL/XL-A.

Se estudiaron especialmente la facilidad de montaje y la claridad en el montaje. Todos los aparatos de la gama DMX poseen un plastrón único.

Todos los armarios ofrecen la posibilidad de instalar dos DMX y cuatro juegos de barras.

Un principio único de montaje que permite a la vez el cierre de los aparatos (inversión de fuentes) y las conexiones sobre los distintos juegos de barras para efectuar los acoplamientos necesarios.





Armarios XL/XL-A, juegos de barras y nuevos disyuntores abiertos DMX para una perfecta coherencia de los conjuntos hasta 4000 A.

1 LA GAMA DMX

Los disyuntores e interruptores DMX declinan solamente en dos tamaños: Los DMX/H y DMX-I 2500 (calibres 1250,1600, 2000 y 2500 A) y los DMX/H y DMX-I 4000 (calibres 3200 y 4000 A).

El nombre DMX corresponde a una capacidad de ruptura estándar de 50 kA, DMX/H de 65 kA; mientras que el nombre DMX-L ofrece una capacidad de ruptura de 100 kA. En este último caso, el tamaño de los aparatos es idéntico al de los DMX 4000 para todos los calibres de 1250 a 4000 A.



DMX/H 2500 versión fija



DMX/H 2500
versión extraíble



DMX 4000 versión extraíble

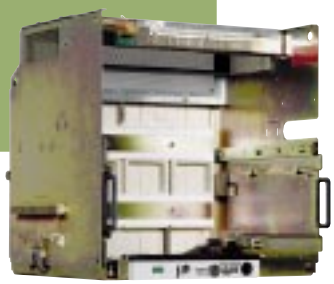
Todos los DMX, disyuntores e interruptores, son realizables en versión fija y en versión extraíble.
Con relación a la versión fija, la versión extraíble aporta posibilidades de bloqueo suplementarias (posición seccionada), una seguridad óptima en caso de intervención (consignación y separación física de la instalación) y una inter cambiabilidad fácil (no hay que efectuar desconexión).



**Extracción de un DMX.
Una maniobra que puede también efectuarse sin desmontaje de los cubre equipos.**



Empuñaduras retráctiles permiten extraer el aparato



Tabiques de aislamiento protegen del riesgo de contacto con las partes que permanecen bajo tensión

La unidad de memoria externa

En caso de cambio de aparato, la unidad de memoria externa (UME) conserva los ajustes y el conjunto de los datos registrados (defectos, maniobras, corrientes...) durante el funcionamiento del aparato anteriormente instalado: una función que asegura el mantenimiento y reduce el tiempo de paro al mínimo. Así los ajustes no se asocian con el aparato, sino con el circuito protegido.

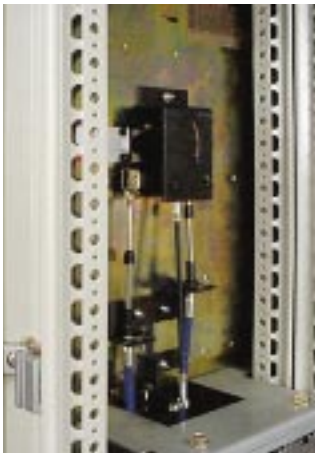


Todos los aparatos DMX/H, DMX-I, DMX-L en versión fija y extraíble pueden recibir un mecanismo de cierre que garantiza la "seguridad mecánica" en caso de inversión de fuente por ejemplo.

La disposición de dos aparatos en un mismo envolvente es posible si éstos no se cargan simultáneamente (inversión de fuentes) o si la suma de sus corrientes respectivas no excede los valores indicados para permitir una disipación térmica correcta (véase página 432). En el caso contrario, se debe instalar un único aparato por armario (o por unidad de un bloque de células).



Disyuntores abiertos DMX en inversión de fuentes. Los dos disyuntores se conectan a un juego de barras común



El mecanismo de cierre con cables, se adapta muy fácilmente a todas las versiones de DMX sin ser parte de su posición en general (cable de longitud 2 m)

“ La concepción de los DMX se da en su robustez y en su capacidad de mantenimiento. El retiro de la cara anterior (4 tornillos) da acceso directo a todos los auxiliares de comando y señalización: desenclavamientos, bobinas, contactos, motorización, contador...

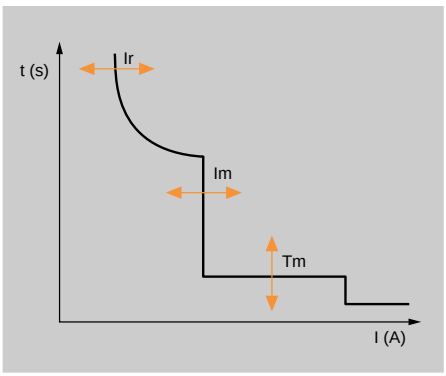


2 LAS UNIDADES DE PROTECCION

Además de sus posibilidades de integración, de su facilidad de montaje y conexión, de su robustez y de la continuidad máxima de explotación, los disyuntores poseen también unidades de protección modernas que permiten ajustes muy precisos de las condiciones de protección preservando al mismo tiempo una selectividad total con los aparatos aguas abajo.

•Unidad de protección electrónica MP17

En estándar, los disyuntores DMX están equipados con la unidad de protección electrónica MP17. Los ajustes se efectúan por selectores rotatorios:
- protección larga- retardada contra las sobrecargas: Ir de 0,4 a 1 In (7 pasos)
- protección corta- retardada contra los cortocircuitos: Im de 2 a 12 Ir (7 pasos)
- tiempo de acción de la protección corta - retardada: Tm de 0 a 1 s (7 pasos)



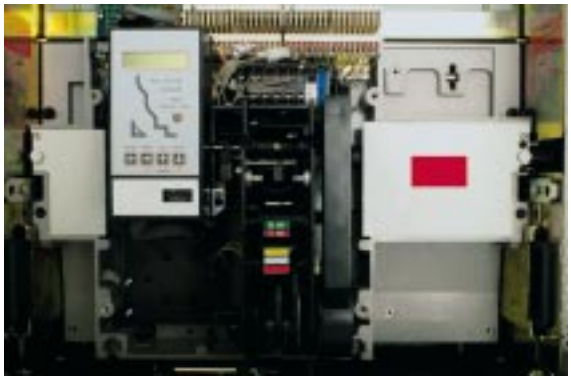


Unidad de protección MP17 sobre DMX 2500 extraíble



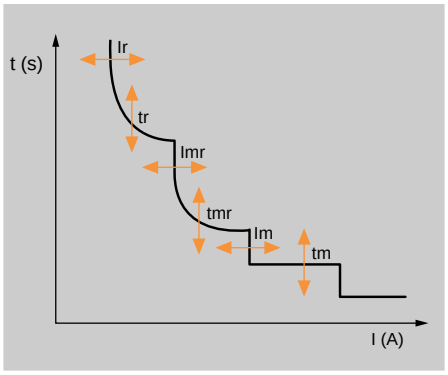
●Unidad de protección electrónica MP20

A pedido, los disyuntores DMX pueden recibir unidades de protección electrónica MP20 dotadas de funciones avanzadas.
Los ajustes se efectúan por teclado sensible con visualización del punto de ajuste sobre una curva luminosa.
Efectuadas las operaciones y las intervenciones, los parámetros de cortes (preaviso, control de carga), se pueden visualizar los valores de corriente.
Funciones de comunicación y control están también disponibles. Para las versiones extraíbles, la unidad de memoria externa (UME) se asocia con la unidad de protección MP20.



Unidad de control MP20 sobre disyuntores DMX 4000 (disponible a pedido)

Ajustes posibles:
- protección larga- retardada contra las sobrecargas: Ir de 0,4 a In (60 pasos)
- tiempo de acción de la protección larga- retardada: tr de 0,14 a 19 s (16 pasos)
- protección retardada contra los cortocircuitos: Imr de 1,5 a 12 Ir (9 pasos)
- tiempo de acción de la protección retardada: tmr de 1 a 10 s (función de tr)
- protección corta- retardada contra los cortocircuitos: Im de 1,5 a 12 Ir (9 pasos)
- tiempo de acción de la protección corta- retardada: tm de 0 a 1 s (10 pasos)





3 LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y CIERRE

Los nuevos disyuntores e interruptores DMX Legrand poseen varios dispositivos de seguridad

●Por candado

- botones de comando
- tabiques de aislamiento
- posición extraída e inserción de la empuñadura

●Por cerradura a clave

- contactos principales abiertos
- posición extraída.

●Por obstáculo

- ajustes de la unidad de protección
- inserción de la empuñadura
- destemplador de calibre

●Por cierre de cables, para inversión de fuentes



Cara anterior de los disyuntores DMX extraíbles



Bornes seccionadores para circuitos auxiliares

Unidad de memoria externa (UME)

Ventanas de visualización de los equipos auxiliares

Unidad de protección electrónica (MP20, a pedido)

Palanca de carga de los resortes (comando de acumulación de energía) disyuntor: palanca negra/ interruptor: palanca gris

Tapa de protección con seguridad para acceso a los ajustes

Botón de comando de cierre con candado

Botón de comando de apertura con candado

Identificación del tipo DMX: gris DMX-L: rojo

Indicador de posición de los contactos principales

Sitio para una cerradura de bloqueo (aparato abierto)

Indicador del estado de carga de los resortes

Indicación de posición del aparato (abrochado: rojo prueba: amarillo desabrochado: verde)

Alojamiento de la empuñadura de extracción. (Este alojamiento puede recibir una cerradura de bloqueo en posición desabrochada)

Cierre en posición desabrochada (2 candados)

Seguridad en la inserción de la empuñadura de extracción

Orificio sellable de inserción de la empuñadura de extracción

Cierre independiente de los tabiques de aislamiento

4 LAS CARACTERISTICAS TECNICAS

Características de los DMX-H, DMX-L

		DMX-H 2500 / DMX-L 2500				DMX-H 4000 / DMX-L 4000					
		1600		2000		2500		3200		4000	
		DMX-H	DMX-L	DMX-H	DMX-L	DMX-H	DMX-L	DMX-H	DMX-L	DMX-H	DMX-L
Número de polos		3P		3P		3P		3P		3P	
Corriente asignada In (A)		1600		2000		2500		3200		4000	
Protección de neutro (1)		50 %		50 %		50 %		50 %		50 %	
Tensión asignada de aislamiento Ui (V)		1000		1000		1000		1000		1000	
Tensión asig. de aguante a los choques Uimp (kV)		8		8		8		8		8	
Tensión asignada de empleo (50/60 Hz) Ue (V)		690		690		690		690		690	
Tensión de ruptura última Icu (kA)	230 V~	65	100	65	100	65	100	65	100	65	100
	415 V~	65	100	65	100	65	100	65	100	65	100
	500 V~	65	80	65	80	65	80	65	80	65	80
	600 V~	50	65	50	65	50	65	50	65	50	65
	690 V~	40	60	40	60	40	60	40	60	40	60
Capacidad de ruptura de servicio Ics (% Icu)		100	80	100	80	100	80	100	80	100	80
Capacidad asignada de cierre en cortocircuito Icm (kA)	415 V~	143	176	143	176	143	176	143	176	143	176
	500 V~	105	176	105	176	105	176	105	176	105	176
	600 V~	105	143	105	143	105	143	105	143	105	143
	690 V~	84	105	84	105	84	105	84	105	84	105
Corriente de corta duración admisible Icw (kA) t = 1s		50	80	50	80	50	80	50	80	50	80
Categoría de empleo		B		B		B		B		B	
Adaptabilidad de seccionamiento		Si		Si		Si		Si		Si	
Unidad de control electrónico	MP17	Estandard		Estandard		Estandard		Estandard		Estandard	
	MP20	Opcional		Opcional		Opcional		Opcional		Opcional	
Duración (ciclos)	mecánico	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
	electrónico	5000	3000	5000	3000	5000	3000	5000	3000	5000	3000

(1) ajuste 0-50-100% con unidad de protecci n MP20

Características de los DMX-I

		DMX-I 2500				DMX-I 4000	
		1250 A	1600 A	2000 A	2500 A	3200 A	4000 A
Número de polos		3P-4P	3P-4P	3P-4P	3P-4P	3P-4P	3P-4P
Corriente asignada In (A)		1250	1600	2000	2500	3200	4000
Tensión asignada de aislamiento Ui (V)		1000	1000	1000	1000	1000	1000
Tensión asignada al comportamiento de los choques Uimp (kV)		8	8	8	8	8	8
Tensión asignada de empleo Ue (V~)	50/60 Hz	690	690	690	690	690	690
	continua	250	250	250	250	250	250
Capacidad asignada de corte en cortocircuito Icm (kA)	415 V~	143	143	143	143	143	143
	500 V~	105	105	105	105	105	105
	600 V~	105	105	105	105	105	105
	690 V~	84	84	84	84	84	84
Corriente de corta duración admisible Icw (kA) t = 1s		50	50	50	50	50	50
Aptitud al seccionamiento		Si	Si	Si	Si	Si	Si
Resistencia (ciclos)	mecánica	20000	20000	20000	20000	20000	20000
	eléctrica	5000	5000	5000	5000	5000	5000

DMX - I: interruptores seccionadores sólo bajo demanda

Corriente de empleo (A) en función de la temperatura ambiente

Tipo de aparato	Intensidad nominal (A)	40°C	50°C	60°C	65°C	70°C
DMX 2500/4000	1250	1250	1250	1250	1250	1250
	1600	1600	1600	1445	1364	1280
	2000	2000	2000	2000	2000	1970
	2500	2500	2450	2232	2092	1970
	3200	3200	3200	3200	3019	2831
	4000	4000	3727	3367	3175	2978

Masa de los aparatos (kg)

	DMX-H 2500				DMX-H 4000				DMX-L 2500 / DMX-L 4000			
In (A)	1250-1600 A		2000-2500 A		3200 A		4000 A		1250-3200 A		4000 A	
Número de polos	3P	4P	3P	4P	3P	4P	3P	4P	3P	4P	3P	4P
Versión fija	38,8	48,6	43	54	53	67,8	53	67,8	53	67,8	53	67,8
Versión extraíble (aparato+base)	68,7	85,2	73,3	91,2	92,6	119,6	112,9	147,2	92,6	119,6	112,9	147,2
Versión extraíble (base sola)	29,2	35,6	29,2	35,6	37,4	48,8	57,7	76	37,4	48,8	57,7	76

Selectividad en red trifásica 400V

DMX/DPX

Disyuntor aguas arriba

Disyuntor aguas abajo		DMX-H 2500			DMX-H 4000	
		1600	2000	2500	3200	4000
DPX 125(1)		T	T	T	T	T
DPX 160(1)		T	T	T	T	T
DPX 250(1)		T	T	T	T	T
DPX 1600(1)	630A	T	T	T	T	T
	800A	T	T	T	T	T
	1000A	T	T	T	T	T
	1250A	T	T	T	T	T
DPX 1600(1)	630A	T	T	T	T	T
	800A	T	T	T	T	T
	1250A	T	T	T	T	T
	1600A		T	T	T	T

DMX/DMX

Disyuntor aguas arriba

Disyuntor aguas abajo		DMX 2500			DMX 4000	
		1600	2000	2500	3200	4000
DMX 2500	1600 A	T	T	T	T	T
	2000 A	T	T	T	T	T
	2500 A	T	T	T	T	T
	3200 A	T	T	T	T	T
	4000 A	T	T	T	T	T
DMX 4000	3200 A				T	T
	4000 A					T

(1) todas las capacidades de ruptura
T: selectividad total, hasta la capacidad de ruptura del disyuntor aguas abajo, de acuerdo a IEC 60947-2

5 ACCESORIOS

1 Accesorios de comando

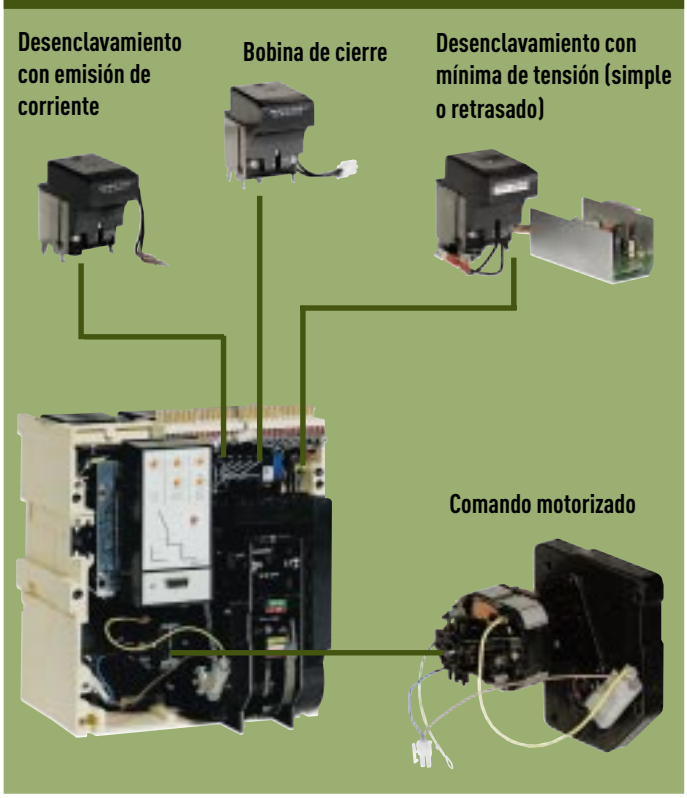
• Desenclavamiento por emisión de corriente

Los desenclavadotes con emisión de corriente son dispositivos generalmente controlados por un comando de contacto del tipo NA para efectuar, a distancia, la apertura instantánea del aparato.
Estos dispositivos están disponibles en distintas tensiones de alimentación, corriente alterna y corriente continua.
Se montan en la cara anterior del aparato por simple enclipsaje.
Tensión nominal: 48 V =, 110/130 V~/=, 220/250 V~/=, 380/440 V~
Tolerancia sobre la tensión nominal: 0,7 a 1,1 Un
Tiempos máximos de apertura: 50 ms
Potencia máxima absorbida: 300 VA (en ~) y 250 W (en=)

• Desenclavamiento con mínima tensión

Los desenclavadores de mínima tensión son dispositivos generalmente controlados por un comando de contacto de tipo NC. Causan la apertura instantánea del disyuntor si su tensión de alimentación cae bajo el límite y también en caso de apertura del contacto de comando.
Estos desenclavadores se equipan con un dispositivo que permite limitar su consumo después del cierre del circuito. Se montan en la cara anterior del aparato por simple enclipsaje.
Tensión nominal: 24/30 V =, 48 V =, 110/130 V =, 220/250 V~, 380/440V~
Tolerancia sobre la tensión nominal: 0,85 a 1,1 Un
Tensión de desenclavamiento: 35%
Tensión de vuelta: 60%
Tiempo de apertura: 50 ms
Potencia máxima absorbida: 300 VA reducida a 20 VA después de 400ms

Montaje de accesorios



• Desenclavamiento con mínima tensión retardada

Estos desenclavadores se equipan con un dispositivo electrónico que permite retrasar su funcionamiento en 3 segundos. Están destinados a utilizarse en redes inestables, donde la tensión de alimentación del desenclavador puede ser propensa a variaciones o a micro cortes, con el fin de evitar la apertura intempestiva del disyuntor. Se equipan también con un dispositivo ahorrador que permite limitar su consumo.
Tensión nominal: 48 V =, 110/130 V =, 220/250 V~, 380/440 V~
Tolerancia sobre la tensión nominal: 0,85 a 1,1 Un
Tensión de desenclavamiento: 35%
Tensión de vuelta: 60%
Tiempo de desenclavamiento: 3s
Potencia máxima absorbida: 300 VA reducida a 20 VA después de 400 ms

• Bobinas de cierre

Estas bobinas se utilizan para comandar el cierre a distancia del disyuntor, dado que éste se supeditó a la carga previa de los resortes. Son controladas por un contacto de tipo NA que puede ser a impulso (parada urgente) o mantenido (contacto de relé), la bobina integrando un auto corte de su alimentación.

Tensión nominal: 24/30 V =, 48 V =, 110/130 V~/=, 230/250 V~
Tolerancia sobre la tensión nominal: 0,85 a 1,1 Un
Tiempos de apertura: 50 ms
Potencia absorbida: 300 VA (en ~) y 250 W (en =).

Número de accesorios de comando para DMX	
Desenclavador con emisión de corriente	1
Desenclavador con mínimo de tensión (simple o retardada)	1
Bobina de cierre	1

• Comandos motorizados

Los comandos motorizados, disponibles bajo varias tensiones, se utilizan para efectuar, a distancia, el recambio de los resortes del mecanismo del disyuntor y esto, inmediatamente después cierre del aparato. Así el aparato puede volverse a cerrar casi instantáneamente después de la maniobra de apertura.
Asociados a un desenclavador (con emisión de corriente o de mínimo de tensión) y a una bobina de cierre, permiten cargar el disyuntor a distancia.
Su montaje se realiza fácilmente por tres tornillos.
En caso de falla de la tensión de alimentación de los comandos, es siempre posible recargar manualmente los resortes.
Los comandos motorizados están dotados con contactos "fin de curso" que cortan la alimentación de su motor después del recambio de los resortes.
Un contacto auxiliar de indicación "carga armada" Ref. 269.51, puede añadirse para prorrogar el estado de carga de los resortes.

Tensión nominal: 24/30 V =, 48 V =, 110/130 V =, 110/130 V~, 230/250 V~
Tolerancia sobre la tensión nominal: 0,85 a 1,1 Un
Tiempos de recambio de los resortes: 3 s
Potencia máxima absorbida: 300 VA (en ~) y 250 W (en =)

2 Accesorios de señalización

• Contactos de señalización

Todos los aparatos DMX están equipados con una serie de 8 contactos auxiliares
(5 NA + 3 NC).
Un contacto señal defecto eléctrico (1 NA) Ref. 269.52 puede añadirse para indicar un desenclavamiento sobre defecto. Este contacto permanece cerrado hasta el rearme del aparato.
Intensidad admisible: 5 A para 125 V =, 0,25 A para 250 V =, 10 A para 250 V~
Categoría de empleo: AC23 - DC3 (2 contactos en serie).

• Contactos de posición

Un bloque complementario de 12 contactos inversores (6 NA+ 6 NC) Ref. 269.50
puede ser montado sobre las versiones extraíbles para indicar la posición del aparato en su base (abrochado/test/desabrochado). Puede ser configurado de nuevo en función de las necesidades.

Conexión y definición de los accesorios

La conexión de los auxiliares eléctricos se efectúa en la cara anterior de los bornes previstos para tal efecto: 32 puntos de conexión disponibles.
La identificación de los accesorios se hace por adelante. Ya que la tapa tiene ventanas, es fácil saber con qué bobinas está equipado el aparato. Además, en la entrega, sobre cada aparato, una etiqueta descriptiva indica su composición.

Los limitadores de sobretensión

Los limitadores de sobretensión son un elemento esencial de la protección de las instalaciones modernas, pero la pertinencia de su elección y el respeto de sus normas de instalación son condiciones inevitables para su eficacia

1 LAS TECNOLOGIAS DE LOS PARARRAYOS

Basados en el montaje de elementos de varistancia, los limitadores de sobretensión Legrand combinan rapidez y capacidad de comercialización.
Poseen una protección interna con indicación de fin de vida por un indicador y ofrecen la posibilidad de reportarse a distancia por medio de un contacto auxiliar.

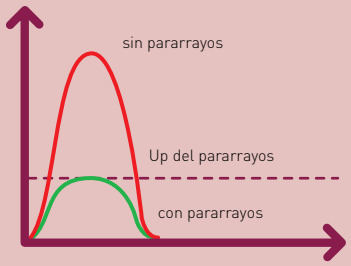
• Los limitadores de sobretensión con varistancia

La varistancia es un componente a base de óxido de zinc (ZnO) que posee la propiedad de ser muy "no lineal".
Es decir, que a la tensión de funcionamiento normal, la resistencia del componente es muy elevada y la corriente de fuga muy escasa (< 1 mA).
Cuando una sobre tensión aparece, el valor de la resistencia se hunde y una parte importante de la corriente es desviada limitando la sobre tensión aguas abajo del limitador de sobretensión. Después de varios choques de rayo, la varistancia envejece y debe cambiarse.
También encontramos otras tecnologías de pararrayos.

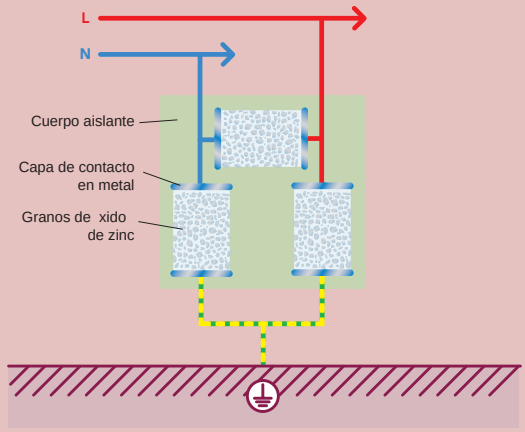
• Los limitadores de sobretensión descargadores de aire, a descarga en superficie o a gas dentro de un tubo

Tienen el poder de derivar las energías importantes, de inducir una baja capacidad parasitaria, pero sus condiciones de respuesta son variables (condiciones atmosféricas, tipo de onda), su corriente es elevada. Se utilizan generalmente en las redes de energía...

Funcionamiento de una varistancia



En una instalación con limitadores de sobretensión, la varistancia limita la sobre tensión al nivel de Up.



• Los limitadores de sobretensión con componentes de silicio (diodos Zener, tiristor...)

Se utilizan en baja tensión, en las líneas de bajo nivel o en la electrónica.
Su tiempo de respuesta es excelente, pero se limita su capacidad de disipación. Garantizan una protección fina en complemento de pararrayos con varistancia

Los limitadores de sobretensión Legrand se instalan a la cabeza de la instalación (protección primaria), en el tablero de distribución (protección secundaria) y en el ámbito de utilización (protección terminal), en función de sus características.



Limitador de sobretensión Legrand con varistancia y con elemento de recambio extraíble

2 LAS CARACTERISTICAS DE LOS LIMITADORES DE SOBRETENSIÓN

- **Nivel de protección UP expresado en kV**

Este valor caracteriza el nivel al cual es llevada la sobre tensión en caso de escurrimiento de la corriente nominal de descarga, por ejemplo: 1 - 1,2 - 1,5 - 1,8 - 2 - 2,5 kV.

- **Corriente máxima de descarga Imax**

Expresa el valor de la corriente en kA en forma de onda 8/20 µs que puede pasar por el limitador de sobretensión al menos una vez

- **Corriente nominal de descarga In**

Es la corriente de descarga (en kA) utilizada para las pruebas que el limitador de sobretensión debe estar en condiciones de pasar 20 veces.

- **Tensión máxima de régimen permanente Uc (en V)**

Esto es el valor específico de la tensión de utilización del limitador de dobletensión. Debe ser al menos igual a la tensión máxima de la red.

El número de choques de rayo que el limitador de sobretensión es capaz de absorber va decreciendo con el valor de la corriente de descarga (de 20 choques a 1 choque). Por esto la elección de estos valores debe ponerse frente a las condiciones probables de intensidad y repetición de los choques de rayo.

La NF C 15-100 § 534-1 (Francia) recomienda que en el origen de una instalación abastecida por la red pública, la corriente nominal sea al menos igual a 5 kA y el nivel de protección
Up≤ 2,5 kV. Los criterios más severos de exposición o de protección pueden conducir a valores más elevados.

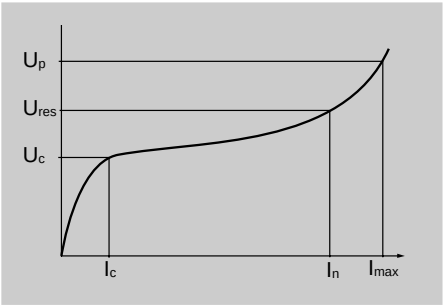
Atención: la sola protección de cabeza de instalación permite derivar la mayor parte de la energía, pero no basta a proteger toda la instalación y especialmente los materiales sensibles para los cuales es necesario una protección de proximidad (véase página 117).

• Corriente de funcionamiento permanente IC

Incorrectamente nombrada corriente de fuga, es el valor (en mA) de la corriente que se pasa al limitador de sobretensión bajo su tensión Uc en ausencia de defecto

• Tensión residual U res

Esto es el valor medido de la tensión en los bornes del limitador de sobretensión cuando se somete a la corriente de descarga nominal In. Este valor no debe exceder el de Up.



Como cualquier aparato de una instalación, los limitadores de sobretensión deben protegerse contra los choques eléctricos (contactos directos e indirectos), contra los cortocircuitos y contra las sobrecargas. Se indica la instalación de un dispositivo de protección para los pararrayos de tablero, T_G o de distribución. Está constituido por un disyuntor DX 20 A Ref. 06564 en tetrapolar o Ref. 06469 en bipolar.

3 LA ELECCION DE LOS LIMITADORES DE SOBRETENSIÓN

Los limitadores de sobretensión Legrand de tipo modular tienen tres niveles vinculados a su capacidad de escurrimiento: alta capacidad 70 kA, elevada capacidad 40 kA y capacidad estándar 15 kA.
Pueden instalarse a la cabeza o al nivel distribución/repartición de la instalación.
Los limitadores de sobretensión de proximidad se incorporan generalmente a los productos: regleta de tomas, equipos, bloques de automatización...

Los auxiliares de señalización Ref. 039 55/56/57/58, que se montan por simple enclipsaje, permiten mediante un contacto inversor, comprobar el estado del limitador de sobretensión.



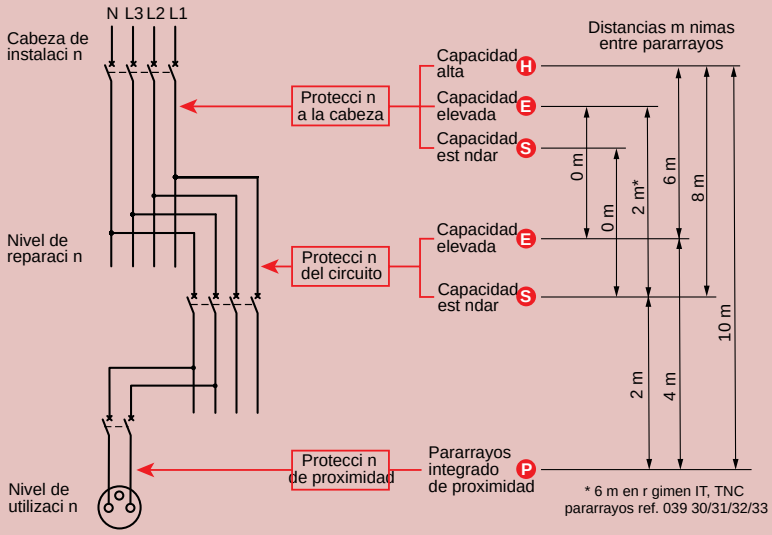
Algunos principios de elección:
- se recomienda siempre una protección de proximidad para los materiales muy sensibles (informáticos, electrónicos),
- generalmente se adapta una protección de capacidad normal para los materiales de sensibilidad media (electrodomésticos),
- los limitadores de sobretensión de alta capacidad o de elevada capacidad se prescriben para los niveles de protección vinculados a una fuerte o muy fuerte exposición (véase página 106). Una protección de capacidad normal debe serles complementaria y coordinada.

Tipo de limitadores de sobretensión		Capacidad de escurrimiento (Imax)	Corriente nominal (In)	Nivel de protección (Up)
Limitador de sobretensión Lexic de cabeza y circuito 	Capacidad alta (H)	70 kA	20 kA	2 kV
	Capacidad elevada (E)	40 kA	15 kA	1,4 kV(1)
	Capacidad estándar (S)	15 kA	5 kA	1,2 kV
Limitador de sobretensión de proximidad (P)	Mosaic 	3 kA	1,5 kA	1kV
	Bloques de tomas 	1 a 8 kA	1,5 a 2,5 kA(2)	1,2 kV
Pararrayos Lexic para líneas telefónicas 		10 kA	5 kA	100 0 300 V

(1) 1,8 kV en régimen IT y TNC
(2) según los modelos
(*) a pedido, favor consultarnos.

Por principio la instalación del limitador de sobretensión de proximidad debe siempre ser acompañada por la instalación de un limitador de sobretensión a la cabeza.

Número, tipo y posición recomendados para los limitadores de sobretensión en función de su grado de protección (exposición,) de la protección pasiva aportada por la instalación y de la sensibilidad de los materiales



Protecci n pasiva de la instalaci n	Nivel de protecci n (exposici n) ☆ Poco sensible	☆ Sensible	☆ Muy sensible	☆☆ Poco sensible	☆☆ Sensible	☆☆ Muy sensible	☆☆☆ Poco sensible	☆☆☆ Sensible	☆☆☆ Muy sensible	Posici n de los pararrayos
Buena		S	S	S	S	S	E	E	E	Cabeza
								S	S	Circuito
			P			P			P	Proximidad
Mediana	S	S	S	E	E	E	E	E	H	Cabeza
						S	S	S	S	Circuito
			P		P	P		P	P	Proximidad
Mediocre	S	S	E	E	E	H	H	H	H	Cabeza
			S	S	S	S	S	S	E	Circuito
		P	P		P	P		P	P	Proximidad
	Sensibilidad de los materiales									

Este cuadro debe considerarse como una guía; se basa en datos cualitativos tales como la protección pasiva aportada por la instalación o la ola de sensibilidad presunta de los materiales. La respuesta en términos de productos se propone razonablemente con relación al riesgo estadístico de los daños debidos al rayo, que siguen siendo un fenómeno siempre imprevisible...

Nivel de protección: Caracteriza al riesgo de sobre tensión en la cabeza de la instalación por un número de estrellas de 1 a 3. Este nivel se determina a partir de la exposición (número de impactos/km2/año), de la situación del edificio, de la de la red de alimentación y de la presencia o no de un pararrayos (véase cuadro página 106).

Protección pasiva de la instalación: Designa la parte de la protección aportada por la estructura y a la configuración de la propia instalación: su amplitud, su nivel de equipotencialidad, la separación de los circuitos...La protección pasiva es considerada mediocre, mediana o buena por un código de colores que degradan desde el rojo al verde (véase cuadro página 116)

Sensibilidad de los materiales: Los materiales se clasifican en tres categorías:
- Poco sensibles (motores, calefactores...)
- Sensibles (electrodomésticos, alumbrados, electrónica de potencia...)
- Muy sensibles (informáticos, electrónica de comando, módems, fax, equipos de comunicación...)

El cuadro de la página 120 permite determinar el nivel admisible de sobre tensión de un aparato en función de su clase (CEI 61000-4-5).

Ejemplo:
En una zona en el ámbito de protección ✯✯, en una instalación cuya protección pasiva es mediocre (gran amplitud, mala equipotencialidad...) y que implica aparatos sensibles, se aconseja colocar un pararrayos de capacidad elevada a la cabeza de la instalación (E), un pararrayos de capacidad estándar (S) a la cabeza de los circuitos derivados en cuestión y un pararrayos de proximidad (P) cerca del aparato sensible para proteger.

La disposición lado a lado de dos limitadores de sobretensión idénticos numera (H) + (H) o (E) + (E) (distancia 0 m) permite aumentar la capacidad de escurrimiento.

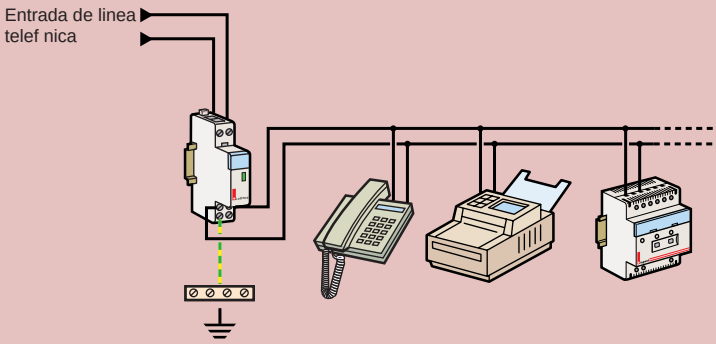
La coordinación de los pararrayos

La coordinación de los pararrayos se basa en el respeto de una distancia mínima entre ellos (véase página 118). Estas distancias están en el esquema página 184. El pararrayos de proximidad está generalmente bastante distante (punto de utilización) pero los niveles de cabeza de la instalación y la repartición están a menudo en el mismo conjunto (doméstico, pequeño sector terciario...).
El respeto de las distancias mínimas, entre limitadores de sobretensión de cabeza y limitadores de sobretensión de circuito, es imposible sin recurrir a los módulos de coordinación.



Los módulos de coordinación Ref. 039 62/63 permiten liberarse de las distancias mínimas entre limitadores de sobretensión.

La protección de las líneas telefónicas



Por naturaleza, las líneas telefónicas representan un riesgo de propagación de las sobre tensiones vinculadas al rayo. Generalmente están conectadas a una tierra alejada (véase página 122). Cualquiera que sean los niveles de protección de la instalación y el riesgo de exposición, siempre se aconseja instalar limitadores de sobretensión específicos: Ref. 038.28 para líneas analógicas, Ref. 038.29* para líneas numéricas.

(*) bajo pedido, favor consultarnos

Los interruptores diferenciales

El interruptor diferencial (dispositivo de corriente diferencial residual) mide permanentemente la diferencia entre el valor de la corriente de entrada y el de la corriente de salida del circuito que protege. Si dicha diferencia no es nula, significa que existe una fuga o una falla de aislamiento. Cuando este valor alcanza el nivel de regulación del diferencial, se corta automáticamente la alimentación del circuito

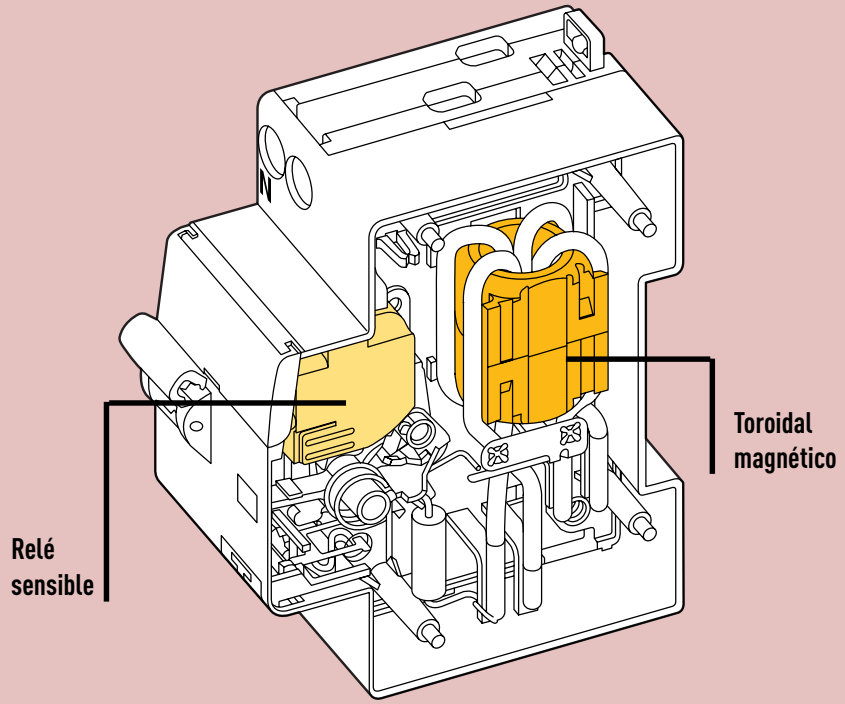
1 CONSTITUCION DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES

El diferencial está esencialmente constituido por un toroidal y un relé sensible.

1 Toroidal magnético

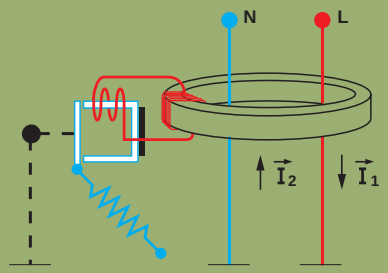
El toroidal magnético funciona como un transformador. El primario mide la diferencia (suma vectorial) de las corrientes del circuito que controla y el secundario alimenta el relé sensible. En caso de corriente de fuga o de falla, la suma vectorial de las corrientes no es nula y se traduce en una corriente diferencial (de fuga).
Por encima del umbral previamente regulado IΔn, el relé sensible activa la apertura de los contactos principales del dispositivo de corte asociado (magnetotérmico o interruptor automático).

Interruptor diferencial fase neutro



Corriente de fuga: Corriente que, en condiciones normales de funcionamiento, se desvía a tierra en ausencia de falla.
Corriente de falla: Corriente que se desvía a tierra a través de las masas o del conductor de protección como consecuencia de una falla de aislamiento.

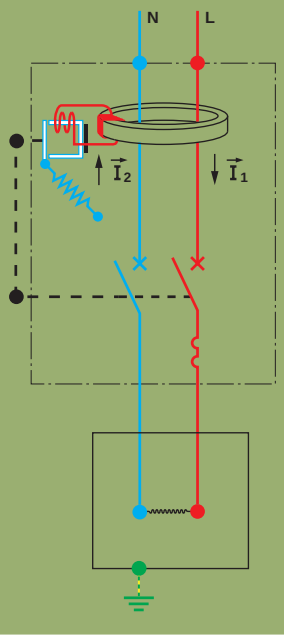
Principio del interruptor diferencial



2 Relé sensible

El relé sensible está constituido por una bobina imantada que, en ausencia de corriente, mantiene una armadura en posición cerrada. Esta armadura está fijada a un eje y sometida a la tensión de un muelle. Cuando la bobina no está excitada por la corriente, el imán permanente opone una fuerza de tracción de la armadura superior al esfuerzo del muelle. Al excitarse la bobina, el flujo magnético inducido se opone a la imantación permanente. En tal caso, el esfuerzo generado por el muelle provoca el movimiento de la armadura, que acciona el mecanismo de apertura de los contactos.

En ausencia de falla

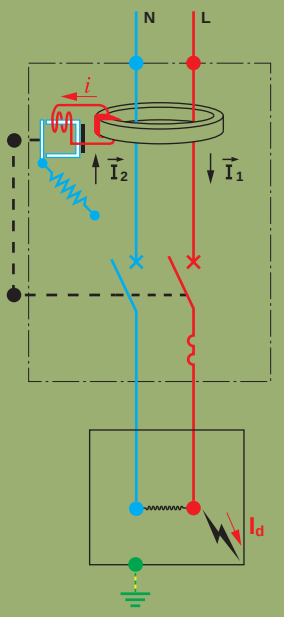


$\vec{I}_2 = -\vec{I}_1$

$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 = 0$

El valor de la corriente de entrada (fase) es igual al de la corriente de retorno (neutro). Si no hay corriente diferencial, no se crea ningún flujo en el toroidal. La bobina del relé sensible no se halla excitada. Los contactos permanecen cerrados.
El equipo funciona normalmente.

En presencia de una falla



$\vec{I}_2 \neq \vec{I}_1$

$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 = \vec{I}_d$

El valor de la corriente de entrada (fase) es diferente al valor de la corriente de retorno (neutro). La corriente diferencial provoca un flujo magnético en el toroidal, el cual genera una corriente que excita al relé sensible.

2 APARATOS CON DISPOSITIVO DIFERENCIAL

La elección de un aparato con dispositivo diferencial depende del nivel de protección requerido (umbral de activación IΔn), de la naturaleza del aparato de corte asociado (interruptor automático o magnetotérmico) y de las condiciones específicas de utilización (con retardo, selectivo, inmunizado).

1 Determinación del umbral de disparo

Podemos distinguir tres familias de dispositivos diferenciales, llamadas de alta, media y baja sensibilidad.

- **Alta sensibilidad:** IΔn ≤ 30 mA.

Se utilizan para la protección de tomas de corriente, locales húmedos, instalaciones móviles (obras, ferias...), edificios agrícolas, o cuando las condiciones de puesta a tierra son deficientes.

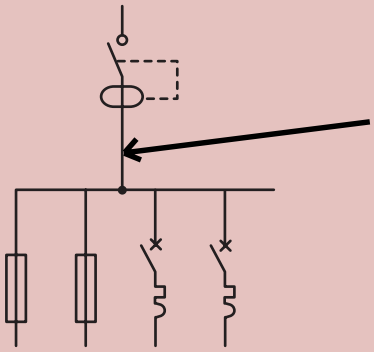
- **Sensibilidad media:** 30 mA < IΔn ≤ 500 mA.

Se utilizan para la protección de instalaciones fijas (principalmente con esquema TT). Permiten la selectividad con los dispositivos de alta sensibilidad. Garantizan la protección en condiciones de cortocircuito mínimo (longitudes de líneas en esquemas TN e IT) y permiten limitar las corrientes de falla (riesgo de incendio).

- **Baja sensibilidad:** IΔn > 0,5 A.

Se utilizan para la protección de instalaciones (en esquemas TN e IT). Permiten la selectividad con dispositivos de alta y media sensibilidad.

Interruptor diferencial previo a los dispositivos de protección contra sobreintensidades



La parte de instalación comprendida entre el interruptor diferencial previo y los dispositivos de protección posteriores debe ser objeto de medidas que reduzcan los riesgos de cortocircuitos (cableado en canal, cables fijados).



La protección está garantizada cuando la conexión se realiza con peines.

2 Elección del aparato de corte asociado

El interruptor diferencial (conforme a la norma internacional CEI 61008) permite el corte del circuito, pero no garantiza la protección contra sobreintensidades. Por lo tanto, es obligatorio asociarle un dispositivo de protección del circuito, tipo interruptor automático o fusible, que garantice igualmente la protección del interruptor.

El interruptor automático diferencial (conforme a la norma internacional CEI 61009-1) garantiza al mismo tiempo el corte del circuito y la protección contra sobreintensidades (cortocircuitos y sobrecargas).
Existen varios tipos:
– monobloc modular
– bloque diferencial adaptable (BDA) para aparato modular
– bloque diferencial asociable (vertical u horizontal) para DPX
– relé diferencial de toroidal separado.

Relés diferenciales de toroidal separado...

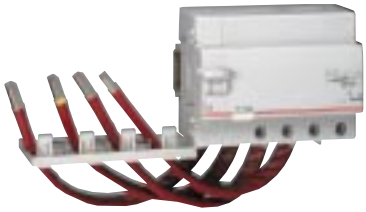


... permiten que los interruptores automáticos y los interruptores DPX provistos de bobina de disparo funcionen como diferenciales

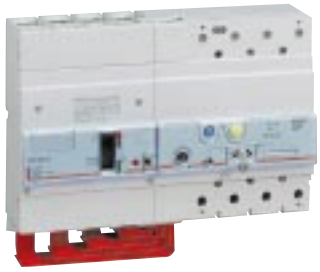




Interruptores automáticos diferenciales monoblocs tetrapolares 4 módulos solo hasta 32 A (a pedido)



Bloque diferencial adaptable para interruptores automáticos modulares



Bloque diferencial lateral ref. 230 36 asociado a un DPX 250 ER

Los dispositivos diferenciales están provistos de un botón de «test», con el que se puede simular una corriente de defecto. Debe efectuarse un test mensual.



Interruptor diferencial DX Hpi ref. 08822

3 Condiciones específicas de utilización

Existen dos tipos de diferenciales:

• Tipo AC

Se utilizan para las aplicaciones estándar, sin presencia de componentes continuos de corriente.

• Tipo A

Se utilizan cuando las cargas deforman la señal (la corriente no es perfectamente sinusoidal o presenta una componente continua); están aconsejados para la protección de aparatos electrónicos, informáticos, fluorescentes...

Cada uno de estos tipos de diferenciales puede estar diseñado en las siguientes versiones:

• Versión «estándar»

La activación se considera instantánea.

• Versión «s» (selectivo o con retardo)

La activación actúa con retardo para permitir la selectividad con otros diferenciales situados más aguas abajo.

• Versión Hpi Hpi

(alta inmunización)

Se trata de una variante del tipo A cuya inmunidad a fenómenos transitorios está reforzada. Por lo tanto, es particularmente adecuado para las instalaciones eléctricamente contaminantes. Su menor sensibilidad a las corrientes de fuga permanentes lo hace especialmente apropiado para las instalaciones que alimentan computadores y evita incrementar las divisiones de circuitos,lo que permite reducir el número de protecciones diferenciales.

Los umbrales de activación diferenciales están generalmente garantizados para una temperatura de hasta –5 °C. En ciertas versiones, especialmente la «Hpi», están garantizados hasta –25 °C. Una marca indica dicha temperatura.

-25

Interés de los dispositivos diferenciales (DR)

La garantía total de la protección que aportan los regímenes de neutro depende a la vez de las normas de diseño (cálculo), de la realización (longitud de líneas, calidad de la tierra) y, sobre todo, de la evolución y de la utilización que se haga de la instalación (ampliaciones, cargas móviles).

Ante estas incertidumbres, y con el riesgo a cierto plazo de degradar el nivel de seguridad, la utilización de dispositivos diferenciales Legrand representa la «solución» complementaria a los esquemas de conexión a tierra. Cualquiera que sea el régimen de neutro, el diferencial es «el más» innegable, el que asegura y tranquiliza. Los de sensibilidad media (300 ó 500 mA) evitan el incremento de energía de corrientes de falla que podrían ser causa de incendios (protección de bienes). Los de elevada sensibilidad (30 mA) permiten conservar la protección contra contactos indirectos, en caso de mala tierra o de corte del conductor de protección. Completa la protección contra un contacto directo fase/tierra (protección de las personas).

• Al 1era falla, en esquema TT:

- situado en cabecera de la instalación, el DR permite detectar corrientes de falla desde el momento en que se producen. Permite obviar la exigencia de tomas de tierra, que son difíciles de obtener

- situado en cada salida, o en cada grupo de circuitos, permite la selectividad de la protección si las masas no están conectadas entre sí.

• Al 1era falla, en esquema TN:

- situado en cada salida, garantiza las condiciones de activación en caso de longitudes de línea muy grandes y utilizaciones mal controladas

- situado en cabecera de un grupo de circuitos, garantiza la protección cuando las masas no están conectadas entre sí (edificios diferentes, utilizaciones alejadas).

• Al 2ª falla, en esquema IT:

- situado en las salidas cuyas condiciones de protección no están garantizadas (longitudes de línea frecuentemente limitadas en IT por una corriente de falla menor que en TN), garantiza el corte

- situado en cabecera de un grupo de circuitos, garantiza la protección cuando las masas no están conectadas entre sí (edificios diferentes, utilizaciones alejadas).

Desconexiones intempestivas

Causas

• Corrientes de fuga:

Las instalaciones eléctricas de BT presentan corrientes de fuga permanentes, que no obedecen a fallas sino a las propias características de los aislantes de los aparatos y de los conductores. En una instalación en buen estado, su valor es generalmente de unos pocos miliamperios, lo que no provoca interrupciones intempestivas. El desarrollo de receptores, que integran cada vez más componentes electrónicos con alimentaciones de corte y filtrado unidos, genera corrientes de fuga más elevadas. Un solo puesto informático con varios aparatos (unidad, pantalla, impresora, escáner...) puede representar una corriente de fuga de varios miliamperios.

Por lo tanto, la alimentación de varios puestos a partir de una misma toma de corriente o de un mismo circuito puede generar rápidamente una corriente total de fuga que active los diferenciales de alta sensibilidad.

• Corrientes transitorias:

Los efectos capacitivos de la instalación, las sobretensiones de maniobra en circuitos inductivos, las descargas electrostáticas y los choques provocados por el rayo, son todos ellos fenómenos momentáneos que no constituyen fallas en el propio sentido de la palabra y ante los que los dispositivos diferenciales deben estar inmunizados.

• Presencia de componentes continuos:

Existen componentes continuos de corriente que pueden circular como consecuencia de fallas en ciertas alimentaciones electrónicas y que pueden modificar, o incluso anular, el funcionamiento de los diferenciales si éstos no están convenientemente protegidos.

Soluciones

• Corrientes de fuga elevadas:

- dividir y proteger independientemente los circuitos a fin de limitar el número de aparatos para cada uno, garantizando la selectividad vertical

- utilizar aparatos de clase II cuando existan

- alimentar los aparatos con riesgo de fuga importante mediante un transformador de separación

- utilizar diferenciales del tipo Hpi cuya curva de activación es más adecuada

• Corrientes transitorias:

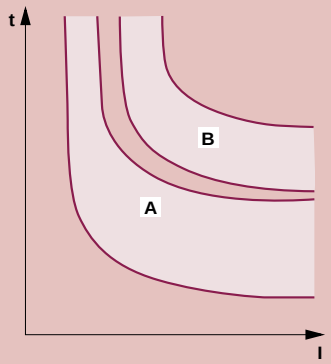
- limitarlas garantizando una buena equipotencialidad de la instalación (véase página 90)

- utilizar cables con un conductor de protección conectado a tierra, aun cuando éste no se use (alimentación de aparatos de clase II), ya que los cables sin conductor de protección pueden provocar transitorias por efecto capacitivo

- utilizar diferenciales con retardo (tipo s), que dejan pasar las corrientes transitorias durante la fase de retardo o bien, preferentemente, diferenciales Hpi que garantizan una buena inmunidad frente a las corrientes transitorias (limitación de las desconexioens) al tiempo que conservan una óptima seguridad de la protección (rapidez).

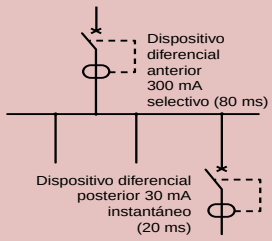
3 SELECTIVIDAD DE LOS DIFERENCIALES

La norma internacional CEI 60364-5-53 define las condiciones de coordinación de los dispositivos de protección de corriente diferencial residual (DR).
Al tiempo que garantizan la máxima seguridad, estas condiciones permiten mantener en funcionamiento las partes de la instalación que no están afectadas por una eventual falla.
La selectividad de dos dispositivos de protección de corriente diferencial residual exige que la característica de no activación tiempo/corriente del aparato situado antes sea superior a la del situado después.

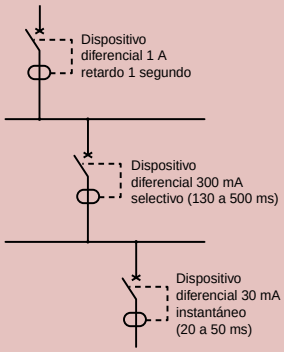


Selectividad total entre un aparato posterior (A) y uno anterior (B)

Selectividad a 2 niveles



Selectividad a 3 niveles



En la práctica, el dispositivo situado antes deberá tener una sensibilidad 2 a 3 veces menor y un tiempo de corte bajo IΔn al menos 4 veces mayor que el situado después.
Ejemplo:
Con un dispositivo de falla de 1 A
- dispositivo posterior: 30 mA instantáneo (activación en 20 ms)
- dispositivo anterior: 300 mA selectivo (activación en 80 ms).
Atención: No se permite un retardo superior a 1 s.

4 NECESIDAD DE LA CLASE II

La protección contra contactos indirectos puede no estar garantizada en ciertas partes de la instalación, por ejemplo:
– los tableros de conexión de instalaciones en régimen TT, en las que el aparato de cabecera carece de función diferencial
– los tableros en los que la presencia de un pararrayos en cabecera generaría la activación de un aparato diferencial de cabecera
– los circuitos en los que las características tiempo / corriente de los aparatos diferenciales no son compatibles con la resistencia de la toma de tierra local.

Debido a la ausencia de dispositivo diferencial de cabecera, la instalación de clase II puede también permitir notables economías.

La instalación deberá ser de clase II hasta los bornes de salida de los dispositivos de corriente diferencial que garantizan eficazmente la protección contra contactos indirectos (características tiempo/corriente compatibles con las condiciones locales de protección, definidas por la tensión admisible de contacto Vs y la resistencia R de la toma de tierra).

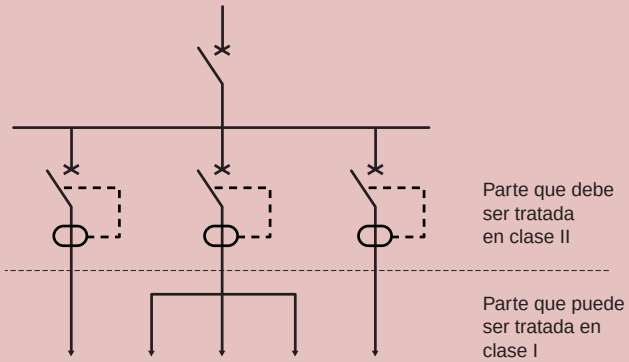
Valor máximo de la resistencia de toma de tierra R (Ω) en función de la corriente de funcionamiento del dispositivo diferencial (tiempo de activación inferior a 1 s).

IΔn diferencial	R tierra (Ω) U_L : 50 V
≤ 30 mA	> 500
100 mA	500
300 mA	167
500 mA	100
1A	50
3A	17

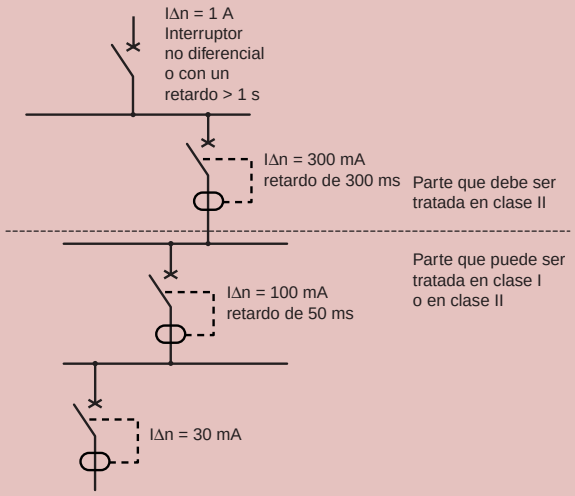
En las instalaciones de obra, edificios de cría de ganado..., se exige un valor de UL de 25 V.

Tratamiento en clase II para la totalidad o parte de un conjunto o de un tablero

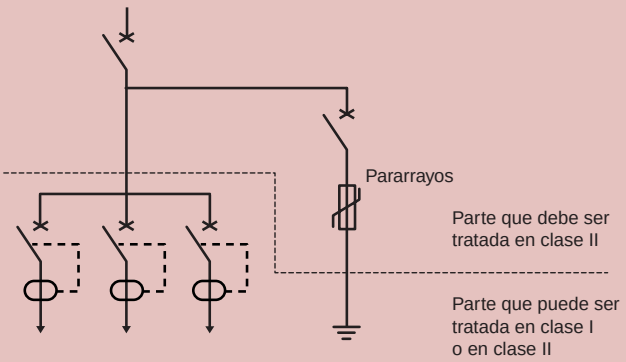
Aparato de conexión no diferencial



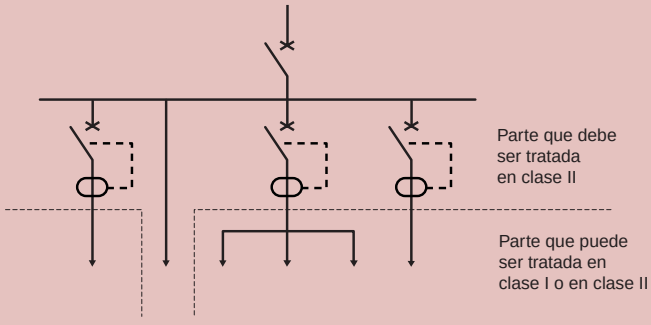
4 niveles de selectividad, de los que los dos primeros requieren que la instalación sea de la clase II



Pararrayos situado antes del dispositivo diferencial



Salida principal hacia otro tablero tratada en clase II



LAS FUNCIONES DE EXPLOTACION

Corte y protección siguen siendo las funciones indudablemente básicas necesarias para una utilización segura de la energía eléctrica; pero a éstas se añaden en las instalaciones actuales las exigencias de fiabilidad, de continuidad del servicio, de seguridad, las que requieren un esquema adaptado a aparatos con funciones ampliadas (motores, auxiliares, extracciones, bobinas de comando...).

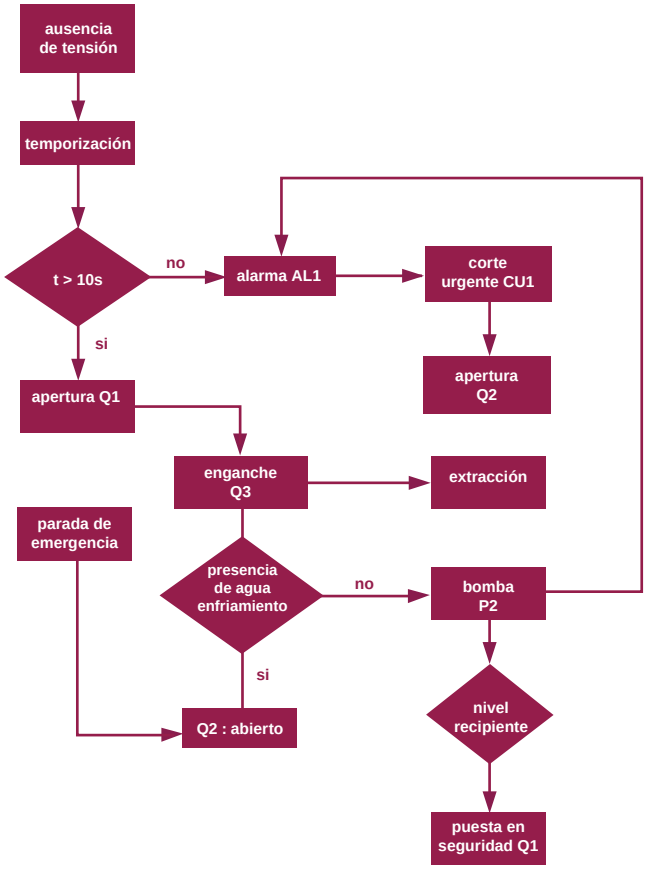


Algunos medios de corte de emergencia deben estar previstos para toda o parte de la instalación para la cual puede ser necesario comandar la alimentación con el fin de suprimir un peligro inesperado. (Francia NFC 15-100 art. 463). La parada de emergencia contempla la supresión más rápida posible de un peligro que no es necesariamente de origen eléctrico.





DIAGRAMA DE EXPLOTACIÓN



Antes del esquema unifilar, se aconseja establecer un esquema funcional lógico que integre los conceptos de gestión de fuentes, de circuitos prioritarios, de comandos y controles, de seccionamiento, de pruebas de los circuitos... antes de efectuar la elección de los aparatos.

La utilización del Índice de Servicio (IS) puede ayudar a definir los criterios de continuidad necesarios para la explotación, el mantenimiento y la evolución de los tableros de potencia (documento UTE C 63-429).
Las distintas versiones de aparatos DPX, DMX (fijos, extraíbles, desenchufables) y los sistemas de distribución (Lexiclic, Xl-Part...) de la oferta Legrand permiten responder a todos los niveles de IS requeridos.

Puesta en seguridad de obras y equipos

Aislamiento (o seccionamiento), conmutaciones, comprobaciones, pruebas y mantenimiento en el sentido más amplio, son otras tantas operaciones que deben realizarse y preverse con la preocupación prioritaria de preservar la seguridad de las personas y de los bienes. Para realizarlas, es necesario un cierto número de acciones debidamente identificadas y ordenadas. Todo ello constituye la puesta en seguridad.

1 PUESTA EN SEGURIDAD

La puesta en seguridad es una operación precisa y bien definida cuyo objetivo es siempre crear y, sobre todo, mantener, una situación segura.
Esta última permitirá intervenir en la totalidad o en parte de una instalación (o de un equipo) de tal manera que la nueva puesta en marcha (salida de la situación de seguridad) no sea posible sin la acción voluntaria y concertada de todos los responsables.
En dicho proceso de seguridad hay varias fases que deben llevarse a cabo ineludiblemente.

Corte evidente / Corte visible



El corte evidente garantiza la conexión mecánica permanente de los contactos con la maneta de maniobra. La posición de ésta traduce la de los contactos. Por ejemplo, no puede colocarse en OFF si los contactos están soldados.



**El vistop garantiza el seccionamiento con corte visible de los contactos.
La maneta de maniobra integra la posibilidad de disponer de hasta 3 candados de seguridad.**

Corte evidente

Puede realizarse con un seccionador o un interruptor seccionador de contactos visibles (Vistop), o mediante un aparato que tenga a la vez distancias de aislamiento suficientes y una relación fiable entre la posición de los contactos y la del órgano de maniobra (DPX).

1 Separación

Consiste en la desconexión de todos los circuitos de potencia, de control y mando y de emergencia, mediante un tipo de corte denominado «evidente».

2 Bloqueo

Se realiza con un dispositivo mecánico consistente en candados o cerradura. Impide cualquier maniobra, intencionada o no, del aparato bloqueado. Hay que señalar que las llaves de perfil (triángulo, cuadrado...) no son admisibles para esta función.



Candados de seguridad

3 Disipación (o puesta al más bajo nivel de energía)

Consiste en la descarga de los condensadores. Para máxima seguridad, incluye la conexión a tierra y el cortocircuito de los conductores. Es obligatoria por encima de los 500 V. No lo es por debajo de dicho valor a menos que haya riesgo de tensiones inducidas, efectos capacitivos (condensadores o grandes longitudes), o realimentación.

4 Comprobación

Debe llevarse cabo lo más cerca posible del lugar de la intervención, con un aparato normalizado de «medida de ausencia de tensión» entre todos los conductores, incluido el neutro, y entre éstos y tierra. Los comprobadores tipo multímetro o «tester» están formalmente prohibidos. Estas cuatro primeras fases deben ir acompañadas de los medios necesarios para la información de las personas no intervinientes e intervinientes.

5 Señalización

Consiste en una información clara, precisa y permanente del estado de seguridad de la instalación. Puede ser necesario balizar la zona.

6 Identificación

Debe permitir una intervención precisa, sin ambigüedad, del aparato o la parte afectada de la instalación. A tal efecto, se deberá disponer de esquemas eléctricos, planos de situación geográfica, etiquetas..., todo ello actualizado.



2 OBRAS

Si bien los principios generales en materia de seguridad para la puesta en seguridad son siempre los mismos, las medidas a tomar pueden diferir según los perímetros afectados: red, instalaciones, aparatos y equipos.

1 Redes de distribución

Afectan a la parte de las obras que competen al distribuidor de energía, siéndoles aplicables determinadas reglas, decretos especiales...

2 Instalaciones eléctricas

Comprenden el conjunto de los materiales que intervienen en la transformación, distribución y transporte de la energía hasta los diferentes equipos de utilización. El tablero principal (TGBT) forma parte de la instalación.

3 Aparatos y equipos

Están constituidos por las canalizaciones y mecanismos. Los tableros divisionarios y terminales que agrupan los mandos y protecciones forman parte de los aparatos y equipos.

En este campo, las normas aplicables son muy numerosas y propias de cada equipo o familia de aparatos: serie de normas internacionales EN 60439, EN 60204, EN 60947...

3 MANIOBRAS

Además de la puesta en seguridad, las maniobras pueden ser de explotación o de emergencia y es importante diferenciarlas perfectamente. Las maniobras de explotación son las destinadas a trabajos corrientes: puesta en marcha, paro, conexiones previstas al efecto, mediciones, rearme..., que se efectúan sin un riesgo particular en un marco de funcionamiento normal. Las maniobras de emergencia implican por su parte la necesidad de proteger lo mejor posible a las personas y bienes en el marco de circunstancias peligrosas. Las maniobras de explotación exigen adoptar precauciones, fundamentalmente de seguridad, utilizando especialmente dispositivos de protección individuales (guantes aislantes), aparatos de medida y fichas de prueba adecuadas, alicates aislados... El riesgo de cortocircuito debe reducirse absolutamente al mínimo dadas sus consecuencias.

Por principio, las medidas solo deben adoptarse tras un análisis previo que integre al mismo tiempo:

– la naturaleza de los trabajos (mediciones, pruebas, conexión, limpieza...)

– las condiciones medioambientales en su sentido más amplio, especialmente en lo que se refiere a las condiciones atmosféricas (precipitaciones o riesgo de tormenta), así como condiciones reales de inaccesibilidad para personas no calificadas, o la posibilidad de contacto con el potencial de tierra

– las exigencias propias de las operaciones bajo tensión, que se dividen en trabajo en contacto, a distancia o con potencial. En todos los casos, es necesaria una habilitación particular otorgada por el jefe del establecimiento. La realización de trabajos bajo tensión exige procedimientos propios y requiere materiales de protección y herramientas específicas.

4 TERMINOLOGIA SEGUN NCH 4/84

4.1.- Para los efectos de aplicación de esta norma los términos que se dan a continuación tienen el significado que se indica:

4.1.1.- Instalación eléctrica: Obras de ingeniería, maquinarias, aparatajes, líneas, accesorios y faenas complementarias destinadas a la producción, transporte, conversión, distribución y utilización de energía eléctrica.

4.1.2.- Instalación interior: Instalación eléctrica construida en una propiedad particular, para uso exclusivo de sus ocupantes, ubicada tanto en el interior de edificios, como a la interperie.

4.1.3.- Instalador eléctrico: Persona facultada para proyectar, dirigir y/o ejecutar instalaciones eléctricas.

4.1.4.- Local de reunión de personas: Se considerán como tales a los teatros, cines, salas de conferencia, centros sociales, edificios destinados al culto, centros de educación, edificios de asistencia hospitalaria, cuarteles, cárceles, hoteles, restaurantes, cabarets, cantinas, grandes locales comerciales y otros similares a los anotados.

4.1.5.- Proyecto: Conjunto de planos y memoria explicativa, ejecutados con el fin de indicar la forma de instalación eléctrica y la cantidad de materiales que la componen.

4.1.6.- Recintos peligrosos: Recintos que conllevan riesgos de incendio o de explosión por las propiedades de los materiales que se procesan, manipulan o almacenan.

5 DISPOSICIONES GENERALES

5.1.- Todo proyecto de una instalación eléctrica deberá ser desarrollado de acuerdo a las reglas de la técnica, de modo de asegurar que la instalación construida de acuerdo a él no presenta riesgos para sus usuarios, proporcione un buen servicio, permita una fácil y adecuada mantención, tenga la flexibilidad necesaria para permitir ampliaciones, sea eficiente y su explotación sea económicamente conveniente.

5.2.- Todo proyecto de instalación eléctrica deberá realizarlo un instalador eléctrico, autorizado en la clase que corresponda de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Instaladores Eléctricos, o poseer título en la(s) profesión(es) que indica dicho Reglamento. Dichas personas serán ante el Ministerio los únicos responsables de la presentación y del contenido del proyecto, sin perjuicio de las responsabilidades ante la justicia del propietario y del proyectista eléctrico.

6 CONDICIONES GENERALES DE LOS PROYECTOS

6.1.- El estudio técnico de un proyecto de instalación eléctrica deberá contemplar a lo menos las siguientes partes:

- Memoria explicativa, la cual contendrá lo siguiente:
  - Descripción de la obra.
  - Especificaciones técnicas.
  - Cubicación de materiales.

  La descripción de la obra, los cálculos justificativos y las especificaciones técnicas se presentarán mecanografiados en formato A4 de la serie normal de formatos indicados en la Norma NCH 13. OF 65; ver Apéndice Nº 1.
- Planos.

6.2.- De la memoria explicativa:

6.2.1.- Descripción de la obra:

Se indicará en forma breve y consisa la finalidad de la instalación y su ubicación geográfica. Se hará una descripción de su funcionamiento destacando las partes más importantes del proceso, indicando además, el criterio con que fue elaborado el proyecto.

6.2.2.- Cálculos justificativos:

6.2.2.1.- Se presentará la justificación matemática de las soluciones, indicándose todos los factores considerados en ellas.

6.2.2.2.- Los cálculos presentados en la Memoria se basarán en datos fidedignos, aceptados por el Ministerio o avalados por entidades responsables en ellos se incluirá en general, características eléctricas del sistema desde el cual la instalación será alimentada, valores de menciones que se hayan realizado en terreno y todod dato que sea necesario para la correcta interpretación del proyecto y posterior ejecución de la obra.

6.2.2.3.- En el caso de cálculos especiales, en que se precise representar gráficamente resultados, o en situaciones similares, se podrá usar otro formato superior al señalado en 6.1, de la misma serie.

6.2.3.- Especificaciones técnicas:

6.2.3.1.- La especificaciones técnicas contendrán las características de funcionamiento, designación de tipo, características de instalación, dimensionales, constructivas y de materiales si procede, además de toda otra indicación que haga claramente identificable a los distintos componentes de la instalación.

6.2.3.2.- Las características y designaciones establecidas en 6.2.3.1, será, las fijadas por las normas técnicas nacionales correspondientes. En ausencia de éstas, se aceptará la mención de alguna marca comercial incluyendo identificación de tipo o número de catálogo, como referencia de características.

La cita de una marca comercial no obligará al empleo del equipo o material de dicha marca, pero el equipo o material que en definitiva se empleará deberá tener características equivalentes al especificado.

6.2.4.- Cubicación de materiales:

6.2.4.1.- En la cubicación de materiales se detallará en forma clara uno de los equipos, materiales o accesorios que serán componentes de la instalación terminada o que se utilizarán en su montaje, indicando las cantidades totales empleadas.

6.2.4.2.- Cuando se utilicen estructuras o montajes normalizados, o en casos similares, cuya cubicación de materiales es conocida, se podrá obviar la ubicación en detalle de ellos haciendo referencia a la norma que los fija e indicando sólo la cantidad global de estructuras, montajes u otros, utilizados en el proyecto.

Licencias de Instalador

- **ARTÍCULO 9º (8):**
  Las licencias de instalador eléctrico, y las de electricista de recintos de espectáculos públicos tendrán los mismos requisitos para su otorgamiento. En cada una de ellas se indicará, además, la clase que tiene relación con el tipo de instalación eléctrica en que se le autoriza trabajar.
  Los requisitos para obtener estas licencias son el ser egresados de los Institutos de Estudio que se indican o haber aprobado un exámen, y el criterio para indicar cada clase es el que se indica a continuación:

  (8) Reemplazado por el D.S. Nº 258/84

  1.- Requisito de egreso de algún Instituto de Estudio.
  Clase A: Para quienes sean egresados de la carrera de Ingeniería Electricista o Ingeniería de Ejecución Electricista, o sus equivalentes, de alguna Universidad o Instituto Profesional de conformidad con lo dispuesto en el artículo 7º Nº1 de este decreto.
  Clase B y C: Para quienes sean egresados de la carrera de Técnico Electricista, o su equivalente (9), de alguna Universidad, Instituto o escuela Técnica de conformidad con lo dispuesto en el artículo 7º Nº2 y 3 de este reglamento.

  (9) Intercalado por el D.S. Nº 239/83

  Clase D y E: Para quienes sean egresados de la especialidad de electricidad de alguna Universidad, Instituto o Escuela Técnica de conformidad con lo dispuesto en el inciso final del artículo 7º de este decreto.

  2.- Requisito de examen de conocimiento:
  Clase A: Para quienes aprueben las cuatro partes del examen.
  Clase B : Para quienes aprueben los conocimientos elementales, básicos y medios.
  Clase C : Para quienes aprueben los conocimientos elementales y básicos.
  Clase D : Para quienes aprueben los conocimientos elementales.
  Clase E : Para quienes aprueben el punto I de la primera parte: Conocimientos elementales, señalado en el artículo 11º.

- **ARTÍCULO 10º:**
  Podrán además obtener la licencia correspondiente, las personas que instituyan el certificado de egreso, a que hace mención la letra a) del artículo 3º, por el certificado de título. Debiendo es este caso cumplir además con todos los demás requisitos que establece este reglamento para los postulantes egresados.

7 AUTORIZACIONES

Sean cuales sean los trabajos emprendidos, la operación de puesta en seguridad propiamente dicha debe plasmarse en documentos escritos y, sobre todo, en que dichos documentos hayan sido efectivamente recibidos por sus destinatarios.
Los mensajes teletransmitidos (fax, e-mail) deben ser objeto de precauciones que garanticen su recepción y comprensión. Es obligatorio un mensaje de respuesta con número de identificación del mensaje recibido. No basta con el acuse de recibo.
Se utilizará para ello el certificado de puesta en seguridad, destinado al encargado de obras o de intervención,con indicación de la fecha y la hora, así como un boletín de fin de trabajo.
También se utilizarán otros documentos, sin ser exhaustivos, tales como autorización de los trabajos, ficha de maniobra, instrucciones, nota de recepción, certificado de separación de la red de distribución pública, etc. Para mayor precisión, véanse los textos reglamentarios en vigor.

8 BLOQUEO

El objetivo del bloqueo, o candado, es impedir la maniobra del elemento de separación.
Debe incluir la inmovilización mecánica del aparato y la neutralización de todos los controles, tanto eléctricos como electrónicos, de radio, etc.
Por otra parte, el estado de bloqueo debe estar claramente indicado (etiquetado, piloto...).



BLOQUEO
Operación de bloqueo de un DPX 250 seccionable con candado

9 CIERRE

El estado de bloqueo sólo puede garantizarse mediante el cierre.
A menudo, se utilizan conjuntamente varios cierres:
– para ordenar la secuencia de las maniobras (orden de los controles)
– para hacer que las operaciones sean interdependientes y alternativas (por ejemplo, inversión de redes)
– para que sea necesaria la acción simultánea de varias personas (seguridad incrementada).
Los cierres se realizan teniendo en cuenta la seguridad de las personas y de los bienes, por ejemplo: prohibir el acceso a células AT antes de su conexión, prohibir la apertura o el cierre de un seccionador en carga...
Cuando la llave libera la primera cerradura y permite accionar una segunda cerradura, hablamos de intercierre por transferencia de llave.
La secuencia de cierre puede requerir también la liberación de varias llaves: en este caso, un dispositivo de múltiples cerraduras permite a la primera llave (denominada «llave madre»), que va a quedar prisionera, liberar varias llaves (llamadas llaves hijas).

El principio básico del cierre reposa en la unicidad de la llave.
Esta última puede controlar una o varias cerraduras, pero nunca una cerradura debe poder ser accionada por dos llaves idénticas.

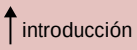
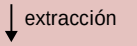
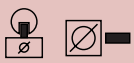


Cerradura adaptable en DPX 630 extraible

10 SIMBOLOS PRACTICOS

En todos los casos, la elección de las cerraduras y de las posiciones de seguridad requiere un estudio previo de la secuencia de cierre que se va a aplicar, para definir correctamente la necesidad e identificar perfectamente los riesgos correspondientes. Los cierres «eléctricos» nunca se consideran suficientes.
Por principio, los cierres «mecánicos» son los únicos aptos para garantizar la seguridad (a condición de que estos cierres sean fiables en sí mismos).
Existen diferentes representaciones gráficas de los mecanismos de cierre, algunas de las cuales muestran el estado de la cerradura (pestillo dentro o fuera) y de la llave (libre o introducida). También se utilizan esquemas simbólicos de principio, pero, por norma, las secuencias complejas deben explicitarse por escrito.

Símbolo de principio (fuente APAVE)	
Conjunto mecanismo cerradura	
Cerradura con llave siempre libre	
Cerradura con llave siempre introducida	
Cerradura con llave introducida, aparato cerrado	
Cerradura con llave introducida, aparato abierto	

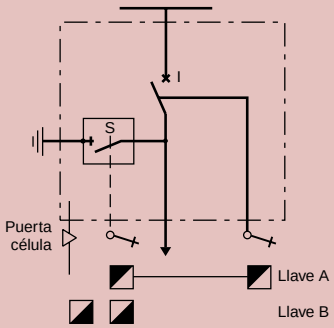
Símbolos funcionales	
Cierre mecánico	
Conjunto mecanismo cerradura	
Llave introducida	
Sin llave	
Llave libre	
Maniobra de la llave -introducción	
-extracción	
Cerradura en la puerta	
Llaves pie contra cabeza	
Sin llave/pestillo dentro maniobra libre	
Sin llave/pestillo fuera maniobra bloqueada	
Llave/pestillo dentro maniobra libre	
Llave libre/pestillo fuera maniobra bloqueada	
Llave introducida/ pestillo dentro maniobra libre	
Llave introducida/ pestillo fuera maniobra bloqueada	

11 EJEMPLOS DE ESQUEMAS - TIPO CON PROCEDIMIENTOS DE CIERRE

Ejemplo 1: cierre entre seccionador de conexión a tierra, interruptor AT y puerta de célula (símbolos de principio)

Secuencia de cierre:

- **Apertura del interruptor I**
- **Llave libre**
- **Transferencia de la llave A al seccionador S**
- **Cierre del seccionador S**
- **Llave B libre**
- **Apertura de la puerta de la célula con la llave B**
- **La llave B queda introducida**



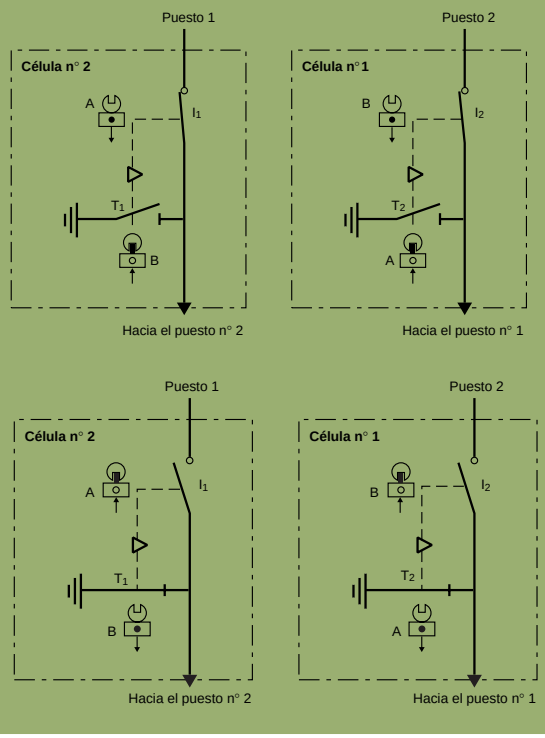
Ejemplo 2: cierre de célula en red AT en bucle

El objetivo de este procedimiento es impedir la operación de cierre de los seccionadores de tierra cuando la célula está alimentada antes o después de su posición (vuelta de bucle).
Instalación en servicio:

NOTA: Por construcción, los interruptores I y los seccionadores T están vinculados mecánicamente.

Secuencia de bloqueo:

- **Apertura del interruptor I1**
- **Bloqueo del interruptor I1 y liberación de la llave A**
- **Apertura del interruptor I2**
- **Bloqueo del interruptor I2 y liberación de la llave B**
- **Apertura del seccionador de tierra T2 con la llave A**
- **Cierre del seccionador de tierra T2**
- **Llave A introducida**
- **Apertura del seccionador de tierra T1 con la llave B**
- **Cierre del seccionador de tierra T1**
- **Llave B introducida.**

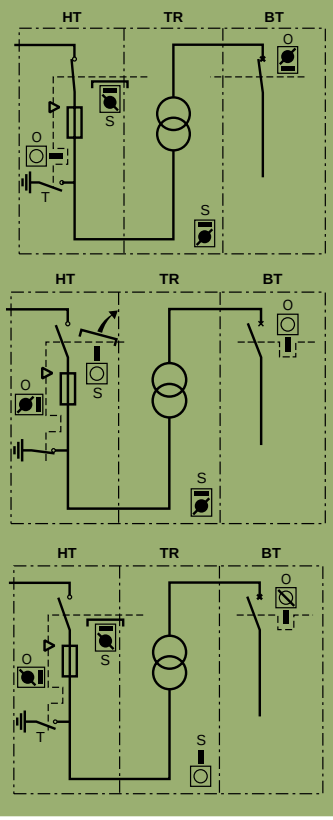


Ejemplo 3: cierre AT /TR /BT (símbolos funcionales)

Utilizada en los puestos de suministro de cómputo BT, esta secuencia, una de las más corrientes, permite acceder a los bornes del transformador después de:
- **La apertura y el cierre del dispositivo BT**
- **La apertura y el cierre de la célula AT**
- **La conexión a tierra de la alimentación AT separada**

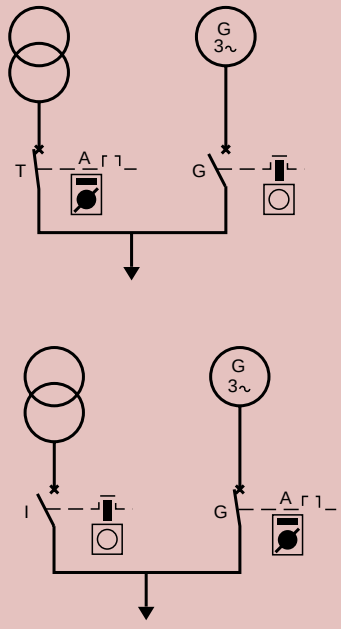
Estado en servicio:
- **Interruptor automático BT cerrado**
- **Llave O introducida**
- **Célula AT abierta**
- **Llave S introducida**
- **Los bornes del transformador no son accesibles**

Secuencia de cierre:
- **Apertura y desenchufado del interruptor automático BT**
- **Llave O libre**
- **Transferencia de la llave O a la cerradura de la célula AT**
- **Apertura del interruptor AT y cierre del seccionador de tierra por sistema mecánico. La manipulación es posible por transferencia de llave, tal como en el ejemplo 1**
- **Llave O introducida**
- **Puede abrirse el panel de célula**
- **Puede cogerse la llave S**
- **Apertura del registro de bloqueo de las bornas enchufables**
- **Llave S introducida**



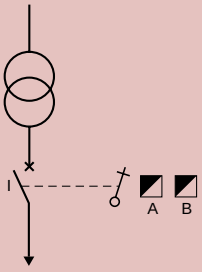
Ejemplo 4: cierre sobre inversión de redes BT

En una instalación, el acoplamiento de una alimentación sustitutiva sólo puede efectuarse si se tiene la certeza de que la alimentación principal está desconectada.
Y recíprocamente, cuando los aparatos no pueden instalarse uno al lado del otro (placa inversora de redes con mecanismo de intercierre integrado), o cuando son de tipo diferente (por ejemplo, de menor potencia asistida), debe preverse un intercierre mediante llave.
En servicio normal: alimentación con transformador.
El interruptor automático I está cerrado. La llave A está introducida.
En servicio de urgencia: el interruptor automático I está abierto. La cerradura asociada está abierta y la llave A está libre.
La llave A se transfiere a la cerradura del interruptor automático G, que está cerrado. La llave A queda introducida.



Ejemplo 5: cierre sobre inversión de redes y en puesto AT

En este caso, el interruptor automático seccionable está provisto de dos cerraduras.
En funcionamiento normal, el automático I está cerrado y las llaves A y B introducidas.
La apertura del interruptor automático libera las llaves A y B. La llave A se transfiere a la célula AT situada antes (véase el ejemplo 2).
La llave B se transfiere a la fuente de sustitución (véase el ejemplo 4).
También puede prescribirse entre la fuente de sustitución (interruptor automático G) y la célula AT (segunda cerradura).



12 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS DE POTENCIA EXTRAIBLES Y ENCHUFABLES DPX

Con sus versiones extraíbles y enchufables, los DPX 250, DPX 630 y DPX 1600 permiten, aparte de la respuesta a los requisitos de «puesta en seguridad» de obras y equipos, aportar una significativa evolución en las propias funcionalidades de este tipo de aparatos.

! Denominación de los aparatos

Los automáticos de potencia (aparatos destinados al corte y la protección) se denominan generalmente mediante tres vocablos: fijos, extraíbles y enchufables.

• Los aparatos fijos, cuyas conexiones sólo pueden establecerse o cortarse cuando su alimentación está sin tensión(por ejemplo, conexiones mediante bornes o terminales). En general, su montaje y desmontaje requiere cierto tiempo y unas herramientas mínimas.
Estos aparatos se designan a veces con la letra F de «Fixed parts» (elementos fijos).

• Los aparatos enchufables (o desconectables),que pueden insertarse o retirarse sin desconectar la tensión del circuito en cuestión. Las operaciones de conexión / desconexión sólo pueden efectuarse cuando el aparato está abierto; en caso contrario la desconexión implica mecánicamente el corte del aparato. En casos sencillos, los aparatos enchufables pueden garantizar el seccionamiento y la puesta en seguridad, si bien se utilizan generalmente por su capacidad de intercambio, que facilita mucho el mantenimiento.
A veces se designan con la letra D, de «Disconnectable parts»

• Los aparatos extraíbles, que, además de las ventajas de los aparatos enchufables (intercambiabilidad y seccionamiento de corte visible) permiten, con ayuda de un mecanismo asociado, controlar las maniobras de conexión/desconexión, realizar las pruebas y mediciones, conservando la continuidad de los circuitos auxiliares al tiempo que cortan los circuitos principales, visualizan el estado de los circuitos y, por último, mediante diferentes sistemas (candados, cerraduras...) realizar el cierre del aparato para llevar a cabo las operaciones de puesta en seguridad. Los aparatos extraíbles pueden designarse con la letra W, de «Withdrawable parts».

Estado de los circuitos según las diferentes posiciones de los aparatos seccionables DPX

Circuitos	Posición de conexión	Posición de prueba	Posición de seccionamiento	Posición retirada
Principales			○	○
Auxiliares			○	○

Conectado: | Abierto: \ Seccionado: ○



DPX 1600 extraíble



DPX 250 versión enchufable, montado en su zócalo toma posterior

La instalación de las versiones enchufables y extraíbles se describe en el capítulo III.C.2.
Las mismas funcionalidades, con zócalos de aparatos específicos, son posibles en montaje sobre chasis XL Part (véase el capítulo III.D.1).
Los DPX extraíbles o seccionables responden totalmente al concepto de índice de servicio, permitiendo intervenciones seguras (IP 2x) e independientes por circuito.
Existen zócalos preequipados que pueden recibir posteriormente aparatos en el marco de una ampliación programada.
La asociación del mecanismo extraíble y de la ventana frontal permite desconectar el aparato sin retirar la parte delantera.
Por lo tanto, todas las funciones de cierre son directamente accesibles por la cara anterior sin necesidad de desmontaje.
Deberá efectuarse previamente el corte del interruptor automático incluso si, debido a la seguridad integrada en el mecanismo, la operación de seccionamiento implica su apertura automática.
Mientras el aparato está cerrado, un sistema de seguridad impide el eventual desmontaje de la cara delantera.
Independientemente de la operación de seccionado, la maneta del interruptor automático puede inmovilizarse con un candado en la posición 0.
En la posición de seccionado, se ofrecen varias posibilidades de cierre según los casos.

Cuando el aparato está seccionado (piloto verde), lo que corresponde al seccionamiento de todos los circuitos, y únicamente en esta posición de seguridad, una cerradura con llave, en bloque adaptable a una (DPX 250, 630, 1600), o a dos (DPX 1600) cerraduras de seguridad ⌀22 (tipo Profalux o Ronis con llave SI de dientes), permite desplazar un obturador delante del acceso a la maneta de operaciones y liberar una chapa que puede recibir candados.

En ese momento, la llave que hasta entonces estaba introducida, queda igualmente libre.
El aparato queda entonces totalmente bloqueado: no pueden realizarse las operaciones de cierre y de conexionado.
Cabe señalar igualmente que el mecanismo «débro-lift» puede inmovilizarse con candados (hasta 3) cuando se retira la cara delantera. Esta seguridad complementaria puede ser útil en mantenimiento, por ejemplo.

El índice de servicio "IS"

Se propuso recientemente un concepto de clasificación de los conjuntos de distribución para clasificar los distintos códigos existentes (código MPC de la norma NF C 61-412, Francia) y calificar el nivel de servicio ofrecido por un tablero de distribución BT para las tres fases de explotación, de mantenimiento y de evolución. La tasa de respuesta es dada por cada una ellas con una cifra de 1 a 3 según la operación que se requiere:

- **Cifra 1, la parada completa del tablero**
- **Cifra 2, la operación o la parada únicamente de la salida (unidad funcional) con posible intervención sobre sus conexiones**
- **Cifra 3, la prueba fuera de carga, el cambio o la adición de aparatos sin intervención sobre las conexiones.**

Los niveles 1,.2 y 3 pueden ser realizados con la utilización de aparatos en versión fija, extraíbles o desenchufables.
El concepto de IS es funcional; no presume soluciones de protección contra los contactos fortuitos que pueden tratarse en función de la calificación de los participantes.
El sistema de distribución Xl-Part (véase página 548) se adapta especialmente a este concepto de índice de servicio.
Permite una intervención con toda seguridad en cada aparato.
Bases de aparatos pueden preinstalarse, e incluso cablearse, para extensiones futuras.

Los DPX, en versión extraíble o seccionable, pueden estar provistos de mandos giratorios o motorizados.
En este caso, no se monta la ventana delantera y el cierre puede llevarse a cabo mediante la cerradura adaptable del mando o mediante un bloque de cerradura ⌀ 22 actuando directamente sobre el mecanismo «débro-lift».
Con aparatos de ejecución extraíble pueden suministrarse bajo pedido versiones de inversión de fuente redes o automática (con motor).

La motorización y la inversión de fuentes

Los comandos motorizados encuentran sus aplicaciones tanto en los procesos automatizados como en los de seguridad (prioridad de servicio, corte bomberos...). Permiten el comando a distancia de los circuitos de alimentación y los circuitos de carga en el marco de la gestión del edificio.
La inversión de fuentes automática es una de las principales aplicaciones de los comandos motorizados

1 LOS COMANDOS MOTORIZADOS PARA DPX

Los comandos motorizados para DPX permiten telecomandar el funcionamiento (marcha, paro, rearme) de los DPX a distancia.
En función de las necesidades, se asocian a esquemas eléctricos de comandos adaptados.
Los comandos motorizados para DPX 250 y 630 pueden ser controlados directamente o por intermedio de auxiliares de comando (bobinas de emisión de corriente o de mínima tensión). Existen en versión 24 V = y 230 V~ (otras tensiones a pedido).
Los comandos motorizados para DPX 1600 deben ser controlados por auxiliares.

En los esquemas con comando directo, el funcionamiento no es instantáneo y los cambios de estado requieren algunos segundos. Más bien se utilizan en secuencias de automatización donde este tiempo se toma en cuenta. Su uso se desaconseja para efectuar "cortes de urgencia" y deben prohibirse para las "paradas de urgencia".
Ejemplos de esquemas hay en el capítulo II.C.3 para estas funciones de urgencia.

Los esquemas con auxiliares de comando pueden utilizarse en todos los casos; permiten maniobras múltiples, comandos a impulso integrando conceptos de seguridad positiva (desenclavadores de mínima tensión).


Comando motorizado sobre DPX 1600

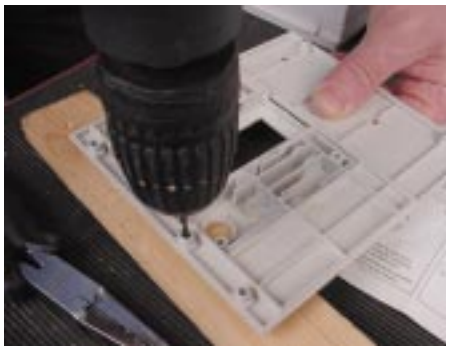
Los comandos motorizados para DPX pueden instalarse en un taller o directamente in situ sobre aparatos ya montados y cableados).



El montaje de los comandos requiere retirar la cara anterior del DPX; ésta debe a continuación perforarse en su cara interna.
Nota: no omitir retirar el prolongador de maneta y colocar el dedo del comando antes de colocar y fijar el comando motorizado; el DPX debe estar en posición de desenclavamiento (maneta sobre zona gris).



Desmontaje de la cara anterior del DPX



Taladrado de la cara anterior para paso de los tornillos de fijación



Recorte de la cara para paso del dedo de comando



Inserción del dedo de comando



Montaje de la cara anterior y luego del motor sobre el DPX



Atornillado y fijación definitivos del comando motorizado

Es imprescindible que el cursor en la cara anterior corresponda al método de funcionamiento real: recambio manual o recambio automático en función del esquema elegido. En algunos casos, un primer recambio puede ser necesario para inicializar una secuencia automatizada. No omitir poner de nuevo el cursor en posición auto después de la maniobra.
Una posición de bloqueo con candado permite también prohibir todo funcionamiento del comando.

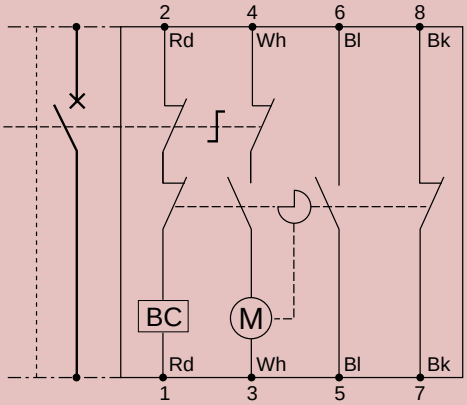


Conexión eléctrica y marcación de los comandos motorizados

Se suministran los comandos con sus conductores de conexión agrupados bajo una envoltura flexible de cerca de 0,5 m de longitud. La función de cada uno ellos está marcada por color. Se aconseja disponer a un borne de conexión fijado sobre riel cerca del aparato.
Los soportes ref. 095.99 montados sobre los montantes ref. 09595 pueden ser utilizados como un borne en posición vertical al lado del aparato o el soporte ref. 09219 para una fijación directa sobre la estructura del armario.



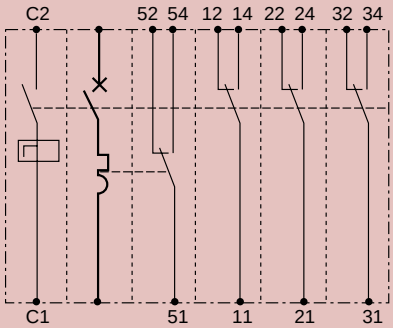
Borne Viking: conexión de comando motorizado con marcación CAB 3

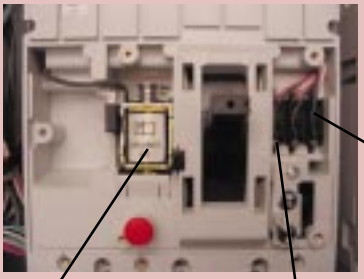


Estado representado:
disyuntor abierto, comando armado

Puntos de conexión 1 y 2:
Comando de cierre del disyuntor hilos rojos (Rd)
Puntos de conexión 3 y 4:
Comando de apertura del disyuntor y recarga del resorte (DPX 250 y 630)
Comando de recambio del resorte (DPX 1600)
Hilos blancos (Wh)
Puntos de conexión 5 y 6:
Contacto de carga, abierto cuando el resorte está tenso Hilos azules (Bl)
Puntos de conexión 7 y 8 (DPX 1600 solamente):
Contacto de carga, cerrado cuando el resorte está tenso Hilos negros (Bk)
***f*: Cursor auto/manual/cerrado + seguridad placa + conexión contactos principales en posición de auto localización**

Conexión eléctrica y marcación de los auxiliares de comando montados en el disyuntor

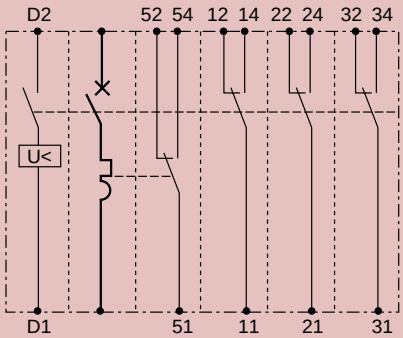




2 Contactos auxiliares (3 sobre DPX 1600)

Bobina de emisión

Contacto señal defecto alojamiento a la izquierda



C1/C2: alimentación de la bobina de emisión de corriente ET (de disparo)

D1/D2: conexión de desenclavamiento de mínima tensión MT

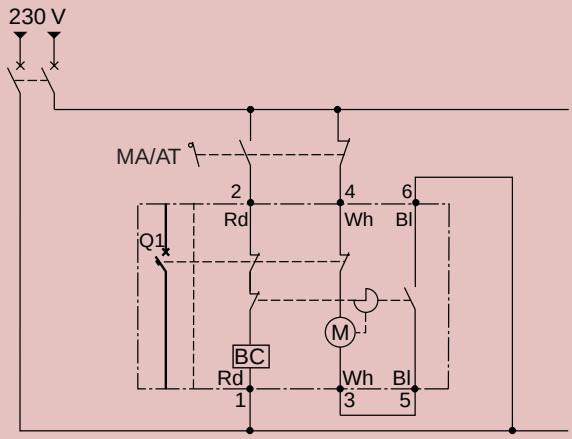
51-52/54: conexión del contacto señal defecto SD
Atención, el funcionamiento de este contacto se controla al desenclavador del aparato. Cambio de estado en posición de disparo sobre defecto o sobre acción en el botón 0

11-12/14: conexión del 1er contacto auxiliar

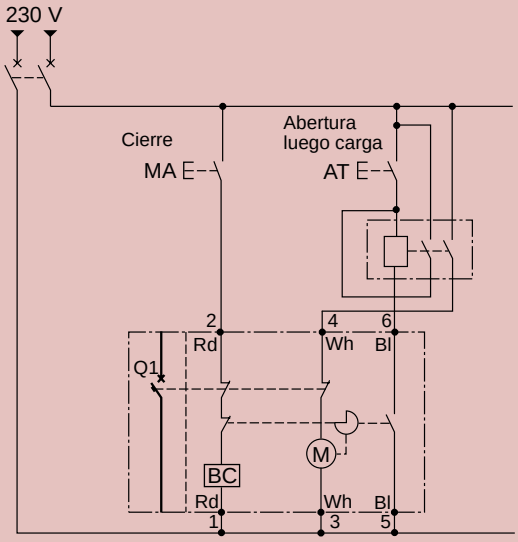
21-22/24: conexión del 2° contacto auxiliar

31-32/34: conexión del 3er contacto auxiliar (DPX 1600 solamente)

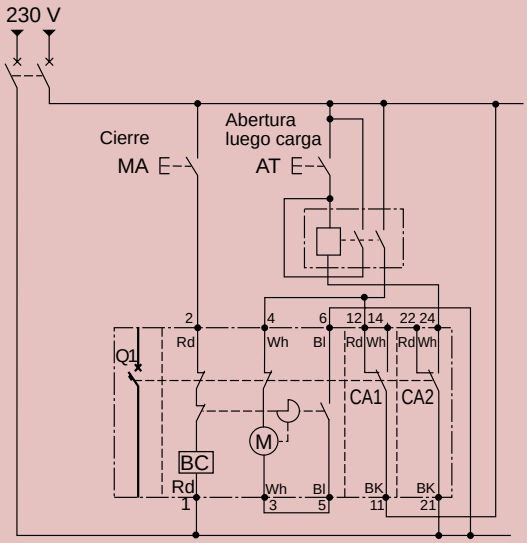
Ejemplos de esquemas de comando directo



Comando mantenido con recambio del resorte después de apertura



Comando a impulso con recambio automático en la apertura del disyuntor

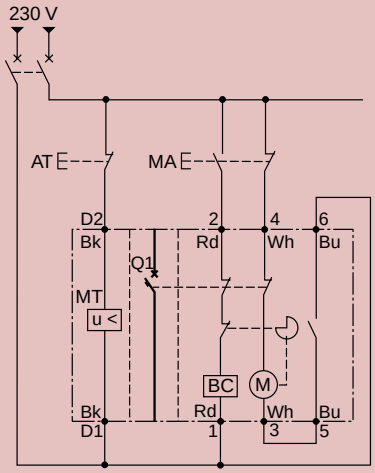


Comandos a impulso con recambio automático después de desenclavamiento sin volver a pasar por la posición de parada y sin pago

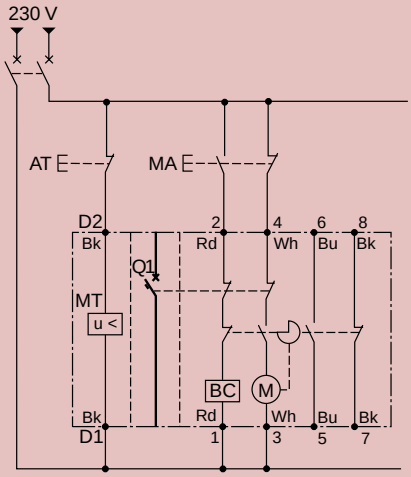
MA: botón partida
AT: botón parada

Ejemplo de esquemas de comando con auxiliares

Comandos a impulso con apertura por desenclavador de mínima tensión, recambio y rearme automáticos al cierre del disyuntor

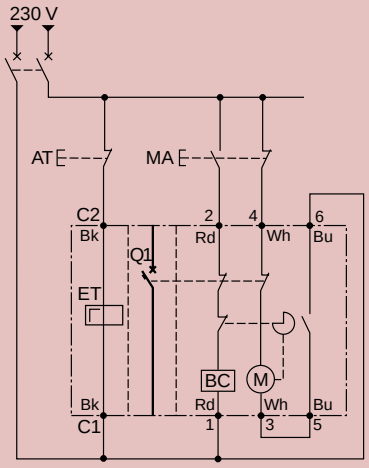


DPX 250 y DPX 630

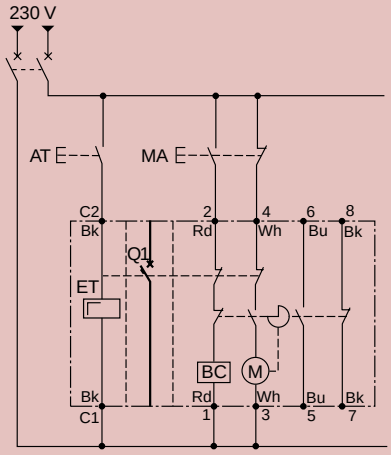


DPX 1600

Comando a impulso con apertura de la bobina a emisión de corriente, recambio y rearme automáticos al cierre del disyuntor

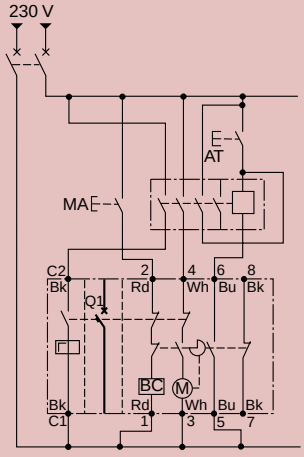


DPX 250 y DPX 630



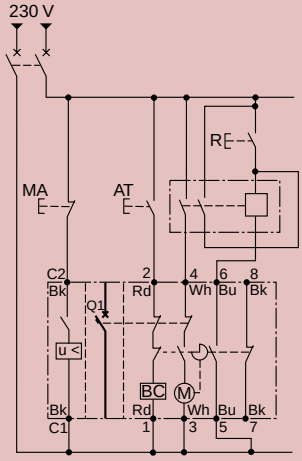
DPX 1600

Comandos a impulso con apertura por bobina de emisión de corriente, recambio y rearme automáticos a la apertura



DPX 250,630 y 1600

Comandos a impulso con apertura por desenclavador de mínima de tensión, recambio y rearme voluntarios por comando externo separado (reset)



DPX 250,630 y 1600

2 LOS INVERSORES DE FUENTES DPX

La inversión de fuentes responde a la doble necesidad de continuidad del servicio y de mayor seguridad.
Tradicionalmente utilizada en los hospitales, en las fabricaciones de proceso continuo, en las aplicaciones aeroportuarias y militares, la inversión de fuentes tiene una demanda creciente en las aplicaciones de telecomunicaciones y tratamiento informático y también en la gestión de las fuentes de energía, en particular, la llamada "renovable".
La inversión de fuentes garantiza las siguientes funciones:
- cambio de una fuente principal (o normal) hacia una fuente de sustitución (fuente de ayuda) para la alimentación de los circuitos que requieren la continuidad del servicio
- cambio de una fuente principal hacia una fuente de sustitución (2a fuente) para la gestión de las fuentes de energía (ahorro de energía por la utilización de otras fuentes que la red eventualmente vincula a una función de deslastre)
- gestión del funcionamiento de la fuente de seguridad para la alimentación de los circuitos de seguridad.

Los inversores de fuentes Legrand son realizables en las tres categorías (manual, teledirigidas y automáticas) con los aparatos DPX 250, DPX 630 y DPX 1600 en versión disyuntores o interruptores fijos, extraíbles y desenchufables.
Tal como ocurre con los comandos motorizados, la inversión de fuentes puede hacerse según dos principios de comando.
Uno, sin bobinas, que permite un cableado simplificado pero inducido con los tiempos de maniobras más largos (algunos segundos). Otro, basado en la utilización de bobinas de emisión montados en los DPX que permite garantizar cambios de estado casi instantáneos.
En la práctica, la función de corte de urgencia aplicado a los aparatos inversores puede estar garantizada sin adición de componentes solamente con el segundo principio o añadiendo bobinas de comando con el primer principio.


Inversor 1600 A listo para cableado

El sistema de automatismo de inversión de fuentes no debe confundirse con una alimentación ininterrumpida (ASI). No conviene para las alimentaciones de los circuitos de seguridad de tipo A o de tipo B.

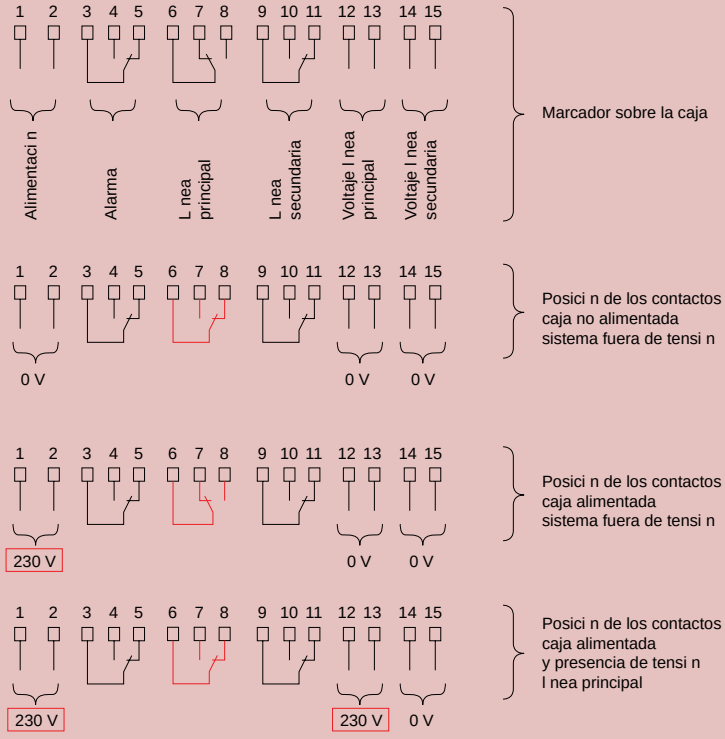
El dispositivo de inversión de fuentes garantiza la continuidad de explotación por el cambio hacia una fuente de sustitución en caso de falla de la fuente principal. Esta inversión de fuente se realiza con toda seguridad gracias a los dispositivos de cierre mecánicos y eléctricos.
Según el grado de automatización de la función, se la puede clasificar en tres categorías Manual: el cierre simultáneo de los dos aparatos está prohibido por un dispositivo de cierre mecánico integrado a la platina soporte de los aparatos. El cierre de un aparato sólo es posible si el otro está abierto
Teledirigida: los aparatos se equipan de "comandos motorizados", entonces las maniobras de cierre y apertura se realizan a distancia. El esquema eléctrico y el automatismo de comando deben realizarse individualmente o caso a caso según las necesidades
Automático: una caja de automatismo asume la gestión de la inversión. El cambio hacia la fuente de sustitución se efectúa automáticamente en caso de falla de la fuente principal e inversamente después de volver a ésta fuente.

3 LA CAJA DE AUTOMATIZACION



En versión automática una caja de automatización (alimentación 230 V~ o 24 V = según modelo) permite regular las condiciones de funcionamiento de la inversión de fuentes.
Estos ajustes son directamente accesibles sobre la cara anterior de la caja. Las operaciones son visualizadas por los LED correspondientes. Los niveles programados son visibles sobre el panel luminoso.
Posibilidades de ajuste:
- umbral de tensión fuente normal UC1 (80 a 500 V~)
- umbral de tensión fuente de sustitución UC2 (80 a 500 V~)
- tiempo de partida (conmutación) generador S (0,5 a 120 s)
- tiempo de ausencia de tensión fuente normal SC (0,1 a 10 s)
- tiempo de estabilización de la tensión de vuelta fuente normal SC1 (3 a 120 s)
- tiempo antes del re instalación sobre la fuente normal S1 (0,5 a 120s).
La caja de automatización posee varios contactos de salida:
- contactos de alimentación de los comandos motorizados (16A, 230 V, AC1)
- contacto de alarma (5 A, 230 V, AC1)
En versión 230 V~, la caja temporalmente no es alimentada (salvo si existe una fuente de alimentación permanente ayudada o sin interrupciones...) durante el tiempo de conmutación (ausencia de energía). La visualización está ausente pero se conserva la secuencia del auto-matismo.
La versión 24 V alimentada por una alimentación asistida permite conservar la visualización, la visualización de los Estados (LEDS) y eventualmente la alimentación de indicadores. Ésta es la que se aconseja cada vez más.

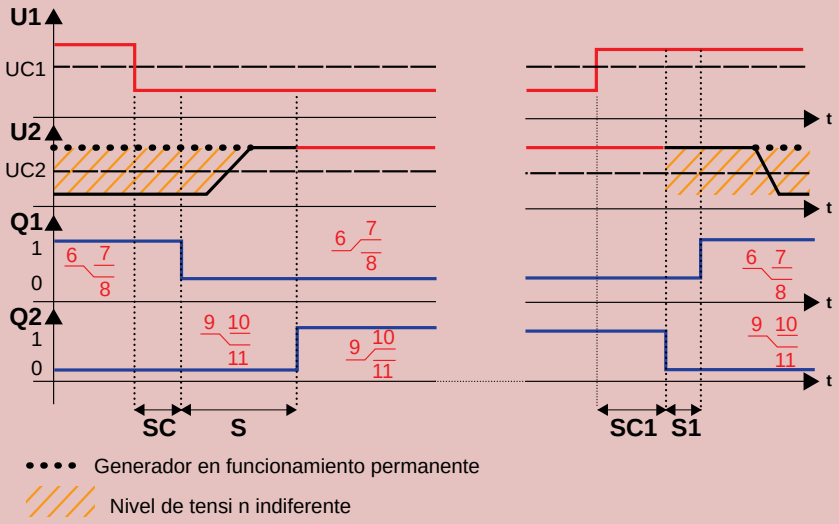
Representación de los contactos sobre la caja de automatización

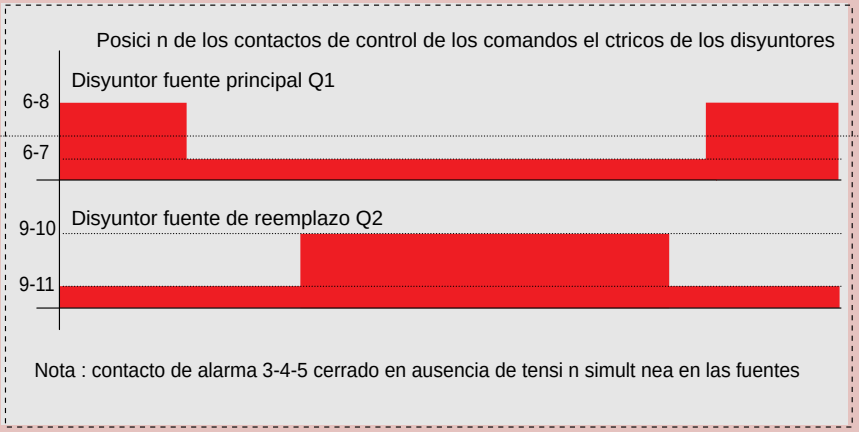




El montaje de la caja de automatización se efectúa en un recorte de138x138 . La utilización de un plastrón lleno de altura 200 mm se adapta perfectamente.

Diagrama de funcionamiento de la caja de automatización



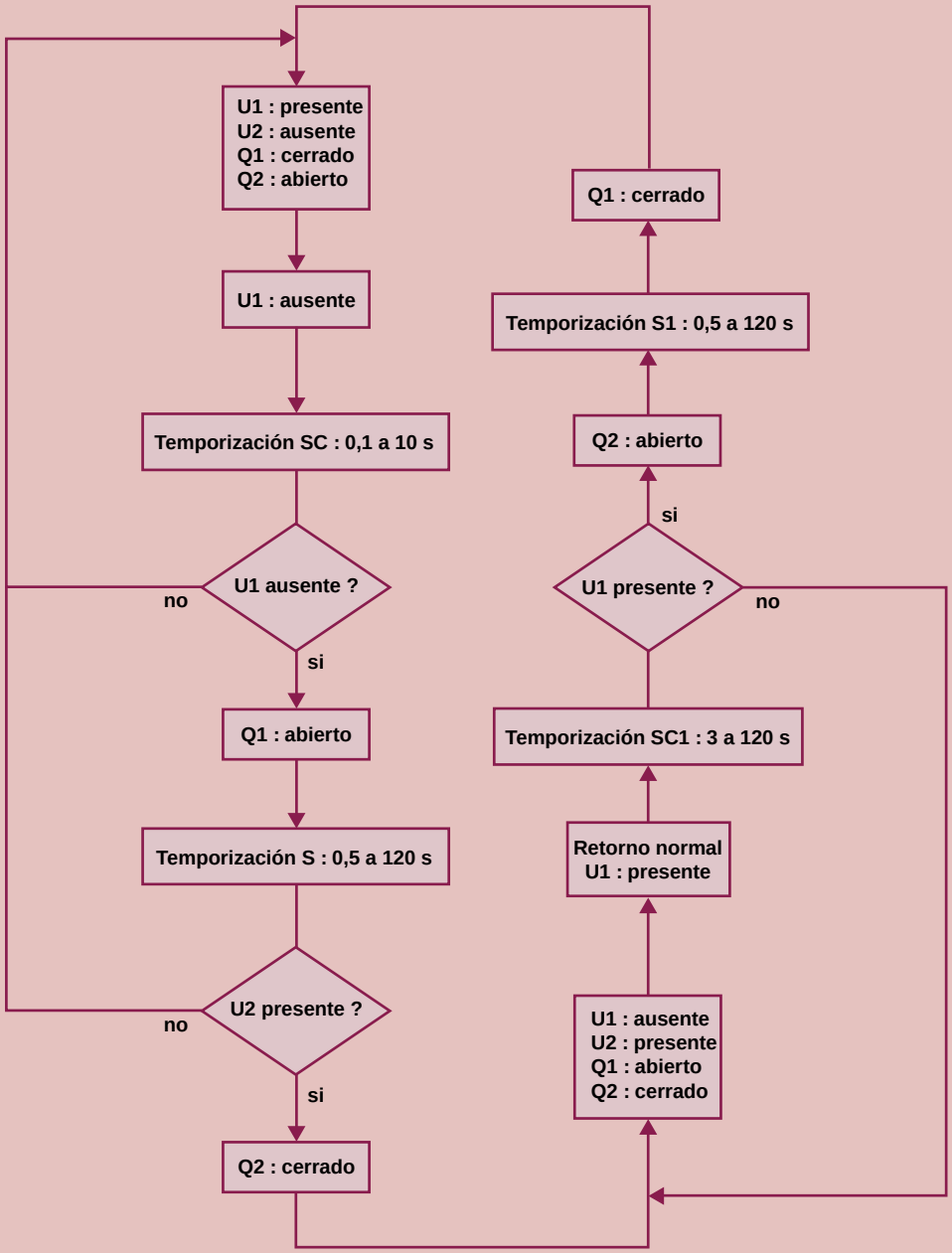


Leyenda
U1 Tensión fuente normal
U2 Tensión fuente de reemplazo
Q1 Estado disyuntor fuente normal
Q2 Estado disyuntor fuente de reemplazo
UC1 Umbral de conmutación fuente normal
UC2 Umbral de conmutación fuente sustitución
SC Tiempo ausencia fuente normal
S Tiempo de partida generador
SC1 Tiempo estabilización de vuelta a fuente normal
S1 Tiempo antes de la vuelta a la fuente normal

Estado de los contactos de la caja de automatización

6 7 / 8	6 - 8	Cierre Q1
	6 - 7	Apertura Q1
9 10 / 11	9 - 10	Cierre Q2
	9 - 11	Apertura Q2

Diagrama del flujo del funcionamiento



Las cajas de automatización se suministran con el tiempo S y S1 preestablecidos a 6 s, adaptados a los esquemas A1 y A2: "comando directo de los motores (DPX 250/630) y cableado simplificado."

Para la alimentación correcta de la caja de automatismo, es imprescindible añadir un enlace 2NA+2NC, tenido en cuenta RSL en los esquemas, dicho de "selección de línea", que permite garantizar la alimentación del sistema de inversión cualquiera que sea la fuente en servicio, normal o de sustitución. NB: velan por la adecuación de la tensión de alimentación del carrete del enlace (red 400 V sin neutro por ejemplo).

4 ESQUEMAS DE INVERSION DE FUENTES

• Esquemas básicos

Inversión de fuentes con comando directo y cableado simplificado (esquema A1 para DPX 250 y 630, A2 para DPX 1600). Estos esquemas responden a los mismos usos que los recomendados para los comandos motorizados (secuencias automatizadas que integran el tiempo de maniobras).
La función de parada o de corte de urgencia no está garantizada y debe ser objeto de un complemento de cableado con bobinas de emisión (véase ejemplo sobre esquema A2). La parada requiere entonces el rearme manual de los dos aparatos.

Los esquemas simplificados A1 y A2 son especialmente adaptados para una inversión por interruptores DPX-I.

• Esquemas con utilitarios

Se aconseja añadir a los esquemas básicos los utilitarios siguientes (esquema B) utilizando la caja de automatización en versión 24 V.
- Una alimentación asistida 24 V⎓ que garantiza la continuidad de alimentación de la caja de automatización y de los relés.
Atención: Es importante elegir una alimentación cuya autonomía es superior al tiempo necesario para el establecimiento de la tensión "fuente de reemplazo" (duración la partida grupo).
- Un enlace R5 1NC llamado de "seguridad después de disyunción" comandado sobre defecto eléctrico, por un contacto de señal de defecto SD. Esta función tiene por objeto impedir la inversión de fuente (cualquiera que sea el sentido) en el caso particular donde una disyunción se hubiese producido y hubiese ido seguida de una interrupción de fuente. Impide la realimentación por la otra fuente de un circuito de defecto. Esta función se utiliza también en caso de apertura manual y voluntaria de uno de los disyuntores.
- Dos enlaces R1 y R2 2NA llamados de "control" que garantizan, por la alimentación de una bobina de emisión de corriente ET, la apertura del disyuntor en servicio. La vuelta a la posición de carga previa del comando motorizado de este mismo disyuntor se hace automáticamente en algunos segundos después de la apertura.
- Dos relés R3 y R4 1NC llamados "de estado de apertura" que desactivan la función SD, y en consecuencia el comando de R5, distinguiendo un estado de corte en orden (comando automático o voluntario) de un estado de disparo a raíz de un defecto. El contacto SD se cierra solamente en posición de disparo del aparato. En este último caso, el automatismo se bloquea y ninguna inversión es posible sin rearme manual (esquema A1, A2, y C) o sin indicación (esquema B, D, E, F, G, H)
- Dos protecciones 1 A por fusible Gg o por disyuntor DX (en función de la capacidad de ruptura necesaria), líneas de alimentación del conjunto de la automatización.
-Dos protecciones 0,5 A (de preferencia por fusible Gg) de las líneas de detección de presencia de tensión. La disposición de los disyuntores diferenciales DX 30 mA garantizará una seguridad complementaria contra los contactos indirectos pero no eximirá de precauciones al cableado.

Dos modelos de alimentación están disponibles
Una alimentación 24V⎓ 0,5 A (Ref. 042 30) acompañada de una batería (Ref. 042 31). Este conjunto es modular (6 + 6 módulos) y se monta sobre el riel TH 35 x 15. La autonomía es de cerca de unos minutos y permite garantizar la continuidad de alimentación de la caja de automatización, y eventualmente del comando grupo y de un indicador de escaso consumo asociado a este comando (véase párrafo "control grupo") Una alimentación estabilizada filtrada 24V ⎓ 3,3A de 80W no modular (Ref. 429 06) con autonomía de alrededor de 1 hora que puede permitir realizar otros controles en 24V ⎓

• Esquemas con funciones complementarias

Éstas permiten optimizar o extender las posibilidades de comando.

- Automatización del rearme con indicación: esquemas C, D, E, F, G, H, I
Esta opción permite liberarse de toda intervención manual de recambio después de la disyunción.

El rearme automático sin dirección (véase esquemas de comando a distancia) se desaconseja para la aplicación de inversores

- Comando "Marcha/Parada" con indicación de los defectos asociados a la puesta en marcha: esquemas E, F, G, H

La utilización de esta opción no se recomienda para rearme manual; perdería el interés del comando a distancia.

- Control del grupo:
Esquemas D, E, F, G, H
La utilización del contacto de alarma de la caja de automatización no se recomienda para la función de control del grupo. Éste cambia de estado en la ausencia simultánea de las fuentes normales y de reemplazo, sin integrar el tiempo de estabilización necesario. Esta disposición complementaria tiene por objeto evitar fenómenos de pulsaciones "normal/reemplazo" que serían generados por una parada prematura del grupo a raíz de vueltas de sectores aleatorios.

- Comando de deslastre
El pedido inicial de deslastre puede tratarse de la misma manera que el rearme automático sin indicación. Será necesario elaborar un esquema de deslastre adaptado a la necesidad (prioridades, niveles, duraciones, cascadas...) en función de las utilizaciones.

- Comando por orden (reloj, EJP, marcha manual forzada):
Esquemas G, H
Esta función permite administrar el comando de la fuente de reemplazo con el plazo que permite a éste ser operativo (consideración de la partida grupo por ejemplo) antes del cambio sobre esta fuente de reemplazo.

- Comando de corte por detección diferencial:
Esquema I
Esta opción permite asociar al pedido marcha/parada (que utiliza las bobinas de emisión ET), el comando de corte generado por el relé diferencial Ref. 260 91.

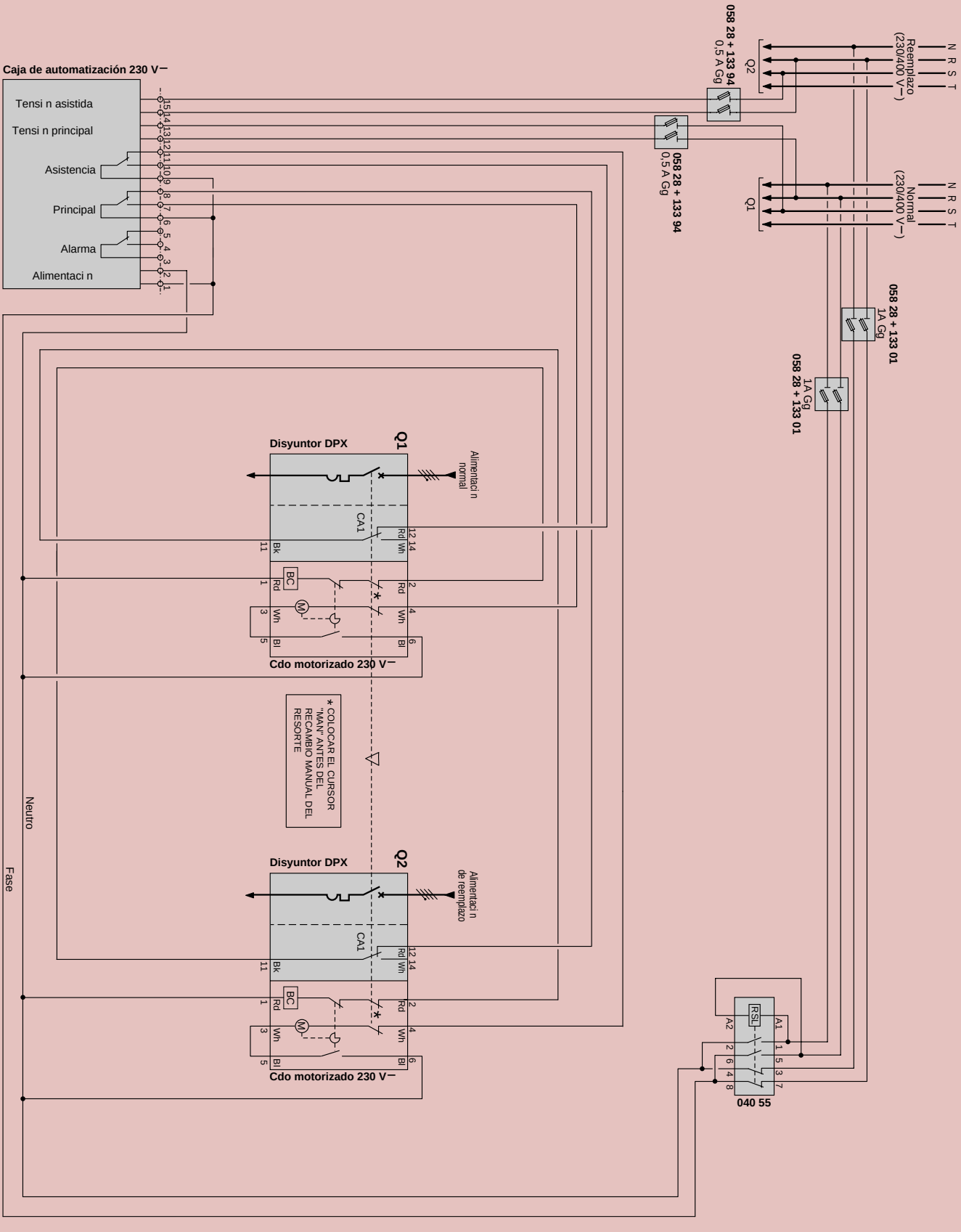
Precauciones de cableado

Las conexiones de las líneas de alimentación y detección deben hacerse aguas arriba de los disyuntores Q1 y Q2. Estas partes de cableado deben protegerse a la vez contra los cortocircuitos (Icc de cabeza de tablero) y contra los contactos indirectos (clase II).
Se tomarán algunas precauciones de cableado consecuentemente: conductores bajo conduits o en canaletas y amarrados en todo su largo. (Véase página 577) Atención, las líneas de detección sólo toman la tensión en dos fases; únicamente no se detecta la pérdida de la tercera fase.

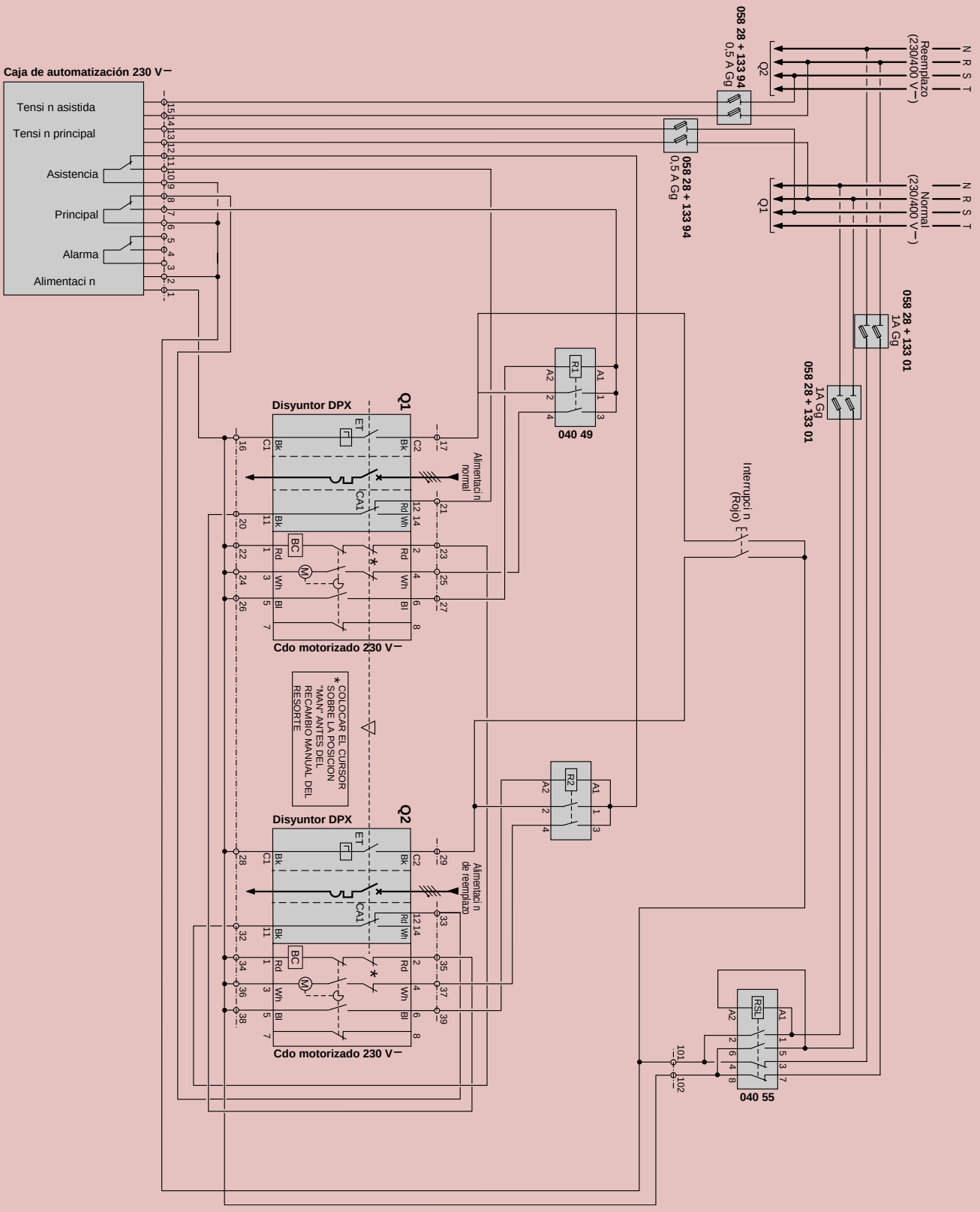
Leyendas para todos los esquemas

	Bornes VIKING	ref. 390 61
SD	Contacto señalización por defecto	ref. : 261 60 (montado en DPX, comando a precisar)
CA1 CA2	Contactos auxiliares	ref. 261 60 (montados en DPX, comando a precisar, misma referencia que el SD)
ET	Bobina de emisión de corriente	ref. 261 67 230 V± (montada en DPX, comando a precisar)
BC	Bobina de comando	(Integrada al comando motorizado)
M	Motor	(Integrado al comando motorizado)
CT	Contacto marcha por orden	Exterior al esquema, para comando orden (ejemplo EJP)
Comando por orden de llave	Comando por orden de llave	Botón giratorio con llave compuesto de : 1 cuerpo completo de 2 elementos 1 NA + 1 NC ref. 247 55 + 1 cabeza para botón giratorio con llave ref. 245 72 (extracción de la llave en posición 0) o 1 cabeza para botón giratorio clave ref. 245 74 (extracción de la llave en posición 1)
Acq	Botón indicador de defecto antes del rearme	Botón pulsador azul o botón de la llave del llamado de centro compuesto de : 1 cuerpo completo a 2 elementos 2 NO + 2 NF ref. 247 56 + 1 cabeza para botón giratorio con llave ref. 245 06 o 1 cabeza para botón giratorio con llave ref. 245 72
Parada (Rojo)	Botón de parada	Botón pulsador rojo compuesto de : 1 cuerpo completo con 1 NA ref. 247 51 y 1 cabeza para botón giratorio con llave ref. 245 04
RSL	Relé de selección de línea	ref. 040 55
AUX	Contacto auxiliar inversor	ref. 040 85 (Numeración de los bornes utilizando "contactor")
GE	Relé de grupo electrógeno	ref. 366 35
R1	Relé de comando de Q1. 230 V±	ref. 040 49 (2 NA) ou ref. 040 55 (2 NA + 2 NC)
R2	Relé de comando de Q2. 230 V±	
R3	Relé de estado de apertura de Q1. 230 V±	ref. 040 38 (1 NA + 1 NC)
R4	Relé de estado de apertura de Q2 230 V±	
R5	Relé de seguridad después de disparo 24 V=	ref. 374 93 (1 contacto inversor) o ref. 366 35 (4 contactos inversor)
R6	Relé de parada por orden 230 V±	ref. 040 53 (4 NA)
R7	Relé de comando por orden 230 V±	ref. 040 38 (1 NA + 1 NC)
T1	Relé temporizado (programable) de recambio por orden 230 V±	ref. 374 95 en posición "función F" o relé temporizado a la apertura
Verde 230 V± a pedido	Indicador comando por orden	1 cuerpo de indicador ref. 247 80 + 1 cabeza para indicador luminoso verde ref. 247 23 + 1 LED BA9S blanco 230 V± ref. 249 73
Verde 230 V± ALIM. AUTOMATISMO	Indicador alimentación de automatización	
Blanco 24 V= INFO GRUPO	Indicador info grupo	1 cuerpo de indicador ref. 247 80 + 1 cabeza para indicador luminoso ref. 247 27 + 1 LED BA9S blanco 24 V= ref. 249 98
Rojos 24 V= DEFECTO	Indicador defecto	1 cuerpo de indicadort ref. 247 80 + 1 cabeza para indicador luminoso rojo ref. 247 24 + 1 LED BA9S blanco 24 V= ref. 249 98
Rojos 24 V= REPORTE ALARMA	Indicador reporta alarma (que parpadea)	
Amarillo 230 V± PARADA	Indicador parada	1 cuerpo de indicador ref. 247 80 + 1 cabeza para indicador luminoso amarilla ref. 247 25 + 1 LED BA9S blanco 24 V= ref 249 98
Rojo 230 V± DETECT DIFERENCIAL.	Indicador defecto diferencial	1 cuerpo de indicador ref. 247 80 + 1 cabeza para indicador luminoso roja ref. 247 24 + 1 LED BA9S blanco 230 V± ref. 249 73

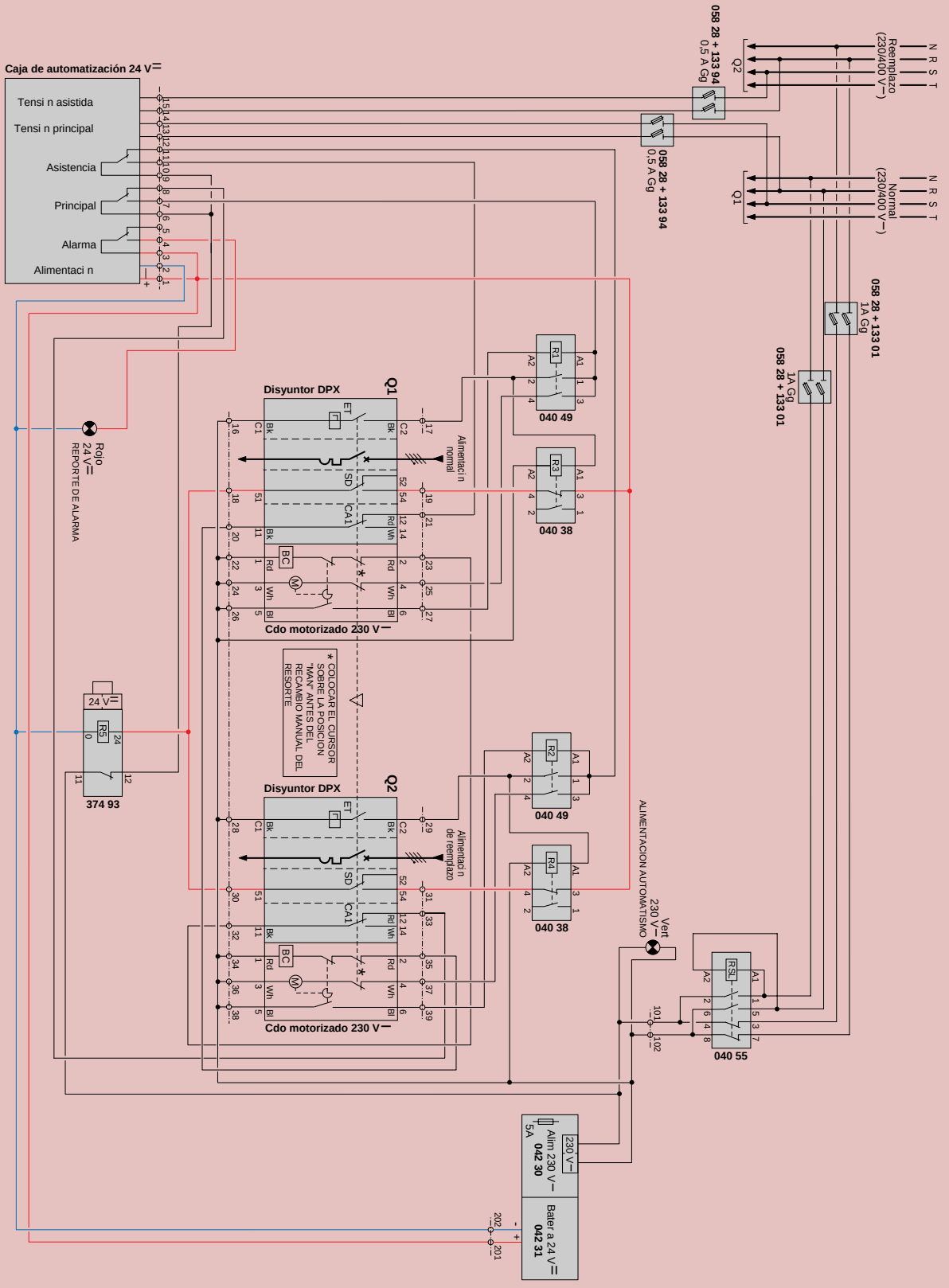
Esquema A1 (DPX 250 y DPX 630): Inversión de fuentes de rearme manual con caja de automatización 230 V



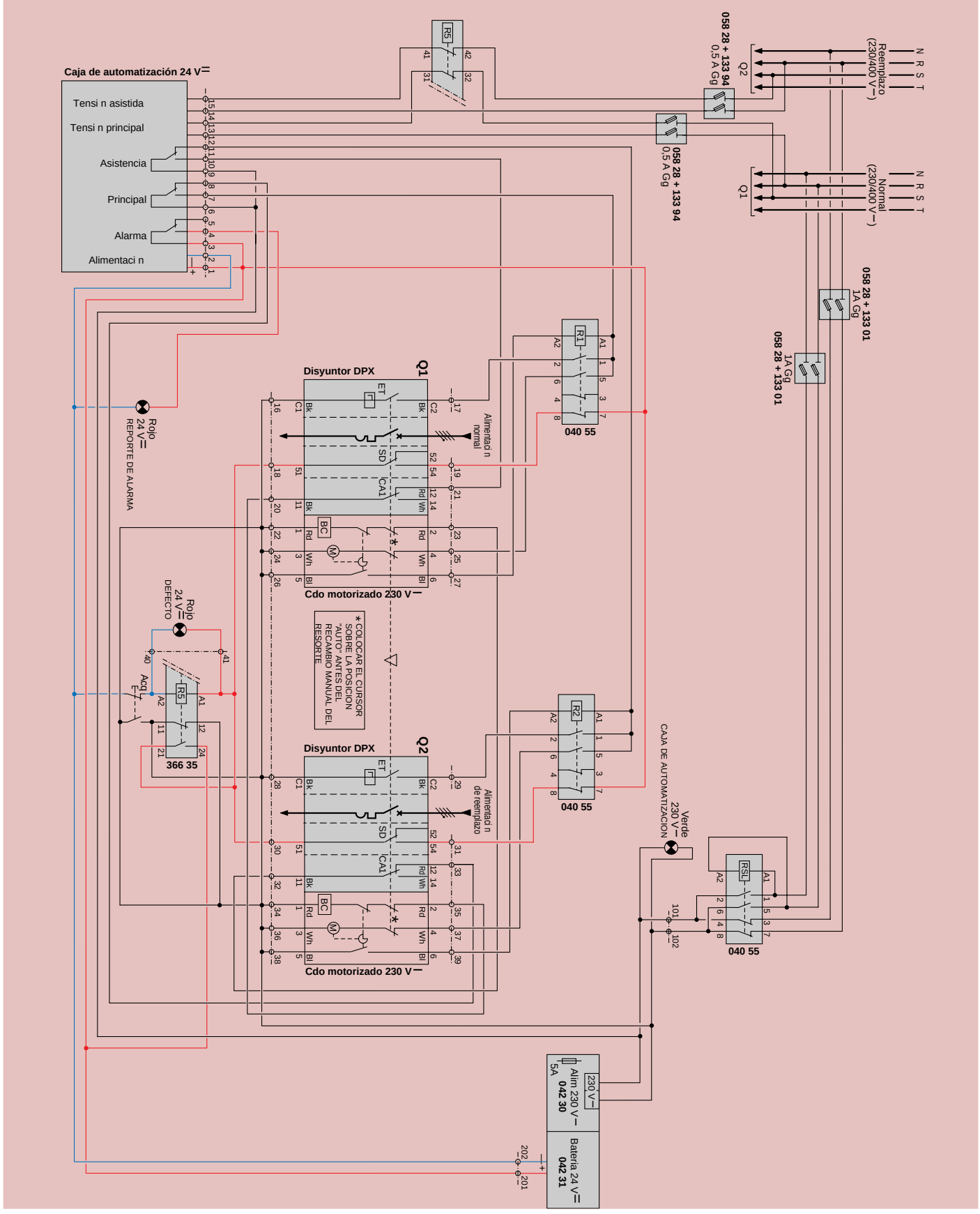
Esquema A2 (DPX 1600):
Inversión de fuentes de rearme manual con caja de automatización 230 V



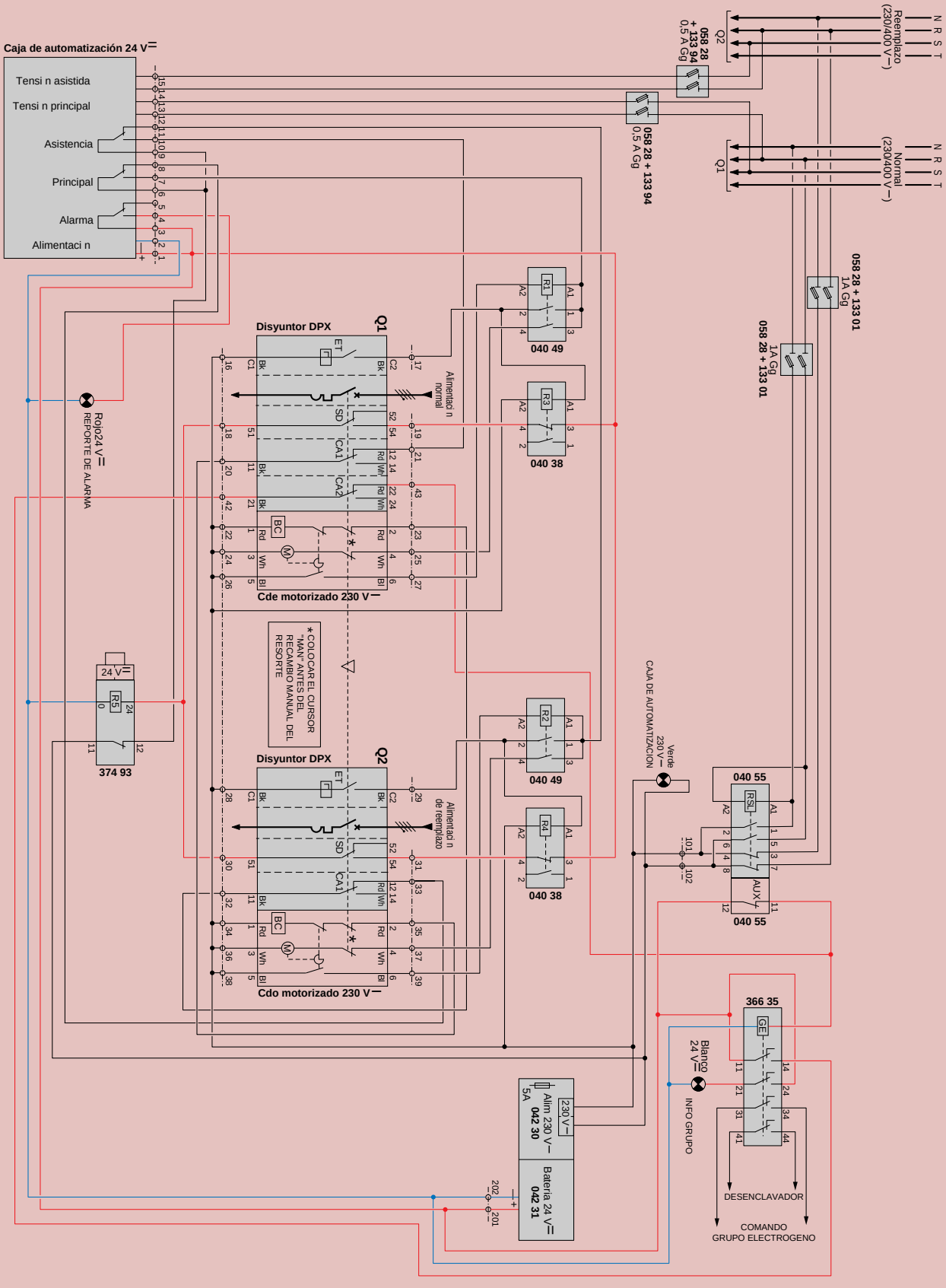
Esquema B
Inversión de fuentes de rearme manual con seguridad después de apertura (voluntaria o por defecto)



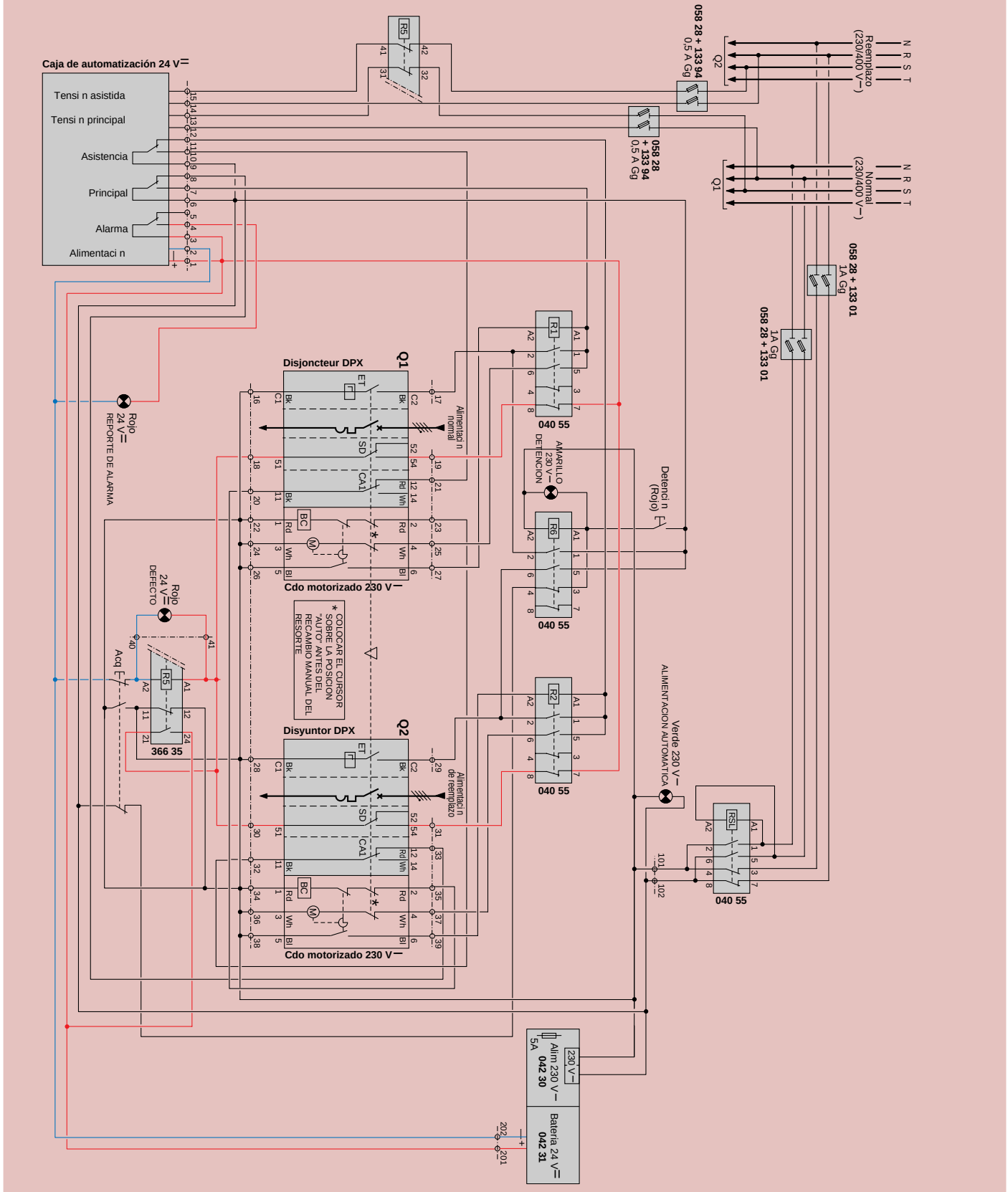
Esquema C: Inversión de fuentes de rearme automatizado con seguridad después de apertura (voluntaria o por defecto) por indicación



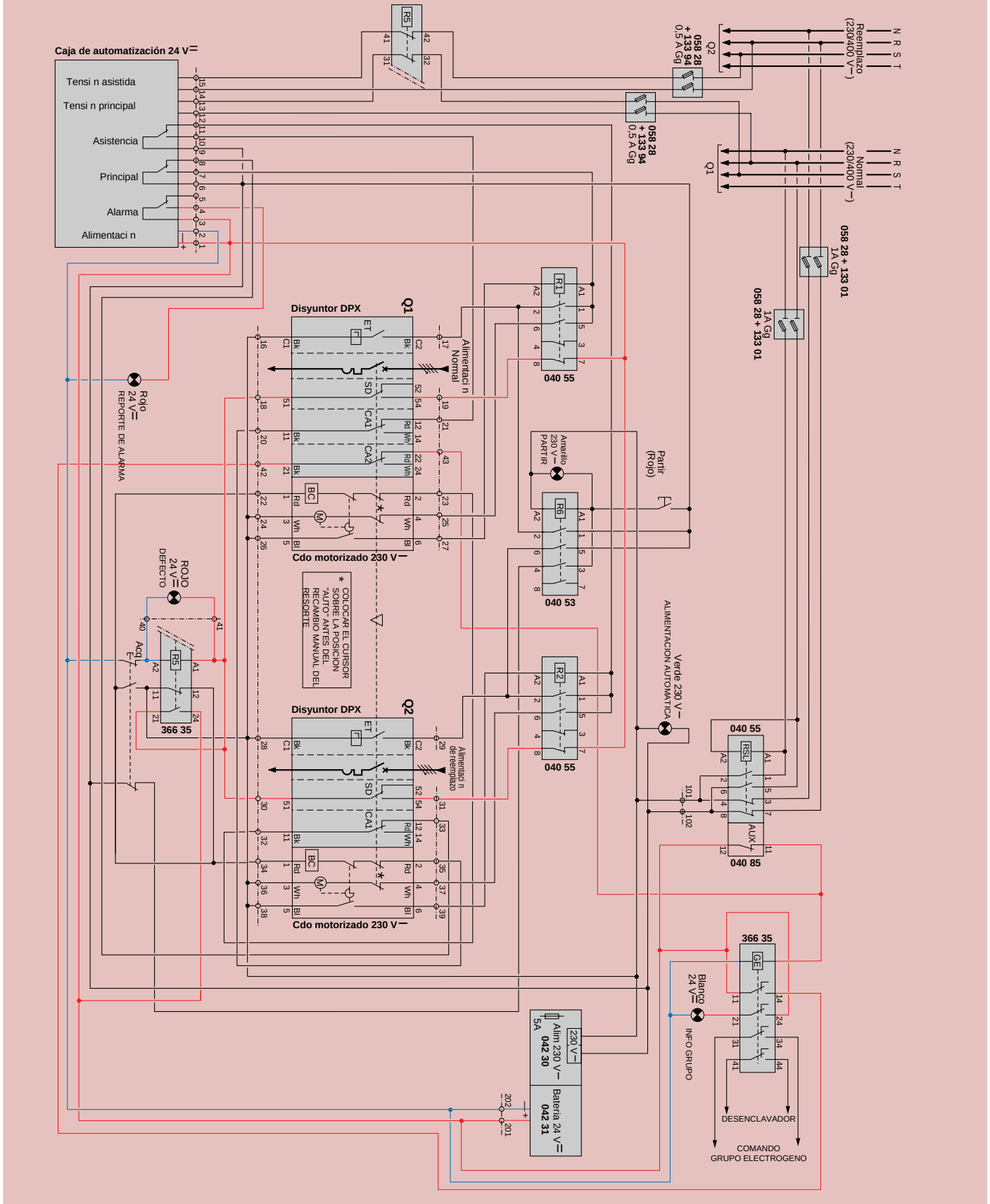
Esquema D:
Inversión de fuentes a rearme manual con comando de grupo electrógeno



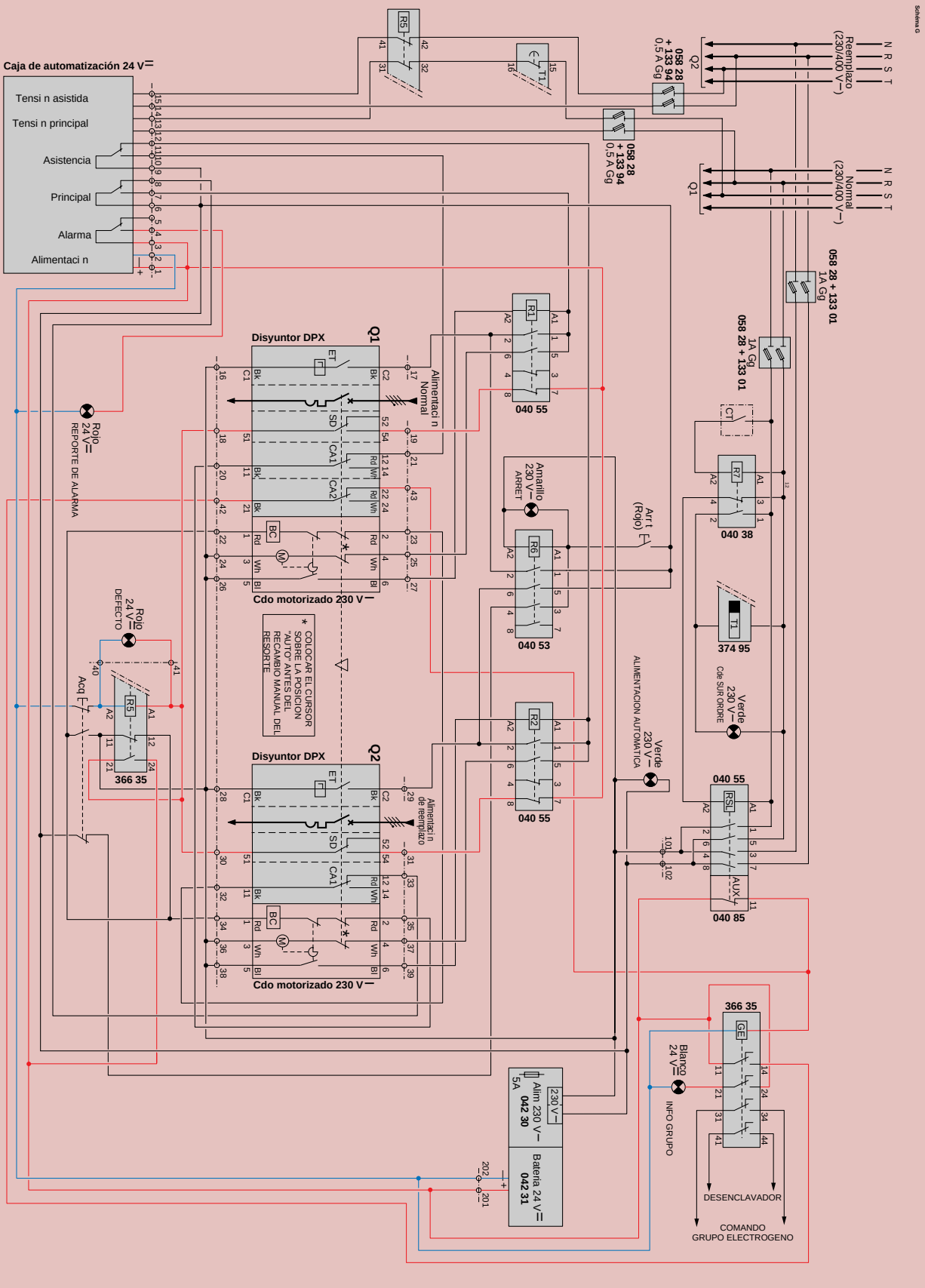
Esquema E: Inversión de fuentes a rearme automatizado con comando partir/parar con seguridad después de apertura (voluntaria o por defecto) por indicación



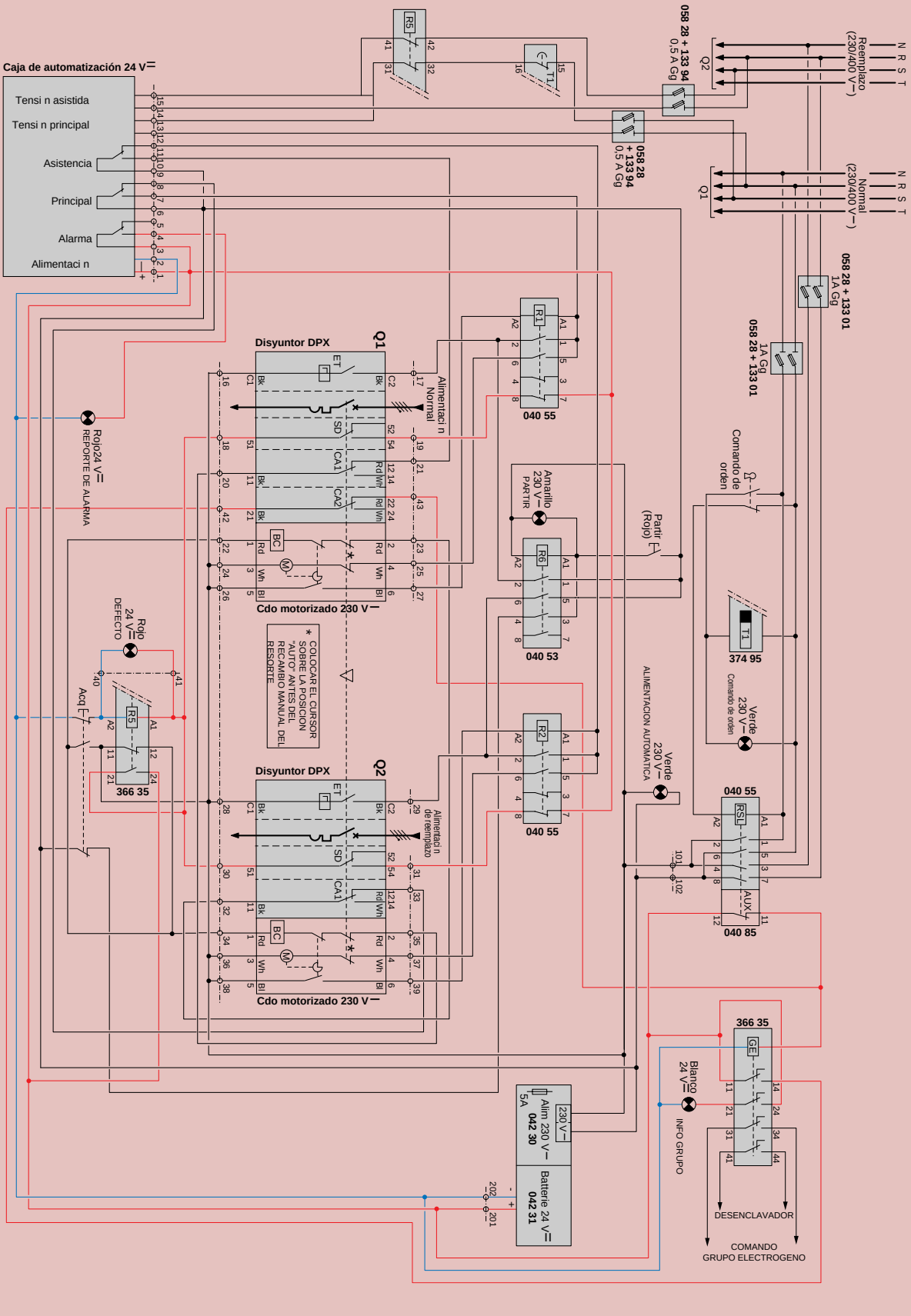
Esquema F: Inversión de fuentes a rearme automatizado con comando partir/parar e indicación de grupo electrógeno



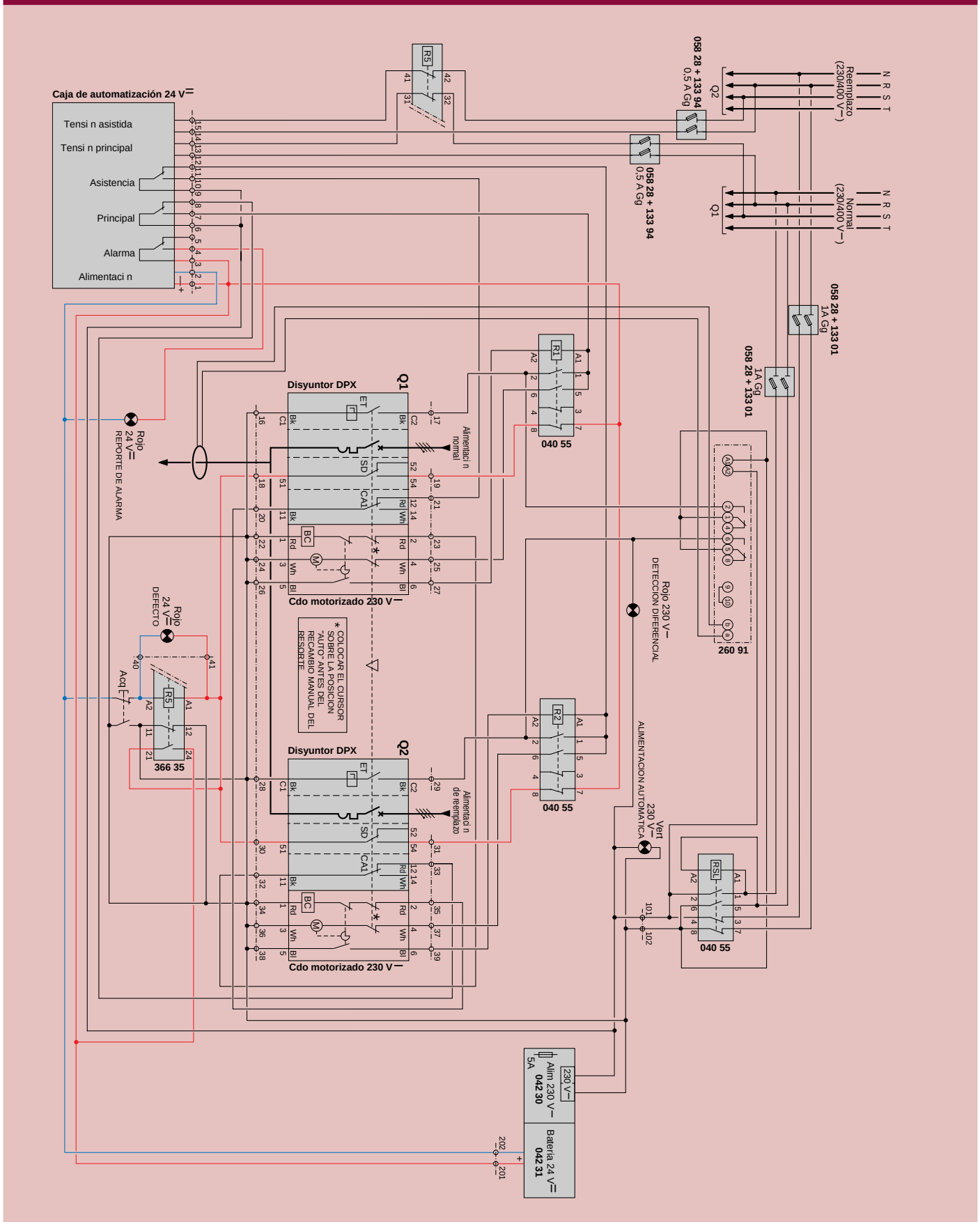
Esquema G: Inversión de fuentes a rearme automatizado, partir/parar y comando de grupo con orden por contacto exterior



Esquema H: Inversión de fuentes a rearme automatizado, partir/parar con comando de grupo electrógeno o manual a pedido



Esquema I: Inversión de fuentes a rearme automatizado y comando de corte por detección diferencial



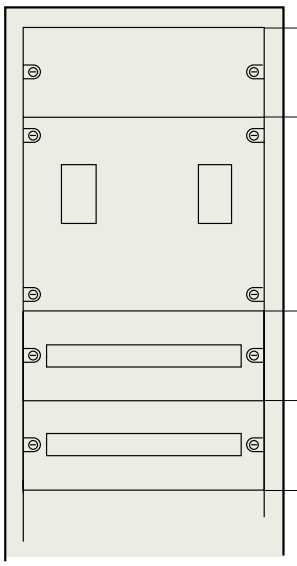
Funcionamiento: explicación de los esquemas

- **En la automatización del rearme con indicación después de disparo sobre defecto (esquemas C, D, E, F, G, H), el enlace de seguridad R5, comandado por el contacto de indicador de defecto SD se mantiene alimentado por el contacto de auto mantención 21/24 e impide la realimentación de las bobinas de comando BC por la apertura del contacto 11/12.**
  Se puede realizar órdenes de funcionamiento manual. Del mismo modo, la apertura de los contactos 31/32 y 41/42, al interrumpir la detección de presencia de tensión sobre las dos fuentes, impide todo pedido automático.
  La indicación mediante el botón "Acq" permite la realimentación de las bobinas BC y en consecuencia el retorno a la posición de carga previa de los pedidos motorizados. El relé R5 ya no es alimentado y el disyuntor que corresponde a la fuente efectivamente bajo tensión se vuelve a cerrar
- **Comando partir/parar con indicación de los defectos asociados a la puesta en marcha (Esquemas E, F, G, H) Al funcionamiento descrito anteriormente se añaden las siguientes automatizaciones: el botón parar 1NA comanda la bobina del relé R6 3NA, llamado "parada a distancia". Los contactos 5/6 de este relé garantizan el auto mantenimiento. Los contactos 1/2 y 3/4 alimentan las bobinas de emisión de corriente ET. El disyuntor en servicio se abre.**
  La indicación por el botón "Acq" corta, mediante uno de sus contactos NC, el cierre de autoalimentación del relé R6. El disyuntor que corresponde a la fuente bajo tensión se vuelve a cerrar
- **Control del grupo (Esquemas D, E, F, G, H).**
  Al desconectarse la fuente de alimentación normal, el relé de selección de línea RSL cambia de estado. Su contacto auxiliar "Aux" 1NA alimenta al relé GE cuyos contactos se pueden utilizar para enviar una señal de partida al grupo; esta información es eventualmente temporizada al nuvel del comando grupo. El relé GE se encontrará alimentado de la misma nanera por un contacto auxiliar CA2 en la apertura del interruptor Q1; dicho contacto auxiliar no dejará de alimentar el relé GE hasta que la orden de regreso a la alimentación normal (cierre de Q1) sea efectiva. El estado se puede visualizar por un piloto de 24 Vcc que se recomienda sea de bajo consumo (LED). La orden de parada del grupo sólo se hace efectiva previa orden del control de cierre de Q1 (integrando la temporización para estabilizar el retorno a la fuente normal SC1).
- **Comando bajo orden (reloj, EJP, marcha manual forzada. Esquemas G, H).**
  El relé biestable R7 comandado por el cierre de un contacto de control, interrumpe (a través de un contacto NC) la alimentación del relé RSL. El contacto auxiliar "Aux" de este último relé, alimenta al cambiar de estado, al relé GE cuyos contactos comandan el control del grupo (ver funcionamientos anteriores). Por otra parte, el contacto NA del relé R7 alimenta a un segundo relé temporizado T1 cuyo contacto con retardo a la apertura (tiempo de partida del grupo máximo, 1 mn) abrirá el circuito de vigilancia de la tensión normal de la caja de automatización. La inversión de fuente se efectuará de acuerdo al proceso habitual. Al volver a la condición de funcionamiento normal, el contacto del relé T1 corta instantáneamente la vigilancia de la tensión normal. La caja de automatización procede al retorno a la fuente normal (apertura de Q2 y cierre de Q1). Simultáneamente el relé RSL se alimenta y su contacto se abre. A raíz del cierre de Q1, también se abre el contacto CA2 se abre también. La apertura de los contactos "Aux" y CA2 detiene el control del relé GE. La orden de control grupo se interrumpe.
  Nota: En esta configuración, verificar si la función de reemplazo es compatible con el comando del relé GE
- **Comando de corte por detección diferencial (Esquema I).**
  En caso de una falla diferencial sobre el circuito de potencia, aguas abajo de la transferencia, la orden desenclavamiento se da simultáneamente a los interruptores Q1 y Q2 a través de las bobinas de disparo, de esta manera ambos circuitos quedan separados. Después de despejar la falla y de acuerdo al diagrama, desarme y rearme (manual o automático).
  Esta opción es aplicable a todos los esquemas.

5 INTEGRACION CON XL

Inversor	DPX 250		DPX 630		DPX 1600	
Tipo	Manual	Motorizado	Manual	Motorizado	Manual	Motorizado
Ref. plastrón	096 20	096 21(1)	096 24	096 25	096 27(2)	096 28
Posición aparato	Vertical	Vertical				
Ref. platina	096 04	09604	096 08	09608	096 12	09612
Dispositivo de fijación sobre rieles ref. 095 95 en travesaños multifuncionales	092 08 092 06	092 08 092 06	092 08 092 06	092 08 092 06	directo	directo

(1) ref 096 20 permite poner el motor sobresaliendo del plastrón (platina casera sobre el dispositivo ref 092 08)
(2) ref 096 24 permite poner el motor sobresaliendo del plastrón (platina trasera sobre el dispositivo ref 092 08) pero inaccesible para regulación desde la cara frontal del DPX.



Plastrón que recibe la caja de automatización

Plastrón que sella los aparatos que constituyen la transferencia automática (altura 400 mm. para DPX 250,.550 mm. para DPX 630 y 700 mm. para DPX 1600)

Plastrón (1) altura 150 mm. que sella los módulos de control complementarios (esquemas A, B, C)

Plastrón (1) suplementario altura 150 mm. para módulos de pedido asociados

(1) altura mínima aconsejada. La disposición de bornes o auxiliares de comando (botones, indicadores...) pueden necesitar de más espacio disponible.
Se recomienda un cálculo previo del número de módulo 18 mm x n.



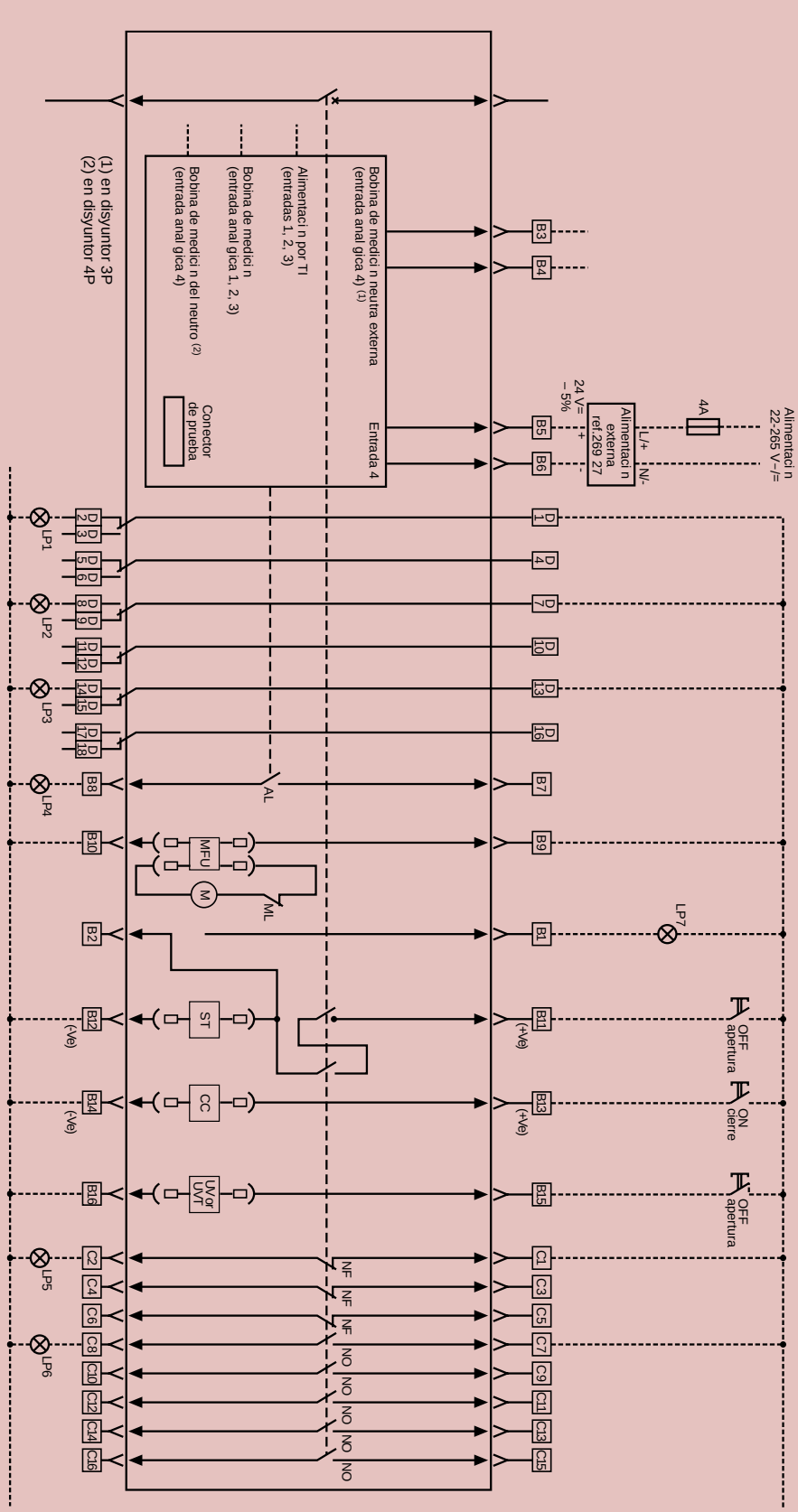
El dispositivo de fijación sobre riel DIN Ref. 09202 permite fijar los relés o los bornes bajo plastrón. El suple incluido en esta referencia permite fijar en el mismo riel los aparatos modulares.

La utilización de "soportes especiales" permite fijar elementos de control (botoneras, indicadores) sobre riel DIN.





DMX: esquema eléctrico (unidad de protección electrónica MP17)



Equipos opcionales

MFU: filtro de alimentación del control de alimentación motorizado
M: motorización
ML: contacto control armado
CC: bobina de cierre
UV: desenclavador de mínima tensión
UVT: desenclavador de mínima tensión retardado
ST: desenclavador de emisión de corriente
AL: contacto señal defecto

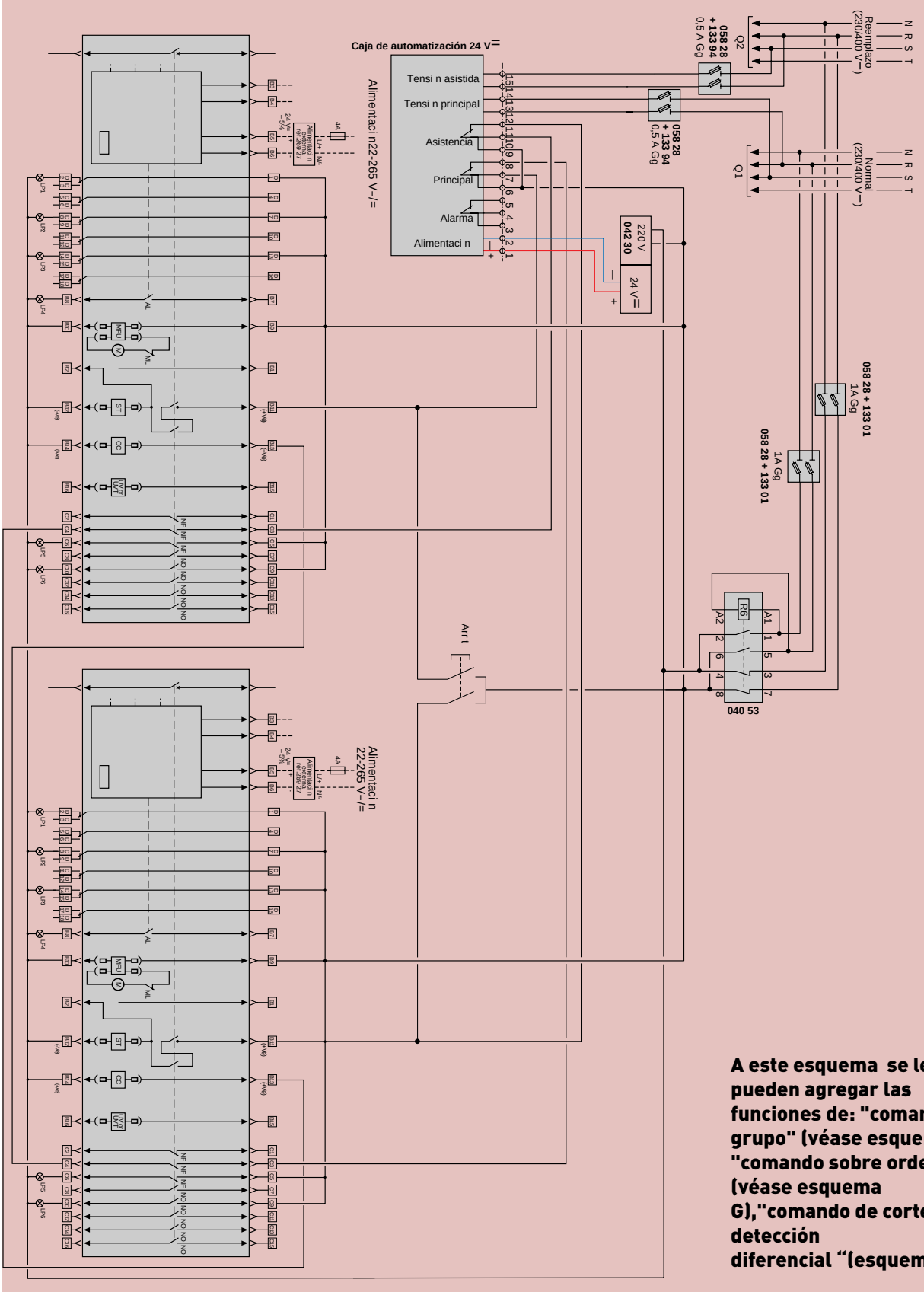
Bornes

B1 a B16: bornes seccionables
C1 a C16: bornes seccionables
D1 a D6: contactos de posición (posición enchufada)
D7 a D12: contacto de posición (posición prueba)
D13 a D18: contacto de posición (posición desenchufada)

Indicador opcional

LP1: aparato desconectado
LP2: aparato en posición de prueba
LP3: aparato conectado
LP4: aparato en posición defecto
LP5: contactos principales abiertos (OFF)
LP6: contactos principales cerrados (ON)
LP7: Control armado

Esquema básico DMX: inversión de fuentes a rearme automatizado con seguridad después de la apertura - Indicación por desenclavador manual del aparato



A este esquema se le pueden agregar las funciones de: "comando grupo" (véase esquema F), "comando sobre orden (véase esquema G),"comando de corte por detección diferencial "(esquema I).

Corte de emergencia, paro de emergencia y seccionamiento

Como su nombre lo indica, las operaciones de emergencia están destinadas a eliminar lo más rápidamente posible un peligro sobrevenido de manera imprevista.
Mientras que el corte de emergencia está destinado a cortar la energía eléctrica, el paro de emergencia tiene en cuenta el peligro de movimientos mecánicos.

1 CORTE DE EMERGENCIA

El corte de emergencia se exige normalmente en todas aquellas instalaciones en las que son de temer fallas o riesgos de electrocución eléctricas: laboratorios, cuarto de calderas, cocinas, avisos luminosos, bombeo de líquidos inflamables, plataformas de pruebas...
Debe interrumpir todos los conductores activos.
Debe poder realizarse con carga y en una sola maniobra.

1 Instalación del dispositivo del corte de emergencia

• Por principio, el dispositivo de corte de emergencia debe estar situado al nivel o cerca del aparato o aparatos a cortar y ser fácilmente identificable (por el personal de explotación o de la brigada de emergencia).
Los dispositivos de mando funcional marcha-paro (tipo interruptor, contactor, automático) pueden servir de corte de emergencia si responden a las condiciones citadas anteriormente.
En este caso, cabe señalar que el corte de circuitos monofásicos (ph + N) terminales puede realizarse con un aparato unipolar. Esta disposición está especialmente indicada para los circuitos de iluminación.
• El dispositivo de corte de emergencia puede aplicarse al nivel del tablero de distribución que alimenta el conjunto de circuitos locales, siempre que sea fácilmente accesible, identificable y esté instalado en un lugar donde pueda producirse o detectarse peligro.
Esta disposición está destinada a evitar accionamientos intempestivos de los dispositivos de corte de emergencia, limitando el acceso al personal de explotación (por ejemplo, LPC).
¡Atención! Si la puerta del tablero en cuestión está cerrada con llave, es necesario un mando mecánico separado o uno eléctrico exterior.
• En caso de que se requiera que el dispositivo esté cerca (considerando los peligros) y que sea inaccesible en tiempo normal, el corte de emergencia deberá estar garantizado por un dispositivo de «rotura de cristal», ya sea mediante activación directa (pulsador) o por liberación de llave.

Para la seguridad de la maquinaria...



... el corte de emergencia se define en la norma internacional EN 60204-1: mando rojo sobre fondo amarillo

Para algunos locales o materiales (cuartos de calderas, aparatos de cocción, grandes cocinas, letreros luminosos...) el corte urgente debe ser:
- o a seguridad positiva (bobinas de falta de tensión)
- o acompañado de una indicación del estado abierto/cerrado (indicadores...) que refleje la posición del dispositivo de corte.

Hay que señalar que dispositivos separados alumbrado/otros circuitos pueden también requerirse (cuartos de calderas por ejemplo).

El dispositivo de maniobra del corte urgente debe poder cerrarse en posición de paro. Si no es el caso, las maniobras de liberación del corte urgente y la de realimentación deben ser hechas por la misma persona. Se aconseja entonces que estas dos maniobras sólo puedan hacerse desde dos lugares cercanos y visibles.



Caja de seguridad para parada de cuarto de calderas Ref. 380 29 (a pedido)



Corte para letrero luminoso "inter bombero" Ref. 38050 (a pedido)





• Con mando directo accesible, pueden utilizarse todos los aparatos de corte de las gamas DX, DPX y Vistop para efectuar el corte de emergencia.



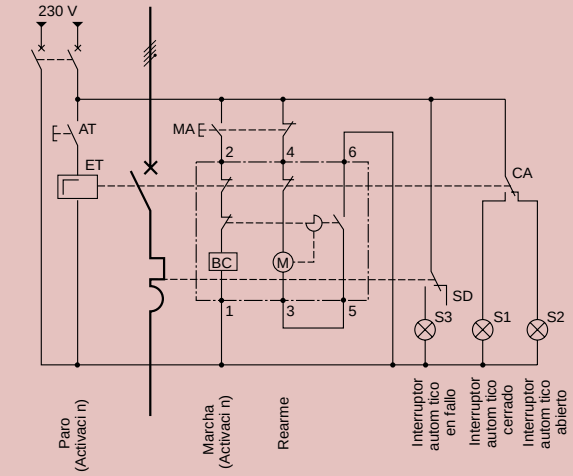
• Con mando separado (si el aparato de corte es inaccesible o se encuentra en un tablero cerrado con llave), los aparatos Vistop y DPX pueden estar provistos de mandos frontales o laterales exteriores (véase el capítulo III.A.7)



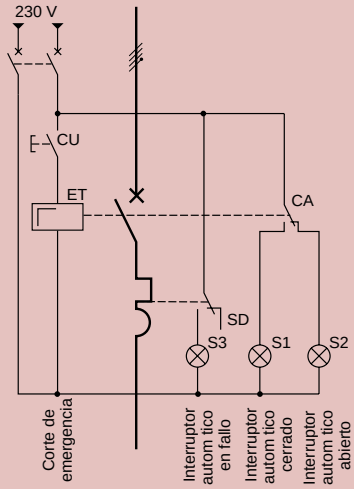
• Con mando a distancia, los interruptores automáticos DX, DPX y los interruptores diferenciales pueden estar provistos de activadores de emisión o de falta de tensión.

En la práctica, deben evitarse los dispositivos de falta de tensión aguas arriba de la instalación ya que provocan el corte de circuitos principales cuando la tensión baja.
Si es necesario, el corte de emergencia de circuitos principales podrá hacerse mediante bobinas de emisión, de que se admite que aportan una seguridad equivalente a un relé o a un contactor.

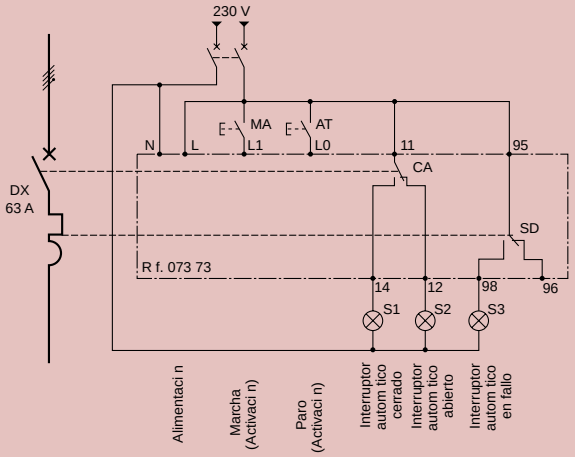
Ejemplos de cortes de emergencia



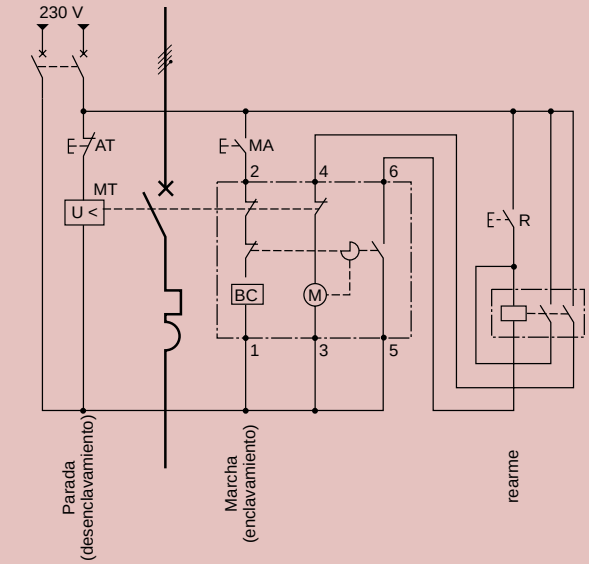
Mando motorizado de un interruptor automático DPX con corte de emergencia mediante pulsador de paro AT y bobina de emisión ET. Rearme manual.



Mando directo de un interruptor automático DPX. El corte de emergencia se efectúa mediante el pulsador de paro CU y la bobina de emisión ET.



Cableado del mando motorizado ref. 073 70/71/73 para interruptores automáticos DX. El pulsador de paro AT permite efectuar el corte de emergencia.



CA: contacto auxiliar

SD: contacto señal de defecto

ET: bobina de emisión de tensión

MA: pulsador de marcha

AT: pulsador de paro

Comando motorizado para disyuntor DPX con rearme por comando externo.
Apertura por desenclavamiento de mínima tensión.

2 PARO DE EMERGENCIA

Cuando existen movimientos producidos por aparatos o máquinas eléctricas que pueden ser fuente de peligro, estos últimos deben estar provistos de uno o más dispositivos de paro de emergencia situados lo más cerca posible de los usuarios.
La necesidad de dispositivos de paro de emergencia es obligatoria, por ejemplo, en las escaleras mecánicas, ascensores y elevadores, puentes grúa y transportadores, puertas de mando eléctrico, instalaciones de lavado de vehículos... Y por supuesto para las amasadoras mecánicas, los robots de mantención y las máquinas herramientas en el más amplio sentido.
Cada máquina debe estar provista de uno o varios dispositivos de paro de emergencia,claramente identificables, accesibles y en número suficiente para evitar que se produzcan, o perduren, situaciones peligrosas.
El paro puede ser inmediato, controlado o diferido, según las exigencias de la máquina, no interrumpiéndose la alimentación hasta el paro total.
El paro de emergencia no es obligatorio:
– si su presencia no reduce el riesgo
– si el tiempo de paro no se reduce en comparación con el corte de emergencia
– para las máquinas portátiles y las guiadas manualmente.

El paro de emergencia debe efectuarse mediante una acción lo más directa posible y con el concepto de «seguridad positiva»: acción directa sobre los contactos abriendo el circuito, o paro considerado como prioritario en caso de falla del equipo o de la alimentación.

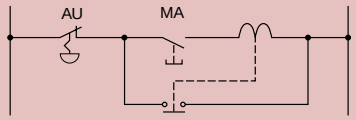
Para la seguridad de las máquinas



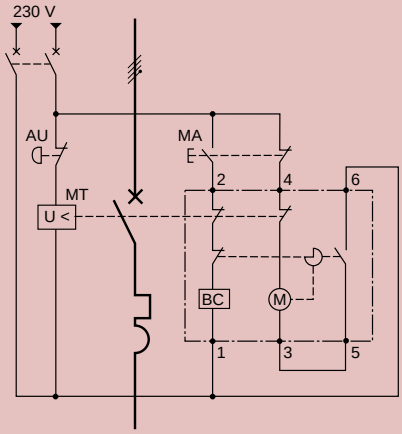


... el paro de urgencia está definido por la norma internacional EN 60204-1 pulsador de mando de mando rojo sobre fondo amarillo.

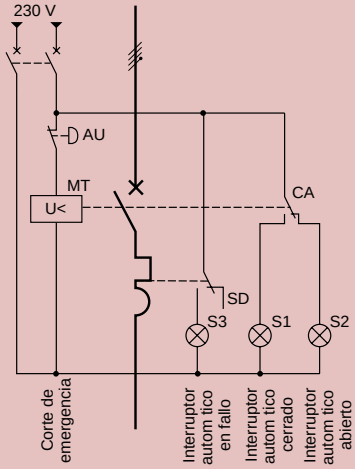
Ejemplos de paradas de emergencia



Esquema clásico de alimentación de un relé con prioridad de paro.



Comando motorizado para disyuntores DPX con rearme automático después de cierre del disyuntor. Apertura por bobina de mínima tensión.



Mando de paro de emergencia en el interruptor automático DPX mediante pulsador «tipo carga» y bobina de mínima tensión.

CA: contacto auxiliar

SD: contacto señal de defecto

ET: bobina de emisión de tensión

MA: pulsador de marcha

AT: pulsador de paro

Las bobinas de mínima tensión con retardo (800 ms) impiden las paradas intempestivas en caso de microcortes (ref. 261 75/85 y módulos (ref. 261 90/91).

3 SECCIONAMIENTO

Destinado a separar eléctricamente una instalación o una parte de la misma, la finalidad del seccionamiento es garantizar la seguridad de las personas que intervienen.
Un aparato de corte que garantice la función de seccionamiento, deberá instalarse:
– en el inicio de cualquier instalación
– en el inicio de cada circuito o grupo de circuitos.
El aparato seccionador debe garantizar el corte de todos los conductores activos (incluido el neutro), pudiendo carecer de poder de corte en carga. La operación de seccionamiento no se realiza obligatoriamente de una sola vez (pletinas de conexión, cortacircuitos), aunque son preferibles los aparatos multipolares.
Si existe riesgo de realimentación, puede ser necesaria la instalación de seccionadores antes y después de la instalación.
Los dispositivos que garantizan el seccionamiento pueden ser seccionadores, interruptores seccionadores, automáticos, tomas de corriente, cortacircuitos, pletinas seccionables, bornes seccionables y cualquier otro dispositivo que garantice una separación mínima de apertura de los contactos de:
– 4 mm para tensiones de 230/400 V
– 8 mm para tensiones de 400/690 V
– 11 mm para una tensión de 1.000 V

1 Seccionamiento de corte visible

Esta característica se comprueba mediante la relación fiable entre la posición de los contactos y la de la maneta de control. La indicación de ésta, «I» o «O» (rojo o verde), garantiza la posición real de los contactos. El cumplimiento de la norma internacional CEI 60947-2 es prueba de ello.

¡Atención! El seccionamiento no garantiza por sí sólo la seguridad de la instalación. Para ello, deben existir medios apropiados que eviten la reconexión intempestiva (bloqueo, carteles, locales con llave). Las reglas principales se recuerdan en el capítulo II.C.1

Las exigencias de seccionamiento son igualmente aplicables a las máquinas y equipos de trabajo que deben poder aislarse de su fuente o fuentes de energía para efectuar operaciones de ajuste o de mantenimiento.

Cajas de proximidad



... garantizan al mismo tiempo el corte de emergencia y el seccionamiento

2 Seccionamiento de corte visible

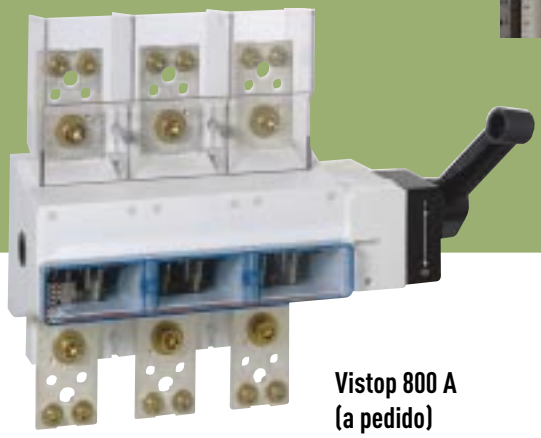
La posición real de los contactos separados es visible a simple vista. El corte visible puede obtenerse mediante una ventana de visualización (Vistop) o mediante dispositivos enchufables o seccionables (DPX y DMX).
El corte visible se exige para los puestos de trabajo cuya potencia no sobrepase los 1250 kVA, abastecidos por un único transformador de conteo BT.



DPX - IS 250
(a pedido)



DPX 630
enchufable



Vistop 800 A
(a pedido)

Otras definiciones

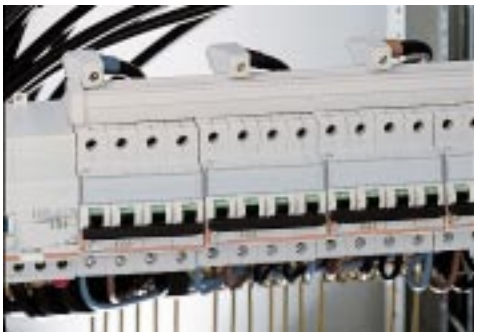
• Corte de protección:
Corte asociado a una función de protección (sobreintensidades, falla diferencial, sobretensión...)
• Corte funcional:
Control de funcionamiento (marcha, paro, variación) con fines únicamente funcionales: termostatos, graduadores, telerruptores, son ejemplos de ello. Las tomas de corriente > 32 A no pueden garantizar el control funcional de un equipo, por lo que deben asociarse a un dispositivo de corte en carga
• Corte para mantenimiento mecánico:
Corte destinado únicamente a evitar riesgos mecánicos (desplazamiento) en el curso de trabajos no eléctricos. Si sólo cumplen esta función, no pueden utilizarse para corte de emergencia.

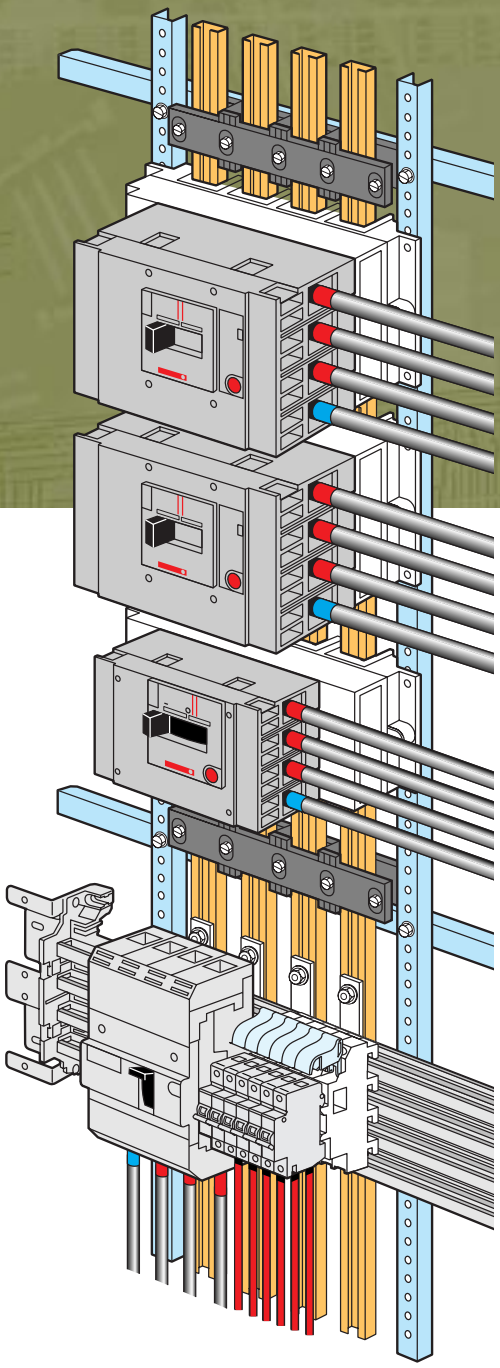
LA REPARTICION

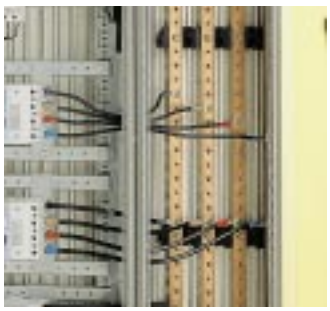
La protección y el control de los circuitos de utilización son las funciones básicas de un tablero de distribución; no obstante, antes de ellas existe una función quizá más discreta pero no menos indispensable: la repartición

En mayor medida aún que para las dos funciones de protección y de control, la elección y la aplicación de la repartición requieren una gestión que combina la elección de un producto (número de salidas, secciones, tipo de conductores, modo de conexión) con la comprobación de las condiciones de funcionamiento (intensidad admisible, cortocircuitos, aislamiento...) en configuraciones totalmente múltiples.

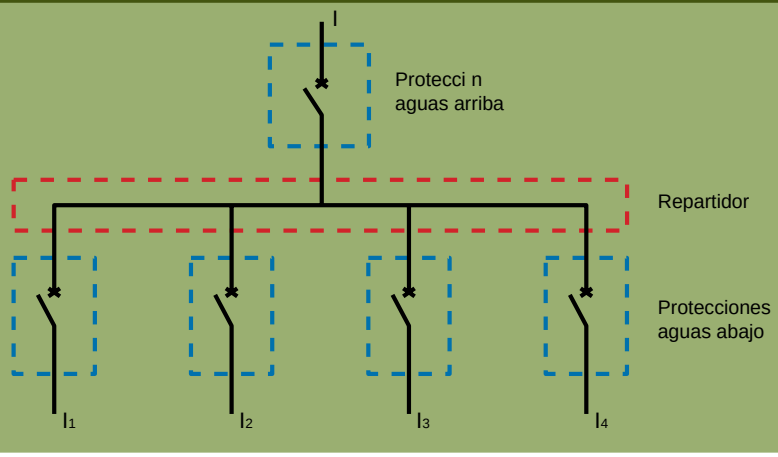
Según la potencia instalada, el reparto se efectúa mediante juegos de barra (generalmente por encima de 250 A) y repartidores (hasta 400 A). Los primeros se realizan según las necesidades, los segundos se escogen preferentemente en función de la diversidad de aplicaciones.





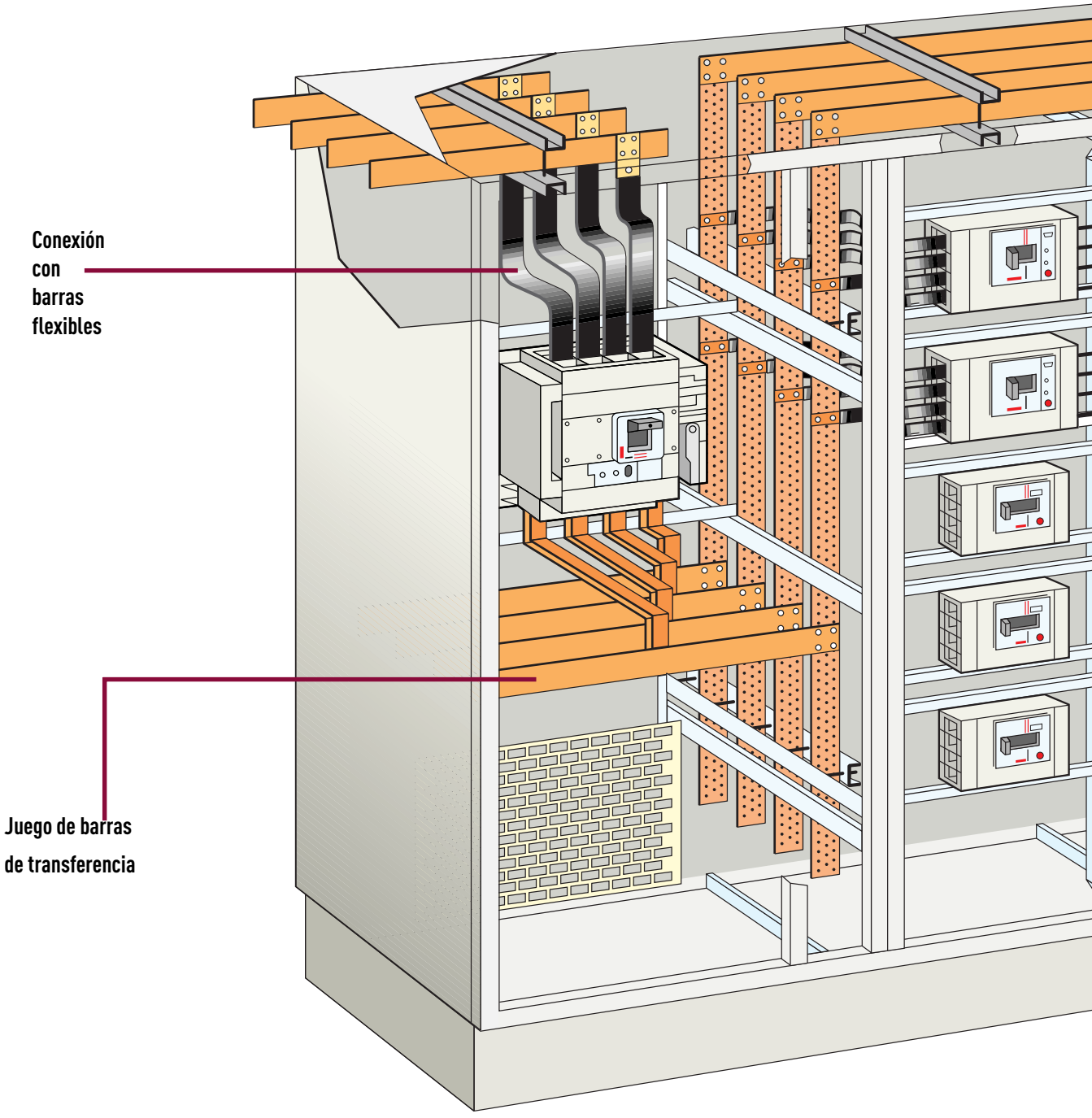


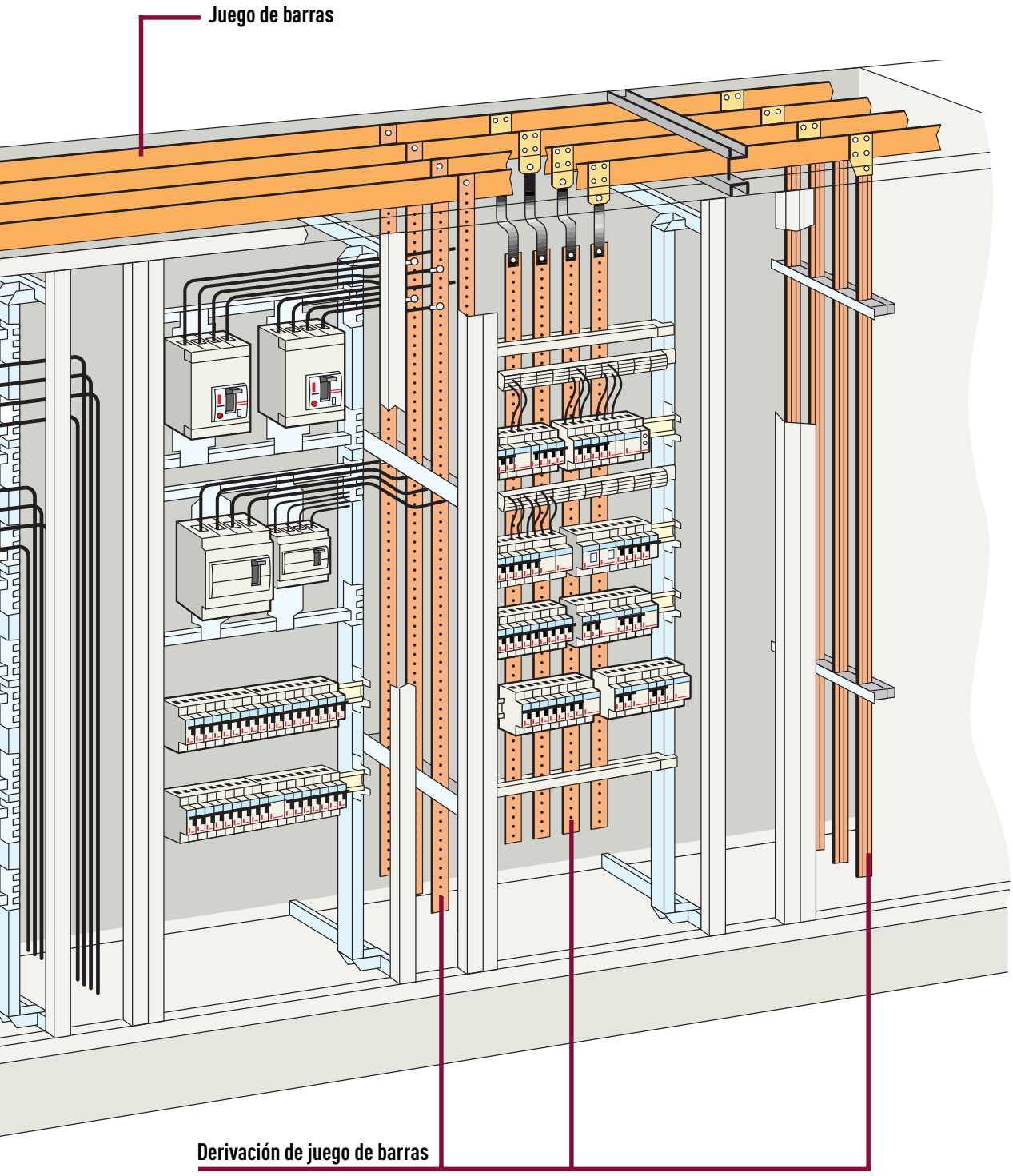
La repartición puede definirse como la alimentación, a partir de un único circuito, de varios circuitos físicamente separados e individualmente protegidos



El dimensionamiento de los juegos de barras

El juego de barras es la auténtica "columna vertebral" de todo conjunto de distribución. El juego de barras principal y los de derivación garantizan la alimentación y la distribución de energía.




Juego de barras
Derivación de juego de barras

1 DETERMINACION DE LA SECCION UTIL

La sección necesaria de las barras se determina en función de la corriente de utilización y del índice de protección de la carcasa, previa comprobación de los requisitos térmicos de cortocircuito.
La denominación de las corrientes viene dada por las definiciones de la norma internacional EN 60947-1 relativas a las condiciones habituales de utilización para un calentamiento de las barras que no sobrepase los 65 °C.



Corriente según la norma internacional EN 60947-1

Ie: corriente asignada de empleo, a utilizar en carcasas con ventilación natural o en tableros con índice de protección IP ≤ 30 (ambiente interno ≤ 25 °C).

Ithe: corriente térmica bajo carcasa correspondiente a las condiciones de instalación más severas.

La carcasa estanca no permite una renovación natural del aire. El índice de protección es > 30 (ambiente interno ≤ 50 °C).

La corriente admisible en n barras es inferior a n veces la corriente admisible en una barra.
Tome n = 1,6 a 1,8 para un grupo de 2 barras, n = 2,2 a 2,4 para 3 barras y n = 2,7 a 2,9 para 4 barras.

Cuanto más anchas sean las barras, más se afecta el coeficiente n, más difícil es su enfriamiento y más elevados son los efectos de inductancia mutua.
Por tanto, la densidad de corriente admisible no es constante: es de alrededor de 3 A/mm² para las barras pequeñas y desciende a 1 A/mm² para los grupos de barras grandes.

1 Barras flexibles

Barras de cobre flexibles

Ie (A) IP ≤ 30	Ithe (A) IP>30	Referencia	Dimensiones (mm)	I^2t (A^2s)	Icw_{1s} (A)
200	160	374 10	13 x 3	2×10^7	4 485
320	200	374 16	20 x 4	$8,5 \times 10^7$	9 200
400	250	374 11 374 67	24 x 4 20 x 5	$1,2 \times 10^8$	11 000
470	320	374 17	24 x 5	$1,9 \times 10^8$	13 800
630	400	374 12	32 x 5	$3,4 \times 10^8$	18 400
700	500	374 44	40 x 5	$5,3 \times 10^8$	23 000
850	630	374 57	50 x 5	$8,3 \times 10^8$	28 700
1 250	1000	374 58	50 x 10	$3,3 \times 10^9$	57 500
2 500	1 600	374 58	2 x (50 x 10)	$1,3 \times 10^{10}$	115 000

2 Barras rígidas sobre soportes ref. 04878 y 37414/52/53/54

Barras de cobre planas y rígidas

Ie (A) IP ≤ 30	Ithe (A) IP > 30	Referencia	Dimensiones (mm)	I^2t (A^2s)	Icw_{1s} (A)
110	80	373 88	12 x 2	$1,2 \times 10^7$	3 430
160	125	373 89	12 x 4	$4,7 \times 10^7$	6 865
200	160	374 33	15 x 4	$7,4 \times 10^7$	8 580
250	200	374 34	18 x 4	1×10^8	10 295
280	250	374 38	25 x 4	$2,1 \times 10^8$	14 300
330	270	374 18	25 x 5	$3,2 \times 10^8$	17 875
450	400	374 19	32 x 5	$5,2 \times 10^8$	22 900
700	630	374 40	50 x 5	$1,1 \times 10^9$	33 750
800	700	374 41	63 x 5	$1,8 \times 10^9$	42 500
950	850	374 59	75 x 5	$2,5 \times 10^9$	50 600
1 000	900	374 43	80 x 5	$2,9 \times 10^9$	54 000
1 200	1 050	374 46	100 x 5	$4,5 \times 10^9$	67 500
1 380	1 150		125 x 5	$7,1 \times 10^9$	84 375
1 150	1 000	374 40	2 x (50 x 5)	$4,5 \times 10^9$	67 500
1 350	1 150	374 41	2 x (63 x 5)	$7,2 \times 10^9$	85 000
1 500	1 300	374 59	2 x (75 x 5)	1×10^{10}	101 000
1 650	1 450	374 43	2 x (80 x 5)	$1,2 \times 10^{10}$	108 000
1 900	1 600	374 46	2 x (100 x 5)	$1,8 \times 10^{10}$	135 000
2 150	1 950		2 x (125 x 5)	$2,8 \times 10^{10}$	168 000

Barras de cobre en C

Ie (A) IP ≤ 30	Ithe (A) IP > 30	Referencia	Sección (mm^2)	I^2t (A^2s)	Icw_{1s} (A)
500	400	374 60	155	$4,9 \times 10^8$	22 165
800	630	374 61	265	$1,3 \times 10^8$	37 775
1 250	1 000	374 62	440	$3,5 \times 10^9$	59 400

3 Barras rígidas en soportes ref. 374 54

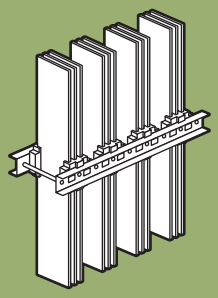
Barras de cobre planas rígidas - montaje de canto

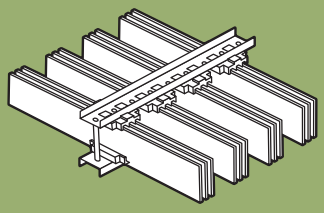
Ie (A) IP ≤ 30	Ithe (A) IP > 30	Número	Dimensión (mm)	I²t (A²s)
700	630	1	50 x 5	1,14 x 10^9
1 180	1 020	2	50 x 5	4,56 x 10^9
1 600	1 380	3	50 x 5	1,03 x 10^{10}
2 020	1 720	4	50 x 5	1,82 x 10^{10}
800	700	1	63 x 5	1,81 x 10^9
1 380	1 180	2	63 x 5	7,23 x 10^9
1 900	1 600	3	63 x 5	1,63 x 10^{10}
2 350	1 950	4	63 x 5	2,89 x 10^{10}
950	850	1	75 x 5	2,56 x 10^9
1 600	1 400	2	75 x 5	1,03 x 10^{10}
2 200	1 900	3	75 x 5	2,31 x 10^{10}
2 700	2 300	4	75 x 5	4,10 x 10^{11}
1 000	900	1	80 x 5	2,92 x 10^9
1 700	1 480	2	80 x 5	1,17 x 10^{10}
2 350	2 000	3	80 x 5	2,62 x 10^{10}
2 850	2 400	4	80 x 5	4,67 x 10^{10}
1 200	1 050	1	100 x 5	4,56 x 10^9
2 050	1 800	2	100 x 5	1,82 x 10^{10}
2 900	2 450	3	100 x 5	4,10 x 10^{10}
3 500	2 900	4	100 x 5	7,29 x 10^{10}
1 450	1 270	1	125 x 5	7,12 x 10^9
2 500	2 150	2	125 x 5	2,85 x 10^{10}
3 450	2 900	3	125 x 5	6,41 x 10^{10}
4 150	3 450	4	125 x 5	1,14 x 10^{11}
1 750	1 500	1	160 x 5(1)	1,17 x 10^{10}
3 050	2 450	2	160 x 5(1)	4,67 x 10^{10}
4 200	3 300	3	160 x 5(1)	1,05 x 10^{11}
5 000	3 800	4	160 x 5(1)	1,87 x 10^{11}

(1) debe preverse una tira inox de montaje di metro 8 suministrada separado y cortar a lo largo

Ie (A) IP ≤ 30	Ithe (A) IP > 30	Número	Dimensión (mm)	I²t (A²s)
950	850	1	50 x 10	4,56 x 10^9
1 680	1 470	2	50 x 10	1,82 x 10^{10}
2 300	2 030	3	50 x 10	4,10 x 10^{10}
1 150	1 020	1	60 x 10	6,56 x 10^9
2 030	1 750	2	60 x 10	2,62 x 10^{10}
2 800	2 400	3	60 x 10	5,90 x 10^{10}
1 460	1 270	1	80 x 10	1,17 x 10^{10}
2 500	2 150	2	80 x 10	4,67 x 10^{10}
3 450	2 900	3	80 x 10	1,05 x 10^{11}
1 750	1 500	1	100 x 10	1,82 x 10^{10}
3 050	2 550	2	100 x 10	7,29 x 10^{10}
4 150	3 500	3	100 x 10	1,64 x 10^{11}
2 000	1 750	1	120 x 10	2,62 x 10^{10}
3 600	2 920	2	120 x 10	1,05 x 10^{11}
4 800	4 000	3	120 x 10	2,36 x 10^{11}

Disposición de los grupos barras

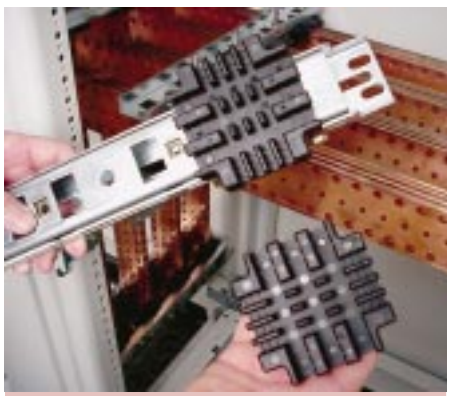




Montaje de las barras de canto en juego de barras vertical u horizontal en soportes Ref. 374 54 en posición horizontal



Los soportes Ref. 374 54 permiten constituir juegos de barras muy de fuerte intensidad: hasta 4.000 A en armarios XL-A IP55



Los soportes aislantes aceptan, por simple rotación, barras de 5 mm. o 10 mm. de espesor

La disposición de las barras planas facilita ampliamente la disipación térmica y sigue siendo preferible. Si las barras deben estar dispuestas planas y por lo tanto los soportes en posición vertical, las corrientes admisibles deben reducirse.

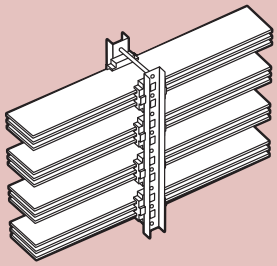
Barras de cobre planas rígidas - montaje plano

Ie (A) IP ≤ 30	Ithe (A) IP > 30	Número por polo	Dimensión (mm)
500	420	1	50 x 5
750	630	2	50 x 5
1 000	900	3	50 x 5
1 120	1 000	4	50 x 5
600	500	1	63 x 5
750	630	2	63 x 5
1 100	1 000	3	63 x 5
1 350	1 200	4	63 x 5
700	600	1	75 x 5
1 000	850	2	75 x 5
1 250	1 100	3	75 x 5
1 600	1 400	4	75 x 5
750	630	1	80 x 5
1 050	900	2	80 x 5
1 300	1 150	3	80 x 5
1 650	1 450	4	80 x 5
850	700	1	100 x 5
1 200	1 050	2	100 x 5
1 600	1 400	3	100 x 5
1 900	1 650	4	100 x 5
1 000	800	1	125 x 5
1 450	1 250	2	125 x 5
1 800	1 600	3	125 x 5
2 150	1 950	4	125 x 5
1 150	900	1	160 x 5*
1 650	1 450	2	160 x 5*
2 000	1 800	3	160 x 5*
2 350	2 150	4	160 x 5*

* debe preverse una tira inox de montaje di metro 8 suministrada separado y cortar a lo largo

Ie (A) IP ≤ 30	Ithe (A) IP > 30	Número por polo	Dimensión (mm)
880	650	1	50 x 10
1 250	1 050	2	50 x 10
2 000	1 600	3	50 x 10
1 000	800	1	60 x 10
1 600	1 250	2	60 x 10
2 250	1 850	3	60 x 10
1 150	950	1	80 x 10
1 370	1 650	2	80 x 10
2 500	2 000	3	80 x 10
1 350	1 150	1	100 x 10
2 000	1 650	2	100 x 10
2 900	2 400	3	100 x 10
1 650	1 450	1	120 x 10
2 500	2 000	2	120 x 10
3 500	3 000	3	120 x 10

Dimensiones de los juegos de barras



Disposición de los grupos de barras
Montaje plano de los juegos de barra horizontales en soportes Ref. 374 54 en posición vertical

Soportes Ref. 374 54



1 a 4 barras grosor 5 mm. por polo



1 a 3 barras grosor 10 mm. por polo



Prueba de calentamiento en laboratorio de un juego de barras 3 x 120 x10 por polo en soporte Ref. 374.54

Cálculo del esfuerzo térmico

El valor $I^2 t$ del esfuerzo térmico máximo considerado para una corriente de cortocircuito de menos de 5 s se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I^2 t = K^2 S^2$$

- K ($As^{0,5} / mm^2$: 115 para las barras flexibles (temperatura máx.: 160 °C)
135 para las barras rígidas de gran sección (anchura superior a 50 mm; temperatura máx.: 200 °C)
143 para las barras rígidas de pequeña sección (anchura inferior a 50 mm) y las barras en C (temperatura máx.: 220 °C)
- 5 (mm 2): sección de la barra
El valor convencional admisible de la corriente de corta duración en relación con el esfuerzo térmico, referido a 1 s, se expresa mediante la fórmula:

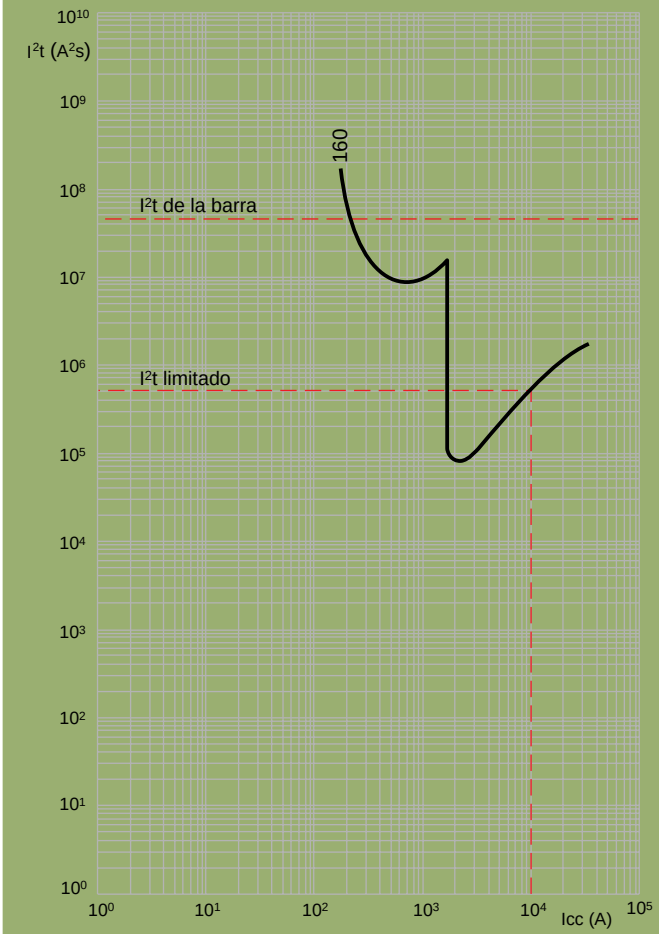
$$Icw = \sqrt{I^2 t}$$

! Comprobación del esfuerzo térmico admisible mediante las curvas de limitación de los aparatos

Ejemplo: utilización de una barra plana rígida de 12 x 4 para 160 A.
I^2t admisible de la barra: 4,7 x 10^7 A^2s
Icc presumible : 10 kA (10^4)
Si llevamos este valor a la curva de limitación dada para el aparato de protección (en este caso un DPX 250 ER 160 A), podemos leer la limitación térmica admisible para este aparato: 5 x 10^5 , valor inferior a la I^2t admisible para la barra.

El esfuerzo térmico admisible para la barra debe ser mayor que el limitado por el aparato de protección.

Curva del esfuerzo térmico limitado por un DPX 250 ER (160 A)



2 DETERMINACION DE LAS DISTANCIAS ENTRE SOPORTES



La distancia entre los soportes se determina en función del esfuerzo electrodinámico del cortocircuito.
Los esfuerzos ejercidos entre las barras al producirse un cortocircuito son proporcionales al valor peak de la intensidad de cortocircuito.

1 Valor eficaz de la corriente de cortocircuito presunta (Icc)

Es el valor máximo presumible de la corriente que circula al producirse un cortocircuito en ausencia de un dispositivo de protección. Depende del tipo y de la potencia de la fuente. La corriente real de cortocircuito será generalmente más débil, teniendo en cuenta la caída de tensión determinada por la longitud y la sección de la canalización. Los valores que deben considerarse se indican en el capítulo II.A.5.

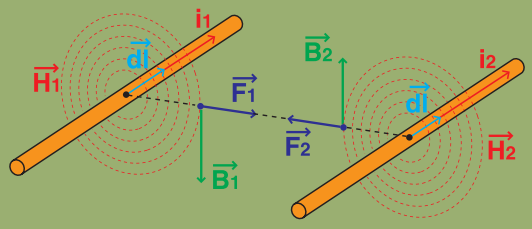
Icc presunta

Es el valor de la corriente de cortocircuito que circularía en ausencia de un dispositivo de protección.
Icc1 : entre fase y neutro
Icc2 : entre 2 fases
Icc3 : entre 3 fases.

En caso de duda o de desconocimiento del valor real presumible de Icc, deberá tomarse, como mínimo, un valor igual a 20 In.

Los esfuerzos electrodinámicos que se ejercen entre conductores, y más concretamente en los juego de barras, se deben a la interacción de los campos magnéticos producidos por el paso de la corriente. Dichos esfuerzos son proporcionales al cuadrado de la intensidad peak de la corriente (Ipk), que puede expresarse en A o en kA. Al producirse un cortocircuito, estos esfuerzos pueden ser considerables (varios centenares de daN) y provocar la deformación de las barras o la rotura de los soportes.
El cálculo de los esfuerzos, previo a los ensayos, resulta de la aplicación de la ley de Laplace, que establece que, cuando un conductor recorrido por una corriente i_1 se sitúa en un campo magnético $\vec{H}$ de inducción $\vec{B}$, cada elemento unitario dl de dicho conductor está sometido a una fuerza igual a $d\vec{F} = i\vec{dl} \ \vec{B}$
Si el origen del campo magnético es otro conductor recorrido por i_2, existe interacción de cada uno de los campos $\vec{H1}$ y $\vec{H2}$ y de las fuerzas $\vec{F1}$ y $\vec{F2}$ generadas por $\vec{B1}$ y $\vec{B2}$.

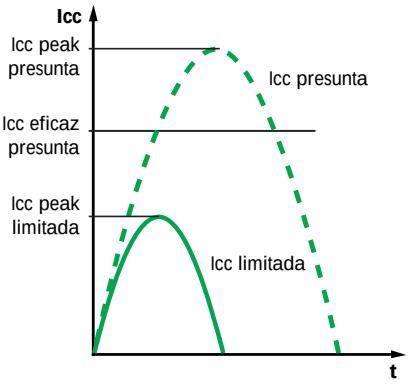
Representación esquemática en un punto del espacio (ley de Biot y Savart)



Las direcciones de los vectores vienen dadas por la regla de Ampère.
Si las corrientes i_1 e i_2 circulan en el mismo sentido, hay atracción, si circulan en sentidos opuestos, hay repulsión.

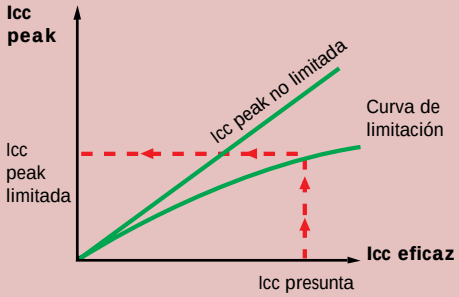
2 Valor de la corriente peak (Ipk)

La corriente peak limitada se determina a partir de las características del aparato de protección. Representa el valor máximo (peak) limitado por dicho aparato. En ausencia de aparato limitador de protección, el valor peak presumible puede calcularse a partir de la corriente de cortocircuito presunta y de un coeficiente de asimetría.



Aparato de protección limitador

En función de la intensidad presumible de cortocircuito, las curvas de limitación de los aparatos de protección (DX y DPX) proporcionan la intensidad peak limitada.
La curva Icc peak no limitada corresponde a la ausencia de protección.

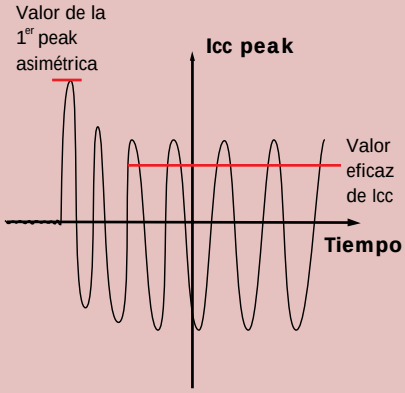


La tabla siguiente da directamente el valor limitado de peak (Ipk) por el valor máximo de cortocircuito presunto igual a la capacidad de ruptura (Icu) del aparato. Para valores de cortocircuitos presuntos más bajos, la lectura de las curvas proporcionará un valor optimizado.

Aparato	Calibre (A)	Icc peak máximo (kÂ)
DPX 125	16-25	11,9
DPX 125	40-63	15
DPX 125	100-125	17
DPX 160	25	14,3
DPX 160	40 a 160	20
DPX 250 ER	100 a 250	22
DPX 250	40 a 250	27
DPX-H 260	40 a 250	34
DPX 630	250 a 630	34
DPX-H 630	250 a 630	42
DPX 1600	630 a 1.600	85
DPX-H 1600	630 a 1.600	110

Aparato de protección no limitador

Cuando el embarrado está protegido por un aparato no limitador, el valor máximo de la corriente peak se desarrolla durante el primer semiperiodo del cortocircuito. Hablamos en este caso de 1er peak asimétrico.



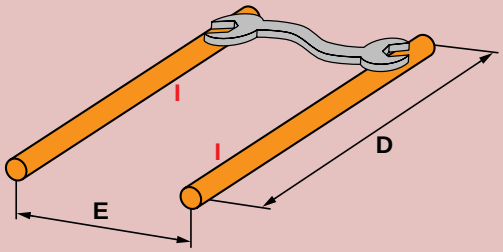
La relación entre el valor peak y el valor eficaz de la corriente presumible de cortocircuito se define mediante el coeficiente de asimetría n:

Icc peak (Ipk) = n x Icc eficaz presunta

Icc eficaz presunta (kA)	n
≤ 5	1,5
5<I≤10	1,7
10<I≤20	2
20<I≤50	2,1
50<I	2,2

Los esfuerzos electrodinámicos son proporcionales al cuadrado de la intensidad peak. Es el valor que debe considerarse para determinar las distancias entre soportes.

Fórmula general de cálculo de los esfuerzos en caso de cortocircuito



D : longitud del conductor (distancia entre soportes en el caso de barras)

E: distancia entre conductores

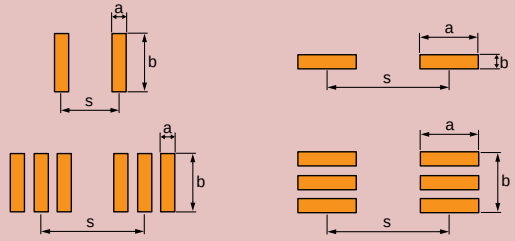
$F_{max} = 2 \times I^2 \times \frac{D}{E} \times 10^{-8}$ **con F en daN, I en A peak, D y E en la misma unidad.**

En la práctica, esta fórmula sólo es aplicable a conductores redondos y de gran longitud (D > 20E). Cuando D es más corta, se introduce una corrección, llamada «factor de extremo»:

- para 4 < $\frac{D}{E}$ **<20, se toma** $F_{max} = 2 \times I^2 \times \left(\frac{D}{E} \cdot 1\right) \times 10^{-8}$

- para $\frac{D}{E}$ **<4, se toma** $F_{max} = 2 \times I^2 \times \left[\sqrt{\left(\frac{D}{E}\right)^2 + 1} \cdot 1\right) \times 10^{-8}$

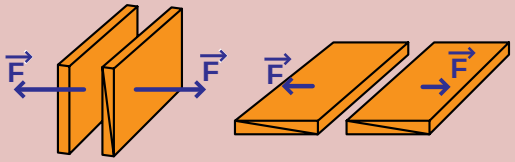
De todos modos, hay que incluir un factor k que tiene en cuenta la disposición y la forma de los conductores cuando éstos no son redondos.

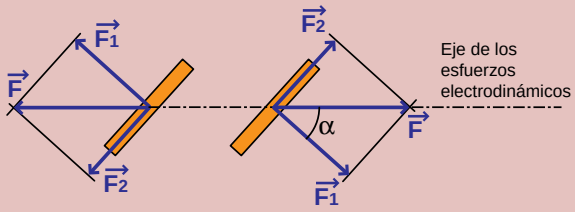


El factor K se determina según unas tablas en función de $\frac{s-a}{a+b}$ **y** $\frac{a}{b}$ **de .**

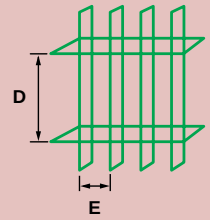
Su influencia disminuye rápidamente con la distancia s, tendiendo entonces hacia 1.

Donde más influye dicho factor es en las barras planas. Cuanto más próximas se encuentren entre sí y mayores sean las superficies enfrentadas, más elevados serán los esfuerzos.
La orientación relativa de las barras (barras inclinadas) implica igualmente la necesidad de considerar el ángulo α de aplicación de los esfuerzos.
Por lo tanto, en la fórmula de cálculo de los esfuerzos, es el valor admisible de $\vec{F}$ el que determinará el valor máximo de I, calculándose $\vec{F}$ a partir de las fórmulas habituales de mecánica.



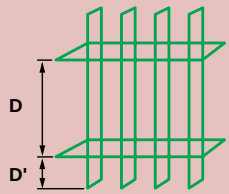


! Determinación práctica de las distancias entre soportes en función de la corriente de Peak (Ipk)



Partiendo del valor de Ipk requerido, los siguientes cuadros permiten determinar las distancias máximas D (en mm) entre soportes para poder así constituir los juegos de barras.
Cuanto menor sea la distancia entre soportes, mayor será la Icc admisible.
Con los soportes unipolares es posible también modificar la distancia entre barras E (en mm). Cuanto mayor sea la distancia entre éstas, mayor será la Icc admisible.

La distancia D', pasado el último soporte, debe ser inferior al 30% de la distancia D



Distancias «D» para soportes unipolares (E regulable)

		Soportes 373 98				Soportes 374 37				Soportes 374 52					
Barras		373 88 (12 x 2) ó 373 89 (12 x 4)				374 33 (15 x 4) ó 374 34 (18 x 4) ó 374 38 (25 x 4)				374 34 (18 x 4)		374 18 (25 x 5)		374 19 (32 x 5)	
E (mm)		50	75	100	125	50	75	100	125	55	83	55	83	55	83
Icc cresta (Ipk en kA)	10	400	600	800		350	600	750		500	600	650		700	
	15	300	450	600	800	250	400	500	700	300	400	500	600	500	600
	20	250	350	450	600	150	225	300	375	250	300	350	400	400	500
	25	200	250	300	400	125	150	200	250	200	250	300	350	350	400
	30					100	125	150	175	150	200	250	300	300	350
	35						100	125	150						
	40									125	150	200	250	250	300
	50									100	125	150	200	200	250
	60										100	125	150	150	200
	70											100	125	100	150
	80												100		100

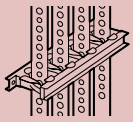
Distancias «D» para soportes multipolares (E fija)

		Soportes 373 96		Soportes 374 32	Soportes 374 36	Soportes 048 78		
Barras		373 88 (12 x 2)	373 89 (12 x 4)	374 33/34 (15 x 4) (18 x 4)	374 38 (25 x 4)	374 34 (18 x 4)	374 18 (25 x 5)	374 19 (32 x 5)
Icc cresta (Ipk en kA)	10	200	400	550	650	1 000	1 200	1 500
	15	150	300	400	500	700	1 000	1 200
	20	125	200	300	400	550	750	950
	25	100	150	200	350	400	600	750
	30			150	200	350	500	650
	35			100	150			
	40				100	250	350	450
	50					200	300	400
	60					200	250	300
	70					150	200	250
	80					150	200	250

Las distancias tienen en cuenta las condiciones de cortocircuito más severas:
- valor Icc_2 de circuito bifásico que provoca esfuerzos asimétricos.
- valor Icc_3 de cortocircuito trifásico que provoca un esfuerzo máximo en la barra central.
- el valor Icc_1 (fase / neutro) es generalmente más bajo.

Distancias «D» para soportes multipolares ref. 374 53 (E fija: 75 mm)

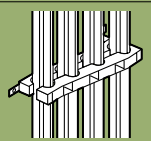
Soportes 374 53



Barras		1 barra por polo					2 barras por polo				
		374 40 (50 x 5)	374 41 (63 x 5)	374 59 (75 x 5)	374 43 (80 x 5)	374 46 (100 x 5)	374 40 (50 x 5)	374 41 (63 x 5)	374 59 (75 x 5)	374 43 (80 x 5)	374 46 (100 x 5)
Icc peak (Ipk en kA)	**10**	1 000	1 200	1 200	1 200	1 200					
	15	800	900	1 000	1 000	1 200					
	20	650	700	750	750	900					
	25	500	600	600	600	700					
	30	400	500	550	550	600	700	800			
	35	350	450	450	450	550					
	40	300	350	400	400	450	550	600	650	650	700
	45	300	300	350	350	400					
	50	250	250	300	300	350	450	500	500	500	550
	60	200	250	250	250	300	350	400	400	400	450
	70	150	200	250	250	250	250	350	350	350	400
	80	100	150	200	200	200	250	300	300	300	300
	90	100	150	200	200	200	200	250	300	300	300
	100	100	150	150	150	150	200	200	250	250	250
	110	100	100	150	150	150	200	150	200	200	200
	120	100	100	100	100	100	150	150	200	200	200

Distancias «D» para soportes multipolares ref. 374 56 y 374 14 (E fija: 75 mm)

Soportes 374 56



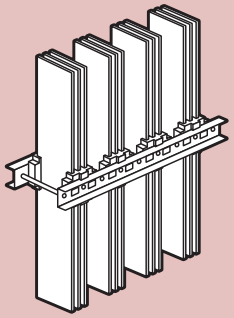
Soportes 374 14



Barras		1 barra en C por polo			1 barra plana + 1 barra en C por polo				1 barra por polo				
		374 60 155 mm²	374 61 265 mm²	374 62 440 mm²	374 40 (50 x 5)	374 41 (63 x 5)	374 59 (75 x 5)	374 42 (80 x 5)	374 34 (18 x 4)	374 18 (25 x 5)	374 19 (32 x 5)	374 40 (50 x 5)	374 41 (63 x 5)
Icc peak (Ipk en kÂ)	**10**	1 100	1600	1 600	1 100	1 200	1 200	1 200	800	800	900		
	15	800	1 000	1 300	800	900	1 000	1 000	400	600	600	700	800
	20	600	800	1 000	650	700	750	750	300	450	500	600	700
	25	450	650	800	500	600	800	800	250	350	400	500	550
	30	400	550	700	400	500	550	550	225	300	350	400	450
	35	350	450	600	350	450	450	450	200	250	300	350	400
	40	300	400	550	300	350	400	400	175	200	250	275	300
	45	300	350	500	300	300	350	350	150	200	200	225	250
	50	250	300	450	250	250	300	300	150	150	150	200	200
	60	200	300	400	200	250	250	250	125	125	125	150	150
	70	150	250	350	150	200	200	200	100	100	100	150	150
	80		200	300	100	150	200	200				100	100
	90		200	250	100	150	200	200					
	100		150	250	100	150	150	150					
	110		150	200	100	100	150	150					
	120		150	200	100	100	100	100					

Distancia máxima “D” (en mm) para apoyos multipolares Ref. 374 54 con barras de cobre grosor 5 mm.

soportes 37454



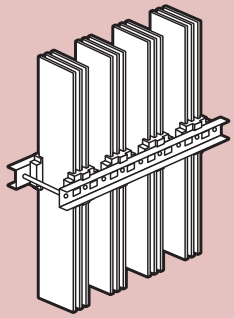
Barras		1 barra por polo				
		50 x 5	63 x 5	75 x 5 80 x 5	100 x 5	125 x 5
Icc peak (Ipk en kÂ)	10	1550	1700	1700	1700	1700
	15	1050	1200	1350	1550	1700
	20	800	900	1000	1150	1350
	25	650	750	800	950	1100
	30	550	600	700	800	900
	35	450	550	600	650	800
	40	400	450	550	600	700
	45	350	400	450	550	600
	50	350	350	450	500	550
	60	300	300	350	400	450
	70	250	250	300	350	400
	80		250	250	300	350
	90			250	250	300
	100				250	300
	110				250	250
	120					250
	130					250
	140					
	150					
	160					
	170					
	180					

Barras		2 barras por polo				
		50 x 5	63 x 5	75 x 5 80 x 5	100 x 5	125 x 5
Icc peak (Ipk en kÂ)	10	1700	1700	1700	1700	1700
	15	1550	1700	1700	1700	1700
	20	1200	1350	1500	1700	1700
	25	950	1100	1200	1400	1550
	30	800	900	1000	1150	1300
	35	700	800	900	1000	1150
	40	600	700	800	900	1000
	45	550	600	700	800	900
	50	500	550	650	700	800
	60	400	450	550	600	700
	70	350	400	450	500	650
	80	300	350	400	450	550
	90	300	300	350	400	500
	100	250	300	300	350	500
	110	250	250	300	350	450
	120		250	250	300	450
	130			250	300	400
	140			250	250	400
	150				250	350
	160				250	350
	170					350
	180					300

Barras		3 barras por polo				
		50 x 5	63 x 5	75 x 5 80 x 5	100 x 5	125 x 5
Icc peak (Ipk en kÂ)	10	1700	1700	1700	1700	1700
	15	1700	1700	1700	1700	1700
	20	1550	1700	1700	1700	1700
	25	1250	1450	1600	1700	1700
	30	1050	1200	1350	1550	1700
	35	900	1050	1150	1300	1500
	40	800	900	1050	1150	1300
	45	700	800	900	1050	1200
	50	650	750	850	950	1050
	60	550	600	700	800	900
	70	450	550	600	700	750
	80	400	450	550	600	700
	90	350	400	500	550	600
	100	350	400	450	500	550
	110	300	350	400	450	500
	120	300	300	350	400	450
	130	250	300	350	350	450
	140	250	250	300	350	400
	150	250	250	300	350	350
	160		250	250	300	350
	170		250	250	300	350
	180			250	300	300
	190			250	250	300
	200				250	300
	210				250	250
	220				250	250

Barras		4 barras por polo				
		50 x 5	63 x 5	75 x 5 80 x 5	100 x 5	125 x 5
Icc peak (Ipk en kÂ)	10	1700	1700	1700	1700	1700
	15	1700	1700	1700	1700	1700
	20	1700	1700	1700	1700	1700
	25	1550	1700	1700	1700	1700
	30	1300	1500	1700	1700	1700
	35	1150	1250	1450	1650	1700
	40	1000	1100	1300	1450	1650
	45	900	1000	1150	1300	1450
	50	800	900	1050	1150	1350
	60	650	750	850	1000	1100
	70	600	650	750	850	950
	80	500	600	650	750	850
	90	450	500	600	650	750
	100	400	450	550	600	700
	110	350	450	500	550	600
	120	350	400	450	550	550
	130	300	350	400	500	550
	140	300	350	400	450	500
	150	300	300	350	400	450
	160	250	300	350	400	350
	170	250	300	300	350	300
	180	250	250	300	350	300
	190	250	250	300	300	250
	200		250	250	300	250
	210		250	250	250	200
	220			250	250	200

Distancia máxima “D” (en mm) para soportes multipolares Ref. 374 54 con barras de cobre grosor 10 mm.



soportes 37454

Barras		1 barra por polo		
		80 x 10	100 x10	120 x 10
Icc peak (Ipk en kÂ)	20	1700	1700	1700
	25	1600	1700	1700
	30	1350	1550	1700
	35	1150	1300	1450
	40	1050	1150	1300
	45	900	1050	1150
	50	850	950	1050
	60	700	800	850
	70	600	700	750
	80	550	600	650
	90	500	550	600
	100	450	500	550
	110	400	450	500
	120	350	400	450
	130	350	350	400
	140	300	350	400
	150	300	350	350
	160	250	300	350
	170	250	300	300
	180	250	300	300
	190	250	250	300
	200	200	250	300
	210	200	250	250
	220		250	250
	230		200	250
	240			200
	250			200

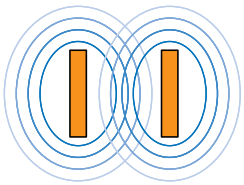
Barras		2 barras por polo		
		80 x 10	100 x 10	120 x 10
Icc peak (Ipk en kÂ)	20	1700	1700	1700
	25	1700	1700	1700
	30	1700	1700	1700
	35	1700	1700	1700
	40	1500	1700	1700
	45	1350	1550	1700
	50	1200	1400	1550
	60	1000	1150	1300
	70	900	1000	1100
	80	750	900	1000
	90	700	800	900
	100	600	700	800
	110	550	650	750
	120	550	600	650
	130	500	550	600
	140	450	500	600
	150	450	500	550
	160	400	450	500
	170	350	450	500
	180	350	400	450
	190	350	400	450
	200	300	350	400
	210	300	350	350
	220	300	350	300
	230	300	300	300
	240	250	300	250
	250	250	300	250

Barras		3 barras pop polo		
		80 x 10	100 x 10	120 x 10
Icc peak (Ipk en kÂ)	20	1700	1700	1700
	25	1700	1700	1700
	30	1700	1700	1700
	35	1700	1700	1700
	40	1700	1700	1700
	45	1700	1700	1700
	50	1600	1700	1700
	60	1350	1550	1700
	70	1150	1300	1500
	80	1000	1150	1300
	90	900	1050	1100
	100	850	900	950
	110	750	800	800
	120	700	750	750
	130	650	700	700
	140	600	650	650
	150	550	650	600
	160	550	600	500
	170	500	500	500
	180	500	450	450
	190	450	400	400
	200	450	400	400
	210	400	350	350
	220	350	300	300
	230	300	300	300
	240	300	250	250
	250	250	250	250

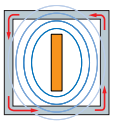
3 EFECTOS MAGNETICOS ASOCIADOS A LOS JUEGOS DE BARRAS

Los esfuerzos magnéticos pueden disociarse entre efectos transitorios y permanentes, los transitorios son los esfuerzos electrodinámicos que se generan durante un cortocircuito; mientras que los permanentes se generan por las inducciones debidas a la circulación de corrientes de fuerte intensidad.
Los efectos de la inducción tienen varias consecuencias

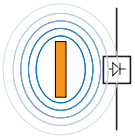
- El aumento de la impedancia de los conductores debida a los efectos de inductancia mutua (véase página 576).



- El calentamiento vinculado a la saturación magnética de los materiales de los tableros formados en torno a los conductores (véase página 581).



- Las posibles perturbaciones de los aparatos sensibles y para los cuales se recomienda respetar distancias mínimas de cohabitación (véase página 144).



Soportes sobre rieles de aluminio para impedir la formación de cuadros magnéticos.



Los tornillos en acero inox diamagnéticos tienen esta misma función en los soportes Ref. 374 54.



Las distancias de alejamiento descritas (p. 145) entre conductores y aparatos se incrementarán en caso de cohabitación con juegos de barras de muy fuerte potencia (hasta 4.000 A).
En ausencia de indicación de los fabricantes, las distancias mínimas se llevarán a:
- 30 cm para los aparatos muy poco sensibles (fusibles, interruptores no diferenciales, conexiones, disyuntores de potencia...)
- 50 cm para los aparatos poco sensibles (portafusibles seccionadores, incluidos diferenciales, relés, contactores, transformadores...)
- 1 m para los aparatos sensibles (electrónicos y medidores numéricos, sistemas bus, comandos a distancia, interruptores electrónicos...)
- Aparatos muy sensibles a los campos magnéticos (medidores analógicos, contadores, tubos catódicos...) pueden requerir distancias de alejamiento mayores

Medida de las líneas de campos magnéticas en torno a un juego de barras



El conocimiento de los fenómenos de inducción generados por los conductores de potencia permite estipular condiciones de montaje y cohabitación adaptadas

Los valores de campo magnético son expresados generalmente por dos unidades
- El tesla (T) representa el valor de la inducción magnética que, dirigida perpendicularmente a una superficie de 1 m², produce a través de esta superficie un flujo de1 weber. El tesla expresa un valor muy elevado, por eso se utiliza a menudo sus sub unidades: millitesla (mT) y micro tesla (μT).
Antigua unidad, el gauss (G) ya no se utiliza (1 T = 10.000 G).
- El amper por metro (A/m), unidad no estipulada en el S.I. (sistema internacional) antiguamente nombrada "amper-vuelta por metro", designa la intensidad del campo magnético creado en el centro de un circuito circular de 1 m de diámetro recorrido por una corriente constante de 1 Amperio.

Inducción B (en T) y campo H (en A/m) están vinculados por la fórmula:
$B = \mu_0 \mu_r H$
con $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ (permeabilidad magnética del aire o del vacío)
$\mu_r = 1$ (permeabilidad relativa del hierro)

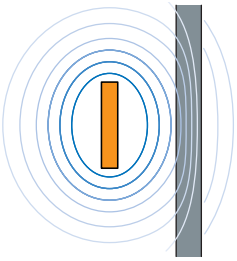
entonces: 1μT =1,25 A/m y 1A/m = 0,8 μT

Los valores de distancia de montaje corresponden a valores de campo magnético observados en proximidad de un juego de barras bajo 4.000 A.

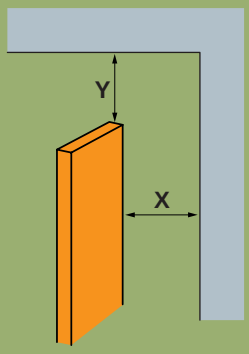
0,1 mT (125 A/m) a 1 m (aparatos sensibles)
0,5 mT (625 A/m) a 50 cm (aparatos poco sensibles)
1 mT (1250 A/m) a 30 cm (aparatos muy poco sensibles)

En la práctica los valores de los campos magnéticos generados por las barras de potencia superan ampliamente los valores normalizados de exposición de los aparatos.
Pruebas mucho más severas, como las sufridas por los aparatos de la gama LEXIC, son imprescindibles para garantizar su funcionamiento en estas condiciones.

● La circulación de corrientes elevadas en los juegos de barras implica la inducción de campos magnéticos en las masas metálicas circundantes (los paneles, armazones y marcos de armarios...).
El fenómeno es similar al utilizado para realizar blindajes electromagnéticos (véase página 146) pero en este caso, debe limitarse para evitar los calentamientos de estas masas y la circulación de corrientes inducidas.



Distancias mínimas entre barras y los paneles metálicos



La inducción es más importante respecto a la cara plana de las barras (distancia X).
Más allá de 2.500 A, conservar distancias mínimas de X:150 mm. e Y:100 mm.

Más allá de los aspectos de disipación térmica que se requieren prever para volúmenes de disipación suficientes (véase capítulo II.E.3), es indispensable considerar estos conceptos de inducción magnética en las masas de los envolventes calculando las dimensiones de éstos ampliamente para mantener las distancias convenientes entre barras y paredes.
Más allá de 2.500 A, eso conduce generalmente a disponer de los armarios (por detrás generalmente) solamente destinados a recibir los juegos de barras.



La formación de cuadros magnéticos en torno a los juegos de barras de fuerte potencia debe impedirse absolutamente. Las estructuras de las dotaciones XL y XL-A que integran elementos a magnéticos (que crean entrehierros), se adaptan perfectamente a las intensidades más elevadas.

4 COMPROBACION DE LAS CARACTERISTICAS DE AISLAMIENTO

1 Tensión de aislamiento Ui

Debe ser igual o superior al valor máximo de la tensión asignada de utilización del conjunto, o a la tensión de referencia. Esta última es función de la tensión de la red de alimentación y de la estructura de la fuente (estrella, triángulo, con o sin neutro).

Valores de las tensiones de referencia a considerar en función de la tensión nominal de la red

Tensión nominal de la red de alimentación (V)	Para el aislamiento entre fases: Todas las redes (V)	Para el aislamiento entre fase y neutro: Redes trifásicas, 4 cables, neutro a tierra (V)	Para el aislamiento entre fase y neutro: Redes trifásicas, 3 cables no conectados a tierra, o una fase conectada a tierra (V)
60	63	32	63
110 - 120 - 127	125	80	125
160	160	-	160
208	200	125	200
220 - 230 - 240	250	160	250
300	320	-	320
380 - 400 - 415	400	250	400
440	500	250	500
480 - 500	500	320	500
575	630	400	680
600	630	-	630
660 - 690	630	400	630
720 - 830	800	500	800
960	1 000	630	1 000
1 000	1 000	-	1 000

Se debe comprobar que la tensión de referencia no es mayor que la tensión de aislamiento Ui de los aparatos, juego de barras y repartidores.

El aislamiento entre conductores activos y tierra de los soportes de los juego de barras y de los repartidores Legrand es al menos igual al que existe entre fases. Puede utilizarse el valor Ui de aislamiento para cualquier red.

1 Tensión de resistencia a los choques U_{imp}

Esta magnitud caracteriza el nivel de sobretensión admisible en forma de onda de tensión representativa de la caída de un rayo. Su valor (en kV) depende de la tensión de la red, así como del emplazamiento en la instalación. Su valor más alto se encuentra en el origen de la instalación (antes del interruptor automático de enganche o del transformador).
Los materiales pueden denominarse o marcarse de dos maneras:

– con dos valores (ejemplo: 230/ 400 V). Estos se refieren a una red trifásica de 4 cables (montaje en estrella). El valor inferior es la tensión entre fase y neutro, el superior, el valor entre fases;
– con un solo valor (ejemplo: 400 V). Este se refiere normalmente a una red monofásica o trifásica de 3 cables no conectada a tierra (o con una fase conectada a tierra) y para la que debe considerarse que la tensión entre fase y tierra puede alcanzar el valor de la tensión compuesta (tensión completa entre fases).

El conjunto de prescripciones relativas al aislamiento está definido por la norma internacional CEI 60664-1 «Coordinación del aislamiento en los sistemas (redes) de baja tensión». Las normas internacionales EN 60439-1 y EN 60947-1 refunden dichas prescripciones.

Valores de las tensiones de choque que deben considerarse en función de la tensión con respecto a tierra y del emplazamiento de la instalación

Valor m ximo de la tensi n asignada de utilizaci n con relaci n a la tierra. Valor eficaz o corriente continua (V)	Valores preferenciales de tensi n asignada de comportamiento a los choques (1,2/50 µs) a 2.000							
	A considerar como regla general				Pudiendo considerarse en caso de alimentaci n subterr nea			
	Categor a de sobre tensi n				Categor a de sobre tensi n			
	IV	III	II	I	IV	III	II	I
	Nivel en origen de instalaci n	Nivel en distribuci n	Nivel en carga (aparatos, materiales)	Nivel especialmente protegido	Nivel en origen de instalaci n	Nivel en distribuci n	Nivel en carga (aparatos, materiales)	Nivel especialmente protegido
50	1,5	0,8	0,5	0,33	0,8	0,5	0,33	-
100	2,5	1,5	0,8	0,5	1,5	0,8	0,5	0,33
150	4	2,5	1,5	0,8	2,5	1,5	0,8	0,5
300	6	4	2,5	1,5	4	2,5	1,5	0,8
600	8	6	4	2,5	6	4	2,5	1,5
1 000	12	8	6	4	8	6	4	2,5

NOTA: La tensi n de resistencia a los choques, dada para una altitud de 2.000 m, implica que se efect en ensayos a valores m s elevados al nivel del mar: 7,4 kV para 6 kV — 9,8 kV para 8 kV — 14,8 kV para 12 kV.

Características de aislamiento de los soportes de los juegos de barras (Grado de polución: 3)

Referencia	373 98	374 87	373 96	374 32	374 36	374 52	374 14	374 53	374 56	374 54
Ui (V)	500	500	690	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Uimp (kV)	8	8	8	12	12	12	12	12	12	12

Los soportes de los juegos de barras Legrand están diseñados y probados en las condiciones de empleo más severas correspondientes a los riesgos de sobretensión más elevados. El valor Uimp caracteriza este requisito de seguridad.

Diseño de los soportes aislantes para juegos de barras y repartidores

La tensión de aislamiento Ui de los soportes y repartidores viene determinada al mismo tiempo por la medida de las líneas de fuga, por las capacidades aislantes del material y por el grado de polución.

• La línea de fuga es el valor de la distancia medida en la superficie del material aislante, en las condiciones o posiciones más desfavorables, entre las partes activas (fases, fases y neutro) y entre dichas partes y masa.

• Las capacidades aislantes del material están caracterizadas, entre otros factores, por el índice de resistencia a las corrientes superficiales (IRC). Cuanto mayor sea dicho valor, menos se degradará el aislamiento como consecuencia de los depósitos de contaminación conductora (los soportes de juegos de barras Legrand, de poliamida 6.6, cargados con fibra de vidrio, tienen un índice superior a 400).

• El grado de polución caracteriza, mediante un número de 1 a 4, el riesgo de depósito de polvo conductor:

- 1: sin contaminación
- 2: sin contaminación y condensación temporal
- 3: contaminación conductora posible
- 4: contaminación persistente.

El nivel 2 se asimila a las aplicaciones domésticas, terciarias, residenciales.
El nivel 3 se asimila a las aplicaciones industriales.

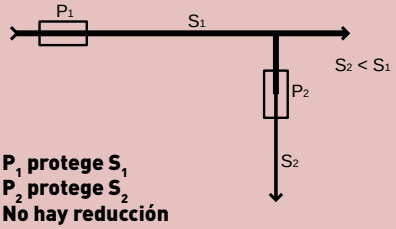
Los repartidores Legrand

El repartidor es un dispositivo prefabricado. Por lo tanto, sus dimensiones están en función de su corriente asignada y, contrariamente a los juegos de barras, no necesita determinaciones constructivas. En contrapartida, la diversidad de repartidores según sus capacidades, su sistema de conexión y su instalación, requieren una un cálculo que respete las reglas normativas.
El equilibrado de fases se efectúa igualmente al nivel del reparto. La oferta Legrand de repartidores, a la vez amplia y diversa, permite satisfacer todas las necesidades.

1 REGLAS NORMATIVAS

Un dispositivo que garantiza la protección contra sobrecargas y cortocircuitos debe estar situado en el lugar donde un cambio de sección, de naturaleza, de modo de montaje o de constitución, implique una reducción de la corriente admisible (Norma internacional CEI 60364-473). Si se aplicase al pie de la letra, esta regla nos llevaría a un sobredimensionado de las secciones para las condiciones de falla.

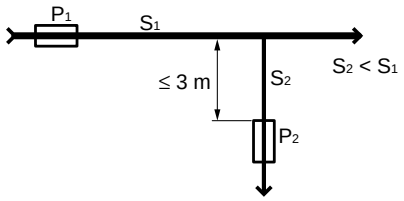
Disposición teórica



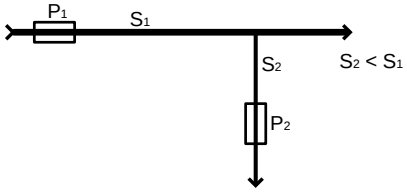
P_1 protege S_1
P_2 protege S_2
No hay reducción de sección antes de P_2

Por lo tanto, la normalización admite que no se coloque un dispositivo de protección en el origen de la línea derivada, con dos condiciones posibles:

• Que el dispositivo P1 situado antes proteja efectivamente la línea derivada S2.



• Que la longitud de la línea derivada S2 no sea superior a 3 m, no esté instalada cerca de material combustible y se hayan tomado todas las precauciones necesarias para limitar los riesgos de cortocircuito.



Repartidores modulares ref. 048 88...



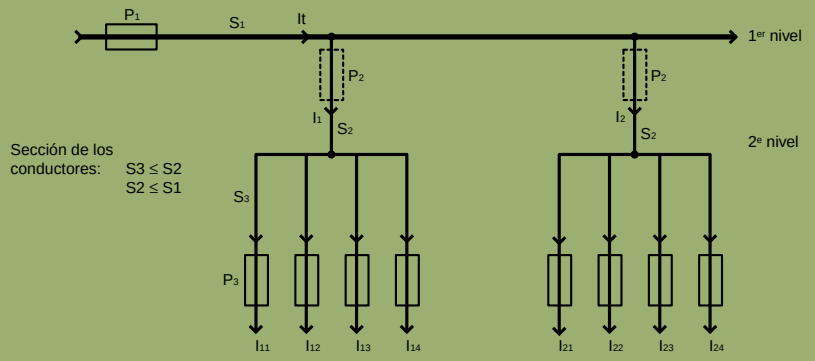
... seguridad total gracias al aislamiento independiente de cada polo



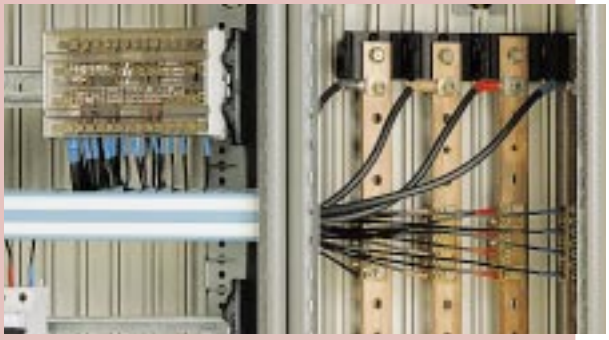
Repartidor extraplano 250 A ref. 374 00. Alta resistencia a los cortocircuitos (60 kA) para el reparto en la cabecera del tablero

Reparto a varios niveles

Podemos encontrarnos con este dispositivo cuando, por ejemplo, varios repartidores (2º nivel) están alimentados a partir de un juego de barras (1er nivel).
Si la suma de las corrientes derivadas en el primer nivel (I1, I2...) es superior a Ir, hay que prever un dispositivo de protección P2 en S2.



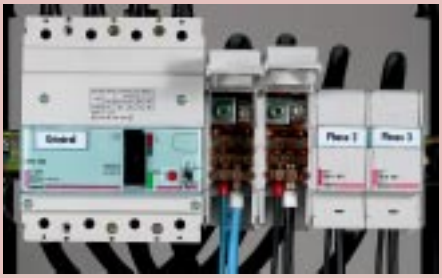
Sección de los conductores: S3 ≤ S2, S2 ≤ S1



Reparto a 2 niveles: juego de barras sobre soportes ref. 374 52 (1 er. nivel) y repartidor modular ref. 048 88 (2º nivel)

Preocupación por la máxima seguridad

Los repartidores Legrand están diseñados para minimizar los riesgos de cortocircuito entre polos: aislamiento individual de las barras de los repartidores modulares, tabicado de los repartidores de potencia, nuevo diseño totalmente aislado del repartidor 160 A unipolar, lo que implica toda una serie de innovaciones para reforzar la seguridad.
Al garantizar el más alto nivel de resistencia al fuego (960 °C al hilo incandescente según la norma internacional CEI 60695-2-1), los repartidores Legrand cumplen los requisitos normativos de no proximidad a materiales combustibles.



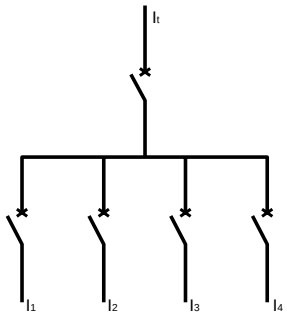
Repartidor modular 160 A ref. 048 87: aislamiento total de cada polo

2 CARACTERISTICAS DE LOS REPARTIDORES

Antes de seleccionar definitivamente el producto, es necesario comprobar algunas características esenciales. Estas sirven para todos los repartidores Legrand.

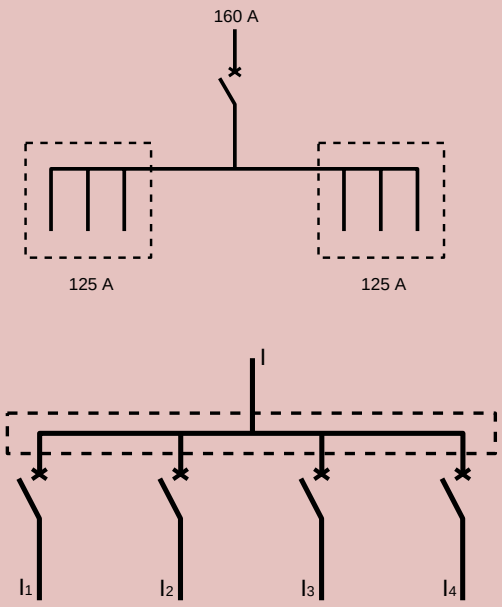
1 Intensidad asignada

Frecuentemente llamada intensidad nominal (In), se elegirá en función de la intensidad del aparato situado antes o de la sección del conductor de alimentación.
Por regla general, se utilizará un repartidor de intensidad igual o inmediatamente superior a la del aparato de cabecera (It), sin que la suma de las intensidades de los circuitos repartidos sea superior a la intensidad nominal (In) del repartidor.



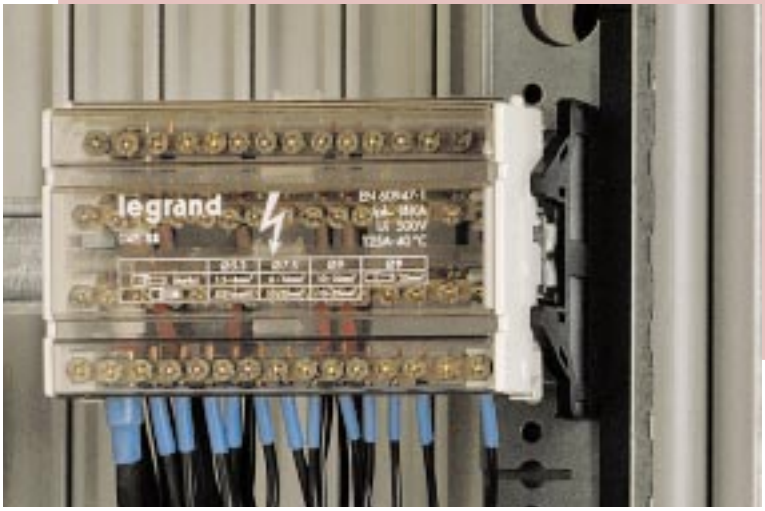
$I_n \geq I_t$ o $I_n \geq I_1 + I_2 + I_3 + I_4$

En la práctica, se pueden escoger uno o varios repartidores de intensidad nominal inferior si los circuitos previos no están cargados simultáneamente (coeficiente de funcionamiento), o no lo están al 100% (coeficiente de diversidad) (véase página 207).





Lo más avanzado en reparto, XL-Part integra la protección previa y las protecciones posteriores.



Repartidor modular 125 A ref. 048 88 equipado de una regleta de neutro complementaria

2 Valor admisible en cortocircuito

• El valor Icw caracteriza de manera convencional la corriente admisible durante 1 seg. bajo el aspecto del esfuerzo térmico.
• El valor Ipk caracteriza la corriente de cresta máxima admisible por el repartidor. Este valor debe ser superior al limitado por el aparato de protección previo para el cortocircuito presumible.

Los repartidores Legrand están diseñados para presentar una resistencia al esfuerzo térmico al menos tan elevada como la del conductor de la sección correspondiente la corriente nominal, de modo que generalmente no se necesita ninguna otra comprobación.

Generalmente, la comprobación de la Ipk no es necesaria si el repartidor está protegido por un aparato de la misma intensidad nominal. Debe realizarse si el aparato situado antes es de un calibre superior a la intensidad del repartidor.

Características de resistencia al cortocircuito de los repartidores

Tipo	Referencias	I^2t (A^2s)	Icw (kA)	Ipk (kA)
Bornes 63/100 A	048 01/03/05/06/07 048 20/22/24/25/26/28 048 50/52/54/55/56/58 048 40/42/44/45/46/48 048 30/32/34/35/36/38	1,2 x 10^7	3,5	17
Repartidores Lexiclic*	048 70/74/75	1,1 x 10^8 (1)	10,5	60
Cables 6 mm^2	048 91/92/93/94	0,6 x 10^6 (1)	0,81	-
Cables 10 mm^2	048 95/96/97/98	1,8 x 10^6 (1)	1,35	-
Repartidores modulares	048 81/85 (40 A)	0,9 x 10^7	3	20
	048 80/84/86 (100 A)	2 x 10^7	4,5	20
	048 82 (125 A)	2 x 10^7	4,5	18
	048 88 (125 A)	1,8 x 10^7	4,2	14,5
	048 79 (160 A)	6,4 x 10^7	8	27
Repartidores modulares unipolares	048 71/72 (125 A)	3,6 x 10^7	6	23
	048 83/87 (160 A)	1 x 10^8	10	27
	048 73 (250 A)	3,2 x 10^8	18	60
Repartidores planos	374 47 (125 A)	1,1 x 10^7	4,1	25
	374 00 (160/250 A)	1,5 x 10^8	8/12(2)	60
Repartidores con conectores	373 95 (125 A)	1,7 x 10^7	4,1	25
	374 30 (125 A)	7,4 x 10^7	8,5	35
	374 31 (160 A)	1 x 10^8	10	35
	374 35 (250 A)	2,1 x 10^8	14,3	35
	374 42 (400 A)	3,4 x 10^8	17	50/75(3)
Cajas de conexión	374 80 (300 A)	2,1 x 10^8	14,5	>60
	374 81 (540 A)	4,9 x 10^8	22,2	>60

(1) La contracci n t rmica limitada por el aparato aguas arriba debe ser inferior a I^2t del repartidor.
(2) Placas inferiores/Placas superiores.
(3) Espacios de barras 50 mm/75 mm.
(4) A pedido, favor consultarnos

Valor del Icc eficaz presunto admisible del repartidor Lexiclic en función de la asociación aparato aguas arriba/aparato aguas abajo

Aparatos aguas abajo	In (A)	Sección del cordón (mm²)	Aparatos aguas arriba				
			DPX 125 (kA)	DPX 160 (kA)	DPX 250 ER (kA)	DPX 250 (kA)	DPX 630 (kA)
DX 6000 / 10 kA	† 20	6	35	35	50	50	50
	25-40	6	35	50	50	50	50
	50-63	10	25	35	30	30	30
DX-h 10 000 / 25 kA	† 40	6	35	50	50	50	50
	50-63	10	25	35	35	35	30

Nota: el uso del Lexiclic permite descuidar el riesgo de cortocircuito entre el aparato aguas abajo y el aparato aguas arriba (ver reglas normativas). Los cordones de conexión aislados son protegidos por el aparato aguas abajo.

Esfuerzo térmico admisible para conductores aislados con PVC

	S (mm²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95
Cobre	I²t (A²s)	0,3 x 10^5	0,8 x 10^5	0,2 x 10^6	0,5 x 10^6	1,3 x 10^6	3,4 x 10^6	8,3 x 10^6	1,6 x 10^7	3,3 x 10^7	6,4 x 10^7	1,2 x 10^8
	Icw (kA)	0,17	0,29	0,46	0,69	1,15	1,84	2,9	4	5,7	8	10,9
Aluminio	I²t (A²s)					5,7 x 10^5	1,5 x 10^6	3,6 x 10^6	7 x 10^6	1,4 x 10^7	2,8 x 10^7	5,2 x 10^7
	Icw (kA)					0,76	1,2	1,9	2,7	3,8	5,3	7,2

3 Valor de aislamiento

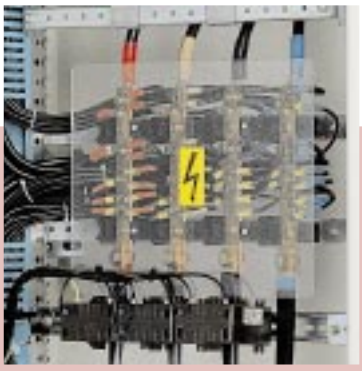
Valores de aislamiento de los repartidores Legrand

Tipo	Bornes 63/100 A	Repartidores modulares	Repartidores extraplanos		Repartidores superpuestos		
Referencia	048 XX	048°80/81/82/83/84/85/86/87/88	374 47	374 00	374 30/31 374 35	374 42 distancia 50 mm	374 42 distancia 75 mm
Ui (V)	400	500	500	1000	1000	1000	1500
Uimp (kV)	8	8	8	12	12	8	12

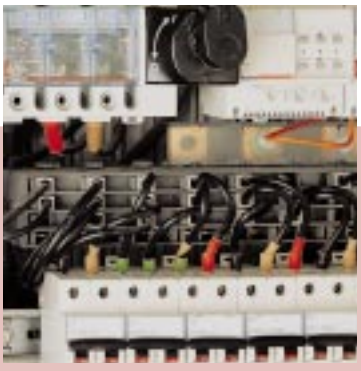
+ Los repartidores Legrand están diseñados para las condiciones de empleo más severas, correspondientes a los riesgos de sobretensiones más elevados. El valor Uimp caracteriza este requisito de seguridad.



Repartidor 160/250 A ref. 374 00



Repartidor 250/400 A ref. 374 42



Repartidor Lexiclic ref. 048 75*
(*) a pedido



Repartidor bipolar equipado de una regleta complementaria para los conductores de protección

4 Modo de conexión

• Conexión directa

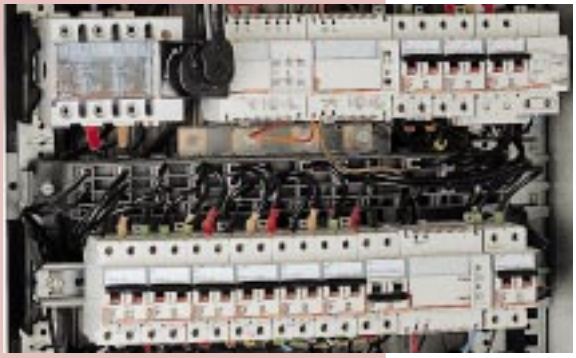
Los conductores se conectan directamente a los bornes sin preparación especial. Se recomienda utilizar un terminal (tipo Starfix™) para los conductores flexibles conectados en bornas de presión directa (bajo el cuerpo del tornillo) y para los cables flexibles exteriores que pueden verse sometidos a tracciones.

• Conexión por terminales

Tipo de conexión utilizada normalmente para los conductores de gran sección, sobre todo para los tableros cableados en taller. Se caracteriza por una excelente resistencia mecánica, una gran fiabilidad eléctrica y su facilidad de conexión/desconexión.

Correspondencia entre sección (en mm 2) y tamaño (∅ en mm)

Sección (mm²)		1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
Tamaño para conductor rígido de forma circular B (CEI 60947-1)	Ø en mm	1,5	1,9	2,4	2,7	3,5	4,4	5,3	6,9	8,2	10	12
Tamaño para conductor flexible con o sin puntillas	Ø en mm	2	2,4	2,9	3,7	4,4	5,5	7	8,9	10	12	14



Repartidor por rango Lexic: total distribución en el tablero



Repartidor modular Lexic: total «universalidad» de empleo

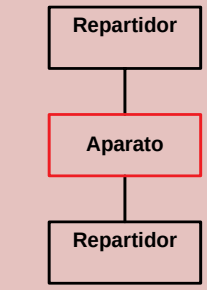
Los bornes 63/100 A, y los repartidores modulares 125/160 A permiten la conexión directa.
Los repartidores extraplanos 125/250 A y los repartidores superpuestos 125/400 A se conectan por medio de terminales.

3 DIFERENTES REPARTIDORES

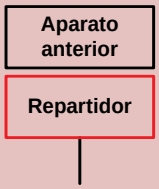
La propia implantación y las características antes descritas: intensidad asignada, resistencia a los cortocircuitos, valores de aislamiento, número y capacidades de las salidas, modo de conexión, son lo que permite escoger el repartidor más apropiado.

La oferta Legrand de repartidores permite responder a la diversidad de necesidades, con la doble preocupación de la facilidad de uso y la máxima seguridad.

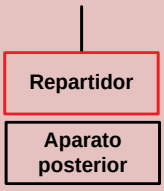
Implantaciones posibles de los repartidores



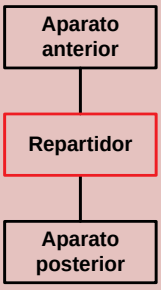
A la cabeza o en la salida del tablero para la conexión de los conductores de llegada o de salida (caja de conexión)



Directamente a la salida de un aparato anterior (borne de salida)



Directamente a la entrada de aparatos posteriores (peine, Lexiclic)



Independientemente de los aparatos anteriores y posteriores; se requiere conexión de la entrada y las salidas



Directamente a la salida del aparato anterior y a la entrada de los aparatos posteriores, sin cableado y con la propia fijación de los aparatos integrada. Es el concepto más avanzado: XL-Part

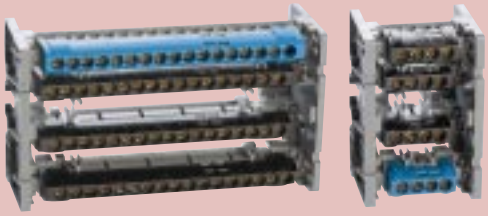
1 Regletas repartidoras indenpendientes

Este tipo de regletas, de uso totalmente universal, permite repartir hasta 100 A entre un número de salidas de 4 a 33 según la referencia. La sección de entrada es de 4 a 25 mm^2 y la de las salidas de 4 a 16 mm^2 . Estas regletas se fijan sobre pletina de 12 x 2, o sobre perfil TH 35-15 y TH 35-7,5.

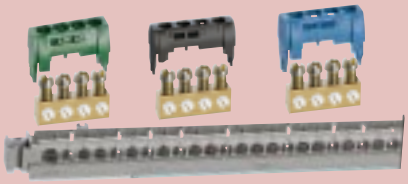
Regletas repartidoras independientes



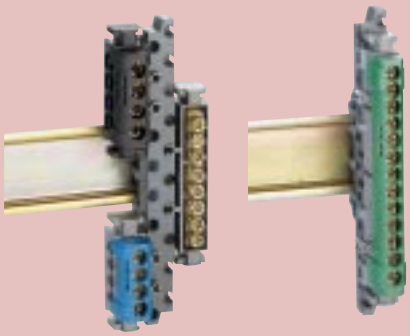
Las regletas repartidoras desnudas sobre soporte se fijan generalmente sobre pletina de 12 x 2 para la conexión de conductores de protección



La combinación de regletas repartidoras IP 2x y soporte ref. 04810 permite constituir un repartidor 2P, 3P ó 4P



El soporte vacío ref. 048 18, de 28 orificios, permite componer el número exacto de llegadas o de salidas, con los bloques de bornes estándar, universales o IP 2x



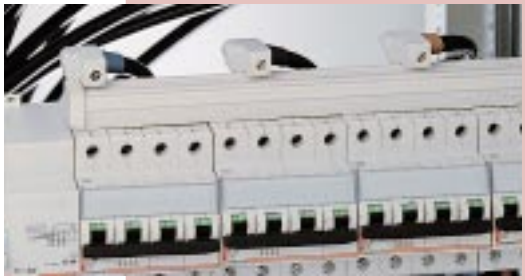
Fijado sobre perfil o , el soporte universal ref. 048 11 admite todas las regletas repartidoras

2 Peines Lexic

Los peines permiten, mediante conexión directa,la alimentación de los aparatos modulares Lexic de hasta 90 A. Los peines son modelos uni, bi, tri y tetrapolares. Representan al tiempo una solución sencilla, de reducido volumen y que se adapta muy bien al reparto en filas.



Alimentación del peine por borna universal ref. 049 06



Reparto por peine tetrapolar ref. 049 54 provisto de protecciones de extremo ref. 049 91

Alojamiento de paso en los aparatos que no necesitan estar conectados al peine





Mezcla total de funciones gracias al concepto Lexic. Potencia, control, señalización, se encuentran agrupadas en zonas de cableado correspondientes a las zonas físicas de la instalación



Posibilidad de «peinar» por encima o por debajo de los aparatos Lexic, para responder a todos los hábitos locales

3 Repartidores de fila Lexiclic

Esto es un dispositivo de distribución que permite a partir de una fuente fase preliminar (aparato o juego de barras) abastecer aparatos modulares. Las conexiones enchufables facilitan el cambio rápido de aparato y el equilibrio de las fases. la distribución se hace generalmente en la fila que tiene los cables de una longitud de 120 mm. El conjunto distribuidor + fila modular se coloca bajo un plastrón de 200 mm. de altura. Un mismo distribuidor puede también abastecer varias filas con los cables de 320 mm. de longitud.

Filas Lexiclic abastecidas por juego de barras posterior 250 A



4 Repartidores de filas XL-Part (a pedido)

Soportes activos que permiten la alimentación, el reparto y la distribución en filas de hasta 400 A (véase el capítulo II.D.3).



Alimentación, reparto y distribución en el mismo soporte

5 Bornes de salida

Este repartidor unipolar se fija directamente a los bornes de los aparatos DPX 125 y Vistop modular de 63 a 160 A.
Permite un reparto directo y simplificado para los tableros en los que el número de circuitos principales está limitado.



6 salidas 35 mm² rígido (25 mm² flexible) para bornes de salida ref. 048 67

6 Repartidores modulares

Reúnen una elevada capacidad de conexión y son compactos.
De perfil modular, se fijan por acoplamiento a los perfiles TH 35-15 (EN 50022).
Los repartidores modulares Legrand están completamente aislados: se utilizan en la cabecera de los tableros hasta 250 A, o en subgrupo de salidas en tableros de mayor potencia.



Repartidor ref. 048 87 perfil modular, aislamiento total de los polos para repartir hasta 160 A



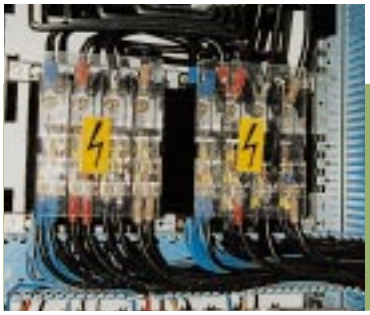
Universales por excelencia, los repartidores pueden utilizarse en cualquier aplicación



Ideales para las cabeceras de los tableros de distribución de pequeña y mediana potencia, los repartidores modulares pueden admitir 1 conjunto de bornes repartidoras IP 2x complementario

7 Repartidores extraplanos

El pequeño espacio que ocupan en altura y su intensidad admisible, permiten que coexistan en un mismo tablero los requisitos de potencia de cabecera (hasta 250 A) y la distribución de las filas modulares en tableros de escasa profundidad.



Potencia, capacidad de conexión de grandes secciones y compacidad, son las ventajas de los repartidores extraplanos

8 Repartidores escalonados

Existen en versión catálogo completos y ensamblados desde 125 hasta 400 A, permitiendo contemplar, en su versión componible (barras y soportes pedidos por separado), el reparto a medida.



Repartidor de 125 A

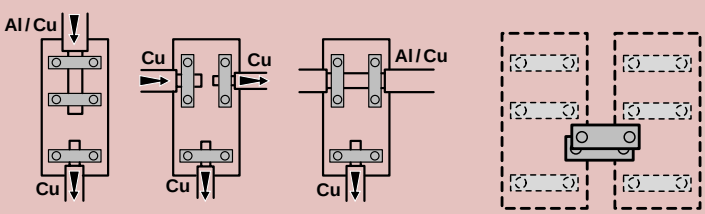
9 Cajas de conexión alu/cobre unipolares

Destinadas a garantizar la interfaz entre los conductores de llegada al tablero de sección fuerte, incluso en aluminio, y los conductores de cableado interno.
Se proponen dos modelos: 120 mm2/ 70 mm2 (Ref.374.80) y 00 mm2/185 mm2 (Ref. 374.81).
Pueden también utilizarse para los circuitos de utilización (salidas) en aluminio o cuando las longitudes de línea imponen secciones fuertes.



Las cajas de conexión se ajustan a la norma Francesa NF C 63061 clase B y a la especificación EDF HN 60-E-03, ambas extremadamente exigentes sobre la fiabilidad de las conexiones aluminio (prueba de envejecimiento).

El simple desplazamiento de las barras abrazaderas permite diferentes configuraciones de conexión.



Unión Trasplante Derivación Conexión equipotencial entre dos cajas por barras proporcionadas.

10 Chasis columna XL-Part (a pedido)

Con este innovador concepto, Legrand ha reinventado la distribución de potencia reuniendo reparto y protección en una misma entidad: el juego de barras que constituye el chasis columna se adapta a las diversas situaciones (corriente de utilización de 400 a 1.600 A, corriente de cortocircuito
de 40 a 180 kA) en función de las configuraciones de montaje. El reparto queda asegurado por la conexión directa de los aparatos a bases activas.



Chasis columna XL-Part 1.600 A (a pedido)

4 EQUILIBRIO DE FASES

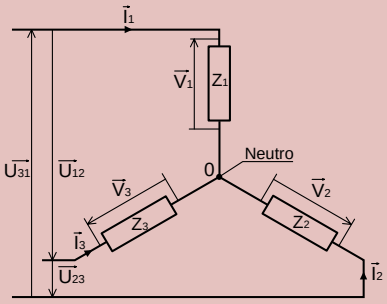
Un desequilibrio de las corrientes entre fases puede ser causa de sobreintensidad y de desconexión, o de sobrecarga del neutro.

El equilibrio se realiza o se rehace al nivel del reparto.

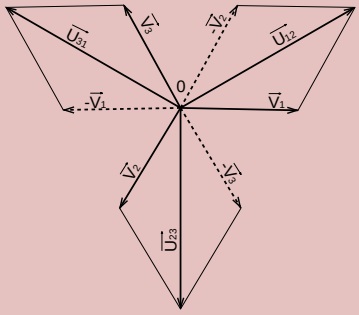
Corrientes y tensiones en régimen trifásico con montaje en estrella

En régimen equilibrado

$Z_1 = Z_2 = Z_3$
$I_1 = I_2 = I_3$
$I_1 + I_2 + I_3 = 0$
$\vec{V}_1 = \vec{V}_2 = \vec{V}_3 = \vec{V}$

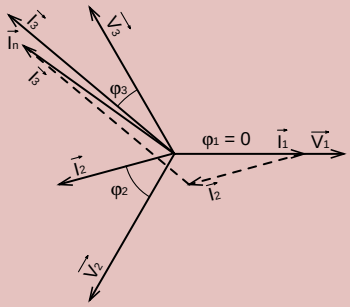


$\vec{V}_1$, $\vec{V}_2$, $\vec{V}_3$: Tensiones simples
U_{12} , U_{23} , U_{31}: Tensiones compuestas
$\vec{V}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$
$U_{23} = \vec{V}_2 - \vec{V}_3$
$U_{31} = \vec{V}_3 - \vec{V}_1$
$U = V \times \sqrt{3}$
$(400 = 230 \times \sqrt{3})$
$(230 = 127 \times \sqrt{3})$



En régimen desequilibrado con neutro

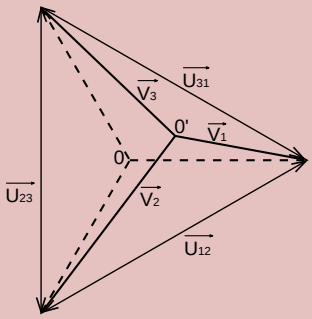
$Z_1 \neq Z_2 \neq Z_3$
$I_1 \neq I_2 \neq I_3$
$I_1 + I_2 + I_3 = I_n$
$\vec{V}_1 = \vec{V}_2 = \vec{V}_3 = \vec{V}$



Las tensiones simples permanecen equilibradas.
El conductor neutro permite conservar el equilibrio de las tensiones simples V descargando la corriente debida al desequilibrio de las cargas. Asimismo permite descargar la corriente resultante de la presencia de armónicas (véase «Sección del conductor neutro» en la página 586).

En régimen desequilibrado sin neutro

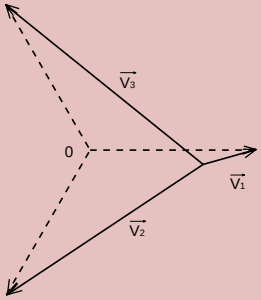
$Z_1 \neq Z_2 \neq Z_3$
$I_1 \neq I_2 \neq I_3$
$I_1 + I_2 + I_3 = 0$
$\vec{V}_1 \neq \vec{V}_2 \neq \vec{V}_3 = V$



Las tensiones simples V están desequilibradas aún en el caso de que las tensiones compuestas U permanezcan iguales.

Ruptura del neutro

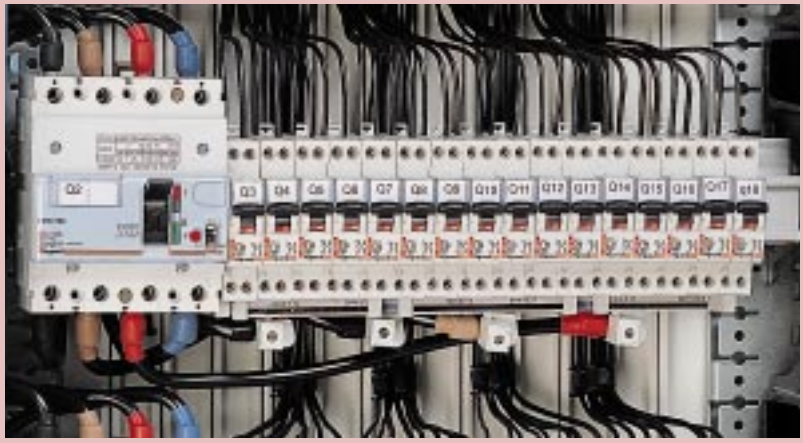
En caso de ruptura del neutro (desequilibrio máximo), el punto neutro se desplaza en función de la carga de cada fase. Cuanto más es elevada la carga de una fase (fase 1 en el esquema adjunto), su impedancia es más baja; V1 se desploma, V2 y V3 aumentan y pueden alcanzar el valor de la tensión compuesta en las fases menos cargadas, que abastecen generalmente los aparatos más sensibles.



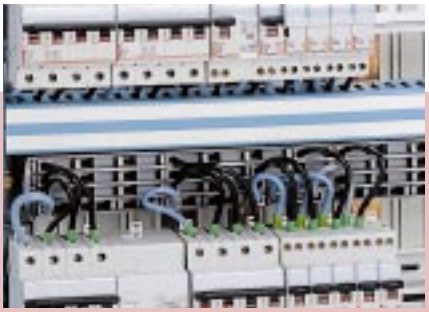
Según la Norma NCH Elec. 4/84 la sección de los conductores de neutro de alimentadores y subalimentadores no deberá ser inferior al 50% de la sección nominal de los conductores de fase.
Se recomienda que al alimentar cargas del tipo lineales se considere una sección equivalente a la de las fases y si las cargas son no lineales, productoras de armónicos de secuencia cero, este sea al menos equivalente al doble de las fases.

Una instalación bien diseñada no tendría por qué necesitar un reequilibrado tras su realización. No obstante, siempre hay imponderables:
– las cargas pueden no estar perfectamente identificadas (utilizaciones en tomas de corriente)
– las cargas pueden ser irregulares, incluso aleatorias: residencias de vacaciones, edificios de oficinas...
Las cargas trifásicas ligadas a fuerza motriz, calefacción, climatización, hornos y, en general, a todos los usos alimentados directamente en trifásica, no generan un desequilibrio significativo. Por el contrario, todas las aplicaciones domésticas (iluminación, calefacción, aparatos electrodomésticos) y de oficina (informática, cafeteras...) representan cargas monofásicas que hay que equilibrar.

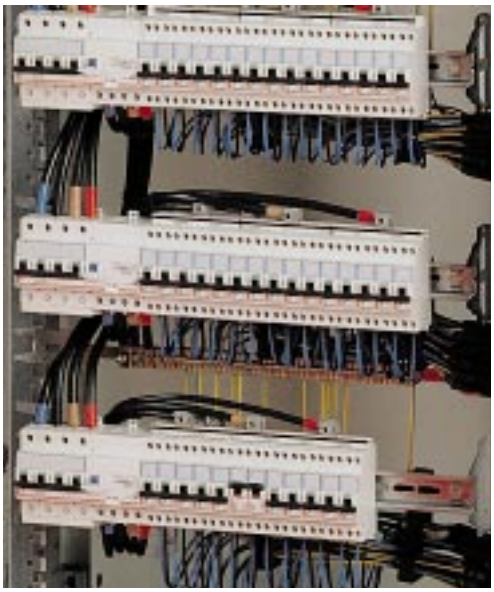
Fila de salidas monofásicas alimentada por un DPX 125 (100 A)



La fase 1 alimenta: 2 DX 32 A, 2 DX 20 A, 1 DX 10 A
La fase 2 alimenta: 1 DX 32 A, 2 DX 20 A, 3 DX 10 A
La fase 3 alimenta: 1 DX 32 A, 3 DX 20 A, 1 DX 10 A



El repartidor Lexiclic ref. 048 74/75 permite el equilibrado por simple conexión de la manguera a la fase correspondiente

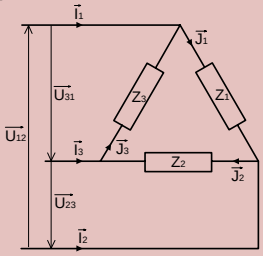


Disposición clásica: equilibrio por filas. El aparato de cabecera de la fila trifásica alimenta tres grupos de aparatos monofásicos. Los peines permiten un reparto adecuado de las corrientes.

Corrientes y tensiones en régimen trifásico con montaje en triángulo

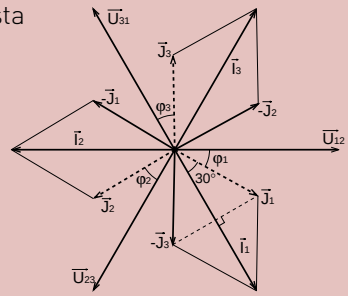
Montaje en triángulo equilibrado

$Z_1 = Z_2 = Z_3$
$J_1 = J_2 = J_3$
$\vec{I}_1 = \vec{I}_2 = \vec{I}_3 = 0$



J : intensidad sencilla
I : intensidad compuesta

$\vec{I}_1 = \vec{J}_2 - \vec{J}_3$
$\vec{I}_1 = \vec{J}_2 - \vec{J}_1$
$\vec{I}_3 = \vec{J}_3 - \vec{J}_2$
$I = J \times \sqrt{3}$



Montaje en triángulo desequilibrado

$Z_1 = Z_2 = Z_3$
$J_1 = J_2 = J_3$
$I_1 = I_2 = I_3$ pero $\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = 0$

El desequilibrio no tiene consecuencias para la tensión con montaje en triángulo, pero sigue siendo necesario equilibrar las corrientes para evitar sobreintensidades de línea (una fase sobrecargada) y limitar las caídas de tensión inherentes.

! Número de circuitos y repartos

En las instalaciones trifásicas, es aconsejable repartir los diferentes circuitos en cada fase, teniendo en cuenta su potencia, factor de utilización (relación entre la potencia consumida real y la potencia nominal), factor de marcha (relación entre el tiempo de funcionamiento y el tiempo de paro, ponderable con los horarios de funcionamiento) y factor de simultaneidad (relación entre la carga de los circuitos en funcionamiento simultáneo y la carga máxima de la totalidad de los circuitos). Véase el capítulo II.A.1. El reparto permite optimizar la gestión de la energía.

Se recomienda que el número máximo de puntos de alumbrado o de tomas abastecido por un mismo circuito sea de 8.
Los circuitos específicos o de fuerte potencia (calentador de agua, horno, máquina de lavar) deben estar previstos para este solo uso. El número máximo de aparatos para calefacción debe adaptarse a la necesidad de continuidad del servicio.

Durante las operaciones de equilibrio de fases, es necesario conservar las secciones mínimas requeridas: Cada circuito debe permanecer protegido mediante el dispositivo recomendado.

Sección de cables y calibre de las protecciones en función de los circuitos

Circuito monofásico 230 V ~	Sección cobre (mm²)	Calibre fusible (A)	Calibre disyuntor (A)
Señalización	0,75 / 1	2	6
Iluminación	1,5	10	16
Toma de corriente 16 A máx. 8 (1) máx. 5 (1)	2,5 1,5	16	20 16
Caldera	2,5	16	20
Máquinas para lavar, secadoras...	2,5	16	20
Aparatos de cocción monofásico trifásico	6 2,5	32 20	32 20
Calefacción eléctrica ≤ 2250 W < 4500 W	1,5 2,5	10	10 20

(1) El n mero m ximo corresponde al n mero de tomas

Los selectores de consumo Legrand monofásicos ref. 038 10/11 y trifásicos ref. 038 13 permiten controlar las corrientes consumidas en cada fase y protegerse contra desconexiones intempestivas por sobrecarga y desequilibrio (factor de simultaneidad).
Los interruptores horarios programables, así como los programadores, permiten desfasar las zonas de funcionamiento y «nivelar» los consumos en el tiempo (factores de marcha).
Los contadores de energía y aparatos de medida permiten conocer la corriente, tensión y potencia real, consumida o totalizada, a fin de optimizar el factor de utilización.



Programador de calefacción ref. 037 94 (a pedido)

Selector deconsumo ref. 038 10 (a pedido)

Interruptor horario ref. 037 06

Contador de energía ref. 039 65 (a pedido)

Configuraciones XL-Part (solo bajo demanda)

Alimentación, distribución de potencia, reparto, hasta 1.600 A, XL-Part concentra las funcionalidades, multiplica las innovaciones y se impone como la solución más homogénea para la distribución de potencia en la industria y el sector terciario.
Una solución sencilla y eficaz que optimiza la calidad y la rapidez de instalación

CHASIS COLUMNA

Las columnas en C de XL-Part garantizan el reparto directo de la corriente hacia los soportes de DPX: una solución que divide por dos los puntos de conexión y que optimiza el espacio en el armario.

ALIMENTACIÓN

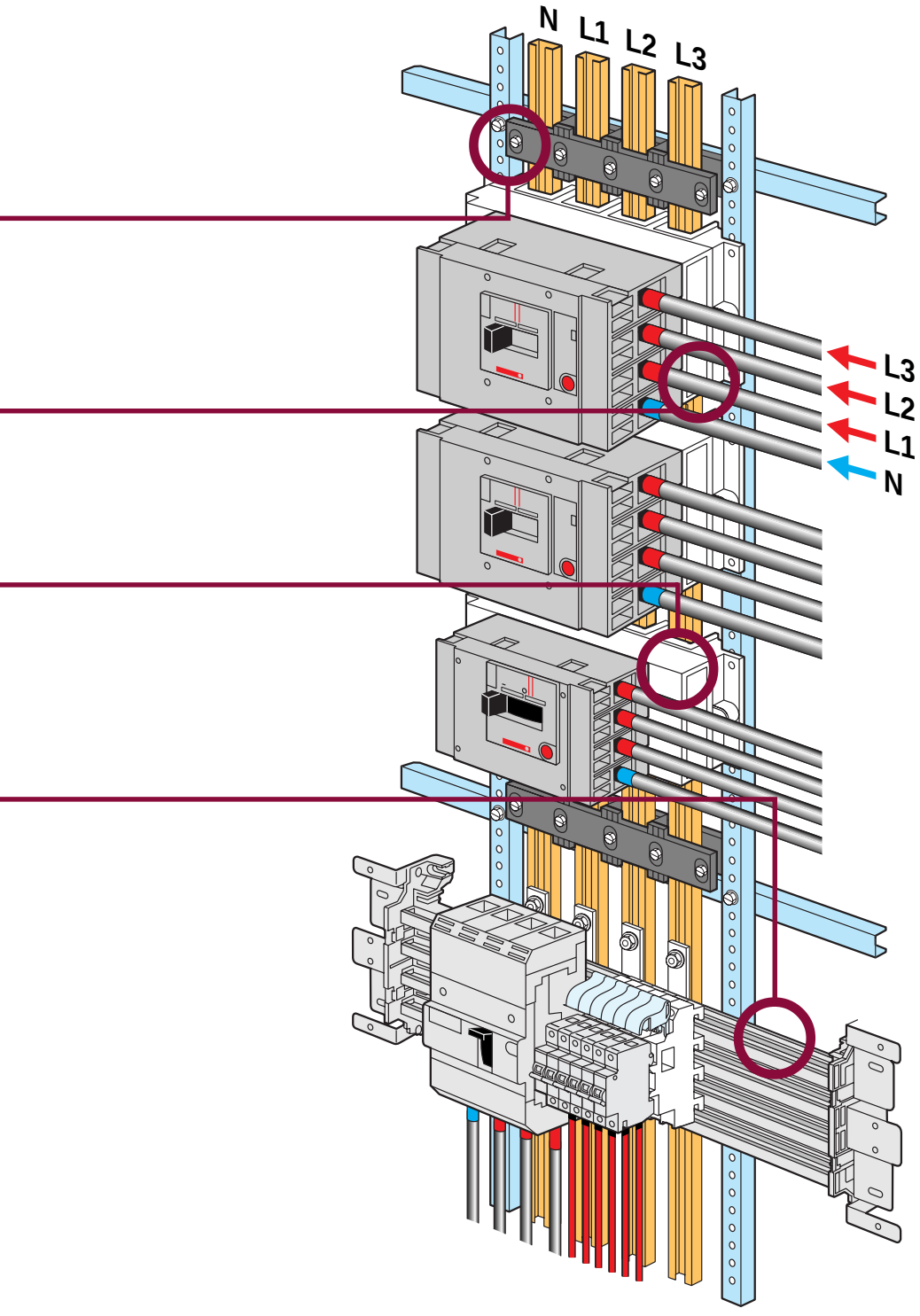
Directa o indirecta, por arriba o por abajo... con el chasis columna XL-Part, la alimentación se adapta a todas las configuraciones de conexión de conductores.

SOPORTES PARA DPX

Las nuevas bases XL-Part aseguran la distribución de la corriente y la fijación de los interruptores automáticos de potencia.
Con las versiones extraíbles y desenchufables, la conexión de las salidas (o entradas) se efectúa por la propia base.

REPARTIDORES DE FILAS

Totalmente complementarios de las columnas en C, los repartidores de filas XL-Part garantizan la alimentación, el reparto y la distribución de potencia hasta 400 A, con bases diseñadas para admitir y unir aparatos DPX, DX y Lexic.


N
L1
L2
L3
L3
L2
L1
N

1 DEFINICION DE VOLUMENES, PRINCIPIOS DE ALIMENTACION

A semejanza de los sistemas convencionales de montaje de aparatos sobre pletina y dispositivo de fijación, la suma de las alturas de las placas de aparatos y de las placas lisas determina el volumen necesario (véase el principio de placas del capítulo III.C.1).

1 Chasis columna

El chasis columna XL-Part se monta en los armarios XL 400-600 mediante perfiles ref. 095 66 (fondo 400) o ref. 095 67 (fondo 600). Constituido por barras en C (cinco secciones e intensidad a elegir), fijadas y aisladas por 3 soportes tetrapolares, y 2 montantes verticales, el chasis columna admite directamente bases que soportan y garantizan la conexión eléctrica de los aparatos de potencia DPX 250 y DPX 630. Los aparatos montados en posición horizontal pueden ser en versión fija, extraíble o enchufable.



Placas

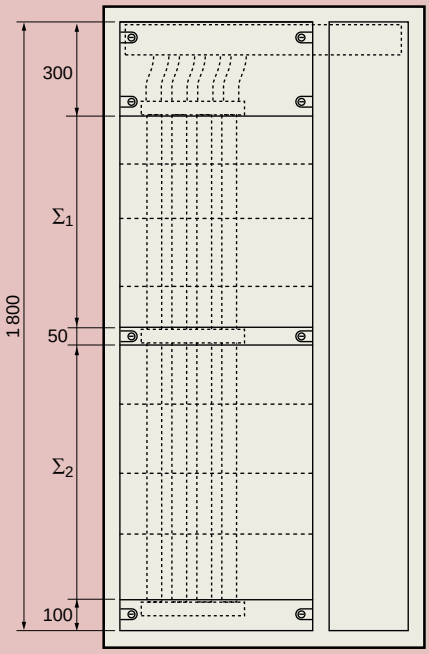
Altura (mm)	Versión fija o enchufable, con o sin diferencial posterior				Versión extraíble con o sin diferencial, con o sin mando a distancia	
	Sin mando a distancia		Con mando a distancia			
	DPX 250	DPX 630	DPX 250	DPX 630	DPX 250	DPX 630
150	098 84		098 85			
200		098 87		098 88		
250					098 86	
300						098 90

Cada aparato admite una placa de 150 a 300 mm de altura según la versión y potencia. Se necesitan placas lisas de 100 mm en la parte superior e inferior del armario, así como una placa lisa de 50 mm en la cara frontal del soporte intermedio del juego de barras. Se necesita una placa lisa de 300 mm de altura para proteger el volumen determinado por un juego de barras principal horizontal y lasconexiones de barras flexibles.

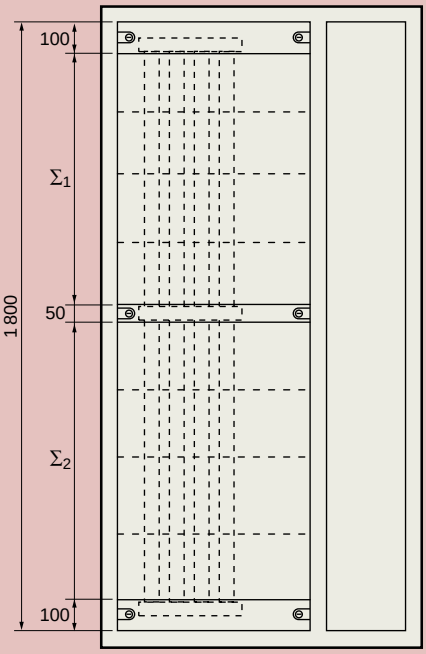
El concepto XL-Part respeta la norma habitual de definición de volúmenes.

Tipos de montaje

Montaje 1



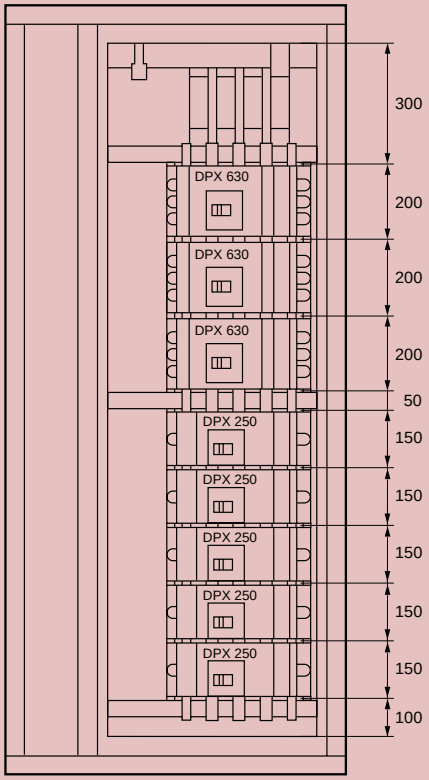
Montaje 2



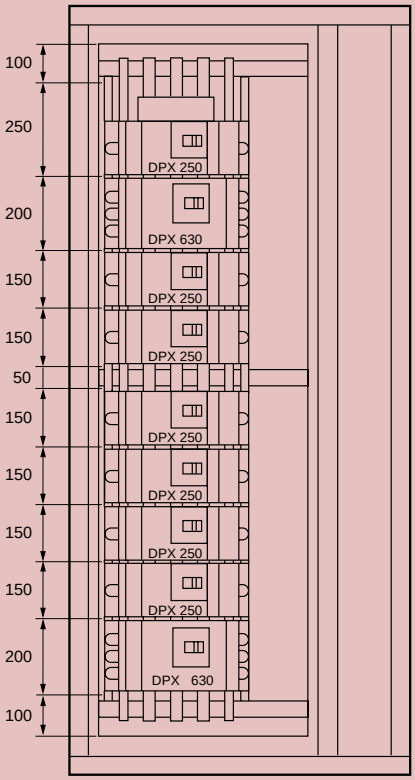
Cada aparato admite una placa de 150 a 300 mm de altura según la versión y la potencia.
Se necesitan placas lisas de 100 mm en la parte superior e inferir del armario, así como una placa lisa de 50 mm en la cara frontal del soporte intermedio del juego de barras.

Se necesita una placa lisa de 300 mm de altura para proteger el volumen determinado por un juego de barras principal horizontal y las conexiones de barras flexibles.

Ejemplos de configuración



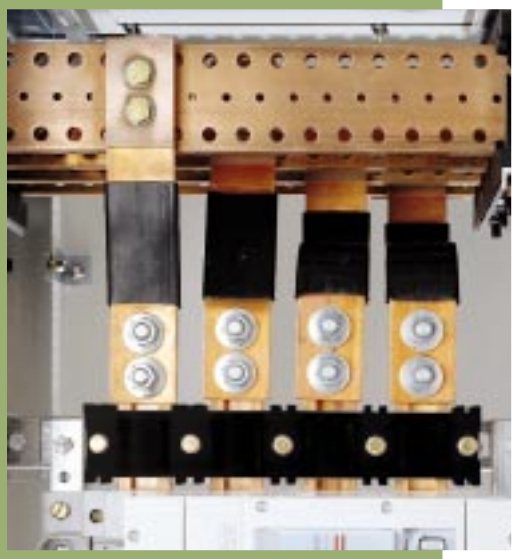
Chasis columna alimentado por conexión directa al juego de barras principal



Chasis columna alimentación indirecta por DPX

La libre elección de la posición de la columna, a la derecha o a la izquierda, permite proporcionar más espacio para la conexión de los conductores respetando los radios de curvatura.

Alimentación directa del chasis columna XL-Part mediante un kit de conexión de barras flexibles ref. 098 91/92/93 a partir de un juego de barras principal horizontal



! Alimentación

La alimentación se realiza:
– o bien directamente mediante conexión de barras flexibles prefabricadas ref. 098 91/92/93 (derivación a partir de un juego de barras principal horizontal en la parte superior del juego de barras), hasta 1.600 A
– o bien indirectamente mediante el aparato de cabecera de columna, hasta 630 A.

! Soportes de aparatos

El chasis columna admite 4 tipos de soportes tetrapolares para los DPX:
– soportes para DPX aislado, versión fija
– soportes para DPX con diferencial, versión fija
– soportes para DPX aislado, versión enchufable.
– soportes para DPX + diferencial, versión enchufable.
Los soportes para DPX versión enchufable pueden transformarse en versión extraíble añadiendo un mecanismo «Debro-lift».

Alimentación indirecta del chasis columna XL-Part mediante un DPX 630 en cabecera de columna

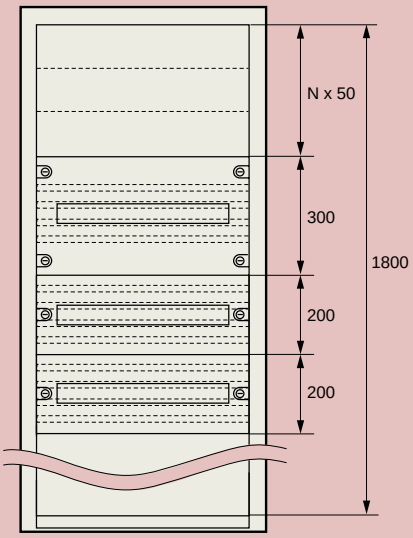


2 Repartidores de filas XL-Part 400

Placas

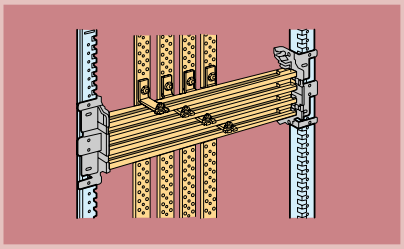
El repartidor de filas XL-Part se instala en los armarios XL 400-600 sobre un chasis constituido por montantes ref. 095 95 y bajo placas estándar con ventana modular de dos alturas (200 ó 300 mm) según los aparatos instalados.

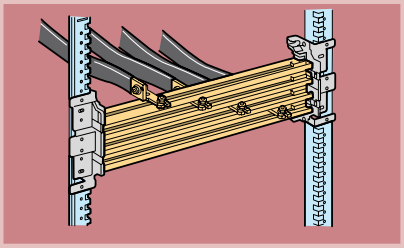
Altura (mm)	200	300
Lexic (DX, modular) DPX 125 con o sin diferencial lateral	092 71	
DPX 125 y DPX 250 ER con o sin diferencial lateral		092 72



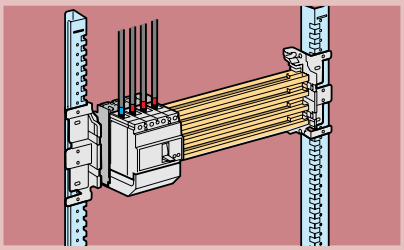
Alimentación

La alimentación de cada repartidor puede realizarse:
- o bien directamente (hasta 400 A), mediante escuadras de conexión (ref. 098 80) con el juego de barras trasero vertical sobre soportes ref. 098 78, o mediante conectores (ref. 098 81) para una conexión por cables o barras a zonas de contacto o a terminales de rosca.





- o bien indirectamente (hasta 250 A) a través del aparato de cabecera de fila: DX 125, DPX 125



! Soportes de aparatos

El repartidor de filas admite cuatro tipos de soportes de aparatos:
– soportes DPX tetrapolares hasta 250 A (conexión del aparato por barras roscadas para DPX 125, DPX 250 ER y diferenciales unidos)
– soportes «plug-in» para Lexic, uni, tri y tetrapolares hasta 63 A, 1 módulo por polo
– soportes «de hilo» para Lexic, uni, tri y tetrapolares hasta 125 A, 1 módulo por polo hasta 63 A, 1,5 módulos por polo hasta 125 A
-soportes Lexic universales sin conexión eléctrica para todos aquellos aparatos que no estén directamente alimentados por el dispositivo (bloque diferencial DX, telerruptor, contactor, aparatos de medida...).



Alimentación directa de repartidores de filas XL-Part mediante juego de barra trasero 630 A sobre soportes ref. 098 78



Alimentación indirecta del repartidor de filas XL-Part mediante un aparato DPX 250 ER llamado de cabecera de fila



24 módulos, es decir 6 aparatos
4 polos, hasta 63 A cada uno
(alimentación directa)



1 DPX 125 y 4 aparatos
modulares 4 polos
(alimentación indirecta)



4 DPX 125 4 polos ó 2 DPX 125
con diferencial lateral



3 DPX 250 ER ó 2 DPX 250 ER
con diferencial

Capacidad por repartidor de filas

La capacidad de los repartidores de filas XL-Part permite una densidad de aparatos superior a la de un cableado tradicional. En cualquier caso, hay que comprobar que la potencia distribuida sigue siendo compatible con el volumen de la envolvente (véase la sección II.E.3)

2 CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL CHASIS XL-PART

Al igual que para los dispositivos convencionales de reparto y distribución, es preciso conocer las características eléctricas de la instalación (Icc presumible, tensión de red, nivel de sobretensión) para poder determinar la sección de las barras y la posición de los soportes.



1 Corrientes de utilización

Barras en C

IP ≤ 30	IP > 30	Ref.	Sección (mm²)	I²t (A²s)	Icw_{1s} (A)
500	400	374 60	155	0,5 10^9	22 000
800	630	374 61	265	1,4 10^9	38 000
1 250	1 000	374 62	440	3,9 10^9	63 000
1 450	1 250	098 82	640	8,3 10^9	91 000
1 900	1 600	098 83	710	1,0 10^{10}	100 000

Como valor de K se toma 143 (temperatura máxima: 220 °C), teniendo en cuenta la temperatura admisible de los soportes aislantes de poliéster termoendurecible (250 °C).

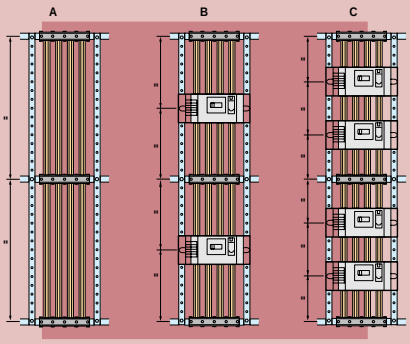
Kit de conexión de barras flexibles

IP ≤ 30	IP > 30	Ref.	Dimensiones (mm)	I²t (A²s)	Icw_{1s} (A)
630	400	098 91	32 x 5	3,4 10^8	18 400
850	630	098 92	50 x 5	8,3 10^8	28 700
1 250	1 000	098 93	50 x 10	3,3 10^9	57 500
1 600	1 250	2 x 098 92	2 x 50 x 5	2,5 10^9	50 000
2 000	1 600	2 x 098 93	2 x 50 x 10	1,0 10^{10}	100 000

2 Valores admisibles de las corrientes de cortocircuito

Icc cresta (Ipk en kA)

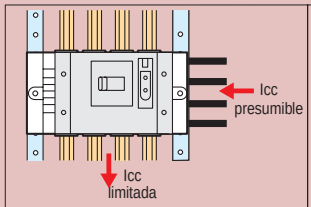
Configuración del chasis	Barras en C				
	374 60 155 mm²	374 61 265 mm²	374 62 440 mm²	098 82 640 mm²	098 83 710 mm²
A	40	50	60	70	75
B	70	90	120	140	150
C	90	120	150	170	180



Los valores admisibles de Icc cresta vienen dados,respectivamente, para el chasis ref. 098 76 con 3 soportes equidistantes:
A – Sin base para aparato (longitud libre máxima de barras: 600 mm)
B – Con 2 bases para aparatos (longitud libre máxima de barras: 300 mm)
C – Con 4 bases para aparatos (longitud libre máxima de barras: 150 mm).

3 Valores de Icc limitada por DPX en alimentación del chasis XL-Part

Icc limitada en kA cresta

	Icc presumible en kA	Icc limitada en kA cresta
DPX 250	36	27
DPX-H 250	70	34
DPX-L 250	100	37
DPX 630	36	35
DPX-H 630	70	45
DPX-L 630	100	46
DPX 1 600(1)	50	85
DPX-H 1 600(1)	70	110

(1) Alimentación directa, por aparato desplazado.

En caso de alimentación del chasis XL-Part a través de un DPX (DPX 250 / 630 fijado a una base, o DPX 1600 desplazado), debe comprobarse que el valor de Icc cresta limitado por el aparato es compatible con los valores admisibles Ipk de las configuraciones del chasis columna ref. 098 76.

3 CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL REPARTIDOR DE FILAS XL-PART

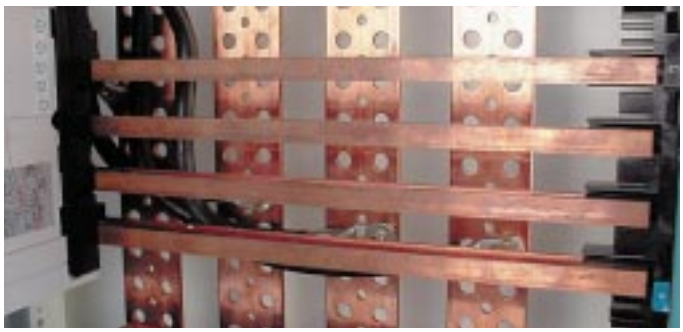
1 Corrientes de utilización

Repartidor de filas ref. 098 75

	IP ≤ 30	IP > 30	Sección	I^2t (A^2s)	Icw_{1s} (A)
Alimentación por el centro	480 A	400 A	145 mm²	5 x 10^8	25 000
Alimentación por un extremo	300 A	250 A			

Juego de barras trasero con soportes ref. 098 78

IP ≤ 30	IP > 30	Barras	Dimensiones (mm)	I^2t (A^2s)	Icw_{1s} (A)
500 A	400 A	374 19	32 x 5	5,2 10^8	22 900
800 A	630 A	374 40	50 x 5	1,1 10^9	33 750

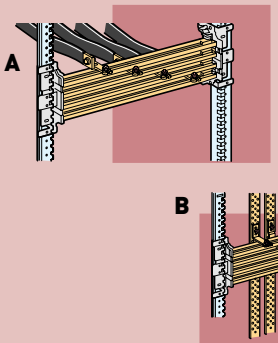


2 Valores admisibles de las corrientes de cortocircuito Icc cresta (Ipk en kA)

Icc cresta (Ipk en kA)

098 75	Ipk (kA)
A	25
B	52,5

Los valores admisibles de Icc cresta vienen dados, respectivamente, para el repartidor de filas ref. 098 75:
A - alimentado por cables o barras flexibles con conectores ref. 098 81
B - alimentado por juego de barras trasero con escuadras ref. 098 80



3 Distancias entre soportes del juego de barras trasero ref. 09878

Distancias en mm

Ipk (kA)	Barras 374 19 32 x 5	Barras 374 40 50 x 5
10	1 700	1 700
15	1 250	1 700
20	900	1 500
25	750	1 200
30	600	1 000
40	450	750
50	400	600
60	300	500
70	300	450

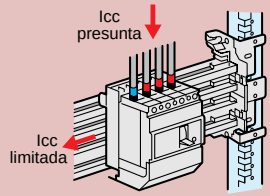
Las distancias dadas son los valores máximos de separación entre soportes ref. 098 78 cuando ningún repartidor de filas ref. 098 75 está conectado al juego de barras. Dichas distancias pueden modularse en función de la ubicación de éstos.

La posición de los soportes ref. 098 78 depende de la posición de los repartidores de filas XL-Part ref. 098 75 (variación condicional). La distancia entre ejes de las filas puede ser de 200 mm (aparatos modulares y DPX 125), o de 300 mm (DPX 125 y 250 ER). Por lo tanto, según las combinaciones, las distancias entre soportes serán múltiplos de 200 ó de 300.



4 Valores de Icc imitada por DPX en alimentación del repartidor de filas XL-Part 400

Icc limitada en kA cresta

	Icc presunta	Icc limitada en kA cresta
DPX-E 125	16	15
DPX 125	25/36	17
DPX 160	25/50	20
DPX 250 ER	36/50	22

En todos los casos, el valor de resistencia Ipk del repartidor de filas XL-Part es superior al valor límite de la corriente para el poder máximo de corte de los DPX 125 y 250 ER. No es necesaria ninguna comprobación.

5 Características de aislamiento

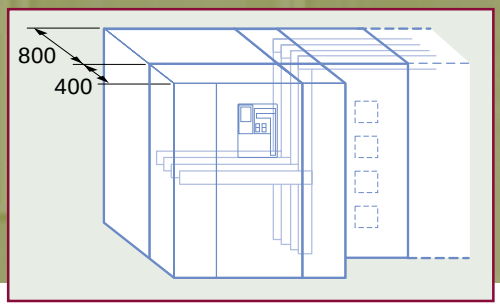
Uimp (kV)

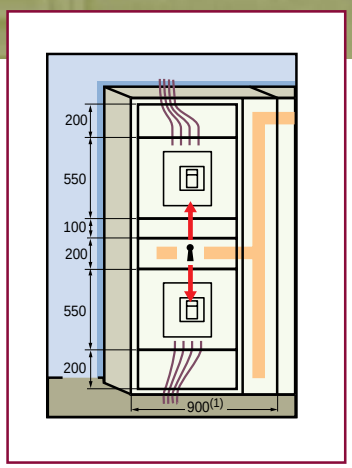
	Chasis 098 76	Soporte de juego de barras 098 78	Repartidor de filas 098 75
Ui (V)	1 000	1 000	690
Uimp (kV)	12	12	8

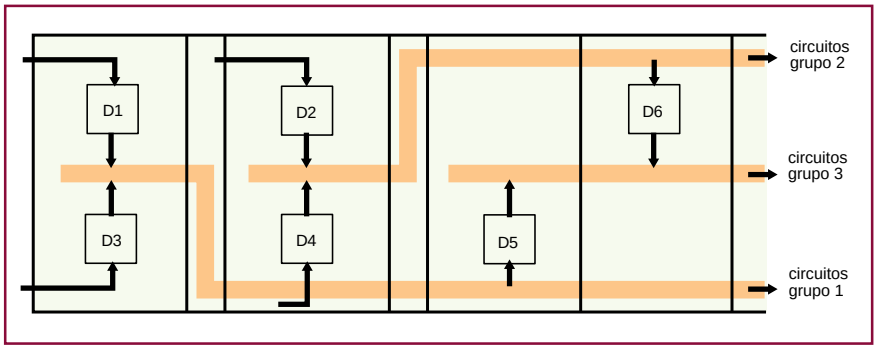
ELECCION DE LOS ENVOLVENTES

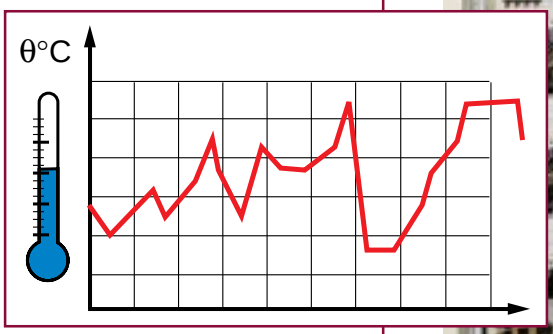
La elección de los envolventes necesarios para la constitución de un conjunto de distribución pasa por tres etapas inevitables:
- la determinación del volumen necesario para la instalación de cada aparato,
- las condiciones de llegada y partida de los conductores y las de conexión de los aparatos,
- la estimación del balance térmico y la comprobación de la adecuación entre el tamaño del envolvente y la potencia que debe disiparse.
Una tercera etapa que no se debe descuidar ya que afecta directamente a la seguridad y a la fiabilidad de la realización.

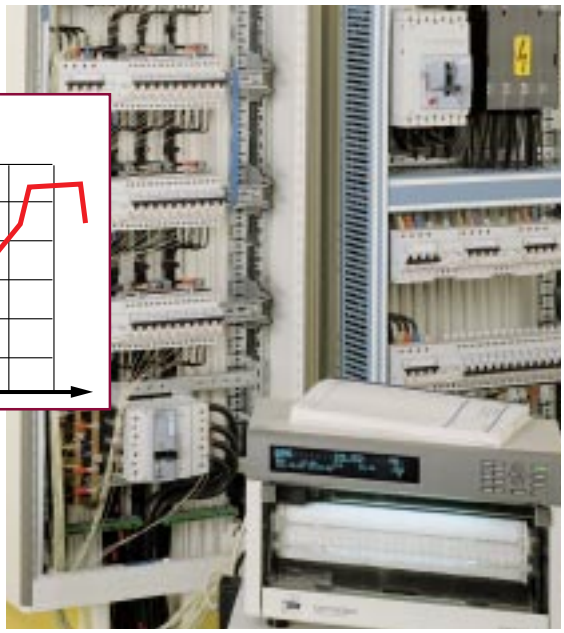
Para facilitar este planteamiento, las páginas que siguen proponen numerosas soluciones de configuraciones que permiten para cada aparato de tipo DX, DPX, DMX, Vistop, efectuar una elección en términos de volumen utilizado (altura del plastrón), de facilidad de conexión (respeto del radio de curvaturas de los conductores), de seguridad (distancia de aislamiento y volumen necesario para la distensión de los gases en caso de cortocircuito).
El capítulo II.E.1 se dedica a los conjuntos hasta 1600 A en las que las posibilidades de montaje (vertical, horizontal), conexión (adelante, atrás), tipo y versiones de aparatos son múltiples.
El capítulo II.E.2 se consagra específicamente a la integración de aparatos DMX que permiten constituir conjuntos hasta a 4000 A. En este ámbito de potencias, la diversidad de los aparatos es más reducida, por el contrario la configuración de los juegos de barras es esencial a una concepción racional. El capítulo II.E.3, fiel al espíritu de esta guía, propone dos gestiones de estimación del balance térmico. Su elección dependerá del grado de precisión deseado
- La estimación simplificada y global consiste, en un enfoque original, en comprobar la adecuación de principio entre la dimensión del envolvente y la intensidad de cabeza. Es suficiente en la mayoría de los casos
- El método de cálculo, riguroso y también más pesado, permite obtener con una gran precisión la potencia de disipación de cualquier envolvente, cualesquiera que sean sus condiciones de instalación. Integrada a este "enfoque cálculo", la determinación de la potencia disipada por los aparatos y el cableado permite considerar sus efectos térmicos respectivos a los cuales se aplican distintos factores de corrección (simultaneidad, utilización, extensión...).
Y para que este concepto de balance térmico sea completo y sobre todo útil, las precauciones que deben tomarse en caso de funcionamiento en condiciones límite son:
- anormalmente elevada temperatura ambiente
- factor de carga inusual











La integración creciente de nuevas funciones eléctricas, la compactibilidad de los aparatos y el aumento constante de las potencias instaladas confirman la necesidad de efectuar un verdadero "balance térmico" de los tableros y conjuntos, a partir de su concepción.

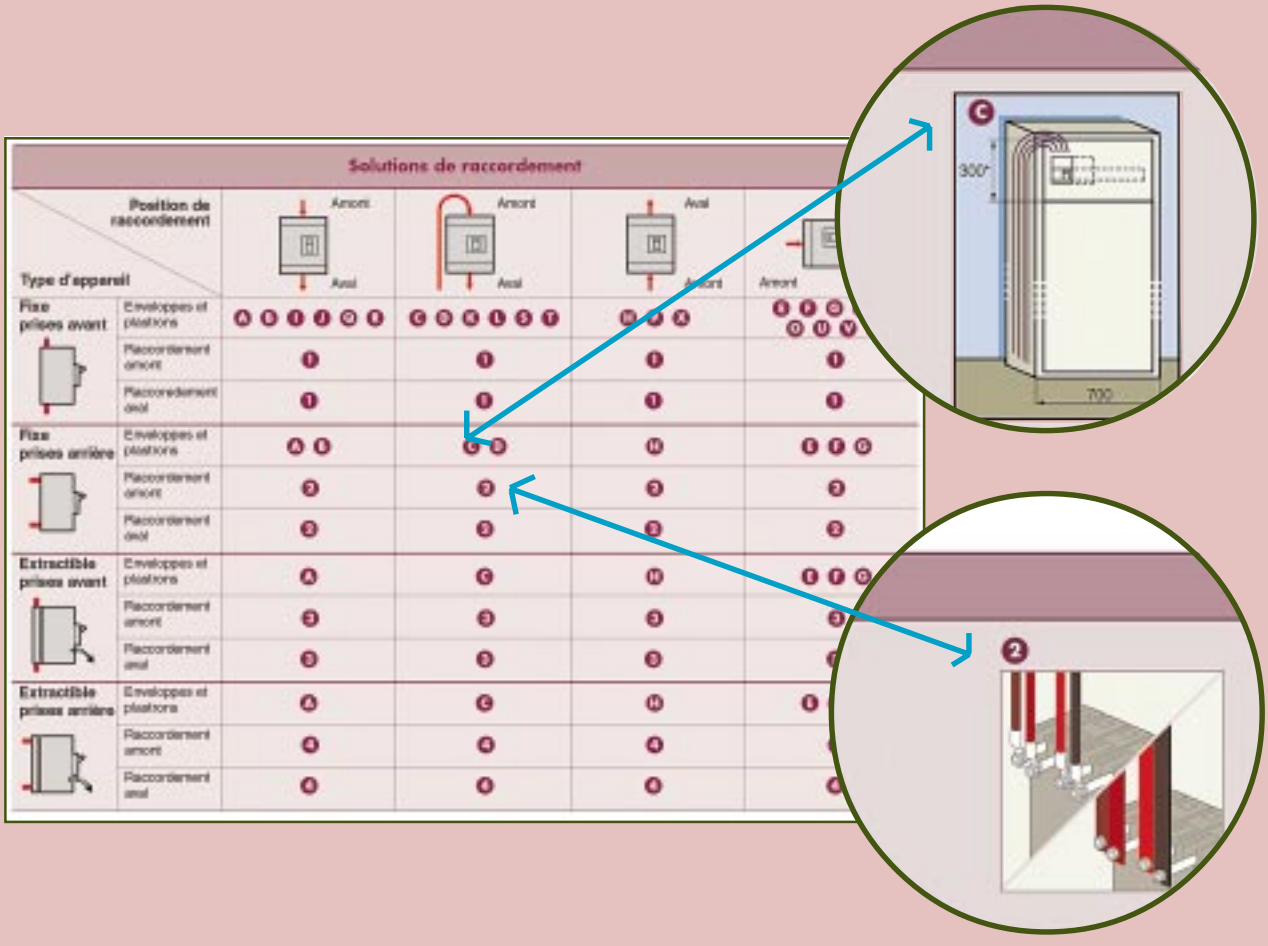
La configuración de los conjuntos hasta 1600 A

En los conjuntos de distribución de pequeña y media potencia, las combinaciones, versiones y adaptaciones a este punto se diversifican, lo que hace, que sea completamente imposible describirlos todas. Sin embargo, las configuraciones propuestas en las páginas siguientes constituyen las normas básicas.

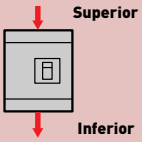
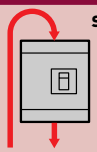
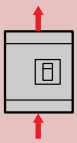
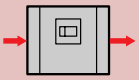
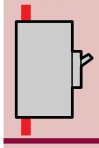
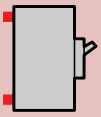
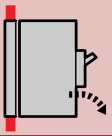
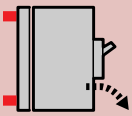
Un tablero presenta todas las soluciones de conexión propuestas por tipo de aparato: tomas anteriores o posteriores, aparatos desenchufables, versiones extraíbles.

Para cada una ellas:
- por medio de una letra, lo envía a un cuadro de dimensiones de los envolventes con esquemas numerados y con la indicación de los plastrones que deben utilizarse para cada una ellas.
- por una cifra lo envía a las ilustraciones de las distintas soluciones de conexión posibles y a las referencias de los accesorios necesarios.

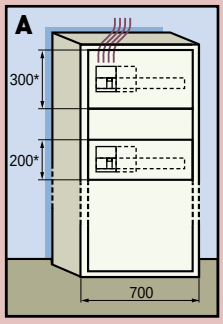
Zonas de carga de un conductor



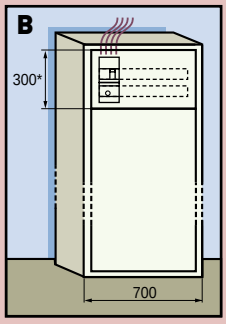
1 DPX 125

Soluciones de conexión					
Tipo de aparato / Lugar de conexión					
Fijo, conexión anterior 	Envolventes y placas	A B I J Q R	C D K L S T	H P X	E F G M N O U V W
	Conexión superior	1	1	1	1
	Conexión inferior	1	1	1	1
Fijo, conexión posterior 	Envolventes y placas	A B	C D	H	E F G
	Conexión superior	2	2	2	2
	Conexión inferior	2	2	2	2
Enchufable, conexión anterior 	Envolventes y placas	A	C	H	E F G
	Conexión superior	3	3	3	3
	Conexión inferior	3	3	3	3
Enchufable, conexión posterior 	Envolventes y placas	A	C	H	E F G
	Conexión superior	4	4	4	4
	Conexión inferior	4	4	4	4

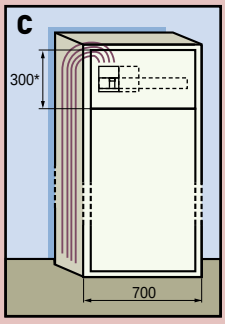
Dimensiones de envolventes y placas - Armarios XL 400 - 600 y XL-A 400-600-800



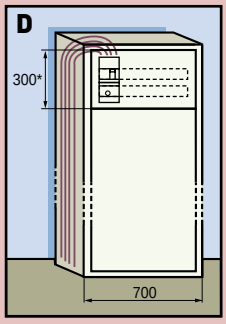
*Con o sin diferencial lateral



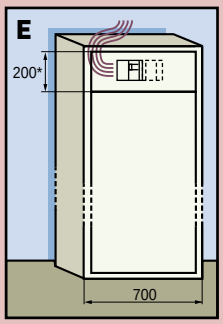
*Con diferencial aval



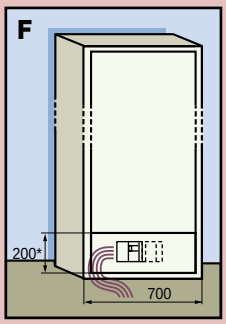
*Con o sin diferencial lateral



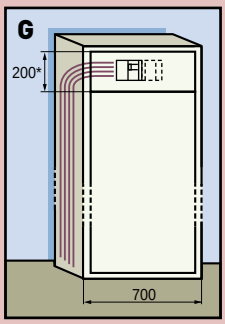
*Con diferencial aval



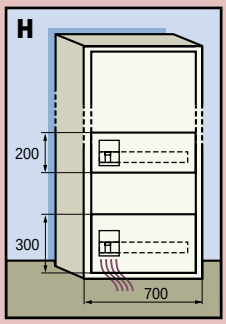
*Con o sin diferencial aguas abajo



*Con o sin diferencial aguas abajo

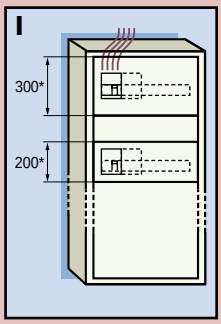


*Con o sin diferencial aguas abajo

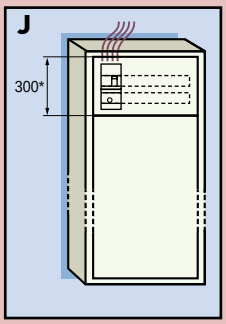


*Sin diferencial

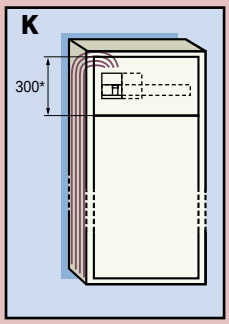
Dimensiones de envolventes y placas - Cajas XL 135, cajas y armarios XL 195



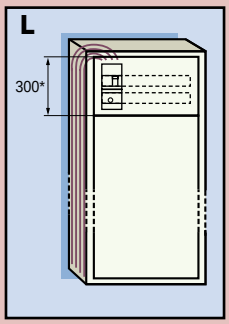
*Con o sin diferencial lateral



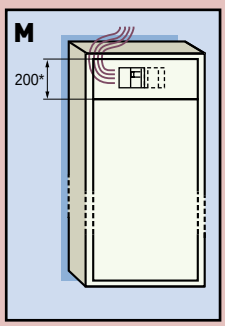
*Con diferencial abajo



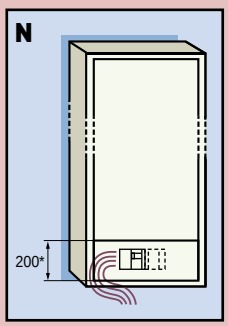
*Con o sin diferencial lateral



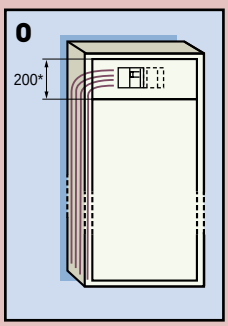
*Con diferencial abajo



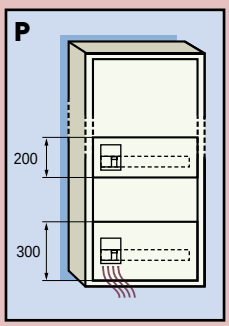
*Con o sin diferencial abajo



*Con o sin diferencial abajo

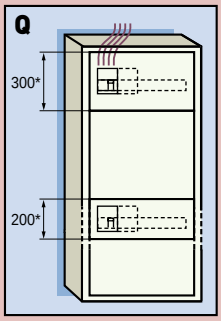


*Con o sin diferencial abajo

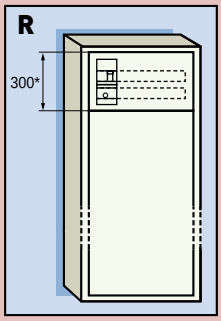


*Sin diferencial

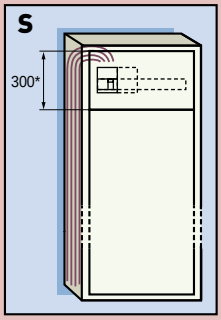
Dimensiones de envolventes y placas - Cajas 405 XL - A - 250



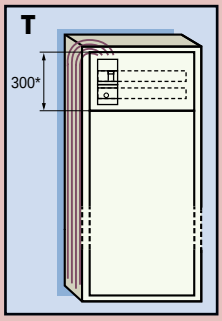
*Con o sin diferencial lateral



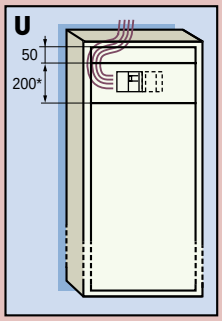
*Con diferencial aguas abajo



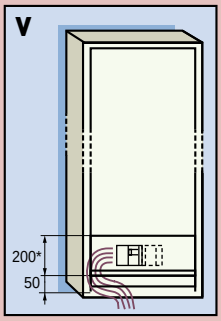
*Con o sin diferencial lateral



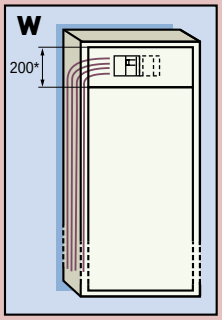
*Con diferencial aguas abajo



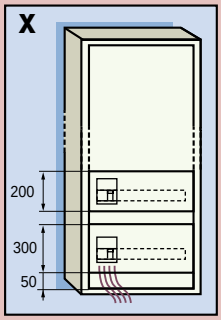
*Con o sin diferencial aguas abajo



*Con o sin diferencial aguas abajo



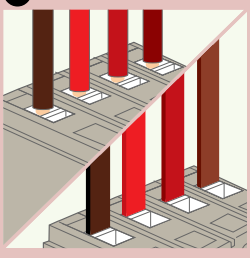
*Con o sin diferencial aguas abajo



*Sin diferencial

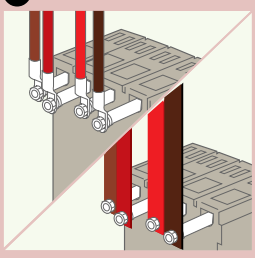
Conexión anterior / posterior

1



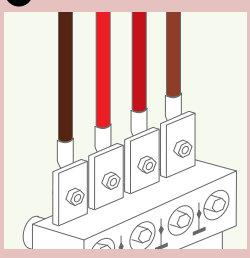
Conexión directa de cables o barras mediante bornes de jaula incluidas en el aparato

2



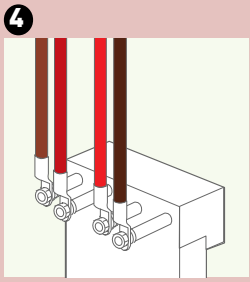
Conexión de terminales o barras mediante tomas traseras de tornillo ref. 263 00/01

3



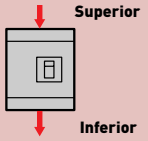
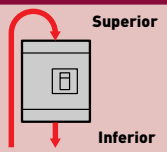
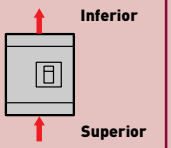
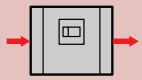
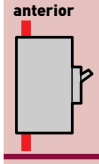
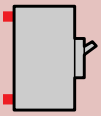
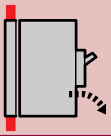
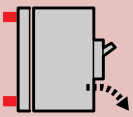
Conexión mediante barras a las zonas de conexión integradas en la base fija ref. 263 02/04

4

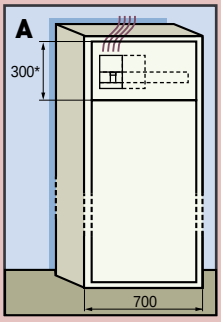


Conexión por terminales o barras a las tomas traseras de tornillo integradas en base fija ref. 263 03/05

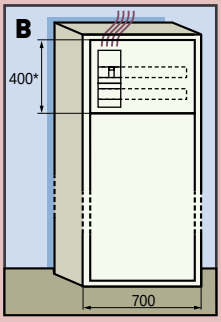
2 DPX 160

Soluciones de conexión					
Lugar de conexión / Tipo de aparato					
Fijo, conexión anterior 	Envolventes y placas	A B I J Q R	C D K L S T	H P X	E F G M N O U V W
	Conexión superior	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
	Conexión inferior	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Fijo, conexión posterior 	Envolventes y placas	A B	C D	H	E F G
	Conexión superior	5	5	5	5
	Conexión inferior	5	5	5	5
Enchufable, conexión anterior 	Envolventes y placas	A	C	H	E F G
	Conexión superior	6	6	6	6
	Conexión inferior	6	6	6	6
Enchufable, conexión posterior 	Envolventes y placas	A	C	H	E F G
	Conexión superior	7	7	7	7
	Conexión inferior	7	7	7	7

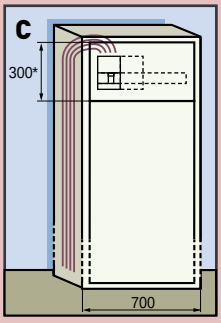
Dimensiones de envolventes y placas - Armarios XL 400 - 600 y XL-A- 400-600-800



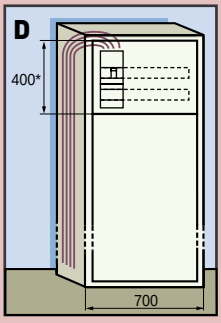
*Con o sin diferencial lateral



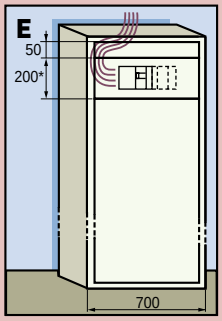
*Con diferencial aguas abajo



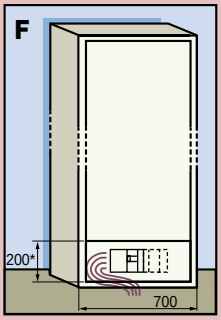
*Con o sin diferencial lateral



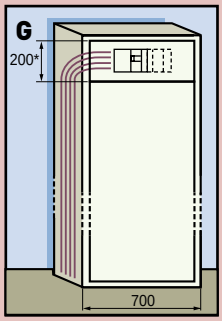
*Con diferencial aguas abajo



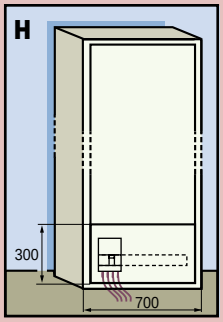
*Con o sin diferencial aguas abajo



*Con o sin diferencial aguas abajo

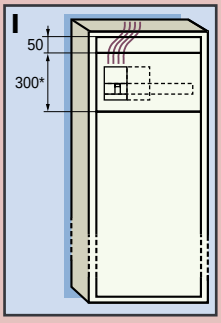


*Con o sin diferencial aguas abajo

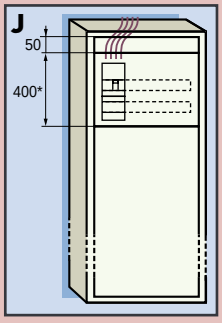


*Sin diferencial

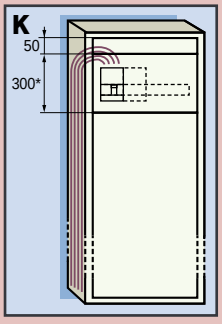
Dimensiones de envolventes y placas - Cajas y armarios XL 195



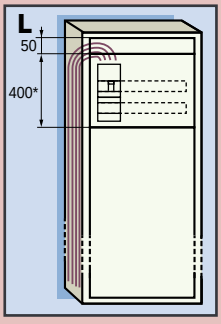
*Con o sin diferencial lateral



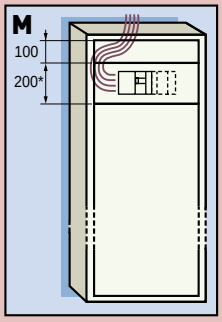
*Con diferencial aguas abajo



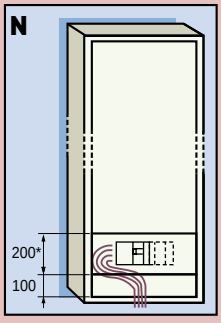
*Con o sin diferencial lateral



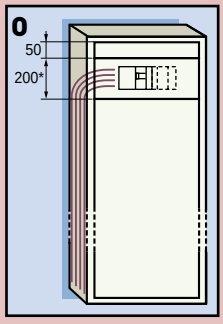
*Con diferencial aguas abajo



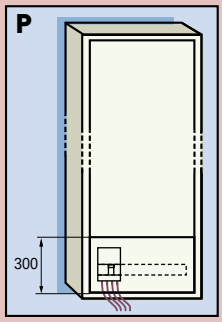
*Con o sin diferencial



*Con o sin diferencial aguas abajo

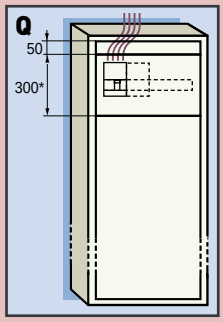


*Con o sin diferencial aguas abajo

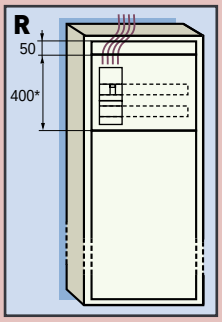


*Sin diferencial

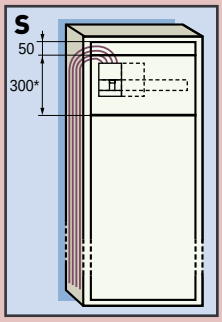
Dimensiones de envolventes y placas - Cajas y armarios XL 250



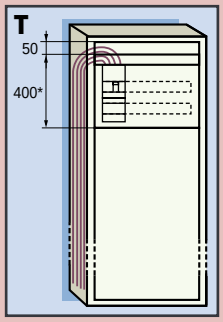
*Con o sin diferencial lateral



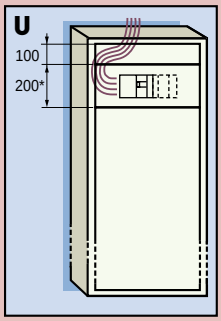
*Con diferencial aguas abajo



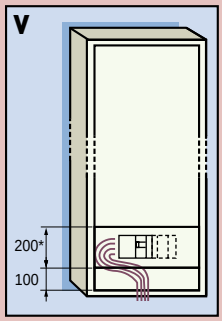
*Con o sin diferencial lateral



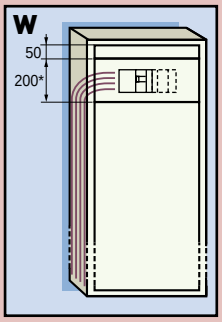
*Con diferencial aguas abajo



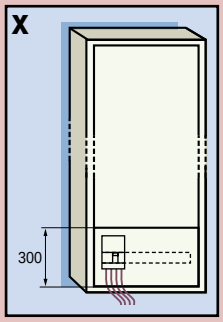
*Con o sin diferencial



*Con o sin diferencial aguas abajo



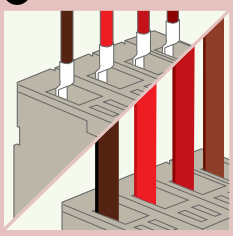
*Con o sin diferencial aguas abajo



*Sin diferencial

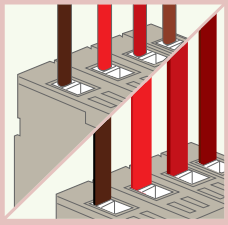
Conexión anterior / inferior

1



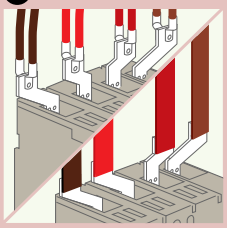
Conexión directa de un terminal o una barra a una zona de conexión

2



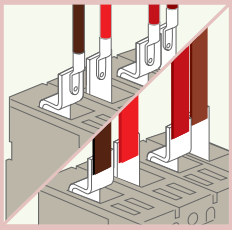
Conexión directa de cable o una barra mediante la borne de jaula ref. 262 18

3



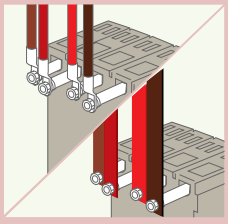
Conexión de dos terminales o de barras mediante expansores ref.262 17.

4



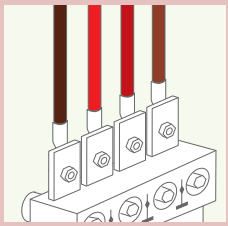
Conexión de terminales o barras mediante adaptadores de terminales ref.262 19

5



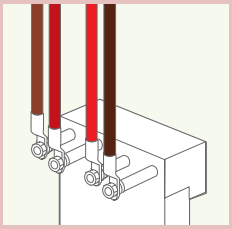
Conexión de terminales o barras mediante conexión posterior de tornillo ref 263 10/11

6



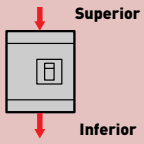
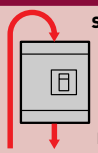
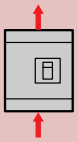
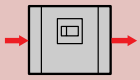
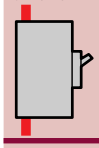
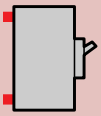
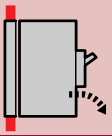
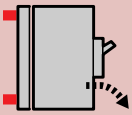
Conexión de terminales o barras a las zonas de conexión integradas en la base fija ref. 263 33/35

7

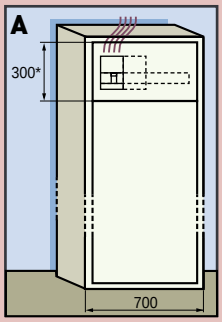


Conexión de terminales o barras a la conexión posterior de tornillo integradas en la base fija ref. 263 13/15

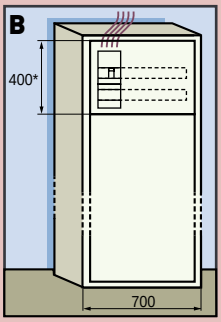
3 DPX 250 ER

Soluciones de conexión					
Tipo de aparato / **Lugar de conexión**					
Fijo, conexión anterior 	Envolventes y placas	A B I J Q R	C D K L S T	H P X	E F G M N O U V W
	Conexión superior	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 4
	Conexión inferior	1 2 3 4 9 10	1 2 3 4 9 10	1 2 3 4 10	1 2 3 8
Fijo, conexión posterior 	Envolventes y placas	A B	C D	H	E F G
	Conexión superior	5	5	5	5
	Conexión inferior	5	5	5	5
Enchufable, conexión anterior 	Envolventes y placas	A	C	H	E F G
	Conexión superior	6	6	6	6
	Conexión inferior	6	6	6	6
Enchufable, conexión posterior 	Envolventes y placas	A	C	H	E F G
	Conexión superior	7	7	7	7
	Conexión inferior	7	7	7	7

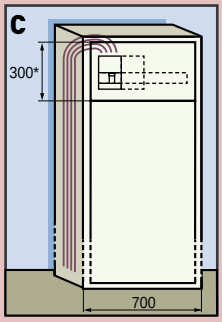
Dimensiones de envolventes y placas - Armarios XL 400 - 600 y XL-A 400-600-800



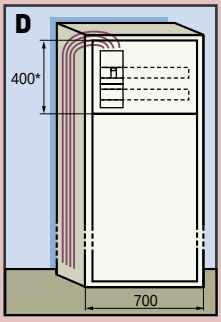
*Con o sin diferencial aguas abajo



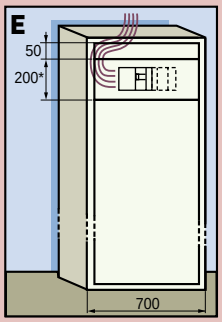
*Con diferencial aguas abajo



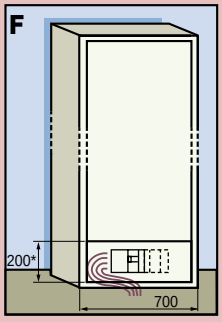
*Con o sin diferencial lateral



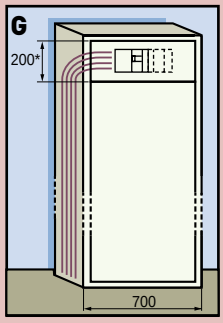
*Con diferencial aguas abajo



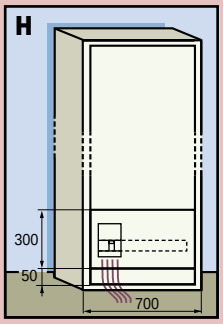
*Con o sin diferencial aguas abajo



*Con o sin diferencial aguas abajo

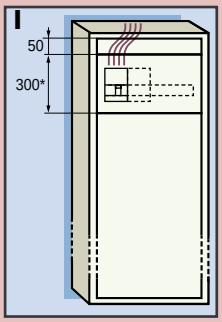


*Con o sin diferencial aguas abajo

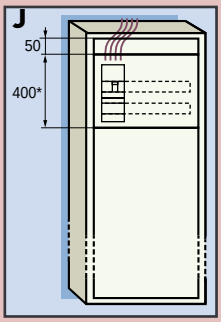


*Sin diferencial

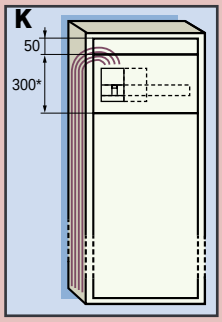
Dimensiones de envolventes y placas - Cajas y armarios XL 195



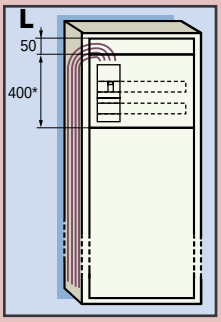
*Con o sin diferencial lateral



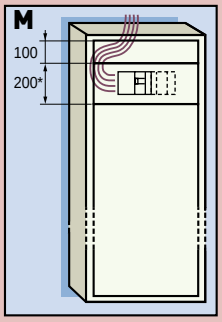
*Con diferencial aguas abajo



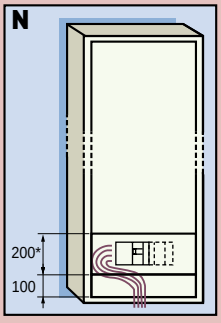
*Con o sin diferencial lateral



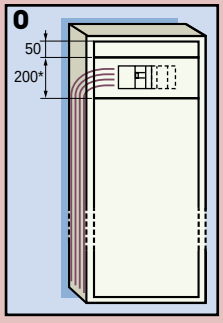
*Con diferencial aguas abajo



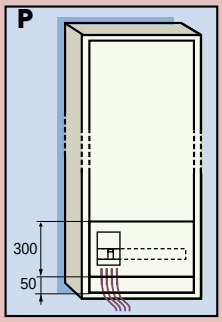
*Con o sin diferencial posterior



*Con o sin diferencial aguas abajo



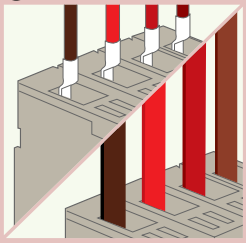
*Con o sin diferencial aguas abajo



*Sin diferencial

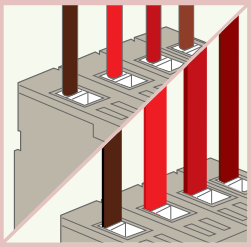
Conexión anterior / inferior

1



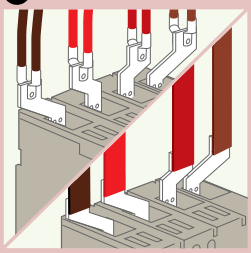
Conexión directa de un terminal o una barra a una zona de conexión

2



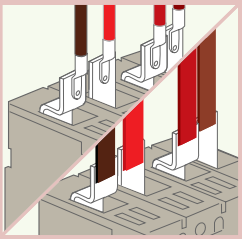
Conexión directa de un cable o una barra mediante el borne de jaula
ref. 262 35

3



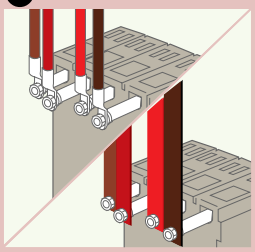
Conexión de dos terminales o de barras mediante expansiones ref. 262 90/91. Posición vertical: 2 aparatos por fila como máximo. Posición horizontal: se aconseja canalización de cable para XL 195

4



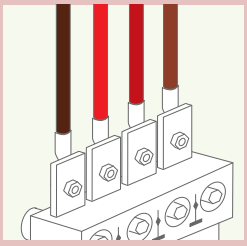
Conexión de terminales o barras mediante adaptadores de terminales
ref. 262 31

5



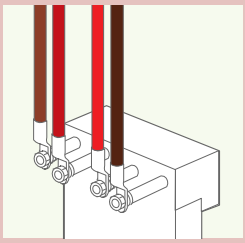
Conexión de terminales o barras mediante conexión posterior de tornillo
ref. 263 31/32

6



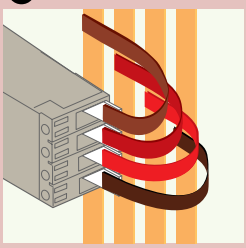
Conexión de terminales o barras a las zonas de conexión integradas en la base fija ref. 263 33/35

7



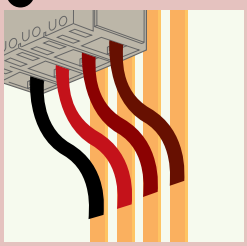
Conexión de terminales o barras a la conexión posterior de tornillo integradas en la base fija
ref. 263 34/36

8



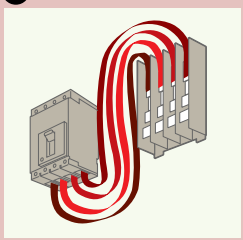
Alimentación de un juego de barras de fondo mediante barras flexibles. Conexión directa o mediantes las ref. 262 33/34. 262 31, 262 32 o la base fija 263 33/35

9



Alimentación de un juego de barras de fondo mediante barras flexibles en conexión directa

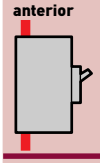
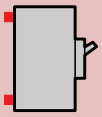
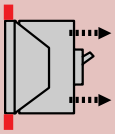
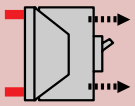
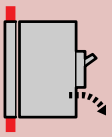
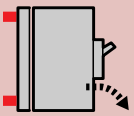
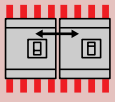
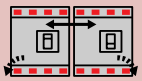
10



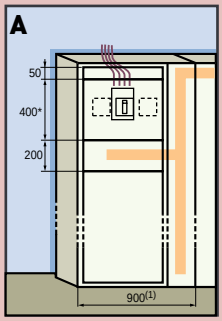
Alimentación de un repartidor de fondo mediante barras flexibles en conexión directa

4 DPX 250

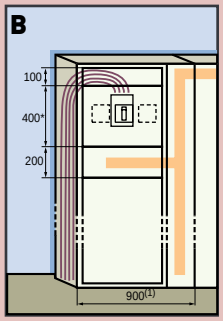
Soluciones de conexión

Tipo de aparato / Lugar de conexión		Superior / Inferior	Superior / Inferior	Inferior / Superior	Superior / Inferior
Fijo, conexión anterior 	Envolventes y placas	A E M N O	B F P	A E M N O Invertidos	C D
	Conexión superior	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
	Conexión inferior	1 2 3 4 5 10	1 2 3 4 5 10	1 2 3 4 5 10 11 12 14	1 2 3 4 5 9 13
Fijo, conexión posterior 	Envolventes y placas	A E	B F	A E Invertidos	C D
	Conexión superior	6	6	6	6
	Conexión inferior	6	6	6	6
Extraíble, conexión anterior 	Envolventes y placas	J	L	J Invertidos	K
	Conexión superior	7	7	7	7
	Conexión inferior	7 10	7	7	7 9
Extraíble, conexión posterior 	Envolventes y placas	J	L	J Invertidos	K
	Conexión superior	8	8	8	8
	Conexión inferior	8	8	8	8
Enchufable, conexión anterior 	Envolventes y placas	J	L	J Invertidos	K
	Conexión superior	7	7	7	7
	Conexión inferior	7 10	7	7	7 9
Enchufable, conexión posterior 	Envolventes y placas	J	L	J Invertidos	K
	Conexión superior	8	8	8	8
	Conexión inferior	8	8	8	8
Inversor de fuente fija, conexión anterior 	Envolventes y placas	G H I		G H I Invertidos	
	Conexión superior	1 2 4 5		1 2 4 5	
	Conexión inferior	1 2 4 5 10		1 2 4 5 10	
Inversor de fuente enchufable, conexión posterior 	Envolventes y placas	G H I		G H I Invertidos	
	Conexión superior	6		6	
	Conexión inferior	6		6	

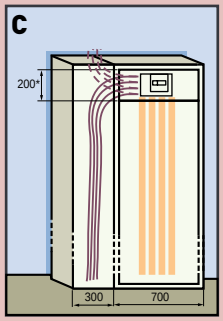
Dimensiones de envolventes y placas - Armarios XL 400-600 y XL-A 400-600-800



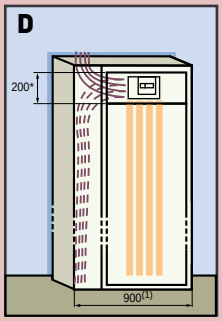
*550 con diferencial



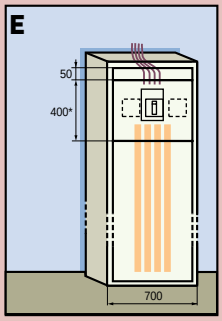
*550 con diferencial



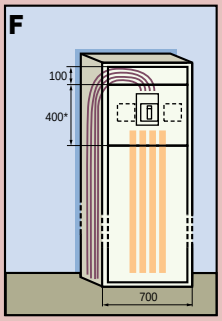
*Con o sin diferencial



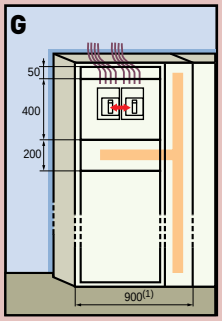
*Con o sin diferencial

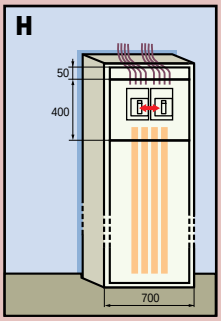


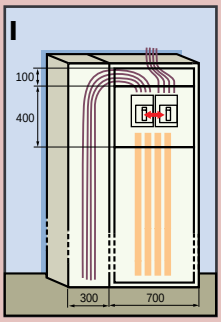
*550 con diferencial

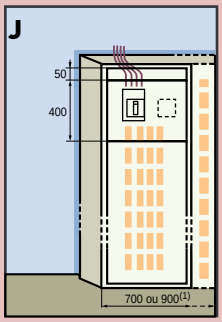


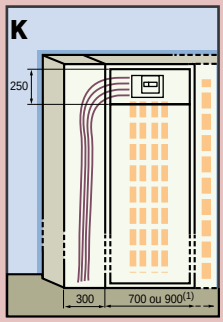
*550 con diferencial

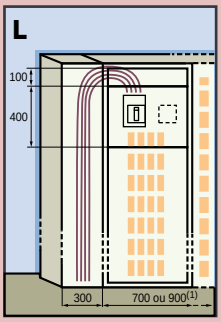






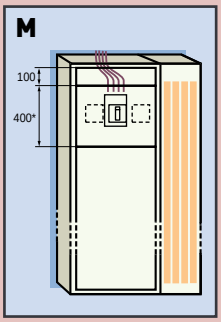




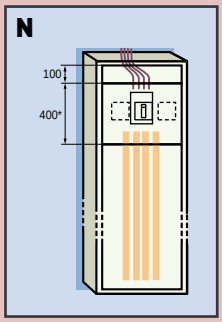


(1) 1.000 para los armarios XL-A 400/600

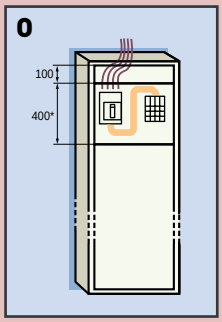
Dimensiones de envolventes y placas - Cajas y armarios XL 195



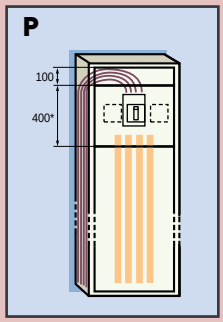
*550 con diferencial



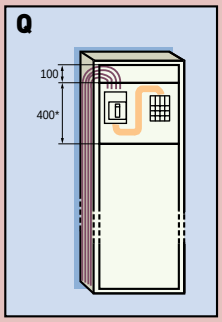
*550 con diferencial



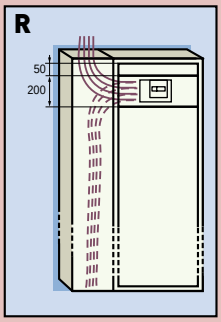
*Con repartidor ref. 374 00
*550 con diferencial

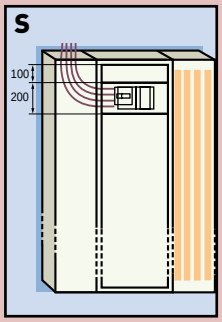


*550 con diferencial

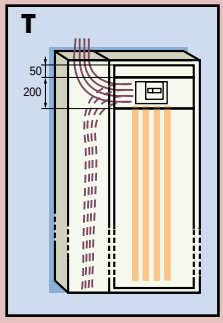


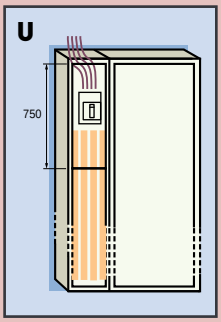
*Con repartidor ref. 374 00
*550 con diferencial

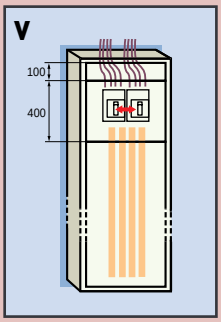




*Con diferencial

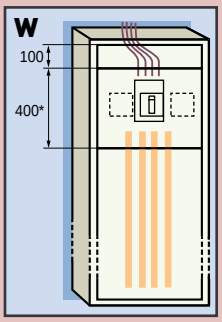




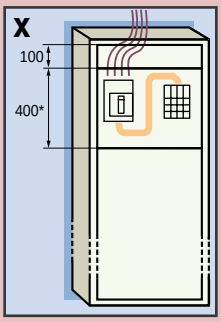


*Sin mando a distancia.
Perfiles transversales del dispositivo ref. 092 07 fijados a la superficie trasera de los montantes XL

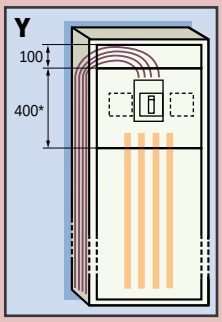
Dimensiones de envolventes y placas - Cajas XL - A 250



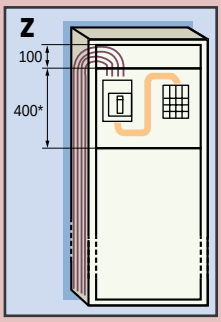
*550 con diferencial



*Con repartidor ref. 374 00
*550 con diferencial

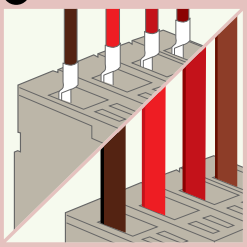


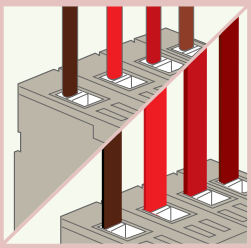
*550 con diferencial

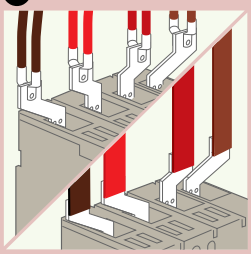


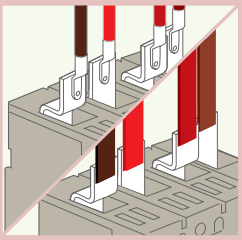
*Con repartidor ref. 374 00
*550 con diferencial

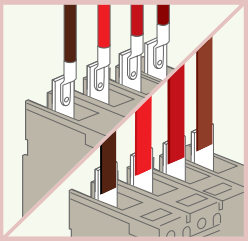
Conexión anterior / inferior

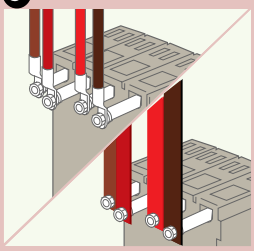
1

Conexión directa de un terminal o una barra a una zona de conexión

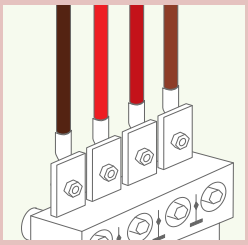
2

Conexión directa de un cable o una barra mediante el borne de jaula
ref. 262 35

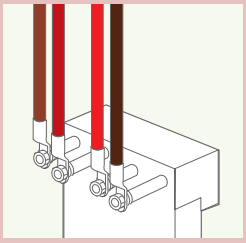
3

Conexión de dos terminales o de barras mediante expansiones ref. 262 33/34. Posición vertical: 1 solo aparato por fila como máximo. Posición horizontal: se aconseja canalización de cable para XL 195

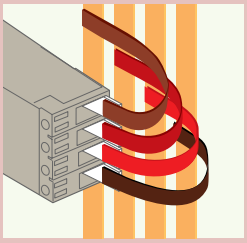
4

Conexión de terminales o barras mediante adaptadores de terminales
ref. 262 31

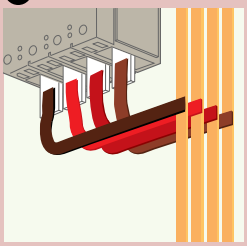
5

Conexión de terminales o barras mediante prolongadores de zona de conección
ref. 262 32

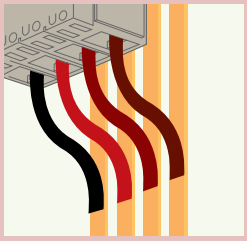
6

Conexión de terminales o barras mediante conexión posterior de tornillo
ref. 263 31/32

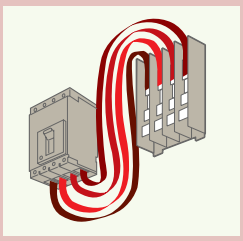
7

Conexión de terminales o barras a las zonas de conexión integradas en la base fija
ref. 263 33/35

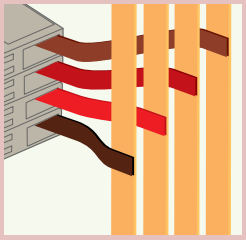
8

Conexión de terminales o barras a la conexión posterior de tornillo integradas en la base fija
ref. 263 34/36.

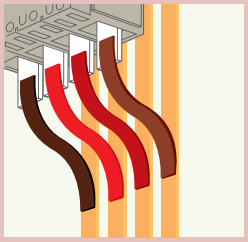
9

Alimentación de un juego de barras de fondo mediante barras flexibles en conexión directa o mediante las ref. 262 33/34, 262 31, 262 32 o la base fija 263 33/35

10

Alimentación de un juego de barras en canalización con barras flexibles en conexión directa o mediante base fija
ref. 263 33/35

11

Alimentación de un juego de barras de fondo mediante barras flexibles en conexión directa

12

Alimentador de un repartidor mediante barras flexibles en conexión directa

13

Alimentación de un juego de barras con funda mediante barras flexibles en conexión directa

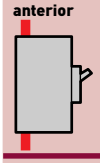
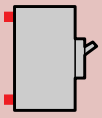
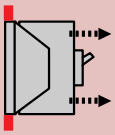
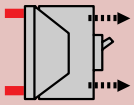
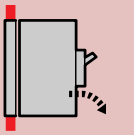
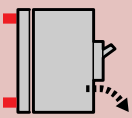
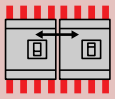
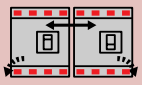
14

Alimentación de un juego de barras en canalización mediante barras flexibles en conexión directa con el aparato de cabeza en la canalización

15

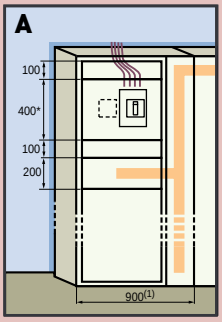
Alimentación de un juego de barras de fondo de armario mediante barras flexibles en conexión directa

4 DPX 630

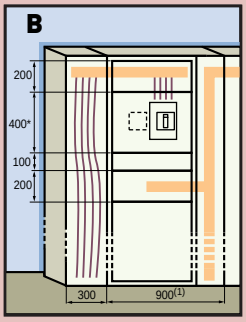
Soluciones de conexión

Tipo de aparato / Lugar de conexión		Superior / Inferior	Superior / Inferior	Inferior / Superior	Superior / Inferior
Fijo, conexión anterior 	Envolventes y placas	A E T M O U S L	B F P	D E U M O S T Invertidos	C G H N Q R
	Conexión superior	1 2 3 4 5 6 9	1 2 3 4 5 6 10	1 2 3 4 5 6 9	1 2 3 4 5 6 23
	Conexión inferior	1 2 3 4 5 6 14 15 18	1 2 3 4 5 6 14 15 18	1 2 3 4 5 6 14 15 18	1 2 3 4 5 6 20 22 23
Fijo, conexión posterior 	Envolventes y placas	A E	B F	D E Invertidos	C G H
	Conexión superior	7 8 11 12	7 8 11 12	7 8 11 12	7 8 11 12
	Conexión inferior	7 8 16 17 19	7 8 16 17 19	7 8 16 17 19	7 8 21
Seccionable, conexión anterior 	Envolventes y placas	A E L	B F	D E L Invertidos	C G H
	Conexión superior	24 9	24 10	24 9	24
	Conexión inferior	24 14 15 18	24 14 15 18	24 14 15 18	24 20 22
Extraíble, conexión posterior 	Envolventes y placas	A E	B F	D E Invertidos	C G H
	Conexión superior	24 11 12	25 13	25 11 12	25
	Conexión inferior	25 16 17 19	25 16 17 19	25 16 17 19	24 21
Enchufable, conexión anterior 	Envolventes y placas	A E L	B F	D E L Invertidos	C G H
	Conexión superior	24 9	24 10	24 9	24
	Conexión inferior	24 14 15 18	24 14 15 18	24 14 15 18	24 20
Enchufable, conexión posterior 	Envolventes y placas	A E	B F	D E Invertidos	C G H
	Conexión superior	25 11 12	25 13	25 11 12	25
	Conexión inferior	25 16 17 19	25 16 17 19	25 16 17 19	25 21
Inversor de fuente fija, conexión anterior 	Envolventes y placas	I J		K I J Invertidos	
	Conexión superior	Combinaciones según los casos: 1 2 3 4 5 6 ó 7 8 11 12		1 2 3 4 5 6 7 8 11 12	
	Conexión inferior	Combinaciones según los casos: 1 2 3 4 5 6 ó 7 8 16 17 19		1 2 3 4 5 6 7 8 16 17 19	
Inversor de fuente enchufable, conexión posterior 	Envolventes y placas	J	L	K	
	Conexión superior	7 8 11 12	7 8 13	7 8	
	Conexión inferior	7 6 16 17 19	7 6 16 17 19	7 6 16 17	

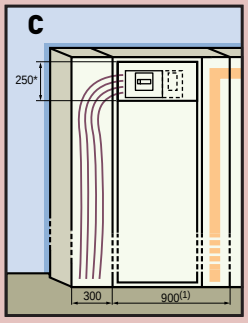
Dimensiones de envolventes y placas - Armarios XL 400-600 y XL-A 400-600-800



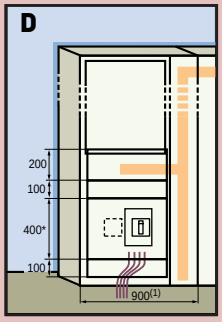
*550 con diferencial



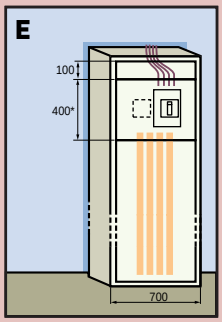
*550 con diferencial



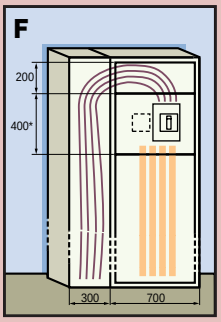
*Con o sin diferencial si el montaje es sobre ref. 095 67 preveer un plastrón altura 50 sobre el aparato



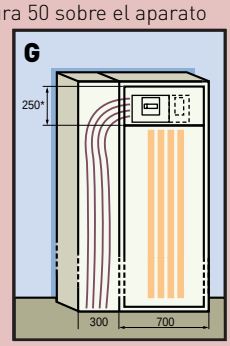
*550 con diferencial



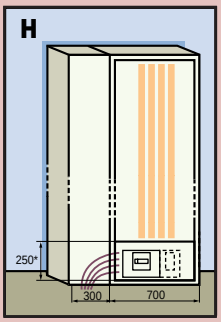
*550 con diferencial



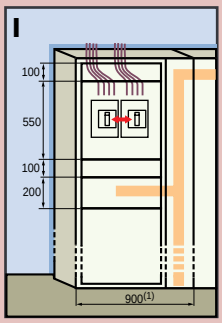
*550 con diferencial

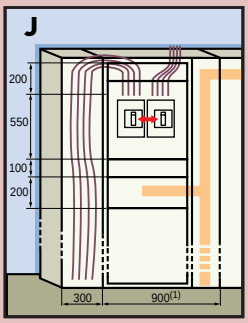


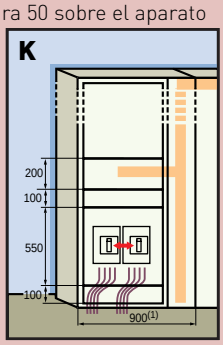
*Con o sin diferencial si el montaje es sobre ref. 095 67 preveer un plastrón altura 50 sobre el aparato

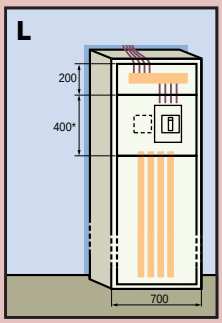


*Con o sin diferencial





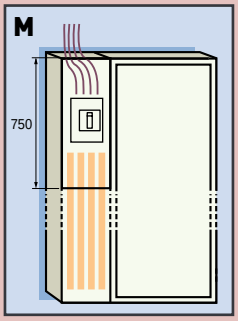


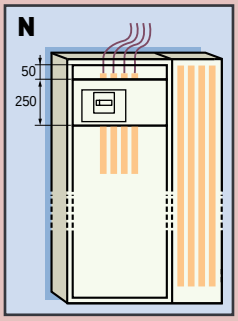


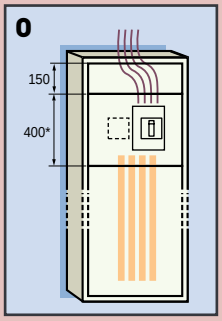
*550 con diferencial

(1) 1.000 para los armarios XL-A 400/600

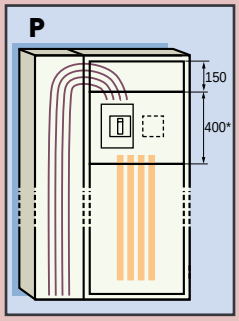
Dimensiones de envolventes y placas - Cajas y Armarios XL 195



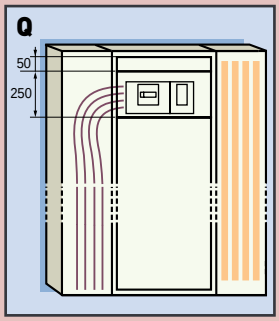




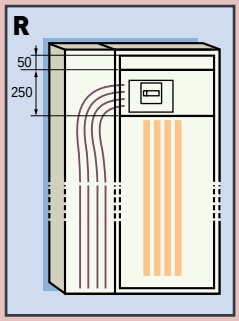
*550 con diferencial



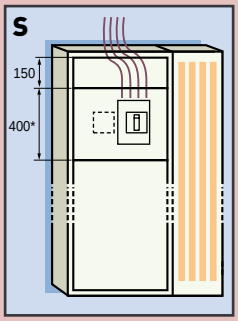
*550 con diferencial



*Con o sin diferencial



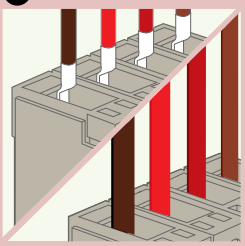
*Sin diferencial



*550 con diferencial

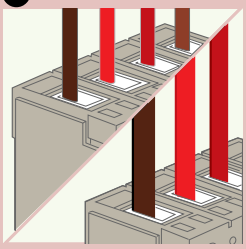
Conexión anterior / posterior

1



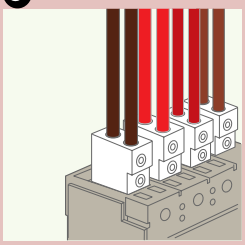
Conexión directa de un terminal o una barra a una zona de conexión

2



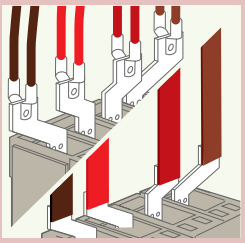
Conexión directa de un cable o una barra mediante el borne de conexión ref. 262 50

3



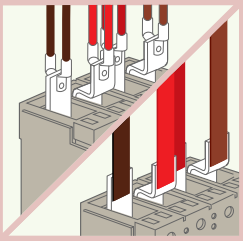
Conexión directa de dos cables mediante bornes de gran capacidad ref. 262 51

4



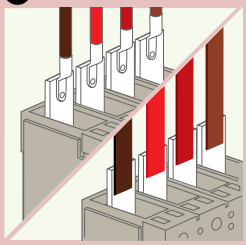
Conexión de uno o dos terminales o de barras mediante el expansor ref. 262 48/49. Posición vertical un solo aparato por fila. Posición horizontal:prever una placa de 50mm por encima y por debajo de la placa del aparato y una canalización de cables por la parte del expansor

5



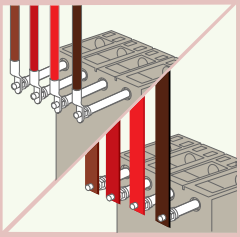
Conexión de uno o dos terminales o barras mediante el adaptador de terminales ref. 262 46

6



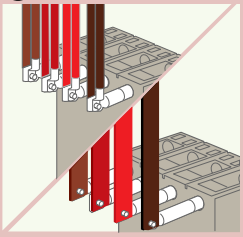
Conexión de uno o dos terminales o de barras me diante prolongador de zona de conexión ref. 262 47

7



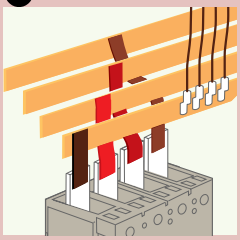
Conexión de terminales o barras mediante tomas traseras de tornillo ref. 263 50/51

8



Conexión de uno o dos terminales o de barras mediante tomas traseras de pletina ref. 269 52/53

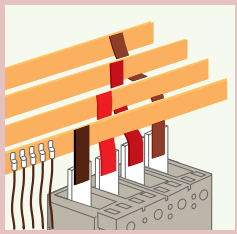
9



Realización de un juego de barras superior para los cables de alimentación. Conexión por barras flexibles y uso de prolongadores de zona de conección ref. 262 47, expansores ref. 262 48/49 o base fija ref. 263 54/60

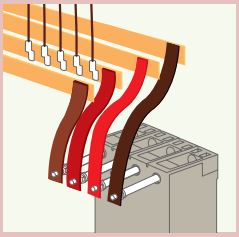
Conexión anterior / posterior

10



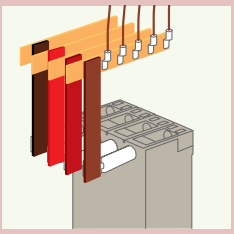
Realización de un juego de barras superior para los cables de alimentación. Conexión por barras flexibles y uso de prolongadores de zona de conexión ref. 262 47, expansores ref. 262 48/49 ó base fija ref. 265 54/60

11



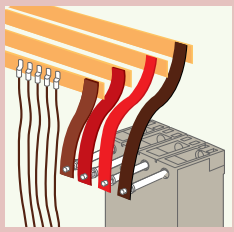
Realización de un juego de barras superior para los cables de alimentación. Conexión por barras flexibles y uso de tomas traseras de tornillo ref. 263 50/51, tomas traseras de pletina ref. 263 52/53 ó base fija ref. 263 56/62

12



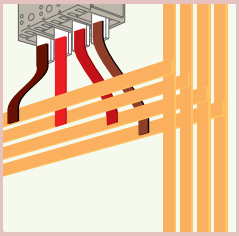
Realización de un juego de barras superior longitudinal para los cables de alimentación. Conexión por barras flexibles y uso de tomas traseras de pletina ref. 269 52/53, ó base fija ref. 263 56/62

13



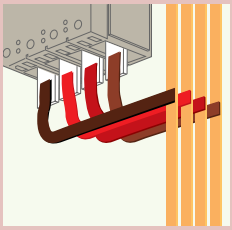
Realización de un juego de barras superior transversal para los cables de alimentación. Conexión por barras flexibles y uso de tomas traseras de tornillo ref. 263 50/51, tomas traseras de pletina ref. 263 52/53 ó base fija ref. 263 56/62

14



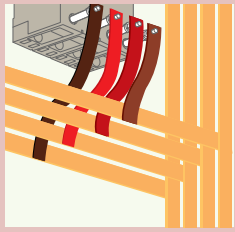
Alimentación de un juego de barras vertical mediante un juego de barras de transferencia. Conexión por barras flexibles y usos de prolongadores de zona de conexión ref. 262 47, expansores ref. 262 48/49 ó base fija ref. 265 54/60

15



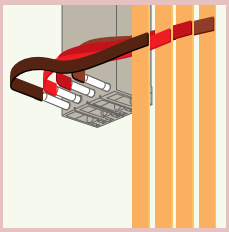
Alimentación de un juego de barras vertical mediante barras flexibles y uso de prolongadores de zona de conexión ref. 262 47, expansores ref. 262 48/49 ó base fija ref. 263 54/60

16



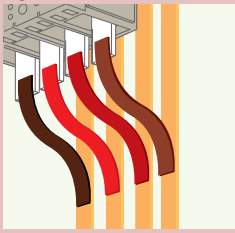
Alimentación de un juego de barras vertical mediante un juego de barras de transferencia. Conexión por barras flexibles y usos de tomas traseras de tornillo ref. 263 50/51, ó base fija ref. 269 56/62

17



Alimentación de un juego de barras vertical mediante barras flexibles y uso de tomas traseras de pletina ref. 263 52/53, ó base fija ref. 263 56/62

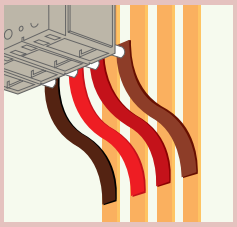
18



Alimentación de un juego de barras de fondo mediante barras flexibles y uso de prolongadores de zona de conexión ref. 262 47, expansores ref. 262 48/49 ó base fija ref. 263 54/60

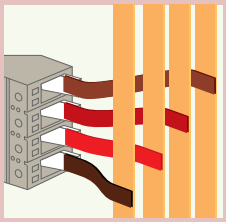
Conexión anterior / posterior

19



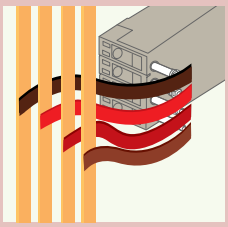
Alimentación de un juego de barras vertical mediante barras flexibles y uso de tomas traseras de tornillo ref. 263 52/53, ó base fija ref. 263 56/62

20



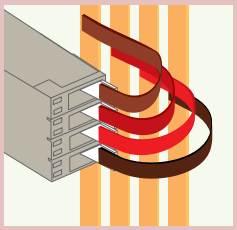
Alimentación de un juego de barras vertical mediante barras flexibles y utilización de prolongadores de zonas de conexión ref. 262 48/49, ó base fija ref. 263 54/60

21



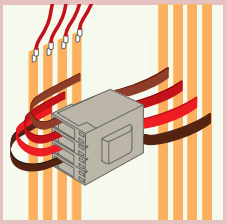
Alimentación de un juego de barras vertical mediante barras flexibles y uso de tomas traseras de tornillo ref. 263 50/51, tomas traseras de pletina ref. 263 52/53 ó base fija ref. 263 56/62

22



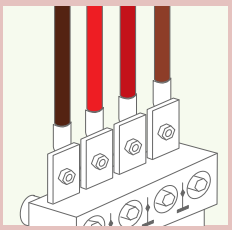
Alimentación de un juego de barras de fondo mediante barras flexibles y uso de prolongadores de zona de conexión ref. 262 47, expansores ref. 262 48/49 ó base fija ref. 263 54/60

23



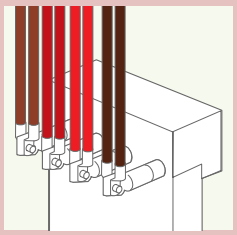
Alimentación de un juego de barras de fondo mediante barras flexibles. Salida DPX por barras flexibles para alimentar un juego de barras vertical en canalización

24



Alimentación mediante terminal vuelto detrás de la zona de conexión integrado en la base fija ref. 263 54/60 ó mediante barras

25

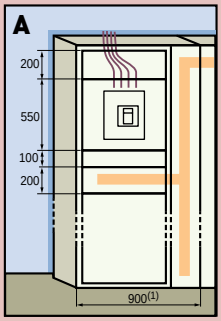


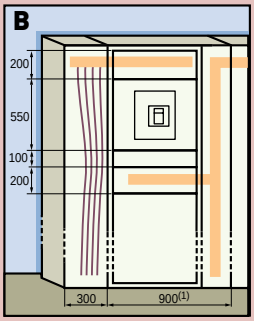
Alimentación mediante uno o dos terminales o barras a las tomas traseras de pletina integradas en la base fija ref. 263 56/62

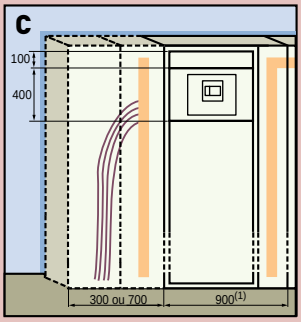
5 DPX 1600

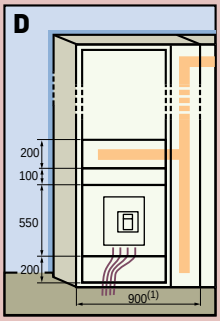
Soluciones de conexión					
Tipo de aparato / Lugar de conexión		Superior / Inferior	Superior / Inferior	Inferior / Superior	Superior / Inferior
Fijo, conexión anterior	Envolventes y placas	A F G M	B	D E F H O	C N
	Conexión superior	1 2 3	4	1 2 3	5 6 21
	Conexión inferior	7 17 19	7 17 19	7 17 19	11 18
Fijo, conexión posterior	Envolventes y placas	A	B	D E	C
	Conexión superior	8 9 10	13	8 9 10	14 16 20
	Conexión inferior	12	12	12	15 20
Extraíble, conexión anterior	Envolventes y placas	A F G M	B	D E F M O	
	Conexión superior	2 3	4	2 3	
	Conexión inferior	7 19	7 19	7 19	
Extraíble, conexión posterior	Envolventes y placas	A	B	D E	
	Conexión superior	8 9 10	13	8 9 10	
	Conexión inferior	12	12	12	
Extraíble, conexión anterior	Envolventes y placas				I J
	Conexión superior				6 5 21
	Conexión inferior				11
Extraíble, conexión posterior	Envolventes y placas				K L
	Conexión superior				16 22
	Conexión inferior				14 15 20
Inversor de fuente fija, conexión anterior	Envolventes y placas				I J
	Conexión superior				5 6 21
	Conexión inferior				11
Inversor de fuente seccionable, conexión posterior	Envolventes y placas				K L
	Conexión superior				16 20 22
	Conexión inferior				14 15 20

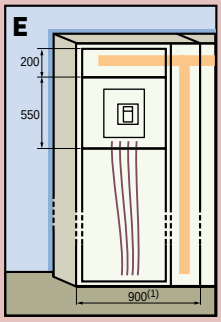
Dimensiones de envolventes y placas - Armarios XL 600 Y XL-A-600-800

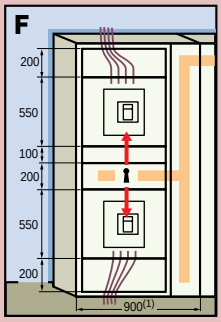




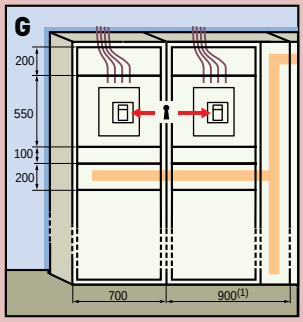




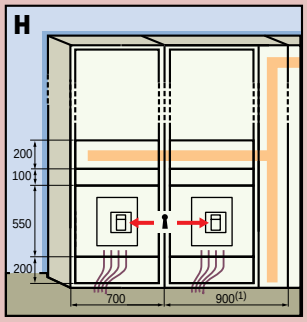




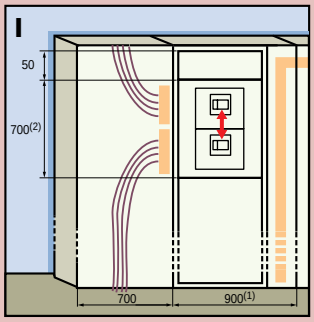
*Bloqueo con llave

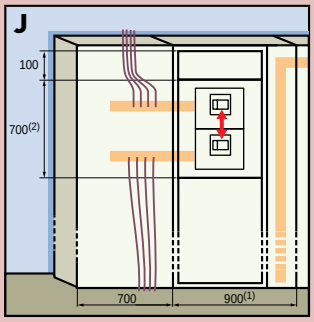


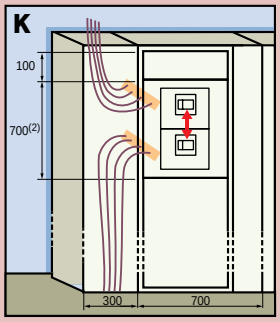
*Bloqueo con llave



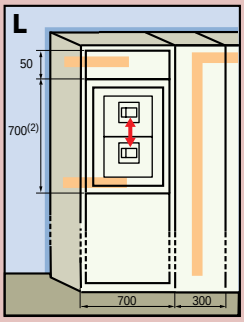
*Bloqueo con llave







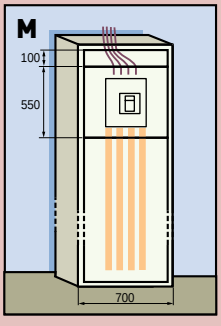
*XL-A 800 únicamente



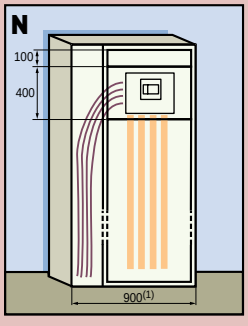
*XL-A únicamente

(1) 1.000 para armarios XL-A 400/600
(2) 900 para los inversores extraibles

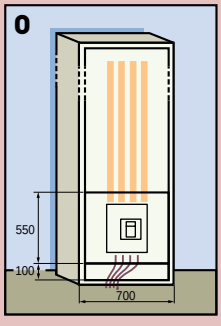
Dimensiones de envolventes y placas - Armarios XL 400-600 y XL-A 400-600-800



*630 A máximo



*630 A máximo

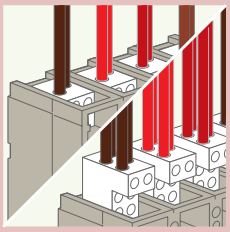


*630 A máximo

(1) 1.000 para armarios XL-A 400/600

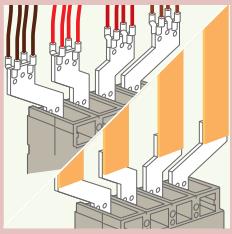
Conexión anterior / posterior

1



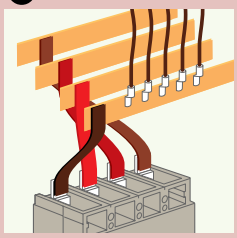
Conexión directa por cables con borne de conexión ref. 262 69/70

2



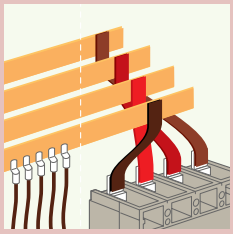
Conexión por 4 terminales o barras con expansores ref. 262 73/74

3



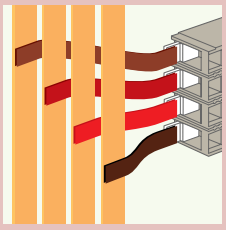
Realización de un juego de barra superior para más de 4 terminales por polo (300 mm²). Conexión mediante una o dos barras flexibles por polo ref. 374 57/58 y prolongador de zona de conexión ref. 262 67/68

4



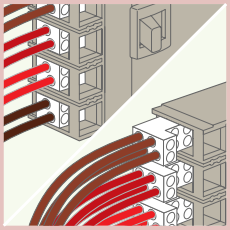
Realización de un juego de barras superior para más de 4 terminales por polo (300 mm²), prolongado en una canalización de 300 mm de anchura. Conexión mediante una o dos barras flexibles ref. 374 57/58 y prolongador de zona de conexión ref. 262 67/68

5



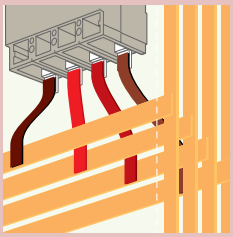
Realización de un juego de barras vertical en canalización de 300 mm de ancho. Conexión mediante una o dos barras flexibles por polo ref. 374 57/58 y prolongador de zona de conexión ref. 262 67/68

6



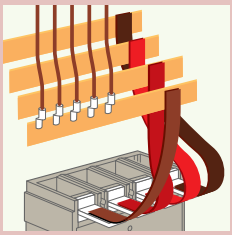
Conexión directa de los cables con borne de conexión ref. 262 69/70. Preveer una canalización de 300 mm de ancho para la llegada de los cables.

7



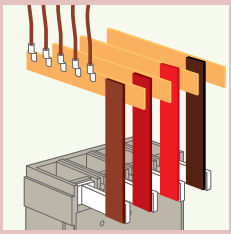
Alimentación de un juego de barras vertical instalado en el compartimiento integrado en el armario mediante un juego de barras de transferencia. Conexión mediante una o dos barras flexibles por polo ref. 374 57/58 y prolongador de zona de conexión ref. 262 67/68

8



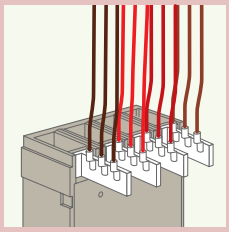
Realización de un juego de barras superior para más de cuatro terminales por polo. Conexión mediante una o dos barras flexibles por polo ref. 374 57/58 y tomas traseras cortas ref. 263 80/82

9



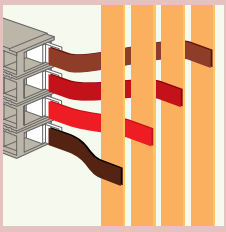
Realización de un juego de barras superior para más de cuatro terminales por polo. Conexión mediante una o dos barras rígidas por polo ref. 374 43/46 y tomas traseras largas ref. 263 81/83

10



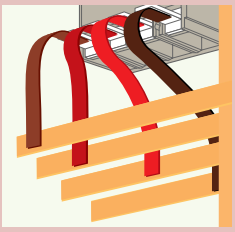
Conexión directa de tres terminales por polo mediante tomas traseras largas ref. 263 81/83

11



Alimentación de un juego de barras vertical instalado en el compartimiento integrado en el armario mediante una o dos barras flexibles por polo ref. 374 57/58 y prolongador de zona de conexión ref. 262 67/68

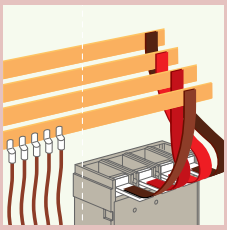
12



Alimentación de un juego de barras vertical instalado en el compartimiento integrado en el armario mediante un juego de barras de transferencia. Conexión mediante una o dos barras flexibles ref. 374 57/58 y tomas traseras cortas ref. 263 80/82.

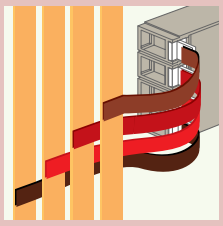
Conexión anterior / posterior

13



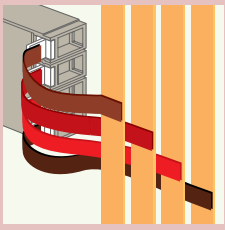
Confección de un juego de barras superior que recibe más de cuatro terminales por polos que se prolonga en una canaleta de 300 mm. de ancho. Conexión por una o dos barras flexibles por polo ref. 374 57/58 y tomas traseras cortas ref. 263 80/82

14



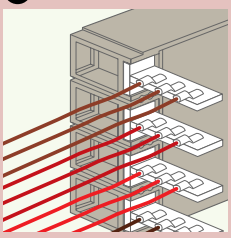
Confección de un juego de barras vertical en una canaleta de 300 mm. de ancho. Conexión por una o dos barras flexibles por polo ref. 374 57/58 y tomas traseras cortas ref. 263 80/82

15



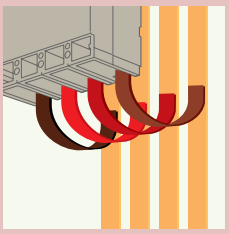
Conexión sobre juego de barras vertical instalado en el compartimiento integrado al armario. Conexión por una o dos barras flexibles por polo ref. 374 57/58 y tomas traseras cortas ref. 263 80/82

16



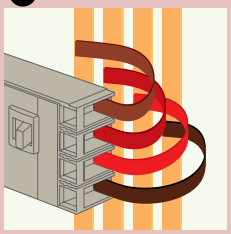
Conexión de tres vainas por polo sobre tomas traseras largas ref. 263 81/83. Llegada de los cables por arriba o por abajo en una de 300 mm. de ancho.

17



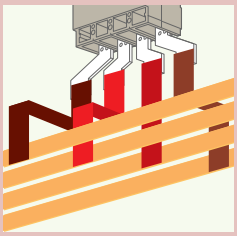
Alimentación de un juego de barras en fondo de armario ref. 374.41 en soporte inclinado ref. 374 14 (630 A). Conexión con ayuda de una barra flexible por polo ref. 374 57

18



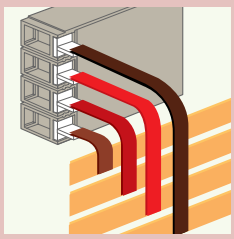
Alimentación de un juego de barras en fondo de armario ref. 374.41 en soporte inclinado ref. 374 14 (630 A). Conexión con ayuda de una barra flexible por polo ref. 374 57

19



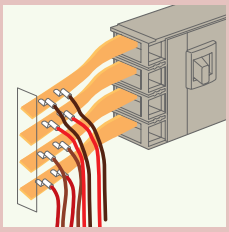
Confección de un juego de barras de transferencia. Conexión realizada con dos barras de 80 x 50 (o 100 x 5) por polo y dilatadores ref. 262 73/74

20



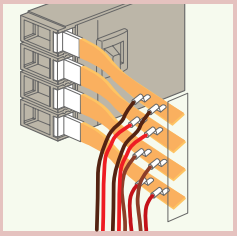
Conexión de tomas traseras sobre un juego de barras horizontal ref. 374 53 montada hacia la parte trasera de un armario XL-A 800

21



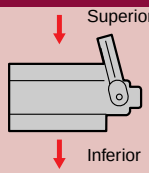
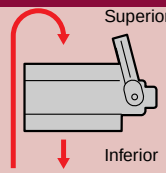
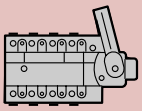
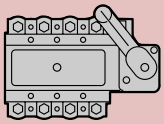
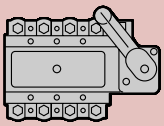
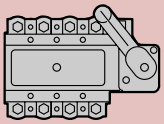
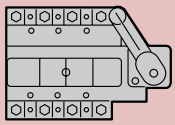
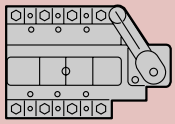
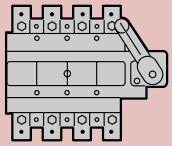
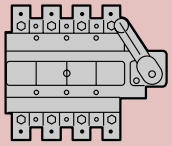
Conexión sobre colas de barras de ancho 50 fabricadas a pedido (roscadas para facilitar la conexión y soporte a pedido)

22

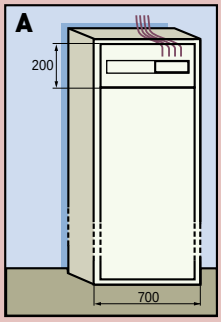


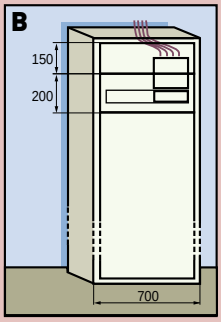
Conexión sobre colas de barras de ancho 50 fabricadas a pedido alargando las tomas traseras, soportes a pedido.

7 VISTOP E INTERRUPTORES - SECCIONADORES

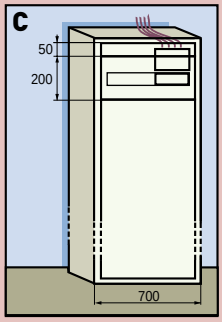
Soluciones de conexión			
Posición de conexión / **Tipo de aparato**			
63, 100, 125, 160 A  **Modular**	Envolventes y placas	A B C O S V Z	D P W
	Conexión superior	1 2 3	1 2 3
	Conexión inferior	1	1
160 A 	Envolventes y placas	E Q Z	F R T
	Conexión superior	4	4
	Conexión inferior	4	4
250 A 	Envolventes y placas	G T Z	H U Z
	Conexión superior	4 5	4 5
	Conexión inferior	4 5	4 5
400 A 	Envolventes y placas	I T	J U
	Conexión superior	4 5	4 5
	Conexión inferior	4 5	4 5
630 A 	Envolventes y placas	I	J
	Conexión superior	4	4
	Conexión inferior	4	4
800 A 	Envolventes y placas	I	K L
	Conexión superior	6	6
	Conexión inferior	6	6
1250 A 	Envolventes y placas	M	N
	Conexión superior	7 8	7 8
	Conexión inferior	7 8	7 8
1600 A 	Envolventes y placas	M	N
	Conexión superior	7 8	7 8
	Conexión inferior	7 8	7 8

Dimensiones de envolventes y placas - Armarios XL 400 - 600 Y XL - A 400 - 600 - 800

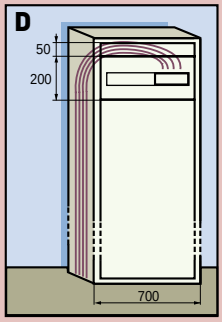


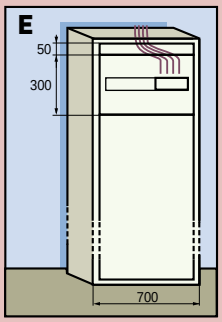


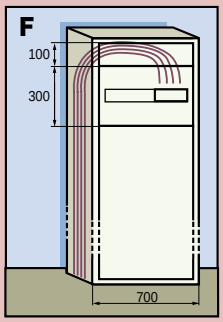
Con bloque de conexión ref. 277 78/79

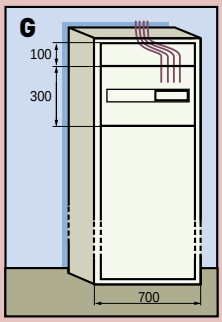


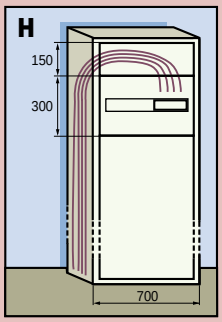
Con bloque de conexión ref. 277 80/81. 1er nivel de seccionamiento

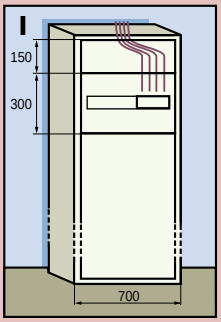


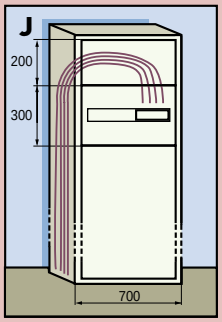


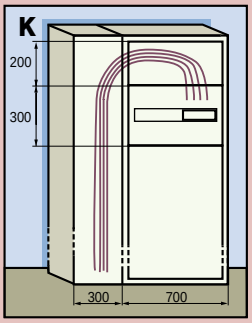


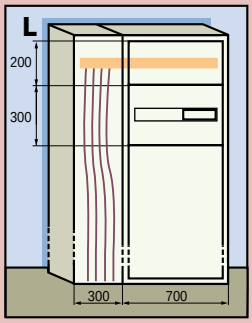


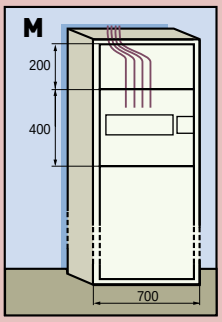


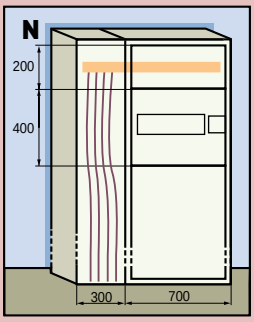




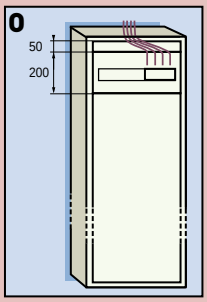


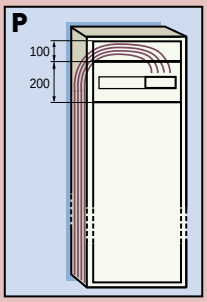


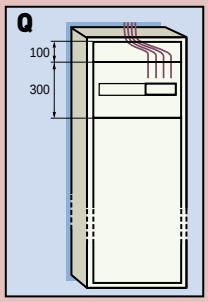


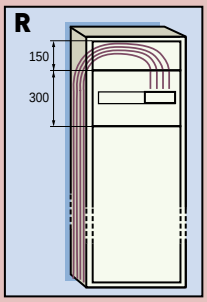


Dimensiones de envolventes y placas - Armarios XL 135/195

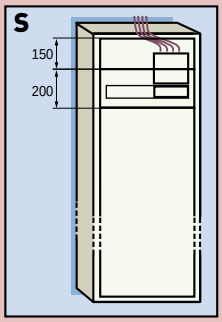




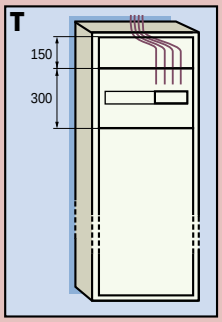




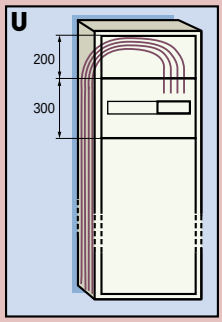
Dimensiones de envolventes y placas - Armarios XL 135/195



Con bloque de conexión

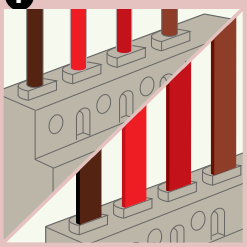


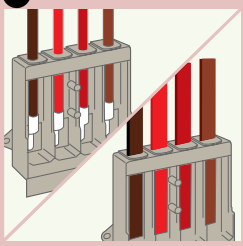
Sin puerta

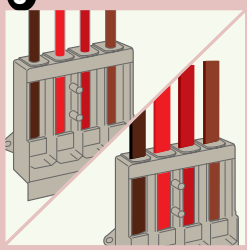


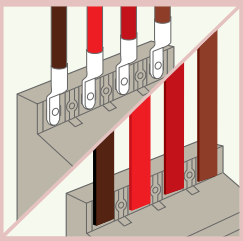
Con puerta

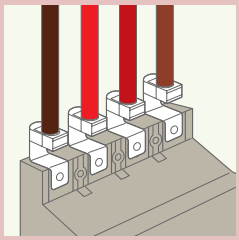
Conexión superior / interior

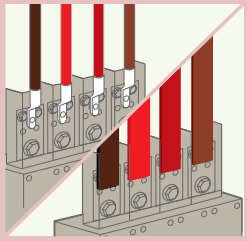
1

Conexión directa de cables o de barras a las bornes de jaula integradas en el aparato

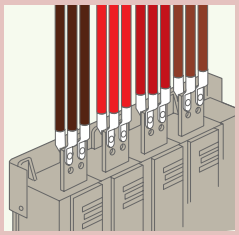
2

Conexión de barras o terminales mediante el bloque de conexión ref. 227 78/79

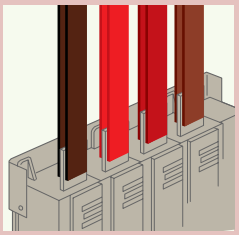
3

Conexión directa de cables o barras mediante el bloque de conexión ref. 227 80/81

4

Conexión directa de barras o terminales a las zonas de conexión integradas en el aparato

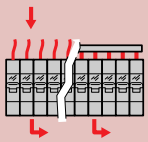
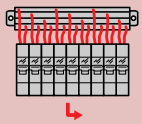
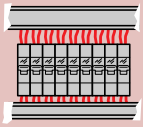
5

Conexión directa de cables mediante el borne ref. 095 44

6

Conexión directa de barras flexibles o terminales a las zonas de conexión integradas en el aparato

7

Conexión de terminales a las zonas de conexión integradas en el aparato

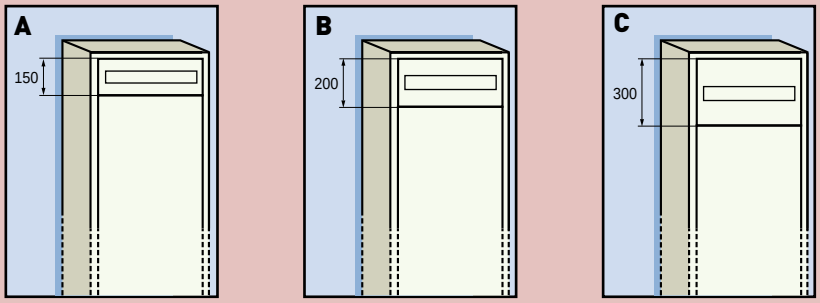
8

Conexión de barras a las zonas de conexión integradas en el aparato

8 SOLUCIONES DE CONEXIÓN BAJO PLASTRONES MODULARES, DX Y DPX

Soluciones de conexión								
Conexión aguas arriba						DX 		
Conexión agua abajo		**Directo**		**Con bornes**		**Directo**	**En bandeja**	
Montaje		**Sobre riel**	**XL - Part**	**Sobre riel**	**XL - Part**	**Sobre riel**	**Sobre riel**	
Comando señalización	Envolventes y placas	A B	B [2]	A B	B [2]	B	A B	
DX ≤ 40 A	Conexión aguas arriba	1 2 3 4 5	2	1 2 3 4 5	2	6	1	
	Conexión aguas abajo	1 7 8	2	1 7 8	2	1 7 8	1	
DX ≤ 63 A	Envolventes y placas	B	B [2]	A	B [2]	B	B	
	Conexión aguas arriba	1 2 3 4 5	9 10	1 2 3 4 5	9 10	9	1	
	Conexión aguas abajo	1 7 8	1 7 8	1 7 8	1 7 8	1 7 8	1	
DX > 63 A	Envolventes y placas	B	B	B	B			
	Conexión aguas arriba	1 2 3 5	9 10	1 2 3 5	9 10			
	Conexión aguas abajo	1 7 8	1 7 8	1 7 8	1 7 8			
DPX 125	Envolventes y placas	C	C	B C	C			
	Conexión aguas arriba	1	9 10	1	9 10			
	Conexión aguas abajo	1 7 8	1	1	1			
DPX 250 ER	Envolventes y placas	C	C	C	C			
	Conexión aguas arriba	1	9 10	1	9 10			
	Conexión aguas abajo	1	1	1	1			

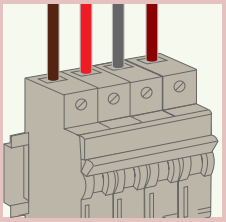
(1) Bandejas 37,5 x 87,5 (hasta 62,5 x 87,5) en el caso B.
(2) C obligatorio para montaje de un repartidor de rango XL-Part ref. 09875 montada delante de un chasis clumna.

Dimensiones de envolventes y placas - Cajas y Armarios XL/XL-A



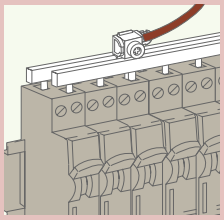
Conexión anterior / posterior

1



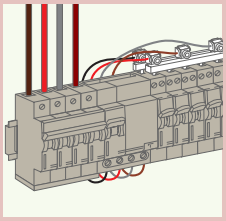
Conexión directa del cable al borne del aparato

2



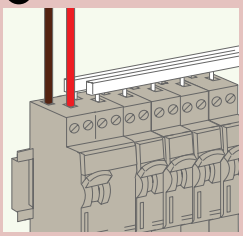
Alimentación de varios DX mediante peines uni, bi, tri y tetrapolares y bornes de llegada universales ref. 049 05/06

3



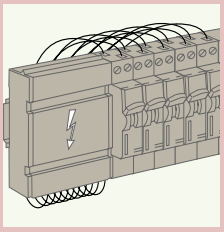
Alimentación de bornes de llegada universales por conexión de conductores conectados a la salida inferior de un bloque diferencial

4



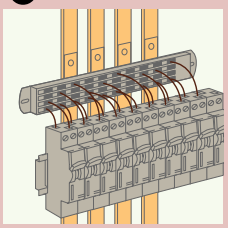
Alimentación de peines por los bornes de salida superiores del interruptor diferencial, con conexión directa

5



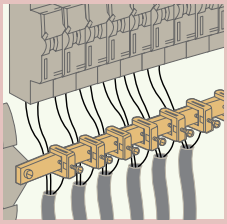
Utilización de un repartidor Lexic para la alimentación por cable de los DX

6



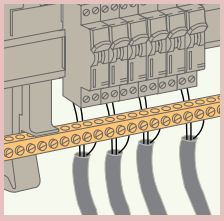
Utilización del repartidor de fila Lexic y de sus mangueras conectoras para conexión de cables de los DX. Posible alimentación de varias filas mediante juego de barras trasero sobre soportes ref.048 78

7



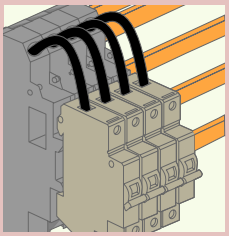
Conexión por filas de los conductores de protección mediante barra de cobre con conectores ref. 093 95 fijada a los soportes ref. 092 14, a las escuadras ref. 095 99 (armarios) o directamente a los montantes (cajas)

8



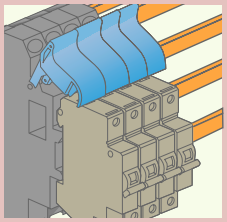
Conexión por filas de los conductores de protección mediante barras de terminales de puntillas ref. 093 96 fijadas a las guías de cables en horizontal ref. 092 66

9



Conexión de los interruptores al repartidor por filas XL-Part con bases de soporte cableadas

10



Conexión de los interruptores al repartidor por filas XL-Part con bases de soporte "Plug-in"

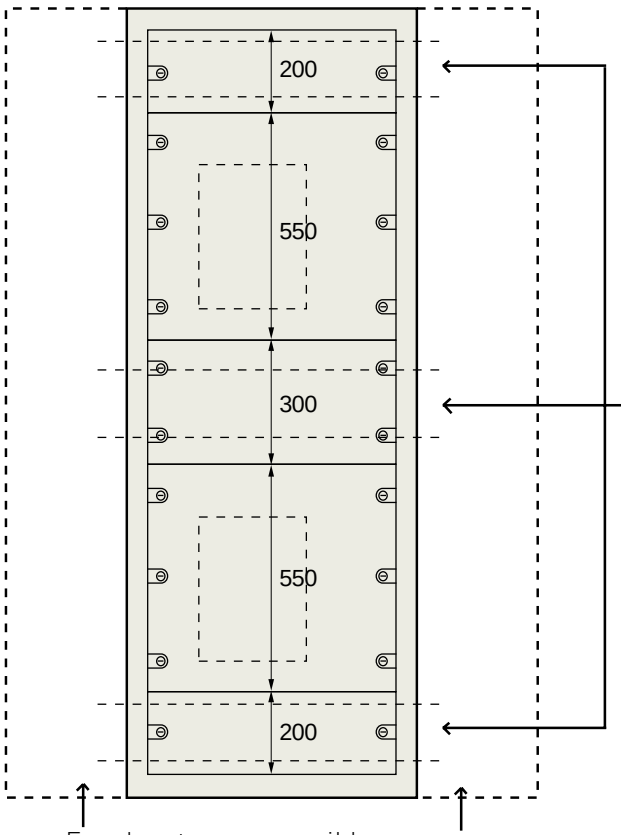
La configuración de los conjuntos hasta 4000 A

La simplicidad del principio de implantación de los DMX y juegos de barras en armarios XL/XL-A permite transponer fácilmente el esquema eléctrico de la cabeza de la instalación en esquema de implantación. Los ejemplos de configuración de base, dados a continuación son una ayuda para la concepción de los conjuntos.



Juegos de barras, DMX, XL-A, un principio claro y coherente de utilización del espacio disponible

1 PRINCIPIO DE LOS PLASTRONES



Espacios para la instalación de un juego de barras "conexión", "transferencia", o "principal"

Envolvente para posible llegada de los cables

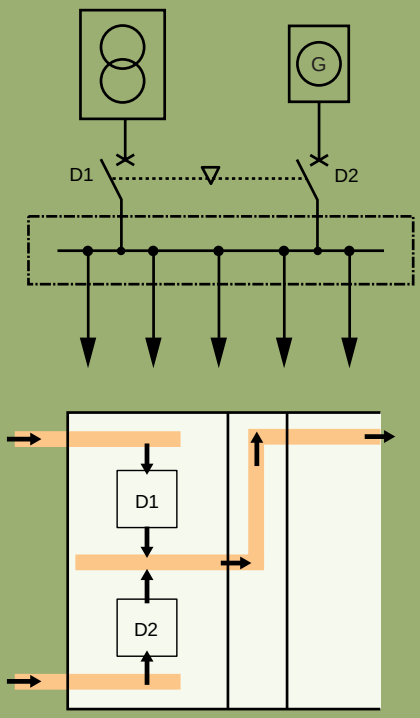
Envolvente obligatorio para los DMX 4000 y DMX-L 2500/4000 tetrapolares desenchufables o para un juego de barras vertical

DMX 4000 extraíble en armario XL-A



2 CONFIGURACION BASE

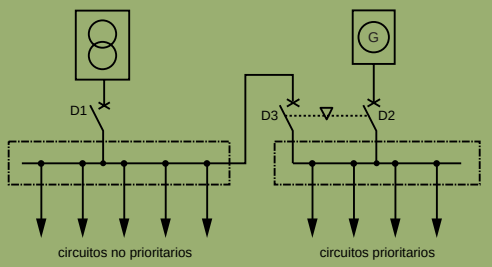
Alimentación de sustitución (sin priorización de carga)

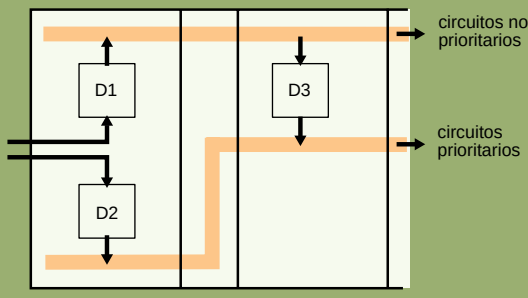


Los dos aparatos DMX, D1 y D2, se conectan a un juego de barras común central. Sin estar cargados simultáneamente, pueden estar dispuestos en el mismo armario.



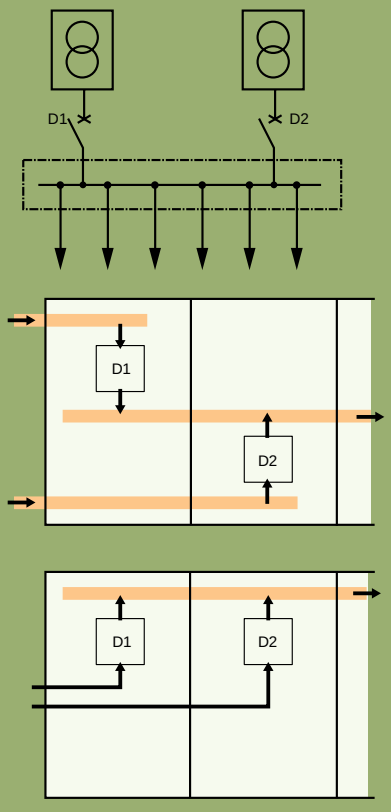
Alimentación de reemplazo (con priorización de carga)





Los dos aparatos DMX, D1 y D2, no están cargados simultáneamente, por lo tanto pueden ser instalados en el mismo armario. D3 puede ser cargado al mismo tiempo que D1, pero debe ser instalado en otro armario.

Alimentación doble (potencia total)

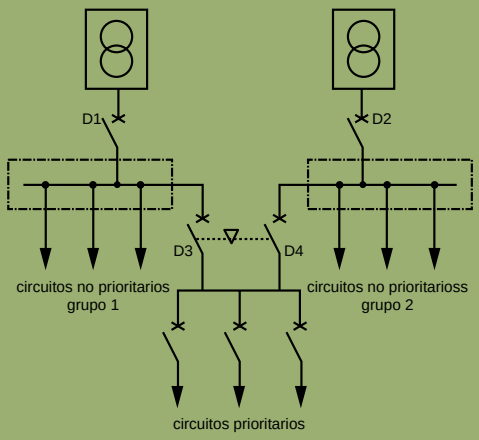


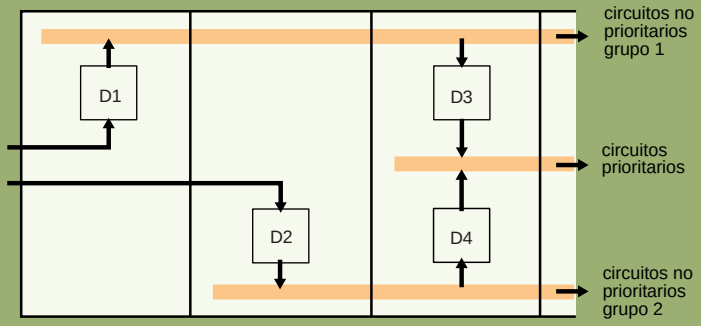
Los dos aparatos DMX, D1 y D2, se vuelcan hacia un juego de barras común. Ellos no pueden instalarse en el mismo armario, a menos que la suma de sus intensidades no exceda el valor admisible (ver los volúmenes de disipación en capítulo II.E.3)



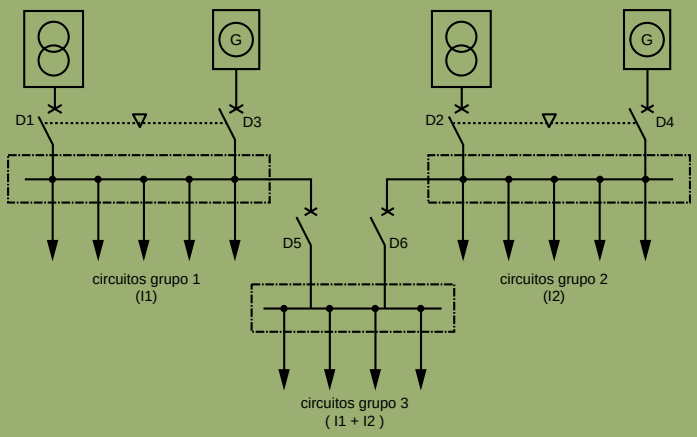
Los aparatos DMX en su versión fija también se montan en armario XL profundidad 600, hasta 2000 A.

Alimentación doble (potencia reducida)

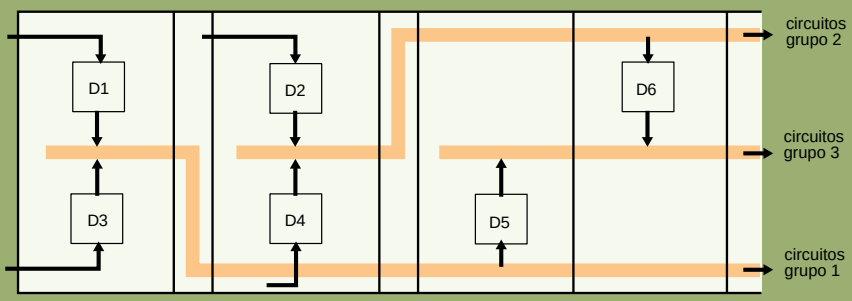




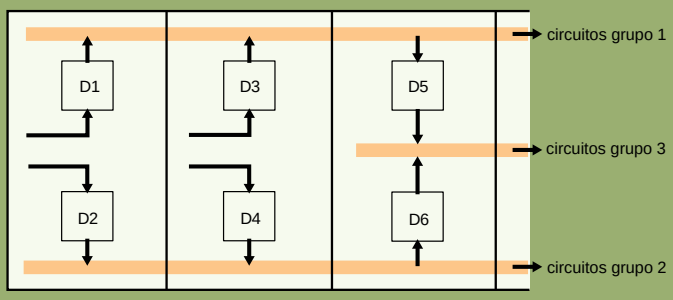
Alimentación doble con reemplazo y acoplamiento sobre circuitos comunes



Dimensión para D1 o D2 hasta 4000 A



Si la suma de las intensidades reales de carga de los aparatos D1 y D2 no excede el valor admisible por la dimensión dada (véase páginas 444 a 446), la dimensión del conjunto puede optimizarse.

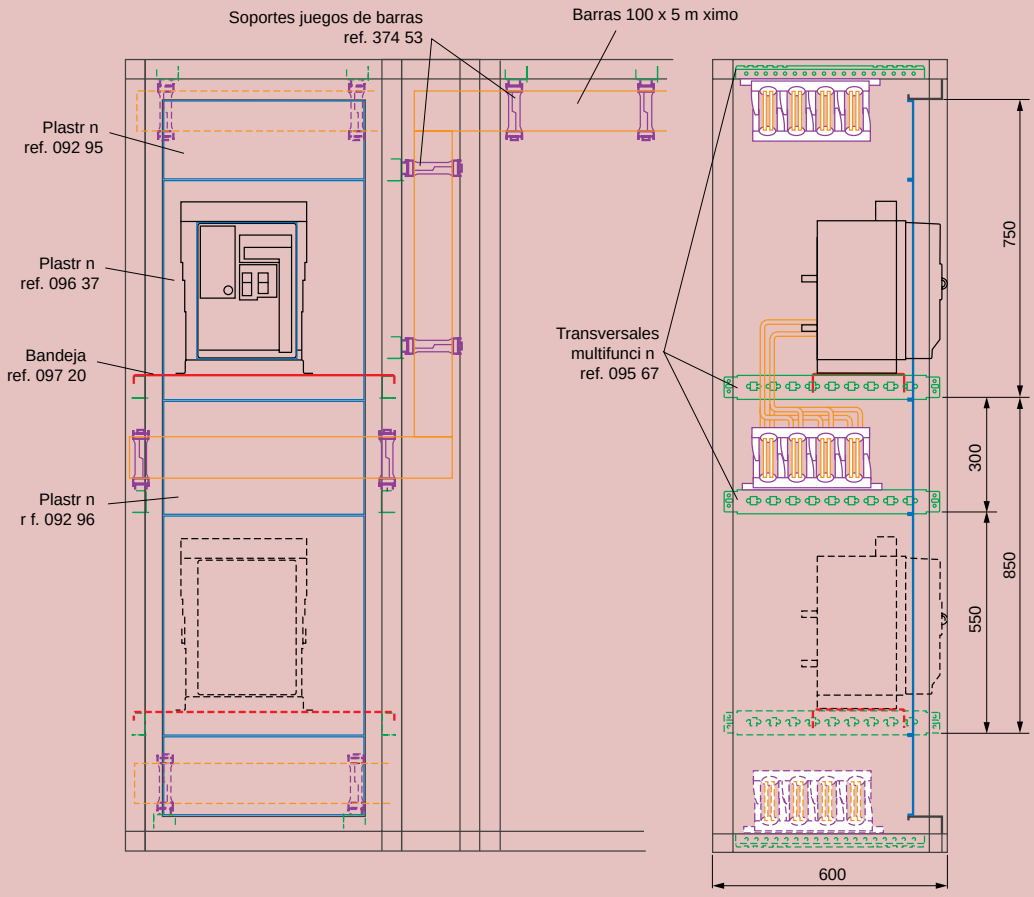




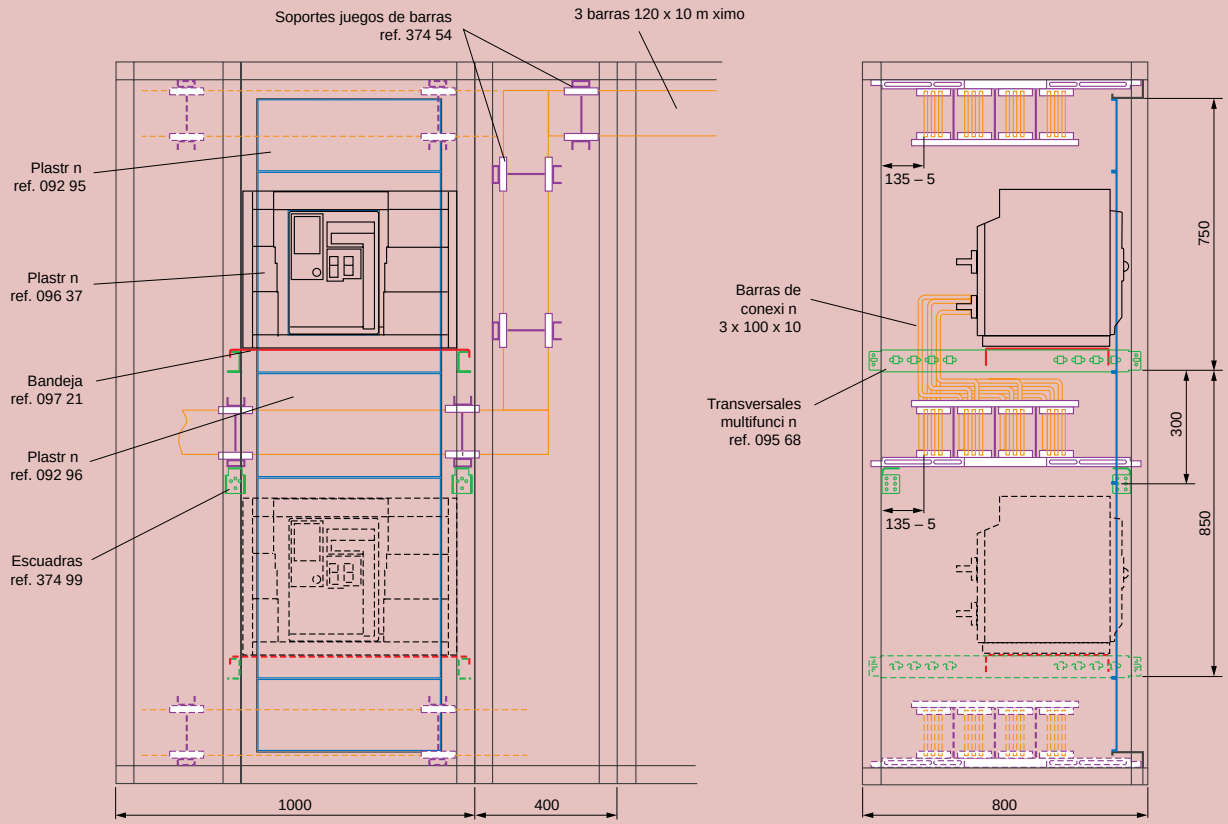
Los armarios XL de fondo 600, pueden aceptar los aparatos DMX en versión fija para constituir conjuntos hasta 2000 A

3 PLANOS DE IMPLEMENTACION DE MODELOS

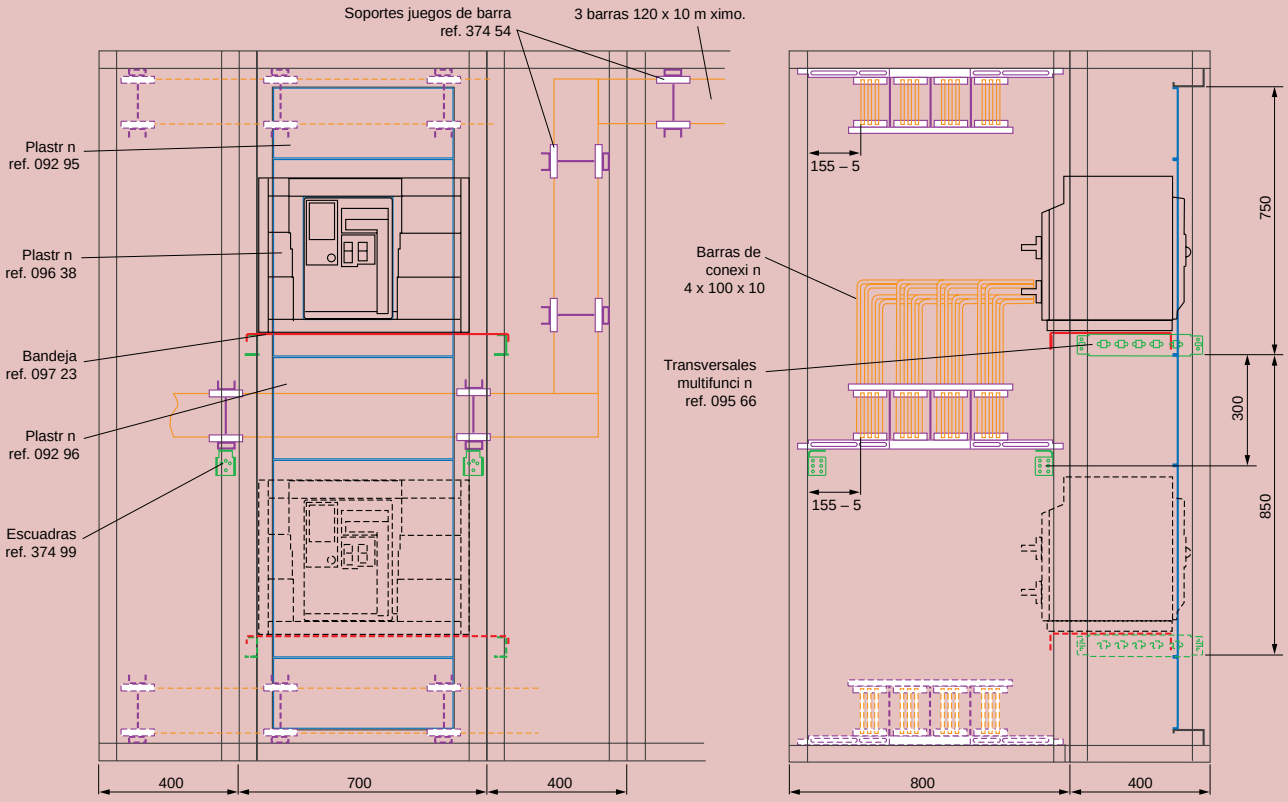
En armario XL/XL-A 600 hasta 1600 A



En armario XL-A 800 hasta 3200 A



En armarios XL-A 800 + XL-A 400 hasta 4000 A



Estimación del balance térmico

La potencia disipable por una envolvente está en función de sus dimensiones (superficie de las paredes en contacto con el medio ambiente), del reparto del material (número de filas utilizadas), de la posición de los conductores (entradas/salidas) y del índice de protección (grado de ventilación)

1 Potencia disipada

La potencia disipada por los aparatos y su cableado es directamente proporcional a la corriente de entrada. El gran número de ensayos efectuados nos ha permitido establecer una sencilla regla: se puede considerar que la potencia a disipar es igual a 1,25 W/A para las cajas de hasta 400 A y a 1 W/A para los armarios por encima de esta intensidad.

La elección de las dimensiones de las envolventes XL 100, XL 135, XL 195, XL 400 y XL 600 permite adaptar perfectamente la referencia del producto a la potencia a disipar.

2 Posición de las entradas/salidas

La posición de las entradas/salidas influye directamente en la capacidad de disipación de la carcasa, especialmente en las de volumen limitado, como las cajas.

- Las entradas inferiores son las más desfavorables, ya que el calentamiento de los cables eleva la potencia que debe disipar el conjunto. Esta disposición conduce a aumentar el tamaño de la envolvente.
- Las entradas superiores son más favorables, ya que el calentamiento de los cables se evacua directamente, sin calentar el conjunto.
- La simultaneidad de entrada inferior y superior es la solución más favorable: reduce generalmente el número de conductores en la envolvente y favorece el enfriamiento por circulación natural. Esta última disposición permite reducir el tamaño de la envolvente de las cajas XL 135 ó XL 195.

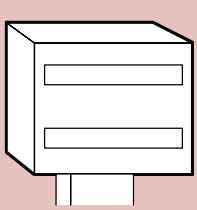
3 Indice de protección

Se distinguen comúnmente dos niveles de protección de las envolventes de distribución:

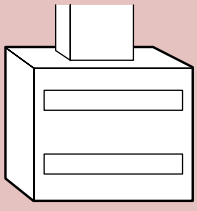
- IP ≤ 30 designa las envolventes cuyo acceso a las partes peligrosas está protegido, pero cuyas entradas de cables (precortes) no quedan estancas tras el paso de los conductores.
  Esto permite una circulación natural del aire. Es el caso de los armarios XL (salvo en caso de utilización del kit de estanqueidad ref. 095 49).
- IP > 30 designa las envolventes estancas al polvo y, eventualmente, al agua. Esta estanqueidad es contraria a la ventilación natural y limita el enfriamiento.

Condiciones de enfriamiento

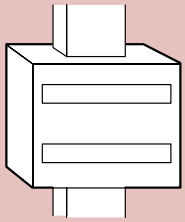
las más desfavorables



satisfactorias

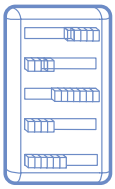
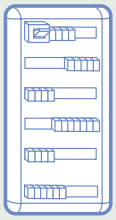
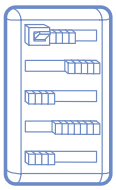


las más favorables



1 EVALUACION SIMPLIFICADA

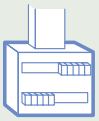
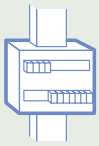
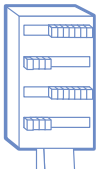
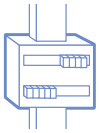
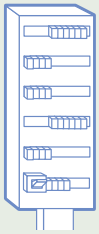
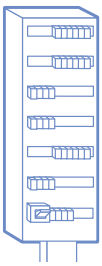
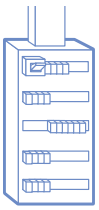
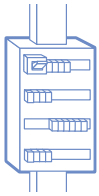
Soluciones en cajas empotradas XL 100 (a pedido)
Dimensiones(1) y número mínimo de filas a utilizar

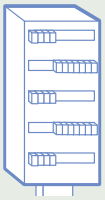
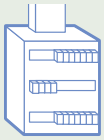
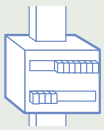
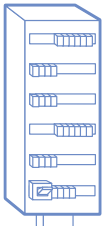
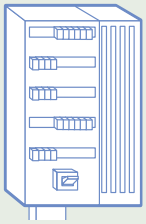
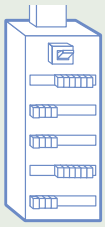
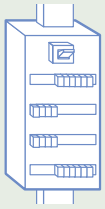
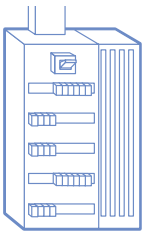
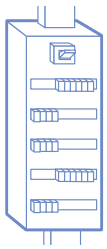
Potencia instalada	Empotrado en un buen aislante (lana de vidrio poliestireno)	Empotrado en un mal aislante (hormigón, ladrillo)
63 A	 altura mín. 794, repartir en 3 filas mín.	 altura mín. 644, repartir en 2 filas mín.
80 A	 altura mín. 944, repartir en 4 filas mín.	 altura mín. 644, repartir en 3 filas mín.
100 A	 altura mín. 1094, repartir en 5 filas mín.	 altura mín. 794, repartir en 4 filas mín.
125 A		 altura mín. 944, repartir en 5 filas mín.

(1) Altura de la caja de empotrar.
(a pedido)

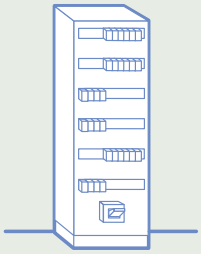
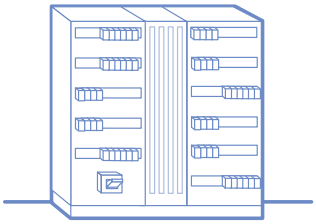
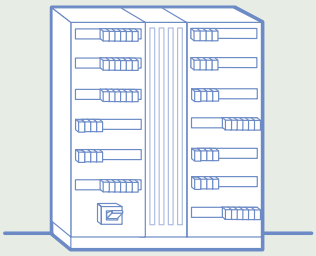
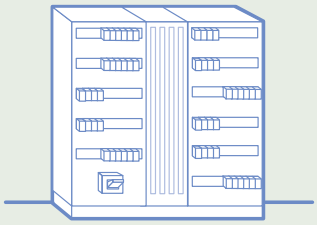
La potencia instalada designa el valor de la corriente de regulación del aparato de cabeza. En caso de llegadas múltiples, es necesario considerar la suma de las corrientes de los aparatos que pueden funcionar simultáneamente.

Soluciones en armarios de superficie XL 135
Dimensiones y número mínimo de filas a utilizar

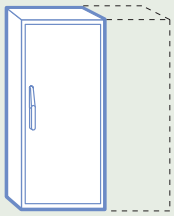
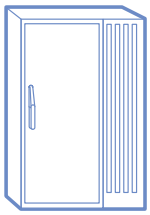
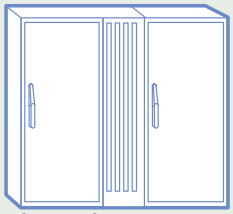
Potencia instalada	Entrada/salida por abajo	Entrada/salida por arriba	Entrada/salida por arriba y por abajo
63/80 A	 altura mín. 600, repartir en 2 filas mín.	 altura mín. 450, repartir en 2 filas mín.	 altura mín. 450, repartir en 2 filas mín.
100 A	 altura mín. 900, repartir en 3 filas mín.	 altura mín. 600, repartir en 3 filas mín.	 altura mín. 450, repartir en 2 filas mín.
125 A	 altura mín. 1050, repartir en 4 filas mín.	 altura mín. 750, repartir en 3 filas mín.	 altura mín. 600, repartir en 3 filas mín.
160 A	 altura mín. 1200, repartir en 5 filas mín.	 altura mín. 900, repartir en 3 filas mín.	 altura mín. 750, repartir en 3 filas mín.

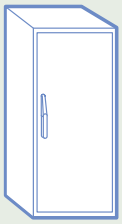
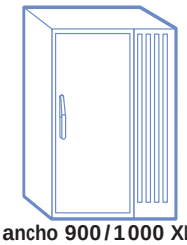
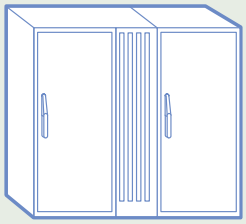
Soluciones en armarios XL 195 Dimensiones y número mínimo de filas a utilizar			
Potencia instalada	**Entrada/salida por abajo**	**Entrada/salida por arriba**	**Entrada/salida por arriba y por abajo**
125 A	 altura mín. 900, repartir en 3 filas mín.	 altura mín. 600, repartir en 3 filas mín.	 altura mín. 450, repartir en 2 filas mín.
160 A	 altura mín. 1050, repartir en 4 filas mín.	 altura mín. 750, repartir en 3 filas mín.	 altura mín. 600, repartir en 3 filas mín.
250 A	 altura mín. 1200, repartir en 4 filas mín.	 altura mín. 1200, repartir en 4 filas mín.	 altura mín. 900, repartir en 3 filas mín.
400 A	 altura mín. 1200, repartir en 6 filas mín.	 altura mín. 1200, repartir en 4 filas mín.	 altura mín. 1050, repartir en 4 filas mín.

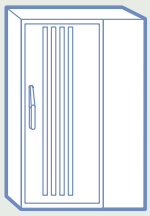
El uso de una celda permite optimizar el volumen útil para el enfriamiento del armario, al tiempo que facilita la instalación.

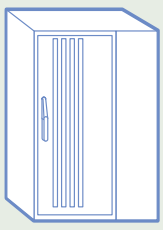
Soluciones en armarios XL 195 (a pedido) Dimensiones y numerosas hileras mínimas que deben utilizarse		
Potencia instalada	**Entrada / salida bajas**	**Entrada / salida altas**
250 A	 altura mínima 1900 distribuir sobre 4 hileras mínimo	 altura mínima 1600 distribuir sobre 7 hileras mínimo
400 A	 altura mínima 1600, ancho mínimo 1350 distribuir sobre 7 hileras mínimo	 altura mínima 1900, ancho mínimo 800 distribuir sobre 4 hileras mínimo
630 A	 altura mínima 1900, ancho mínimo 1350 distribuir sobre 9 hileras mínimo	 altura mínima 1600, ancho mínimo 1350 distribuir sobre 8 hileras mínimo

La utilización de una envoltura permite optimizar el volumen útil de enfriamiento del armario, facilitando al mismo tiempo la instalación.

Soluciones en armarios XL / XL-A400 con aparato de cabecera DPX	
Potencia instalada	**Dimensiones mínimas recomendadas**
Hasta 630 A	 ancho 700 + XL / A 700
	
Hasta 1250 A	 XL ancho 900/1000 + 700 XL -A

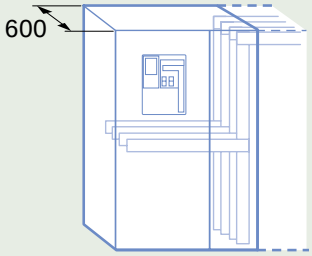
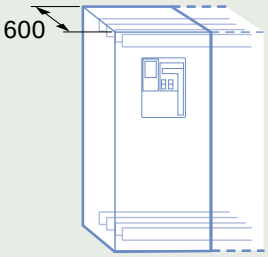
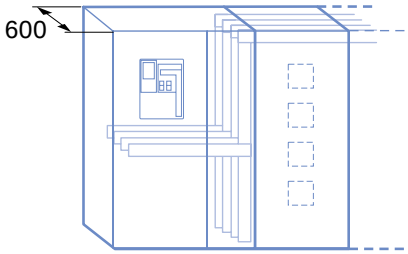
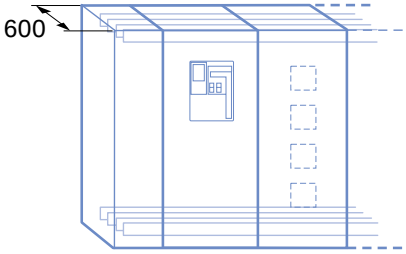
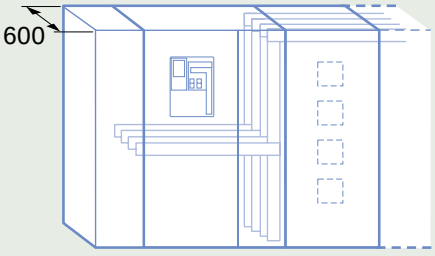
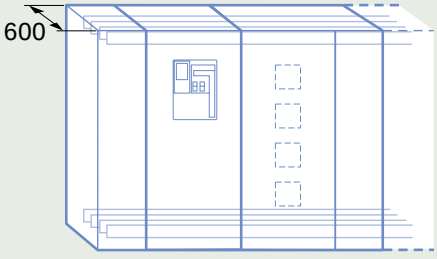
Soluciones en armarios XL/XL - A 600 con aparato de cabecera DPX	
Potencia instalada	**Dimensiones mínimas recomendadas**
Hasta 800 A	 ancho 700 - XL / A 700
de 800 a 1250 A	 XL ancho 900/1000 XL - A XL-A ancho 1000
Hasta 1600 A	 XL ancho 900/1000 + 700 XL - A XL-A ancho 1000

Hasta 800 A	 XL ancho 900/XL-A ancho 1000

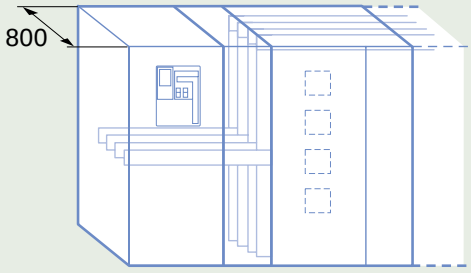
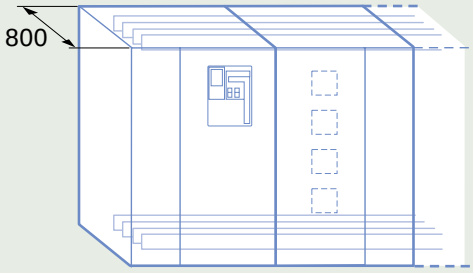
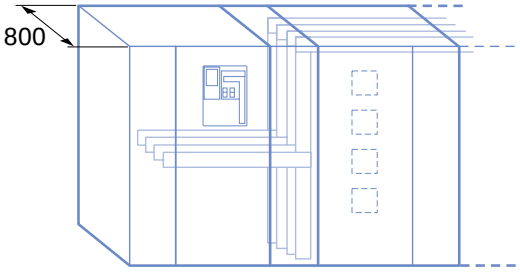
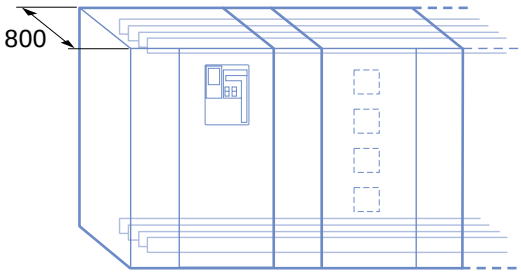
Hasta 1600 A	 ancho 900/1000 XL - A

Al admitir una mayor densidad de aparatos, los dispositivos de distribución XL - Part permiten, con la misma potencia, reducir el tamaño de la envolvente.

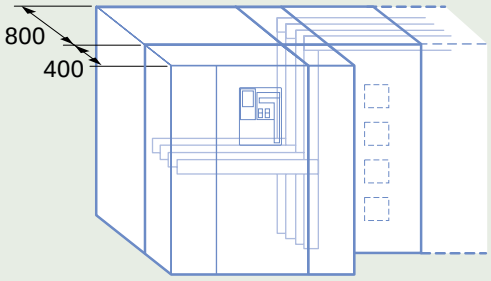
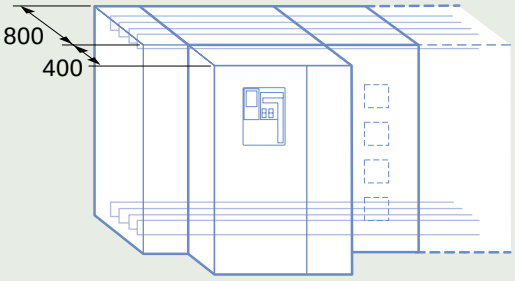
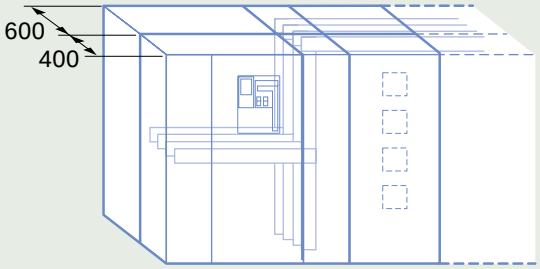
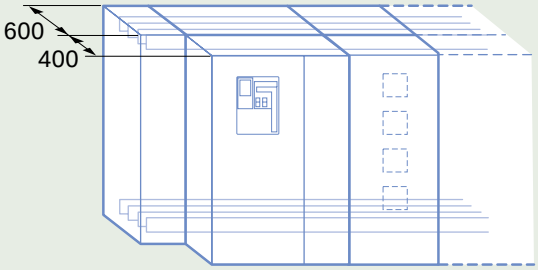
Solución en armarios XL/XL-A 600 con aparatos de cabecera DMX versión fija

Potencias instaladas	Dimensiones mínimas recomendadas
hasta 1000 A	 XL ancho 900 XL-A ancho 1000  XL ancho 700 XL-A ancho 700
hasta 1600 A	 XL ancho 900 + 700 XL-A ancho 1000 + 700  XL ancho 300 + 700 + 700 XL-A ancho 400 + 700 + 700
hasta 2 000 A	 XL ancho 300 + 900 + 700 XL-A ancho 400 + 1000 + 700  XL ancho 300 + 700 + 900 XL-A ancho 400 + 700 + 1000

Solución en armarios XL-A 800 con aparato de cabecera DMX versión fija o extraíble

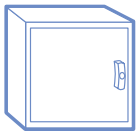
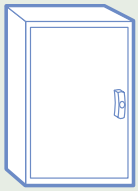
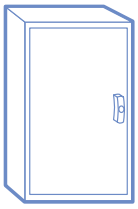
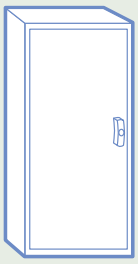
Potencias instaladas	Dimensiones mínimas recomendadas
hasta 2500 A	 XL-A ancho 700 + 400 + 1000  XL-A ancho 1000 + 1000
hasta 3200 A	 XL-A ancho 1000 + 400 + 1000  XL-A ancho 1000 + 400 + 1000

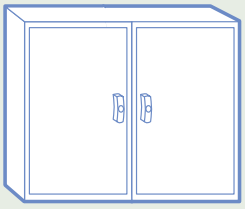
Soluciones en armarios XL - A armados en profundidad con aparato de cabeza DMX versión fija o extraíble

Potencias Instaladas	Dimensiones mínimas recomendadas
hasta 4000 A	 Adelante : XL-A 400 ancho 1000 + 400 atrás : XL-A 800 ancho 1000 + 400 + 700
	 Adelante : XL-A 400 ancho 1000 Atrás : XL-A 800 ancho 400 + 1000 + 700
	 adelante : XL-A 400 ancho 1000 + 400 + 700 atrás : XL-A 600 ancho 1000 + 400 + 700
	 adelante : XL-A 400 ancho 1000 + 700 atrás : XL-A 600 ancho 400 + 1000 + 700

Algunas reglas básicas para la elección de los envolventes para los DMX

La intensidad (potencia instalada) debe tomar en cuenta la suma de las corrientes de los aparatos que funcionan simultáneamente en un mismo armario. Por ejemplo, una alimentación doble 2 x 2000 A debe tener una dimensión para 4000 A. En cambio una alimentación de reemplazo de 2000 A que no funciona al mismo tiempo que la alimentación principal de 2000 A sólo requiere una dimensión para 2000 A.
Por regla general se dispondrá un aparato DMX por armario y por fuente en funcionamiento. Con inversión de fuentes se podrá disponer de dos aparatos en un mismo armario
- Poner una envoltura a los cables o la instalación en un armario de ancho 1000 mm. favorece el enfriamiento de los aparatos
- Los aparatos de tipo DMX-L 2500/4000 y DMX 4000 con mecanismo de cierre (platinas Ref. 097 22/ 23) requieren imperativamente una extensión a la derecha (envolvente u otro armario).

Soluciones en cajas XL - A 250 (a pedido) Dimensiones mínimas recomendadas	
Potencia instalada	**Ancho 600**
hasta 100 A	 altura 400
hasta 125 A	 altura 600
hasta 160 A	 altura 800
hasta 250 A	 altura 1000
hasta 315 A	 altura 1400

Soluciones en cajas XL - A 250 (a pedido) dimensiones mínimas recomendadas	
Potencia instalada	**ancho 1200**
hasta 400 A	 altura 1000

2 CALCULO DE LA POTENCIA DISIPABLE POR LAS ENVOLVENTES EN FUNCION DE LOS CALENTAMIENTOS

Los cuadros de las páginas anteriores permiten efectuar una comprobación rápida, y a menudo suficiente, de la elección de la envolvente en función de la potencia instalada (intensidad de cabeza) sin necesidad de cálculos complejos. No obstante, se puede realizar una determinación exacta de la potencia disipable por el siguiente método.
La potencia de disipación natural puede definirse mediante la fórmula:

$$P = \Delta\ t_{moy} \times K \times S_e$$

$\Delta\ t_{moy}$: calentamiento medio del aire en el armario (en °C)
K: coeficiente de transmisión térmica a través de las paredes (en W/°Cm^2)
S_e: superficie de disipación equivalente (en m^2)

1 Concepto de calentamiento medio (ΔtMedio)

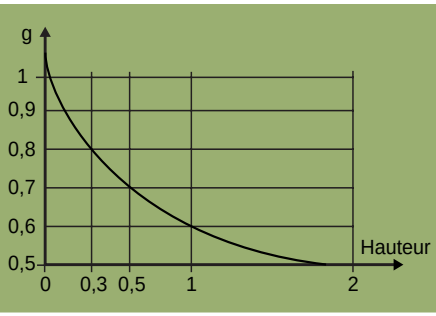
La fuente de calor constituida por los aparatos y equipos de un armario genera una elevación de temperatura no homogénea del aire interior. Se considera el calentamiento medio como la media aritmética de los diferentes calentamientos medidos a diferentes alturas en el interior de la envolvente. La experiencia demuestra que este valor se sitúa siempre entre un tercio y la mitad de la altura de la envolvente.
Del mismo modo que el calentamiento medio sirve para el cálculo de la potencia disipable, el conocimiento del calentamiento máximo en la parte alta de la envolvente es importante para la instalación del material.
La relación entre el calentamiento máximo del aire (parte superior de la envolvente) y el calentamiento medio viene definida por el coeficiente de gradiente térmico g:

$$\Delta\ t_{moy} = g \times \Delta\ t_{max}$$

La temperatura se reparte en estratos isotermos cuyo gradiente térmico aumenta con la altura de la envolvente.

Curva de gradiente térmica

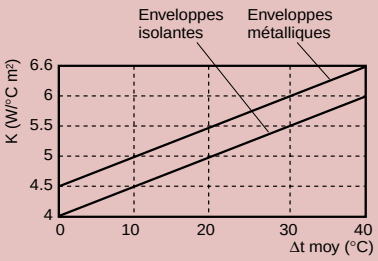
Superficie	Cajas XL	Armarios XL	Armarios XL-A
S1 : Superficie horizontal superior libre	1	1	1
S2 : Superficie horizontal superior aislada	0,7	0,7	0,5
S3 : Superficie vertical posterior aislada	0,7	0,9	0,8
S4 : Superficie vertical posterior aislada	0,35	0,4	0,3
S5 : Superficie lateral libre	0,7	0,9	0,8
S6 : Superficie lateral aislada	0,35	0,4	0,3
S7 : Superficie inferior horizontal libre	0,2	0,6	0,6
S8 : Superficie inferior horizontal aislada	0,1	0,3	0,2
S9 : Superficie anterior con plastrones	0,8	0,9	0,8
S10 : Superf. anterior con plastrones y puerta	0,6	0,6	0,6



2 Coeficiente de transmisión del flujo térmico a través de las paredes (K en W/º Cm²)

Este coeficiente caracteriza los intercambios a través de una pared de referencia horizontal. Integra las componentes de convección y radiación (sensiblemente iguales en este ámbito de temperatura), así como la parte de conducción. Esta última es baja, de solo unos pocos %, para las paredes delgadas llamadas «isotermas» de las envolventes eléctricas, lo que conduce a capacidades de disipación muy próximas entre envolventes metálicas y envolventes aislantes.

Valores del coeficiente de transmisión global K en función del calentamiento medio



3 Superficie de disipación equivalente (Se)

Cada superficie de intercambio (cara exterior) sufre de un coeficiente dependiente de su posición relativa en el espacio (vertical u horizontal) y de su contacto con las paredes o el suelo (aislada: en contacto/libres: sin contacto).
La superficie equivalente viene determinada por la suma de las distintas superficies.
Superficie de disipación:
Se=S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7+S8+S9+S10

Coeficientes que deben aplicarse a las superficies reales para el cálculo de la superficie de disipación equivalente (SE)

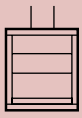
Superficie	Cajas XL	Armarios XL	Armarios XL-A
S1 : Superficie horizontal superior libre	1	1	1
S2 : Superficie horizontal superior aislada	0,7	0,7	0,5
S3 : Superficie vertical posterior aislada	0,7	0,9	0,8
S4 : Superficie vertical posterior aislada	0,35	0,4	0,3
S5 : Superficie lateral libre	0,7	0,9	0,8
S6 : Superficie lateral aislada	0,35	0,4	0,3
S7 : Superficie inferior horizontal libre	0,2	0,6	0,6
S8 : Superficie inferior horizontal aislada	0,1	0,3	0,2
S9 : Superficie anterior con plastrones	0,8	0,9	0,8
S10 : Superf. anterior con plastrones y puerta	0,6	0,6	0,6

4 Coeficientes de corrección que deben aplicarse para algunas configuraciones

- Instalación de cajas con canaletas para cableado.
  La potencia disipable P (W) determinada se aumenta por el coeficiente multiplicador M.

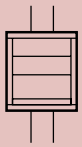
- Instalación con asociación de dos cajas.
  La potencia disipable para las dos cajas afectadas por un coeficiente ligado a la pared común.

Coeficientes de corrección para instalación con canaletas para cableado



Canaleta sobre la parte de arriba de la caja

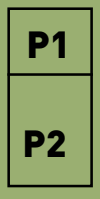
	N mero	1	2	3
Alto	Ancho	M	M	M
50/65	160	1.4	1.6	1.8
65	250	1.5	1.7	-



Canaleta sobre la parte de arriba y la parte inferior de la caja

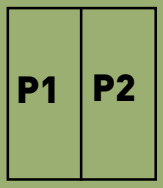
	N mero	1	2
Alto	Ancho	M	M
50/65	160	2	2.2
65	250	2.4	2.4

Coeficientes de corrección para la asociación de 2 cajas



Cajas sobrepuestas

P = P1 + 0,8 x P2



Cajas yuxtapuestas

P = 0,9 x (P1 + P2)

Condiciones térmicas de funcionamiento

1 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO ESTANDAR

Las dimensiones mínimas de las envolventes, recomendadas en el capítulo anterior, se aplican a situaciones habituales de instalación, a saber: temperatura ambiente exterior no superior a 25 °C y carga real del orden del 80% de la intensidad nominal del aparato de cabecera.
En tales condiciones, la temperatura media del aire en el interior de las envolventes puede alcanzar los 50 °C.

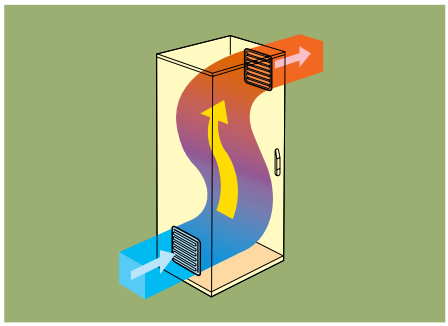
Se supone igualmente que los diferentes circuitos de utilización no están todos cargados simultáneamente al máximo de su intensidad, o que no están todos en permanente funcionamiento.
Es el concepto de factor de diversidad (también llamado de expansión) explicado (capítulo II.E.2; pág. 432) y para el que la norma internacional EN 60439 define reglas convencionales.

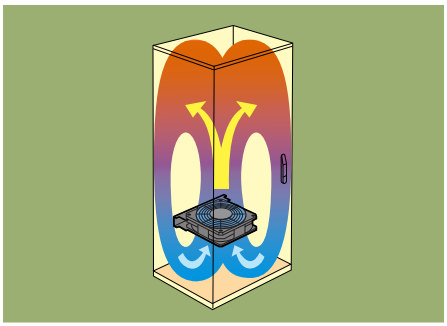
La evolución de estas condiciones estándar puede deberse a dos factores:
– una alta temperatura ambiente de utilización (> 25 °C)
– un elevado factor de carga de los aparatos (> 80%).
En tal caso, deben tomarse unas sencillas precauciones para evitar riesgos de mal funcionamiento (calentamiento de los aparatos, desconexiones, envejecimiento prematuro...).

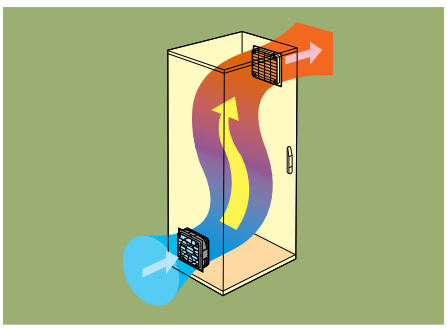
2 SOLUCIONES EN CASO DE TEMPERATURA AMBIENTE ELEVADA

– Aumentar el tamaño de la envolvente para favorecer la disipación (una instalación en un local exiguo, bajo techo, en una esquina cerrada, puede ser fuente de incremento local de la temperatura ambiente).
– Colocar rejillas de ventilación en la parte superior e inferior para favorecer la renovación del aire por tiro natural.

– Homogeneizar la temperatura en el interior de la envolvente y evitar los puntos calientes mediante la circulación interna permanente del aire.
– En condiciones muy severas, puede ser necesario instalar ventiladores.







El catálogo Legrand propone numerosos productos, calefactores, ventiladores, intercambiadores, climatizador, que responden a todos los casos de instalación:
- temperatura de fría a muy caliente
- ambiente limpio o contaminado
Siempre hay una solución de gestión térmica Legrand.



Rejillas de ventilación



Ventiladores con filtro



Ventiladores para cajas



Kit de circulación interna del aire

3 SOLUCIONES EN CASO DE FACTOR DE CARGA ELEVADA

1 Aparatos de potencia DPX (aparatos de cabecera y salidas directas)

Los aparatos de protección, y en particular los interruptores automáticos, protegen contra un incremento de la potencia absorbida, además de proteger de las consecuencias térmicas. Por lo tanto, estos aparatos son en sí mismos sensibles al valor de la corriente y a la temperatura ambiente en la que funcionan. La norma estipula que las condiciones nominales de funcionamiento deben estar garantizadas a una temperatura de 40 °C. Tal es el caso de los interruptores magnetotérmicos.
Los interruptores electrónicos son generalmente menos sensibles. Cuando la temperatura ambiente en la envolvente sobrepasa dicho valor, la corriente admisible disminuye en consecuencia.
Se pueden considerar dos soluciones:
– o bien la aplicación «global» de un coeficiente reductor de la corriente en función de la temperatura ambiente en el exterior de la envolvente,
– o bien la consulta exacta de las características de los interruptores y de los cuadros llamados «de desclasificación», que suministran la corriente admisible en función de la configuración (seccionable, diferencial) y de la temperatura real de funcionamiento en la envolvente.

En ambos casos, el valor reducido de la corriente puede expresarse mediante su valor real (en A), en forma de porcentaje (x%) o, mejor aún, por la relación entre dicha corriente real de utilización y la corriente nominal: Ir/In.

Factor de corrección de la corriente de utilización en función de la temperatura ambiente en las configuraciones recomendadas

La aplicación de un factor de corrección «global» permite una buena aproximación cuando se desconocen los valores reales de las temperaturas y del reparto en la envolvente.

Temperatura ambiente (°C)	10	20	25	30	35	40	45	50
Factor de corrección	1,1	1	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

En todos los casos, se deberá regular el interruptor en función de la corriente real de utilización: relación Ir/In (valores según los activadores: 0,4 – 0,5 – 0,6 – 0,64 – 0,7 – 0,8 – 0,9 – 0,95 – 1).



Corrientes de empleo de los DPX según regulación térmica (Ir) en función de la Temperatura del envolvente

Tipo de interruptor	Intensidad nominal	40 ¡C		50 ¡C		60 ¡C		70 ¡C	
		m n.	m x.	m n.	m x.	m n.	m x.	m n.	m x.
DPX 125	25 A	17	25	16	24	16	23	16	22
	40 A	28	40	27	38	26	37	25	36
	63 A	44	63	42	60	40	58	38	55
	100 A	70	100	67	96	64	92	61	88
	125 A	87	125	84	120	80	115	76	110
DPX 160	25 A	16	25	14	23	13	20	12	18
	40 A	25	40	23	36	20	32	18	28
	63 A	40	63	36	57	32	50	28	43
	100 A	63	100	58	91	52	82	48	73
	160 A	100	160	93	145	83	130	73	115
DPX 250 ER	100 A	64	100	58	91	52	82	47	73
	160 A	102	160	93	145	83	130	74	115
	250 A	160	250	147	230	134	210	122	190
DPX 250	100 A	63	100	58	91	52	82	48	73
	160 A	100	160	93	145	83	130	73	115
	250 A	160	250	147	230	130	210	115	190
DPX 630	400 A	160	400	160	400	150	380		
	630 A	250	630	240	599	227	567		
DPX 1600	800 A	320	800	320	776	300	760		
	1250 A	500	1250	475	1188	435	1094		
	1600 A	640	1600	620	1520	530	1328		

Disyuntor magnetot rmico	Intensidad nominal	40¡	50¡	60¡
DPX 250	250 A	250	250	238
DPX 630	400 A	400	400	380
	630 A	630	600	567
DPX 1600	800 A	800	760	760
	1250 A	1250	1188	1125
	1600 A	1600	1520	1440

El valor mínimo de la corriente de empleo corresponde a la regulación mínima del desenclavador Ir/In (0,7 para DPX 125 - 0,64 para DPX 160 - 0,8 para DPX 400 – 0,4 para DPX 630 - 0,4 para DPX 1600).
Versiones extraíbles y enchufables: aplicar un coeficiente reductor de 0,85 al valor máximo encontrado de la corriente de empleo.
Versión con bloque diferencial: aplicar un coeficiente reductor de 0,9 al valor máximo encontrado de la corriente de empleo.
Aplicar un coeficiente de 0,7 en caso de simultaneidad de las dos versiones.

2 Aparatos de potencia DPX (aparatos de cabecera y salidas directas)

Por regla general, no es necesario aplicar coeficiente reductor a los aparatos modulares divisionarios en la medida en que éstos se utilizan poco bajo su corriente máxima.
La relación de la corriente de empleo a la corriente nominal varía de 0,5 a 0,9 en función del coeficiente de diversidad.

Cuando se utiliza un aparato DX en plena carga y/o en un ambiente interno de envolvente elevado (aparato de cabeza de tablero o de fila), proporcionar un espacio de ventilación alrededor de este aparato dejando, por ejemplo, un espacio modular vacío o interponiendo un módulo pasa-hilo Ref. 044 40 (0,5 módulo) o Ref. 044 41 (1 módulo).

Corriente de empleo (A) en función de la temperatura del envolvente para los cortacircuitos DX, Dx-h curvas B y C y DX-D curva D

In (A)	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
1	1,1	1,07	1,03	1	0,97	0,93	0,90
2	2,2	2,1	2,06	2	1,94	1,86	1,80
3	3,3	3,2	3,1	3	2,9	2,8	2,6
6	6,6	6,4	6,18	6	6,8	5,5	5,4
10	11	10,7	10,3	10	9,7	9,3	9
16	18	17,3	16,6	16	15,4	14,7	14,1
20	22,4	21,6	20,8	20	19,2	18,4	17,6
25	28,3	27,2	26	25	24	22,7	21,7
32	36,2	34,9	33,3	32	30,7	29,1	27,8
40	46	44	42	40	38	36	34
50	57,5	55	52,5	50	47,5	45	42,5
63	73,1	69,9	66,1	63	59,8	56,1	52,9
80	96	89	86,4	80	73,6	67,2	60,8
100	119	114	108	100	92	84	76
125	148	142	135	125	115	105	95

Las normas de corrección de la corriente máxima real de empleo de los aparatos se dan solamente bajo las condiciones térmicas de funcionamiento.
Otros factores de corrección (vinculados al rendimiento, al cos φ, a la corriente de llamada) pueden ser necesarios para algunos receptores (lámparas de descarga, motores...).

4 DETERMINACION DE LA POTENCIA DISIPADA POR LOS APARATOS Y EL CABLEADO INSTALADOS EN LAS ENVOLVENTES

Al igual que con la potencia disipable, se puede realizar una aproximación más precisa de la potencia real disipada siguiendo el método descrito a continuación.
La potencia efectivamente disipada (en W) puede definirse mediante la siguiente fórmula:

$P = (P_A + P_C) \times U \times M \times S \times C \times E$

1 Total de potencias disipadas por cada uno de los aparatos bajo su corriente nominal (P_A)

Podemos consultar los cuadros y la documentación de los fabricantes de los aparatos que indican los valores tipo que deben tenerse en cuenta.
NOTA: En las envolventes de distribución, la potencia generada está ligada sobre todo a los interruptores automáticos, frecuentemente numerosos, y al cableado, especialmente si su sección es considerable.
En los armarios de control y de automatismos, los elementos que generan más calor son los variadores de velocidad, las alimentaciones y los contactores.
La potencia disipada por el cableado es generalmente débil.

2 Potencia disipada por el cableado (P_C)

• Conductores y cables
La potencia puede determinarse utilizando la norma internacional CEI 60890 (Enmienda1: 1995), o más sencillamente considerando la intensidad nominal que recorre cada conductor, su longitud y su sección, y aplicando para cada uno de ellos la siguiente fórmula:

$P = RI^2 \text{ med}$

Resistencia típica en función de las secciones de los conductores

Almas de cobre flexibles

S (mm^2)	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
R‰/km	36,1	24	18	12,3	7,4	4,58	3,05	1,77	1,12	0,72	0,51

Almas de cobre rígidas cableadas

S (mm^2)	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
R‰/km	0,36	0,25	0,18	0,14	0,11	0,09	0,07	0,055	0,043	0,033	0,026

Almas de aluminio rígidas cableadas

S (mm^2)	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
R‰/km	0,8	0,59	0,44	0,3	0,23	0,19	0,15	0,115	0,092	0,072	0,056	0,043

NOTA: Con miras a una simplificación, los valores de resistencia lineal de los conductores se han reducido voluntariamente a los tipos de conductores utilizados con más frecuencia. Se ha considerado el valor de la resistencia para una temperatura del alma de 40 °C. La influencia de ligeras variaciones del tipo de conductor o de la temperatura es admisible para el cálculo de la potencia. El factor intensidad es el que efectivamente predomina, pero también el más complicado de conocer con exactitud. Deberán consultarse los cuadros que indican la potencia disipada de los diferentes conductores con su corriente de utilización nominal.

3 Factor de utilización (U)

Es la relación entre potencia consumida real y la potencia nominal en la cabecera de la instalación.
Tomar un valor de 0,8 (correspondiente a 0,9 In) para los tableros con intensidad en cabeza ≤ 400 A, y 0,65 (correspondiente a 0,8 In) para los de intensidad superior.
Estos coeficientes se aplican a los valores de potencia.

4 Factor de marcha (M)

Relación entre el tiempo de funcionamiento del equipo y el tiempo de parada. En la industria, varía de 0,3 a 1.
Tomar 1 si el tiempo de funcionamiento es superior a 30 minutos y para todas las aplicaciones de distribución (calefacción e iluminación).

5 Factor de simultaneidad (S)

Relación entre la carga de los circuitos de salida (divisionarios), en funcionamiento simultáneo, y la carga máxima de la totalidad de los circuitos de salida.
Designa lo que, comúnmente, recibe el nombre de «expansión».
Tomar:
S = 1 para 1 circuito (es decir,100% de intensidad)
S = 0,8 para 2 ó 3 circuitos (es decir, 90% de intensidad)
S = 0,7 para 4 ó 5 circuitos (es decir, 83% de intensidad)
S = 0,55 para 6 a 9 circuitos (es decir, 75% de intensidad)
S = 0,4 para 10 circuitos o más (es decir, 63% de intensidad).
Este coeficiente tiene en cuenta, por una parte, el número de circuitos en funcionamiento, y por otra, su carga real. Deberá determinarse y modularse, si fuese necesario, para cada grupo principal de circuitos (grupo de circuitos de alumbrado, de circuitos de tomas, salidas de motores, climatización...).
NOTA: Este factor de simultaneidad no debe confundirse con el factor asignado de diversidad, definido en la norma internacional EN 60439-1, relativo a la relación entre la suma de intensidades reales de los circuitos primarios y la intensidad máxima teórica. Se define mediante la realización de ensayos y se aplica a los valores de corriente.

6 Factor de conmutación (C)

Coeficiente que contempla el número de ciclos o de conmutaciones (corrientes de llamada - automatismos rápidos).
Tomar:
C = 1,2 en caso de ciclos rápidos
C = 1 en los demás casos (distribución).

7 Factor de ampliación previsible (E)

Se considera según los casos. Si no hay nada determinado, puede tomarse un valor de 1,2.

Valores límites de calentamiento (extraídos del cuadro 3 de EN 60439-1)

Partes del conjunto	Calentamiento (K o °C) admisible
Componentes, aparatos, s/conjuntos, alimentaciones...	Conforme a sus propias prescripciones (norma de productos), teniendo en cuenta la temperatura ambiente en el conjunto (1)
Bornas para conductores exteriores	70 (2)
Juego de barras, contactos en juegos en barra, reparto	Según el material en contacto o cercano (las corrientes nominales de los juego de barras Legrand se indican en función de los distintos casos de utilización (3))
Elementos de mando	Metálicos: 15 (4) De material aislante: 25
Envolventes y paneles exteriores accesibles	Metálicos: 30 (4) De material aislante: 40

(1) Por regla general, es deseable una temperatura máxima de 40 °C. Por lo tanto, para determinar la potencia disipable, se puede considerar un calentamiento medio de 25 a 30 °C. Por encima de dicha temperatura, puede ser necesario desclasificar las intensidades admisibles de los aparatos, enfriar el ambiente con un sistema apropiado, o, más sencillo aún, escoger una envolvente más grande.
(2) El calentamiento de los bornes de conexión y de los bloques de conexión Legrand no sobrepasa los 65 °C.
(3) Las corrientes de los sistemas de juego de barras y de reparto Legrand vienen determinadas para un calentamiento máximo de 65 °C
(4) Si las partes en cuestión no se tocan frecuentemente en servicio normal, pueden aumentarse los valores citados (+10 °C).

Potencias disipadas por los conductores sometidos a sus corrientes de utilización habituales

Conductores de cobre

S (mm²)	0,5	0,75	1	1,5	2,5	2,5	4	6	10	16	25	25
I (A)	2	4	6	10	16	20	25	32	40	63	80	100
P (W/m)	0,15	0,4	0,6	1,2	1,9	3	2,9	3,1	2,8	4,4	4,6	7,2

S (mm²)	35	35	50	70	95	95	120	150	185	240	2x185	2x240
I (A)	100	125	125	160	160	200	250	250	315	400	630	800
P (W/m)	5,1	8	5,6	6,4	4,6	7,2	8,7	6,9	8,9	11,2	17,8	22,4

Conductores de aluminio

S (mm²)	35	35	50	70	70	95	120	150	185	240	240	300
I (A)	63	80	80	100	125	160	160	200	250	250	315	400
P (W/m)	3,2	5,1	3,6	5,9	6,8	7,7	5,9	7,6	9,3	7,2	11,4	14,7

Para el cálculo de líneas o de cables monofásicos, el valor de potencia deberá multiplicarse por 2, y por 3 en líneas trifásicas

Juegos de barras y conexiones

Referencia	373 88	373 89	374 33	374 34	374 38	374 18	374 19	374 40	374 41
Dimensiones	12 x 2	12 x 4	15 x 4	18 x 4	25 x 4	25 x 5	32 x 5	50 x 5	63 x 5
I (IP > 30)	80	125	160	200	250	270	400	600	700
P (W/m)	8,1	7,4	9,6	12,5	14,4	13,1	22,8	33	35,7
I (IP † 30)	110	185	205	245	280	330	450	700	800
P (W/m)	11,3	12,8	15,8	18,8	17,7	19,6	28,9	45	46,7

Referencia	374 59	374 43	374 46	374 40	374 41	374 59	374 43	374 46
Dimensiones	75 x 5	80 x 5	100 x 5	2x50x5	2x63x5	2x75x5	2x80x5	2x100x5
I (IP > 30)	850	900	1050	1000	1150	1300	1450	1600
P (W/m)	45,3	47	53,5	47,4	50,6	57,7	65,7	66,3
I (IP † 30)	950	1000	1200	1150	1350	1500	1650	1900
P (W/m)	54,8	59	70	62,7	69,8	74,4	85	93,4

Barras flexibles

Referencia	374 10	374 16	374 11	374 17	374 12	374 44	374 57	374 58
Dimensiones	13 x 3	20 x 4	24 x 4	24 x 5	32 x 5	40 x 5	50 x 5	50 x 10
Ithe (IP > 30)	160	250	250	320	400	500	630	800
P (W/m)	14,4	14,2	14,2	18,4	23	28,5	36,8	40,2
Ie (IP † 30)	200	350	400	470	630	700	850	1200
P (W/m)	22,5	35	36	40	43	56	67	77

Definiciones de las corrientes según la norma internacional EN 60947-1 con respecto a las condiciones normales de utilización para calentamientos de barras que no sobrepasen los 65 °C:
Ie: corriente de utilización asignada que debe considerarse en armarios de ventilación natural o en cuadros abiertos con índice de protección IP ≤ 30 (armarios XL 400/600).
Ithe: corriente térmica convencional bajo envolvente correspondiente a las condiciones de instalación más desfavorables. La envolvente no permite una renovación natural del aire. El índice de protección IP es superior a 30 (cajas XL 100, XL 135, XL 195)
Las potencias en W/m vienen dadas para un polo. En corriente trifásica, deben multiplicarse por 3.

A título orientativo, se puede aplicar la siguiente fórmula empírica para los juego de barras trifásicos:
Potencia disipada = 0,15 W/A para una longitud de 1 m.

5 CONDICIONES DE DETERMINACION DE LAS CONFIGURACIONES HABITUALES Y REPRESENTATIVAS (CONJUNTOS DE SERIE EN EL MARCO DE LA NORMA INTERNACIONAL EN 60439-1)

1 Mecanismos y modo de distribución

Los circuitos de llegada de energía consisten generalmente en una sola línea de alimentación, correspondiente al interruptor automático de cabeza (unidad de llegada según la norma internacional EN 60439-1).
Los circuitos de salidas están constituidos por circuitos trifásicos (3 ó 4 polos), llamados de salida directa, y por salidas monofásicas (pF + N), a su vez repartidos y equilibrados a partir de dispositivos trifásicos de protección. Esta última solución, que multiplica el número de circuitos y consecuentemente el de interruptores de protección de 2 polos, es la que más penaliza el balance térmico (esquema 1).

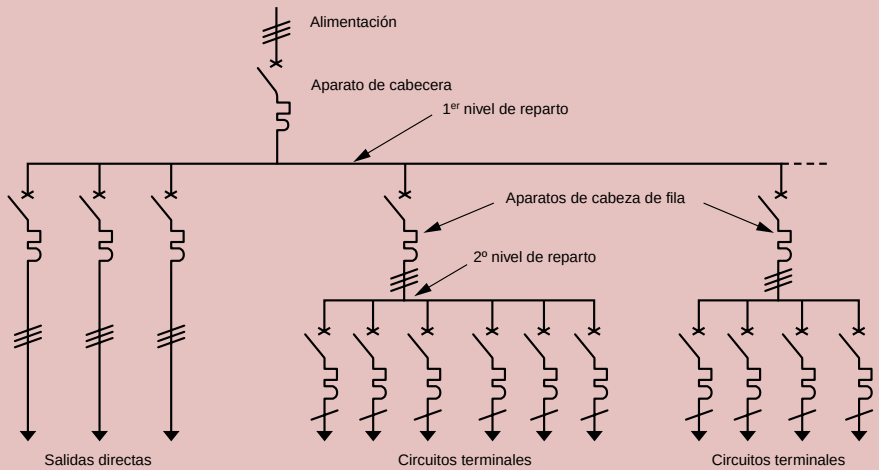
2 Parte relativa a las salidas directas y a los circuitos terminales

En la mayor parte de instalaciones, el número de salidas directas aumenta con la intensidad en cabeza del conjunto.
En tales condiciones, estas salidas (de algunas decenas a varios centenares de amperios) alimentan subconjuntos de distribución (tableros de distribución...), o equipos específicos de elevado consumo (hornos, climatización, máquinas...).

Condiciones contempladas en los ensayos de tipo

- **Los conjuntos de hasta 160 A están provistos únicamente de circuitos terminales monofásicos, condición más desfavorable.**
- **Los conjuntos de hasta 250 A están provistos de salidas directas y terminales a partes iguales.**
- **Los conjuntos de hasta 630 A poseen un 70% de salidas directas.**
- **Por encima de esta intensidad, no se contemplan más que las salidas directas: las salidas de los circuitos terminales se encuentran en envolventes situadas más adelante.**

Esquema 1: niveles de reparto en un mismo conjunto



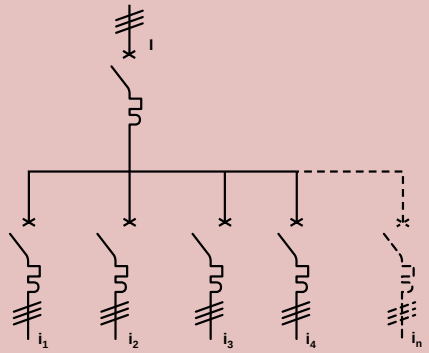
3 Factor de diversidad

La norma internacional EN 60439-1, § 4, define el factor de diversidad como la relación entre la suma máxima de las corrientes presumibles en todos los circuitos principales y la suma de todas las corrientes asignadas de dichos circuitos (esquema 2).
La norma internacional EN 60439-3, que contempla más concretamente los cuadros de reparto con intensidad de alimentación igual o inferior a 250 A, precisa que el número de circuitos principales es el número de circuitos de salida conectados a cada fase de alimentación (esquema 3).

– Conforme al esquema 1 de la página anterior, representativo de las configuraciones tipo, el 1er. nivel de reparto se ha efectuado utilizando el factor de diversidad definido por la norma internacional EN 60439-1, al tiempo que se alimentan los circuitos de cabeza de fila con su intensidad asignada.
– El 2º nivel de reparto (salidas monofásicas partiendo de la cabecera de fila trifásica) se ha realizado utilizando el factor de diversidad de la norma EN 60439-3.

La seguridad está garantizada por las condiciones máximas de ensayo, considerando el coeficiente de diversidad, la temperatura ambiente y el coeficiente de carga.

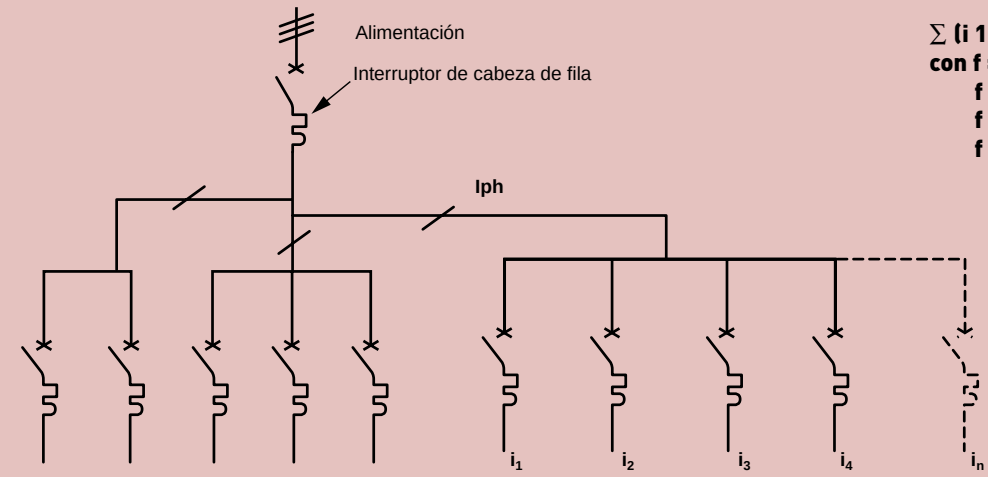
Esquema 2: Factor de diversidad según norma internacional EN 60439-1



$\Sigma (i_1, i_2, i_3, i_4, \ldots i_n) \times f = I$
con f = 0,9 para n = 2 y 3 circuitos
f = 0,8 para n = 4 y 5 circuitos
f = 0,7 para n = 6 a 9 circuitos
f = 0,6 para n = 10 o más circuitos

n = número de circuitos por fase

Potencias disipadas por los conductores sometidos a sus corrientes de utilización habituales



$\Sigma (i\,1, i\,2, i\,3, i\,4, \ldots i\,n) \times f = Iph$
con f = 0,8 para n = 2 y 3 circuitos
f = 0,7 para n = 4 y 5 circuitos
f = 0,6 para n = 6 a 9 circuitos
f = 0,5 para n = 10 circuitos y más

n = número de circuitos por fase

III



LA REALIZACION

III. A - INSTALACION DE LAS ENVOLVENTES 460

III.A.1 - Cajas XL 100 462
III.A.2 - Cajas XL 135 464
III.A.3 - Cajas y armarios XL 195 468
III.A.4 - Armarios XL 400 - 600 474
III.A.5 - Armarios XLA 400 - 600 - 800 482
III.A.6 - Montaje de elementos de mando y señalización 488

III. B - EL MONTAJE DE LOS JUEGOS DE BARRA 498

III.B.1 - Los juegos de barra hasta 1600 A 500
III.B.2 - Los juegos de barra hasta 4000 A 510
III.B.3 - Unión y conexión de las barras 516
III.B.4 - Accesorios complementarios 520

III. C - INSTALACION DE LOS APARATOS 522

III.C.1 - Montaje de los soportes 524
III.C.2 - Montaje de los aparatos 538

III. D - MONTAJE DE LOS DISPOSITIVOS DE DISTRIBUCIÓN XL - PART 546

III.D.1 - Chasis XL Part 548
III.D.2 - Repartidor de filas XL - Part 400 558

III. E - CABLEADO Y CONEXIONES 564

III.E.1 - Conductores 566
III.E.2 - Precauciones de cableado 574
III.E.3 - Alimentación de los aparatos 584
III.E.4 - Los conjuntos clase I y clase II 588
III.E.5 - Conexión de los conductores 596
III.E.6 - Soluciones de conexión 605

III. F - MANIPULACIÓN E INSTALACIÓN EN OBRA DE LOS TABLEROS 614

III. G - CERTIFICACIÓN DE LOS TABLEROS 626

III.G.1 - Contexto normativo 628
III.G.2 - Ensayos efectuados por Legrand 632
III.G.3 - Ensayos efectuados después de la instalación 640
III.G.4 - Revisión y control final 642

INSTALACION DE LAS ENVOLVENTES





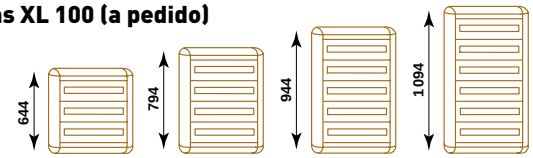


En las cajas y armarios XL predomina el modo intuitivo:
- dispositivos de fijación sin tornillos
- sistemas de unión sencillos y eficaces
- accesorios para todo

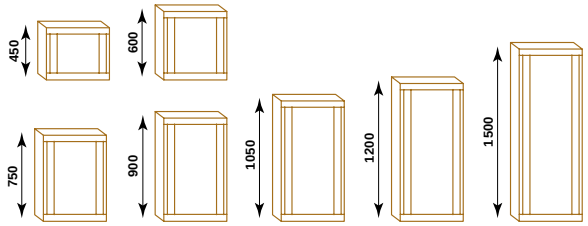
Con las cajas y los armarios de distribución XL, Legrand ha simplificado radicalmente el montaje de tableros.
Cualquiera que sea la envolvente, podrá trabajar según sus hábitos de instalación: de plano, de frente, saliente.
La gama XL cuenta con numerosos detalles prácticos para una instalación rápida y segura:
– cajas con «fondo activo» y equipadas con montantes de doble perforación, laterales desmontables para una total accesibilidad al cableado, posibilidades de unión horizontal o vertical
– armarios adaptados a todos los entornos de IP 30 a IP 43, modulables (unión, canalización de cableado, zócalos...) y de profundidad adaptada a todas las potencias (de 195 a 600 mm, o más mediante unión)
– equipamiento común a toda la gama: dispositivos de fijación de los aparatos, placas aislantes o metálicas de cierre con cuarto de vuelta, múltiples accesorios de cableado.

XL: cajas y armarios para todas las necesidades

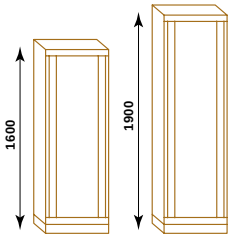
Cajas XL 100 (a pedido)



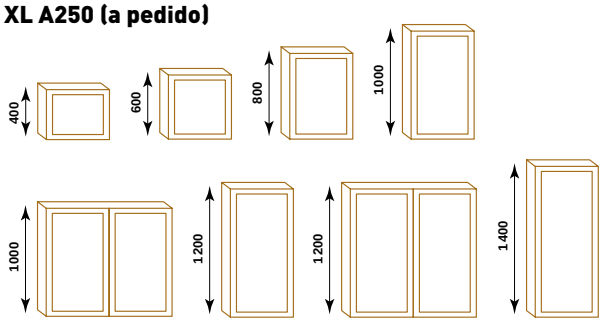
Cajas XL 135-195



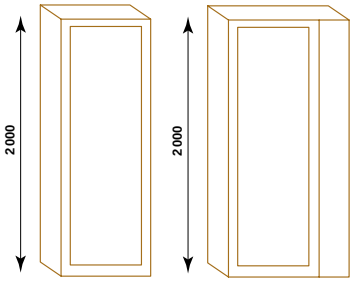
Armarios XL 195 (a pedido)



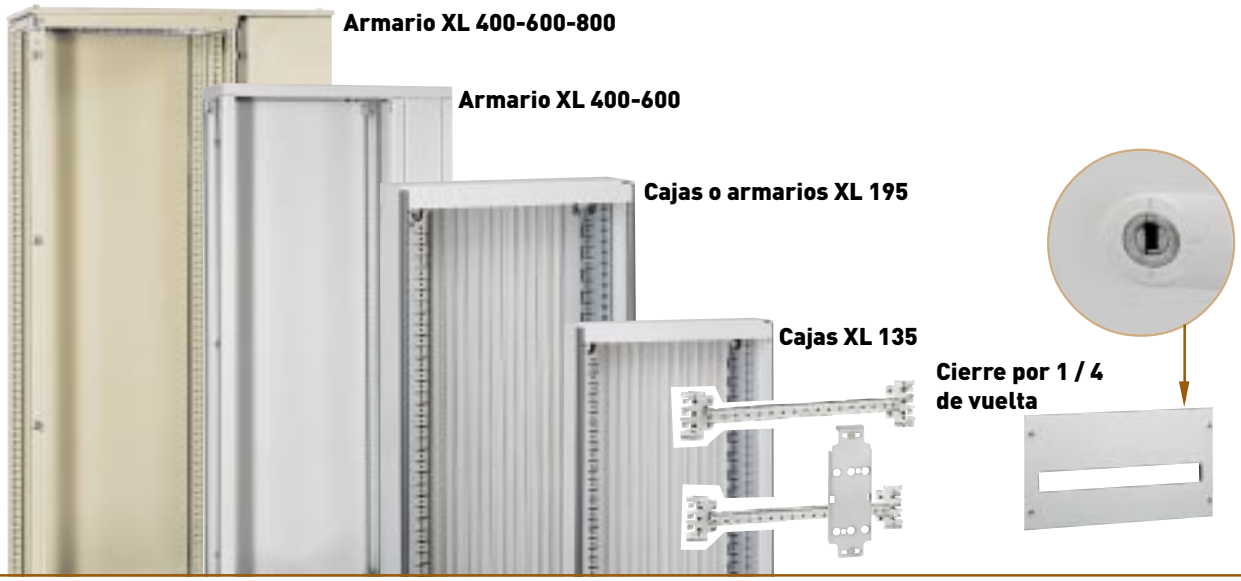
Cajas XL A250 (a pedido)



Armarios XL 400-600 y XL - A 400 - 600 - 800



XL: un único ancho de placas, equipamiento común



Cajas XL 100 (a pedido)

Las cajas XL 100 están especialmente adaptadas a los cuadros «todo modular». Al combinar una capacidad máxima con un reducido volumen, son ideales para su utilización en viviendas, tiendas, oficinas. La estética de estas cajas empotradas permite responder a las mayores exigencias de estos locales



Caja XL 100
ref. 093 36

Las cajas XL 100 (a pedido), que se suministran listas para su uso, están compuestas por un caja de empotrar en chapa de acero galvanizado, un chasis provisto de perfiles TH 35-15, bornes repartidoras para conductores de protección, un marco de acabado y placas aislantes.
La caja metálica se monta por anclaje o atornillado en tabique hueco. La profundidad de empotramiento es de 100 mm.

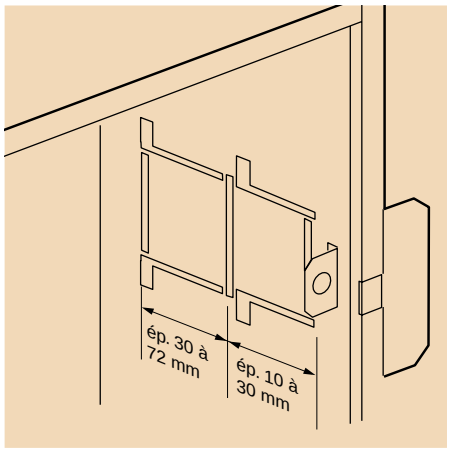
1 Empotramiento de la caja

• Anclaje en una pared de obra

– Levantar las patillas de anclaje
– Hacer un hueco en la pared asegurándose de que la caja y las patillas se empotren correctamente
– Hacer los cortes para el paso de cables y canalizaciones
– Pasar estos últimos al tiempo que se introduce la caja en la pared
– Fijar con yeso, mortero adhesivo o cemento, según los casos.

• Montaje en tabique hueco

– Utilizar el accesorio de fijación ref. 098 79
– Atornillar las escuadras frontales a la caja (4 ó 6 según la altura)
– Hacer un corte para el paso de la patilla de apriete a la profundidad elegida (corte delantero para tabique de hasta 30 mm., corte trasero para mayores profundidades).



2 Colocación del chasis

– Montar el chasis sobre los cuatro tornillos del fondo.
– Apretar ligeramente las tuercas de fijación del chasis (llave de 10).

3 Colocación del marco frontal de acabado

– Fijar el marco a los montantes (destornillador o llave de tubo de 8).
– Comprobar la horizontalidad del marco con el nivel de burbuja situado abajo a la derecha.
– Si es necesario, ajustar la posición del chasis mediante las ruedecillas, colocando aparatos en los perfiles, o midiendo con relación a las placas.
Finalmente, apretar las tuercas de fijación (llave de 10).

4 Acabado

• Sin puerta

– Encajar a presión las dos molduras verticales de acabado golpeando con la palma de la mano o con un martillo de plástico.

• Con puerta

– Encajar los montantes y los angulares del cerco de puerta.
– Atornillar el cerco de la puerta al marco frontal de acabado (destornillador PZ2).
– Montar la puerta en el sentido de apertura que se desee (en este caso no se utilizan las molduras de acabado).



Colocación de los tornillos



Ajuste del chasis

– Encajar los cubrebornes superior e inferior.

Cajas XL 135

Preequipadas con pletinas y placas modulares, las cajas XL 135 responden a los imperativos de montaje rápido, reducido volumen (profundidad 135 mm) y una amplia gama de tamaños (450, 600, 750, 900, 1050 y 1200 mm de altura), para intensidades de hasta 160 A. Muy fáciles de unir, lateral o verticalmente, permiten una total libertad de organización

Los armarios XL 135 equipables se suministran desmontados para facilitar su composición. Están constituidos por un «fondo activo» aislante (fácil fijación de los múltiples accesorios comunes a las gamas de canales DLP), dos soportes, superior e inferior, que reciben las placas de entrada de cables (pretroqueladas), dos paneles laterales aislantes (recortables en caso de yuxtaposición), y las correspondientes molduras de acabado, el chasis de perfil TH 35-15 para la fijación de los aparatos modulares y placas aislantes correspondientes. Las puertas tienen referencias separadas. Existen igualmente versiones estándar de chapa pintada o de vidrio transparente ahumado.

1 Ensamblaje del armario

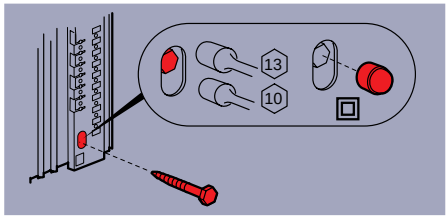
Puede efectuarse en horizontal sobre el banco de trabajo o directamente en la pared. En este último caso, la posición de las fijaciones puede marcarse con ayuda de la plantilla impresa en el cartón de embalaje.

• Fijación de la base

Constituida por el «fondo activo» y los montantes con perforaciones, la base es totalmente simétrica. La fijación a la pared, si se lleva a cabo en este momento, debe realizarse con tornillos de cabeza H de 10 ó de 13, a fin de poder montar los capuchones aislantes y respetar así las normas de seguridad de clase II (véase página 594).

• Fijación de los soportes superior e inferior

– Fijar los soportes superior e inferior encajando la patilla del soporte en el hueco del montante. De este modo, las cabezas de los tornillos de fijación,si están precolocados, pasan por el ancho orificio.



La utilización de una arandela metálica bajo la cabeza del tornillo puede perjudicar el doble aislamiento si se realiza en clase II (véase página 594.



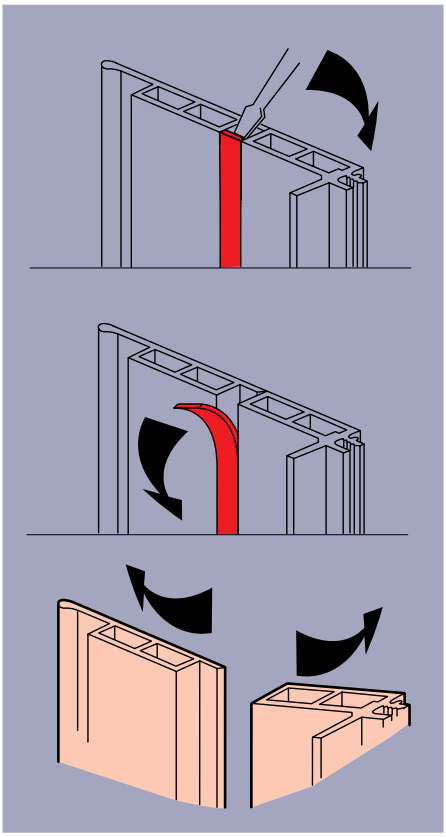
– Empujar el soporte hacia el extremo de la base de modo que la patilla encaje en el montante.
– Apretar los tornillos de fijación (destornillador o llave de tubo de 8).



Gracias a su diseño en U, los soportes superior e inferior pueden desmontarse después del cableado.
La conexión de los conductores de gran sección también se ve considerablemente facilitada aplazando el montaje de dichos soportes hasta después de conectar los aparatos.

• Montaje de los paneles laterales

– Montar los paneles laterales aislantes deslizándolos simplemente entre el soporte superior y el inferior.
– Comprobar que la parte trasera del panel encaja correctamente en la ranura de la base.
Si se yuxtaponen varios armarios en horizontal, los paneles laterales deberán montarse después de la yuxtaposición.
Por el contrario, si la yuxtaposición es vertical, los paneles pueden montarse previamente.
Los paneles laterales entre dos armarios yuxtapuestos deben recortarse para permitir el paso de los conductores. Dicha operación se realiza fácilmente retirando la lengüeta y separando la parte delantera que se monta de la parte trasera que no se utiliza.
– Roscar los dos tornillos de fijación (destornillador PZ2), comprobando la alineación del tornillo con la tuerca. Puede ser necesario tirar ligeramente del panel lateral hacia fuera.



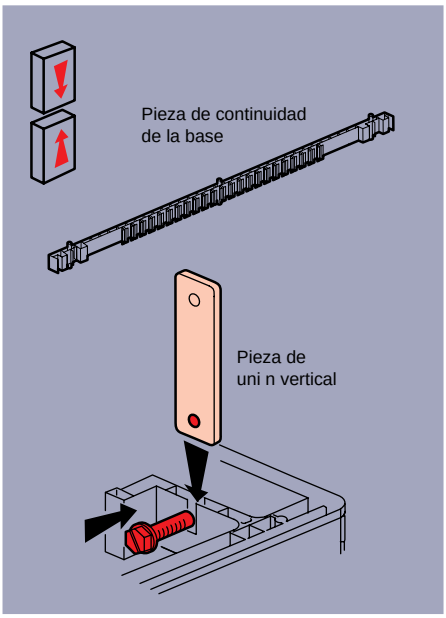
Para alinear el tornillo y la tuerca...

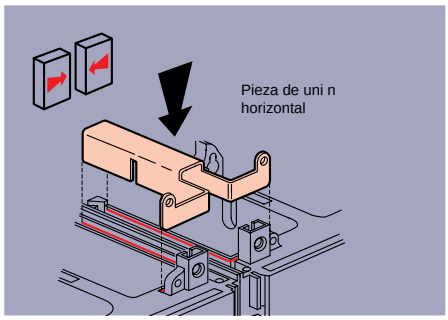


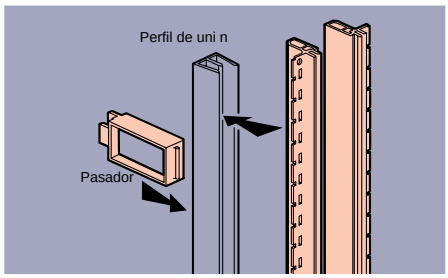
... puede ser necesario tirar ligeramente

2 Unión de armario

Para yuxtaponer varios armarios y poder montar el conjunto así formado, debe utilizarse el kit de unión ref. 093 93,que incluye los elementos que permiten el acoplamiento en vertical de los armarios XL 135 y los que permiten el acoplamiento en horizontal.
– Un perfil de unión a presión permite mantener rígidamente sujetos los paneles laterales yuxtapuestos de los dos armarios.
– Un pasador (recortable para ajustarlo a la profundidad del armario) garantiza la unión mecánica con la base.







El kit 093 93 no garantiza la continuidad eléctrica de los chasis de las carcasas unidas. Debe preverse una conexión complementaria.

Se pueden realizar conjuntos a medida uniendo simultáneamente armarios en horizontal y en vertical. Existen perfiles de unión ref. 374 02 que permiten rigidizar la unión de conjuntos de más de dos armarios a fin de poder transportarlos.

3 Montaje de los equipos

• Chasis

Los armarios XL 135 están provistos de soportes y perfiles para aparatos modulares, así como de las placas correspondientes: 200 mm de altura para el aparato de cabeza y 150 mm para las otras placas.

• Fondo activo

La base aislante de los armarios XL, con sus dispositivos de fijación universales (canalizaciones DLP), admiten múltiples accesorios por presión o atornillado.

4 Colocación de las placas de entrada de cables

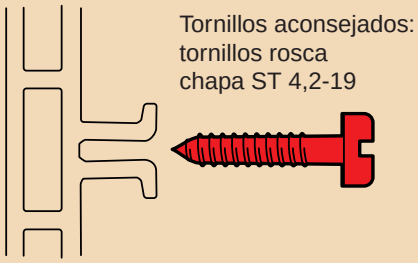
• Corte y perforación

Las placas de entrada de cables vienen premarcadas para conexión directa mediante canalización DLP: una o dos canales 50 x 160 ó una o dos canales 65 x 250. Pueden cortarse con sierra manual o eléctrica de dientes finos, o taladrarse con una broca o una sierra de corona.

• Montaje y atornillado

Las placas de entrada de cables se montan encajando a presión la parte trasera (tetones de fijación) y atornillando la parte delantera (destornillador PZ2 o plano de 5,5). Encajar correctamente la placa golpeando en todo su perímetro con la palma de la mano.

Fijación al fondo activo





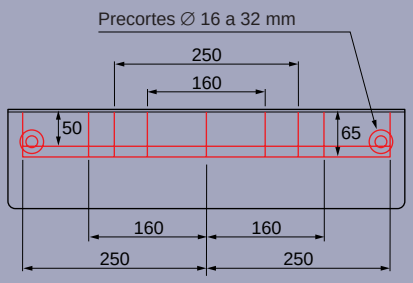
Soportes de barra colectora



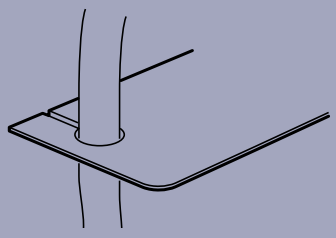
Soportes de fijación de collarines Colson ref. 308 94



Soportes de fijación de perfiles



Taladrando y cortando hasta el borde de la placa, esta última puede montarse por torsión sobre un cable ya conectado.





El atornillado de las placas de entrada de cables por el interior del armario y desde la parte delantera, garantiza la máxima seguridad (tornillos disimulados detrás de las placas) y permite montar la placa incluso en condiciones de difícil acceso, por ejemplo en caja bajo techo.

5 Acabado

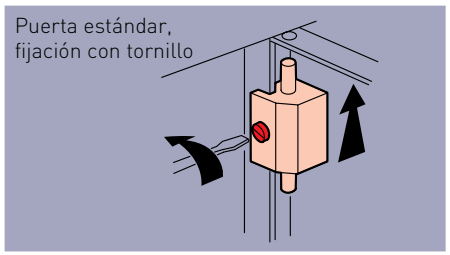
• Molduras de acabado

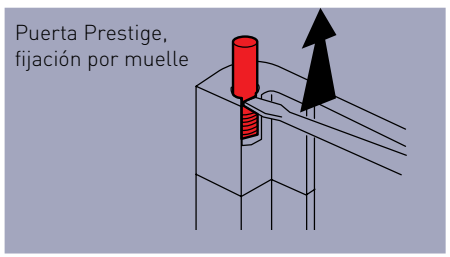
Las molduras se montan encajándolas en el perfil delantero de los paneles laterales. Proporcionan un pulcro acabado y están redondeadas para mayor seguridad.



• Montaje de la puerta

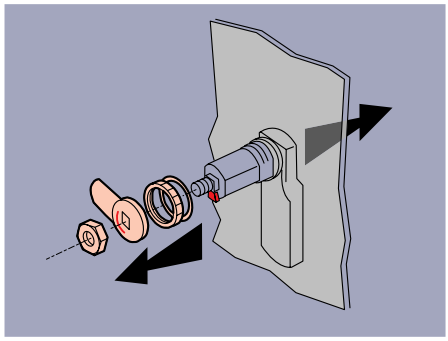
– Ensamblar los elementos del marco.
– Colocar la junta autoadhesiva en la parte superior.
– Encajar a presión el cerco de la puerta en el alojamiento de las molduras de acabado.
– Terminar la fijación roscando los 4 tornillos de esquina autorroscantes (destornillador PZ2).
– Montar la puerta encastrando la bisagra inferior y deslizando la superior.





• Inversión de la maneta de cierre

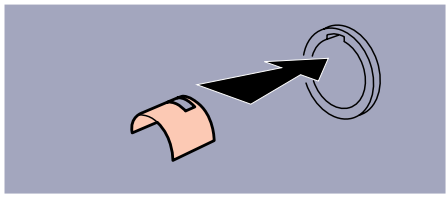
– Aflojar la tuerca de leva (llave de 13) y después la tuerca de rosetón (llave de 27, 12 caras).



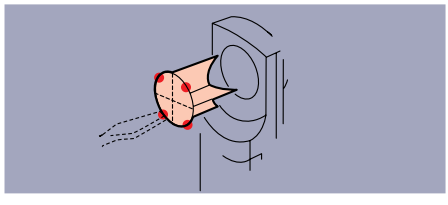
– Girar media vuelta el cuerpo del cerrojo (rotor) y montarlo de nuevo en sentido inverso.
– Apretar moderadamente.

• Montaje de una cerradura con llave

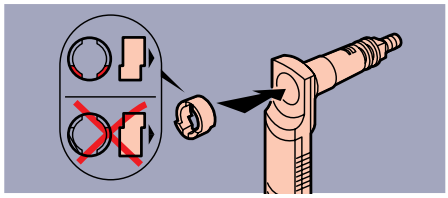
Las cerraduras de los armarios XL admiten cilindro de llave.
– Desmontar la parte móvil de la cerradura (rotor), fijada con la tuerca de leva (llave de 13). La parte fija se deja en la puerta.
– Introducir la leva de bloqueo en el parte fija. Empujarla a fondo en el sentido de montaje.



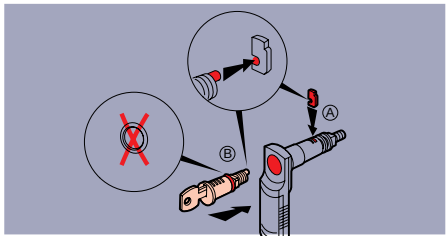
– Extraer el obturador del rotor con la punta de un destornillador.



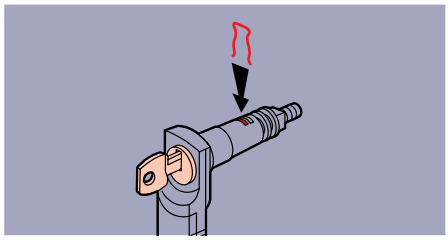
– Insertar la junta del cilindro (prestar atención al sentido de montaje).



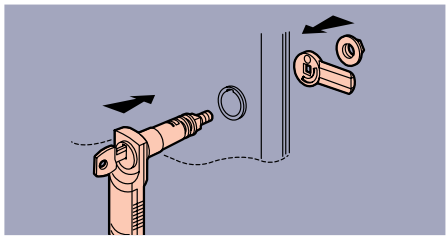
– Extraer el anillo del cilindro.
– Introducir el pestillo en su alojamiento y a continuación el cilindro girándolo ligeramente para introducir el eje de maniobra en el pestillo.



– Introducir el pasador de bloqueo.



– Comprobar el funcionamiento del pestillo haciendo girar la llave.
– Colocar el pestillo en posición abierto y encajar el cilindro de la cerradura.
– Situar la leva en su cuadradillo de maniobra y roscar la tuerca de la base (apretar moderadamente).



– Comprobar el sentido de maniobra y el cierre.

Cajas y armarios XL 195

Facilidad de instalación, total accesibilidad, fondo activo, posibilidad de acoplamiento... Al tiempo que reducen el volumen exterior al mínimo (profundidad 195 mm. a pedido), los XL 195 ofrecen un mayor volumen de cableado y permiten realizar conjuntos de hasta 400 A



Armarios XL 195 (a pedido)

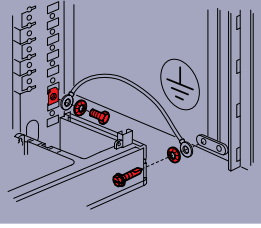
A la extensa gama de tamaños, cajas de 450 a 1.200 mm de altura y armarios de 1.600 a 1.900 mm de altura (a pedido), se añaden equipamientos realmente prácticos e innovadores: canalización de cableado, kit de acoplamiento transportable Effix, zócalos, posibilidad de realizar conjuntos de clase I (con placas metálicas o aislantes) o de clase II (con kit de paneles laterales y placas aislantes), así como opciones de acabado: puerta Estándar y extraplana, moldura de acabado con canales, techo, kit de estanqueidad... Todo lo cual permite que las cajas y armarios equipables XL 195 se adapten a cualquier instalación.

1 Ensamblaje de la caja

- **Montaje de la base y fijación de los soportes superior e inferior** (véase XL 135).
- **Montaje de los paneles laterales**

Los paneles laterales constan de dos partes:
– La parte trasera, que debe retirarse en caso de yuxtaposición en horizontal.
– La parte delantera, montada en todos los casos, a la que se fijan las placas. Las partes delantera y trasera se ensamblan a presión.

No olvidar conectar el puente entre las partes delantera y trasera de los paneles laterales y el conductor de equipotencialidad (suministrado) con el chasis.



2 Acoplamiento de cajas

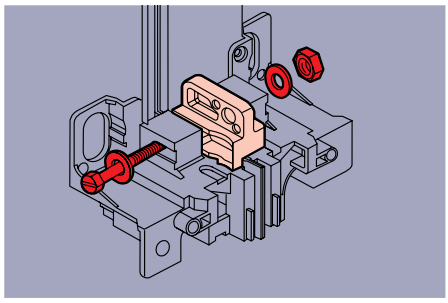
Utilizar los kits Effix ref. 093 92 (acoplamiento en vertical) y ref. 093 91 (acoplamiento en horizontal).
Pueden instalarse en dos etapas y comprenden:
– separadores de aleación que permiten solidarizar con tornillos M8 las bases de las carcasas. Con ello, se obtienen bases ensambladas, transportables y totalmente accesibles para el cableado.
– piezas de unión que garantizan el ensamble de las partes superior e inferior con los paneles laterales. Según las exigencias del cableado, dichas piezas no podrán montarse hasta que se monten los soportes superior e inferior.

Acoplamiento en vertical



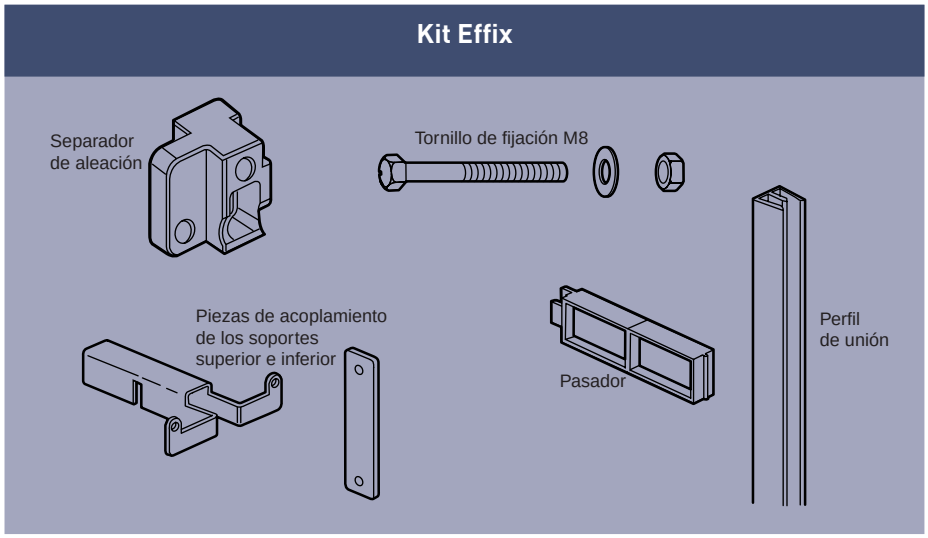
Colocación del separador y de la continuidad de la base

Acoplamiento en horizontal



Colocación del separador y atornillado

Kit Effix



El kit Effix garantiza la continuidad eléctrica entre los chasis de dos carcasas acopladas.
Con Effix se mantiene la total libertad de intervención. Todas las partes exteriores pueden desmontarse sin que ello afecte a la unión de las bases.

3 Celdas para cables

Extensión natural de la caja, la celda de cableado permite distribuir verticalmente numerosas funciones, entre las que cabe destacar:
– reparto de juego de barras: los soportes ref. 374 52 se montan directamente en la celda
– mediciones
– placa de bornes de conexión y de conductores de protección
– llegada de energía y aparato de cabeza
– circulación y agrupamiento de conductores y cables
Se suministra lista para su uso con su kit de unión. El frontal se pide por separado.



Repartición



Mediciones



Aparato de cabeza

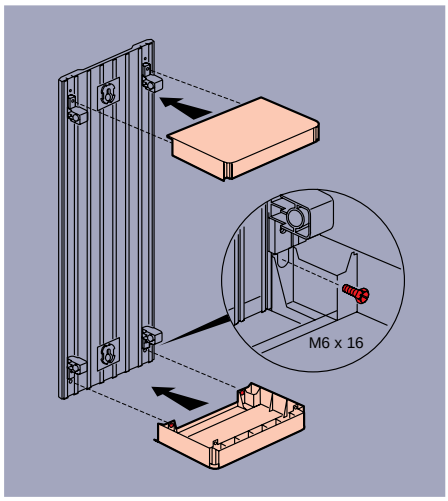
• Ensamblaje de la celda

Al igual que la de caja, la base de la canalización de cableado se adapta al «fondo activo» con sus múltiples posibilidades de fijación. Puede fijarse a la pared antes o después del cableado, según los hábitos de trabajo.



Fijación de un perfil TH 35-15 mediante soportes de «patas rojas» ref. 306 87 fijados al fondo activo (se suministran 4 soportes con la canalización)

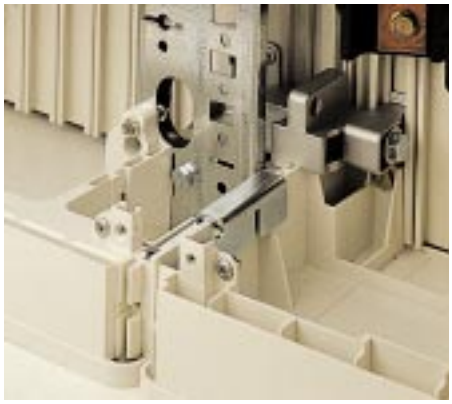
El ensamblaje se realiza con gran facilidad fijando cada soporte superior e inferior a la base con dos tornillos (llave de 10).



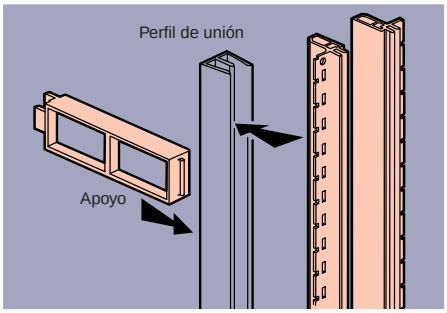
NOTA: en caso necesario, las entradas de cables se cortarán directamente en los soportes superior e inferior.

• Unión de las cajas

El kit Effix ref. 093 91 (suministrado con la canalización) permite, al igual que con dos cajas, la instalación en dos tiempos:
– ensamblaje de las bases para permitir el transporte y la eventual instalación en la pared
– ensamblaje de los soportes superior e inferior y colocación de los paneles laterales, de su perfil de unión y de los apoyos.



El montaje de los paneles laterales se efectúa igual que el de las cajas. Se retira la parte común a la celda y a la caja.
La instalación del perfil de unión entre las partes delanteras de los laterales y la fijación del apoyo garantizan la estanqueidad y la rigidez.



• Frontal

La parte delantera puede ir provista de placas aislantes o metálicas.
Para desmontar el frontal se necesita una herramienta, si bien puede obtenerse un mayor nivel de inaccesibilidad colocando una puerta.

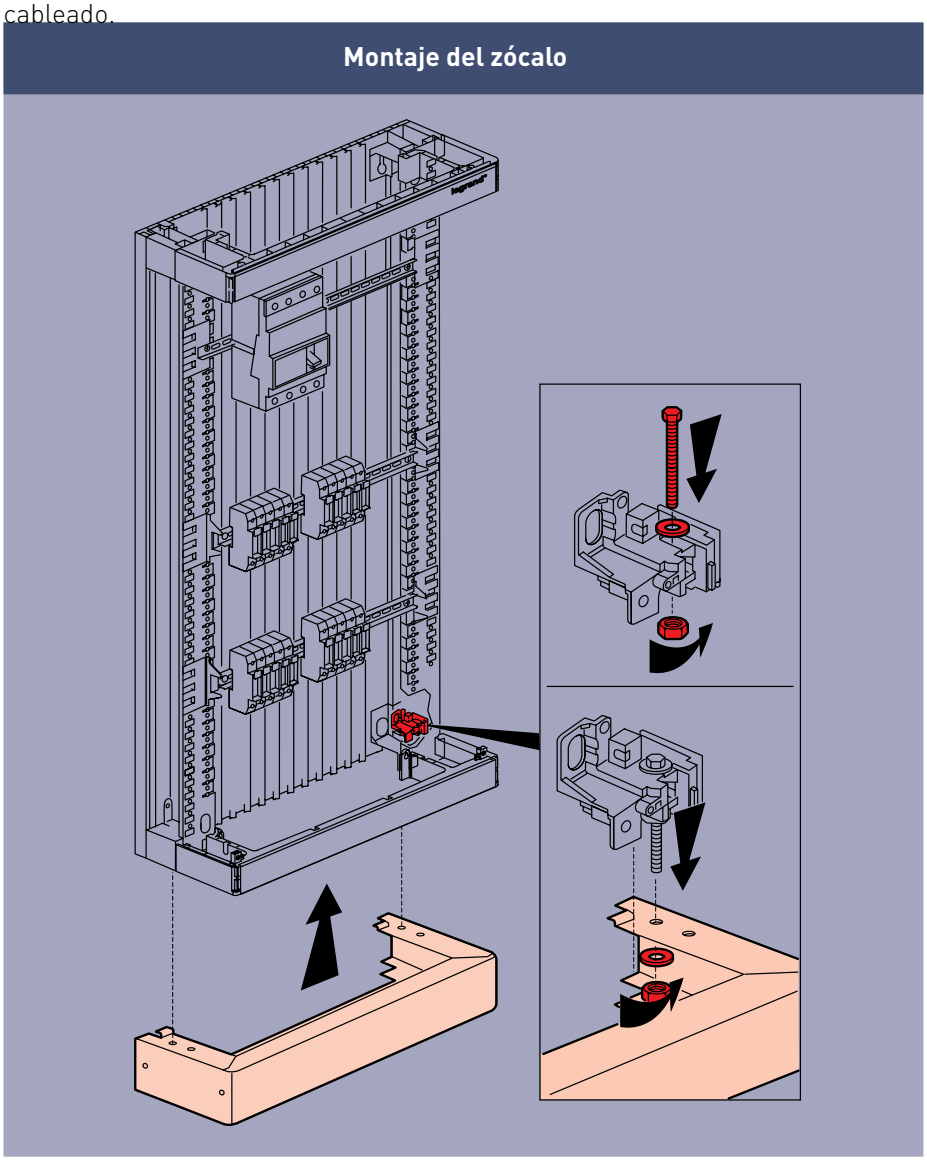


No olvidar la instalación de conexiones equipotenciales (cable flexible 2,5 mm2 aislado verde/amarillo) conectando el chasis a los paneles laterales yuxtapuestos entre caja y canalización, y al panel lateral exterior de la canalización.

4 Zócalo

Los armarios XL 195 (a pedido) se suministran con un zócalo monobloc de 100 mm de
altura, que facilita la llegada y la conexión de los conductores.
Además, protege la parte inferior del armario de eventuales agresiones (golpes, lavado...). Los zócalos pueden pedirse también por separado (ref. 093 80) para superponerse o incluso para colocarlos bajo un armario XL 195.Existe también un zócalo (ref. 093 81) disponible para la canalización de cableado.

Montaje del zócalo



5 Montaje del equipamiento

• Chasis

Normalmente no es necesario desmontar los montantes verticales fijados a la base de las cajas y armarios para realizar la instalación, aunque siempre es posible hacerlo. En tal caso, se puede construir un chasis amovible utilizando perfiles con taladros del kit ref. 092 07. Estos perfiles, combinados con el juego de escuadras universales ref. 094 99, pueden usarse también en realizaciones a medida o para la fijación de aparatos no estándar.
Los montantes reciben simplemente por presión los dispositivos de fijación ref. 092 00 y 092 02, para aparatos modulares montados sobre perfil TH 35-15, y los de ref. 092 07 para aparatos de hasta 400 A de potencia.
Los dispositivos ref. 092 68 (160 A) y 092 69 (250-630 A) permiten instalar aparatos DPX en cabeza o sin diferencial en la canalización de cableado.



Vistop montado sobre soporte ref. 092 00 y bloc de conexiones ref. 22781 montado sobre dispositivo 09204 o 09207



Aparatos modulares sobre perfil ref. 092 00, distribución y protección de conductores para canal Lina 25



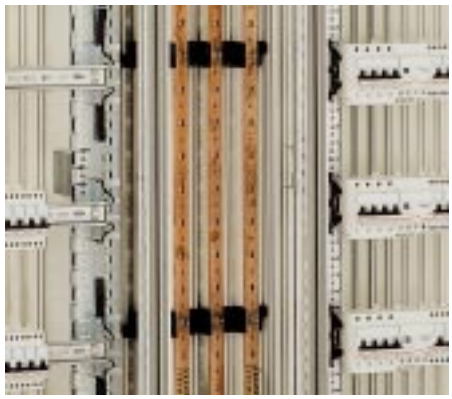
Dispositivo de fijación de DPX en canalización de cableado ref. 092 68



DPX 250 con diferencial montado sobre pletina ref. 092 11 y dispositivo ref. 092 07

• Fondo activo

Todas las funcionalidades descritas para la serie XL 135 aparecen igualmente en los XL 195. Ejemplo: los soportes ref. 374 52 provistos de barras de cobre 32 x 5 ref. 374 19 permiten configurar juego de barras de distribución justo después del aparato de cabeza de la celda.



• Entradas de cables

Las placas de entrada de cables (inferior y superior) de las envolventes XL 195 presentan una superficie útil muy amplia (750 cm^2), lo que permite todo tipo de entradas de conductores.
Están premarcadas para una unión directa con las canalizaciones DLP y se colocan fácilmente atornillándolas por la parte delantera (véase XL 135).

6 Acabado

• Placas y frontales

Las cajas y armarios equipables XL 195 presentan las mismas opciones de acabado que la serie XL 135, a las que se añade la posibilidad de elegir entre placas metálicas o aislantes.

• Puerta

Las diferentes versiones de puertas (véase el montaje del armario XL 135) son comunes a las envolventes XL 135 y XL 195:
– puerta estándar (57 mm de distancia entre puerta y placa), que permite el paso de las manetas de maniobra de los aparatos de potencia y de las unidades de mando y señalización
– puerta extraplana lisa (30 mm de distancia entre puerta y placa), o con cristal (25 mm de distancia entre puerta y placa), para aplicaciones totalmente modulares.

• Moldura de acabado

Al tiempo que favorece la expansión del cableado, la moldura de acabado ref. 093 97 asegura una unión perfecta entre la caja y las canales DLP.

• Tejadillo y kit de estanqueidad (a pedido)

El tejadillo adaptable ref. 093 85 (XL 135) o ref. 093 86 (XL 195) protege las envolventes de la lluvia. El kit de estanqueidad complementaria ref. 093 90 garantiza el IP 43.

Puertas y accesorios de acabado





Moldura de acabado



Techo

Armarios XL 400 - 600

Aunando sencillez y universalidad, robustez y acabado, el armario XL 400-600 ha creado realmente la esperada innovación en distribución de potencia



Armario XL 400

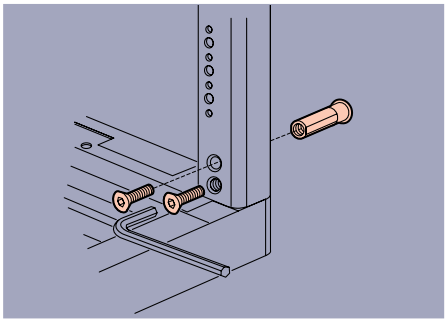
- Sencillez de una gama existente en dos fondos 400 y 600 y en dos anchuras 700 y 900, que cubre todas las aplicaciones de tableros de hasta 1.600 A.
- Universalidad de componentes y accesorios: placas, soportes de aparatos, pletinas, perfiles idénticos y totalmente compatibles con toda la gama de cajas y armarios XL.
- Robustez de una estructura pretensada, modulable a voluntad por unión y de sorprendente rigidez, que permite la manipulación de conjuntos de varias unidades.
- Estética que permite instalar el armario XL sin ocultarlo, con total seguridad, en todo el sector terciario.

1 Ensamblaje

La estructura de los armarios XL está constituida por una base inferior y una superior , ambas monobloc, unidas por 4 montantes amovibles que se fijan a «soportes de esquina» de aleación ligera.



Los montantes se fijan con un primer tornillo, roscado directamente al soporte, y un segundo tornillo que penetra en un tubo roscado amovible (llave hexagonal de 5).



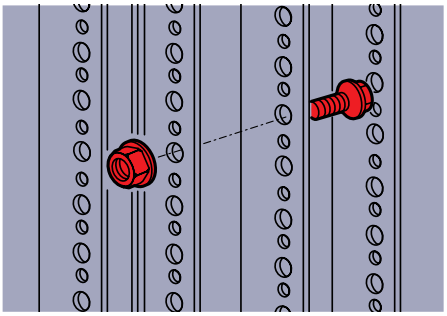
Tras el montaje del armario, cada montante queda independiente y totalmente amovible para mayor facilidad de acceso.

2 Acoplamiento

El acoplamiento de armarios XL se efectúa con gran facilidad quitando el segundo tornillo fijado al tubo roscado y sustituyéndolo por un tornillo largo de ensamblaje (llave hexagonal de 5).



No olvidar que los montantes deben solidarizarse a media altura con el tornillo M8 (llave de 13).



Si hay que izar el conjunto constituido por el acoplamiento de varios armarios XL, habrá que montar escuadras de elevación ref. 095 90 en las uniones entre armarios y respetar las normas prescritas

3 Celdas de cableados

La versión de 900 mm de ancho del armario XL viene equipada de serie con una armario integrado de 200 mm de ancho, que puede incorporar juego de barras, bornes repartidores o canalizar y fijar los cables.



Celda de cableado en el extremo de un conjunto

Armario de cables ref. 095 11/14 se instala en el extremo del conjunto y permite un fácil acceso (300 mm de anchura) para la entrada y la salida de conductores.

• Montaje de la celda

La celda, compuesta de dos bridas, inferior y superior, y dos montantes, se fija al armario retirando los obturadores de plástico de las esquinas y fijando los tornillos de los que va provista (llave macho de 4).



Armario de cables de200 mm de anchura integrada en el armario de 900

¡Atención! El armario de cables no debe instalarse en el centro de un conjunto de armarios acoplados si dicho conjunto va a ser izado. En tal caso, sólo se admite su posición en el extremo del conjunto.

4 Zócalo

Los armarios XL pueden estar provistos de zócalos de 200 mm de altura, los cuales se suministran ensamblados. Están provistos de trampillas amovibles de 100 mm de altura.



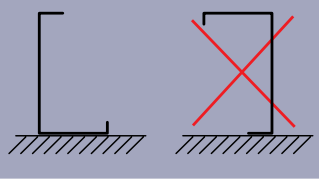
Modularidad de acceso a través de las accesos amovibles



Fijación del armario al zócalo

Para facilitar la instalación, los zócalos pueden fijarse (anclarse) al suelo antes de solidarizarlos con los armarios. La reserva y el paso de los cables puede realizarse previamente.

Los zócalos poseen un sentido preferente de montaje para permitir la eventual rodadura de los conjuntos.



5 Chasis y equipamiento

Se pueden construir dos tipos de chasis en los armarios XL.

• Chasis plano

Constituido por dos montantes ref. 095 95 que se fijan a la parte superior e inferior del armario.



Montaje de un montante ref. 095 95

Tienen perforaciones idénticas a las de los montantes de las envolventes XL 135 y XL 195, y admiten los dispositivos de fijación de aparatos hasta el DPX 630 y hasta el Vistop 630.

• Chasis saliente

Constituido por perfiles ref. 095 67 fijados a los montantes del armario. Dichos perfiles admiten los dispositivos de fijación de los aparatos de elevada potencia (DPX 1600 y 1250/1600) y los soportes de juego de barras.
Para más detalles sobre la colocación de los aparatos y dispositivos de fijación, consultar el capítulo III.C.1.



Dispositivo de fijación ref. 092 08 sobre montantes ref. 095 95 soportando un DPX 630 seccionable (chasis plano)



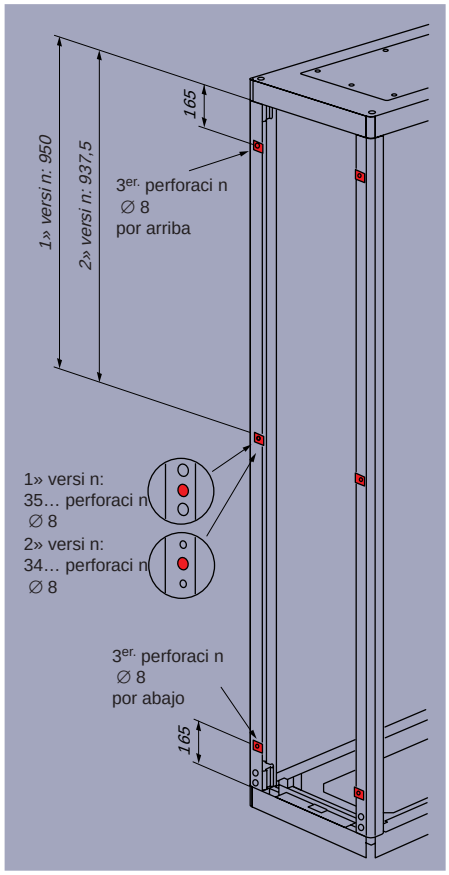
Perfiles transversales ref. 095 67 soportando un dispositivo de fijación para DPX 1600 y un soporte de juego de barras (chasis saliente)

Los montantes y chasis de los armarios XL admiten todo tipo de tornillos estándar:
- tornillos y tuercas M6 y M8
- clips de tuerca M6 y M8
- tornillos autorroscantes St 4,8

6 Paneles

• Montaje de los paneles

(bajo pedido por separado)
– colocar los seis tuercas-clip en los montantes del armario.



– Montar las patillas de fijación atornillándolas a los soportes de esquina.

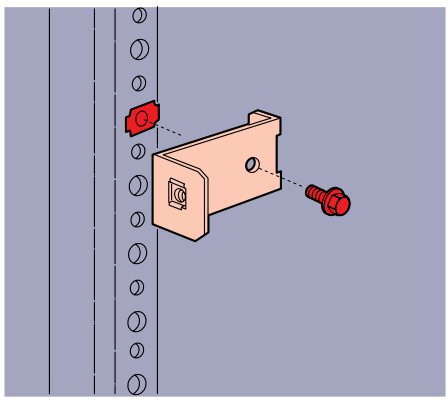


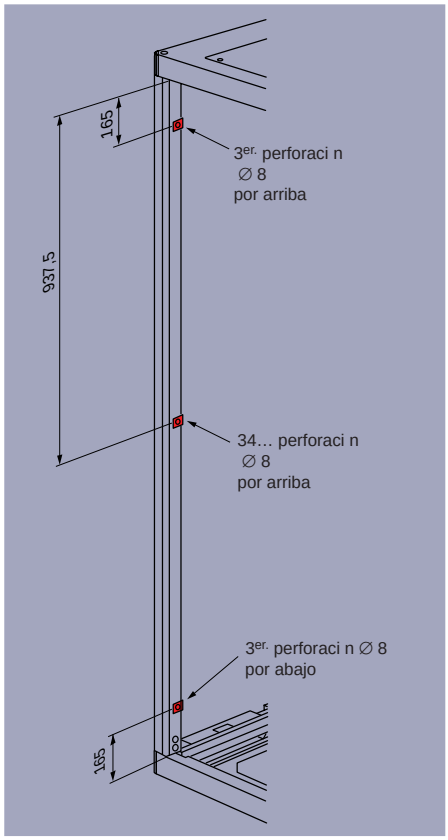
– Comprobar el montaje de los tornillos de fijación del panel y la presencia de la arandela de bloqueo por el interior.
– Colgar los paneles de las patillas de fijación y apretar progresivamente los tornillos de fijación empezando por los de la parte superior (destornillador PZ3).



• Montaje/desmontaje del panel trasero

Se suministra montado en el armario XL. Su montaje y desmontaje no presentan ninguna dificultad.
– Las patillas de fijación van fijadas por el lado interior de los montantes con una tuerca-clip y un tornillo (llave de 10).





– Comprobar el correcto montaje de los tornillos de fijación y la presencia de la arandela de bloqueo por el interior.
– Colocar el panel trasero apoyándolo en el perfil inferior del armario.
– Apretar progresivamente los tornillos de fijación empezando por los de abajo (destornillador PZ3).



7 Marco de placas

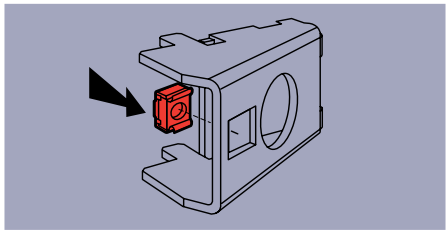
El marco de placas del armario XL permite un acabado único. Recibe el conjunto de placas que se insertan y fijan mediante las tuercas de cuarto de vuelta.

• Ensamblaje del marco

El marco se suministra sin montar.
– Doblar a 90º las patillas de los elementos verticales, insertar las tuercas de jaula (con unos alicates universales).
– Encajar los elementos verticales y horizontales y colocar los cuatro tornillos negros (llave macho de 4).
Conviene situarse sobre un suelo bien plano y no apretar a fondo los tornillos hasta haber completado el ensamblaje.



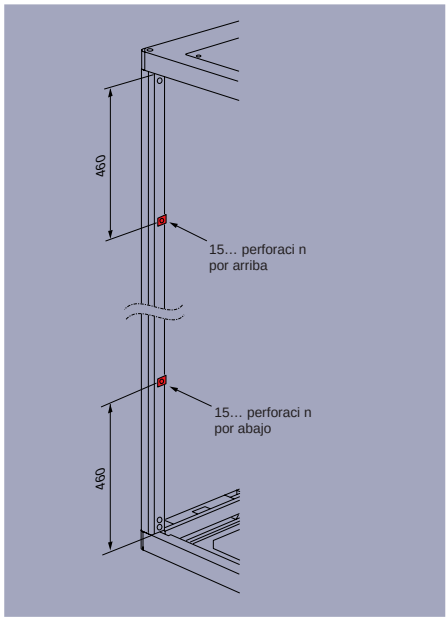
• Montaje de los soportes



+

El original diseño del marco sitúa las placas 100 mm por detrás de la parte delantera de la envolvente, lo que garantiza una seguridad real contra deterioros y maniobras intempestivas de los dispositivos de mando.

– Insertar las tuercas de jaula en los soportes.
– Colocar los clips de tuerca en los montantes como se indica en la siguiente figura:



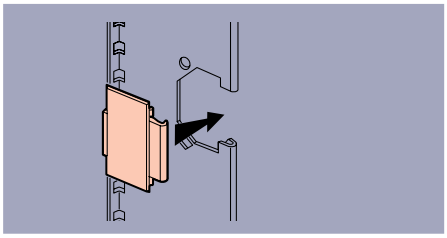
– Fijar los soportes con el tornillo M6 (llave de tubo de 10).





Montaje de un soporte cuando existe un perfil ref. 095 67

– Si el armario carece de puerta, introducir a presión los obturadores de plástico. En caso contrario, montar primero las bisagras.



• Montaje del marco en el armario

– Encajar el marco ensamblado en la estructura del armario.
– Revisar toda su periferia.
– Colocar los tornillos niquelados (destornillador plano o PZ3).

8 Placas de entrada de cables

• Placa superior

Los armarios y canalizaciones XL se suministran con placas de entrada de cables amovibles de gran tamaño. Éstas pueden recortarse o perforarse para colocar prensaestopas.

• Placas inferiores

(se piden por separado)
Regulables y constituidas por dos partes amovibles y deslizantes que permiten ajustar el paso de cables. Su rápida fijación está garantizada mediante levas de fácil acceso y manipulación (llave corona de 13).

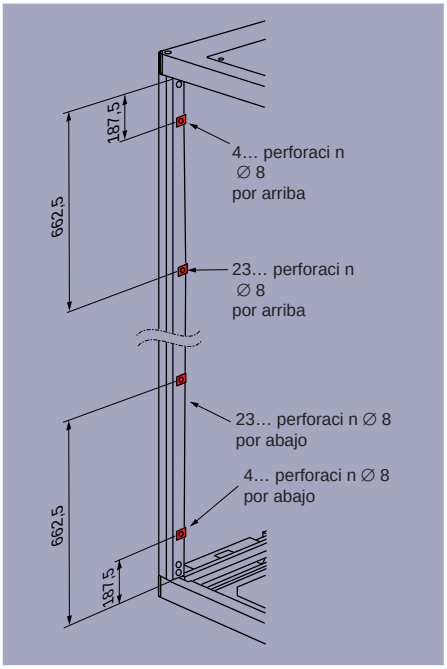


8 Puerta

(Se pide por separado)
Los armarios XL pueden dotarse opcionalmente de una puerta lisa de chapa, o de una puerta con cristal de seguridad.

• Colocación de la puerta

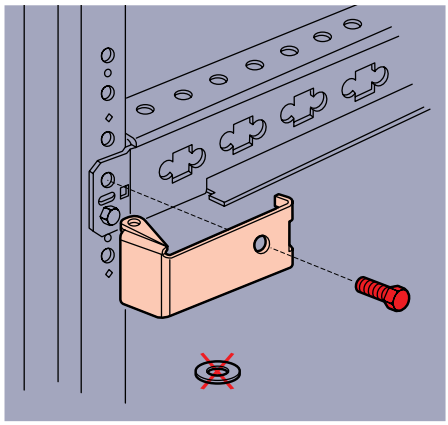
La colocación de una puerta implica el montaje previo de las bisagras y cajas de cerradura en la estructura del armario.
– Colocar las tuercas-clip de fijación como se indica en la siguiente figura.



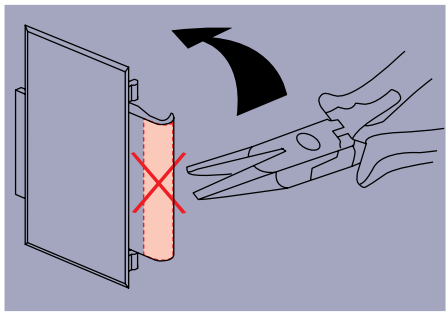
– Atornillar las cajas de cerradura y las bisagras teniendo en cuenta el sentido de apertura deseado.



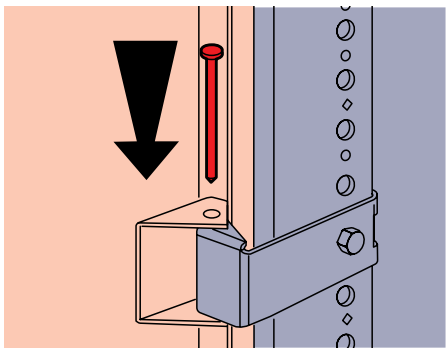
– Colocar la arandela plana ancha bajo la caja de la cerradura o la bisagra si éstas apoyan en el ala de fijación de un perfil transversal ref. 095 67.



– Montar o volver a montar el marco de placas tras romper la parte precortada de los obturadores.



– Situar la puerta apoyándolos en las bisagras en posición abierta a tope. Insertar los ejes en los orificios.

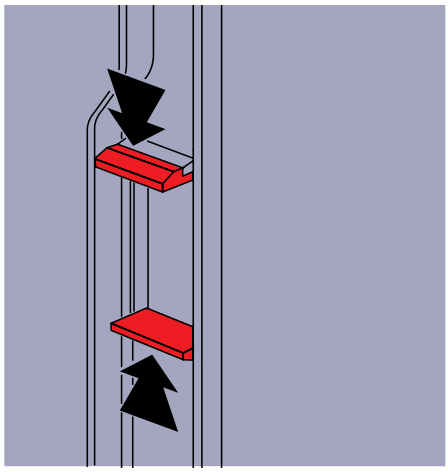


• Inversión de la maneta

La parte móvil de la maneta de maniobra debe estar hacia abajo.



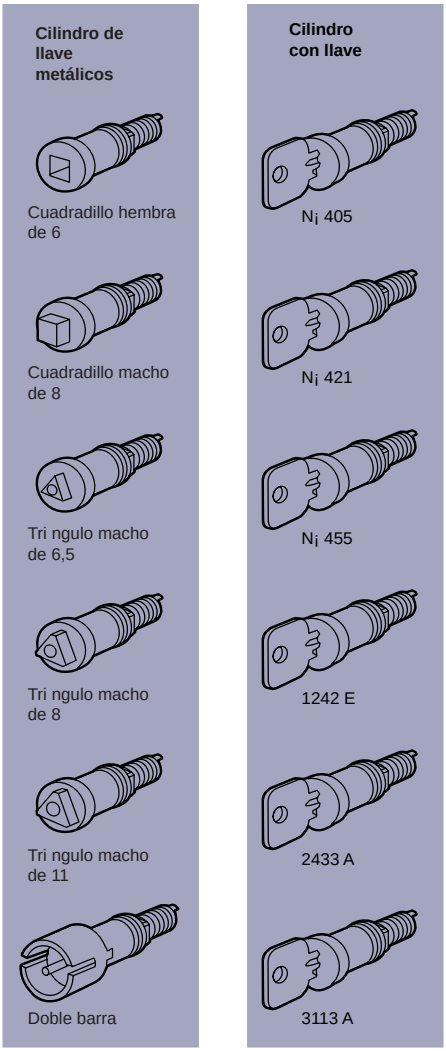
– Desencajar el embellecedor presionando simultáneamente las dos lengüetas de la parte interior de la puerta.



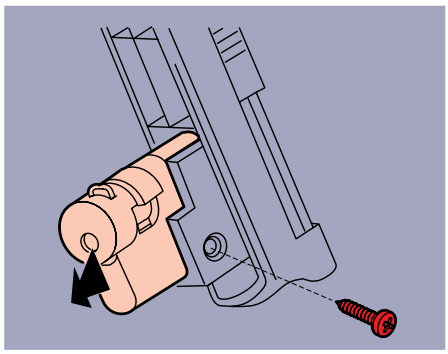
– Girar la maneta hasta la posición correcta.
– Encajar el embellecedor presionando las dos lengüetas para facilitar su inserción.

• Sustitución del cilindro de llave

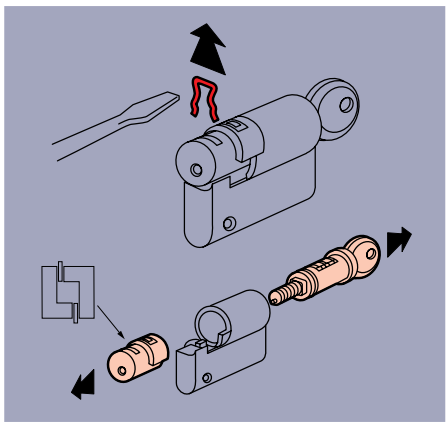
La cerradura universal del armario XL se suministra con un cilindro de llave nº 2433A, pero pueden adaptarse muy fácilmente otras combinaciones o numerosos encastres normalizados.



– Quitar el tornillo de fijación (destornillador PZ2).



– Sacar la espiga de fijación y extraer el cilindro de llave.

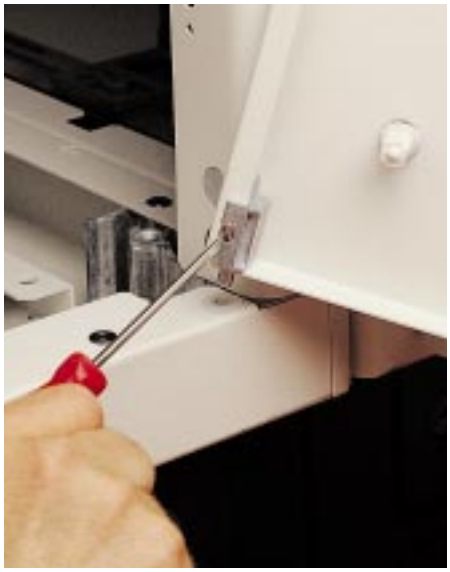


Proceder en sentido inverso para el montaje, sin olvidarse de retirar la junta tórica del nuevo cilindro si la lleva.

La maneta universal XL admite también los cilindros de llave estándar disponibles en el comercio con perfil europeo
1 /2 cilindro, longitud 40 mm, de pestillo ajustable a 45º.

• Montaje de la puerta de la celda de cableado

El armario XL de 900 mm de anchura, provisto de celda de cableado integrada, se suministra con una puerta para dicha celda.
– Comprobar la posición de las guías del eje (arandelas con realce).
– Fijar la puerta deslizándola y apretando las bisagras (destornillador plano ∅ 4).



– Cerrar la puerta y apretar los tornillos niquelados (destornillador PZ3) de la parte frontal.

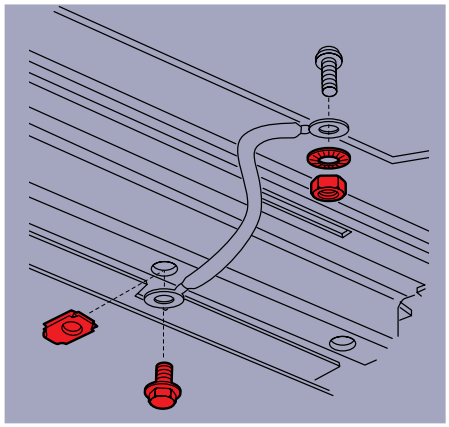
10 Conexiones equipotenciales

• Estructura y chasis

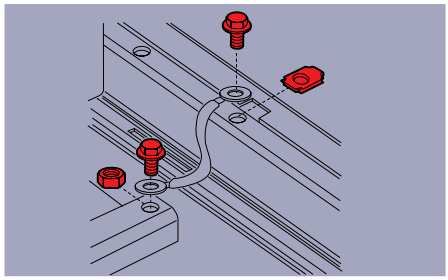
La equipotencialidad de la estructura, del chasis y de la placa superior de entrada de cables del armario XL está directamente asegurada por el propio montaje. La existencia de zonas de contacto situadas en los elementos pintados y la utilización de acero galvanizado para el chasis, aseguran una perfecta continuidad. El kit de enlace ref. 095 48 garantiza la continuidad entre dos armarios.

• Paneles, puertas y elementos amovibles

Todos estos elementos deben estar conectados eléctricamente a la estructura del armario.
– Los paneles y la puerta están provistos de tornillos M8 cobreados y soldados.
– Las placas superiores de entrada de cables están provistas de un tornillo M8 (1ª versión), o de tornillos autorroscantes que aseguran directamente la conexión al efectuar el montaje (2ª versión).



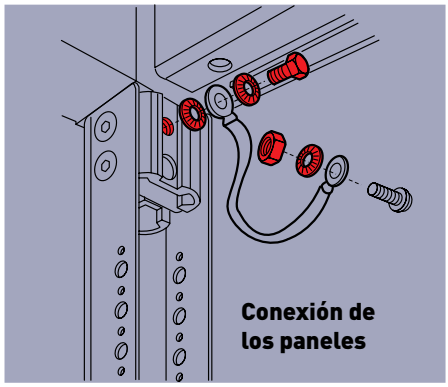
– Las placas inferiores de entrada de cables están unidas mediante tornillos con arandelas de contacto.



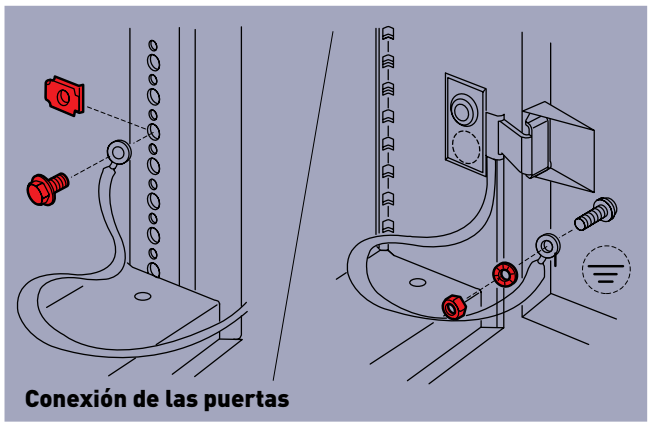
La sección de las conexiones equipotenciales debe determinarse en función del material eventualmente instalado en los paneles y en la puerta (véase el capítulo II.D.5). Sin mecanismos, debe preverse una sección mínima de 4 mm^2 .

• Tornillos de fijación

Los tornillos con arandela de contacto ref. 367 76 y las tuercas dentadas ref. 364 42 aseguran el contacto eléctrico directo al atravesar la pintura.



Conexión de los paneles



Conexión de las puertas

Las arandelas planas no garantizan el contacto en las superficies pintadas. Se pueden utilizar arandelas en «abanico» o «Grower» si son nuevas y se comprueba la continuidad eléctrica. No se recomienda raspar la pintura: riesgo de corrosión.

Armarios XLA 400 - 600 - 800

Perfectamente adaptados al medio ambiente industrial, agresivo y a las potencias fuertes, el armario XL-A es la síntesis entre la innovación del sistema XL y los resultados del armario Altis: robustez, carga admisible, índice de ptotección.



Armarios XL - A 400

El armario XL-A está disponible en tres profundidades, 400, 600 y 800 mm., y dos anchos, 700 y 1000 mm. En este último caso, se suministra con una canaleta para cables de 300 mm. de ancho.

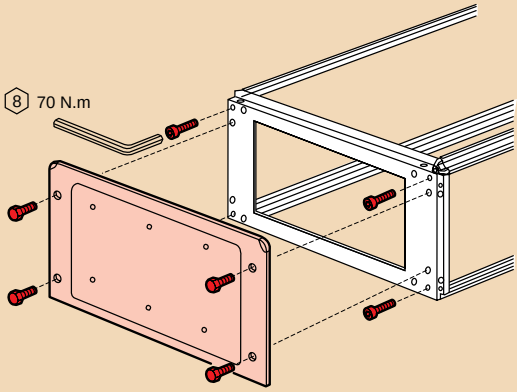
1 Montaje

Los armarios XL-A se suministran con el panel posterior atornillado. Los elementos marcos plastrones, marco embellecedor, paneles laterales y zócalos deben pedirse separadamente. Todas las operaciones son fáciles gracias a un sistema único de porta-equipos universal (4 por montante)



Porta-equipos universal

La estructura del armario XL-A se arma en fábrica. En caso de necesidad (difícil acceso, problema de transporte), sigue siendo desmontable y es posible separar los montantes de los apoyos altos y bajos. Los tornillos de fijación en el eje de los montantes (llave macho de 8) son accesible después del retiro de la placa superior.
No desmontar los tornillos presión Torx.



2 Asociación

Tres sistemas de asociación permiten la adaptación a todas las exigencias.
Todos los equipos de ensamblaje permiten asociar los armarios XL-A lado a lado o espalda contra espalda.
La instalación previa de una junta intercalada garantiza la conservación del IP 55.

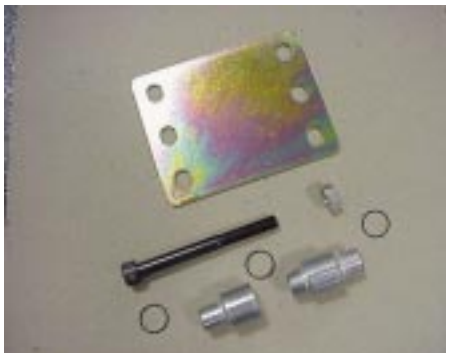


• Equipo de ensamblaje exterior ref. 345 46

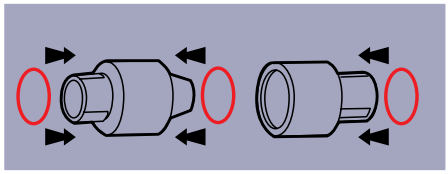


Este equipo permite una asociación rápida, sin tornillos, por medio de partes y piezas en aleación ligera.
-Acercar los armarios que deben asociarse. Estos deben estar sobre un suelo plano y horizontal.
-Encajar la parte de montaje sobre los porta-equipos (con la ayuda de un mazo en caso necesario).
-Insertar los ejes.

• Equipo de emsamblaje auto alineado ref. 345 48



Este equipo permite una asociación rápida, simple y muy eficaz por medio de tornillos que asocian los ángulos de los armarios.
-Colocar las tres juntas toroidales sobre los casquillos de los montantes.



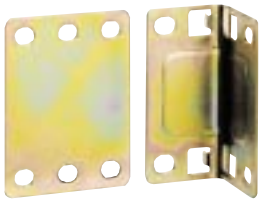
El equipo ref. 345.46 deja libres todas las fijaciones interiores. La carga autorizada para la mantención (levantamiento, eslingado) es de 500 kg/m³.

-Retirar el obturador de los ángulos del armario.
-Pasar el tornillo M8-75 en este agujero.

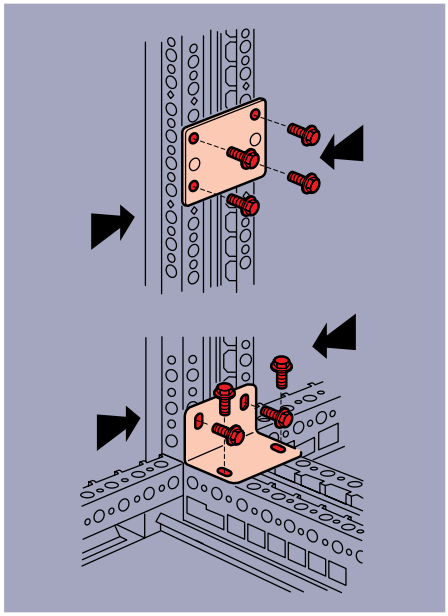


-Deslizar los dos casquillos de los montantes sobre el tornillo.
-Colocar la tuerca en el alojamiento hexagonal de la parte interior.
-Ensamblar los armarios y apretar el tornillo (llave macho de 6), la tuerca se apreta.
-Disponer las placas de conexión en acero a medio altura en los montantes (clip-tuerca y tornillo M8).

- **Equipo de ensamblaje ref. 345 47**



Compuesto de 4 escuadras y de 2 placas de conexión, este equipo permite una asociación extremadamente rígida. Su utilización se aconseja para la composición de los conjuntos transportados por bloques de gran dimensión (cuatro armarios y más).
-Deslizar los clip-tuercas en los montantes.
-Acercar los armarios para ensamble, las levas de centrado de las escuadras ayudan.
-Comprobar la alineación de los armarios.
-Apretar los tornillos (llave de 3).



3 Canaletas para cables

La versión de 1.000 mm. de ancho del armario XL-A se equipan en serie con una canaleta integrada de 300 mm. de ancho. Ella puede recibir manojos de cables, bornes y todos los tipos de soportes de juegos de barras.



Canaletas asociables de 300 o 400 mm. de ancho. pueden también ensamblarse con los armarios XL-A. La asociación de las canaletas se hace con los mismos equipos ref. 345 46/47/48.

El equipo ref.345 48 facilita la alineación del montaje de los armarios sobre un suelo no plano. Sin embargo el calado permanece aconsejado para compensar los defectos del suelo. La carga autorizada para la mantención es de 1.000 kg/m³ con las placas de conexión y los ángulos de levantamiento ref. 347 91.

El equipo ref.345 47 garantiza la continuidad de las estructuras de armario. La carga autorizada para la mantención es de 1.00 kg/m³ de volúmen del envolvente.

Todos los envolventes XL-A se suministran con una puerta equipada con una cerradura con llave.

4 Zócalo

Los armarios XL-A pueden equiparse de zócalos de altura 200 mm. Las características y condiciones de montaje son idénticas a las de los armarios XL 400-600.

5 Cubre equipos y equipamientos

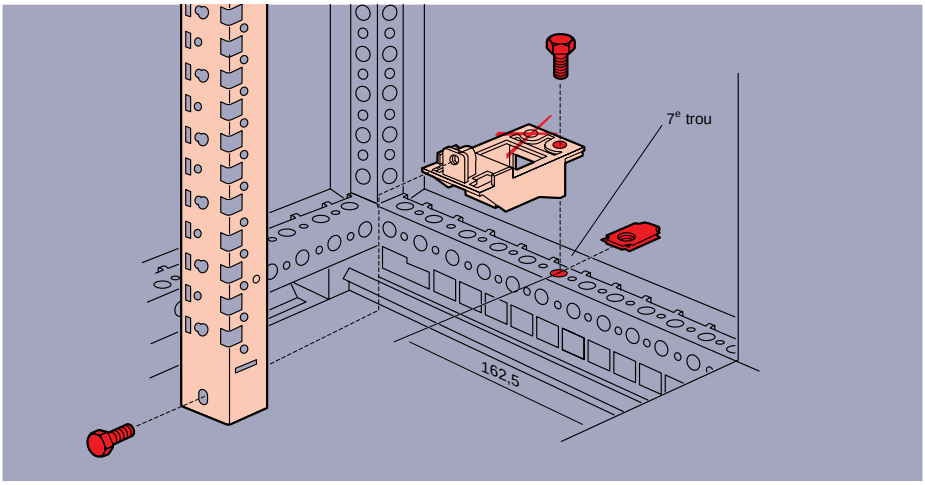
Los armarios XL-A reciben cubre equipos idénticos a los armarios XL 400-600.

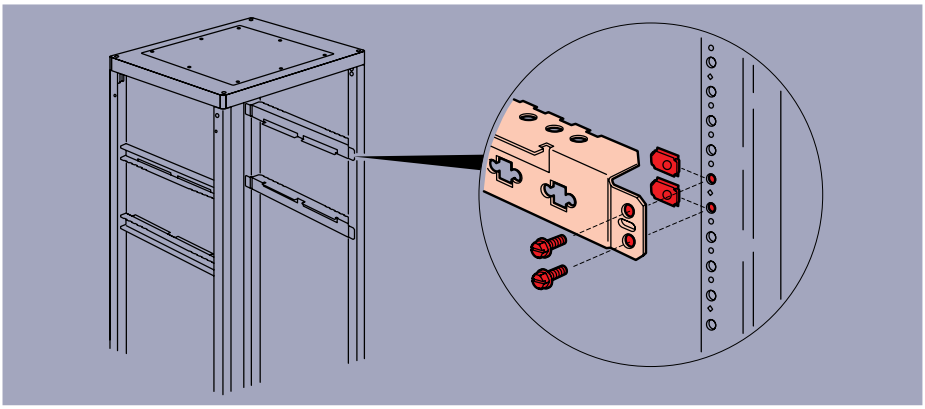
• Chasis plano

Está constituido por dos montantes ref. 095 95 que se fijan en la parte alta o baja del armario. ver localización de las fijaciones en el esquema (7º agujero a partir de la parte delantera del armario).
Este chasis permite recibir los dispositivos de fijación de los aparatos hasta el DPX 630 y hasta el Vistop 800.

• Chasis en volumen

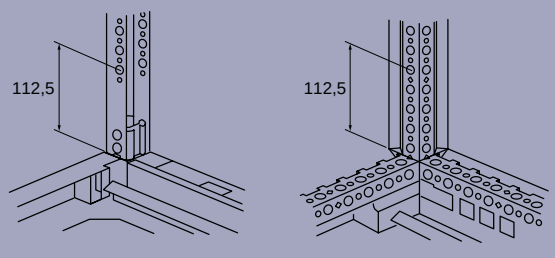
Está constituido por transversales ref. 095 67 que permiten soportar los aparatos de potencia.





El armario XL_A tiene perforaciones alternadas paso 25 mm.:
-agujero redondo ∅ 8,5 mm. y muesca que recibe clips-tuercas ref. 347 48 para tornillos M6 y ref. 347 49 para tornillo M8.
- agujero redondo ∅ 4,2 mm. que recibe tornillos auto roscados ref. 347 46 de tipo CBL Z 5,5-16.
En todos los casos, estas fijaciones garantizan la continuidad de las masas.

Los armarios XL y XL-A tienen cotas de estructuras comunes y los equipos se fijan en los mismos sitios.
Las cotas de posicionamiento dadas en los prospectos son idénticas.
En cambio, el número de agujeros ∅ 8,5 mm. que define una posición.
En los montantes son diferentes entre el XL y el XL-A.
El número de agujeros que definen una posición en el XL debe aumentarse en 4 para tener la misma posición en el XL-A.



6 Elementos embellecedores

• Los paneles laterales

Los paneles, se instalan separadamente, se fijan muy fácilmente por enganche en los ángulos superiores del armario y por tornillos (8) en los porta equipos universales (destornillador PZ3 o destornillador plano de 10).



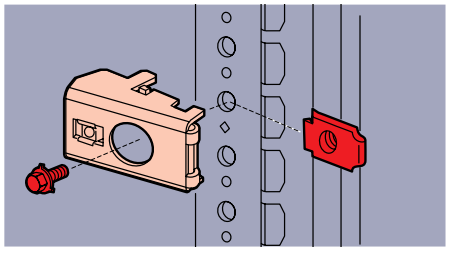
Patas de fijación

• El panel posterior

El panel posterior suministrado con el armario se monta de la misma manera que los paneles laterales.

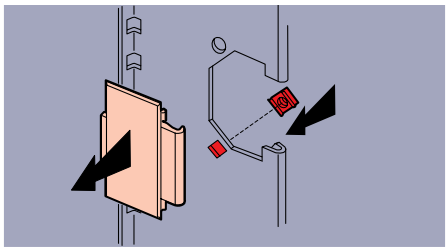
• Plastrón

El plastrón es común para los armarios XL y XL-A. Ver montaje del plastrón en el capítulo XL 400-600. Los soportes se colocan al 19º agujero (15 + 4). La cota de 460 mm. se mantiene idéntica.

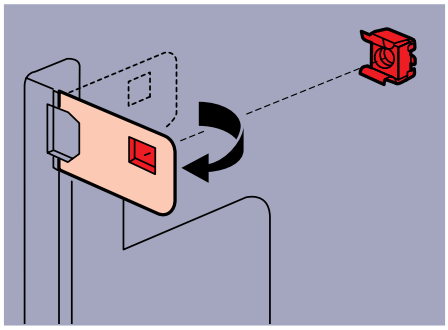


• Marco embellecedor

El marco embellecedor ref.095 98 permite el acabado del armario XL-A sin puerta. Se fija en el plastrón ref. 095 87.



-Retirar los ocho obturadores plasticos del plastrón.
-Insertar las tuercas en las placas cuadradas.
-Doblarle las patas a las extremidades de los elementos verticales del marco embellecedor e insertar las tuercas.



-Armar los elementos verticales y horizontales (4tornillos, llave macho de 4).
-Retirar los tornillos niquelados de fijación del plastrón.
-Colocar el conjunto sobre el armario y volver a atornillar los tornillos niquelados (destornillador PZ3).



Acabado de un armario XL-A con marco embellecedor

7 Placas de entrada de cables

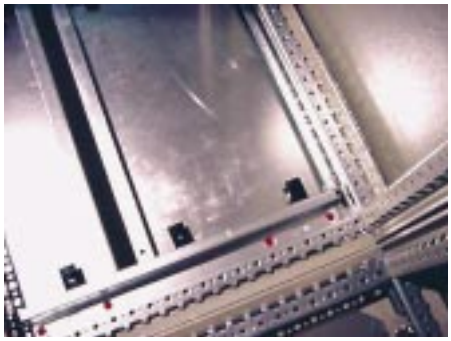
• Placas superiores

Los armarios y envolventes de XL-A se suministran con placas de entrada de cables amovibles de grandes dimensiones, fijadas en el techo del armario que también es amovible. Techos y placas pueden retirarse juntos o separadamente para facilitar las producciones necesarias.



• Placas inferiores

Los armarios y envolventes de XL-A se suministran con placas inferiores de entrada de cables ajustables y de una junta de estanqueidad de espuma. Su fijación está garantizada por levas de maniobra fácil (1/4 de vuelta con una llave de tubo de 13).



8 Puerta

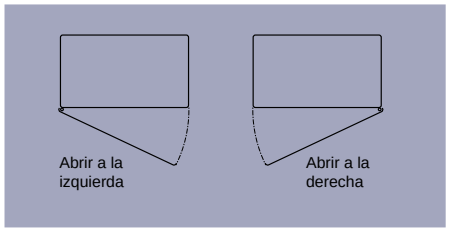
Los armarios XL-A pueden equiparse con una puerta en chapa pintada ref.095.71 o esmaltada ref. 095 73.

• Colocación de la puerta

-Disponer las ocho bisagras/grapas sobre los porta-equipos insertando los ejes.
-Colocar la puerta con el sentido de apertura deseado e insertar los ejes de las bisagras.



-En caso necesario, ajustar la posición de la maneta: parte móvil hacia abajo (véase página 479)



• Cambio de cilindro

(véase página 520)

Las dos funciones, grapa y bisagra, se integran en la misma parte. Ningún desmontaje es necesario en caso de dar vuelta la puerta.

9 Conexiones equipotenciales

• Estructura y chasis

Al igual que para el armario XL, la equipotencialidad de la estructura del armario XL-A está garantizada directamente por construcción. La equipotencialidad del chasis lo está por el montaje.
Se proporcionan algunas zonas de contacto, los clip-tuerca con lengüeta garantizan la continuidad por perforación de la pintura. Loa equipos de montaje ref. 345 46/47/48 garantizan la continuidad eléctrica de las estructuras.

• Paneles, puertas y elementos amovibles

Todos estos elementos deben conectarse eléctricamente a la estructura del armario.
- Los paneles y la puerta tienen pasadores M8 revestidos con cobre y soldados en condiciones de pasar las corrientes de defecto importantes.

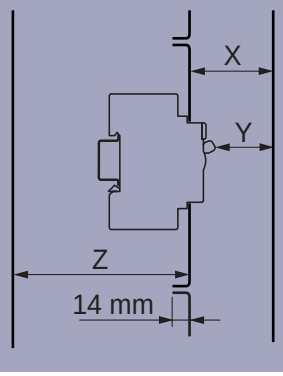


- Las placas de entrada de cables superiores se equipan con un pasador M8 (1º versión) o con tornillo auto roscado que garantiza directamente la conexión al montaje (2ª versión).
-Las placas de entrada de cables inferiores están conectadas por pernos con disco-contacto.
La sección de las conexiones equipotenciales debe elegirse en función de los materiales eventualmente instalados en los paneles y en la puerta (véase capítulo II.D.5). Sin aparatos, prever una sección mínima de 4 mm^2.

Montaje de elementos de mando y señalización

El original diseño de las envolventes XL (marco de puerta en las cajas, marco de placas en los armarios) permite disponer de un espacio racional entre la cara delantera y la puerta. Una verdadera ventaja para instalar aparatos en la puerta, instalar mandos frontales o para evitar que sobresalgan las manetas de los aparatos de potencia

Cotas de las distancias disponibles (en mm) con puertas estándar

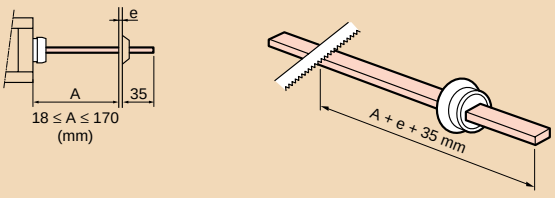


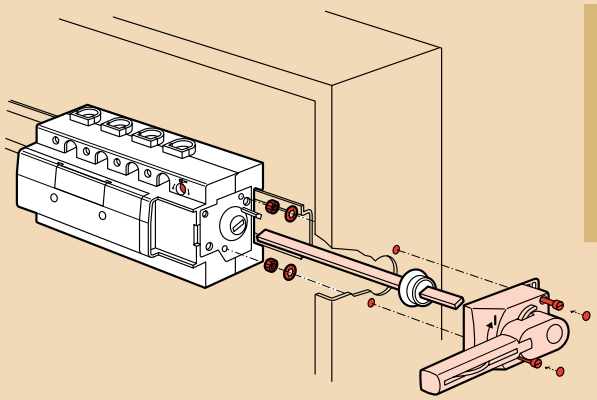
	X	Y	Z
XL 100	27	9	100
XL 135 Puerta estándar	57	38	115
Puerta extraplana	30	11	115
XL 195 Puerta estándar	57	38	173
Puerta extraplana	30	11	173
XL-A 250	60	39	186
XL 400	115	91	261
XL 600	115	91	461
XL-A 400	94	71	257
XL-A 600	94	71	457
XL-A 600	94	71	657

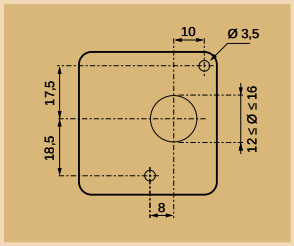
1 MANDOS LATERALES PROLONGADOS PARA VISTOP

Todos los interruptores seccionadores Vistop de mando lateral se suministran con los accesorios necesarios para trasladar el mando al exterior de la envolvente: eje prolongador, juntas, tornillos, plantillas de taladrado. El eje prolongador puede cortarse según las necesidades. La posición del orificio de paso que se ha de taladrar viene determinado para cada tipo de envolvente.

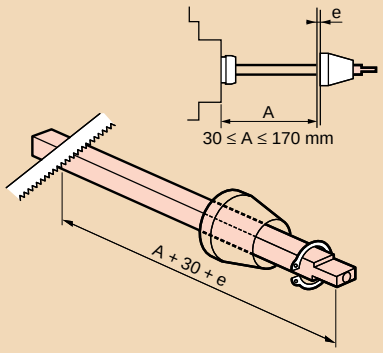
Vistop 63-100-125-160 A con fijación sobre perfil

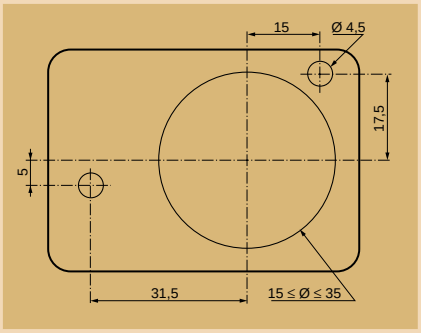


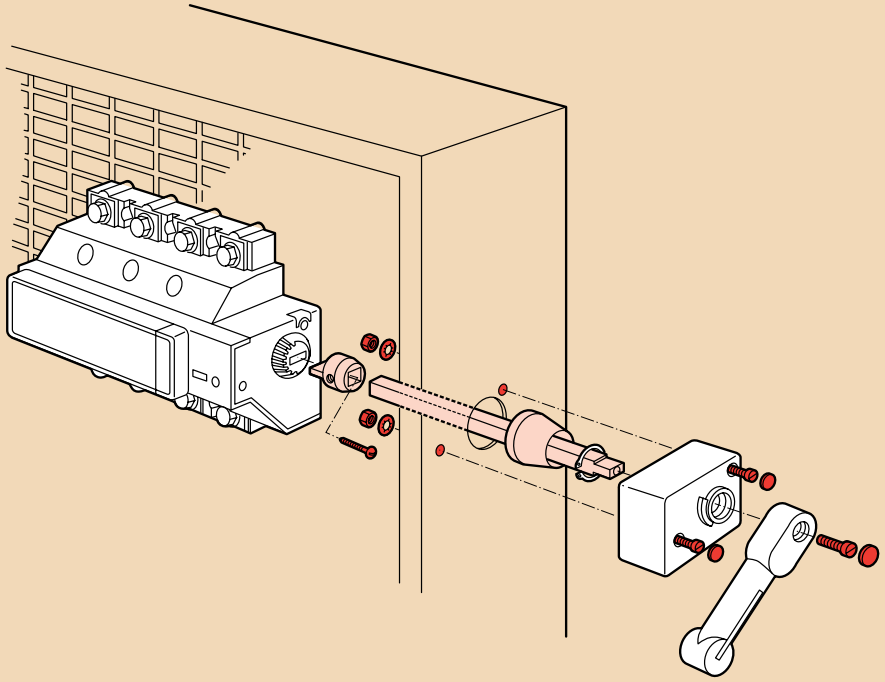




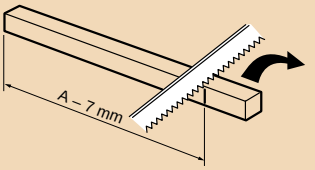
Vistop 16A - 250 A con fijación atornillada

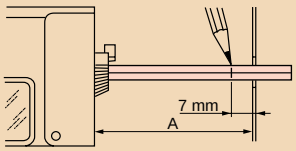


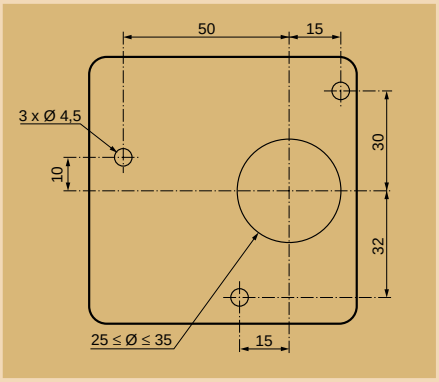


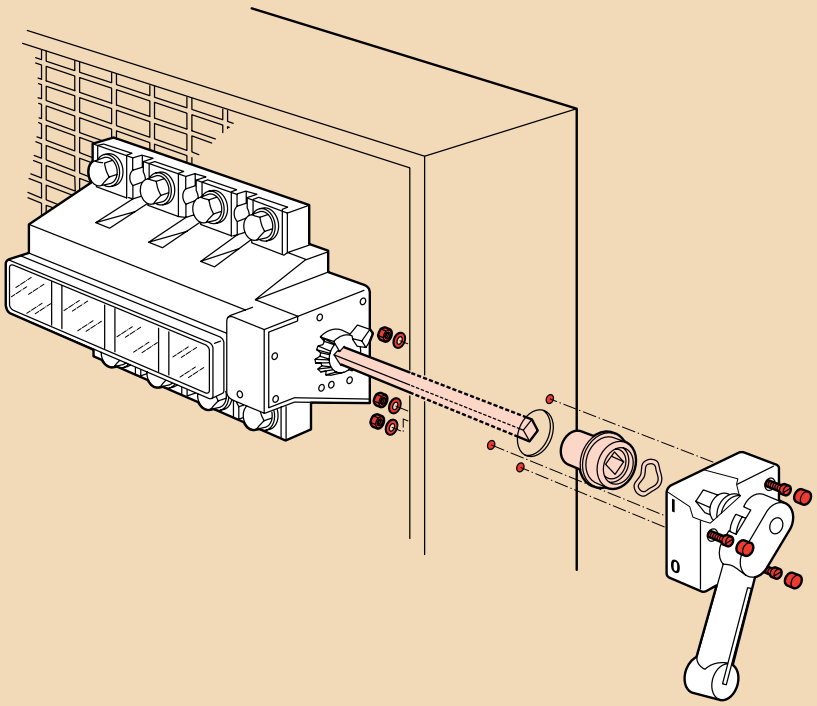


Vistop 400 - 630- 800 A con fijación atornillada



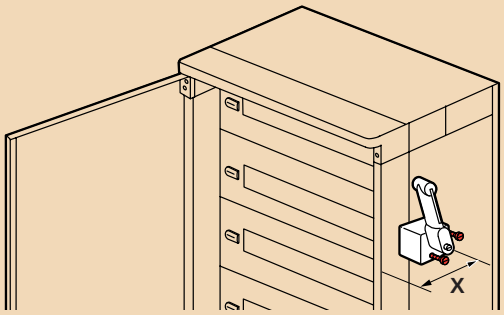




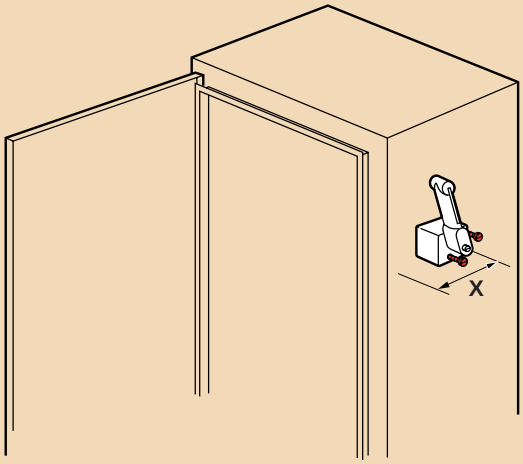


Situación de las perforaciones para mandos laterales prolongados

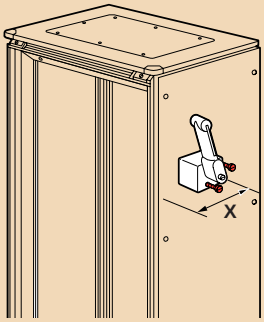
XL 135-195 con puerta



Borde del marco

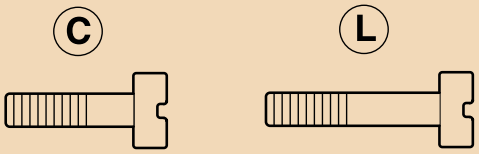


XL 400-600 y XL-A 400-600-800



Borde del panel

Los mandos exteriores se fijan a las paredes de las envolventes mediante dos tornillos y tuercas. Para adaptarse a todos los casos, se suministran tornillos cortos (C) de 25 mm de longitud y tornillos largos (L) de 35 mm de longitud.



Carcasa XL	Vistop 63-100 A modular		Vistop 160 A fijación atornillada		Vistop 250 A fijación atornillada		Vistop 400-630 A fijación atornillada	
	X (mm)	Tornillos	X (mm)	Vis	X (mm)	Tornillos	X (mm)	Tornillos
XL 135 + puerta	69	L	90	L	(1)		(1)	
XL 195 + puerta	69	L	90	L	92	L	(1)	
XL/A 250	69	C	88	C	90	C	95	C
XL 400-600	105	C	121	C	123	C	126	C
XL 400-600/800	98	C	114	C	116	C	119	C

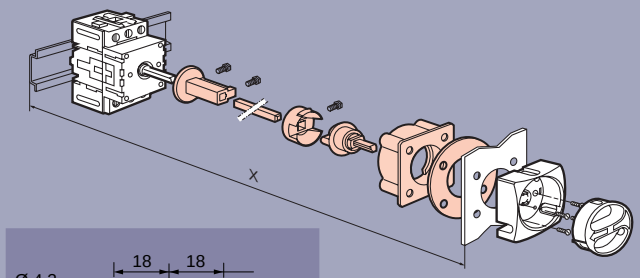
(1) Montaje no previsto.

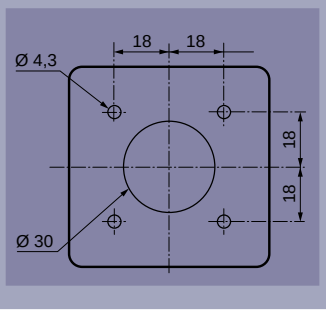
2 INTERRUPTOR GENERAL 20 A CON COMANDO FRONTAL



Ref. 224 90 + 227 33

Interruptor general 20A

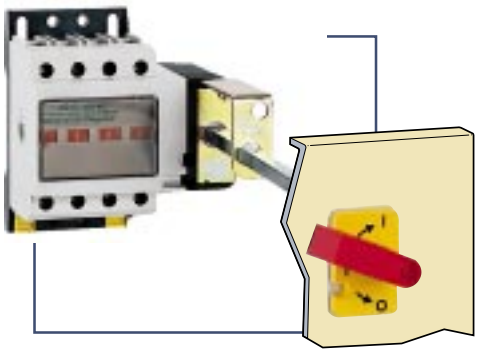




	Profundidad (x)	
	Min	M x
Sin kit entre eje	85 mm	100 mm
Con kit entre eje	125 mm	255 mm

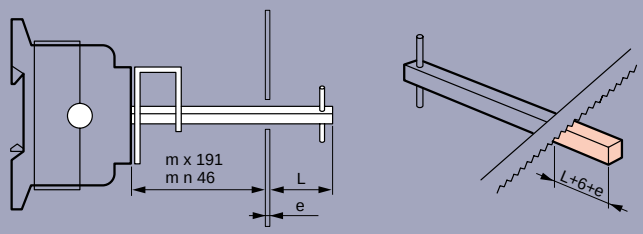
3 VISTOP 32 A

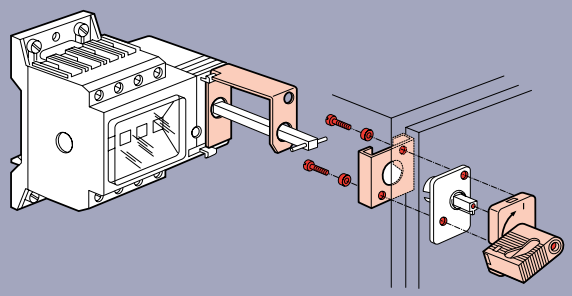
Los interruptores de seguridad Vistop 32 A pueden ir provistos de un mando rojo sobre fondo amarillo.

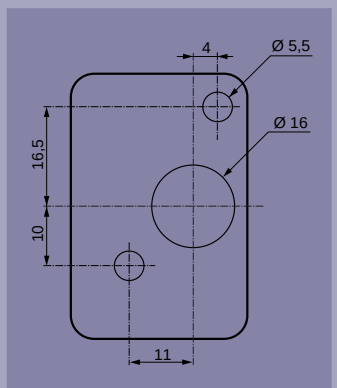


Ref. 223 02 + 227 34

Vistop 32A





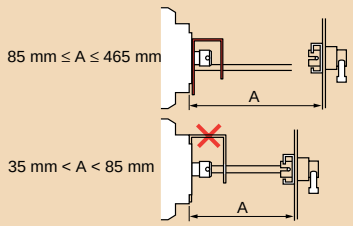


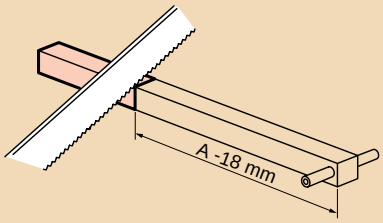
4 MANDOS FRONTALES PROLONGADOS PARA VISTOP

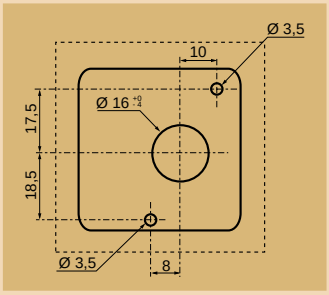
Todos los Vistop de 63 a 800A y los interruptores 1250/1600 A incorporan un mando frontal que se prolonga hasta la puerta.
Dichos mandos deben pedirse por separado según el modelo (ref. 272 32/36/37/38) e incluyen: eje de prolongación y maniobra, soporte del eje, accesorio de bloqueo que impide la apertura de la puerta con contactos cerrados, tornillos, juntas para IP 55 y plantilla para las perforaciones.

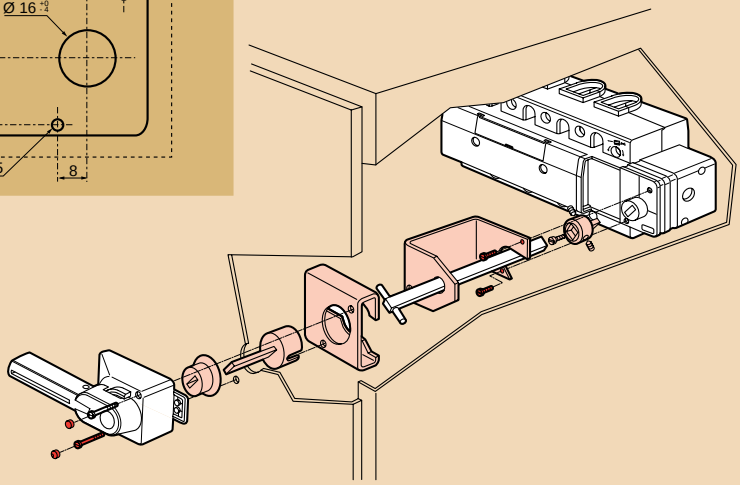
Nota: Vistop de 400 a 1600A solo a pedido, favor consultarnos

Vistop 63-100-125-160 A con fijación sobre perfil

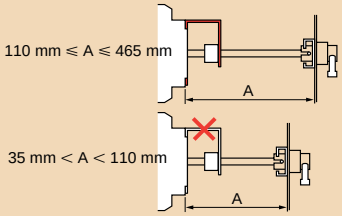


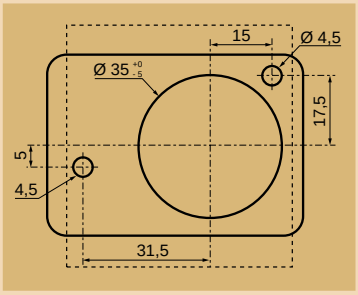


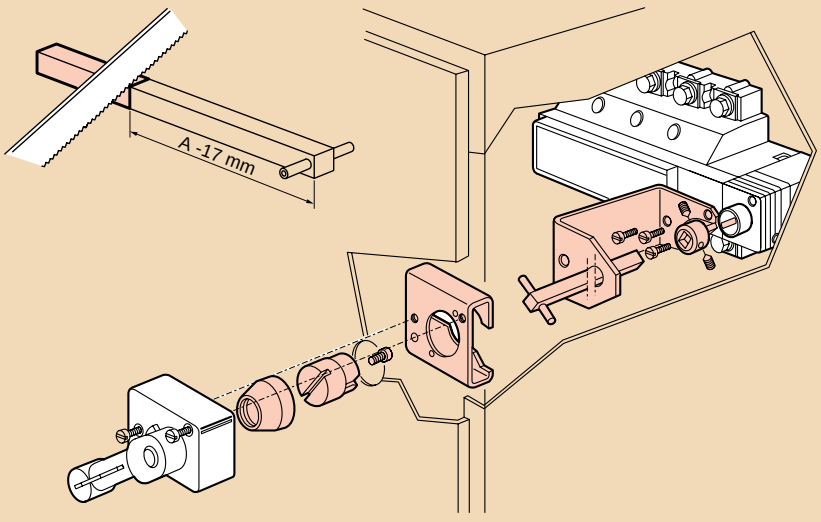




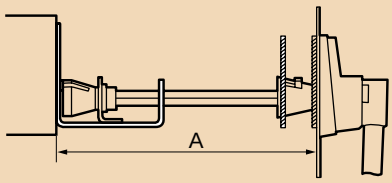
Vistop 250 A

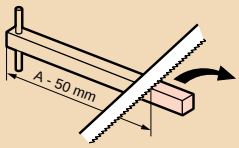


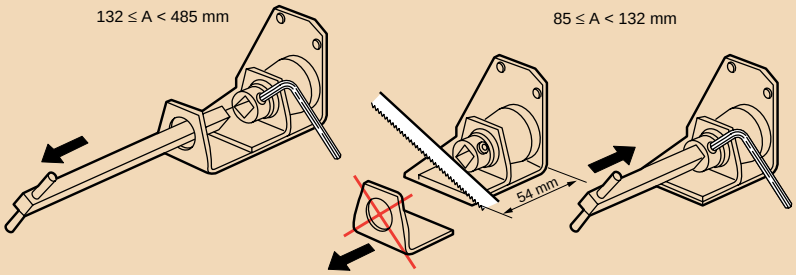




Vistop 400-630-800 A

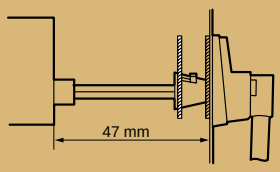


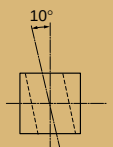


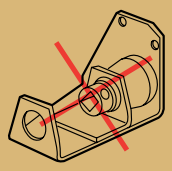


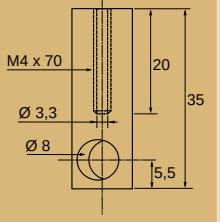
XL 195

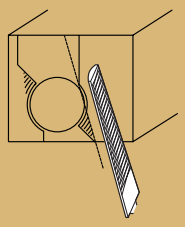
• Cortar el cuadradillo de prolongación y fijarlo directamente al Vistop con un tornillo M4 tras desmontar el mando.



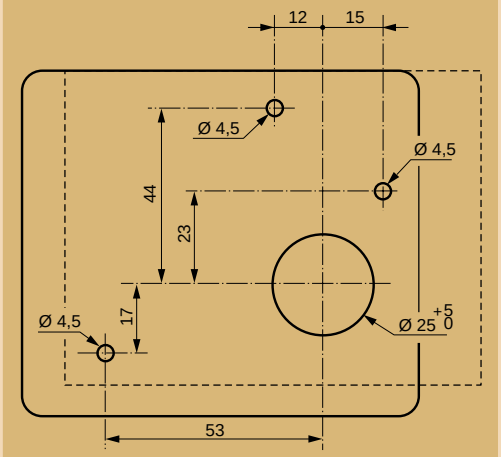


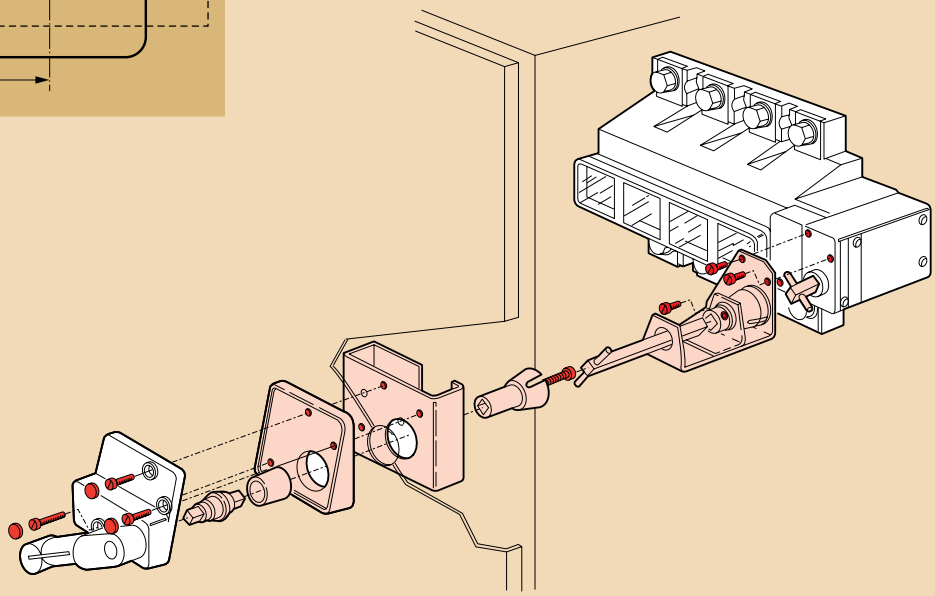




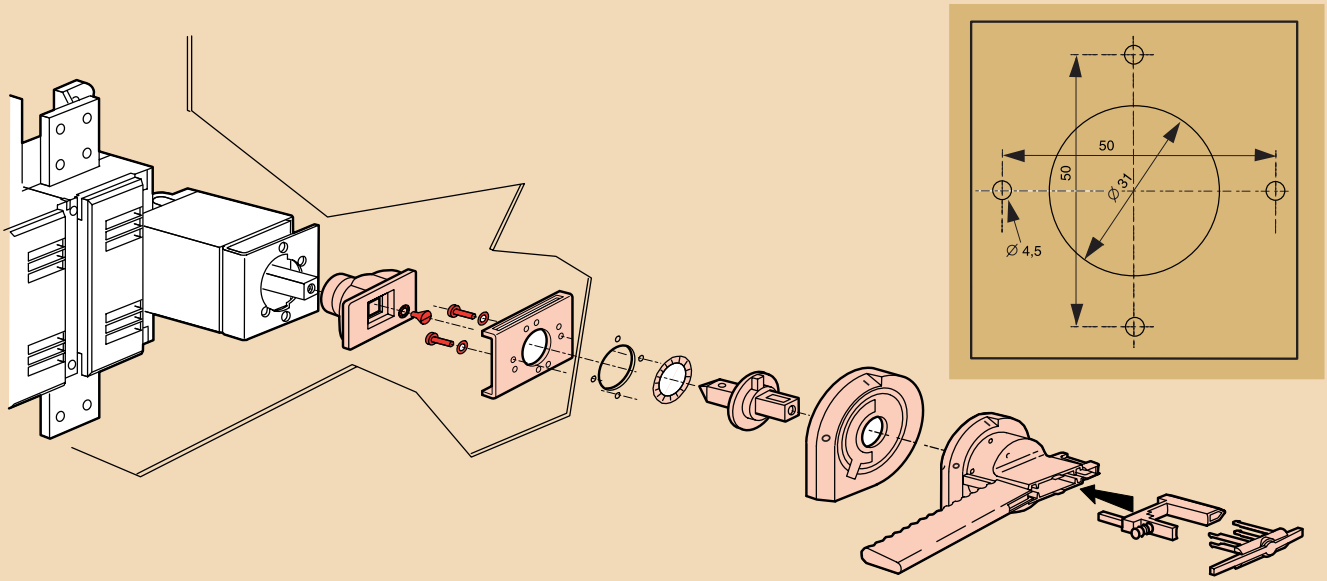


• Repasar la pieza de bloqueo del lado de la puerta.





Interruptores-seccionadores 1250-1600 A



Posibilidades de montaje de los interruptores - seccionadores y el Vistop en envolventes equipados con puerta metal estándar (57 mm. entre el plastrón y la puerta)

Aparatos / Armarios	Comando frontal directo bajo puerta							Comando frontal sobre puerta						
	Inter	Vistop						Inter	Vistop					
	20 A	32 A	160 A modul.	160 A vis	250 A vis	400-800 A	1250-1600 A	20 A	32 A	160 A modul.	160 A vis	250 A vis	400-800 A	1250-1600 A
	Referencia de los aparatos							Referencia de los comandos frontales						
	224 90	225 02	225 38	225 32	225 42	225 52	225 83	227 33	227 34	227 32	227 36	227 36	227 37	227 38
Caja XL 135	si (5)	si	si (1)	si (2)	no	no	no	no	si	si	si	no	no	no
Caja XL 195	si (5)	si	si (1)	si (2)	si (2)	no (6)	no	no	si	si	si	si	si (3)	no
Envolvente XL 195	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Armario XL 400-600	si (5)	si	si	si	si	si (1)	si	si	si	si	si	si	si (4)	si
Envolvente XL 400-600	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Armario XL-A 400-600-800	si (5)	si	si	si	si	no	no	si	si	si	si	si	si (4)	si
Envolvente XL-A 400-600-800	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no

(1) Puerta cerrada con 1 candado.
(2) Puerta cerrada simple.
(3Con adaptaci n (fabricaci n) del cuadro de comando (Lg 35), v ase esquema.
(4) Acortar el apoyo del cuadro de maniobras (Lg 54), v ase esquema.
(5) Recorte necesario del plastr n.
(6) Posible comando lateral.
Las posibilidades de montaje de este cuadro no son aplicables a las puertas extraplanas (distancia puerta/pechera: 30 mm).

Nota: Vistop de 400 a 1600 Amperes solo bajo demanda

Posibilidades de montaje de los DPX versión fija en envolventes provistas de puerta metálica estándar (57 mm. entre el plastrón y la puerta)

Aparatos / Carcasas	Mando frontal directo tras la puerta						Mando frontal prolongado hasta la puerta					
	DPX						DPX					
	125	160	250 ER*	250	630	1 600	125	160	250 ER*	250	630	1 600
	Referencias de los mandos directos						Referencias de los mandos divididos					
	262 01	262 11	262 11	262 22	262 41	262 61	262 02	262 12	262 12	262 23	262 42	262 62
Caja XL 100*	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Caja XL 135	si (1)	si (1)	si (1)	no	no	no	si	si	si	no	no	no
Caja XL 195	si (1)	si (1)	si (1)	no	no	no	si	si	si (3)	no	no	no
Armario XL 195 sobre el suelo	si (1)	si (1)	si (1)	no	no	no	si	si	si	no	no	no
Celda XL 195	no	no	si (1)	no	no	no	no	no	si	no	no	no
Armario XL 400-600	si	si	si	si (2)	si (2)	si	si	si	si	si	si	si
Celda XL 400-600	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Armario XL-A 400-600-800	si	si	si	no	no	no	si	si	si	si	si	si
Celda XL-A 400-600-800	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no

(1) Sin bloqueo por candado puerta cerrada.
(2) Atenci n, candado di metro m x. cuerda 5 mm.
(3) 160 A m x.
(*) a pedido

4 UNIDADES DE MANDO Y SEÑALIZACION SIGNIS Y CANALES DE CABLEADO MONTADAS EN PUERTAS

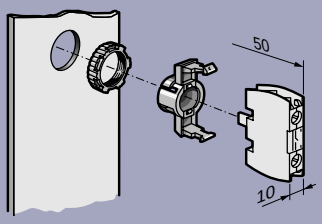
A fin de facilitar el montaje de los accesorios en las puertas, las envolventes XL reservan un volumen considerable entre la cara interior de la puerta y las placas o los frentes de aparatos.
Con las puertas estándar metálicas, la cota es de 57 mm en las cajas y alcanza los 110 en los armarios XL. Según las envolventes, se aceptan canales de 25, 40 ó 60 mm de altura (véase el cuadro de la página siguiente).



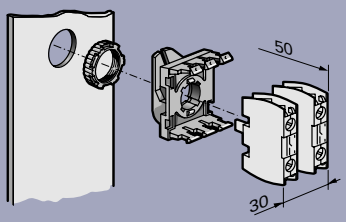
Los soportes de canalizaciones ref. 366 42 se fijan bajo las unidades Signis. La complementariedad entre señalización y cableado es total.

Dimensiones

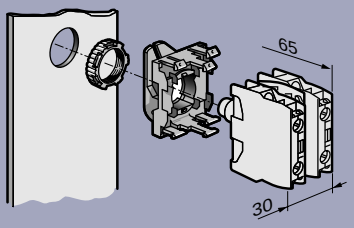
Los elementos constitutivos de las unidades Signis presentan dimensiones variables según sus funciones. Se han utilizado las cotas 50, 65 y 76 mm.



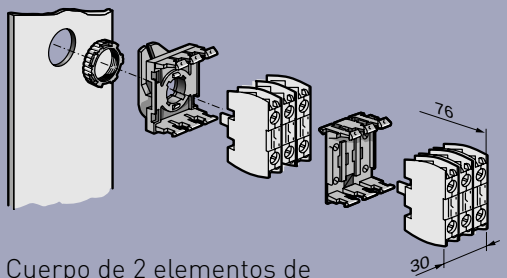
Cuerpo de 1 elemento de contacto
Profundidad: 50 mm



Cuerpo de 2 elementos de contacto
o transformador
Profundidad: 50 mm



Cuerpo de 2 elementos de contacto
NA/NC + NA/NC
Profundidad: 65 mm



Cuerpo de 2 elementos de
contacto + 1 a 4 complementos de cuerpo
(1 a 3 en el soporte complementario)
Profundidad: 76 mm

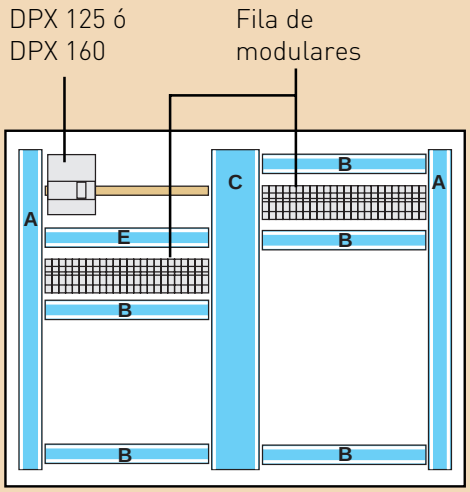
Posibilidades de montaje de aparatos en envolventes provistas de puertas metálicas

Aparatos / Carcasas	Signis			canaletas		
	Profundidad			Altura		
	50	65	76	25	40	60
Caja XL 100* puerta espesor 25	no	no	no	si	no	no
Caja XL 135	si (3)	no	no	si	si (3)	no
Caja XL 195	si (3)	no	no	si	si (3)	no
Armario XL 195	si (3)	no	no	si	si (3)	no
Celda XL 195	si	si	si	si (1)	si (1)	no
Caja XL-A 250*	si	no	no	si	si (3)	no
Armario XL 400-600	si	si	si	si	si	si
Celda XL 400-600	si	si	si	si (2)	si (2)	si (2)
Armario XL-A 400-600-800	si	si	no	no	no	si
Celda XL-A 400-600-800	si	si	si	si (2)	si (2)	si (2)

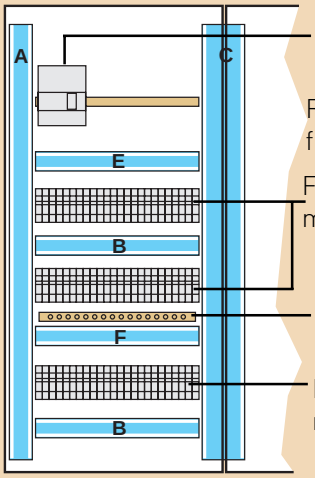
(1) Con puerta prolongada hasta la canalización.
(2) Sobre puerta de canalización de origen.
(3) No frente a una fila de módulos.
Atención a las posiciones frente a aparatos de potencia.
Las posibilidades de esta tabla no son aplicables a las puertas extraplanas (distancia / placa: 30 mm).
(*) a pedido, favor consultarnos

5 CANALETA LINA 25™

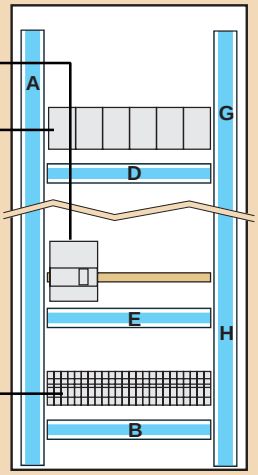
Posibilidad de montaje de canaleta Lina 25 ™ en los armarios XL y XL-A



XL-A 250 (alto 1200)



XL 135-195
XL-100* (posición A solamente)



XL 400-600
XL-A 400-600-800

(*) a pedido, favor consultar

Cota máxima de bandeja (L x H) en mm										
Bandeja	**A**	**B**		**C**		**D**	**E**	**F**	**G**	**H**
Alto del plastrón / **Envolvente**		**150 o 200**				**300**	**300**	**200**		
XL 100*	37,5 x 62,5 40 x 60									
XL 135	37,5 x 87,5 40 x 80	37,5 x 87,5 40 x 80	62,5 x 87,5 60 x 80	75 x 62,5 100 x 60 (4)	2(37,5x87,5) 2(40x60)		62,5 x 87,5 60 x 80	37,5 x 87,5 25 x 80		
Tablero XL 195	37,5 x 87,5 40 x 80	37,5 x 87,5 40 x 80	62,5 x 87,5 60 x 80	75 x 62,5 100 x 60 (4)	2(37,5x87,5) 2(40x60)		62,5 x 87,5 60 x 80	37,5 x 87,5 25 x 80		
Armario XL 195	37,5 x 87,5 40 x 80	37,5 x 87,5 40 x 80	62,5 x 87,5 60 x 80	75 x 62,5 100 x 60 (4)	2(37,5x87,5) 2(40x60)		62,5 x 87,5 60 x 80	37,5 x 87,5 25 x 80		
XL-A 250*	37,5 x 87,5 60 x 80	37,5 x 87,5 40 x 80	62,5 x 87,5 60 x 80	125 x 87,5 120 x 60 (4)	2(62,5x87,5) 2(60x80)		62,5 x 87,5 60 x 80			
XL 400-600 XL-A 400-600-800 montante ref. 095 95	37,5 x 87,5 40 x 80 (1)	37,5 x 87,5 40 x 80	62,5 x 87,5 60 x 80				62,5 x 87,5 60 x 80			
XL 400-600 XL-A 400-600-800 montante ref. 098 75 (2)						37,5 x 62,5 40 x 60			62,5 x 62,5 60 x 60	
XL 400-600 XL-A 400-600-800 montante ref. 092 19 (3)										75 x 62,5 60 x 60

(1) Atenci n : con soportes ref. 092 08 hay que perforar el fondo de la bandeja de 40 de largo.
(2) Soporte ref. 098 75 sobre la montante ref. 095 95.
(3) Dispositivo ref. 092 19 en estructura armario o transversal ref. 095 67/68.
(4) Se necesita perforar los fondos de la bandeja para su fijaci n.

EL MONTAJE DE LOS JUEGOSDE BARRAS

El juego de barras constituye la verdadera "columna vertebral" de todo conjunto de distribución.
El juego de barras principal y el juego de barras de derivación garantizan la alimentación y la distribución de la energía.

Los soportes aislantes de la oferta Legrand, adaptados para los envolventes XL y XL-A, permiten montar todos los juegos de barras rígidos.
Perfectamente complementarias, las barras flexibles permiten conectar los aparatos de potencia a los juegos de barras con una terminación irreprochable.
Para las altas potencias, hasta 4000 A, la simplicidad del principio de montaje de los DMX y de los juegos de barras permite traspasar fácilmente el esquema eléctrico.
Antes del montaje, el dimensionamiento del juego de barras requiere algunas etapas previas:
- la elección de la configuración en el envolvente (principal, derivación, fondo de armario, lateral...
- la determinación de la sección útil
- la determinación de las distancias entre soportes
- la comprobación de las características de aislamiento

Todos los juegos de barras Legrand fueron objeto de pruebas completas y, en particular, de cortocircuito hasta los valores más elevados (250 kA para el soporte Ref. 374 54).



> ELECCION DE LAS BARRAS EN FUNCION DEL SOPORTE

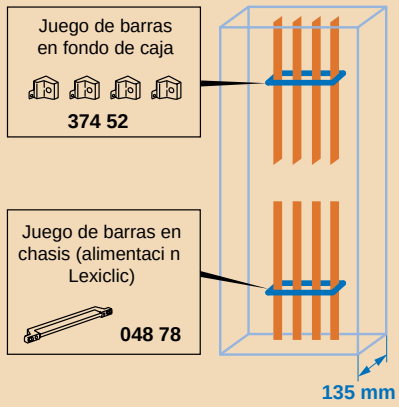
Soportes para juegos de barra	Planos ref. 04878	Inclinados ref. 37452	Inclinados ref. 37414	Inclinados ref. 37456	Alineados ref. 37454	Alineados ref. 37454	
Posición de las barras					1 a 2 barras por polo	1 a 4 barras (esp. 5 mm) por polo	1 a 3 barras (esp.10 mm) por polo
Referencias y dimensiones de las barras (mm)	**374 34** 18 x 4	**374 34** 18 x 4	**374 34** 18 x 4				
	374 38 25 x 4	**374 38** 25 x 4					
	374 18 25 x 5	**374 18** 25 x 5	**374 18** 25 x 5				
			374 19 32 x 5				
				374 40 50 x 5	**374 40** 50 x 5	**374 40** 50 x 5	50 x 10
			374 41 63 x 5	**374 41** 63 x 5	**374 41** 63 x 5	**374 41** 63 x 5	60 x 10
				374 59 75 x 5	**374 59** 75 x 5	**374 59** 75 x 5	
				374 43 80 x 5	**374 43** 80 x 5	**374 43** 80 x 5	80 x 10
				374 46 100 x 5	**374 46** 100 x 5	**374 46** 100 x 5	100 x 10
				374 46 100 x 5		125 x 5	120 x 10
				374 60 155 mm^2			
				374 61 155 mm^2			
				374 62 155 mm^2			

Si, por razones mecánicas de montaje, el valor recomendado de distancia entre los apoyos no puede respetarse, siempre se deberá tomar un valor inferior para garantizar el comportamiento en cortocircuito.

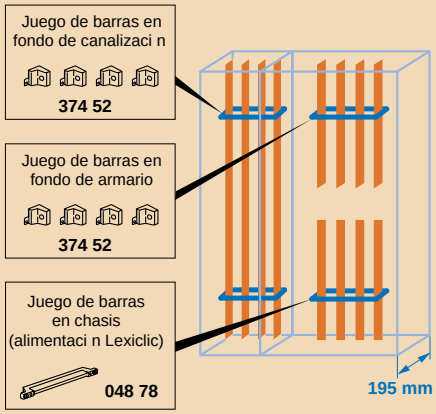
Los juegos de barras hasta 1600 A

Concebidos en una lógica de gama, fáciles de montar, adaptables a todos los envolventes, la oferta de apoyos de juegos de barras permite todas las realizaciones normales y todas las otras...

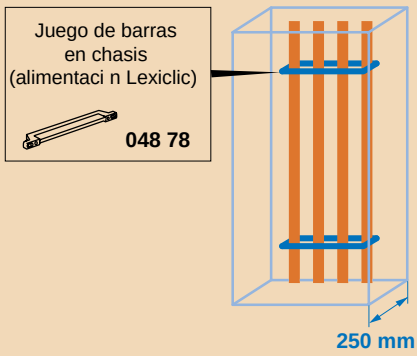
En cajas XL 135



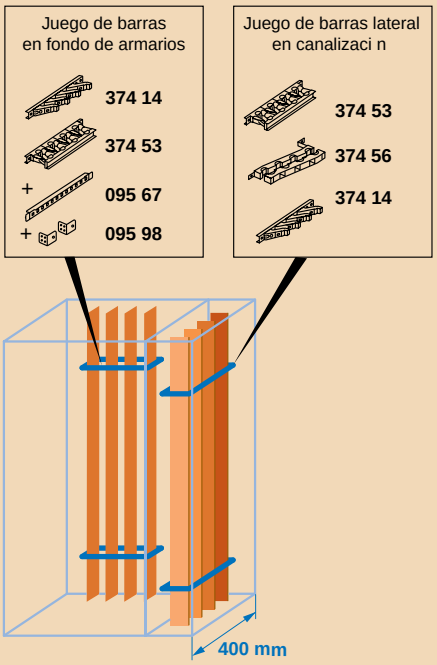
En cajas y armarios XL 195



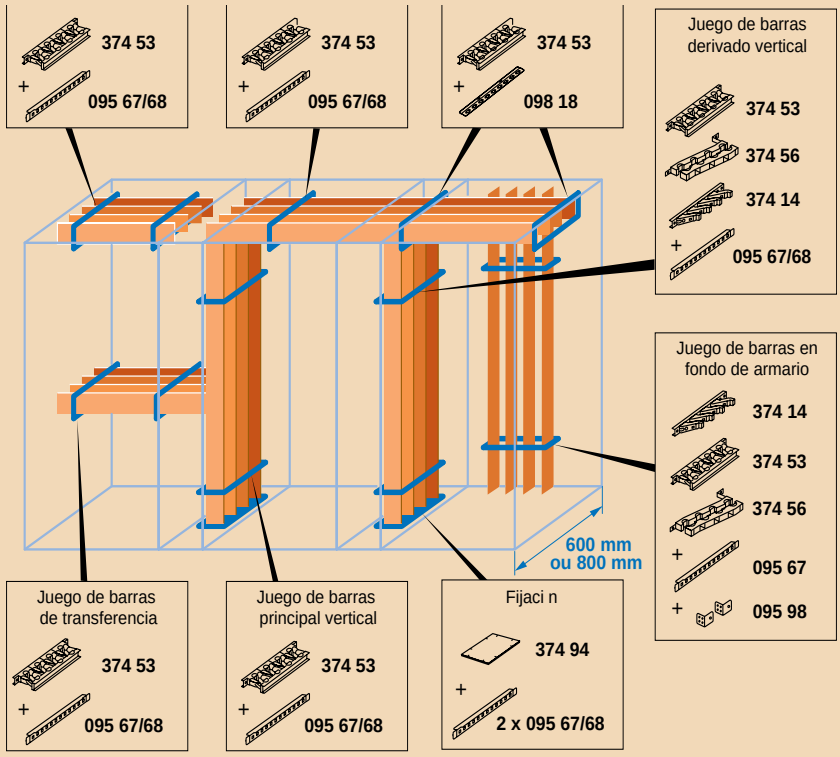
En cajas XL - A - 250*



En armarios XL 400



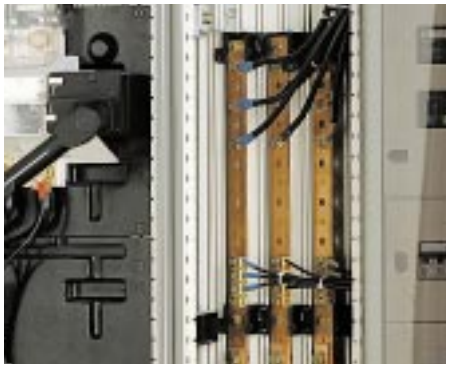
En armarios XL 600



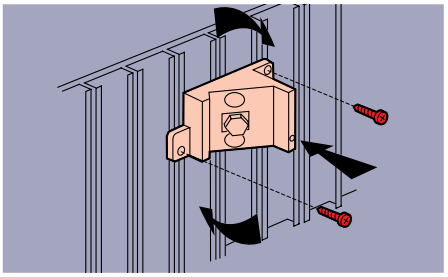
(*) a pedido, favor consultarnos

1 Juegos de barras de fondo de caja (XL 135/195)

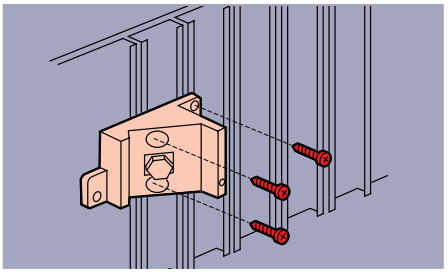
Los soportes Ref. 374 52 se fijan directamente en el fondo de las cajas XL 135 y las cajas, armarios y envolventes XL 195.



- La instalación unitaria de cada apoyo se efectúa con un movimiento de rotación.
- La posibilidad de ajuste en translación permite ajustar la distancia entre soportes con relación a los agujeros de las barras.
- La fijación definitiva debe ser efectuada preferentemente por dos tornillos roscados automáticas sobre las "pestañas" del apoyo.



Si ninguna ranura del fondo está disponible la fijación puede efectuarse por los agujeros bajo la barra.



Comprobar que las distancias de aislamiento entre barras y masas (20 mm.) se mantengan, en especial, a las extremidades de las barras.



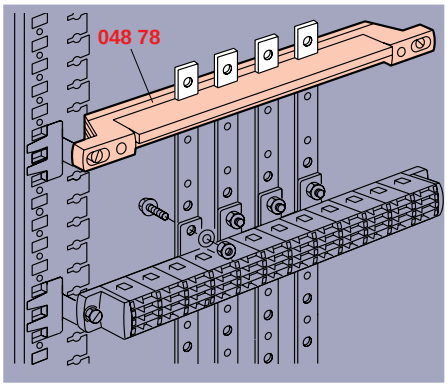
2 Juegos de barras en chasis (XL 135/195 - XL - A 250*)

Los soportes Ref. 048 78 permiten montar un juego de barras vertical solidario con los montantes de los envolventes XL 135/195 y XL-A 250.

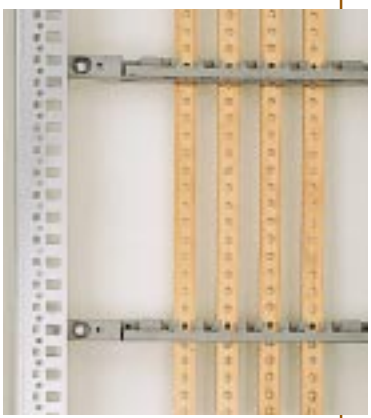
Especialmente adaptados a la alimentación de los repartidores Lexiclic, pueden también, a partir del aparato de cabecera, repartir y distribuir la energía sobre las filas de aparatos (entre ejes 200 mm. mínimos). El montaje se efectúa por simple enclipsamiento de las patas sobre los montantes después de atornillar el soporte.



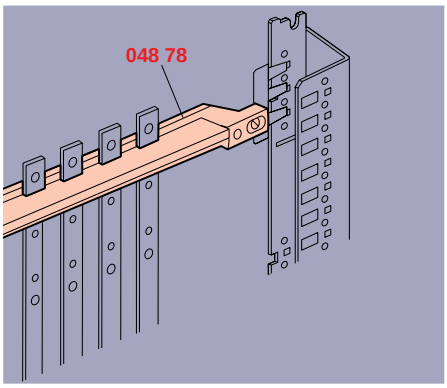
Juego de barras de distribución vertical en fondo de caja XL



Montaje en caja o armario XL 135/195



Juego de barras de distribución vertical en fondo de caja XL-A 250 (utilización máxima 400 V/ 400 A)



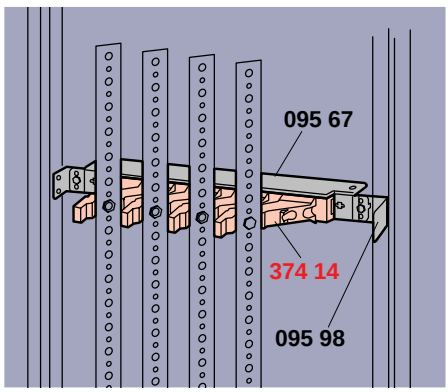
Montaje en caja XL-A 250* sobre la pestaña posterior del montante

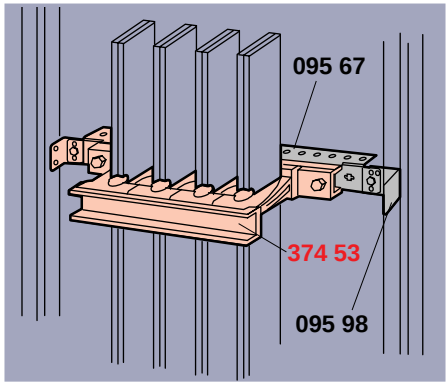
(*) a pedido, favor consultarnos

3 Barras en el fondo del armario (XL 400 - 600, XL-A 400-600-800)

Recomendado generalmente para distribuir y repartir la energía en un solo armario, la instalación de un juego de barras en fondo es una solución que optimiza el volumen de la envolvente (no hay canalización lateral de barras) en detrimento de la accesibilidad. Se utilizará fundamentalmente cuando el panel trasero sea accesible.
El montaje con esta configuración requiere la fijación previa de los soportes ref. 374 14 y 374 53 a un perfil transversal multifunción ref. 095 67.
En tal caso, el perfil se fija a los montantes del armario mediante dos escuadras ref. 095 98







Montaje del perfil ref. 095 67 y de la escuadra ref. 095 98



Conexión mediante barras flexibles entre aparato de cabecera y juego de barras en fondo de armario



4 Juego de barras lateral en celda (XL 400-600, XL-A 400-600-800)

Armarios de cables integrado en los armarios XL
de 900 mm de anchura, admite los soportes de juego de barras ref. 374 14, 374 53 y 374 56*.
* Barras planas de 63 mm de altura máxima en XL de 900 mm de anchura.

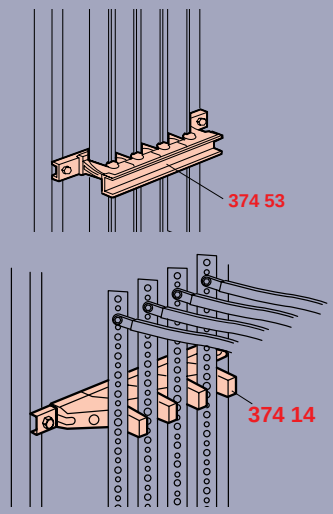


Soporte ref. 374 53 atornillado directamente a los montantes del armario XL 400

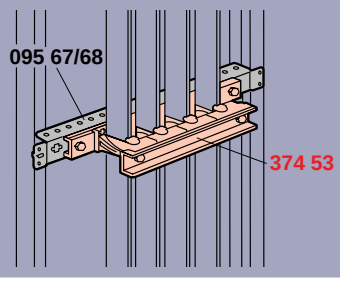


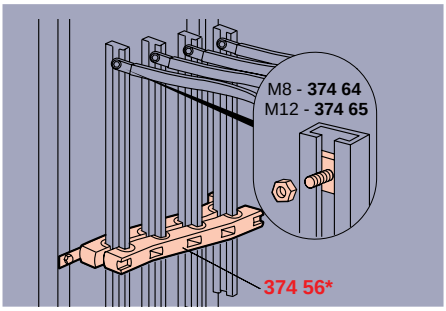
Fijación de los perfiles transversales de soporte de aluminio

• Directamente a los montantes del armario de 400 mm de profundidad



• Mediante un perfil transversal ref. 095 67/68 de profundidad 600

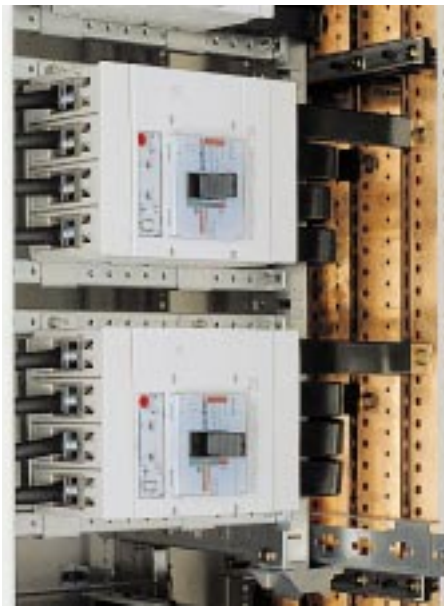


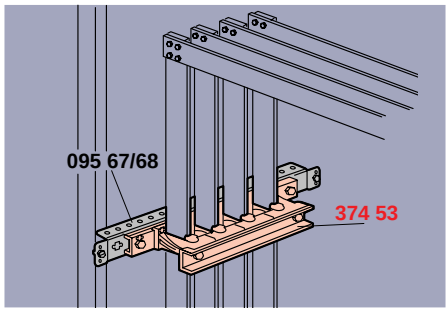


La conexión a las barras en C se efectúa con tuercas ref. 374 64/65

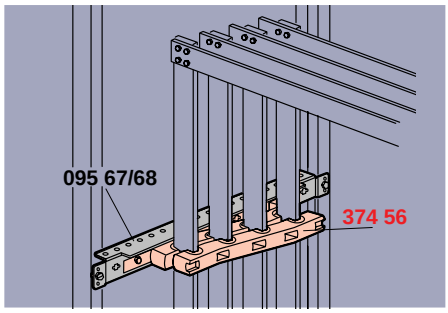
5 Juego de barras principal vertical (XL600, XL-A 600-800)

Este juego de barras alimenta el juego de barras principal horizontal (con el que constituye la «columna vertebral» del conjunto) directamente a partir del aparato de cabecera, o a partir de un juego de barras de transferencia.
Los soportes ref. 374 53 se utilizan normalmente para constituir dicho juego de barras. Los soportes ref. 374 56 también pueden utilizarse para desfasar las barras a fin de facilitar posibles conexiones.
En cualquier caso, los soportes se fijan previamente a los perfiles transversales multifunción ref. 095 67/68.

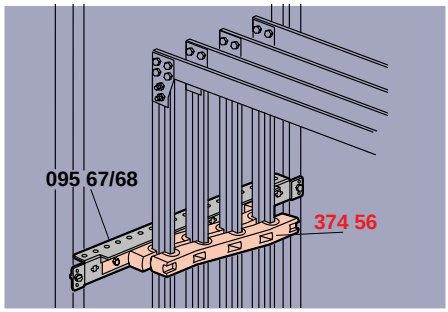




Soporte ref. 374 53



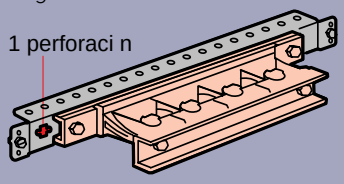
Soporte ref. 374 56
con barras planas



Soporte ref. 374 56
con barras en C

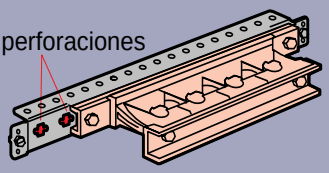
Montaje de los soportes en los perfiles transversales

- Juego de barras centrado con respecto a la profundidad del armario



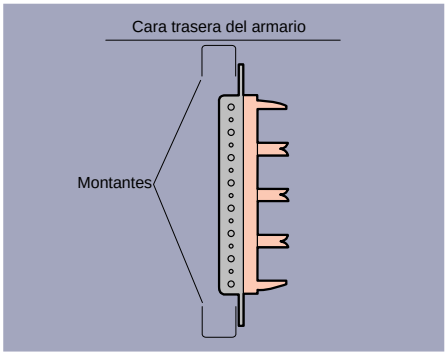
La disposición centrada facilita la conexión de los aparatos de potencia a las tomas delanteras, o cuando no existe acceso posterior a los armarios.

- Juego de barras descentrado hacia el fondo del armario

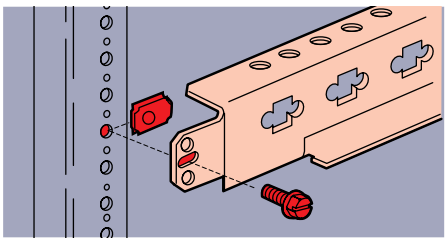


La disposición descentrada hacia el fondo facilita la conexión de los aparatos con tomas traseras. Independiza del volumen permitiendo así la instalación de una barra conectora de los conductores PE, o de un dispositivo de fijación para guía modular independiente ref. 092 19 destinada a recibir aparatos de medida delante de las barras.

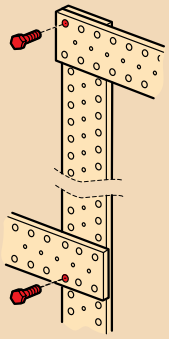
Los perfiles transversales provistos de soportes deben montarse en la cara exterior derecha de los montantes.



Deben colocarse sin apretarlos para permitir su ajuste en profundidad. Los perfiles deben fijarse con un solo tornillo en la perforación oblong.



Véanse, en los anexos, los valores de los pares de apriete recomendados.

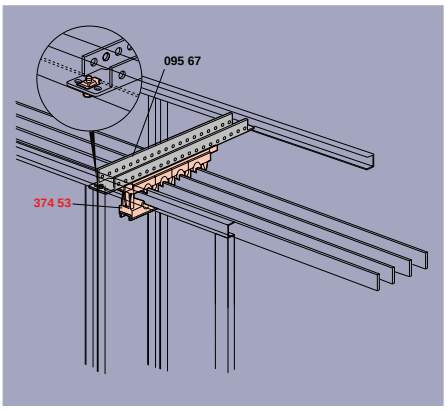


Iniciar la confección de embarrados por los juegos de barras principal vertical a fin de tomar como referencia las perforaciones representadas en el esquema de la figura. Estas perforaciones deben coincidir. Durante el montaje, pueden sujetarse con ayuda de una varilla o de un tornillo. Si hay que taladrar (barras macizas o de 63 u 80 mm de anchura), aplicar la misma norma.

Una vez colocadas las barras, apretar en el siguiente orden:
- uniones y conexiones entre barras
- mordazas de los soportes
- tornillos de fijación de los perfiles a los montantes del armario.

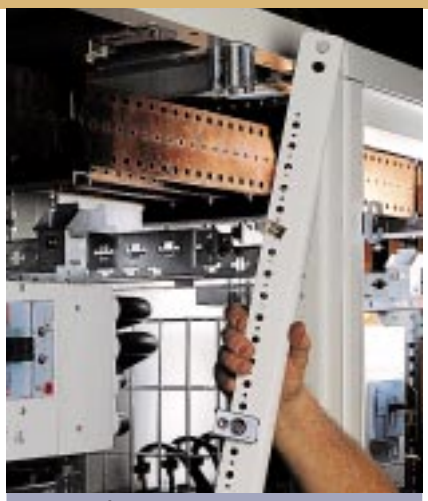
6 Juego de barras principal horizontal (XL 600, XL-A 600-800)

Este juego de barras permite la distribución de energía a varios armarios yuxtapuestos.
Alimentado directamente a través del aparato de cabecera o del juego de barras principal vertical, está normalmente colocado en la parte superior de los armarios, aunque también puede estar situado en la parte inferior.
Hay que prever un espacio correspondiente a una placa de 200 mm para el paso de cables.



Constituido por soportes ref. 374 53, fijados al perfil transversal multifunción ref. 09567/68, este juego de barras principal horizontal puede estar centrado o descentrado hacia el fondo del armario (lo mismo que el juego de barras principal vertical).

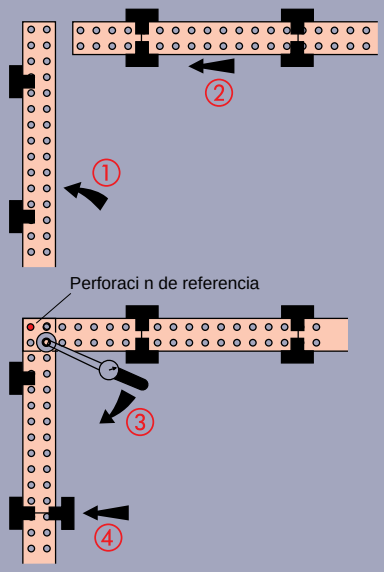
Montar simultáneamente los juegos de barras principales horizontal y vertical, respetando las normas de posición: perforaciones de referencia, posición de los perfiles.

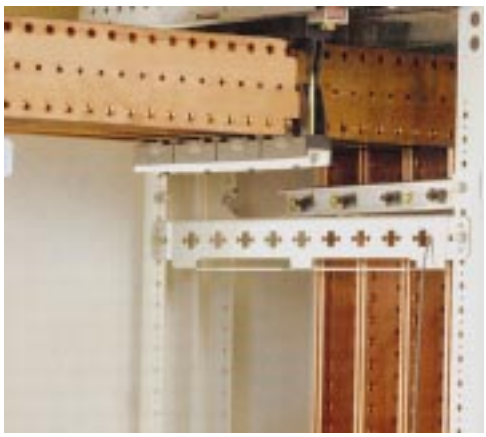


La posición retrasada de los montantes amovibles facilita el montaje

Montaje del juego de barras principal horizontal alimentado por un juego de barras principal vertical

- Colocar los soportes de las barras horizontales provistos de mordazas móviles y de tornillos de montaje M6 (longitud 115 para las barras de altura 50 y 63, longitud 160 para las barras de altura 75, 80 y 100).
- Colocar los soportes de las barras verticales retirando previamente las mordazas móviles.
- Colocar por orden la 1ª barra vertical hacia el fondo del armario A, deslizando a continuación la barra horizontal correspondiente hasta que coincida con la perforación de referencia.
- Montar los tornillos y las tuercas de unión, comprobar la posición y apretar el par recomendado.
- Proceder del mismo modo para las siguientes barras.
- Terminar colocando las mordazas móviles de los soportes verticales.



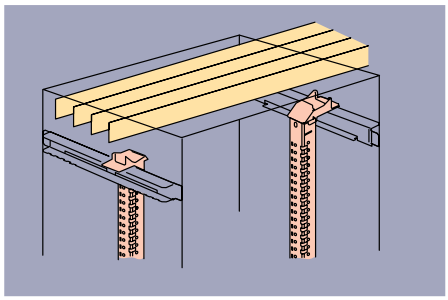


El talón de fijación ref. 374 94 facilita el montaje de las barras verticales

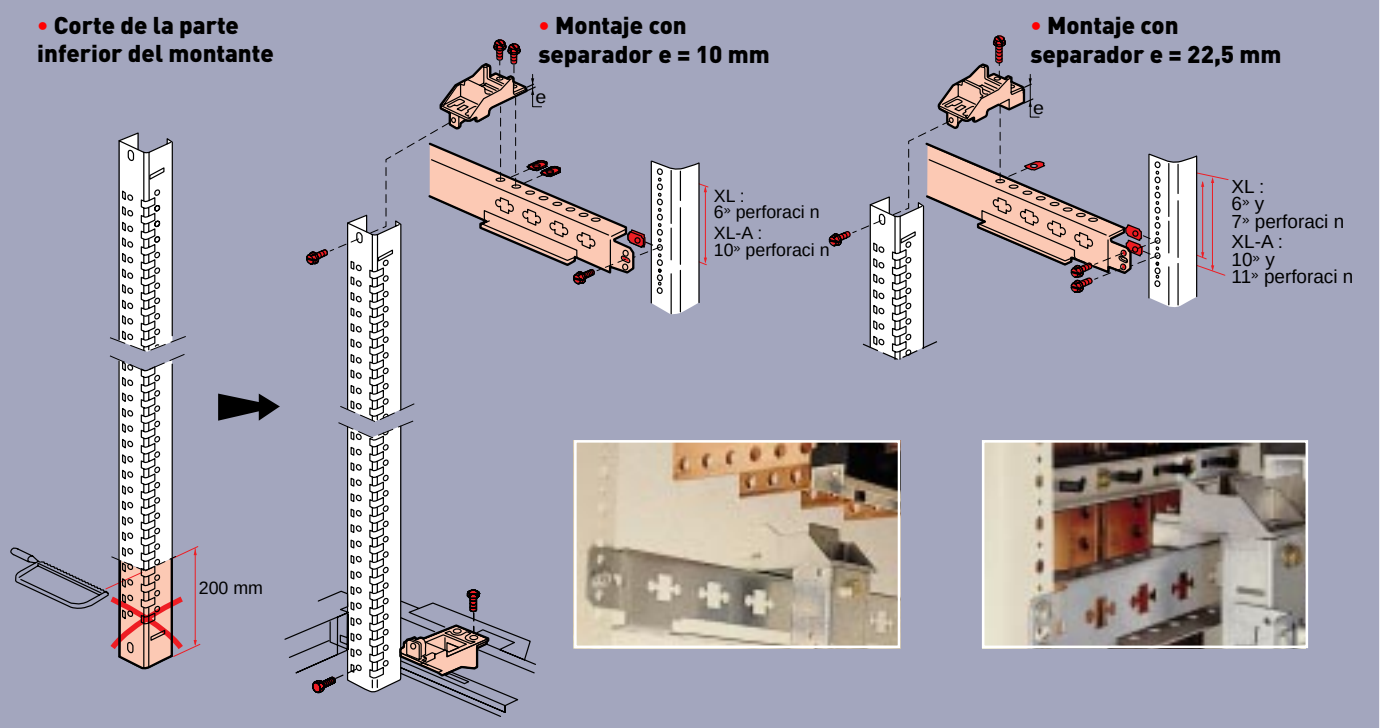


- **Composición de un chasis con montantes ref. 095 95 bajo el juego de barras principal horizontal**

Cortar 200 mm de la parte inferior de los montantes antes de fijarlos a los perfiles ref. 095 67/68.



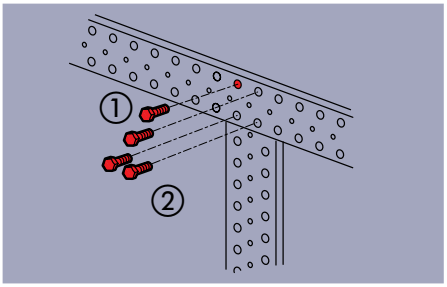
Montaje de un chasis plano bajo un juego de barras principal horizontal



La configuración con corte de 200 mm de los montantes ref. 095 95 permite el montaje de barras con una altura máxima de 125 mm, estando cerrada la zona de paso mediante una placa de 200 mm de altura (ref. 092 45/95).
Para cualquier otra altura de zona de paso de barras, es imperativo cortar los montantes ref. 095 95 una longitud múltiplo de 50 mm (por ejemplo: 250, 300, 400 mm). Esto permitirá un montaje sin complicaciones de los diferentes dispositivos y el cierre de la zona de paso con placas de altura estándar.

7 Juegos de barras de derivación vertical (XL 600, XL-A 600-800)

- **Soportes ref. 374 53 y 374 56 con barras planas de altura 50, 63, 75, 80 y 100.**

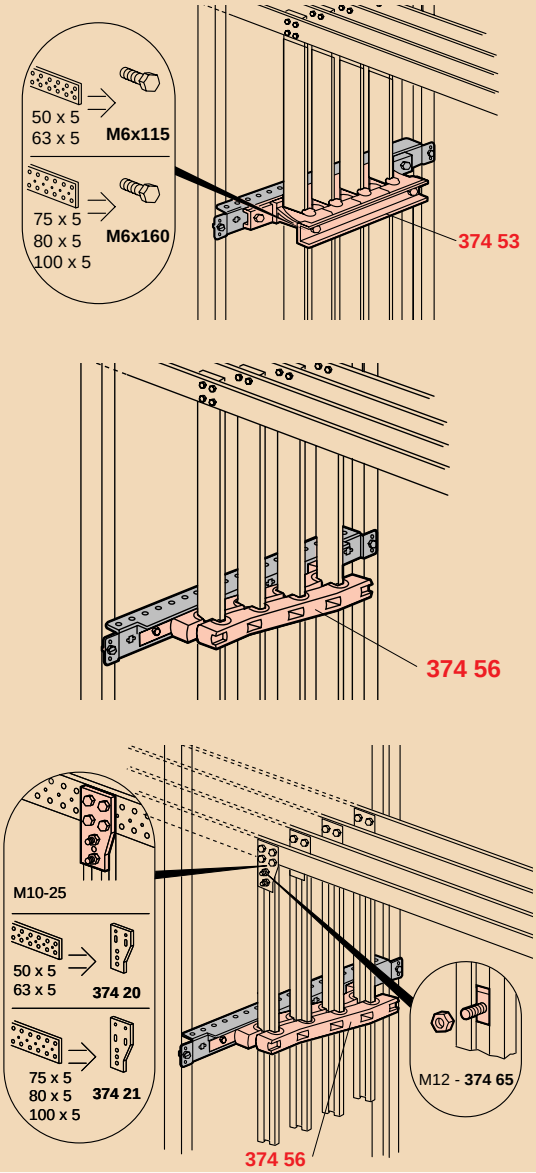


En este caso, las barras de derivación se atornillan directamente a las barras horizontales.
Las normas de montaje (perforaciones de referencia, posición de los perfiles, sentido de montaje) son idénticas a las del juego de barras principal vertical.

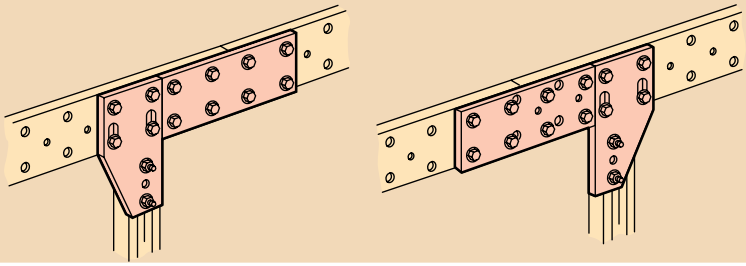
- **Soportes ref. 374 56 provistos de barras en C fijadas a las barras horizontales mediante bridas de unión ref. 374 20 y 374 21.**



Montaje de los juegos de barra de derivación

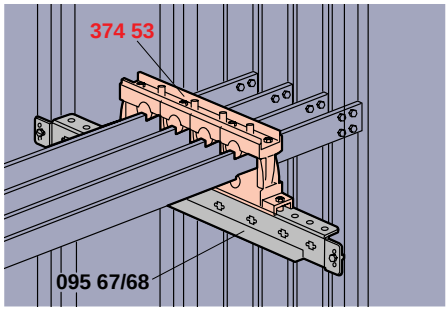


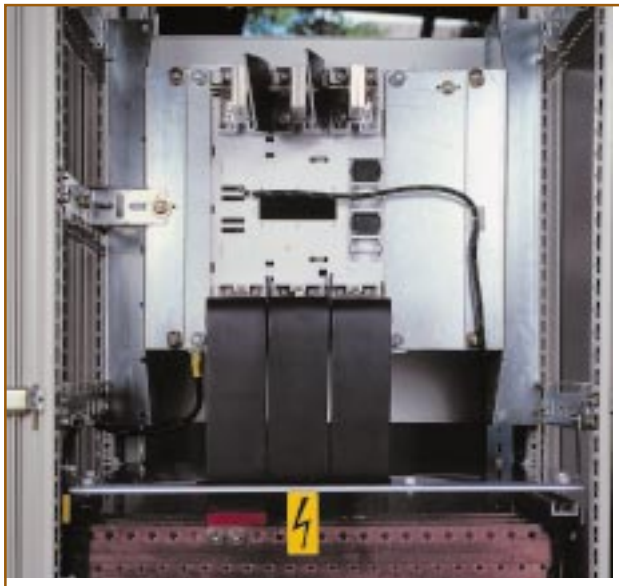
Si las bridas de unión se encuentran cerca del extremo de las barras horizontales, colocar el lado más grande de las bridas hacia el lado de unión de las barras.



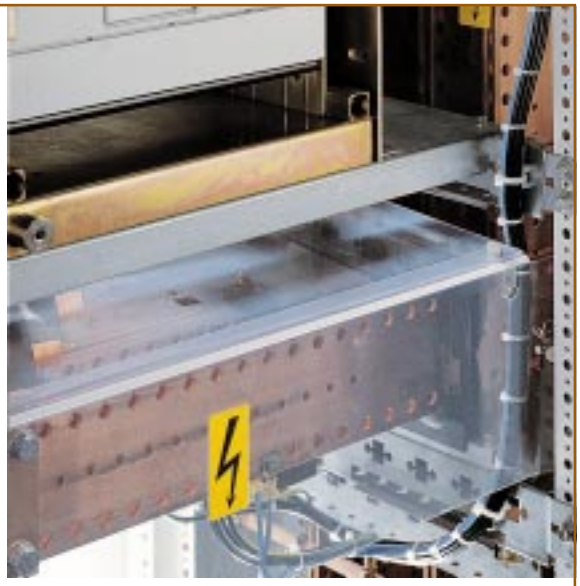
8 Juego de barras de transferencia (XL 600, XL-A 600-800)

Este juego de barras garantiza la conexión entre el aparato de cabecera y el juego de barras principal vertical, permitiendo conectar aparatos de elevada potencia a continuación.
El montaje del juego de barras de transferencia se realiza con los soportes 374 53, fijados al lateral de los perfiles transversales multifunción ref. 095 67/68.



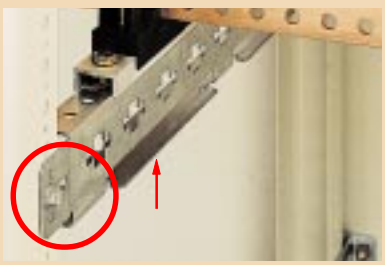


Conexión de un DPX 1600 extraíble a un juego de barras de transferencia

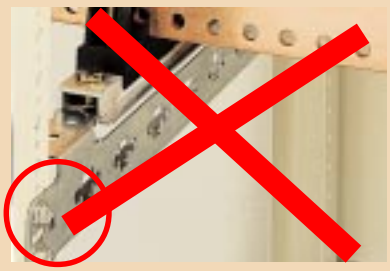


Juego de barras de transferencia 1600 A

¡Atención!
El perfil debe estar siempre hacia abajo y la fijación de los montantes del armario debe realizarse con un solo tornillo en la perforación oblonga central.



Montaje correcto

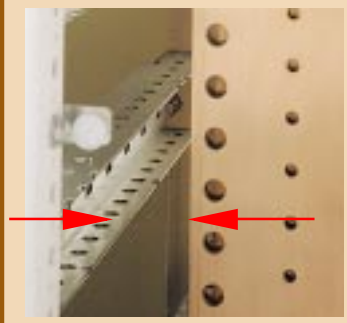


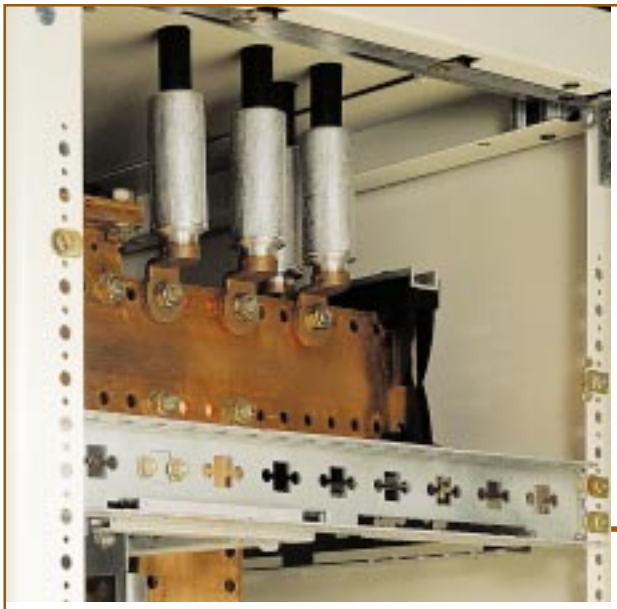
Montaje incorrecto

9 Juego de barras de conexión (XL 600, XL-A 600 x 800)

No existe norma específica para la construcción de estas configuraciones, generalmente adaptadas a cada caso particular. La necesidad de un juego de barras de conexión puede depender del número y/o sección de los conductores, de especificaciones de conexión in situ, o de la existencia de alimentaciones múltiples...
Los soportes ref. 374 53, fijados a los perfiles ref. 095 67/68, permiten constituir configuraciones muy diversas y fácilmente adaptables, en las que las barras pueden montarse tanto en sentido longitudinal como transversal.

Comprobar que las distancias de aislamiento se mantienen tras el montaje de los soportes y juego de barras. Se recomienda una distancia mínima de 20 mm entre barras y masas.





Juego de barras de conexión en el sentido de la profundidad



Juego de barras de conexión en el sentido transversal

Los juegos de barras hasta 4000 A

Los soportes de barras Ref. 375 54 resisten los esfuerzos electrodinámicos más elevados (250 KÂ), reciben indiferentemente barras de grosor 5 ó 10 mm., se montan en todas las configuraciones (horizontal, vertical, transferencia...). Complementarios a los armarios XL-A y a los disyuntores DMX, permiten el armado homogéneo y racional de los conjuntos hasta 4000 A.

Los soportes Ref. 374 54 pueden montarse en armarios XL/XL-A 600 y XL-A 800 hasta 4.000 A (3 barras de 120 x 10 por polo).
Se aconseja su utilización para los conjuntos de cabeza de instalación.
Los soportes Ref. 374 54 se montan según los casos:
- directamente sobre la estructura de los armarios
- sobre las transversales multifunción Ref. 095 66/67/68
- por medio de escuadras Ref. 374 99.



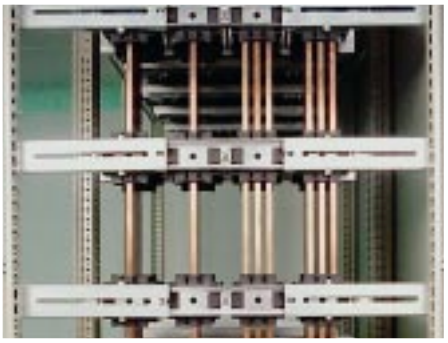
Los soportes Ref. 374 54 permiten armar juegos de barras de fuerte intensidad: hasta 4000 A en armario XL-A IP55

Juegos de barras horizontales transferencia o a media altura

Cuando las distancias requeridas entre soportes son inferiores a la distancia entre los montantes del armario (Icc elevado), es necesario disponer de los soportes intermedios.
Según los casos, ellos pueden:
- mantener simplemente las barras entre ellas sin fijarse en la estructura
- fijarse en las escuadras Ref. 374 99, pero con una latitud de ajuste limitada (canaleta limitada a 100 mm.)
- fijarse en transversales multifunción que reconstruyen los soportes necesarios.



Fijación sobre transversales multifunción Ref. 095 67 y escuadras Ref. 374 99



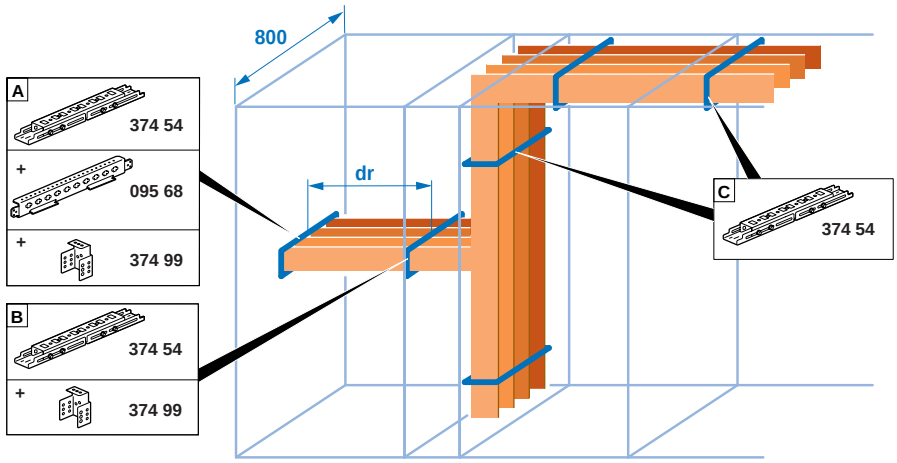
Fijación directa del soporte Ref. 374 54 sobre la estructura



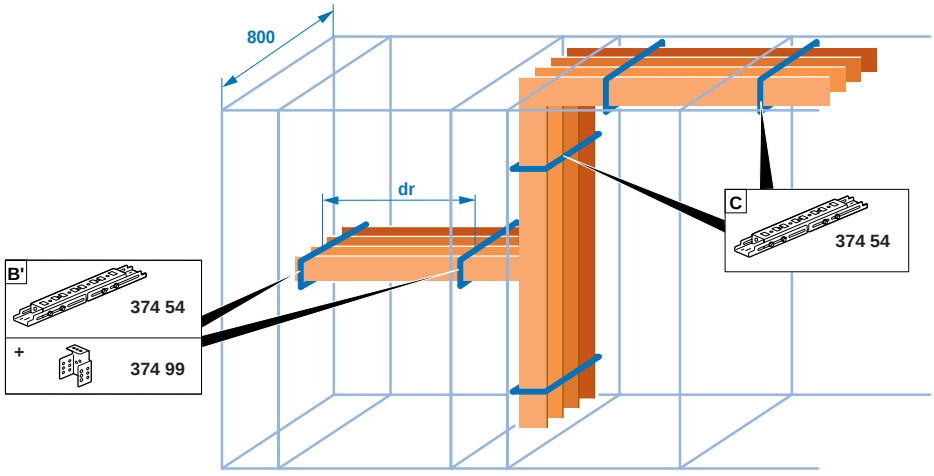
Fijación sobre escuadras Ref. 374 99

1 Disposición de los soportes Ref.374.54 en los armarios XL-A-800

El soporte Ref. 37454 se monta directamente sobre la estructura de los armarios de profundidad 800 gracias a su ajuste telescópico (caso C).
El montaje a media altura (transferencia o juego de barras horizontal al medio) requiere escuadras de fijación Ref. 374 99 (caso B).
La instalación de soportes de extremo (caso A) requiere una transversal Ref. 095 68 y un juego de escuadras Ref. 374 99 para desplazar el montante y permitir el cierre del conjunto por el panel lateral.

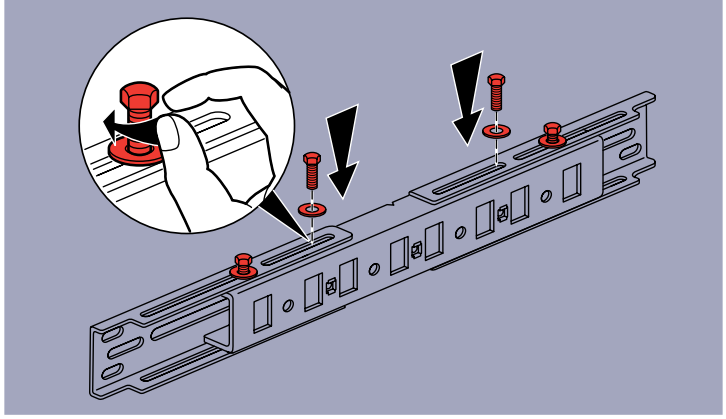


La distancia "dr" disponible conviene para la conexión de aparatos DMX 2500. Para aparatos DMX 4000 y DMX-L 2500/4000, es imprescindible disponer los soportes fuera del volumen del armario (en envolventes o armarios yuxtapuestos: caso de montaje B').



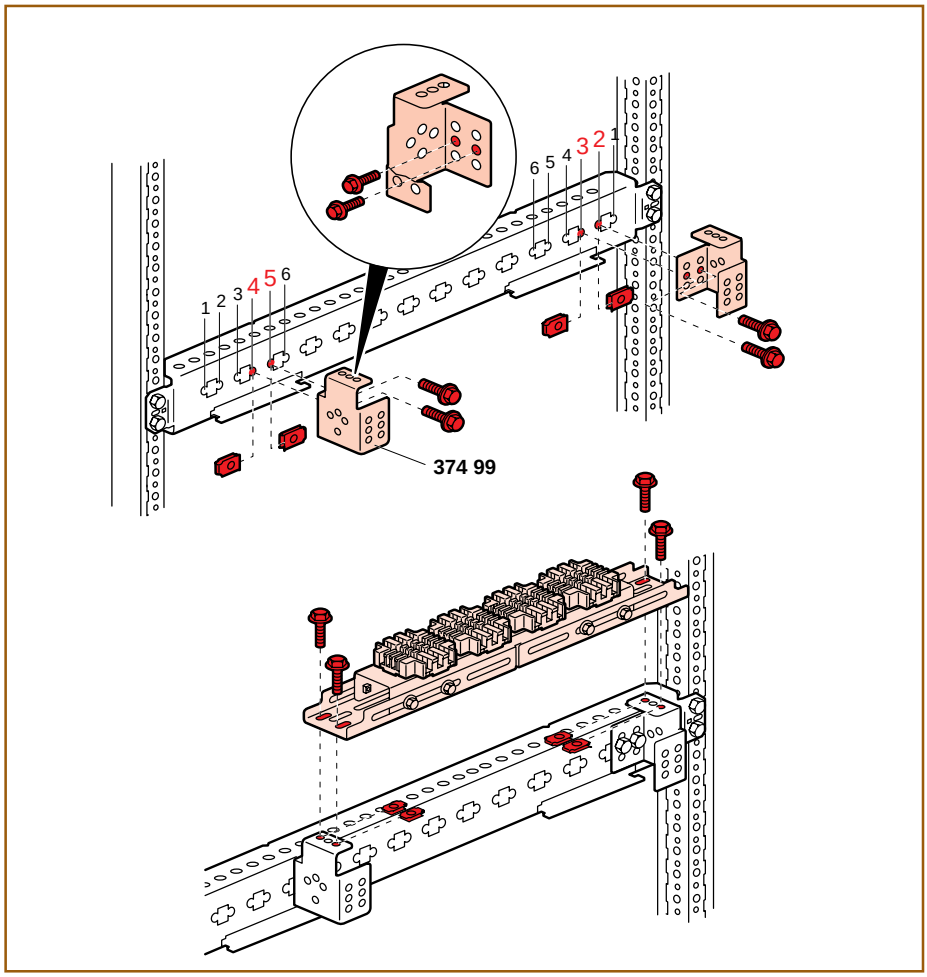
Los soportes se llevan hasta los volúmenes adyacentes para aumentar la distancia "dr" necesaria para la conexión de los aparatos DMX 4000 y DMX-L 2500/4000. Una disposición que está en perfecta coherencia con la necesidad de aumentar los volúmenes necesarios para la disipación térmica de los aparatos de más fuerte intensidad.

Regulación de los soportes para montaje en armario XL-A 800



• Caso A

La fijación de los apoyos Ref. 374 54 sobre transversales multifunción permite una fijación al extremo del conjunto y la instalación de un panel de cierre.

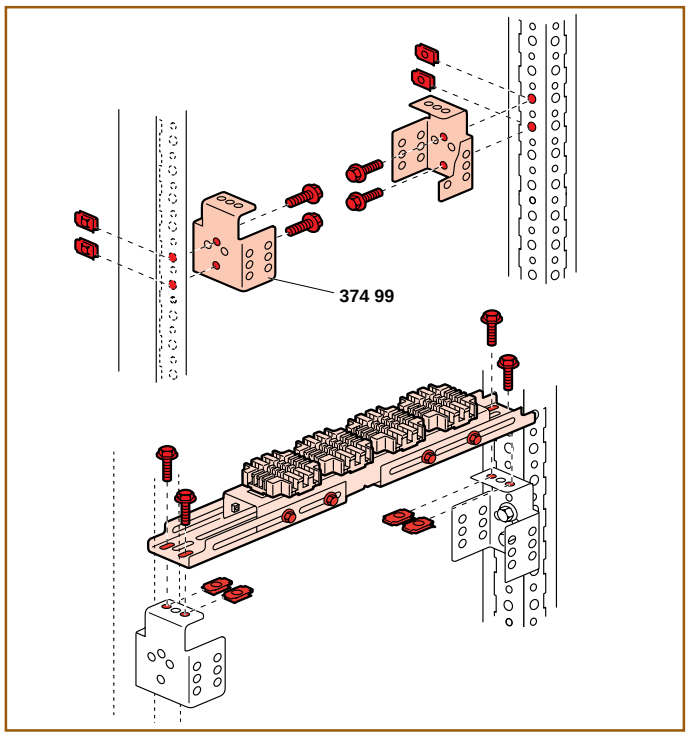




Soporte Ref. 374 54 sobre transversales Ref. 095 68 y escuadras Ref. 374 99 en el extremo del juego de barras. Atención: se debe mantenerse una distancia "d" suficiente (20 mm.) con el panel: retroceder las barras en los aisladores o colocar una pantalla

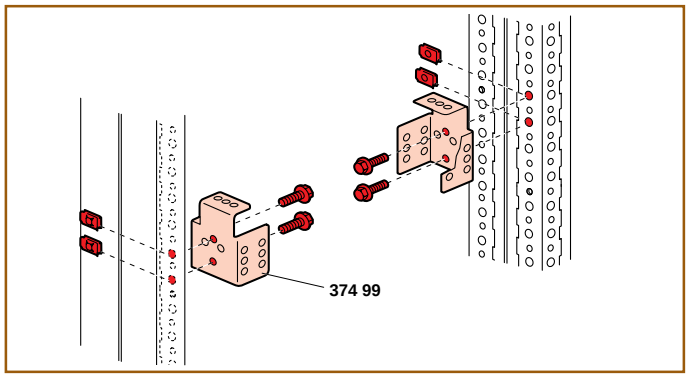
• Caso B

Las escuadras Ref. 374 99 se fijan directamente en la estructura del armario.

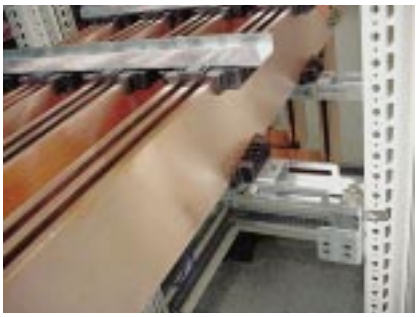


• Caso B'

La fijación de las escuadras se lleva hasta los volúmenes adyacentes



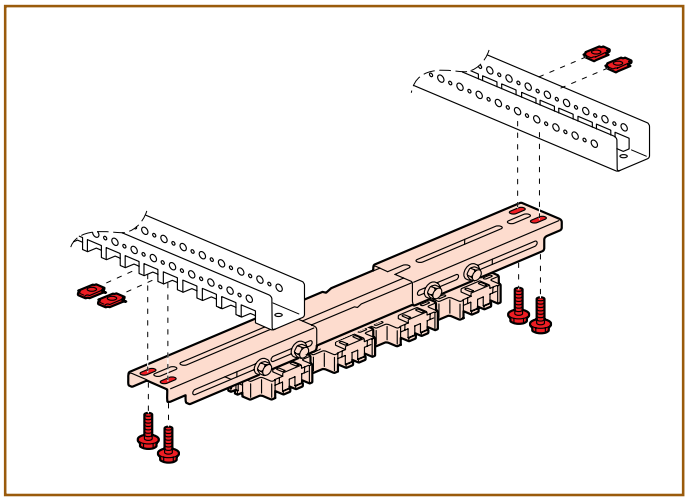




Fijación con escuadras Ref. 374 99 (caso B)

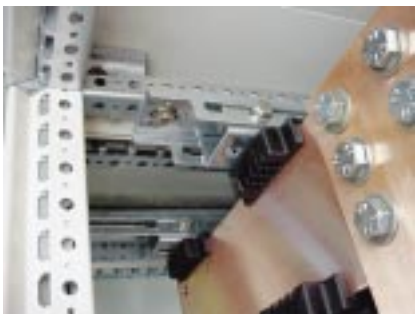
• Caso C

El soporte de juego de barras Ref. 374 54 es fijado directamente (por 4 tornillos) en la estructura del armario XL-A 800





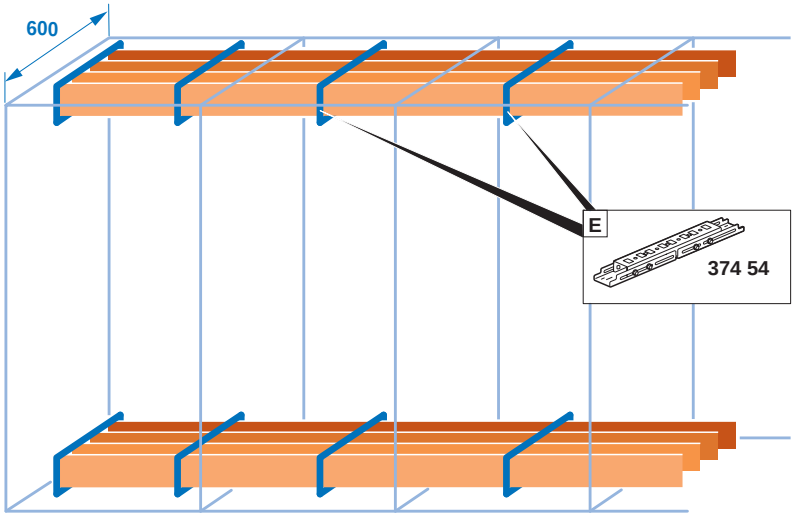
Fijación directa sobre estructura del armario (caso C)

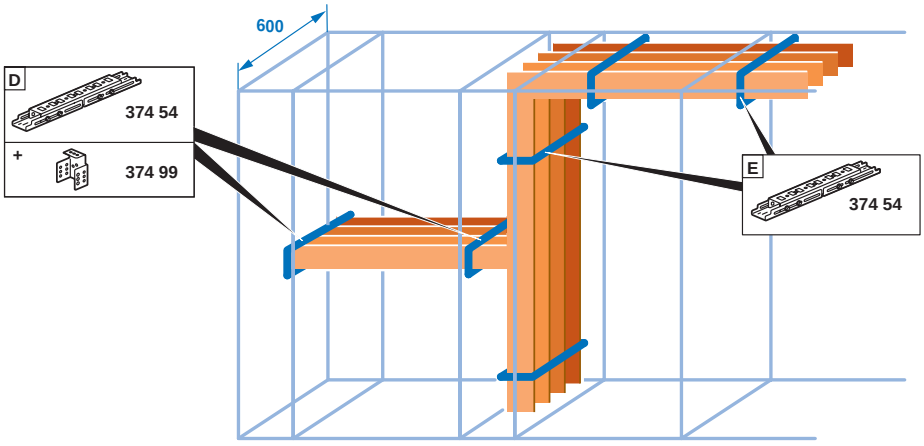


Alternativa de fijación directa sobre estructura al nivel de los ángulos de montaje de los armarios

2 Disposición de los soportes REf. 374 54 en los armarios XL/XL-A 600

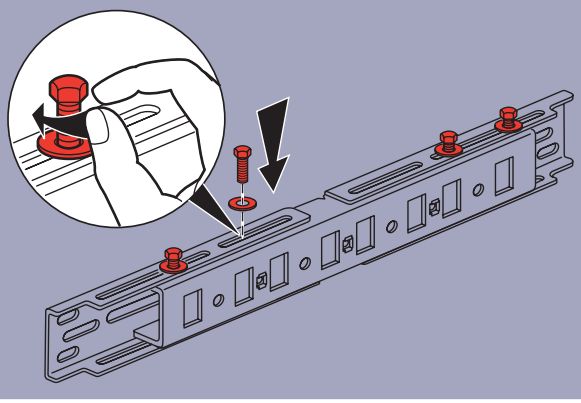
Los armarios de profundidad 600 pueden recibir aparatos DMX versión fija hasta 2000 A. Los juegos de barras horizontales pueden montarse (arriba y / o en la parte baja) directamente sobre la estructura del armario (caso E).
Nos preocuparemos de correr los juegos de barras hacia la parte posterior del armario y velaremos por el respeto de las distancias de aislamiento.





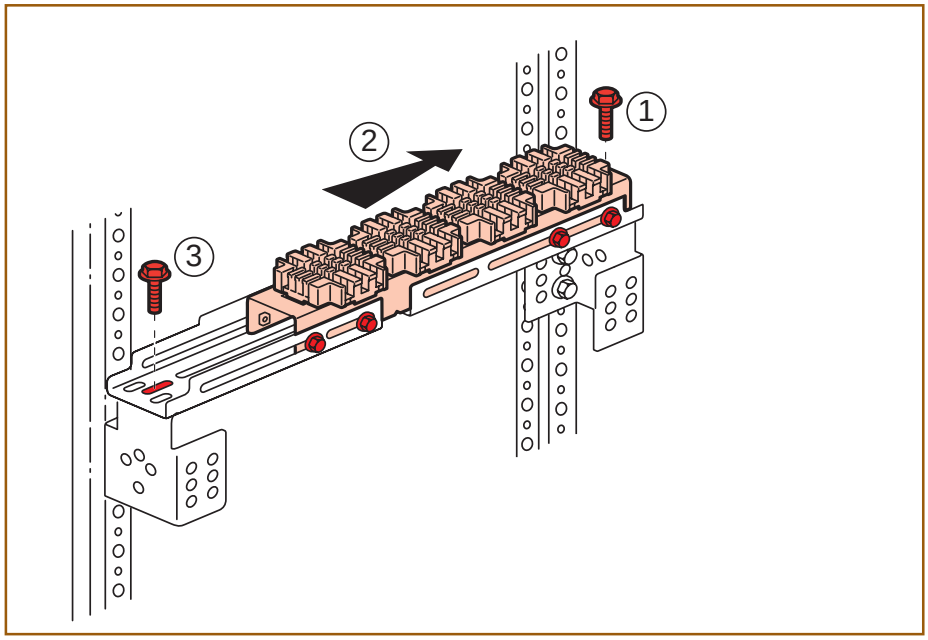
La disposición de un juego de barras Ref. 374 54 a media altura del armario (transferencia o juego de barras horizontal) requiere colocar los soportes en envolventes verticales (incorporados o puestos al final del conjunto) con el fin de no interferir con el montaje del plastrón (caso D)

Regulación de los soportes para montaje en armarios XL/XL-A 600



•Caso D

El tornillo ① es apretado primero. Se lleva el soporte al fondo del armario ②, luego el tornillo ③ se aprieta.

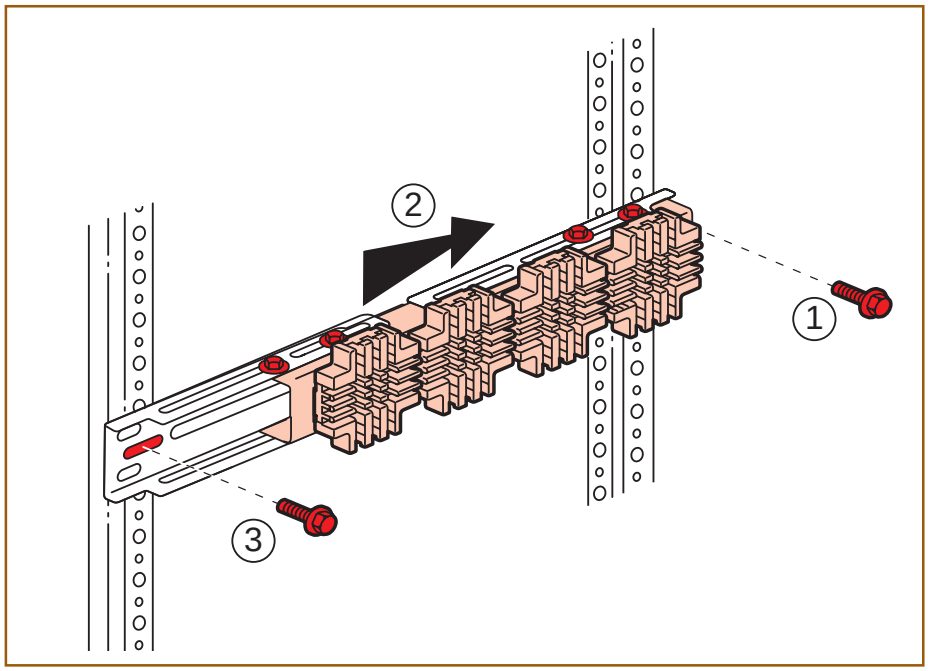




Montaje de un soporte en armario XL 600 sobre escuadras Ref. 374 99 permitiendo el cierre del armario por el panel exterior.

•Caso E

El apoyo se fija directamente en el armario.
El tornillo ① es apretado primero. Se lleva el soporte al fondo del armario ②, luego el tornillo ③ se aprieta.





Fijación de un juego de barras horizontal en armario XL 600



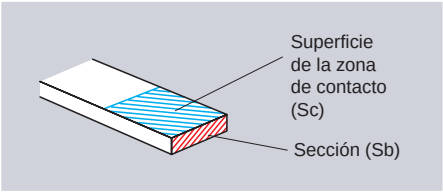
Fijación de un juego de barras vertical en armario XL 600

Unión y conexión de las barras

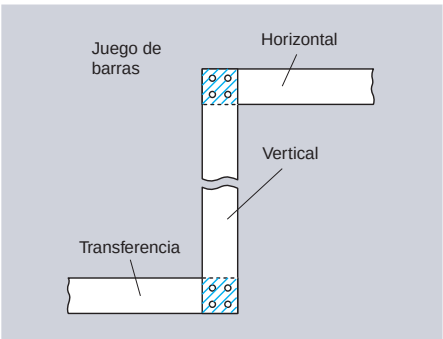
La calidad de la unión entre las barras depende:
- de las dimensiones de las superficies en contacto
- de la presión de contacto
- del estado de las superficies en contacto

1 Dimensiones de las superficies de contacto

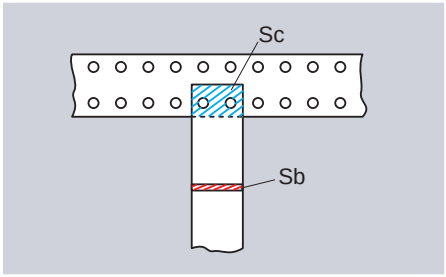
La superficie de contacto (Sc) debe ser al menos igual a 5 veces la sección de la barra (Sb). Sc > 5 x Sb.

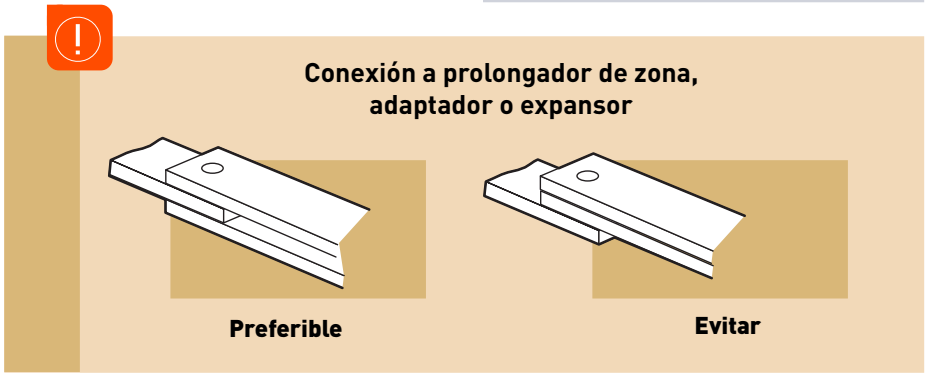


En las uniones de continuidad del juego de barras principal, se recomienda establecer contactos a todo lo ancho de la barra a fin de garantizar una transferencia térmica óptima.



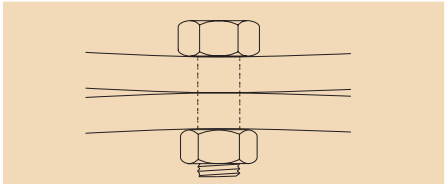
En los juegos de barras derivados, puede reducirse la zona de contacto con respecto a la condición Sc > 5 x Sb.
En las zonas de conexión de aparatos, el contacto debe establecerse en toda la superficie de la zona para una utilización de intensidad nominal.

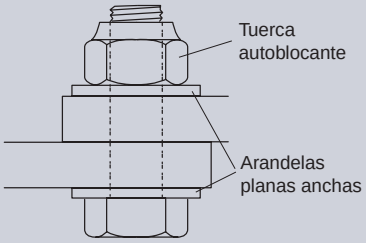


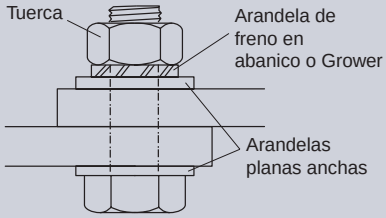


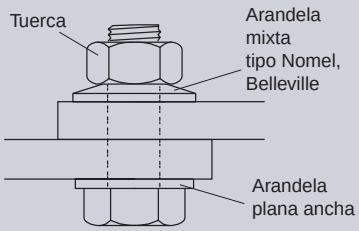
2 Presión de contacto

La presión de contacto entre las barras está asegurada por tornillos, cuyo tamaño, calidad, número y par de apriete se escogen en función de la intensidad y de las dimensiones de las barras.
Un par de apriete excesivo o un número insuficiente de tornillos puede provocar deformaciones que reducen la superficie de contacto. Por lo tanto, se aconseja distribuir la presión multiplicando los puntos de apriete y utilizando arandelas anchas o contraplacas.





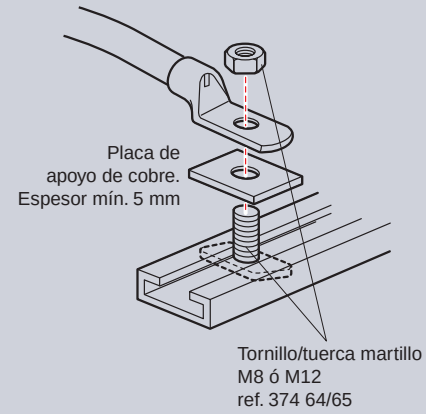




Tornillos y características mínimas recomendadas

I (A) Una barra	I (A) Dos barras y más	Ancho de barra (mm)	Número de tornillos	Ø Tornillos (mm)	Calidad mín.	Par de apriete (Nm)
≤ 250	-	≤ 25	1	M8	8-8	15/20
≤ 400	-	≤ 32	1 2	M10 M6	6-8 8-8	30/35 10/15
≤ 630	-	≤ 50	1 2 2	M12 M10 M8	6-8 6-8 8-8	50/60 30/35 15/20
800	1250	≤ 80	4 4	M8 M10	8-8 6-8	15/20 30/35
1000	1600	≤ 100	4 2	M10 M12	8-8 6-8	40/50 50/60
1600	2000	≤ 125	3	M12	6-8	50/60
-	2500	≤ 80	3	M12	8-8	70/85
-	3200	≤ 100	4	M12	8-8	70/85
-	4000	≤ 1200	6	M12	8-8	70/85

Pares de apriete excesivos hacen que se sobrepase el límite elástico de los tornillos y se deforme el cobre.



Conexión de conductores provistos de terminales en las barras en C



Conexión sobre barras 120 x 10 (4000 A)



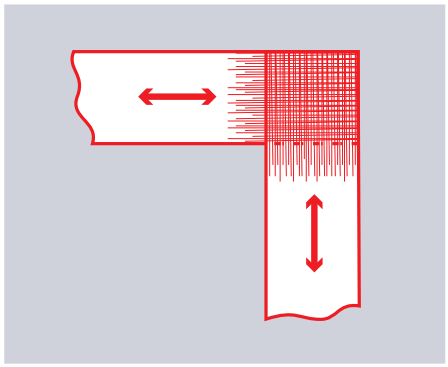
Conexión doble barras 100 x 10 (3200 A) y barras 80 x 10 (2500 A) sobre barras comunes 120 x 10



La aplicación de una marca o señal (pintura, barníz, etc) permite hacer visible un aflojamiento eventual pero también para asegurarse que la operación de presión ha sido correctamente ejecutada

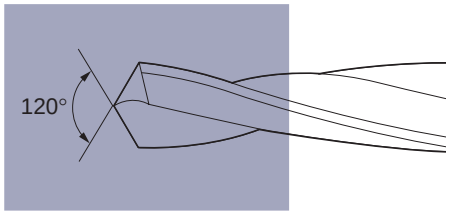
3 Estado de las superficies de contacto

Salvo oxidación pronunciada (marcado ennegrecimiento o presencia de carbonato de cobre «verde grisáceo»), las barras no requieren preparación especial. La limpieza con agua acidulada debe prohibirse ya que, además del riesgo, requiere neutralización y aclarado. Puede efectuarse un pulido de la superficie (grano 240/400) respetando la orientación de la manera que las «rayas» de las barras en contacto sean perpendiculares.

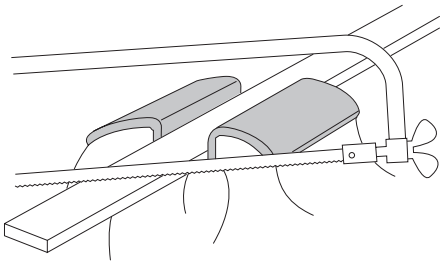


4 La fabricación de las barras de cobre

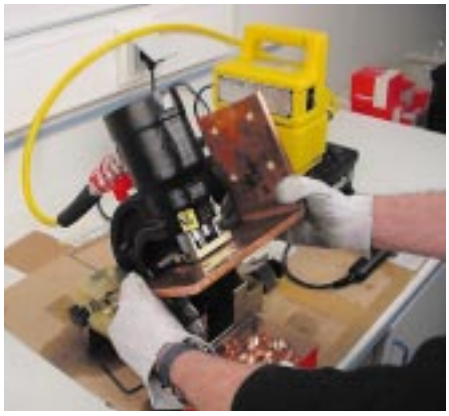
El cobre es un metal suave, "graso" o "pegajoso" en términos de oficio. Se trabaja generalmente en seco, pero la lubricación es necesaria para las operaciones de corte o de perforaciones rápidas (hasta a 50 m/mn).



Es posible efectuar las perforaciones con taladros para acero, pero es preferible utilizar taladros especiales (con surcos alargados que facilitan la liberación de la viruta).



Corte con sierra (dentadura media 8D) en un tornillo mecánico

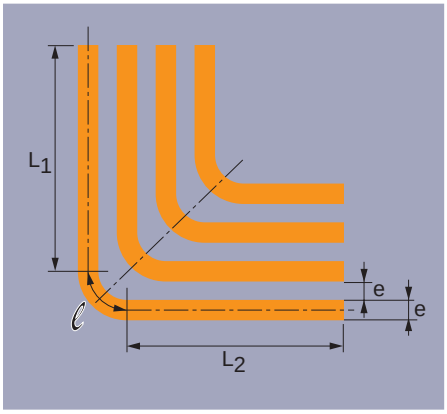


La perforadora hidráulica permite perforaciones de precisión, sin virutas y... sin esfuerzo.

5 El plegado de las barras

Se recomienda mucho trazar un dibujo de las barras a escala 1 especialmente en los plegados y apilamientos de barras. Las barras se espacian en su grosor "e".

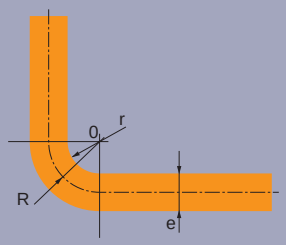
La longitud total desarrollada antes del plegado es igual a la suma de las partes derechas (L1 + L2) que no sufren deformación + la longitud ℓ de los elementos curvos situados en la línea neutra (en teoría en medio del grosor del metal).



Cálculo de longitud

Plegado a 90°

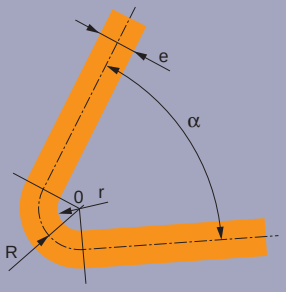
$$\ell = \frac{2\,\Pi\,R}{4} = \frac{\Pi}{4}\,(2R+e)$$



formula practica: ℓ **: R x 1,57**

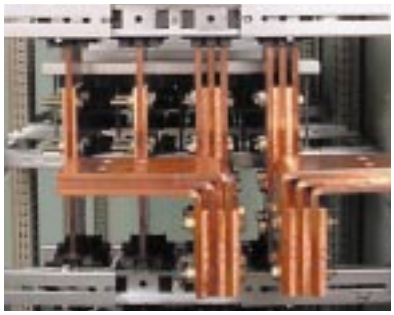
Plegado en ángulo cualquiera α

$$\ell = \frac{\Pi\,(180-\alpha)}{360} = (2R+e)$$



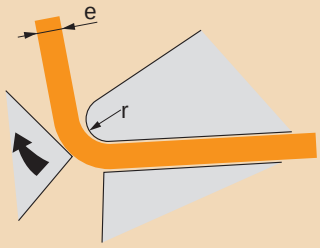
r: radio del plegado (o radio de la herramienta)
R: radio a la línea neutra $R = r + \frac{e}{2}$

ℓ **: longitud a la línea neutra**

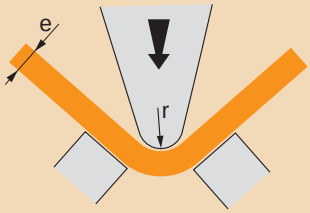


Ejemplo de plegado de tres barras sobrepuestas para armar tomas de potencia.

El cálculo debe hacerse en función de la herramienta utilizada y su verdadero radio de plegado r.



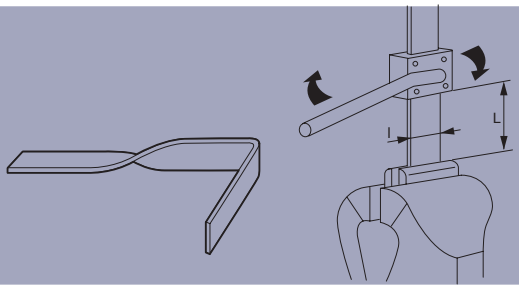
Plegado sobre plegadora:
r = 1 a 2e



Plegado sobre Vé:
r mínimo = e



Plegado de una barra de cobre 10 mm. de grosor sobre herramienta hidráulica portátil .



Realización de una torsión.
La longitud L de la torsión es al menos igual a 2 veces en ancho l de la barra.

Accesorios complementarios

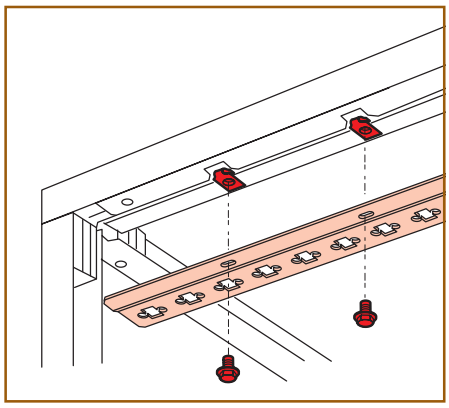
Al facilitar la fijación de los soportes de juegos de barras o la disposición de rieles independientes, estos accesorios son un complemento a menudo bien práctico en la construcción de los juegos de barras.

1 PERFIL TRANSVERSAL DE VOLUMEN REDUCIDO

En ciertas configuraciones del juego de barras principal horizontal o de conexión, puede ser necesario situar un soporte intermedio en una canalización o en el extremo del mismo a fin de garantizar la resis-tencia mecánica frente a cortocircuitos.
El reducido volumen del perfil ref. 098 18 permite dichos montajes.



Montaje en el extremo del juego de barras horizontal.



El perfil ref. 098 18 se fija en la parte superior del armario mediante 2 tornillos M6 y 2 clips tuerca.



Montaje sobre soporte intermedio en una canalización.

2 ESCUADRAS DE FIJACIÓN REF. 374 99

Las escuadras ref. 374 99 permiten fijar los soportes 374 99 en diversas configuraciones (ver capítulo III.B.2), pero también pueden ser utilizados como soportes universales de diversa configuraciones.



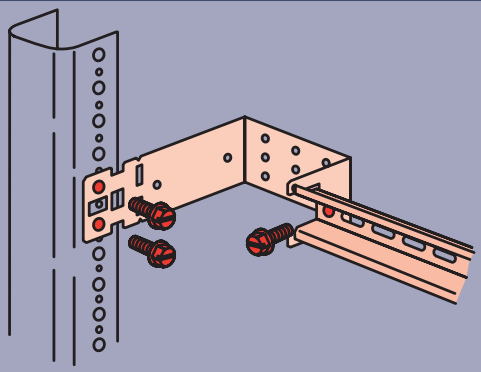


3 DISPOSITIVO DE FIJACIÓN PARA PERFIL MODULAR INDEPENDIENTE

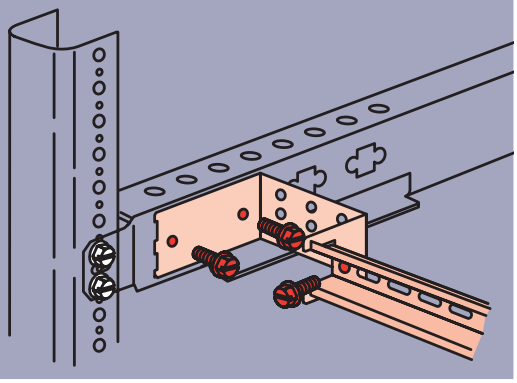
El dispositivo ref. 092 19, constituido por dos escuadras y un perfil TH 35 -15, se fija directamente a la estructura de los armarios XL, o a un perfil transversal multifunción.
La fijación independiente del dispositivo ref. 092 19 permite la instalación de aparatos modulares LEXIC, especialmente aparatos de medida, en la cabecera del armario, o delante de un juego de barras o de llegadas de cables. Sus taladros permiten fijar una canal o una pantalla.
La zona utilizada del armario puede recubrirse con una placa de 150 mm de altura
(ref. 092 20 / 70), de 200 mm
(ref. 092 21 / 71) o de 300 mm
(ref. 092 23 / 73).

Montaje del dispositivo ref. 092 19

Las escuadras del dispositivo ref. 092 19 se fijan directamente a los montantes del armario mediante 2 tornillos M6 y 2 tuercas-clip



La fijación al perfil transversal multifunción se realiza con 2 tornillos M6 y 2 tuercas-clip, previo corte de la escuadra (zona precortada)

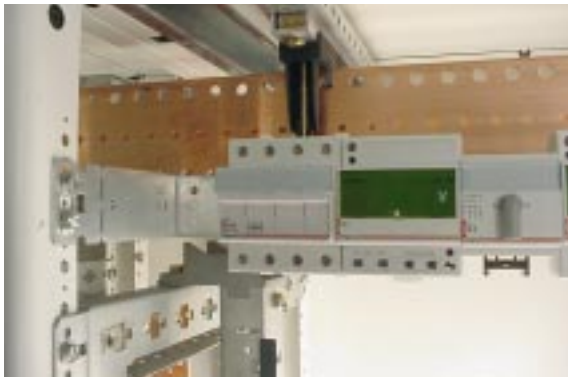




Conexión del aparato de cabecera a tomas traseras para utilizar el dispositivo ref. 092 19 delante de los cables de llegada.

Trasladar las dimensiones de las placas para determinar los puntos de fijación.
En este ejemplo de montaje bajo un juego de barras de transferencia: dos placas modulares de 200 mm de altura





Aparatos de medida sobre dispositivo ref. 092 19 instalado delante de un juego de barras principal horizontal en posición descentrada. (véase el capítulo III.B.1)

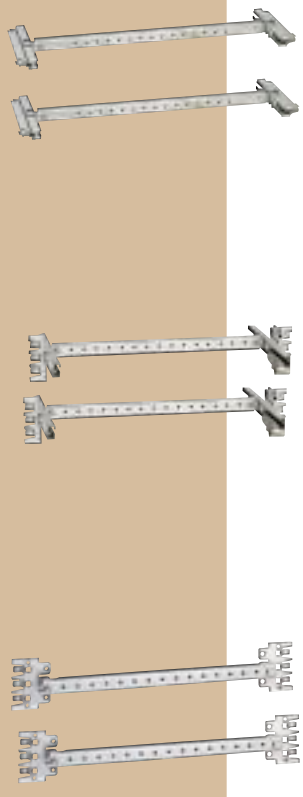
INSTALACIÓN DE LOS APARATOS

Gracias al diseño exclusivo de las envolventes XL, para todos los aparatos instalados en cajas y armarios XL se utilizan los mismos accesorios: pletinas, dispositivos de fijación y placas.

Una sencillez que facilita el montaje,limita los riesgos de error y simplifica los stocks. Las tablas de elección de las páginas 672 a 677 permiten determinar los accesorios necesarios para cada aparato (placa, pletina, dispositivo de fijación), así como las posibilidades de montaje en cada tipo de envolvente.



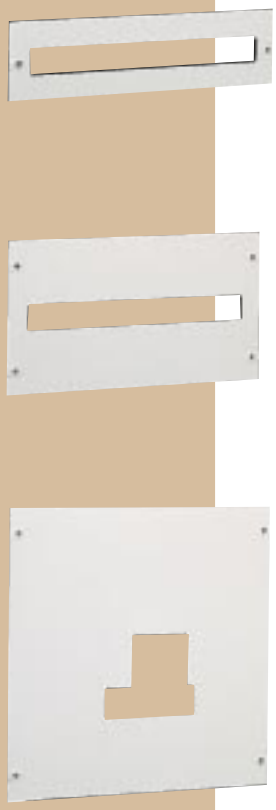
Pletinas de soporte específicos.



Dispositivos de fijación comunes a todas las envolventes para aparatos modulares o de potencia.



Aparatos DX, DPX, Vistop hasta 1.600 A.



Placas aislantes o metálicas de ancho único.

Montaje de los soportes

La simplicidad para la determinación de los volúmenes de instalación y la facilidad de montaje de los soportes en los envolventes XL se basan en tres principios básicos:
- los volúmenes son definidos por la altura de los plastrones, corresponden al tamaño de los dispositivos de fijación
- la altura añadida de los plastrones (aparatos y volúmenes de cableado) define la capacidad necesaria de los envolventes
- los soportes pueden constituir chasis planos (montantes Ref. 095 95) o chasis en volumen (transversales Ref. 095 66/67/68)
- los dispositivos de fijación (Ref. 095 00/02/05/06/07) se adaptan a cada uno de los soportes, montantes o transversales pero reciben las mismas platinas de los aparatos y el mismo principio de marcación.

1 PRINCIPIO DE DEFINICIÓN DE VOLÚMENES

La parte frontal de cada aparato admite una placa adaptada o específica.
La altura de dicha placa define el volumen necesario para la instalación, conexión, respeto de las distancias de aislamiento y condiciones óptimas de disipación térmica.
Existen 2 tipos de placas:
– placas de aparatos de altura estándar, 150, 200, 300, 400, 550 y 700 mm.
– placas lisas de 50, 100, 150, 200, 300, 400, 550 y 650 mm de altura, que permiten acondicionar las zonas necesarias para la circulación de los conductores, la llegada de los cables de conexión, la instalación de los juegos de barras, la instalación de equipos específicos, o simplemente como reserva para la ampliación de la instalación.

La sección II.E.1 define las alturas necesarias para las placas de aparatos y para las placas lisas en numerosas configuraciones de instalación: aparato de protección, juegos de barras, conexión, tipo de carcasa.

1 Reserva de volumen para los conductores de conexión del aparato de la cabecera

Altura H de la placa lisa que debe preverse (valores indicativos, pueden requerirse valores superiores en determinados casos)

Tipo de envolvente	Armarios 400 - 600	Cajas y armarios XL 135-195
Orientación del aparato	Vertical	Vertical
In (A) 800/1600	200	–
400/630	100	150*
250	50	100*
160	50	100
125	0	0

* no se monte en el XL 135

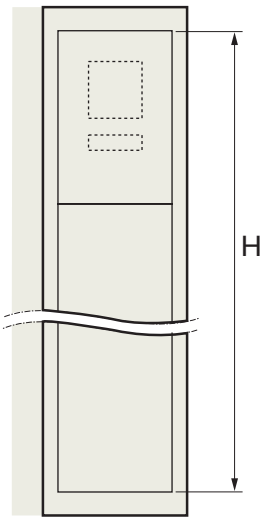


2 Placas de los aparatos DPX en las celdas para cables de cajas y armarios XL 195(*)

Elección de frentes/placas

Altura placas (H)	950		1100		1400		1700	
Frente/placa	Aislante(1)	Métal	Aislante(1)	Métal(3)	Aislante(2)	Métal(3)	Aislante(1)	Métal(3)
DPX 160	096 76	096 36(3) + 096 42	096 77	096 36 + 096 43	096 78	096 36 + 096 45	096 79	096 36 + 096 47
DPX 250	096 76	096 46(1)	096 77	096 34 + 096 42	096 78	096 34 + 094 44	096 79	096 34 + 096 46
DPX 400	096 76	096 46(1)	096 77	096 35 + 096 42	096 78	096 35 + 096 44	096 79	096 35 + 096 45

(1) Frente/placa para cortar «a medida».
(2) Referencia compuesta de un frontal precortado de 750 mm de altura y de un frontal complementario de 600 ó 950 mm de altura.
(3) Frontal a componer con dos referencias complementarias de 650, 800, 950 ó 1.100 mm de altura.
(*) A pedido



2 CAPACIDAD DE LOS ENVOLVENTES

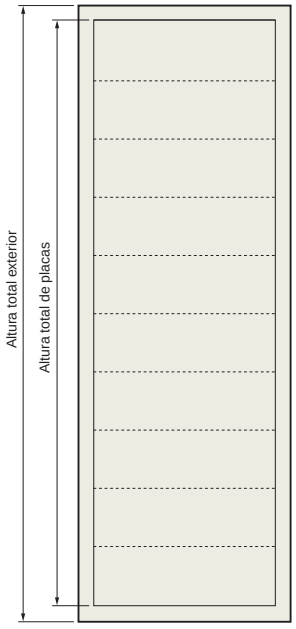
La altura total de placas de cada envolvente determina su capacidad de equipamiento. La suma de las alturas de las placas de aparatos y de las placas lisas debe ser igual a la altura total para placas.

Las celdas de cajas y armarios admiten frentes / placas adaptadas a todas las alturas, de 350 a 1.700.

Las alturas y las sumas de alturas de placas son sistemáticamente múltiplo de 50.

Capacidad de los envolventes

	Altura total exterior (mm)	Altura total de placas (mm)
Armarios XL 400-600	2000	1800
Cajas XL 135-XL 195	450	350
	600	500
	750	650
	900	800
	1050	950
	1200	1100



3 PRINCIPIO DE CORRESPONDENCIA ENTRE PLACAS Y DISPOSITIVOS DE FIJACIÓN

Una vez determinados los aparatos a instalar y comprobada la capacidad total de placas, la instalación de los soportes de aparatos es de lo más sencillo.
Las cotas de los dispositivos de fijación corresponden a las cotas de las placas, lo que permite efectuar una simulación del volumen que ocuparán.
Algunos dispositivos de fijación (perfil TH 35-15, por ejemplo) poseen una regleta-plantilla de cartón o de plástico que simula el tamaño real.

El sistema XL de correspondencia entre placa y dispositivo de fijación permite prescindir de la comprobación por «colocación en vacío» de las placas.

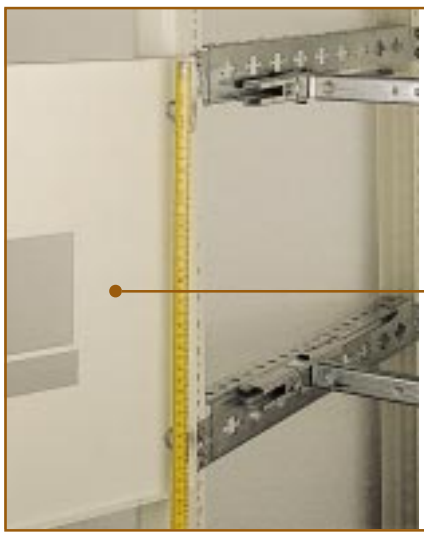


Correspondencia entre el volumen exterior de las escuadras de fijación del dispositivo de fijación ref. 092 05 y los 300 mm de altura de la placa ref. 092 74

Correspondencia entre el volumen del perfil del dispositivo de fijación ref. 092 00 y los 200 mm de altura de la placa ref. 092 71



Correspondencia entre el volumen exterior de las escuadras de fijación del dispositivo de fijación ref. 092 07 y los 300 mm dealtura de la placa ref. 092 73



Correspondencia entre la posición de los perfiles transversales multifunción ref. 095 67 que soportan el dispositivo de fijación ref. 092 08 y los 400 mm de altura de la placa ref. 092 79

4 CHASIS PLANO / CHASIS EN VOLUMEN

• Las cajas y armarios XL 135, XL 195 tienen un chasis plano en el que se insertan directamente los dispositivos de fijación.
• Los armarios XL 400-600 pueden incorporar dos tipos de chasis:
- chasis plano, constituido por dos montantes ref. 095 95 y en el que se ajustan los dispositivos de fijación.
- chasis en volumen, constituido por perfiles transversales multifunción ref. 095 67, destinado principalmente a los aparatos de elevada potencia y a los juegos de barras.

En este tipo de chasis se mantiene el principio de correspondencia entre placa y dispositivo de fijación, pero deben tomarse algunas precauciones relativas a la posición y orientación de los perfiles ref. 095 67 (véase § montaje y principio de posicionamiento).

Chasis planos



Chasis plano constituido por los montantes integrados del chasis de una caja XL 195



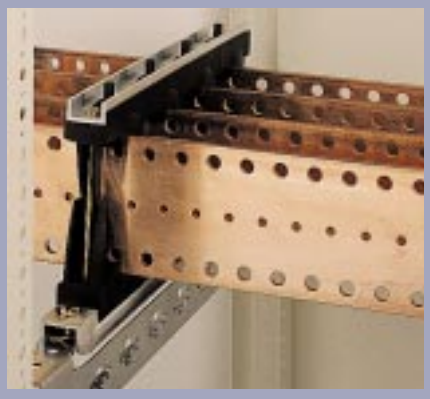
Chasis plano constituido por dos montantes ref. 095 95 en los armarios XL/XL-A.

Chasis plano: principio de fijación y dispositivos idénticos para cajas y armarios.

Chasis en volumen



DPX 1600 seccionable montado sobre perfiles transversales multifunción ref. 095 67



Soporte de juego de barras ref. 374 53 montado sobre perfiles transversales multifunción ref. 095 67

5 MONTAJE Y PRINCIPIO DE POSICIONAMIENTO PARA UN CHASIS PLANO

El montaje de los dispositivos de fijación ref. 092 00 / 02 / 05 / 07 / 08 se realiza simplemente encajando las escuadras de fijación en los montantes. El sistema es idéntico para cajas y armarios.
Según convenga, pueden utilizarse varios medios para llevar a cabo el posicionamiento de los dispositivos de fijación.

1 Medición

Utilizar una cinta métrica situando el gancho de la misma en la ranura del extremo del montante. Esto marca el punto 0, borde exterior de la primera placa. Sólo resta entonces marcar con lápiz en el montante las cotas de altura de las diferentes placas.
Los dispositivos de fijación se insta-larán entre dichas marcas.

Si es necesario cortar los montantes ref. 09595 para dejar paso a un juego de barras, sigue siendo válida la regla de posicionamiento de la ranura del montante, pero su posición se desplaza en función de la altura de la placa lisa situada delante del juego de barras.

Montaje de los dispositivos de fijación en los montantes ref. 095 95



Montaje de un dispositivo ref. 092 00



Montaje de un dispositivo ref. 092 07 (primera versión)



Montaje de un dispositivo ref. 092 07 (segunda versión)

Ejemplos de medición para definir la cota de reserva de una placa lisa por encima del primer aparato



En caja o armario XL 135-195

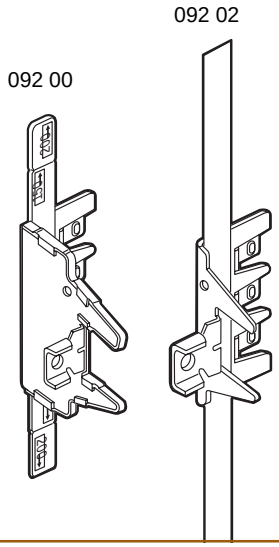


En armario XL-400-600



En armario XL/XLA

2 Utilización de las regletas



Utilización de las regletas: Estas regletas están integradas en los soportes ref. 092 00 (regulables en altura a 150 y 200 mm) y en los soportes ref. 092 02 (regulables en altura a 200 y 300 mm).

Montaje de dispositivos ref. 092 00 con marcaje del tamaño real mediante la regleta integrada

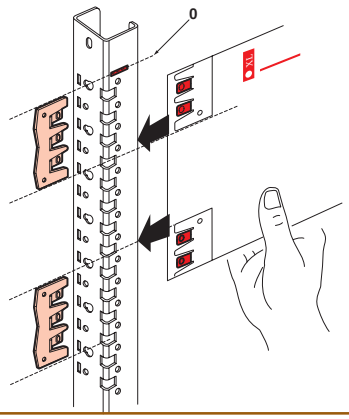


En caja



En armario

3 Utilización de las regletas



Utilización de las plantillas: Las instrucciones que acompañan a cada pletina de aparato sirven de plantilla. La posición de las escuadras está marcada en el borde de la hoja.

6 MONTAJE Y PRINCIPIO DE POSICIONAMIENTO PARA UN CHASIS EN VOLUMEN

Los chasis constituidos por perfiles ref. 095 67 admiten el dispositivo de fijación ref. 092 06, que permite una regulación continua de la profundidad de los aparatos, o bien reciben directamente las pletinas de soporte de los aparatos de elevada potencia.

La posición debe definirse en vertical a fin de permitir no solo determinar el tamaño y la posición de la placa del aparato en cuestión, sino también los de las placas lisas anterior y posterior. La medición se realiza con respecto a la estructura del armario, por lo que se han de añadir 50 mm para tener en cuenta el espacio ocupado por el marco para placas. Por ejemplo, para colocar una placa lisa de 200 mm de altura habrá que colocar el borde superior del 1 er. perfil a 250 mm (200 + 50).



Montaje a presión de la corredera del dispositivo ref. 092 06.

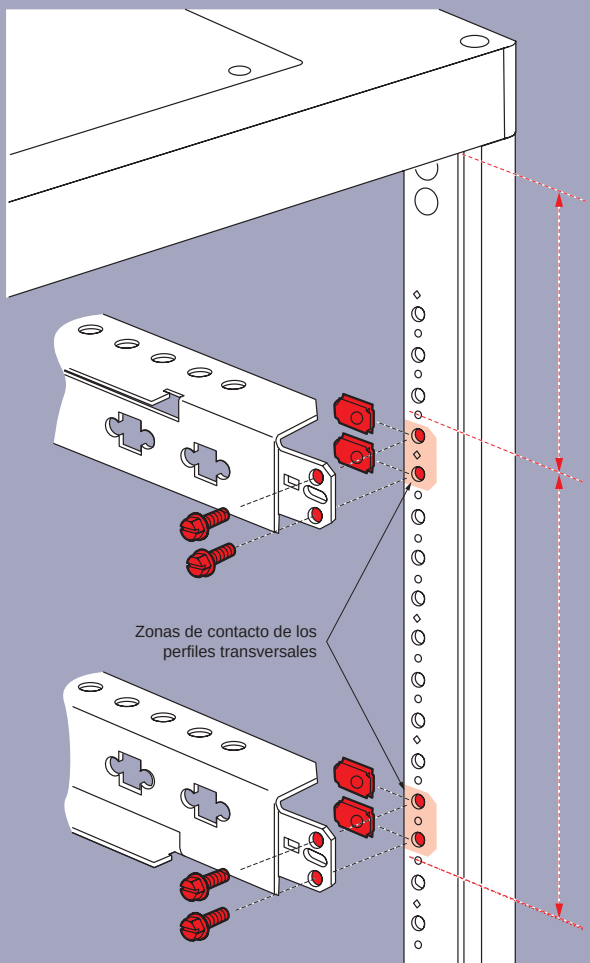


Dispositivo ref. 092 06 completo montado sobre perfiles ref. 092 67 y provisto de una pletina para soporte de aparato.

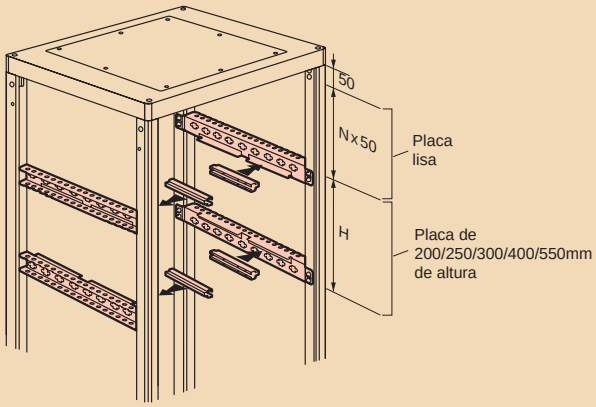


Pletina ref. 096 25 para interruptor 1250/1600 y DPX 1600 montado directamente sobre perfiles ref. 095 67.

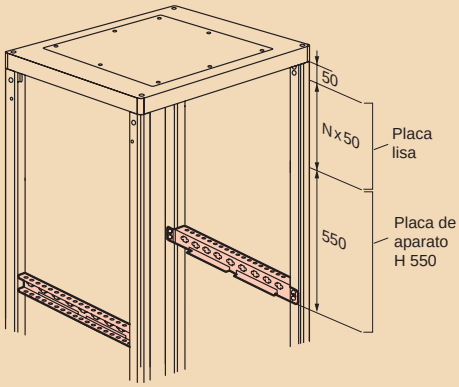
Atención: La medición de la posición del perfil se realiza sobre el eje de los taladros pequeños de los montantes. La posición del ala lateral del perfil es variable, depende de los casos de montaje (véase la página siguiente).



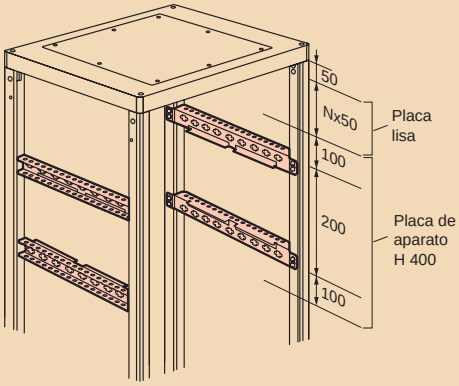
Posicionado de los perfiles ref. 095 67/68



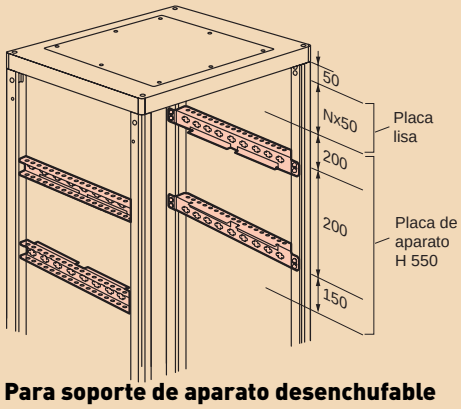
Para dispositivo de fijación ref. 092 06



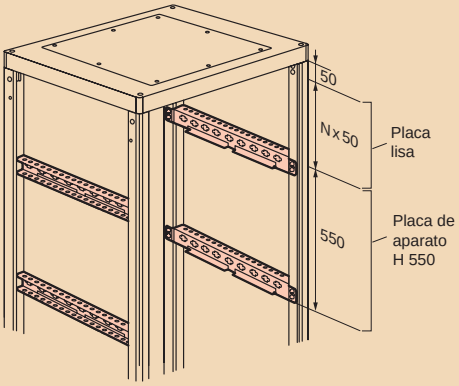
Para XXX soporte de DMX ref. 097 20/21/22/23



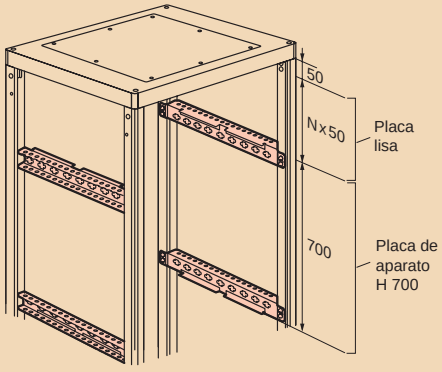
Para pletina ref. 096 15 con interruptor seccionador 1250-1600



Para soporte de aparato desenchufable ref. 094 90

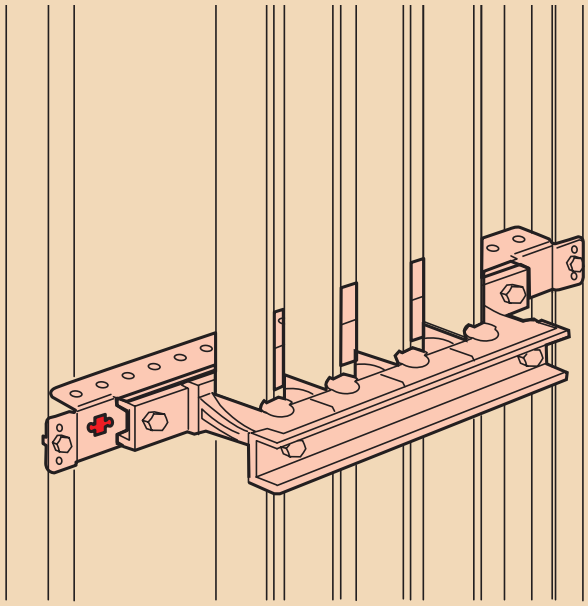


Para pletina ref. 096 15 con DPX 1.600

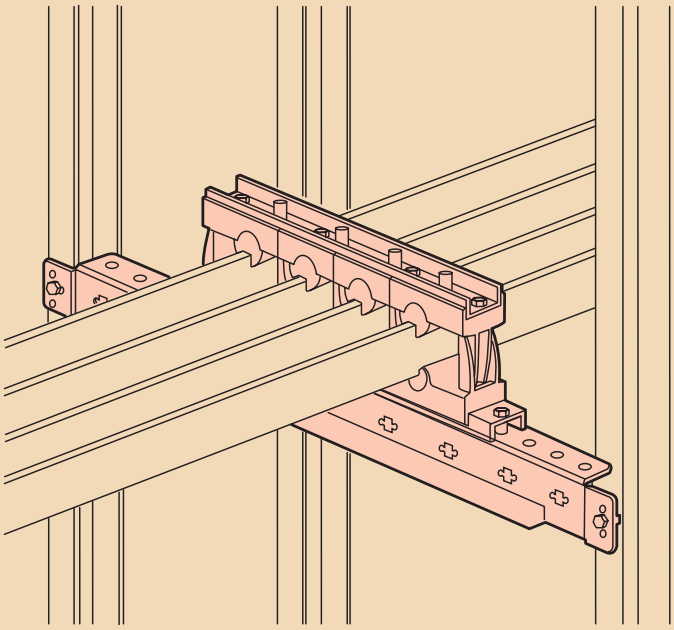


Para soporte de inversor de redes ref. 096 12

Fijación de los perfiles transversales multifunción 095 67/68 con los soportes de juegos de barras



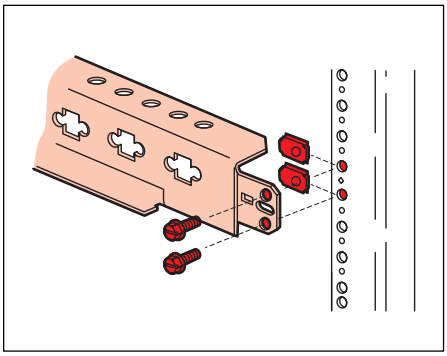
Montaje del perfil ref. 095 67 con el soporte de barras ref. 374 53 en la parte delantera del perfil . Este montaje es idéntico para los soportes de barras ref. 374 56 y 374 14.



Montaje del perfil 095 67 con el soporte de barras ref. 374 53 en el lateral del perfil (a la hacia abajo).

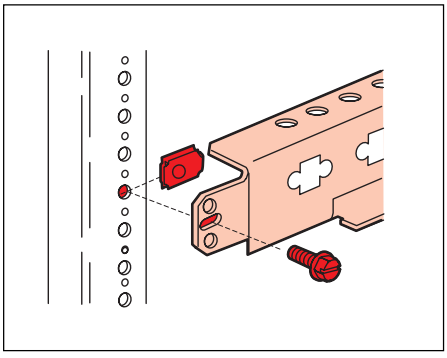
! Fijación de los perfiles transversales multifunción ref. 095 67/68

- En todos los casos destinados a recibir dispositivos de fijación de aparatos, el montaje en la estructura de los armarios XL y XL-A se efectúa con dos tornillos en las dos perforaciones redondos del perfil.



Esta norma es igualmente válida en caso de composición de chasis parciales o de corte de los montantes ref. 095 95 (salvo para la primera versión de separador en caso de corte de las montantes para el paso del juego de barras, ver página siguiente).

- En todos los montajes del perfil transversal destinados a recibir soportes de juegos de barras, el montaje en la estructura XL se realiza obligatoriamente mediante un tornillo en la perforación oblongo a fin de poder efectuar la regulación en profundidad que permite cruzar las barras.



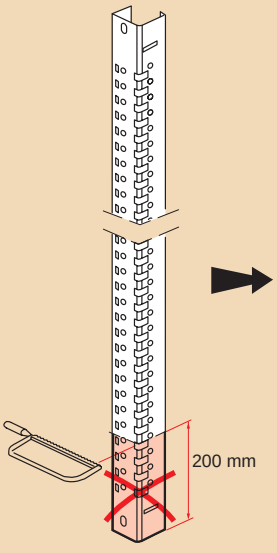
7 CHASIS PARCIALES Y MIXTOS

Un mismo armario puede admitir:
- chasis planos con montantes ref. 095 95 cortados para el paso de juego de barras, por ejemplo.
- los chasis parciales con montantes ref. 095 95.
- chasis que combinan el chasis plano con montantes ref. 095 95 y el chasis en volumen con perfiles transversales 095 67.

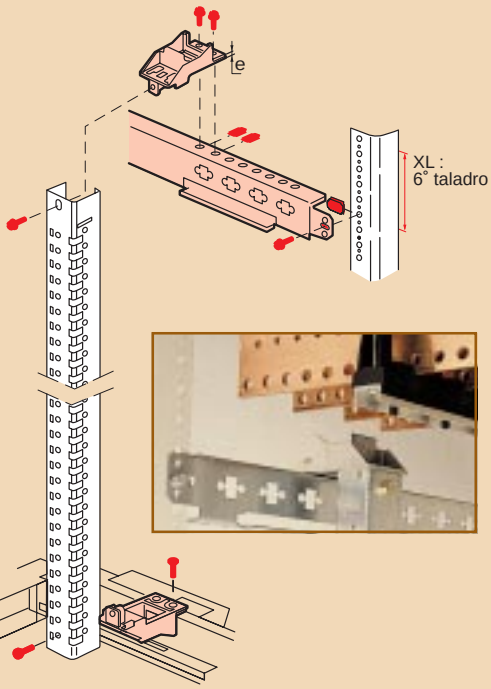
La configuración con corte de 200 mm de los montantes ref. 095 95 permite el montaje de barras con una altura máxima de 125 mm, quedando cerrada la zona de paso con una placa de 200 mm de altura (ref. 092 45/95).
Para cualquier otra altura de zona de paso de barras, es imperativo cortar los montantes ref. 095 95 en una longitud múltiplo de 50 mm (por ejemplo: 250, 300, 400 mm), lo que permite montar fácilmente los diferentes dispositivos y cerrar la zona de paso con placas de altura estándar.

Chasis cortado para paso de juegos de barra

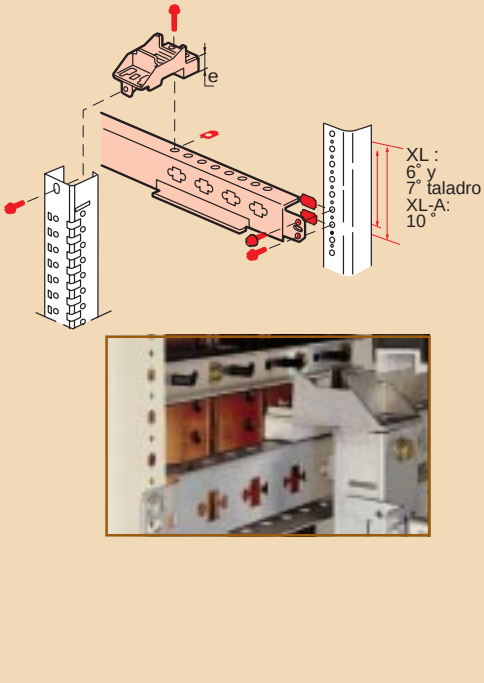
Corte de la parte inferior del montante



Montaje con separador e = 10 mm. (1 versión)

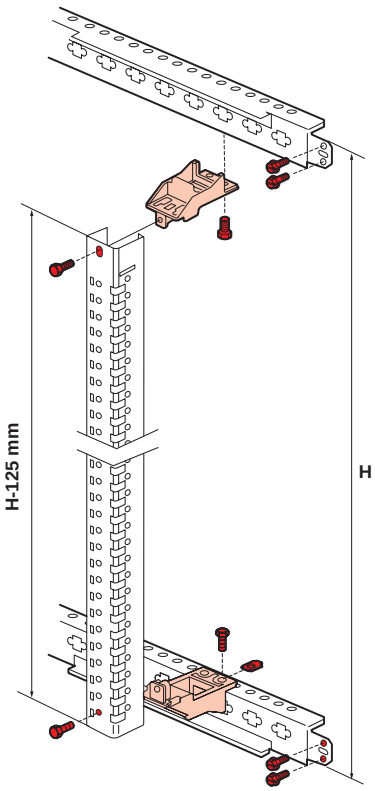


Montaje con separador e = 22,5 mm. (2ª versión)

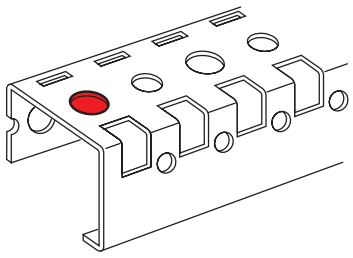


1 Chasis parcial con montantes ref. 095 95 cortados

Las placas totales necesarias (placas de aparatos y placas lisas) deberán tener una altura total: H.



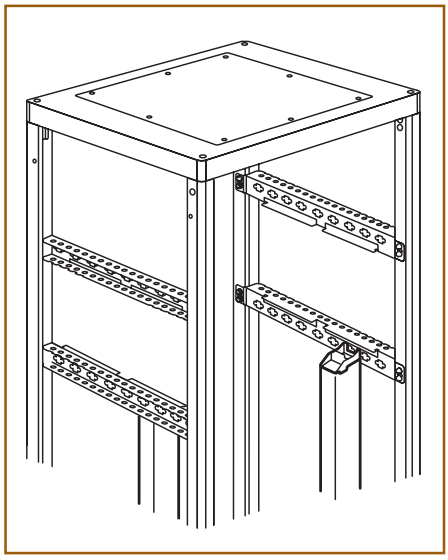
El corte del montante debe efectuarse a H-125 mm



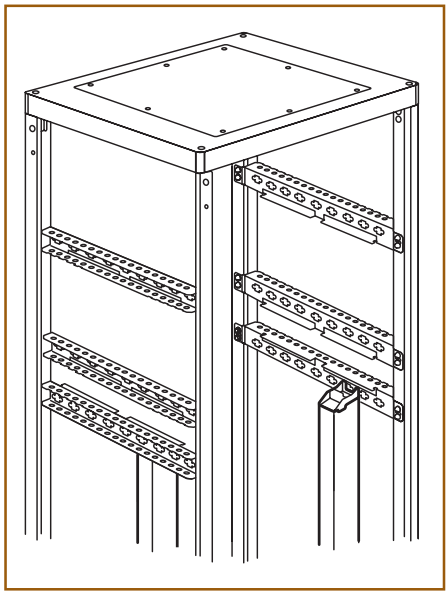
El último abujero debe tener un diámetro de 8

2 Combinados de chasis planos y chasis en volumen

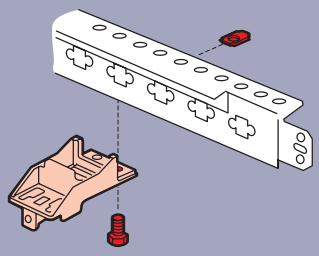
- Es posible construir directamente un chasis plano parcial con un dispositivo ref. 092 06.



- En los demás casos, colocar otro juego de perfiles transversales ref. 095 67 para constituir un chasis complementario.



El separador de aleación debe montarse en el lado sin ala del perfil.



8 OTROS DISPOSITIVOS DE FIJACIÓN

El dispositivo ref. 092 19 permite instalar localmente un perfil modular sin necesidad de crear un chasis plano con los montantes ref. 095 95, o un chasis en volumen con perfiles transversales multifunción. El montaje es posible en todas las perforaciones de los montantes, conjuntamente con otros accesorios.

Montaje de dispositivos ref. 092 19



Las normas de posicionamiento en cuanto a las placas siguen siendo válidas



Montaje con cierre de puerta



Montaje con soporte de marco para placas



Montaje sobre perfil transversal multifunción una vez cortada la escuadra

Gracias al dispositivo de fijación universal ref. 092 99, el diseño XL admite otras placas para responder a otras las configuraciones.



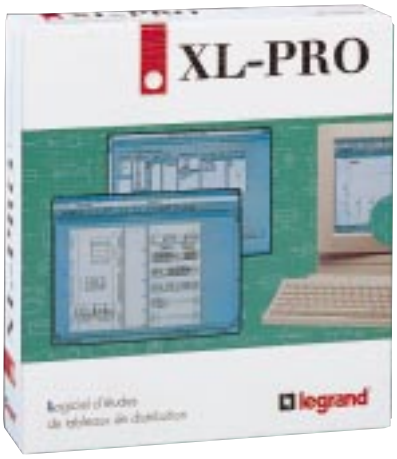
Placa perforada ref. 092 98 de 300 mm de altura (existe en 200 mm de altura, ref. 092 97) sobre dispositivo de fijación universal ref. 092 99 regulable en profundidad



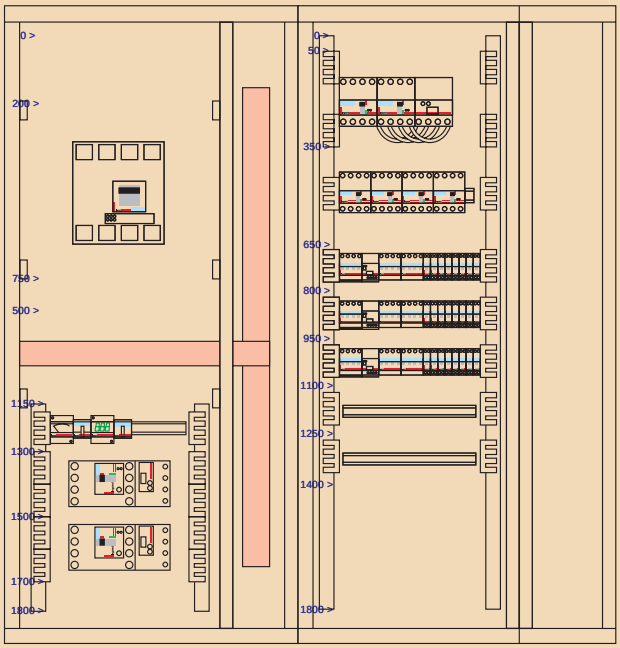
Pletina multifunción ref. 094 99 sobre dispositivo de fijación universal ref. 092 99

9 XL-PRO: SOFTWARE DE ESTUDIO DE TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

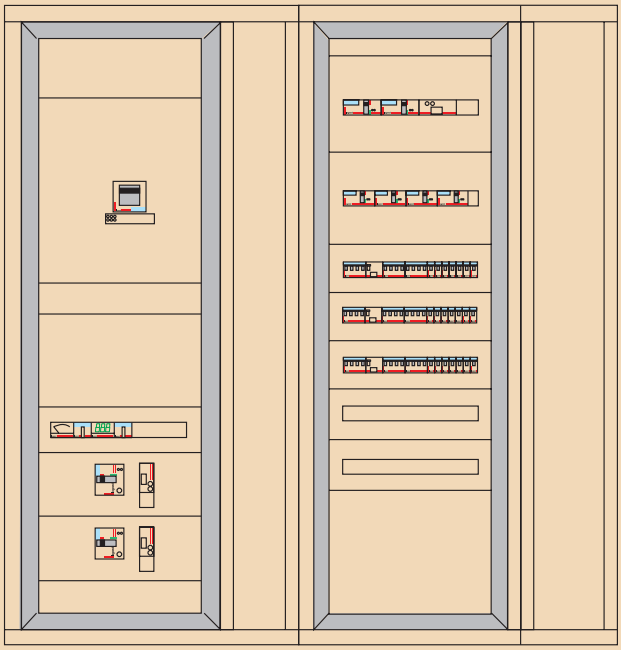
El XL-PRO permite realizar el estudio de tableros de distribución, con relación de materiales valorada en lista Legrand y esquema de instalación detallado (incluida la edición de etiquetas para los Portaetiquetas de los aparatos).
Consulte a su agente Legrand.



Ejemplo de implantación XL-PRO



Descripción en modo implantación.
Con indicación de la posición y altura de los dispositivos de fijación.



Descripción en modo placas.
Posición y tamaño de las placas.

Montaje de los aparatos

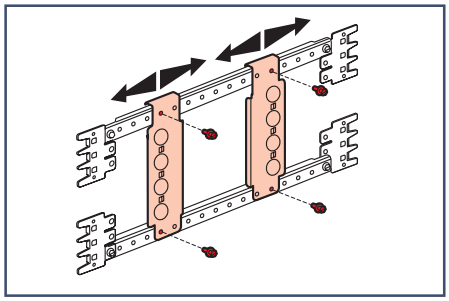
Todos los aparatos de potencia se fijan previamente a una pletina de soporte específica, cuyas dimensiones y fijaciones están optimizadas para cada uno de ellos

1 EL MONTAJE DE LOS DPX

El montaje de los aparatos de potencia se realiza sobre el banco, fácilmente, sin necesidad de sostener el aparato «entre las manos».



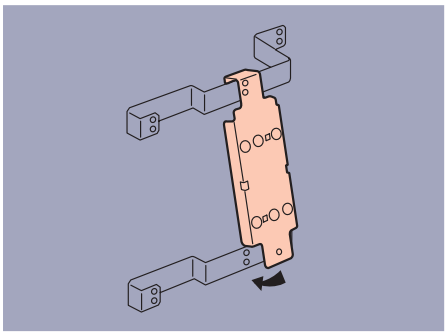
- Enganchar la pletina provista del aparato en el perfil superior del dispositivo de fijación.
- Si es necesario, deslizar lateralmente la pletina para situarla correctamente.



- Fijarla con tornillos.

La posición exacta de los aparatos según su versión viene indicada en las instrucciones que acompañan a cada pletina de soporte.

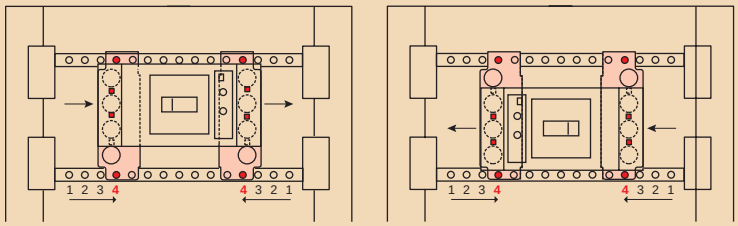
El dispositivo especial de enganche de las pletinas permite montar fácilmente todos los aparatos con el mínimo esfuerzo. El riesgo de caída y rotura se ve considerablemente reducido.



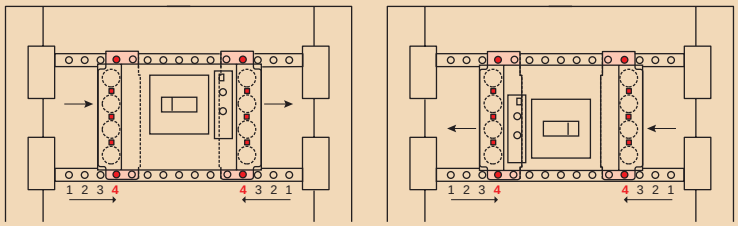
Dispositivo de montaje de los DPX en la celda de cableado XL 195 (a pedido)

Extracto de la NT de montaje de la pletina de soporte ref. 092 12 para DPX 630 y DPX 630 con diferencial

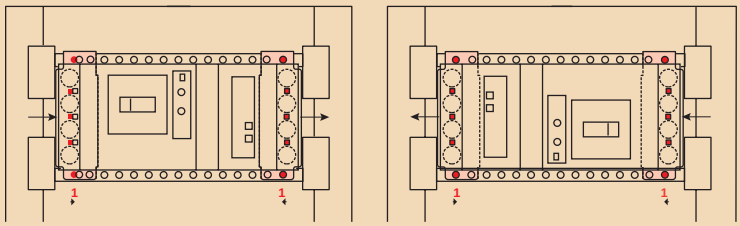
DPX 630 - Tri



DPX 630 - Tétra



DPX 630 + dif.



2 DPX ENCHUFABLES Y SECCIONABLES

El original diseño de estas versiones DPX facilita el trabajo del instalador durante el montaje, simplifica y da seguridad a las maniobras de explotación, incrementa la seguridad en las intervenciones de mantenimiento y permite una fácil ampliación de la instalación.

1 Montaje de la base

Una vez equipados con conectores machos (que se atornillan a los bornes de conexión), los aparatos enchufables o seccionables se montan fácilmente sobre una base soporte aislante, provista a su vez de alvéolos de contacto frente a los conectores del aparato.
En el caso de la versión enchufable, la inserción en la base se realiza manualmente, tras lo cual se colocan dos tornillos para la fijación definitiva.
Existen también bases disponibles para DPX 250 y DPX 630.

2 Conexión de la base

Además de su papel como soporte mecánico, las bases garantizan la conexión eléctrica entre las conexiones exteriores y los aparatos. Así pues, en caso de sustitución de un aparato no es necesario desmontar los cables conectados.
Esta característica puede utilizarse también para prever una futura ampliación de la instalación cableando bases de reserva.
El circuito a alimentar sólo podrá conectarse posteriormente y la base se equipará entonces con el aparato DPX adecuado.
Las bases soporte existen en dos disposiciones geométricas de conexión:
- en versión de conexión anterior (en la zona de conexiones) para los armarios de poca profundidad.
- en versión de conexión posterior (a varillas roscadas o pletinas en los DPX 250 y 630, o a zonas de conexión en los DPX 1600) para mayores volúmenes de cableado.

Las bases soporte admiten también hasta 3 conectores de 6 u 8 contactos que garantizan la continuidad de los circuitos auxiliares (contactos, bobinas de emisión...), controlados por el DPX montado y conectado a la base.
Estas bases pueden instalarse indistintamente en posición vertical u horizontal, a fin de optimizar los volúmenes necesarios o adaptar las conexiones a la configuración del tablero.
La maniobra de desconexión no depende de la posición del aparato.





Base conexión posterior para DPX 250

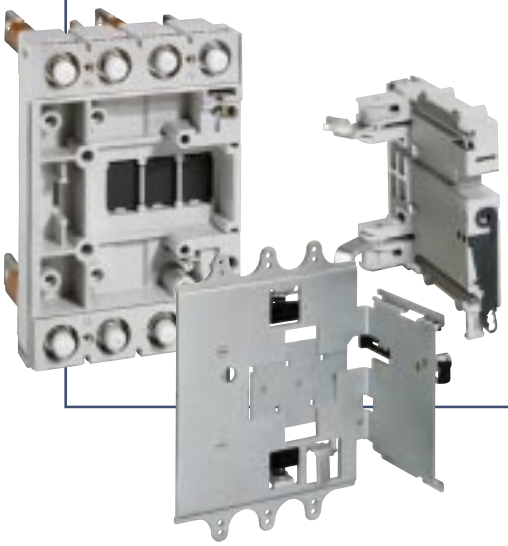


Base conexión anterior para DPX 250

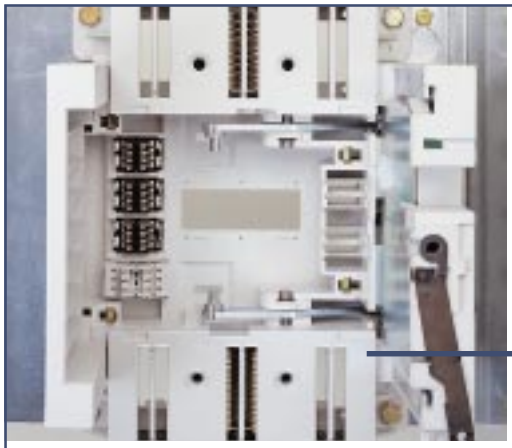
3 Mecanismo "extraíble"

Muy fácil de instalar (con solo dos tornillos), el mecanismo «extraíble» se fija a las bases soporte común del aparato. En este caso, la maniobra de conexión / desconexión se realiza mecá-nicamente mediante un mando con maneta.
El mecanismo determina tres posiciones, indicadas por pilotos de diferentes colores:
- circuitos principales y circuitos auxiliares conectados, piloto rojo
- circuitos principales abiertos y circuitos auxiliares conectados, piloto amarillo
- circuitos principales y circuitos auxiliares seccionados, piloto verde.

La extracción total del aparato para su desmontaje está bloqueada por un sistema mecánico de seguridad de liberación manual.
La maniobra del mecanismo «extraíble» puede efectuarse sin desmontar la placa. Una ventana frontal permite deslizar el aparato hacia la placa, y de ese modo visualizar el estado de los circuitos y los ajustes de los aparatos (DPX 250 y 1600).
La función de test de activación del dispositivo se realiza con un pulsador rojo de prueba situado en la ventana frontal. Una ventana específica del bloque diferencial permite acceder al test y a los ajustes de éste.



Base y mecanismo «extraíble» para DPX 630



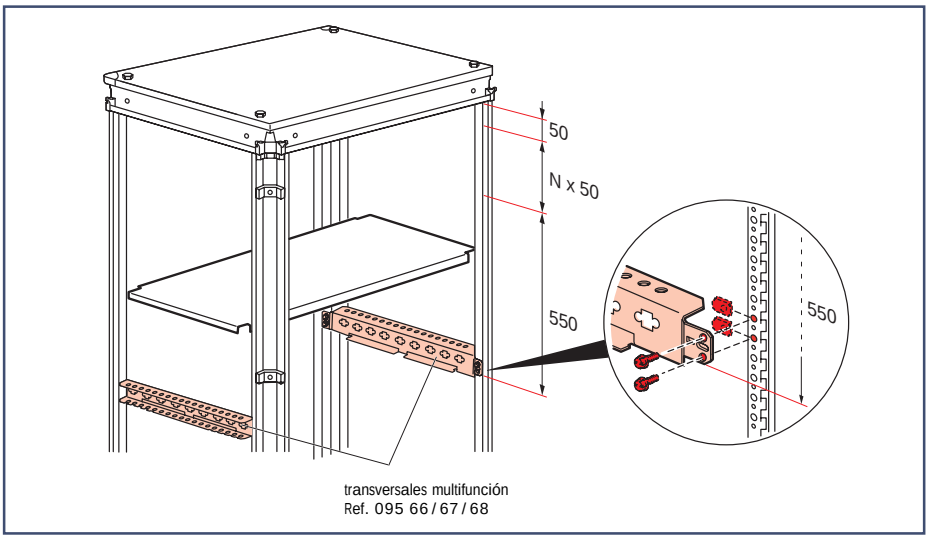
Base para DPX 1600 con mecanismo «extraíble» integrado

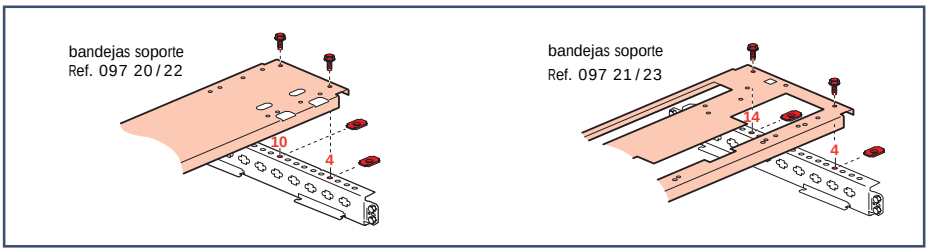


Piloto indicador de las diferentes posiciones del mecanismo

3 MONTAJE DE LOS APARATOS DPX

Los aparatos DMX, interruptores y disyuntores, se montan sobre dispositivos de fijación que constan de una bandeja de soporte cuyos distintos modelos se adaptan a la versión de aparato fijo o extraíble, con o sin cierre.
Las bandejas soporte DMX deben fijarse en dos transversales multifunción Ref. 095 66/67/68 según la profundidad del armario 400, 600 ó 800 mm.
El posicionamiento de todas las bandejas es constante con relación a la cara anterior del armario (primera fijación sobre el 4° agujero de la transversal).





Cuadro de selección de las bandejas soportes de DMX

Versión		fija			extraíble		
Cierre		sin	2 aparatos	3 aparatos (1)	sin	2 aparatos	3 aparatos (1)
DMX 2500	3P	097 20	097 20	097 20	097 21	097 21	097 21
	4P	097 20	097 20	097 20	097 21	097 21	097 21
DMX-L 2500	3P	097 20	097 20 ó 097 22	097 20 ó 097 22	097 21	097 21 ó 097 23	a pedido
	4P	097 20	097 22	097 22	097 21	097 23	a pedido
DMX-I 2500	3P	097 20	097 20	097 20	097 21	097 21	097 21
	4P	097 20	097 20	097 20	097 21	097 21	097 21
DMX 4000	3P	097 20	097 20 ó 097 22	097 20 ó 097 23	097 21	097 21 ó 097 23	a pedido
	4P	097 20	097 22	097 22	097 21	097 23	a pedido
DMX-L 4000	3P	097 20	097 20 ó 097 22	097 20 ó 097 22	097 21	097 21 ó 097 23	a pedido
	4P	097 20	097 22	097 22	097 21	097 23	a pedido
DMX-I 4000	3P	097 20	097 20 ó 097 22	097 20 ó 097 22	097 21	097 21 ó 097 23	a pedido
	4P	097 20	097 22	097 22	097 21	097 23	a pedido

(1) Favor consultarnos

Las bandejas Ref. 097 20 y 097 21 se colocan sobre dos transversales montados en el volumen del armario (ancho 700). Las bandejas Ref. 097 22 y 097 23 se presentan en las mismas condiciones pero el transversal soporte derecho debe montarse sobre la estructura de un armario de extensión o de un envolvente colocado a la derecha.



Instalación de una bandeja Ref. 097 23 en armario XL-A 800.
El transversal derecho se fija en la estructura de la extensión a la derecha.



Montaje de la caja para DMX 4000 extraíble. La pata final, fijada en la bandeja, limita los riesgos de caída del aparato.

El montaje de las bandejas soporte Ref. 097 21/23 en armario XL/XL-A 400 requiere un recorte (marcado) en la parte posterior para el paso de los montantes del armario.
Un transversal especial (suministrado con la bandeja) debe ser fijado dentro del armario, atrás, asociado para reforzar la bandeja.



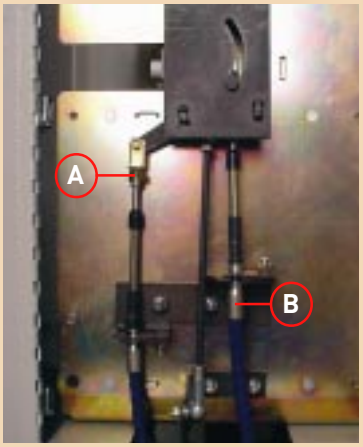
Recorte de la bandeja en XL-A 400



Se recomienda especialmente, el uso de un elevador (polea, carro, cabra...) para el montaje de los aparatos.

Montaje de un sistema de cierre mecánico con cables

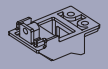
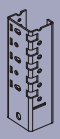
En todo sistema de inversión de fuentes, un bloqueo mecánico debe asegurar el bloqueo eléctrico.
Regulación de los cables [1]:
- regular el cable A (adelante del aparato) al nivel del aparato n° 1 en posición OFF, estando el aparato n° 2 en posición ON,
- extraer el cable y regular su tensión de manera que la barra bajo el aparato esté en tracción (véase fotografía). En este momento, el desenclavamiento del aparato n° 1 (del cual el resorte se encarga) debe ser imposible,
- repetir la operación para el 2° aparato invirtiendo a sus estados respectivos (aparato n° 2 en OFF luego, aparato n° 1 en ON),
- regular el cable B para que acompañe los movimientos sin tensión y sin juego excesivo,
- apretar las tuercas y contratuercas aplicando un producto de frenado (tipo - freint - filet).

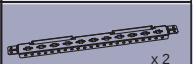


(1) Esta operación debe hacerse fuera de tensión y por comando manual de los aparatos

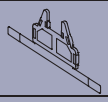
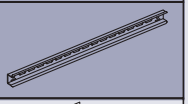
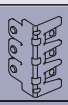
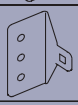
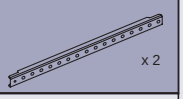
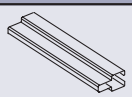
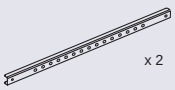
4 COMPOSICIÓN DE LOS DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS DE FIJACIÓN

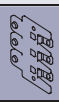
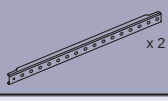
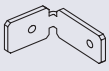
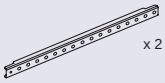
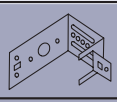
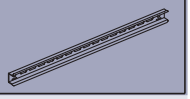
Montantes y transversales para armarios XL

Ref.	Designación	Dibujo
095 95	Soporte	 x 4
	Montante	 x 2

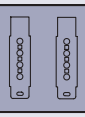
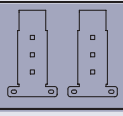
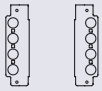
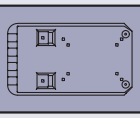
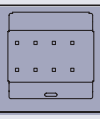
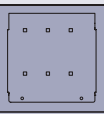
Ref.	Designación	Dibujo
095 66	Transversal multifunción	 x 2
095 67	Transversal multifunción	 x 2
095 68	Transversal multifunción	 x 2

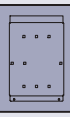
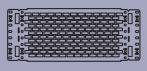
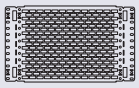
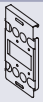
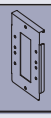
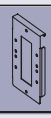
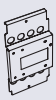
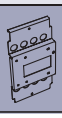
Dispowsitivos de fijación XL

Ref.	Designación	Dibujo
092 00	Soporte pre - regulada para módulos	 x 2
	Máscara para regleta 150/200	 x 2
	Riel 24 módulos	
092 02	Soporte pre-réegulado para DPX 63/100/125 difer. lat. y DPX 160 difer. lat. en riel .	 x 2
	Riel 24 módulos	
	Realce de riel para módulos	
092 05	Soporte para Vistop 400-800 A	 x 4
	Soporte a escuadra	 x 4
	Transversal perforada Largo: 420	 x 2
092 06	Riel deslizante para todos los aparatos de potencia	 x 4
	Soporte deslizante para todos los aparatos de potencia	 x 4
	Transversal perforada Largo: 530	 x 2

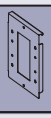
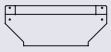
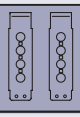
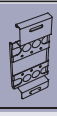
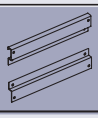
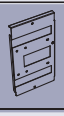
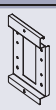
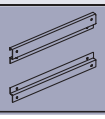
Ref.	Designación	Dibujo
092 07	Pata para aparatos de potencia 63 - 630A fijos	 x 4
	Montante	 x 4
	Transversal perforada Largo: 420	 x 2
092 08	Soporte para aparatos de potencia 63-630 A extraíbles/desenchufables/ inversores	 x 4
	Riel deslizante	 x 4
	Soporte escuadra	 x 4
	Transversal perforada Largo: 420	 x 2
092 19	Soporte escuadra para riel sobre estructura de armario Pata	 x 2
	Riel	

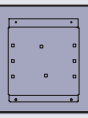
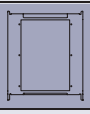
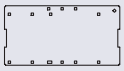
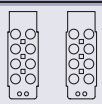
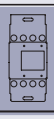
Platinas Xl para los aparatos

Ref.	Designación	Dibujo
092 09	DPX 63/100/125 con o sin diferencial horizontal	
092 10	DPX 160 con o son diferencial horizonral	
092 11	DPX 250 con o sin diferencial horizonral	
092 12	DPX 630 con o sin diferencial horizonral	
092 18	EDF	
092 50	Vistop 160 vertical	
092 51	Vistop 250 vertical	
092 52	Vistop 400/630/800 ADT/ADI vertical	
092 53	DPX 63/100/125 diferencial lateral vertical	
092 54	DPX 160 diferencial lateral vertical	
092 55	DPX 63/100/125 + diferencial aval vertical	
092 56	DPX 160 + diferencial aguas abajo vertical	
092 57	DPX 250 + diferencial aguas abajo vertical	
092 58	DPX 630 + diferencial aguas abajo vertical	
092 59	Vistop 400 CDT GV vertical	

Ref.	Designación	Dibujo
092 60	DPX 250 vertical	
092 61	DPX 630 vertical	
092 62	DPX 1600 sin tomas traseras verticales	
092 63	DPX 1600 con tomas traseras verticales	
092 97	Platina perforada H=200 mm.	
092 98	Platina perforada H=300 mm	
094 29	DPX 125 para juxtaposición DPX 250 ER	
094 30	DPX 63/100/125 extraíble vertical tomas delanteras	
094 31	DPX 63/100/125 extraíble horizontal, tomas delanteras	
094 32	DPX 160 extraíble vertical tomas delanteras y traseras	
094 33	DPX 160 extraíble horizontal tomas delanteras y traseras	
094 34	DPX 250 extraíble vertical tomas delanteras	
094 35	DPX 250 extraíble horizontal tomas delanteras	
094 36	DPX 630 extraíble vertical tomas delanteras	
	DPX 630 desenchufable vertical tomas delanteras	

Platinas Xl para los aparatos

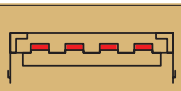
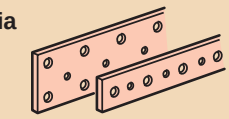
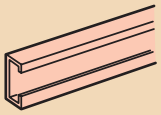
Ref.	Designación	Dibujo
094 37	DPX 630 extraíble horizontal tomas delanteras	
	DPX 1600 desenchufable vertical Placa lateral	 x 2
094 90	Pata de fijación 4P	 x 2
	Pata de fijación 3P	
094 93	DPX 250 con o sin diferencial con P.A. horizontal	
094 99	Platina multi uso	
096 00	DPX 63/100/125 Extraible vertical tomas traseras	
096 01	DPX 63/100/125 extraible horizontal con tomas traseras	
096 02	DPX 250 extraible vertical con tomas traseras	
096 03	DPX 250 extractible horizontal prises arrières	
096 04	DPX 250 inversor de fuente automático vertical	
096 06	DPX 630 desenchufable vertical con tomas traseras	
	DPX 630 desenchufable vertical tomas traseras	
096 07	DPX 630 extraible horizontal con tomas traseras	
096 08	DPX 630 inversor de fuentes manual automática vertical	

Ref.	Designación	Dibujo
096 10	DPX 1600 sin tomas traseras horizontal	
096 11	DPX 1600 con tomas traseras horizontal	
096 12	DPX 1600 inversor de fuente manual automático horizontal	
096 15	Vistop 1250/1600 vertical	
096 16	DPX IS 250 vertical	
097 27	DPX 1600 inversor de fuente desenchufable Travesaño arriba	
	Travesaño abajo	
097 50	DPX 250 ER con o sin diferencial vertical	
097 51	DPX 250 ER avec différentiel aval vertical	
097 52	DPX 250 ER con diferencial aguas abajo vertical vertical	
097 57	DPX 250 ER con o sin diferencial horizontal	
097 58	DPX 250 ER extraíble vertical tomas delanteras	
097 59	DPX 250 ER extraíble vertical tomas traseras	
097 60	DPX 250 ER extraíble horizontal tomas traseras	

MONTAJE DE LOS DISPOSITIVOS DE DISTRIBUCIÓN XL - PART(1)

Las operaciones de montaje propiamente dichas de los dispositivos de distribución XL-Part, pueden llevarse a cabo una vez realizada la selección y las comprobaciones habituales.

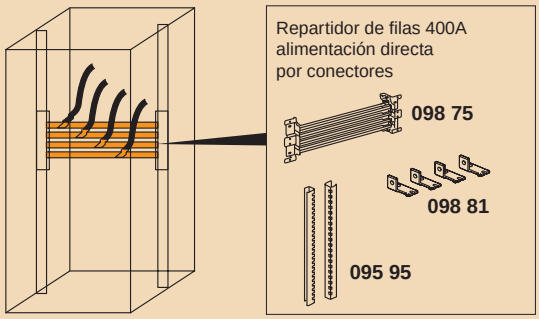
- Determinar la configuración de distribución XL-Part en función de la potencia y del principio de reparto decididos (véase el capítulo II.D.3).
- Determinar la envolvente necesaria, volumen y placas, en función del número y del tipo de aparatos (véase capítulo II.D.3).
- Comprobar que las características eléctricas requeridas (valores de cortocircuito, aislamiento) son compatibles con las prestaciones de XL-Part (véase el capítulo II.D.3).
- Comprobar que los volúmenes de las carcasas consideradas son adecuados en términos de potencia disi-pable (véase el capítulo II.E.3).

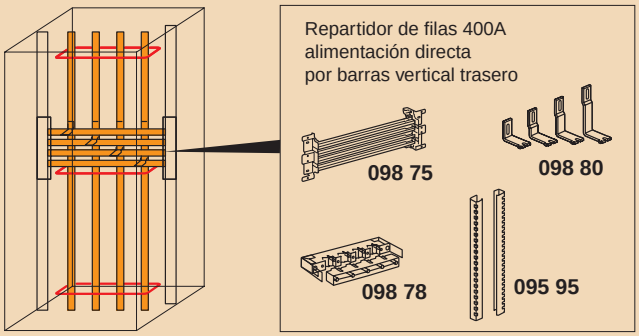
Soportes para juegos de barras	 ref. 098 78	 ref. 098 76
Referencia y tamaño de las barras 	**374 19** 32 x 5	
	374 40 50 x 5	
		**374 60** 155 mm²
		374 61 265 mm²
		374 62 440 mm²
		098 82 640 mm²
		098 83 710 mm²
Montaje de las bases de los aparatos	≤ 400 A en repartidor de filas ref. 098 75	≤ 1.600 A directo sobre barras en C

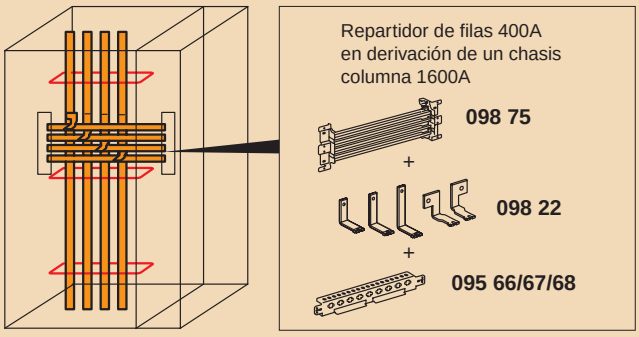
(1) Productos a pedido



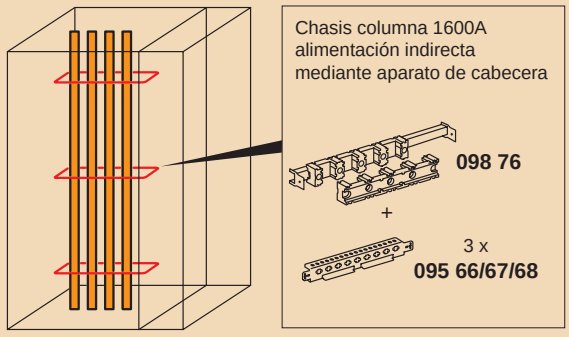
EN CAJAS XL 400 / 600 HASTA 400 A

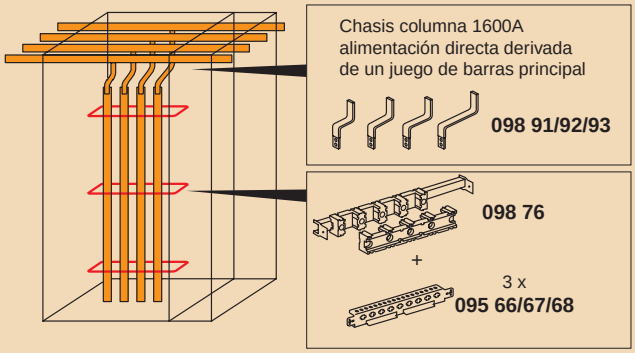






EN ARMARIOS XL 600 HASTA 1.600 A





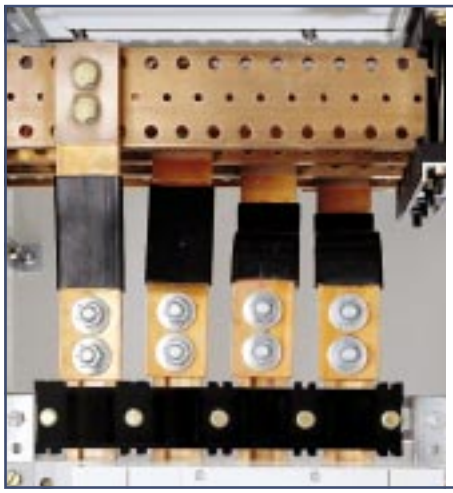
Chasis XL-Part*

(*) productos a pedido

1 INSTALACIÓN DEL CHASIS XL-PART

1 Alimentación directa

El chasis puede alimentarse directamente desde un aparato de elevada potencia (hasta 1.600 A), o en derivación desde un juego de barras principal.
Los kits de unión de barras flexibles 098 91/92/63 permiten garantizarla conexión con las barras en C.
Se suministran con tuercas de martillo M12.
Las corrientes admisibles de estas conexiones figuran indicadas en el capítulo II.D.3.



Conexión de 1.250 A mediante kit ref. 098 93 entre el juego de barras principal 2 x 80 x 5 y las barras en C del chasis columna.

2 Alimentación indirecta

El chasis puede utilizarse para realizar un sistema completo de distribución de potencia en un solo armario. En este caso, el aparato principal, llamado «de cabecera» está directamente fijado y conectado a la columna que alimenta y protege.



Ejemplo de columna de alimentación indirecta mediante DPX 630.

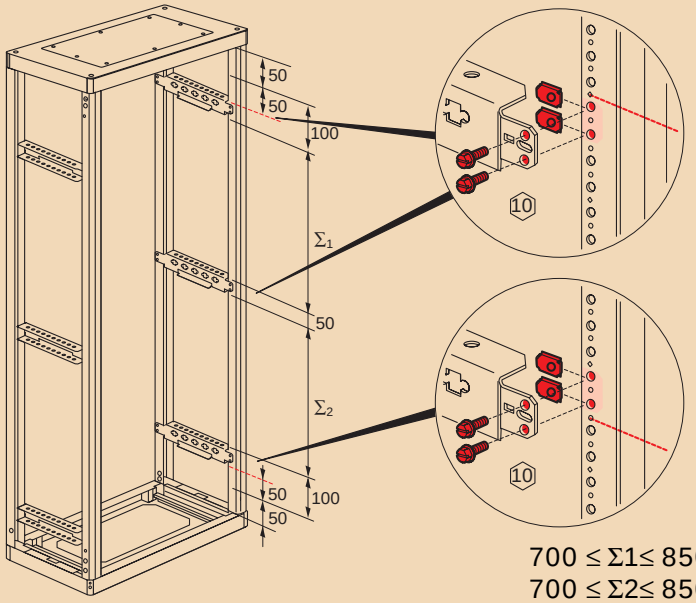
El aparato de cabecera puede estar situado en la parte superior o inferior de la columna, según las especificaciones del conjunto que va a realizarse. Si la llegada de cables se efectúa por la parte inferior, es aconsejable situar el aparato de cabecera en la parte inferior (cables más cortos, menor temperatura en el armario) y colocar los interruptores automáticos de salidas por orden de intensidad decreciente de abajo a arriba. De este modo, el juego de barras está sometido también a menos carga.

3 Montaje de un chasis

El chasis se monta en la estructura de los armarios XL 400-600 y mediante 3 juegos de perfiles transversales multifunción ref. 095 66 con fondo de 400 y ref. 095 67 con fondo de 600.
Los perfiles superiores e inferiores tienen una posición invariable:
- 100 mm desde arriba y desde abajo para un chasis completo
- 300 mm desde arriba y 100 mm desde abajo para un chasis cortado en caso de utilizar kits de conexión con barras flexibles.

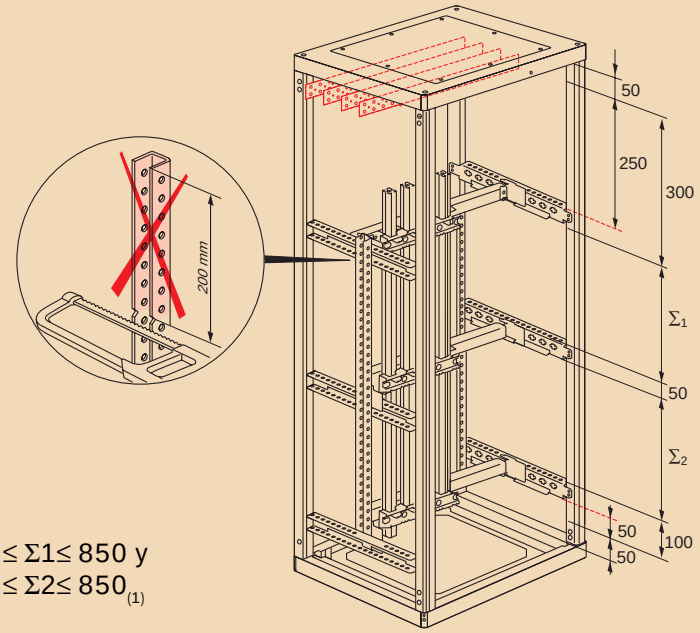
El perfil intermedio se sitúa en función de las dimensiones de las bases de aparatos, dentro de los límites definidos.

Chasis completo



700 ≤ Σ1≤ 850 y
700 ≤ Σ2≤ 850 (1)

Chasis cortado



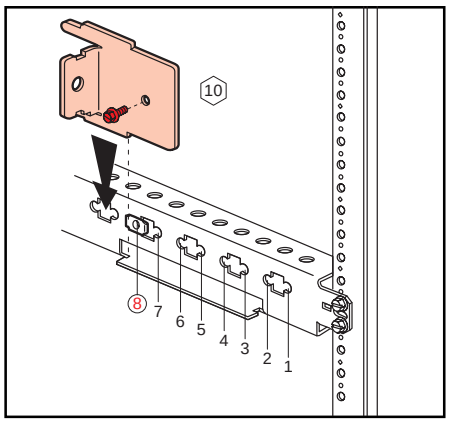
500 ≤ Σ1≤ 850 y
500 ≤ Σ2≤ 850 (1)

El chasis XL Part permite responder a todas las exigencias.
- IS 113 con base para DPX versión fija (privilegiando la noción de extensión).
- IS 223 con base para DPX ver sin extraíble.
- IS 333 con base para DPX versión enchufable.

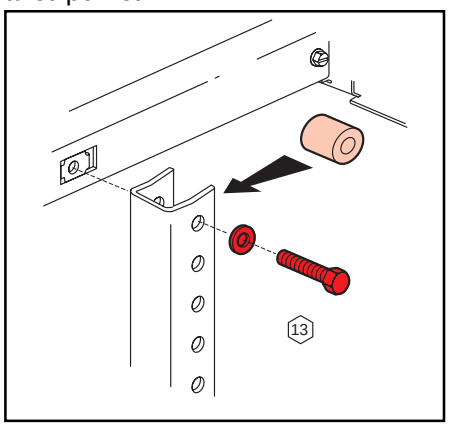
Nota: las barras de cobre pueden estar equipadas con protecciones aislantes ref. 098 20 para asegurar la seguridad de intervención IPX x B y la proximidad de los equipos.

(1) Σ1, Σ2: Sumas de las dimensiones de las bases (150, 200, 250 ó 300 mm), valores idénticos a la altura de las placas correspondientes (véase el capítulo II.D.3)

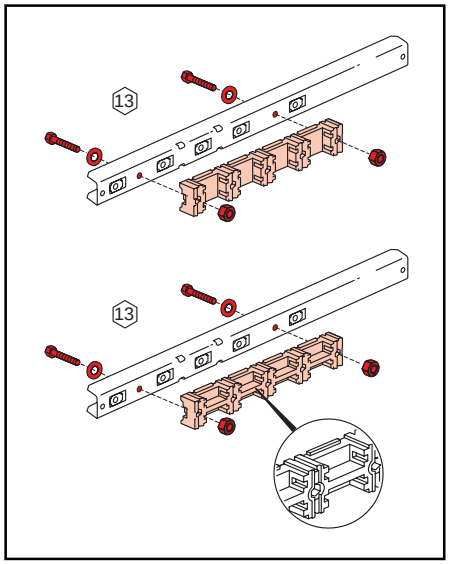
- Fijar las escuadras a los perfiles transversales multifunción



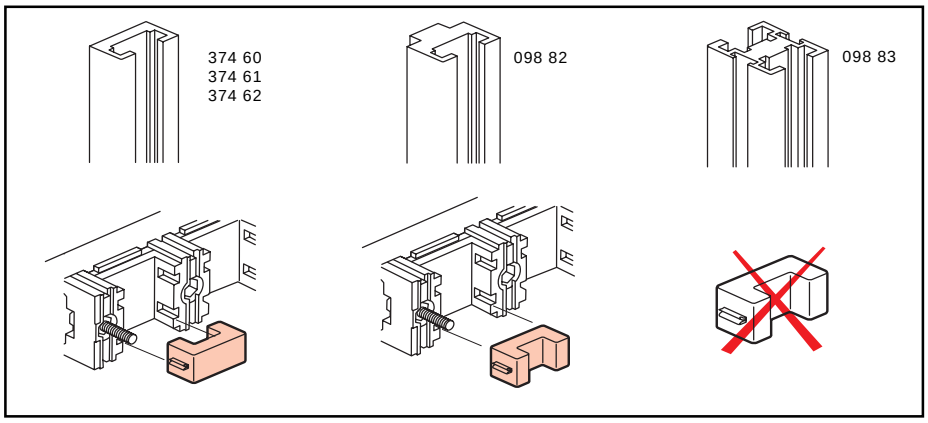
- Fijar los montantes perforados del chasis a los perfiles.



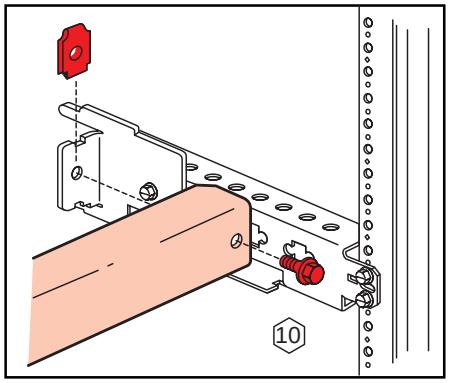
- Montar en los perfiles del chasis columna la parte fija de los soportes.
El soporte inferior tiene un tope que permite mantener verticales las barras.



- Montar los separadores de suplemento en los soportes en función de las barras en C elegidas.



- Fijar los perfiles ya equipados a las escuadras después de insertar a presión la tuerca.

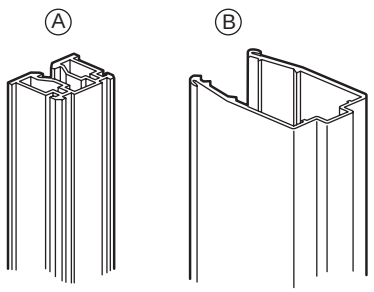


La longitud original de las barras está prevista para realizar un montaje en toda la longitud, sin corte. En caso de montaje con los kits de unión de barras flexibles, cortar las barras a una longitud de 1550 mm.



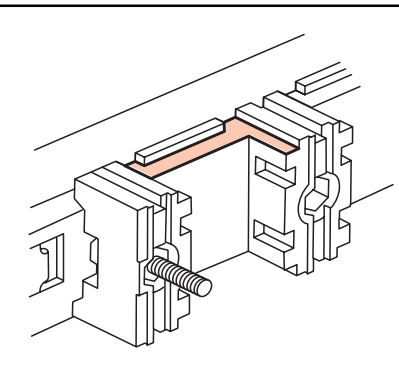
Fijación definitiva de las barras de cobre mediante colocación de la parte móvil de los soportes de barras.

4 Protección de las barras



Los perfiles aislantes ref. 098 20 permiten proteger completamente las barras verticales en C. Se colocan ocho trozos de perfil (A) en la parte trasera de las barras y dos trozos (B), cortados a la longitud necesaria, delante de las barras.

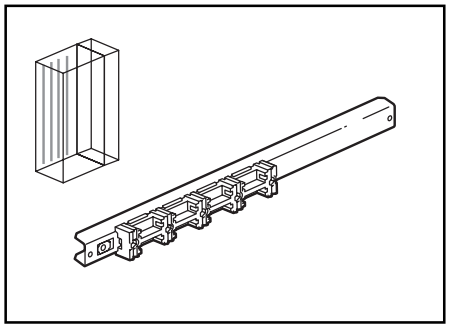
Los perfiles traseros (A) deben colocarse cuando se monten los soportes de barras del chasis columna y antes de montar las barras. Los perfiles apoyan en un saliente del soporte. Si es necesario, pueden cortarse para ajustarlos a la longitud requerida.



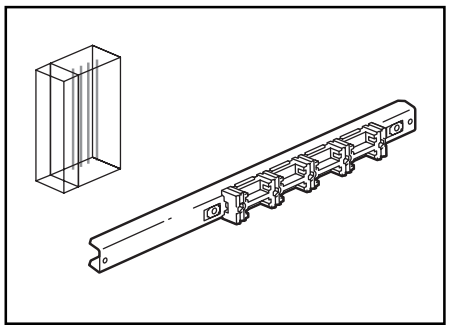
La parte delantera (B) se coloca después de montar las bases de aparatos para proteger los trozos de barras que permanecen accesibles.

5 Reversibilidad del chasis XL-Part

El chasis ofrece la posibilidad de disponer los bornes de salida de los aparatos hacia la derecha o hacia la izquierda. Los armarios XL de 900 mm de anchura se suministran con la canalización de cableado integrada a la derecha. En este caso, el chasis XL-Part se desplaza a la izquierda.



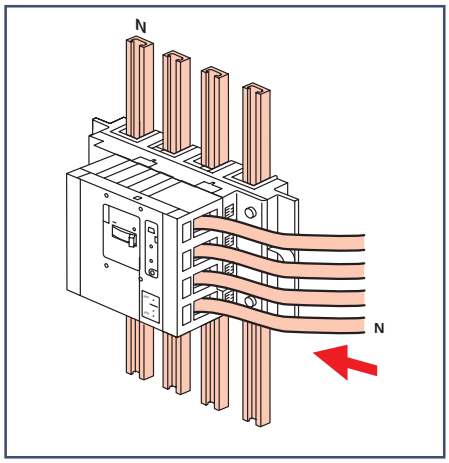
Si la canalización va a la izquierda, por reversibilidad del armario, se invierte el montaje de los soportes de barras.



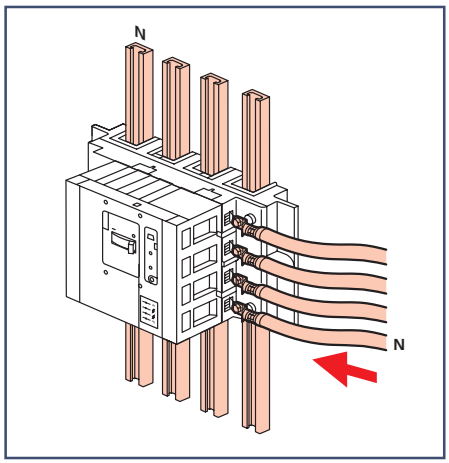
Véanse en el capítulo III.E.3 las normas relativas a la llegada de conductores y a la posición horizontal de los aparatos.

2 MONTAJE DE LAS BASES SOPORTE DEL APARATO

Las bases soporte tetrapolares para DPX permiten fijar y alimentar los DPX 630 y 250. En la versión fija, los conductores de llegada se conectan directamente al DPX (con los eventuales accesorios de conexión, véase el capítulo III.E.6).



En la versión extraíble, o seccionable (con mecanismo «Débro-lift»), los conductores de llegada se conectan a las zonas de conexión de la base (posibilidad de dos terminales por zona, ver capacidad en el capítulo III.E.6).



- Antes de montar las bases, comprobar la posición de las levas de conexión en las barras (ranura del tornillo en vertical).



- Fijar las bases a los montantes verticales perforados (clip de tuerca en el montante y llave macho de 6).

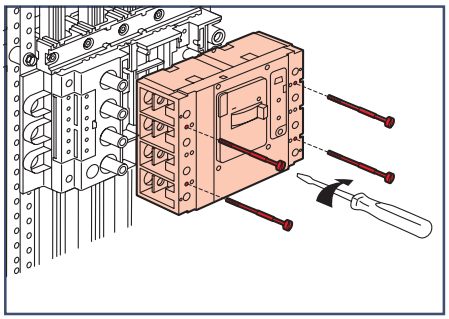


- Girar las levas de conexión con un destornillador (ranura horizontal en posición conectada).
- Apretar las tuercas de seguridad al par prescrito (10 Nm) con la llave de tubo que se suministra.

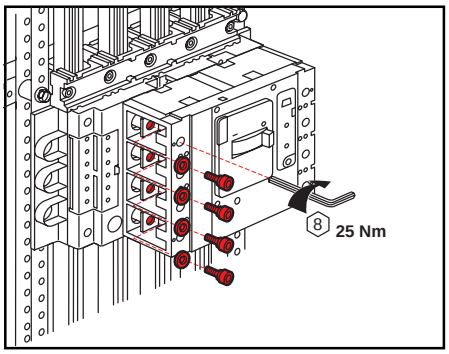


1 Base para DPX en versión fija

- Colocar los separadores aislantes debajo del aparato.
- Fijar el aparato a la base fija con los tornillos originales suministrados con el DPX 630, o los tonillos específicos suministrados con la base ref. 098 69/70 para el DPX 250.



- Atornillar directamente los bornes del DPX a las columnillas con los tornillos suministrados con el DPX 250, o los tornillos con reborde específicos suministrados con la base fija ref. 098 73/74 para el DPX 250.

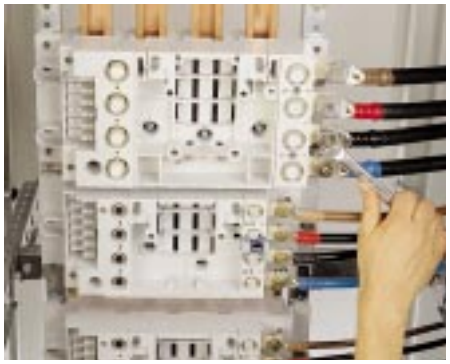




Base soporte en versión fija para DPX 630

2 Base para DPX en versión enchufable

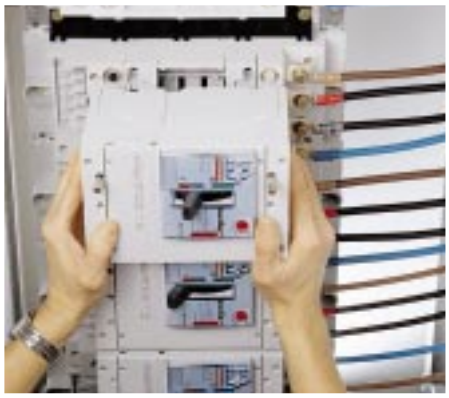
- Conectar los cables de llegada a las zonas de conexión de la base.

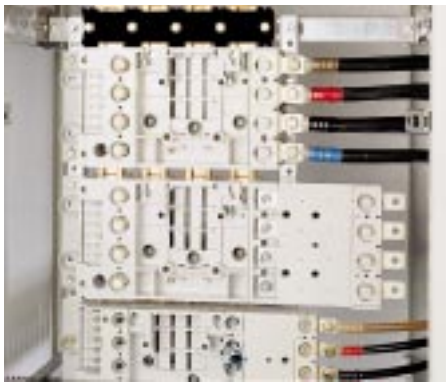


- Equipar el aparato DPX con los alvéolos de contacto y la placa guía trasera ref. 265 30/51.



- Conectar el aparato a la base en versión extraíble y fijar el aparato apretando los tornillos.





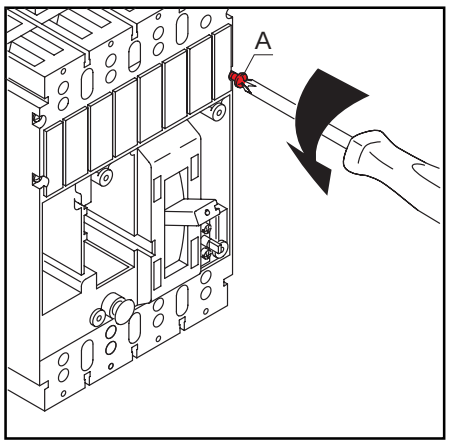
Bases para DPX 630 en versión extraíble:
- para DPX aislado ref. 098 73
- para DPX con diferencial ref. 098 74

3 Base para DPX en versión extraíble

Las bases enchufables pueden transformarse en versión estraíble añadiendo un mecanismo «Débro-lift» (ref. 265 67/68 para la base de DPX 630 aislado o con diferencial y ref. 265 46/47 para la base de DPX 250 aislado o con diferencial).

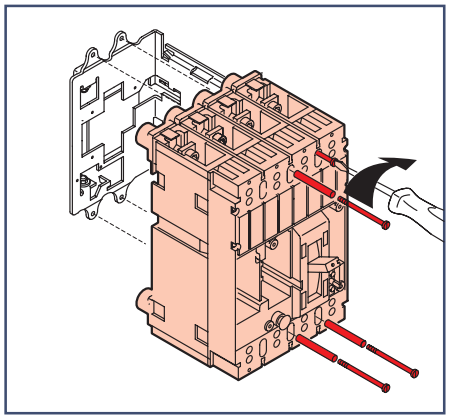


- Quitar el tornillo A tras retirar la tapa del DPX.

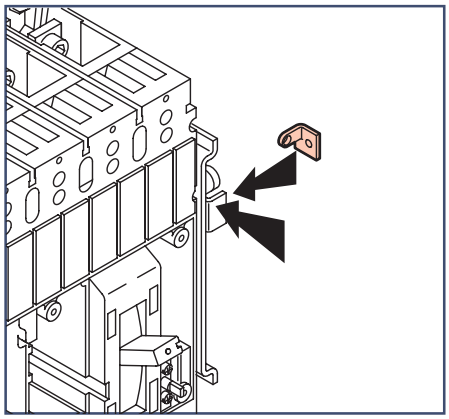


La posición de las bases varía según el tipo, la potenciab y el sentido de montaje.
Las reglas de posicionamiento de las bases se describen en el párrafo siguiente: «Utilización en circuitos de salida».

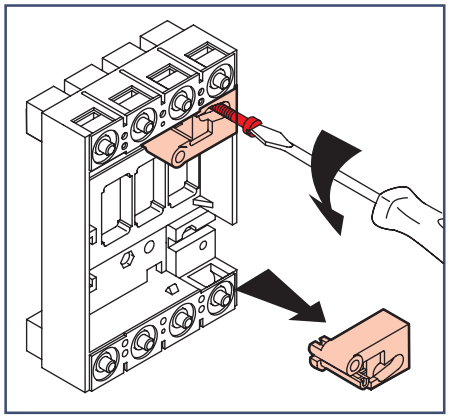
- Fijar el interruptor automático (o automático + diferencial) a la pletina con los tornillos que se suministran con el DPX.



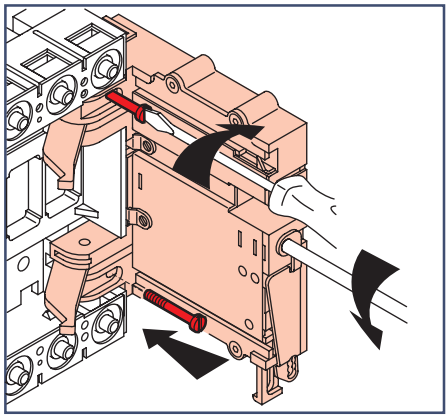
- Montar la plaquita en la parte lateral de la pletina.



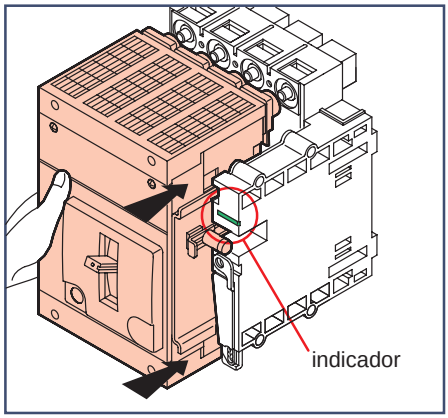
- Apretar el tornillo A y montar de nuevo la tapa.
- Montar los cubrebornas.
- Retirar los dos obturadores de la base (destornillador Ø 8).



- Introducir y atornillar el mecanismo «Debro-lift» y comprobar que la maneta se encuentra al final de su recorrido girándola en sentido contrario a las agujas del reloj.

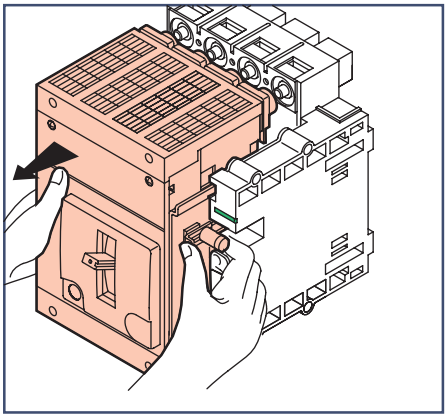


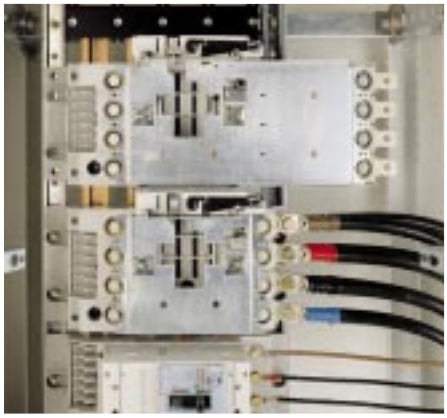
- Insertar el DPX en la corredera de la base hasta que se encaje a pre-sión.



- Girar la maneta en el sentido de las agujas del reloj. El DPX se encuentra en su posición de «insertado» cuando el indicador está rojo.

- Para extraer el DPX, girar la maneta en sentido contrario a las agujas del reloj. El indicador se pone amarillo y después verde. El DPX se encuentra entonces en la posición «extraído» y puede ponerse el candado.
- Extraer el interruptor automático de la base.





Bases para DPX en versión extraíble:
- para DPX con diferencial ref. 098 32 + ref. 265 68
- para DPX aislado ref. 098 31 + ref. 265 67

4 Utilización en circuitos de salida

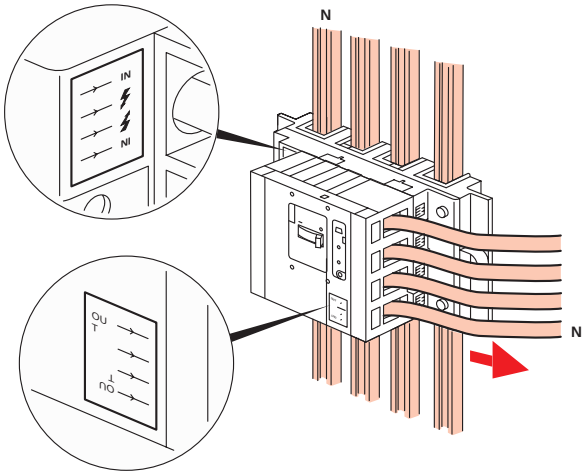
Cualquiera que sea la configuración de alimentación, directa o indirecta, el chasis columna puede ir provisto de varias bases de soporte de apa-ratos (hasta 10, para el DPX 250), lo que permite la ejecución de una distribución especialmente com-pacta.
En los DPX, el sentido de la corriente, en alimentación indirecta, está invertido con respecto al aparato de cabecera.
Aparte de las conexiones eléctricas, las modalidades de montaje de las bases y de los aparatos siguen siendo estrictamente idénticas a las descritas en las páginas anteriores.

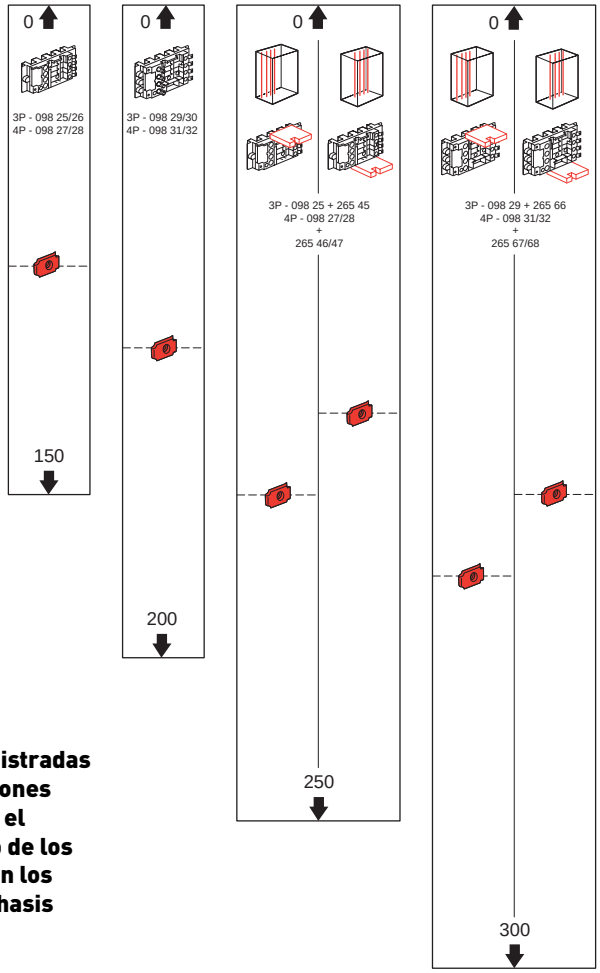
5 Posicionamiento y fijación de las bases en el chasis

Todas las bases para DPX, tanto en versión fija como extraíble (altura 150 y 200 mm), son simétricas y están fijadas con un tornillo a media altura.
En caso de añadir el mecanismo «Débro-lift» (versión extraíble), la fijación de la base se desplaza y el tamaño de la placa pasa a ser de 250 mm (DPX 250) ó 300 mm (DPX 630).

En el posicionamiento de las bases XL-Part se mantiene el principio único XL de correspondencia entre la altura de los dispositivos de fijación de los aparatos y la de las placas correspondientes.

Se recomienda colocar las etiquetas de señalización indicando el sentido de alimentación y la posición de las entradas y salidas.

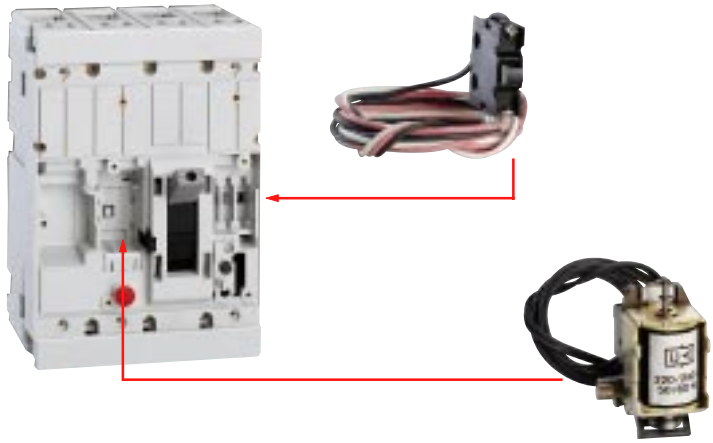




Plantillas suministradas con las instrucciones de montaje para el posicionamiento de los clips de tuerca en los montantes del chasis columna.

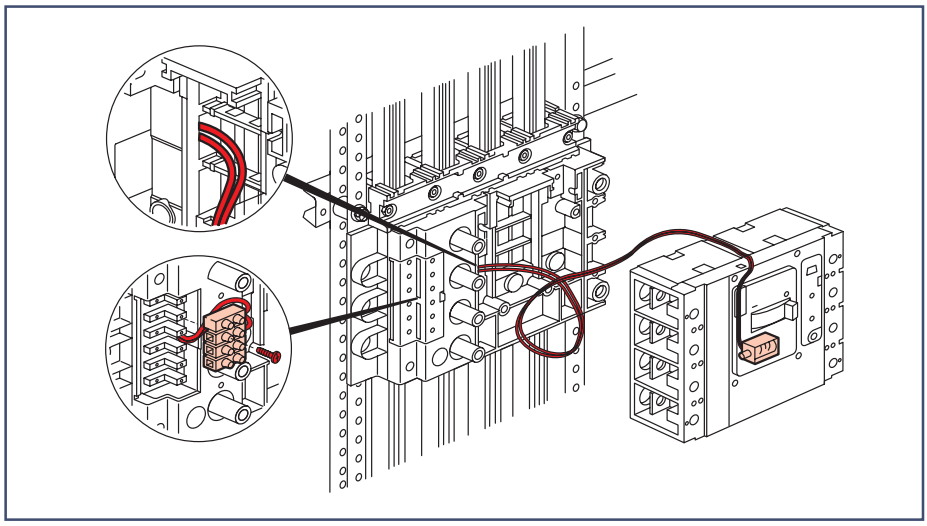
6 Conexión de los dispositivos auxiliares

El montaje de los DPX en el dispositivo de distribución XL-Part permite conservar todas las posibilidades de conexión de elementos auxiliares propias de la gama (contactos, señal de falla, bobinas de emisión, de mínima). Estos accesorios se montan en la parte delantera del DPX.



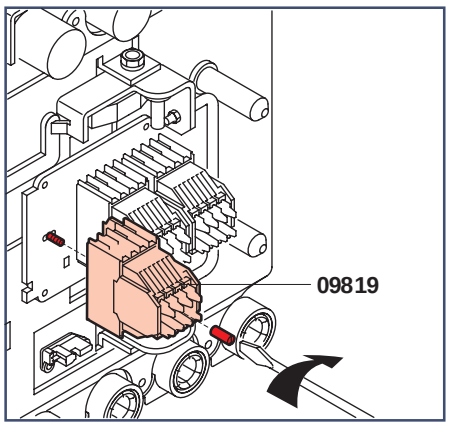
• Base para DPX en versión fija

Los conductores de los auxiliares salen por el lateral del DPX y pasan a la base para conectarse a la placa de bornes integrada en esta última.



• Base para DPX en versión extraíble

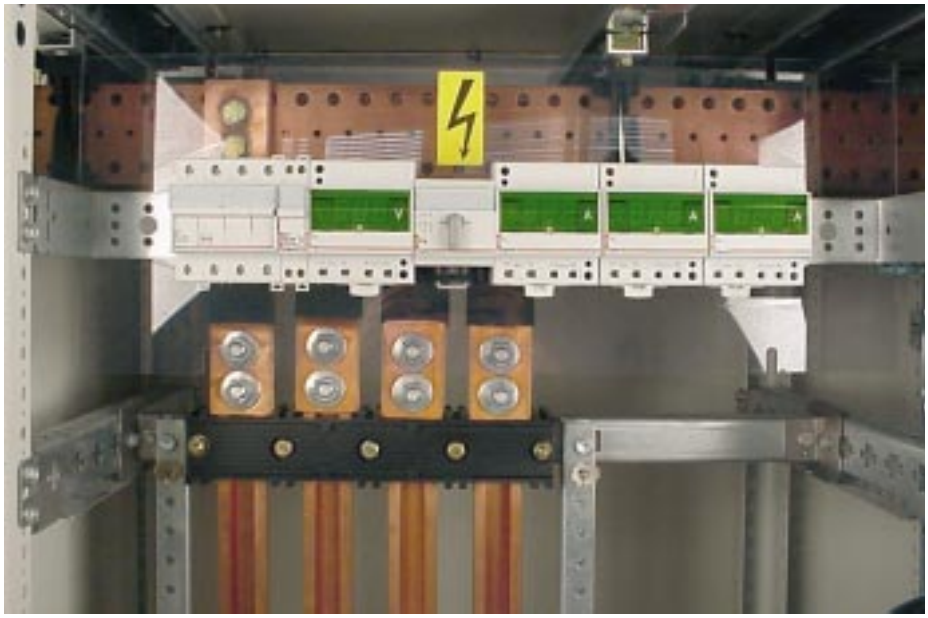
Existen conectores específicos ref. 098 19, montados entre la base y el aparato, que permiten garantizar la desconexión de los circuitos auxiliares con una posición intermedia de control: circuitos de potencia abiertos, circuitos de mando cerrados.



Posibilidad de montar tres conectores ref. 098 19 de seis contactos cada uno.

! Fijación mediante perfil modular independiente

En los tableros de distribución de elevada potencia, como los que se pueden diseñar con el sistema de distribución XL-Part, a menudo es necesario instalar algunos aparatos modulares para asegurar la protección y mando de los circuitos de señalización (pilotos), de medida (voltímetro, amperímetro) y auxiliares diversos (contactos de retardo, bobinas de emisión, parada de emergencia...).
El perfil ref. 092 19 permite montar estos aparatos delante del chasis columna mediante fijación directa a los montantes del armario.



Instalación de aparatos de medida delante del juego de barras de alimentación del chasis columna XL-Part (alimentación directa). Se puede montar una pantalla fijándola a las patas de las escuadras de fijación.



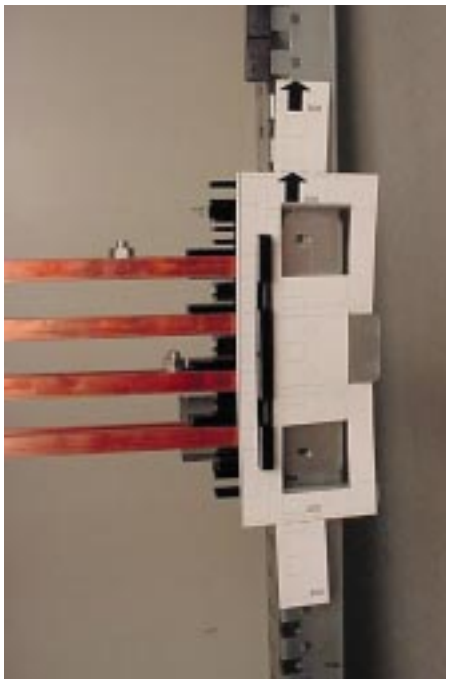
Colocación de un perfil para aparatos modulares delante del chasis columna XL-Part. Se puede utilizar una placa de 150 mm de altura (ref. 092 20/70) o de 200 mm (ref. 092 21/71). Las normas de determinación de las dimensiones permanecen invariables.

Repartidor de filas XL - Part 400*

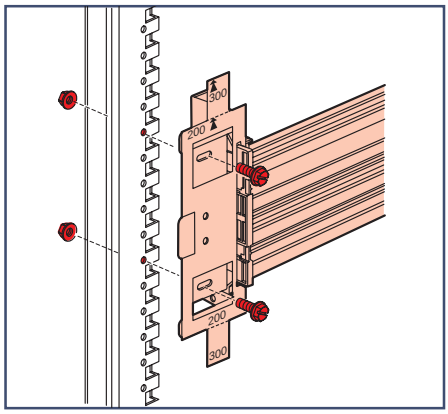
Las operaciones de montaje propiamente dichas de los dispositivos de distribución XL-Part, pueden llevarse a cabo una vez realizada la elección y las comprobaciones habituales.

1 INSTALACIÓN DEL REPARTIDOR DE FILAS XL-PART

El repartidor de filas ref. 098 75 se fija directamente a los montantes verticales ref. 095 95.
Su posición se determina con exactitud mediante una plantilla que se encaja previamente y que fija el tamaño y posición de la placa correspondiente, con una altura de 200 ó 300 mm según los aparatos que se instalen.



Los soportes se fijan a la parte delantera de los montantes con dos tornillos M6 (llave H de 10).



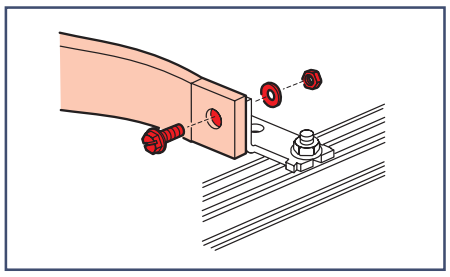


La forma de los soportes permite recibir canales LINA 25 de distribución vertical con una anchura máxima de 75 mm fijadas con remaches aislantes a presión ref. 366 46

(*) productos a pedido

1 Alimentación directa por conectores

La alimentación del repartidor se lleva a cabo con un juego de 4 conectores ref. 098 81 conectados por medio de los tornillos de conexiones que se suministran montados en las barras de cobre del repartidor.
Los conectores 098 81 están dimensionados para una intensidad de 400 A y admiten barras flexibles o rígidas, así como cables provistos de terminales. Capacidad de conexión por conector: 2 zonas de conexión de 32 mm de anchura y tornillos M10.



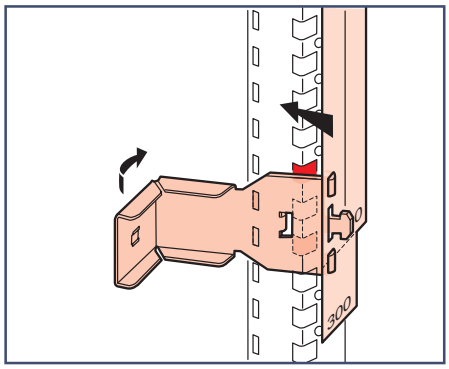
La facilidad de alimentación, así como el principio estándar de montaje y posicionamiento, permiten utilizar sin restricciones los repartidores de filas XL-Part para la ejecución de la totalidad o parte de los tableros de distribución.

2 Alimentación directa por juegos de barras vertical trasero

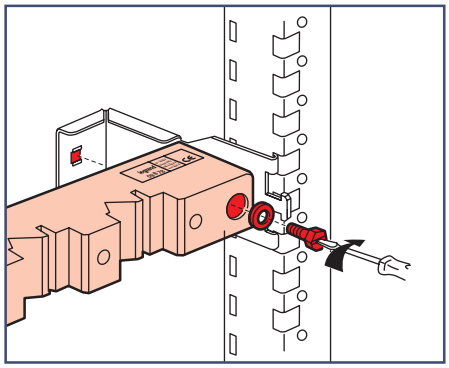
El embarrado trasero constituido por los soportes ref. 098 78 permite la alimentación de varios repartidores de filas. Los soportes admiten barras 32 x 5 (ref. 374 19) para 400 A, ó 50 x 5 (ref. 374 40) para 630 A.
Los soportes aislantes ref. 098 78 se fijan mediante escuadras. Se colocan de la manera habitual con ayuda de una plantilla que determina su posición exacta en relación con el tamaño de la placa correspondiente (200 ó 300 mm).



Las escuadras se montan en la parte lateral del montante ref. 095 95 encajándolas a presión (con martillo de plástico) hasta que el gancho queda fijado en el orificio del montante.



Los soportes aislantes se montan directamente en las escuadras atornillándolos (tornillos M6 cabeza H hendida) a la parte delantera.

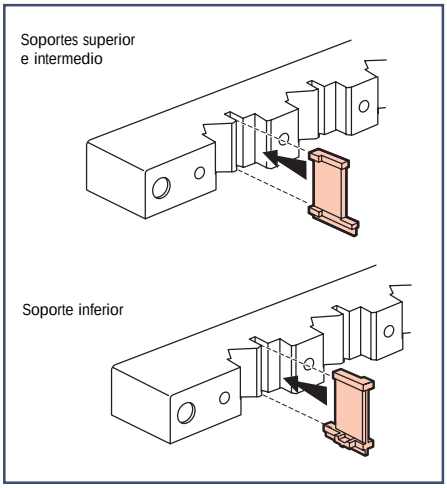


La uña que sobresale de la escuadra permite fijar los soportes del repartidor de filas ref. 098 75.

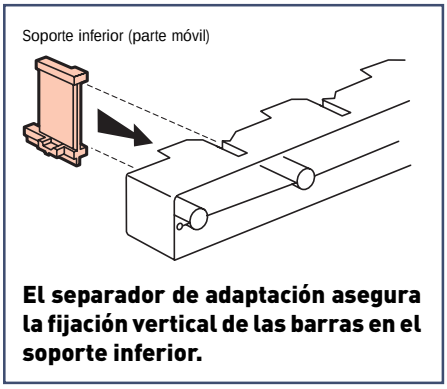


Solo hay una posición que permita el posicionamiento relativo del soporte de barras ref. 098 78 y el repartidor de filas ref. 098 75. Esta posición viene determinada por la fijación de las dos piezas de soporte, lo que permite el montaje de las escuadras de unión directa ref. 098 80 que aseguran la conexión entre cada repartidor y el juego de barras vertical trasero.
Antes de situar las barras planas ref. 374 19 (32 x 5) ó 374 40 (50 x 5) en la parte fija del soporte ref. 098 78, es necesario colocar los separadores de adaptación.

Para las barras 32 x 5 se insertan en la parte fija de los soportes



Las barras 50 x 5 sólo se insertan en la parte móvil del soporte inferior.



El separador de adaptación asegura la fijación vertical de las barras en el soporte inferior.

El juego de cuatro escuadras asegura la conexión directa de cada repartidor de filas con el çjuego de barras vertical trasero montado en los soportes ref. 098 78.

En la práctica, la distancia entre soportes viene determinada por el montaje. Conviene entonces comprobar que las distancias de montaje no sobrepasan los valores prescritos en el capítulo II.D.3 en cuanto a la corriente de peak de cortocircuito (Ipk).

3 Alimentación indirecta

Los repartidores de filas XL-Part ref. 098 75 pueden utilizarse como distribuidores autónomos que integran la protección de cabeza.
En este caso, un aparato de cabeza de fila, DX 125, DPX 125 ó DPX 250 ER alimenta directamente el repartidor al que él mismo se halla fijado y conectado.



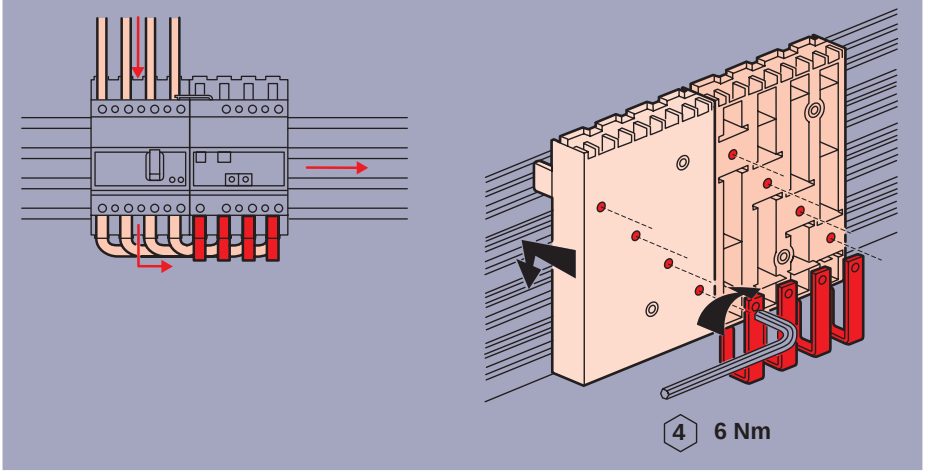
DPX 250 ER montado sobre base ref. 098 61 en alimentación del repartidor de filas.

El montaje de las bases de aparatos se efectúa colocando las barras de alimentación en la parte inferior de la base (véanse las modalidades de montaje en las páginas siguientes).
El aparato queda conectado y fijado una vez conectada la base al repartidor de filas (llave hexagonal macho de 4).

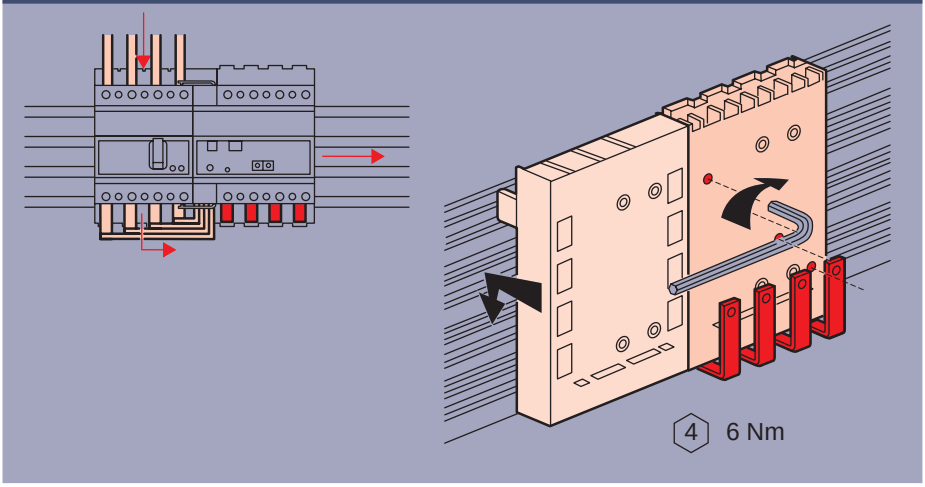


Se puede instalar un bloque diferencial lateral como complemento del aparato de cabeza de fila. Se monta sobre una base para DPX (ref. 098 57 / 61 / 65) y el DPX se coloca sobre una base especial, sin cone-xión (ref. 098 58 / 62 / 66).

DPX 125 con diferencial



DPX 125 ER con diferencial



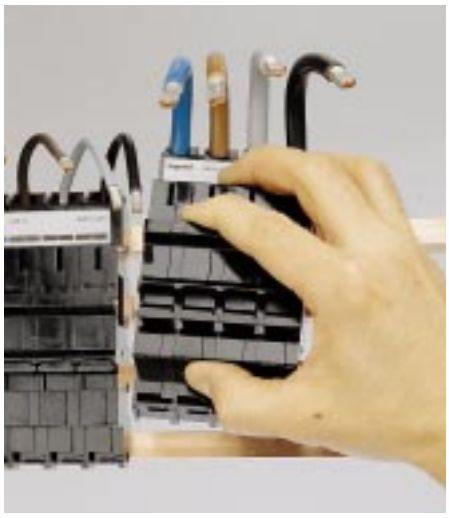
2 UTILIZACIÓN: CIRCUITOS DE REPARTO

El repartidor de filas XL-Part puede incorporar diferentes modelos de bases soporte, permitiendo fijar y alimentar:
- aparatos modulares: hasta 63 A (alimentación por cable o «plug-in»)
- aparatos modulares: hasta 125 A (alimentación por cable)
- aparatos de potencia DPX 125 ó 250 ER (estos pueden ir provistos de un bloque diferencial lateral).

1 Bases «con cable» para Lexic, 1 módulo por polo, hasta 63 A

Admiten los siguientes aparatos:
- interruptores automáticos magnetotérmicos DX hasta 63 A
- interruptores automáticos diferenciales monobloc DX hasta 63 A
- interruptores diferenciales DX hasta 80 A, con salida inferior
- cortacircuitos domésticos hasta 32 A
- disyuntores de motor hasta 25A
- cortacircuitos seccionadores de cartucho 10 x 38

Bases soporte en versión unipolar diferenciadas: neutro y fases L1, L2, L3 (ref. 098 42 / 43 / 44 / 45).
Se yuxtaponen para alimentar cualquier aparato de 2 a 4 polos.
Las bases están disponibles para montaje: tripolar (ref. 098 46) y tetrapolar (ref. 098 47) El montaje de las bases se realiza fácilmente insertándolas a presión en el repartidor de filas.
Los cables flexibles (16 mm² de sección) provistos de terminales de conexión se conectan al aparato que, a continuación, se inserta a presión en la base.



Movimiento de arriba a abajo. La conexión al repartidor de filas es automática.



2 Bases «con cable» para Lexic, 1,5 módulos por polo, hasta 125 A

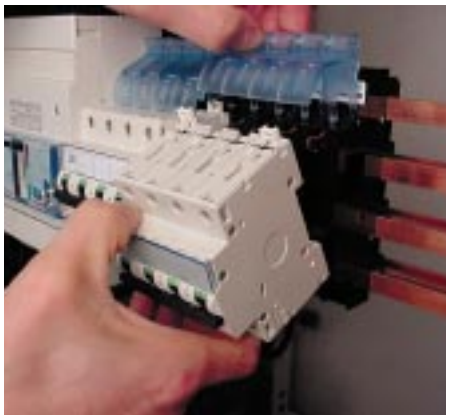
Estas bases presentan exactamente los mismos principios de montaje y conexión, pero están adaptadas a aparatos modulares de hasta 125 A:
interruptores automáticos DX 80, 100, 125 A.
Van equipadas con cables de conexión trenzados superflexibles, aislados, de 25 mm².



Las bases soporte 125 A pueden yuxtaponerse y existen en versión unipolar, para neutro y fases (ref. 098 48 / 49 / 50 / 51), tripolar (ref. 098 52) y tetrapolar (ref. 098 53).

3 Base «plug-in» para Lexic, 1 módulo por polo, hasta 63 A

Las bases «plug-in» permiten conectar directamente los interruptores automáticos magnetotérmicos DX, los interruptores automáticos diferenciales monobloc y los interruptores diferenciales con salida inferior, hasta 63 A.



Sencilla instalación mediante conexión automática a presión del módulo.



La tapa amovible debe considerarse como una protección complementaria contra contactos fortuitos.

Al igual que las bases «con cable», las bases «plug-in» existen en versión unipolar, tripolar y tetrapolar.

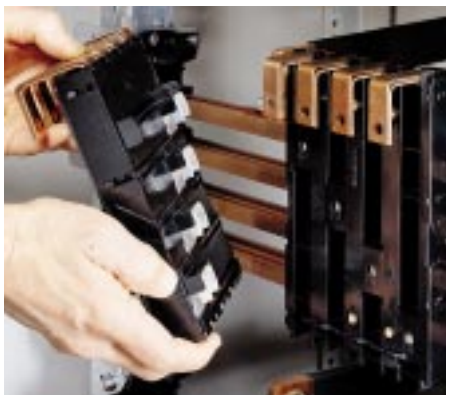
4 Base Lexic universal

La base vacía ref. 098 40, sin conexión eléctrica, permite el montaje de cualquier aparato modular (sin conexión con el repartidor de filas) y, más concretamente, de los bloques diferenciales adaptables.

5 Base tetrapolar para DPX en versión fija

Las bases ref. 098 57 / 65 admiten respectivamente los aparatos DPX 125 y 250 ER.
Por lo tanto, permiten la alimentación de circuitos de utilización de media potencia a partir de un repartidor de filas XL-Part.
El montaje de las bases se efectúa a presión sobre el repartidor de filas: la conexión se fija apretando con la llave macho de 4.

Segura y rápida, el «plug-in» para LEXIC es un dispositivo automático de conexión que permite la conexión directa al circuito de alimentación. Casi todos los aparatos modulares LEXIC (hasta 63 A) están equipados con este dispositivo y pueden utilizarse en las bases «plug-in» para LEXIC.



Montaje de una base tetrapolar de 160 A a un repartidor de filas.



Conexión por atornillado. Nótese la posición «alta» de las barras de cobre de alimentación. En la configuración de alimentación indirecta, estas barras están abajo.

A continuación, se monta el aparato con un movimiento de abajo a arriba.
Las conexiones se fijan a las zonas de conexión mediante los tornillos que se suministran con el DPX).



CABLEADO Y CONEXIONES

Si definimos de manera esquemática un tablero de distribución como la unión de aparatos conectados mediante conductores y protegidos por una carcasa, vemos que estos tres componentes no gozan forzosamente de la misma atención en cuanto a su elección y al carácter técnico de la misma.

Aunque suelen estar considerados como productos de venta por metros, los conductores poseen una elevada técnica de la que depende en parte la fiabilidad de las instalaciones. Su determinación, así como sus condiciones de aplicación, son por tanto preponderantes.
Tras haber precisado los principales tipos de alambres y cables, su deno-minación y sus utilizaciones habituales, es importante recordar algunas precauciones esenciales:

- la consideración de las condiciones internas de los tableros para la elección de detecciones
- las normas relativas al agrupamiento de conductores en paralelo
- la protección anterior a los dispositivos de protección
- la resistencia a los esfuerzos electrodinámicos de los cortocircuitos
- la proximidad de estructuras magnéticas.

El cableado está constituido por el recorrido de los conductores y por las conexiones.
Estas últimas se consideran al mismo tiempo bajo el aspecto funcional y normativo de la alimentación eléctrica de los aparatos (llegada de los conductores, posición de los aparatos, lugar del neutro, conductores PEN…), y bajo el aspecto práctico de la conexión, cuya última parte (capítulo II.E.6) reúne todas o casi todas las soluciones que ofrecen las gamas DPX, Vistop y DX y sus accesorios.

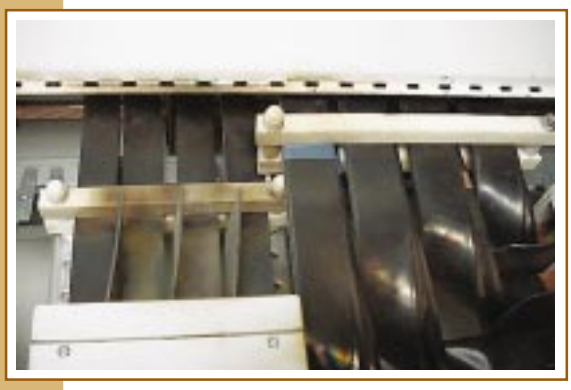












Conductores

La diversidad de las instalaciones, la gama de potencias e incluso las costumbres locales o normativas, hacen que no exista un modelo tipo de cableado de tableros.
Los tipos de conductores son múltiples. Su elección depende de sus usos, los cuales están bien definidos en las instalaciones, lo que no siempre sucede en los conjuntos de distribución.

1 ELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DE CONDUCTORES

La elección y la instalación deben realizarse teniendo en cuenta las limitaciones aplicables a los conductores, sus conexiones, sus soportes y carcasas y, de un modo más general, a su protección contra los agentes externos.
La norma NCH Elec. 4/84 define características de instalación de cables y de los alambres que determinan condiciones de protección contra las influencias externas: temperatura, presencia de agua, presencia de contaminación, riesgo de choques, vibraciones, fuego, condiciones reducidas de aislamiento...
Para el dimensionado de las canalizaciones se tiene en cuenta la temperatura máxima admisible del aislante (véase la sección II.A).



En las aplicaciones industriales de distribución, se recomienda especialmente utilizar cables con aislación de PVC y chaqueta exterior:
- su tensión de aislamiento es más elevada (hasta 1.000 V)
- su temperatura admisible de funcionamiento (75 y 90 °C), así como la temperatura máxima en cortocircuito (250 °C), están adaptadas a las exigencias de los tableros de potencia
- presentan excelentes características mecánicas
- su resistencia a los agentes atmosféricos y químicos es elevada.

Aislaciones según las condiciones de uso de conductores tipo alambres				
Características constructivas	**Letras de identificación**	**Condiciones de uso**	**Temperatura de servicio (˚C)**	**Chaqueta exterior**
Conductor unipolar, (alambre) aislación de PVC	NYA	Ambientes secos canalizados en tuberías, bandejas, escalerillas o molduras	70	No tiene
Conductor unipolar, (alambre) o (cableado) aislación de PVC	NSYA	Ambientes secos o húmedos, canalizados en tuberías, bandejas, escalerillas o molduras, en tendidos aéreos a la intemperie en líneas de acometida, fuera del alcance de la mano.	70	No tiene
Cable multiconductor con aislación PVC y chaqueta.	NYY	Ambientes secos, húmedos, intemperie sin exposición a rayos solares. Tendidos subterráneos en ducto o directamente en tierra.	70	PVC
Cable multiconductor con aislación PVC y chaqueta	NYFY (TPS)	Instalaciones sobrepuestas en ambientes interiores, no necesita ducto: se usa también en bajadas o acometidas.	70	PVC

Aislaciones según las condiciones de uso de conductores tipo cables				
Características constructivas	**Letras de identificación**	**Condiciones de uso**	**Temperatura de servicio (˚C)**	**Chaqueta exterior**
Conductor unipolar, con aislación PVC	THW	Ambientes secos y húmedos; canalizados en tuberías, bandejas, escalerillas o molduras	75	No tiene
Conductor unipolar, con aislación PVC	THWN	Ambientes secos y húmedos; canalizados en tuberías, bandejas, escalerillas o molduras. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	75	Nylon
Conductor unipolar, con aislación PVC	THHN	Ambientes secos y húmedos; canalizados en tuberías, bandejas, escalerillas o molduras. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	90	Nylon
Conductor mono o multipolar con aislación y chaqueta de etil vinil acetato	EVA	En interiores, tuberías, bandejas o escalerillas, muy retardante de la llama, autoextinguiente, se quema sin emitir gases tóxicos ni corrosivos, libre de materiales halógenas. Indicado para uso en ambientes de trabajo cerradois como minas o túneles, o lugares de reunión de personas.	90	EVA
Conductor unipolar, con aislación de polietileno	PW	Líneas aéreas a la intemperie	75	No tiene

Aislaciones según las condiciones de uso de conductores tipo cable (continuación)

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Temperatura de servicio (°C)	Chaqueta exterior
Conductor unipolar, con aislación de polietileno reticulado y chaqueta PVC	TTU	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua , interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	75	PVC
Conductor multipolar con aislación de PVC, y chaqueta de PVC	TTMU	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua , interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	75	PVC
Conductor unipolar con aislación de polietileno reticulado y chaqueta de PVC	XTU	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua , interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	90	PVC
Conductor multipolar con aislación de polietileno reticulado y chaqueta de PVC	XTMU	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua , interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	90	PVC
Conductor multipolar con aislación de polietileno reticulado y chaqueta de PVC	PT	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua , interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	75	PVC
Conductor unipolar con aislación de etileno propileno y chaqueta de neopreno	USE-RHH-EN	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua , interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	90	Neopreno
Conductor unipolar con aislación de etileno propileno y chaqueta de PVC	ET	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua , interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambientes secos, húmedos o mojados.	90	Neopreno

2 SECCIONES DE LOS CONDUCTORES DE CABLEADO INTERNO EN CONJUNTOS Y TABLEROS

La tabla de la página siguiente ha sido elaborada basándose en las costumbres de numerosos profesionales y de pruebas de conjuntos cableados.
Los conductores, al igual que el dimensionado de las canalizaciones, se han dividido en dos tipos: alambres y cables.
Las condiciones de instalación y de temperatura ambiente se han denominado empíricamente:
- IP < 30 para los conductores instalados con buenas condiciones de enfriamiento (armario abierto o con ventilación natural, densidad de cableado baja a media, temperatura interna de la carcasa cercana a la del ambiente hasta 35 °C)
- IP > 30 para los conductores instalados en condiciones de enfriamiento malas (armario estanco, elevada densidad de cableado, cables multiconductores, posibilidad de que la temperatura interna de la envolvente alcance los 50 °C).

Las columnas en U se aplican cuando los conductores o cables están separados, no son contiguos, o son contiguos en un mismo circuito (instalación sobre soportes, collarines, fijación sencilla).
Las columnas en G se aplican cuando los conductores de circuitos diferentes están instalados contiguos y agrupados (instalación en canales o en guías de cables por ejemplo).

La sección a utilizar para el cableado en el interior de los conjuntos no es objeto de un documento normalizado único.
• La norma NCH Elec. 4/84 no prescribe secciones, sino que estipula un «marco de corriente» para las pruebas de calentamiento. Los conductores considerados están aislados con PVC y no se precisa la temperatura ambiente. Condiciones que no cubren, por tanto, todas las aplicaciones.

valores indicativos de las secciones m'inimas en mm²

In (A) o calibre del aparato de protección	IP ≤ 30				IP > 30			
	U		G		U		G	
	alambre mm²	cable mm²	alambre mm²	cable mm²	alambre mm²	cable mm²	alambre mm²	cable mm²
6	1	2,08	1,5	2,08	1,5	2,08	2,5	2,08
10	1,5	2,08	2,5	2,08	2,5	2,08	6	5,26
16	2,5	2,08	4	3,31	6	5,26	10	8,37
20	4	3,31	6	5,26	10	8,37	16	13,3
25	6	3,31	10	8,37	16	13,3	25	21,2
32	10	5,26	16	8,37	25	21,2	35	26,7
40	16	8,37	25	13,3	35	21,2	50	42,4
50	16	13,3	35	21,2	50	33,6	70	53,5
63	25	21,2	35	26,7	50	42,4	95	85,0
80	35	21,2	50	42,4	95	67,4	150	126,7
100	50	33,6	70	67,4	120	107,2	185	177,3
125	70	53,5	95	85,0	150	151,8	240	253,2
160	95	67,4	150	126,7	240	202,7	400	
200	120	107,2	185	177,3	300	303,6		
250	150	151,8	300	253,2	500			
315	240	202,7	400					
400	300	354,7						

NOTA: Los valores de la columna IP>30 corresponden a la aplicación de un coeficiente de corrección de 0,71 (PVC) y de 0,82 (PR) sobre el valor de la corriente.
Los valores de la columna G corresponden a la aplicación de un coeficiente de corrección para agrupamiento de varios circuitos de 0,7.



Conductores no contiguos sujetos por collarines: consultar las secciones en las columnas U.



Varios circuitos en una misma canal y totalidad del cableado en canales verticales y horizontales: consultar las secciones en las columnas G.



Las conexiones y las circulaciones horizontales se hacen «al aire libre». Los conductores se agrupan únicamente en canales verticales: consultar las secciones en las columnas U.



Si el índice de llenado de la canal vertical es alto: consultar las secciones en las columnas G.



Agrupamiento de varios circuitos en guías comunes: consultar las secciones en las columnas G

3 BARRAS FLEXIBLES

Las barras flexibles permiten realizar conexiones en los aparatos o constituir uniones que son prácticamente adaptables a todos los casos que se presentan. Además de seguridad y de acabado, aportan un indudable toque estético.
Basándose en las dimensiones más corrientes y en las capacidades eléctricas de los valores nominales habituales, la oferta de barras flexibles Legrand se adapta a la mayoría de las necesidades de conexión o de unión.

1 Corrientes admisibles

Al igual que en cualquier otro conductor, la corriente admisible en las barras flexibles puede variar según las condiciones de utilización:
- temperatura ambiente (real en la envolvente)
- duración de utilización (carga permanente o cíclica), o las condiciones de instalación:
- barras aisladas o agrupadas (yuxtapuestas en contacto o con separadores)
- ventilación natural (IP 30), forzada (ventilador) o sin ventilación (IP>30)
- recorrido vertical u horizontal.

La importante variabilidad del conjunto de dichas condiciones determina por sí misma corrientes admisibles muy diferentes (en la relación de 1 a 2, e incluso mayor).
Una utilización inadecuada puede provocar calentamientos incompatibles con los aislantes y perturbar o incluso deteriorar los aparatos conectados o cercanos.

Corriente admisibles de las barras flexibles Legrand

Referencias	374 10	374 16	374 11	374 67	374 17	374 12	374 44	374 57	374 58
Sección	13 x 3	20 x 4	24 x 4	20 x 5	24 x 5	32 x 5	40 x 5	50 x 5	50 x 10
Ie (A) IP ≤ 30	200	320	400	400	470	630	700	850	1 250
Ithe (A) IP > 30	160	200	250	250	520	400	500	630	800

A igual sección, las barras flexibles tienen intensidades admisibles superiores a las de los cables o las barras rígidas gracias a su estructura laminar (limitación de las corrientes de Foucault), a su forma (mejor disipación térmica) y a su temperatura admisible (aislante de PVC de alta temperatura 105 °C).

Las corrientes Ie (A) e Ithe (A) de las barras flexibles Legrand están determinadas para las siguientes condiciones: Ie (IP ≤ 30): corriente admisible máxima permanente en envolvente abierta o ventilada. La posición y la distancia relativa de las barras permiten un buen enfriamiento. La temperatura en la envolvente debe ser próxima a la temperatura ambiente.
Ithe (IP > 30): corriente admisible máxima permanente en envolvente estanca. Las barras pueden instalarse cerca unas de otras sin que, no obstante, lleguen a estar en contacto.
La temperatura en la envolvente puede alcanzar los 50 °C).



Conexión de un DPX 1600 mediante barras flexibles 50 x 10

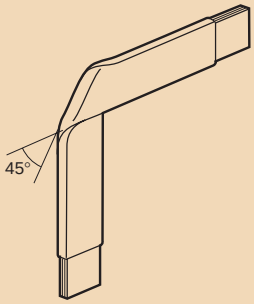
2 Instalación

El conformado de las barras flexibles se realiza manualmente y sin herramientas especiales, aunque siempre se requiere cierta habilidad para obtener un buen acabado.

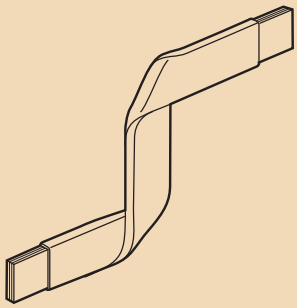
Instalación de las barras flexibles

- Empezar por dar forma a la barra.
- Cuando haya que realizar varias uniones (según el número de polos), empezar por la barra más larga. De este modo, las siguientes que se hagan según el primer modelo no serán nunca demasiado cortas.
- Cuando sea posible, compensar un pliegue en un sentido con un pliegue en el sentido opuesto a fin de limitar el desplazamiento relativo de las láminas.
- No retirar la funda ni hacer las perforaciones en los extremos hasta después de haberlas conformado.
- Es preferible perforar por punzonado (poca deformación, ausencia de esquirlas).
- Utilizar contrachapados guía para taladrar con broca.

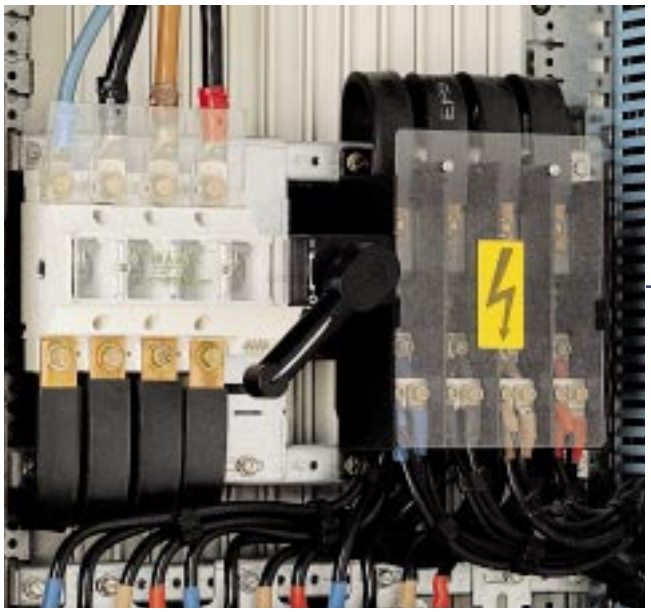
Algunos ejemplos:



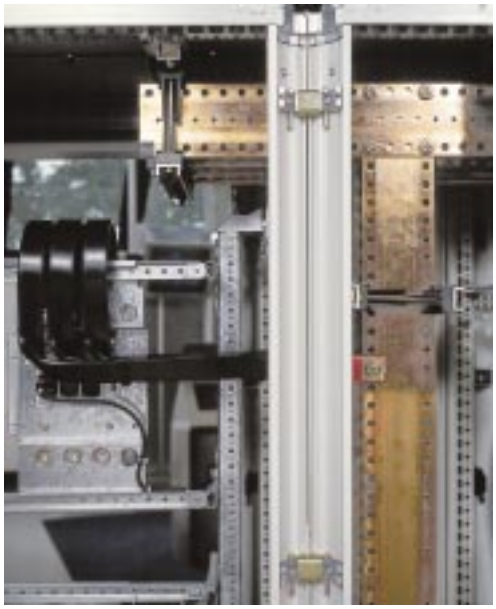
**Plegado a 90°
(planos paralelos)**



**Bayoneta
(planos paralelos)
45•••**



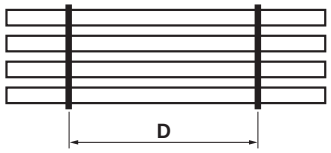
Unión mediante barras flexibles 20 x 4 ref. 374 16 entre un Vistop 160 y un repartidor ref. 374 00



Conexión de un DPX 630 trifásico extraíble mediante barras flexibles

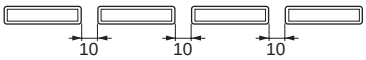
3 Condiciones de instalación y circulación

El modo de instalar las barras flexibles puede influir ampliamente en la capacidad de enfriamiento de éstas y en el comportamiento frente a los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.
Teniendo en cuenta la diversidad de configuraciones, es muy difícil dictar normas universales de fijación de las barras en lo que a cortocircuitos se refiere.

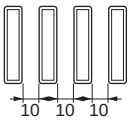


Se han escogido tres modelos estándar, del más favorable al más desfavorable.

A - Barras de canto distanciadas 10 mm



B - Barras de plano distanciadas 10 mm



C - Barras de plano en contacto



Valores indicativos de las distancias D mínimas entre fijaciones de las barras

Barras	13 x 3			20 x 4 20 x 5 24 x 4			24 x 5			32 x 5 40 x 5			50 x 5			50 x 10		
Ipk(kA)	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
10	350	150	100		250	150		500	400		500	400			500			
15	250	100	70	500	150	100		400	250		300	250		500	350			
20	200	80	50	350	100	100	500	300	200		250	200		300	250			500
25	150	60		300	100	80	400	200	150		200	150		250	200		500	400
30	100			250			350	150	100	500	150	150		200	150		400	350
40				200			250	100		400	100	100		150	100		300	250
50				150			200			300			500	100			250	200
60							150			250			450				200	150
70							100			200			400			500	150	100
80										150			350			450	100	
90										100			300			400		
100													250			350		

Teniendo en cuenta la variabilidad de las configuraciones, los valores anteriores se dan únicamente a título orientativo.

Las distancias indicadas no prejuzgan la resistencia mecánica de los soportes utilizados, que pueden estar sometidos a esfuerzos muy elevados, por lo que, generalmente, se utilizarán:
- dispositivos a medida (separadores de fábrica + tornillos) en el modo A
- separadores en modo B (atención, algunos sólo desempeñan funciones de separación para la disipación térmica, requiriéndose en tal caso bridas complementarias)
- bridas para el modo C, que conviene limitar a cortocircuitos presumibles no superiores a 15 kA.



Conexión con barras 24 x 5 en DPX 250



Conexión con barras flexibles sobre base de aparato extraíble



Juego de barras flexibles

Las barras flexibles pueden deformarse al producirse un corto-circuito de elevado valor (>25 kA). A este nivel, el riesgo de contacto con una masa está limitado por la presencia del aislante. Con cortocircuitos de muy alto valor (50 kA), el principal riesgo es el arranque de las conexiones: en tal caso se recomienda la fijación con tornillos pasantes.

4 Conexión

Es necesario dimensionar las zonas de conexión de las barras flexibles en función de su sección. La longitud L de recubrimiento debe ser al menos igual a la anchura de la barra lg o a 5 veces su espesor (utilizar el mayor de ambos valores).
Para las barras de 10 mm de espesor, se recomienda un recubrimiento mínimo de 75 mm y la fijación con 2 tornillos.

El apriete de la barra flexible debe efectuarse de manera que las láminas permanezcan apretadas. Se recomienda utilizar arandelas anchas formando cuerpo con los tornillos ref. 374 64 (M8) y ref. 374 65 (M12), o bien una chapa de seguridad.

Diámetros de tornillo recomendados

Anchura de la barra	Ø tornillo
13 mm	M6
20 mm	M6 / M8
25 mm	M8
32 mm	M10
50 mm(1)	M12

(1) Cuando el espesor sea de 10 mm, prever 2 tornillos M12.



Conexión de una barra 50 x 10 m con 2 tornillos M12 ref. 374 65, con arandelas anchas incorporadas



Conexión de un DPX 250 ER con barras flexibles 13 x 3



Apriete de una barra 50 x 10 con chapa de seguridad



Apriete directo de barras flexibles de 5 mm de espesor entre dos barras rígidas con la misma separación

Precauciones del cableado

La ejecución del cableado exige ciertas precauciones; puede facilitarse con sencillos consejos y soluciones prácticas y adecuadas en cuanto a productos.

1 AGRUPAMIENTO DE CONDUCTORES EN PARALELO

A partir de una determinada intensidad (generalmente algunos centenares de amperios), el uso de varios conductores en paralelo permite limitar su sección, facilitando así su manipulación.
Esta técnica, utilizada con gran frecuencia para los conductores situados entre el transformador y el tablero principal (TGBT), lo es también para las salidas de elevada potencia.
El cuadro inicial del capítulo III.E.5 recoge las combinaciones más frecuentes (2 a 6 conductores de 120 a 300 mm^2).
La disposición de los conductores en triángulo (o en trébol) permite un mejor equilibrio, pero generalmente está limitada a 2 ó 3 conductores por fase. Más allá de esto, la superposición de capas limita el enfriamiento y se prefiere la colocación por capas.



Salidas en paralelo





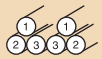
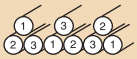
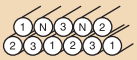
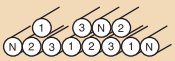
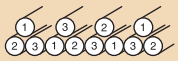
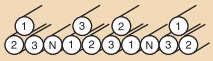
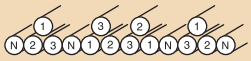
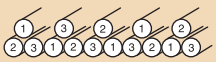
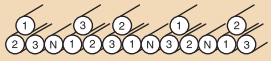
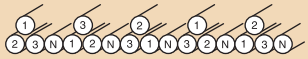
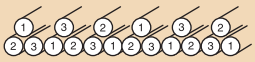
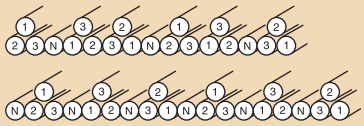
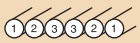
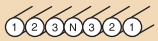
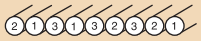
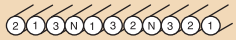
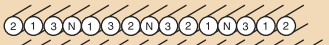
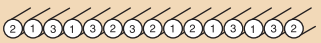
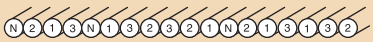
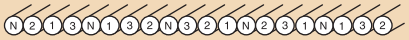
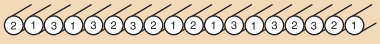
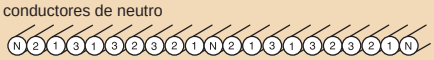
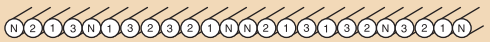
Disposición ordenada de conductores que respetan las reglas de agrupamiento y las precauciones frente a un incendio

Conexión de 4 conductores 240 mm^2 por polo con bornes de gran capacidad ref. 262 70 en un DPX 1600.

Regla básica

Si se colocan varios conductores en paralelo, deben distribuirse en tantos grupos como conductores en paralelo haya. Cada grupo comprenderá un conductor de cada fase. Los grupos de conductores deberán situarse cerca unos de otros. Cabe señalar que esta regla de proximidad se aplica igualmente a los monoconductores (fases, neutro y conductor de protección).

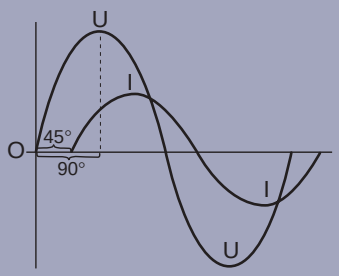
Naturaleza de los conductores

Tipo de instalación	N° de los conductores por fase	f_S	Sin neutro	Con neutro
En trébol	2	1		1 conductor de neutro  2 conductores de neutro 
	3	1		2 conductores de neutro  3 conductores de neutro 
	4	1		2 conductores de neutro  4 conductores de neutro 
	5	1		3 conductores de neutro  5 conductores de neutro 
	6	0,8		3 conductores de neutro 6 conductores de neutro 
En capas	2	1		1 conductor de neutro  2 conductores de neutro 
	3	0,8		2 conductores de neutro  3 conductores de neutro 
	4	1		2 conductores de neutro o  4 conductores de neutro o 
	5	0,8		3 conductores de neutro  5 conductores de neutro 
	6	0,7		3 conductores de neutro  6 conductores de neutro 

La distribución trifásica con conductores en paralelo ha de responder a estrictas normas de disposición geométrica. Esto supone igualmente que todos los conductores sean de la misma naturaleza, sección y longitud, que no tengan ninguna derivación en su recorrido y que no puedan ser alimentados individualmente. Si no se respeta alguna de estas condiciones, no será posible la protección global del haz de conductores en paralelo con un solo aparato, sino que habrá que utilizar un dispositivo por conductor.

Impedancia de los conductores

Los conductores eléctricos presentan en corriente alterna una impedancia (expresada en ohmios) que es función compleja de tres elementos: la resistencia R (llamada también resistencia óhmica), la reactancia L debida a la autoinducción del conductor, y la capacitancia $\frac{1}{c\omega}$ (o reactancia capacitiva) debida al recorrido contiguo de los conductores que crea un condensador. Se considera que por encima de 240 mm², la contribución de la reactancia L se hace preponderante en la impedancia. El conductor se comporta entonces como un receptor desfasando la corriente y la tensión. La figura adjunta está determinada para un desfase de 45º (cos φ = 0,5). La resistencia y la reactancia son iguales. Cabe señalar que, para estas corrientes, puede despreciarse la parte correspondiente a la capacitancia.

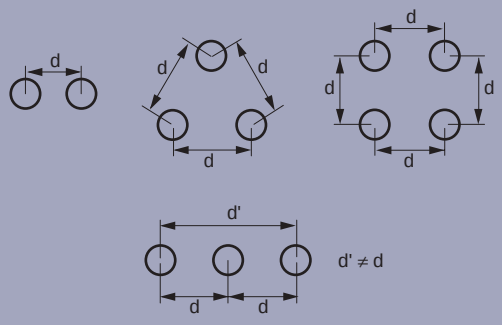


Coeficiente de autoinducción o inductancia propia (L)

Determina la fuerza electromotriz «e» que circula por un conductor como consecuencia de la variación del flujo magnético (ϕ) que rodea a dicho conductor. La inductancia del conductor depende de las características magnéticas del material, del medio y de su geometría (longitud, número de espiras): $e = -L \frac{d\phi}{dt}$

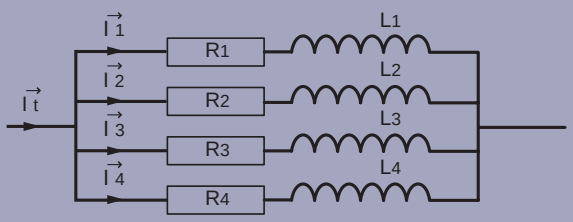
Inductancia mutua

En una conexión simétrica, el coeficiente de autoinducción es sensiblemente idéntico para cada conductor y vale: $L = (0{,}05 + 0{,}46\ d \log\frac{d}{r})$ en mH/km.
d es la distancia media entre los ejes de los conductores
r es el radio del alma del conductor
En una disposición no simétrica, al ser las distancias d diferentes, las inducciones mutuas entre conductores serán también diferentes.
Lo que generará un reparto asimétrico de la corriente.



Aplicación a los conductores en paralelo

El reparto equitativo de las corrientes en varios conductores idénticos en paralelo tiene que ver únicamente con la igualdad de las impedancias de cada uno de los conductores. Al hacerse preponderante la parte de la inductancia con el incremento de la sección, la disposición geométrica de los conductores será preponderante (valores de las distancias d idénticos entre cada uno).



Disposición trifásica

En un cable, o en un haz de conductores trifásicos (con o sin neutro), la suma vectorial de las corrientes es nula y la inducción magnética resultante creada por los conductores es muy débil si éstos están agrupados y dispuestos regularmente. Si ese no es el caso, el coeficiente de autoinducción de los conductores se verá modificado como consecuencia de la interacción del campo magnético creado, y las inductancias propias y mutuas, así como el reparto de las corrientes, resultarán desequilibrados.

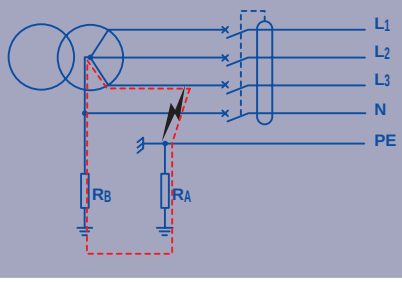
2 AGRUPAMIENTO DE CONDUCTORES EN PARALELO

Antes de los dispositivos de protección contra sobreintensidades (regímenes de neutro TN e IT), o de los dispositivos diferenciales (régimen TT), la protección contra las consecuencias de un eventual falla (entre fases y masa metálica) no está garantizada.
El riesgo de contacto indirecto debe evitarse absolutamente por otro medio: en la práctica, la única medida de compensación que puede aplicarse es el doble aislamiento (clase II), el cual puede obtenerse directamente por los aparatos o por aislamiento complementario de la instalación (véase el capítulo I.E.1 y I.C.6).

.

Protección en regomenes TN e IT o TT

El bucle de falla no pasa por el dispositivo de protección



La aplicación de la clase II antes de las protecciones se apoya en cuatro reglas esenciales:
- el uso de conductores o de cables que, debido a su constitución, presentan un doble aislamiento

- la instalación de un aislamiento complementario alrededor de los conductores que no poseen este doble aislamiento (instalación en canal aislante, en conducto aislante o en carcasa aislante)

- la utilización de elementos aislantes que permite mantener desnudos los elementos conductores (barras) a una distancia de aislamiento del doble del valor convencional.

- el embridado de los conductores de manera que no pueda establecerse ningún contacto con una masa cercana en caso de desenganche o de desconexión accidental.
Deben tenerse en cuenta los eventuales esfuerzos mecánicos (vibraciones, movimientos, esfuerzos electrodinámicos).





Monoconductor y cable multiconductor



Doble aislamiento aportado por la envolvente del XL 195: necesidad de la clase II hasta las bornes del DPX con bloque diferencial.





Embridado de los conductores al nivel de las conexiones utilizando cubrebornas (DPX y Vistop).

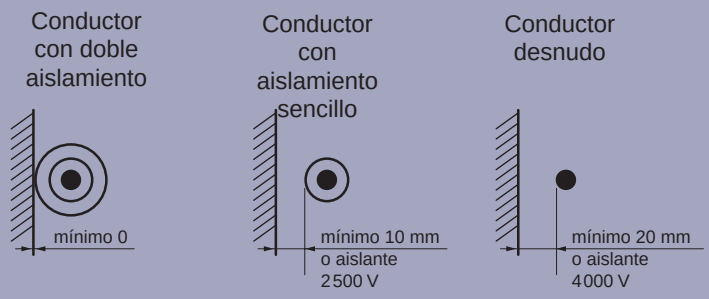
Las barras flexibles presentan una tensión de aislamiento de 1.000 V.
Su asimilación a conductores de clase II es posible siempre que se limite la tensión de utilización a U_0 : 500 V (el aislamiento se considera en este caso como reforzado, véase el capítulo I.C.6) o, preferentemente, manteniendo por medios mecánicos (embridado, soportes, rigidez propia) el aislamiento de las barras a una distancia suficiente de las partes metálicas (10 mm).

Todos los soportes de los juegos de barras Legrand pueden utilizarse directamente antes de los dispositivos de protección. La duplicación por diseño de las distancias de aislamiento garantiza el doble aislamiento con respecto a las masas metálicas.



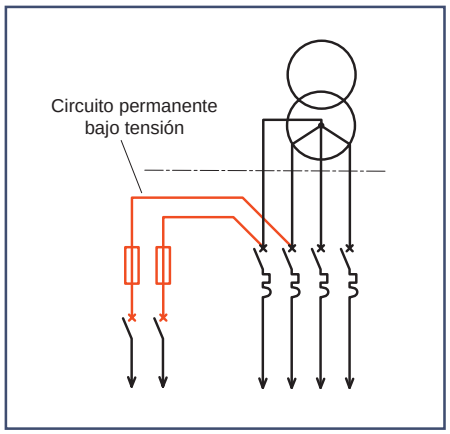
Situación de los elementos conductores con respecto a las masas metálicas en la clase II (antes de los dispositivos de protección) para una tensión de aislamiento de 500 V.

Estas disposiciones implican la necesidad de mantener las distancias mínimas permanentemente, incluso en situaciones de fallo (esfuerzos electrodinámicos) mediante embridados apropiados.



Las distancias de aislamiento pueden sustituirse por elementos aislantes (pantallas, soportes, separadores) de menor espesor, pero que posean suficiente resistencia mecánica y una resistencia dieléctrica mínima de 2.500 V o de 4.000 V (véanse los esquemas).

Algunos circuitos de medida, señalización o detección deben conectarse antes del dispositivo principal de protección del conjunto.



Además de su protección contra contactos indirectos (véase más arriba), estos circuitos deben ser objeto de precauciones particulares:
- contra riesgos de cortocircuito
- contra riesgos derivados del hecho de estar continuamente bajo tensión tras el corte del dispositivo principal.

Se aplicará la prescripción de doble aislamiento a fin de limitar el riesgo de contacto con las masas y se tomarán medidas para que resulte improbable cualquier riesgo de cortocircuito.

Los conductores de los circuitos no protegidos deberán conectarse de la manera más segura posible.

En la ejecución de circuitos no protegidos debe tenerse en cuenta la resistencia mecánica de los conductores:



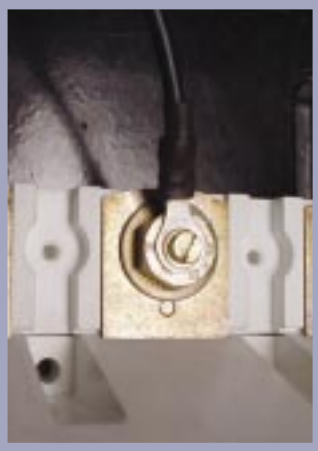
Ejemplo de conexión en placa de cobre añadida a la conexión.
Los tornillos están provistos de arandelas de freno.

Lo que debe evitarse

• Conexión en la cabeza del tornillo: la perforación puede fragilizar el tornillo de mayor diámetro.

• Conexión de cables entre terminales y zona de conexión del aparato: puede cortarse el cable y se compromete el alcance de las superficies.

• Conexión directa en el borne del aparato al cable de alimentación de gran sección: el comportamiento es aleatorio.



- los conductores de aislamiento sencillo deben protegerse mediante una funda complementaria (tipo canalización extensible de paso de puerta ref. 366 38, por ejemplo), o instalarse en canal si existe riesgo de contacto con elementos que pueden dañarles
- los conductores que posean una gran resistencia mecánica pueden utilizarse directamente
- los cables mono o multiconductores (véanse las tablas) pueden utilizarse sin funda complementaria, salvo que exista riesgo de agresión mecánica (arista viva).

La sección de los conductores de los circuitos no protegidos, escogida normalmente para la potencia de los circuitos que alimentan, no debe reducirse demasiado en la práctica a fin de que puedan garantizar una resistencia mecánica suficiente: generalmente se utiliza un valor mínimo de 4 mm^2 .

El dispositivo de protección de los circuitos permanentes deberá escogerse evidentemente no solo en función de la intensidad del circuito que protege, sino también de la intensidad presumible de cortocircuito en cabecera del conjunto. Valores muy elevados conducen frecuentemente a la utilización de cortacircuitos de cartuchos fusibles.

Los circuitos no protegidos y permanentemente bajo tensión carecen de marcado específico. Conviene identificarlos claramente con una indicación del tipo:
«Atención, circuitos permanentes no cortados por el dispositivo principal», completada eventualmente con la identificación de los circuitos en cuestión (por ejemplo: «presencia de tensión», «iluminación armario», «detección de grupo»...).



La norma internacional EN 60204-1 (seguridad de máquinas) prescribe que dichos circuitos estén separados físicamente del resto de circuitos y/o marcados con el color anaranjado del aislante de los conductores. Los bornes Viking ref. 393 38/39 están especialmente adaptadas a estos circuitos.

3 PROTECCIÓN CONTRA LOS EFECTOS DE LOS CORTOCIRCUITOS

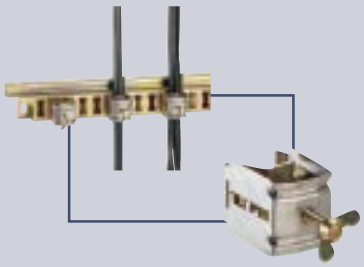
En caso de cortocircuito, dos son los efectos destructivos que pueden afectar a los conductores:
- el esfuerzo térmico, cuya protección está normalmente garantizada por el poder limitador de los dispositivos de protección (fusibles, interruptores automáticos)
- las tensiones electrodinámicas, cuyos esfuerzos entre conductores pueden tener efectos destructivos.

Cuando se produce un cortocircuito entre dos conductores activos (caso más frecuente), los conductores recorridos por la intensa corriente del cortocircuito tienden a separarse con un efecto proporcional al cuadrado de la intensidad. Si están mal fijados, se pondrán a vibrar (como un látigo) con el consiguiente riesgo de arrancamiento de su conexión y de contacto con otro conductor o una masa, pudiendo así provocar otro cortocircuito con un efecto de arco muy destructivo.

Los cables multiconductores están diseñados para resistir los esfuerzos que pueden ejercerse entre conductores.

Es la utilización de cables monoconductores la que requiere particularmente mayores precauciones.

Las siguientes indicaciones, destinadas a llamar la atención sobre la importancia de la fijación de los conductores, no pueden garantizar por sí solas la resistencia a las condiciones de cortocircuito, que sólo pueden simularse mediante ensayos.

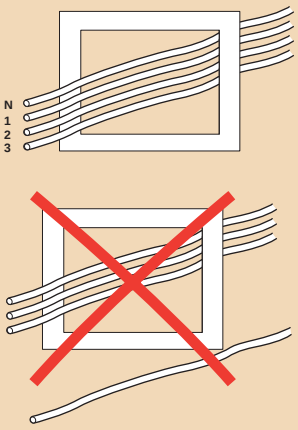
Precauciones de cableado	
Valor de cortocircuito presumible Icc ≤ 10 kA	Ninguna precaución especial (la norma EN 60439-1 no exige ensayo)
10 kA < Icc ≤ 25 kA	Los conductores deben fijarse con bridas. Pueden agruparse en la guía de cables de un mismo circuito.  
25 kA < Icc ≤ 35 kA	Los conductores de un mismo circuito deben mantenerse separados y fijados unitariamente. Si se agrupan en guías, deberá aumentarse el número de bridas (una cada 50 mm) 
35 kA < Icc ≤ 50 kA	Los conductores de un mismo circuito deben fijarse unitariamente a un soporte rígido (placa, perfil) no agresivo. Están físicamente separados. Cada fijación está constituida por dos bridas cruzadas. 
Icc > 50 kA	Con estos valores de cortocircuito, las tensiones son tales que los medios de fijación deben estudiarse específicamente: perfiles mecanizados y varillas roscadas, por ejemplo. En estos casos extremos pueden utilizarse los perfiles y bridas inoxidables Legrand. Fijación de los conductores Precauciones de cableado 

Los juegos de barras se someten sistemáticamente a una determinación precisa de sus condiciones de instalación (distancias entre soportes) con miras a posibles cortocircuitos (véase el capítulo II.D.1).
Los conductores internos de los tableros no son generalmente objeto de dicha determinación, por lo que pueden constituir fuentes de daños. Debería tenerse muy en cuenta dicho riesgo.

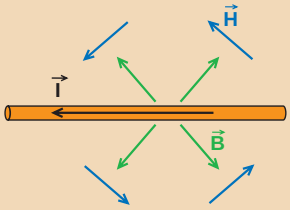
4 PRECAUCIONES ANTE LOS EFECTOS MAGNÉTICOS

El paso de corrientes elevadas por los conductores induce en las masas metálicas que los rodean efectos magnéticos que pueden traducirse en un calentamiento inaceptable del material.
Por lo tanto, son imperativas ciertas precauciones de cableado. Pérdidas llamadas «por histéresis», ligadas a la saturación de los materiales magnéticos, son originadas en los tableros por los elementos constructivos (estructuras de armario, chasis, marcos soporte) situados en torno a los conductores.
Para reducir la inducción creada, hay que reducir la corriente... o colocar los conductores de manera que el campo sea lo más pequeño posible.

A fin de minimizar la inducción creada en los bucles magnéticos, se recomienda situar siempre todos los conductores activos de un mismo circuito (fases y neutro) en los mismos marcos metálicos (de acero).
Al ser nula la suma vectorial de las corrientes, la de los campos creados lo es también.



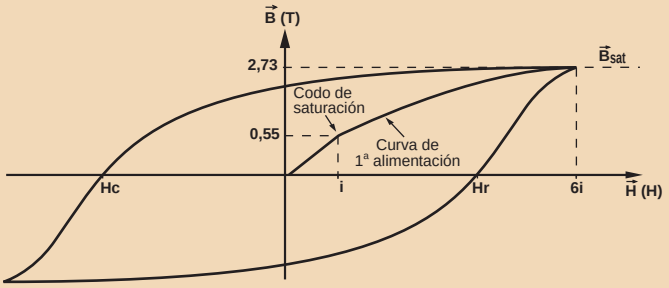
La circulación de una corriente $\vec{I}$ por un conductor crea un campo magnético proporcional H cuyo efecto es el de crear una inducción $\vec{B}$ en el espacio que le rodea. El valor de $\vec{B}$ depende no solo del valor del campo (y por lo tanto del de la corriente), sino también de las características magnéticas del entorno o del material; es lo que se conoce como permeabilidad magnética μ, expresada en henrios por metro (H/m). Cuanto más aumenta la permeabilidad del material, más se concentran las líneas del campo y más elevada es la inducción.



Por encima de un determinado valor, se presenta saturación y calentamiento. Los materiales férreos (acero), al ser magnéticos por naturaleza, son especialmente aptos no solo para conducir los campos, sino también para llegar a la saturación si dichos campos son demasiado elevados.

Ciclo de histéresis del acero

Las pérdidas (calentamiento) son proporcionales a la superficie del ciclo.



Hr: Campo remanente tras el retorno de B a 0 (anulaciónde la corriente)
Hc: Campo coercitivo necesario para anular el campo remanente Hr.
En corriente alterna, Hr y Hc se anulan mutuamente a la frecuencia de red de 50 Hz.

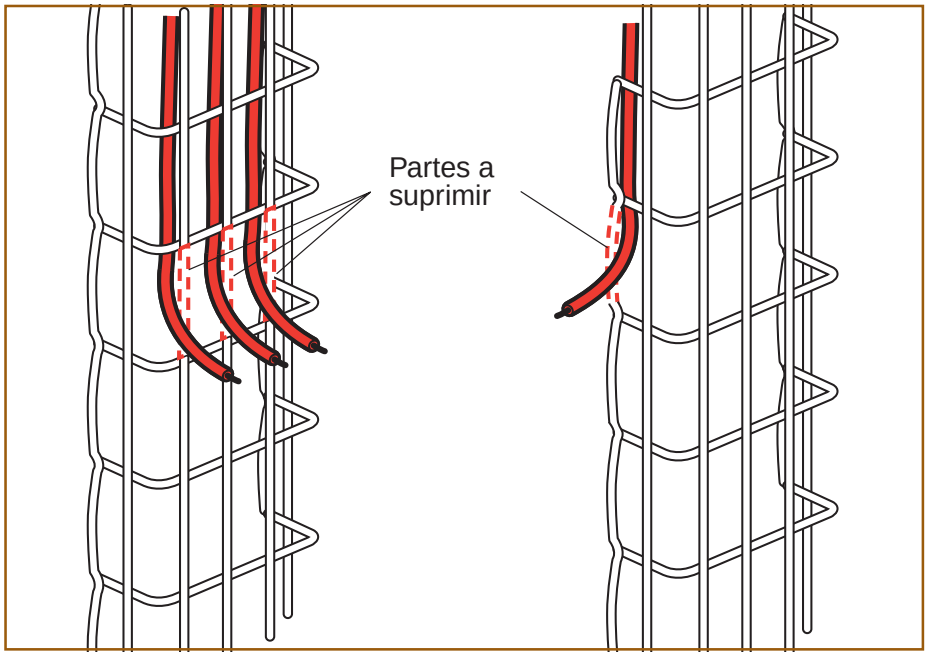
Cuando todos los conductores de un mismo circuito no pueden pasar juntos sin interponer elementos ferro-magnéticos (como pueden ser soportes de aparatos, placas de entrada de cables, tabiques de paso), hay que situarlos sobre soportes de material no magnético (aluminio, cobre, inoxidable o plástico).
Esta disposición es aconsejable a partir de 400 A por conductor e imperativo por encima de los 630 A.
Siempre que sea posible, los conductores se dispondrán en trébol a fin de reducir los campos inducidos (véase el esquema de agrupamientos de conductores en paralelo).
El paso y la fijación de conductores separados en escalerillas de cables requieren también ciertas precauciones.
Para evitar importantes calentamientos de los elementos de la escalerilla de cables, es aconsejable suprimir las partes que crean marcos en torno a un conductor.
También es posible la rotura del circuito magnético mediante la supresión de elementos.
En todo caso, hay que comprobar que la resistencia mecánica sigue siendo aceptable.



La interposición de perfiles de aluminio sobre los soportes de los juegos de barras Legrand evita la creación de circuitos magnéticos.

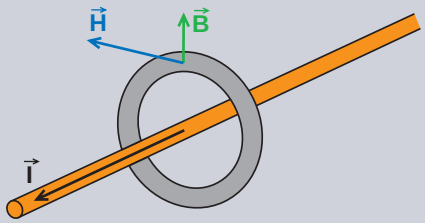
Las placas pasacables permiten garantizar la estanqueidad (juntas de espuma, cepillos, placas Cabstop™), evitando el problema de los circuitos magnéticos. Con este mismo objetivo, los perfiles y bridas inoxidables ref. 347 38 permiten igualmente la fijación de cables de potencia.





Los circuitos magnéticos alrededor de los conductores unitarios son asimilables a toroidales cuya reluctancia vale:

$$R = \frac{L}{\mu 0\ \mu r\ S} \text{ en 1/henrios } (H^{-1})$$



L: Longitud del circuito (perímetro del toroidal) en m
S: Sección del toroidal en m^2
$\mu 0$: Permeabilidad magnética del aire o del vacío ($4\ \pi\ 10^{-7}$)
μr: Permeabilidad magnética del material (500 a 1.000 para el acero)

El flujo inducido en el toro vale: $\phi = \frac{N \cdot I}{R}$ en weber (Wb)

N: Número de espiras = 1 (paso del conductor)
I: Intensidad en amperios (A)

La inducción calculada para la sección del toroidal vale: $BH = \frac{\phi\ H}{R}$

Si el cálculo demuestra un valor de inducción superior a 0,5 T (para el acero corriente), se producirá saturación del material y calentamiento.

Interposición de elementos de unión de aleación ligera no magmética ...







... evitan la formación de circuitos magnéticos al nivel de las estructuras y de los chasis de los armarios XL. Por lo tanto, estos armarios pueden utilizarse para potencias muy elevadas sin ningún efecto de inducción incontrolada.

Alimentación de los aparatos

1 Llegada de los conductores

Por razones prácticas de conducción de los conductores, cada vez es más frecuente realizar la conexión de los cables de llegada, en función de las necesidades, en los bornes situados en la parte superior de los aparatos o en la inferior.

Esta práctica exige adoptar dos precauciones

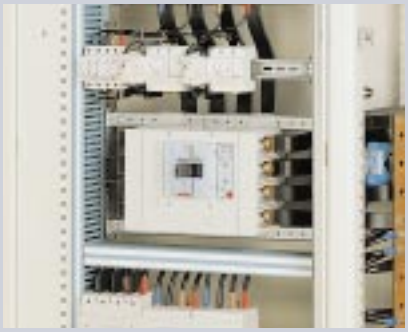
- el aparato a conectar debe estar previsto para ello
- los bornes de alimentación deben identificarse, especialmente si se trata de bornes posteriores.

Los aparatos DPX pueden estar alimentados indistintamente por los bornes situados antes o después, incluso cuando están provistos de bloques diferenciales.
Asimismo, pueden funcionar en posición vertical u horizontal.

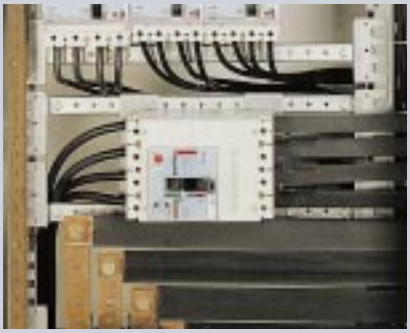
Llegada de los conductores



Alimentación inferior de un DPX 630 (2 x 185 mm² en bornes ref. 262 51).



Alimentación por los bornes anteriores a la derecha.



Alimentación por los bornes anteriores a la izquierda.

Según los mercados o las costumbres nacionales, puede existir un sentido preferente de alimentación de los aparatos. Si éste difiere del que se ha decidido utilizar para la ejecución, es aconsejable colocar indicaciones complementarias que permitan identificar la alimentación:

ATENCIÓN: alimentación por bornes posteriores

o marcas del tipo:

bornes de salida ↑ ↑ ↑ ↑

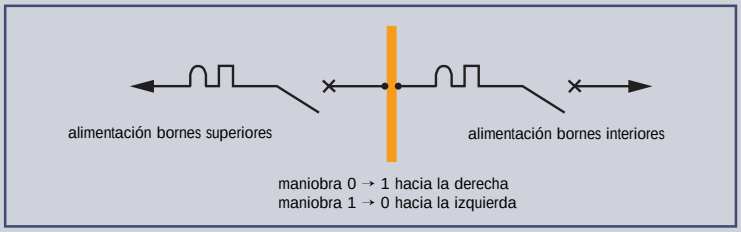
bornes de entrada ↓ ↓ ↓ ↓

1 Posición de los aparatos

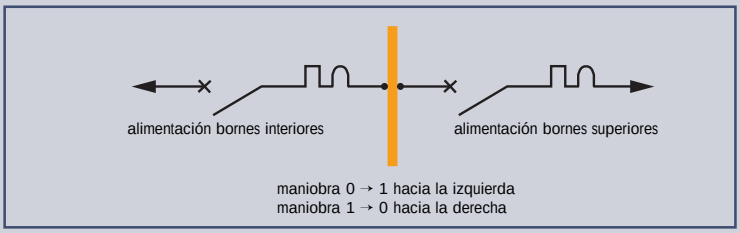
Cuando los aparatos se instalan en posición horizontal, es recomendable que el sentido de maniobra de los órganos de mando sea idéntico para la totalidad de la instalación y, con mucho mayor motivo, para un mismo conjunto.

Todos los aparatos DPX instalados en posición horizontal pueden situarse indistintamente: O ➡ 1acia la derecha o hacia la izquierda. La simetría se consigue dando sencillamente la vuelta a la placa.

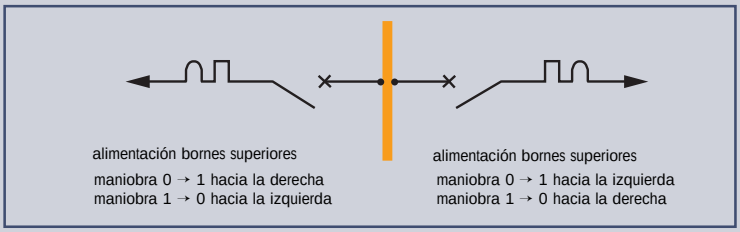
Diferentes configuraciones de alimentación con aparatos instalados en posición horizontal



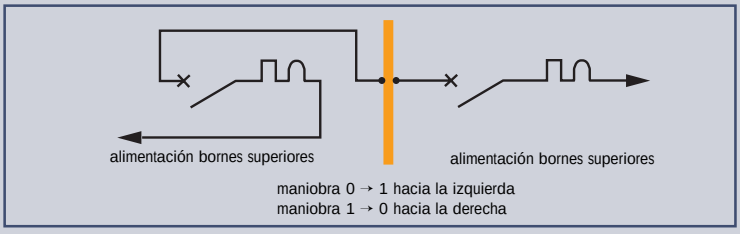
Configuración recomendada si se indica la alimentación por bornes superiores.



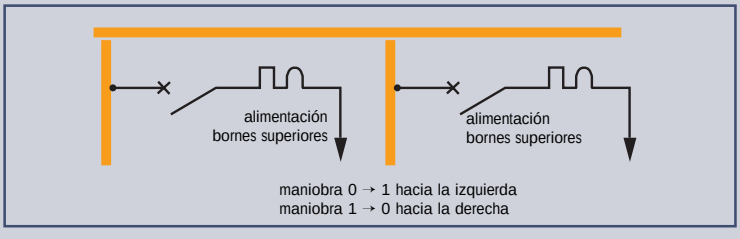
Configuración admitida si se indica la alimentación por bornes inferiores.



Alimentación de los aparatos por bornes superiores, pero inversión de las maniobras.
Configuración desaconsejada.



Configuración aconsejada si el sentido de la alimentación es obligatorio.



Configuración aconsejada para facilitar la circulación de las barras y de los cables (canalización de barras a la izquierda, canalización de cable a la derecha).

3 Indicación del polo neutro

No existe posición normalizada del polo neutro que pueda diferir según las costumbres locales.
A la derecha o a la izquierda: aparato vertical.
Arriba o abajo: aparato horizontal.

El conductor neutro debe estar indicado con el color blanco. Si no se dispone de conductores de este color (cables industriales), se recomienda colocar manguitos blanco en los extremos cercanos a los bornes.



Los aparatos DPX se suministran con el neutro marcado en el polo de la izquierda (en tetrapolares)

4 Sección del conductor neutro

Regla básica

Por principio, el conductor neutro está considerado como un conductor activo. Por lo tanto, debe dimensionarse como un conductor de fase, estar protegido contra sobreintensidades y poder ser seccionado.

• Dimensionamiento

La norma NCH Elec. 4/84 indica que la sección del neutro en sistemas trifásicos de 4 hilos deberá ser inferior al 50% de la sección nominal de los conductores de fase.
La practica indica y demuestra que por criterios de seguridad y explotación de las instalaciones, la sección del neutro recomendada en sistemas trifásicos que alimenten a cargas finales monofásicas lineales debe ser igual a la utilizada para las fases, mientras que en el caso de alimentar a cargas monofáicas no lineales productoras de armónicas de secuencia cero, el neutro deberá tener una sección al menos equivalente al doble de la sección de los conductores de fase.

Antes de la puesta en servicio, comprobar la posición de regulación de la corriente admisible en el neutro.



• Protección contra sobreintensidades.
Cuando la sección del conductor neutro (esquema TT o TN) es idéntica a la de los conductores de fase, el polo de neutro puede carecer de detección de sobreintensidad (polo no protegido).
• Seccionamiento
Todos los conductores activos, deben poder ser seccionados en el origen de la instalación y en el inicio de cada uno de los circuitos principales.

Un conductor neutro no puede ser común a varios circuitos.

Principales fuentes de armónicas

- Todos los aparatos que poseen alimentación AF con corte: televisión, PC, fax, lámpara de balast electrónico...
- Los graduadores monofásicos de variación del ángulo de fase.
- Los rectificadores de potencia tiristorizados: motores de velocidad variable, hornos, onduladores...
- Los aparatos de iluminación: lámparas de balast electromagnético, lámparas de vapor HP, tubos fluorescentes.
- Los equipos de arco eléctrico: soldadura, hornos.

Los conjuntos clase I y clase II

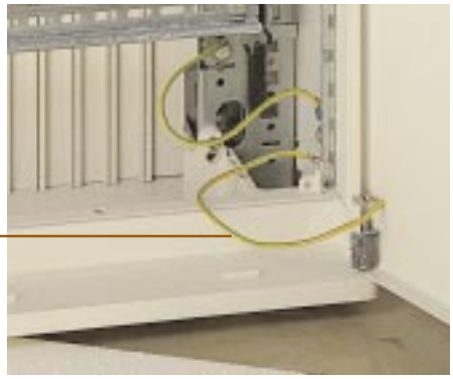
Es obligatorio tomar las disposiciones de protección contra los contactos indirectos sobre toda la instalación.
En general, en particular, se retienen dos métodos:
- la clase I, con los conceptos de continuidad y conexión al conductor de protección
- la clase II, que se basa en precauciones destinadas a conservar el aislamiento de las partes activas y masas.
Pero en los dos casos, la interconexión y la conexión de los conductores de protección debe realizarse en conformidad a las normas.

1 LA REALIZACIÓN DE LOS CONJUNTOS CLASE I

Todos los envolventes XL pueden tratarse según este método de protección.
Los elementos metálicos del envolvente serán conectados al chasis por contacto directo o por los conductores de conexión equipotencial previstos para tal efecto.
Los kits de asociación Effix Ref. 093 91 / 92 garantizan la conexión equipotencial de los chasis de las cajas XL 195.
El kit de asociación Ref. 093 93 de las cajas XL 135 no garantiza esta función.

1 Conexión de la puerta

La puerta de las cajas XL ,normalmente, no tiene necesidad de conectarse al conductor de protección (tensión de aislamiento superior a 400 V entre ésta y el chasis), salvo si se han instalado algunas unidades de comando y señalización (UCS) de tensión superior a 50 V, o si la caja es perforada por el comando metálico de un aparato que no presenta un nivel suficiente de aislamiento. En este caso, un conductor de conexión flexible Ref. 094 49 de sección 2,5 mm² deberá conectar la puerta al chasis o al borne principal para conductor de protección.
En todos los casos, la conexión efectiva de cada aparato por un conductor de protección dedicado de sección conveniente, si está provisto de un borne para conductor PE, permanece certificado, aunque las fijaciones garanticen el contacto.



Conexión equipotencial de la puerta de una caja XL con conductor flexible Ref. 094 49

Reglas de concepción de los conjuntos clase I

- La creación de un bucle de defecto eventual necesita:
- la conexión de las masas al conductor de protección
- la equipotencialidad de las masas simultáneamente accesibles
- la continuidad eléctrica de las masas entre ellas
- la fiabilidad de los dispositivos de conexión
- una conductividad suficiente para la circulación de las corrientes de defecto

2 Dispositivos de conexión

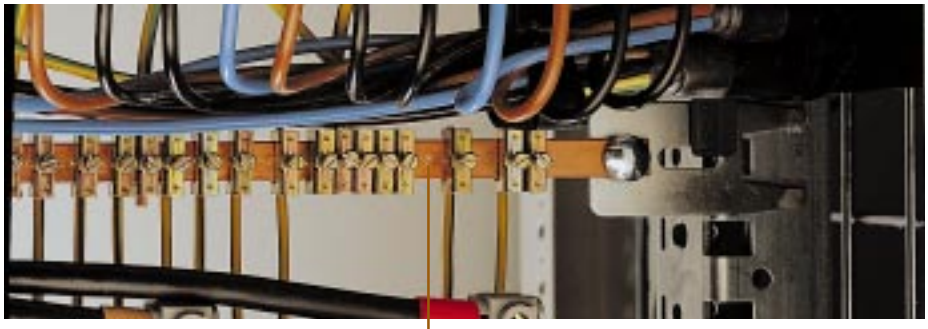
El conductor principal de protección se conecta e interconecta con todos los demás conductores de protección sobre el borne principal, que está directamente conectado al chasis del conjunto. Para la elección del borne principal (o colector) de los conductores de protección, ver página 591.



Conductores de protección conectados al chasis



Conexión directa al chasis



Conexión de los conductores de protección

2 EL TRATAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

1 Determinación de la sección de los conductores de protección.

Dos métodos permiten determinar la sección de los conductores de protección (conductores PE).
El primero, por la elección de las secciones de los conductores dimensionados para limitar todo riesgo cualesquiera que sean las condiciones del cortocircuito. Es el método más simple y el más seguro, aunque tiende a sobre dimensionar las secciones de los conductores de protección.
El segundo, por un cálculo justificando que la resistencia de los conductores y de sus terminales está en condiciones de soportar la dificultad máxima del cortocircuito. Este método requiere el conocer con precisión el valor presunto del cortocircuito y las características de los dispositivos de protección. Puede permitir optimizar las secciones utilizadas.

Francia
NF C 15-100 art. 543-7
Para las instalaciones de corriente de fuga importante (> 10 mA), la sección del conductor de protección no debe reducirse por debajo de 10 mm² (16 mm² aluminio).

Norma de base de derterminación de la sección

Sección de los conductores de fase S (mm²)	Sección mínima del conductor de protección correspondiente SPE (mm²)
S ≤16	S
16< S ≤ 35	16
S > 35	S / 2

En régimen TN-C la sección mínima del conductor PEN es 10 mm² en cobre o 16 mm² aluminio.

Si los conductores no forman parte de una canalización (cable), deberán tener una sección mínima de 2,5 mm² si se protegen mecánicamente (en una envoltura por ejemplo), y de 4 mm² si no se protegen.
Estas secciones se dan para conductores en cobre.
Con carácter práctico, se podrá aplicar la norma de equivalencia siguiente para la utilización de otros metales

aluminio: 1,5 x S_{PE}
latón: 2 x S_{PE}
acero: 2,8 x S_{PE}
plomo: 5,2 x S_{PE}

Secciones usuales de los conductores de protección en los conjuntos en función de la intensidad

I (A)	SPE (mm²)
10	1,5
16	2,5
20	4
25	4
32	6
40	10
63	16
80	16
100	16
125	25
160	35
200	50
250	70
315	95
400	120
500	150
630	185
800	240
1000	185(1) ó 2 x 150(2)
1250	240(1) ó 2 x 185(2)
1600	240(1) ó 2 x 240(2)
>1600	Sph / 4

(1) Valores SPh / 4 según EN 60439-1, § 7-3-1-7
(2) Valores SPh / 2 según CEI 364, § 543-1-2
Estos valores podrán diferir en la instalación en función de las condiciones (véase capítulo II.1.A).

Continuidad y perpetuidad de los conductores de protección: normas básicas

- Los conductores de protección deben ser protegidos contra los deterioros mecánicos, químicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.
- Excepto las conexiones solamente desmontables con herramienta, ningún aparato debe insertarse en los conductores de protección, incluidos los posibles enrollamientos de los dispositivos de control de continuidad.
- Las masas no deben conectarse en serie, excepto si se utilizan como conductores de protección.
- La desconexión de un circuito no debe implicar la desconexión de otros, lo que implica que los conductores de protección sean unitarios e independientes.
- Estas conexiones deben seguir siendo accesibles para comprobaciones y medidas.
- Cuando la protección contra los contactos indirectos está garantizada por dispositivos contra las sobre intensidades (regímenes IT, TN), los conductores de protección deben ser incorporados a la misma canalización o a proximidad inmediata de los conductores activos.

2 Terminales principales de los conductores de protección

Según la potencia de la instalación, este borne podrá presentarse en forma de una bornera, de una barra con bornes, de un riel con bloques de conexión o de una barra de cobre. A menudo se le llama colector de conductores de protección.
Se conectan a este conductor:
- el conductor principal de protección
- eventualmente el conductor de protección del transformador
- los conductores de protección de los circuitos de utilización
- las conexiones equipotenciales.

Al igual que para los conductores de protección, las características de este borne deben determinarse cuidadosamente.

Conexión equipotencial general



Realización de los bornes principales



... con ayuda de los bornes Viking Ref. 373 70/71/72/74/76/78



... con ayuda de una barra de cobre en el fondo del envolvente



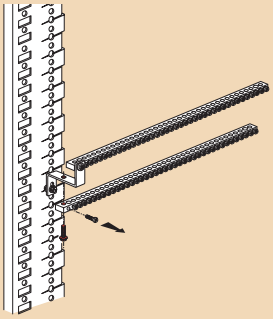
... con ayuda de una barra de cobre en la parte baja del armario



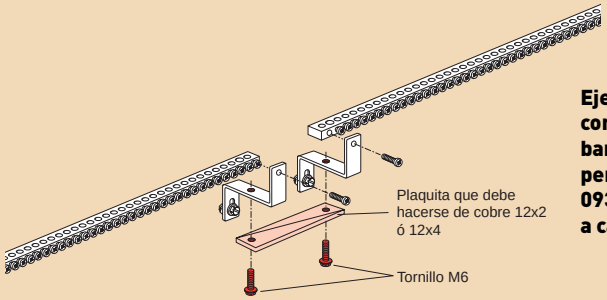
... con ayuda de una barra perforada Ref. 093 96

La oferta de productos Legrand permite armar el borne principal (colector) de los conductores de protección, adaptado a cada potencia enfrentándose a todo cálculo.

En el caso de conexión de numerosos circuitos de protección, puede ser necesario asociar dos (o incluso más) barras colectoras elementales. Se recomienda entonces no conectar estas barras entre ellas por un conductor verde/amarillo pero por un elemento conductor que no pueda ser desmontado por descuido.



Ejemplo de montaje de dos barras perforadas Ref. 093 96 yuxtapuestas



Ejemplo de conexión de dos barras perforadas Ref. 093 96 de punta a cabo

Soluciones para todas las potencias, para todos los tableros

Tipo de envolvente	Intensidad máxima del conjunto (A)	Borne o colector de conductor (es) de protección	Referencia	Esfuerzo térmico I^2t (1) (A^2s)	Sección del conductor principal de protección en cobre S_{PE} (2) (mm^2)
XL 600 / XL-A 600/800 / XL/XL-A 400 / XL 195 / XL-A 250 / XL 135	80	Borneras de distribución	048 01/03/20/22/30/32	0,9 x 10^7	16
		Rieles de fijación (TH 35-7,5) + bloques de conexión	374 04 393 70/71/72/76	0,9 x 10^7	16
	100	Borneras de distribución de barra plana réf. 092 17 (3)	048 05/06/07 048 24/25/26/28 048 34/35/36/38	1,2 x 10^7	16
	125	Barra perforada	093 96	2,04 x 10^7	25
	160	Rieles de fijación (TH 35-15) + bloques de conexión	374 02 092 00/02/13 393 70/71/72/74/76/78	3,2 x 10^7	35
		Barra de cobre 12 x 4 con abrazaderas perforadas + conector	093 95 373 89 373 65	4,7 x 10^7	35
	200	Barra de cobre 12 x 4 + abrazaderas(3)	093 95 373 60/61/62	5,8 x 10^7	50
	250	Barra de cobre 15 x 4	374 33	9,1 x 10^7	70
	315	Barra de cobre 18 x 4	374 34	1,3 x 10^8	95
	400	Barra de cobre 24 x 4	374 38	2,5 x 10^8	120
	500	Barra de cobre 25 x 5	374 18	3,9 x 10^8	150
	630	Barra de cobre 32 x 5	374 19	6,5 x 10^8	185
	800	Barra de cobre 50 x 5	374 40	2,5 x 10^9	240
	1000	Barra de cobre 63 x 5 (4)	374 41	2,5 x 10^9	2 x 150 ou 300
	1250	Barra de cobre 80 x 5 (4)	374 43	4,1 x 10^9	2 x 185
	1600	Barra de cobre 100 x 5 (4)	374 46	6,9 x 10^9	2 x 240

(1) Los terminales o colectores de conductores están dimensionados para una resistencia al esfuerzo térmico del cortocircuito idéntica a la del conductor principal de protección.
(2) En régimen TT, la sección del conductor principal de protección puede limitarse a 25 mm^2 si las tomas a tierra del neutro y de las masas son distintas.
(3) Utilización posible en conjunto de clase II. Ver capítulo II.D.3.
(4) Conforme a la normas EN 60439-1, la sección de la barra puede limitarse a 50x5 (S / 4).

3 Utilización de las masas como conductor de protección

Las masas que constituyen los chasis de las cajas y armarios XL pueden utilizarse como conductor de protección en la medida en que la fijación de los distintos elementos garantice automáticamente una interconexión equipotencial conforme a las condiciones del § 7.4.3.1 de la norma EN 60439-1 y del § 542.2 de CEI 60364-5-54 (internacionales).
Sin embargo, se recomienda limitar la función de conductor de protección solamente a los montantes del chasis (incorporados en las cajas XL, Ref. 095 95 para los armarios XL / XL-A), con el fin de limitar el riesgo de interrupción del circuito de protección por un desmontaje mecánico. En el caso de utilización de los montantes como conductores de protección, la sección del conductor de protección equivalente es de:
- 50 mm² para las cajas
- 70 mm² para los armarios,
con el fin de no superar la capacidad térmica equivalente de estos elementos.

• Rieles de fijación

Los rieles de fijación de los aparatos del tipo TH 35-7,5, TH 35-15 y G 32 pueden también utilizarse como colector de los circuitos de protección, con tal que las conexiones se efectúen con los bloques de conexión Legrand específicos para este uso:
Ref. 393 70 / 71 / 72 / 73 / 74 / 76 / 78 (véase página 134).

Continuidad de las masas



... por los montantes integrados de la caja XL



... por los montantes Ref. 095 95 en armario XL/XL-A



... por conexión directa a la platina de fijación y las transversales multifunción Ref. 095 67

Esfuerzos térmicos admisible de los montantes de equipos:
- cajas XL:1,1 x 10^8 A^2s
- armarios XL:1,4 x10^8 A^2s

La sección eléctrica equivalente de las masas constituidas por las cajas y armarios XL permite utilizar éstas para la conexión equipotencial y la conexión a tierra de los pararrayos (véase página 124)
Con el fin de evitar toda ambigüedad, no utilizar conjuntamente las masas con fines de protección (conductor PE) y con fines funcionales (pararrayos).
La utilización de las masas como PEN está prohibida.

3 LA REALIZACIÓN DE LOS CONJUNTOS CLASE II.

Estos conjuntos también llamados "de aislamiento total" por la norma internacional EN 60439-1 encuentran especialmente su aplicación, cuando el dispositivo de protección colocado en el origen de la instalación realizada en esquema TT no posee función diferencial. Además de su interés económico, esta solución permite cumplir las condiciones de coordinación de los dispositivos de protección diferencial tal como están definidas en la norma internacional CEI 60364-5-53.

Las cajas XL 135 pueden tratarse directamente según este método de protección. La utilización de los equipos Ref. 093 52/53/54/55/56/57 permite tratar también en clase II las cajas XL 195.

1 Precauciones de puesta en marcha

Una serie de precauciones son necesarias para obtener el nivel de seguridad óptimo:

- las masas metálicas (chasis, rieles, plastrones) no deben nunca conectarse al conductor de protección.
- los conductores de protección deben ser tratados como conductores activos y en consecuencia aislados y conectados por terminales sin conexión eléctrica con el riel.
- los terminales para conductores de protección de los aparatos que tienen electricidad no deben conectarse.

Se recomienda ocuparse especialmente del cableado, o mejor dicho, de ligar a todos los conductores hacia las conexiones en proximidad, o mejor aún, de hacerlos avanzar en canaletas aislantes que proporcionarán una seguridad óptima en caso de intervención.

Conviene también comprobar que el conjunto no es atravesado por partes metálicas susceptibles de transmitir un potencial desde el interior hacia el exterior. Los comandos desplazados de los aparatos deberán presentar un aislamiento doble (o reforzado) con relación a las partes bajo tensión. Los acoplamientos de transmisión deberán aislarse de los conductores que corren el riesgo de tocarse.

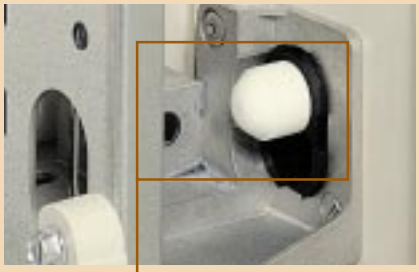
Además los tornillos de fijación mural no deberán estar en contacto con el chasis interno (entramado aislante) y deberán protegerse de un posible contacto (máscara para la cabeza).

Velar en no utilizar golillas que corren el riesgo de comprometer este aislamiento. Los entramados en poliamida suministrados montados sobre el apoyo de las cajas XL también deben soportar la dificultad de sujeción.

Caja X clase II



No poner golillas en las cabezas de los tornillos de fijación



Aislar las cabezas de los tornillos de fijación con los capuchones proporcionados

Normas de concepción de los conjuntos de clase II

- El aislamiento principal de los aparatos se duplica con el aislamiento suplementario aportado por el envolvente, es el doble aislamiento.
- La separación física de los dos aislamientos debe poder testearse independientemente.
- Las partes metálicas no se conectan a los conductores de protección.
- Los conductores de protección son considerados como partes activas.
- El contacto de los conductores con las partes metálicas circundantes debe impedirse en caso de desconexión accidental.

2 Borne principal de los conductores de protección

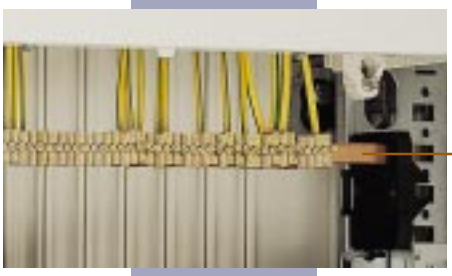
Esta función puede estar garantizada por los siguientes dispositivos:
- los bornes Viking Ref. 373 81/82
- las borneras IP 2x Ref. 048 30/32/34/35/36/38 sobre barra plana Ref. 09217 o barra por metro Ref. 048 19
- las barras de cobre Ref. 093 95 y 373 89 en soporte Ref. 09214 y sobre las guías Ref. 092 66.
- las barras perforadas Ref. 093 96 sobre guías Ref. 092 66.
- el repartidor Ref. 048 83
- las borneras normales Ref. 048 01/03/05/06/07 sobre patas rojas Ref. 306 87.

Para los conjuntos de clase II de mayor intensidad, se podrá utilizar, hasta 400 A, los soportes Ref. 374 37 con las barras Ref. 374 18/19/34/40/41.
Se velará por que ningún aislante de conductor activo (fase o neutro) pueda entrar en contacto con el borne principal de los conductores de protección.
Un amarre de los conductores o la instalación de una pantalla pueden ser necesarios.
Para las secciones de los conductores, ver cuadro página xxx.

3 Identificación de los conjuntos clase II

El símbolo ⏚ debe ponerse claramente en el interior y exterior del envolvente
El símbolo ▣ debe aparecer sobre una parte principal exterior del envolvente.





Barra Ref. 373 49 equipada con abrazaderas Ref. 093 95 montada en soportes aislantes Ref. 09214



Bornes IP 2x Ref. 048 34/35



Guías Ref. 092 66 equipadas de una barra Ref. 093 96



Barra colectora "por fila" en soportes aislantes Ref. 374 37. La posibilidad de montar una canaleta horizontal de ancho 37,5 mm. se mantiene bajo el plastrón modular de 200 mm de altura.



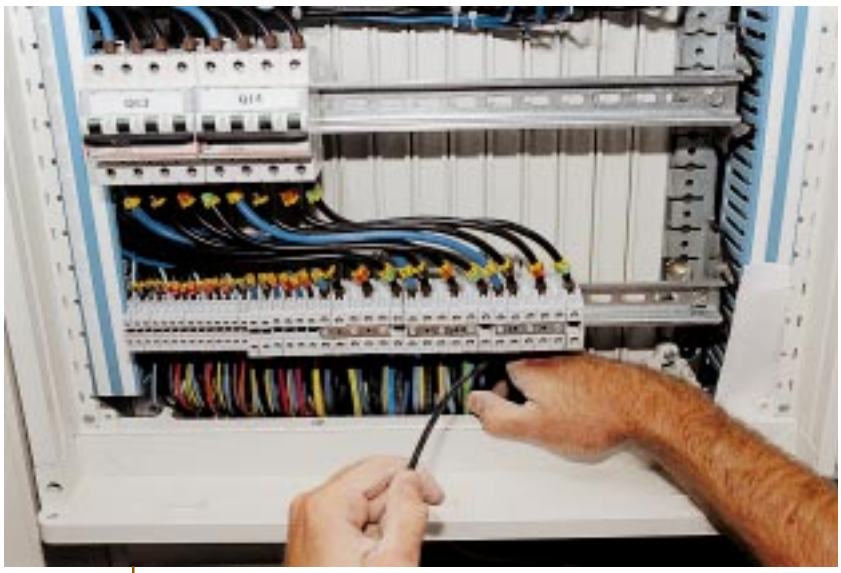
Barra colectora (de tierra) para el tablero completo sobre soportes aislantes Ref. 374 14.
Prever un plastrón lleno altura 100 mm.

Conexión de los conductores

1 CONDUCTORES CON ALMA RÍGIDA DE COBRE

Este tipo de conductor, el más utilizado en instalaciones fijas, no requiere precauciones especiales dado que el borne que lo recibe está dimensionado para la sección y corriente necesarias.

Las almas de los conductores están definidas en la norma internacional CEI 60228 que fija cuatro clases: 1, 2, 5 y 6.
La clase 1 designa los conductores de alma rígida maciza y la clase 2 los de alma rígida cableada.
Las clases 5 y 6 designan respectivamente las almas flexibles multihebras y multihebras finas.
Las almas rígidas cableadas, apretadas o sectoriales pertenecen también a la clase 2.
Nota: Estas designaciones de clase no guardan ninguna relación con la protección contra contactos indirectos (clase II), garantizada por ciertos cables (véase el capítulo III.E.2).

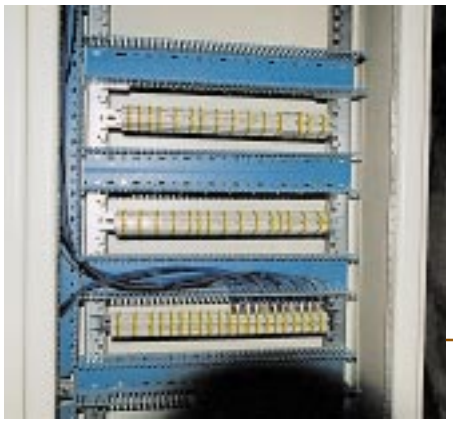


Conexión de circuitos divisionarios a bornes repartidores Viking en una caja XL 135

Los bornes de conexión están definidas y ensayadas por normas internacionales:
- CEI 60998-1 y 60998-2-X para los dispositivos de conexión de uso doméstico y similar.
- CEI 60999 para las prescripciones de seguridad de estos mismos dispositivos.
- CEI 60947 y 60947-7-1 para los bloques de conexión de conductores de cobre (existen numerosas normas locales sobre estos productos, especialmente norteamericanas, CSA, UL).
- CEI 1545 para las conexiones de los cables de aluminio.

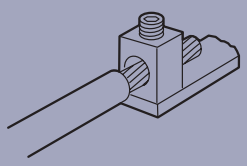
La calidad y duración de las conexiones están garantizadas siempre que se utilice la herramienta apropiada y se respeten los pares de apriete prescritos (véase el cuadro anexo de pares de apriete).

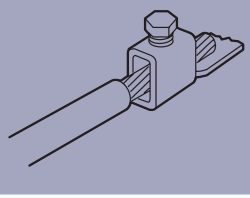


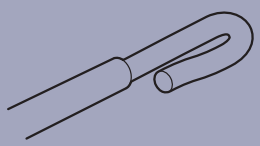


Bornes repartidores Viking montados sobre perfil universal ref. 092 13 y soportes de fijación ref. 095 99 en armario XL 400

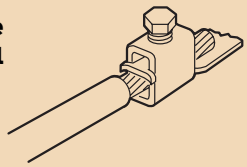
La conexión de pequeños conductores a los bornes por presión directa requiere ciertas precauciones:
- No cortar parte del alma al pelar el conductor por el riesgo de rotura posterior del mismo.
- No apretar demasiado para limitar el cizallamiento.
- Se puede doblar el extremo del conductor para obtener un mejor contacto.







Los aparatos modulares LEXIC y los bornes de conexión Viking están provistos de bornes de presión indirecta: el conductor es apretado por una plaquita que garantiza el reparto del esfuerzo y permite un apriete a 0.



2 CONEXIÓN SIMULTÁNEA DE CONDUCTORES

Generalmente es posible la conexión simultánea de dos conductores rígidos de la misma sección, mientras que la de dos conductores de diferente tipo, alma o sección, es altamente desaconsejable. Las capacidades, los tipos de conductores y las combinaciones están indicados en los propios productos o en los manuales que les acompañan.

La conexión simultánea, es decir, a un mismo borne, está prohibida en los circuitos de protección.
La conexión simultánea necesaria en razón de la multiplicidad de circuitos, puede conseguirse con dispositivos apropiados y seguros.

La conexión simultánea necesaria en razón de la multiplicidad de circuitos, puede conseguirse con dispositivos apropiados y seguros



Borne complementario para conductor neutro en repartidor de ref. 048 86.



Derivación en bornes Viking con peine de conexión equipotencial seccionable ref. 394 21.



Peine Lexic de reparto trifásico.

Capacidad de conexión de los bornes Viking 3 de conexión

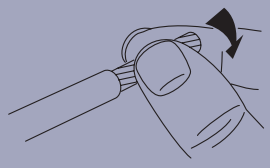
Referencias	Intensidad nominal	Capacidad (mm^2)		Paso (mm)	I_e (A)
		Cable rígido (alambre)	Cable flexible (cable)		
390 60	2,5	0,25 a 4	0,25 a 2,5	5	27
390 61	4	0,25 a 6	0,25 a 4	6	36
390 62	6	0,5 a 10	0,25 a 6	8	48
390 64	10	1,5 a 16	2,5 a 10	10	65
390 66	16	1,5 a 25	4 a 16	12	85
390 68	35	2,5 a 50	4 a 35	15	138
390 70	70	25 a 95	16 a 70	22	213

Ie: corriente de utilización según CEI 60364-533 columna 4 cuadro 52F

3 CONDUCTORES CON ALMA FLEXIBLE DE COBRE

Debido a la fragilidad relativa de las hebras que componen el alma, la conexión de los cables flexibles requiere adoptar ciertas precauciones, o al menos evitar ciertos errores.

Un apriete excesivo puede llegar a cortar las hebras.
Una sección inadecuada provoca la dispersión de las hebras y un mal contacto.
Para evitar el aflojamiento y el riesgo de dispersión de las hebras, se puede retorcer el alma respetando el sentido inicial, generalmente hacia la izquierda.





Los bornes de conexión Viking: una solución fiable para la conexión de conductores flexibles.

Los riesgos de cizallamiento y de dispersión de las hebras, inherentes sobre todo a los bornes de apriete directo, puede evitarse utilizando punteras Starfix™.

No estañar los conductores flexibles antes de efectuar la conexión, ya que al cabo de cierto tiempo el estaño así depositado puede experimentar un fenómeno de desestructuración denominado «fritting corrosion».
El riesgo de descarga dieléctrica desaconseja la utilización de grasa de contacto, conductora en atmósfera húmeda o conductora.
En caso de condiciones de uso severas, es preferible colocar puntiras de cableado, manguitos, o terminales.

Los productos de la gama Starfix ™ , pinza estándar, de trinquete, S multifunción y puntiras de 0,5 a 25 mm² , permiten una conexión completamente fiable de los conductores flexibles.



Una herramienta tan universal como fácil de utilizar: las pinzas Starfix permiten al mismo tiempo la separación y el apriete de la puntira.



Las pinzas Starfix S permiten realizar el corte, el pelado del conductor y el apriete con una sola herramienta.

4 CONDUCTORES CON ALMA DE ALUMINIO

Excelente conductor, el aluminio presenta una relación peso / conductancia favorable para las secciones medias o grandes. Ampliamente utilizado en las redes de energía, pueden encontrarse en la distribución de potencia.

Es preciso entender perfectamente las dificultades específicas de la conexión de este metal para evitar problemas posteriores que sin duda aparecerían:

- al aire libre, el aluminio se recubre muy rápidamente de una fina capa aislante y muy dura, la alúmina. Por lo tanto, la conexión deberá efectuarse justo después de pelar el conductor y, en caso necesario, tras pulir su superficie con un abrasivo
- el aluminio se dilata mucho más que los otros metales corrientes (hierro, cobre, latón…), por lo que inevitablemente se producen aflojados de las conexiones. En consecuencia,los bornes de conexión para aluminio deberán estar hechos de este mismo metal (o de una aleación), o bien incorporar dispositivos elásticos (arandelas, láminas) que compensen las diferencias de dilatación.
- el aluminio presenta un potencial electroquímico muy negativo (- 1,67 V), por lo que tiende a corroerse en contacto con numerosos metales. Este comportamiento, llamado «de ánodo de sacrificio» se acentúa en medio húmedo o conductor. Debe evitarse totalmente el contacto directo del aluminio con el acero inoxidable, la plata y el cobre. Por el contrario, presenta una compatibilidad aceptable con metales tales como el cinc, el acero o el estaño.

En cualquier caso, es aconsejable reapretar pasados unos días.

Escala de potenciales electroquímicos

Asociación de dos metales o par galvánico

Para un metal determinado de la escala de potenciales electroquímicos:

- los metales por encima de él provocan su oxidación

- los metales por debajo de él provocan su reducción.

Ejemplo: la plata provoca la oxidación del estaño, el cromo provoca la reducción del estaño.

El metal más electronegativo (ánodo) se ve atacado en beneficio del más electropositivo (cátodo).

La temperatura y el pH del ambiente pueden modificar estos fenómenos.

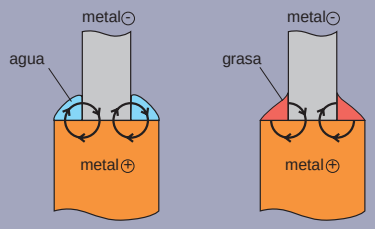
Potencial normal	metales	
+ 1,52 V	Oro	Au
+ 1,18 V	Platino	Pt
+ 0,91 V	Paladio	Pd
+ 0,799 V	Plata	Ag
+ 0,798 V	Mercurio	Hg
+ 0,52 V	Cobre	Cu
+ 0,47 V	Antimonio	Sb
+ 0,35 V	Bismuto	Bi
	Arsénico	As
+ 0,326 V	Cromatos (bicromatado)	Cr
0	Hidrógeno	H
- 0,10 V	Dacromet™	
- 0,12 V	Plomo	Pb
- 0,13 V	Estaño	Sn
- 0,20 V	Molibdeno	Mo
- 0,257 V	Níquel	Ni
- 0,29 V	Cobalto	Co
- 0,41 V	Cadmio	Cd
- 0,44 V	Hierro	Fe
- 0,74 V	Cromo	Cr
- 0,76 V	Zinc	Zn
- 1,18 V	Manganeso	Mn
- 1,63 V	Titanio	Ti
- 1,67 V	Aluminio	Al
- 1,70 V	Magnesio	Mg
	Sílice	Si
	Bario	Ba
- 2,71 V	Sodio	Na
- 2,84 V	Calcio	Ca
- 2,92 V	Potasio	K
- 3,04 V	Litio	Li

Reducción cada vez más rápida

Oxidación cada vez más rápida

Cuando dos metales en presencia uno de otro se han elegido correctamente y la atmósfera es seca, el riesgo de corrosión electrolítica es bajo.
En ambiente húmedo, este riesgo aumenta (el agua desempeña el papel de electrolito en la pila así formada). La utilización de una grasa neutra (generalmente a base de silicona) limita el fenómeno.

El circuito se cierra, hay corrosión del metal



El circuito no se cierra, no hay corrosión



Las cajas de conexión cobre/alum. ref 37480*/81* permiten la conexión de 2 tipos de conductores y de asegurar una perfecta interfase aluminio/ cobre.

*producto a pedido



Conexión de dos conductores de aluminio de 185 mm² por polo en los bornes ref. 262 51 de un DPX 630



Conexión directa de un DPX 630 con juego de bornes ref. 262 50

Todos los aparatos DPX y Vistop admiten los terminales bimetal cobre / aluminio, que permiten garantizar una conexión de gran fiabilidad.
Las capacidades recomendadas (sección y diámetro de perforaciones) se indican en el capítulo III.E.5.
Se recomienda la conexión directa de los conductores de aluminio al DPX mediante los bornes ref. 262 19 (DPX 160), 048 67 (DPX 125/160), 262 51 (DPX 630) y 262 69/70 (DPX 1600).
También puede realizarse con los juegos de bornes en jaula ref. 262 18/88/35/50.
Los Vistop 63/160 modulares pueden utilizar los bornes ref. 04867, y los Vistop 250/400 los bornes ref. 095 44.
Los contactos de derivación ref. 330 02/04/07/15/19 y los bornes de derivación ref. 330 24/25/44/45/54/55/74/84, permiten la conexión y la derivación de los circuitos de potencia con cable de aluminio.

Secciones equivalentes de conductores de aluminio/cobre

Sección del cobre (mm^2)	Sección del aluminio (mm^2)	
	Con el mismo calentamiento	Con la misma caída de tensión
6	10	10
10	16	16
16	25	25
25	35	35
35	50	50
50	70	95
70	95	120
95	150	150
120	185	185
150	240	240
185	300	400

5 CONEXIONES CON PUNTILLAS

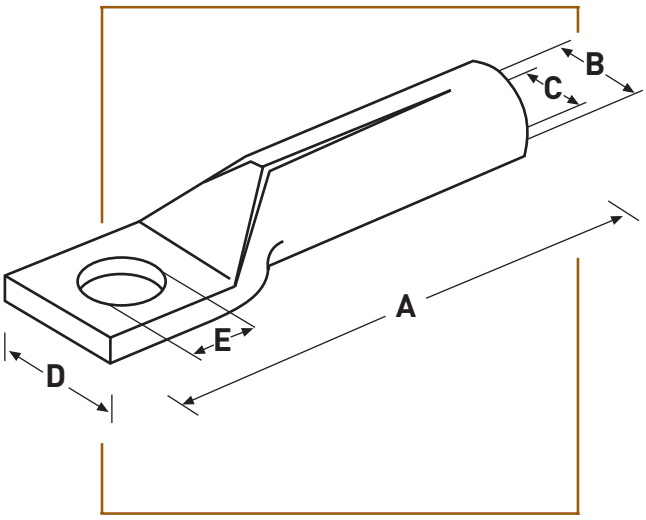
Los terminales de puntillas gozan de una reputación de robustez mecánica y de fiabilidad eléctrica justificada. Del mismo modo, su utilización, a pesar de las complicaciones del terminal, está muy extendida en los campos de las conexiones y de las redes industriales.

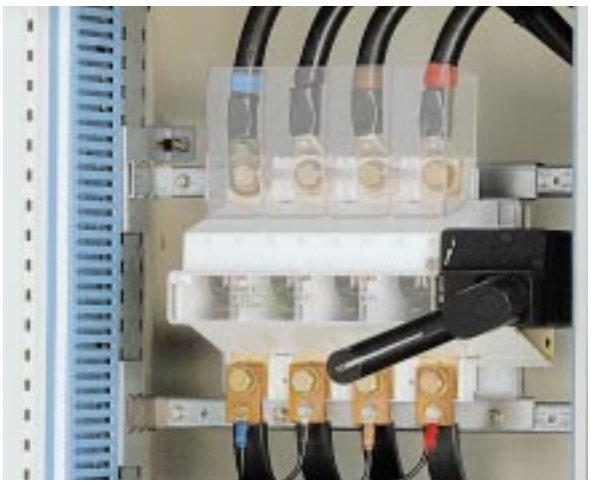
Los tipos y capacidades de los terminales utilizables en los aparatos DPX y Vistop se indican en el capítulo III.E.6.

Además de la referencia específica del fabricante, los terminales tubulares de cobre para conductor de cobre se designan con dos cifras:
- la capacidad de conexión (en mm^2) de un conductor con alma rígi-da cableada (clase 2)
– el diámetro del orificio de la zona de conexión.

1 Terminales de comprensión estándar

Calibre	Cotas (mm)				
	a	b	c	d	e
8 AWG	36,00	7,14	4,36	12,30	6,50
8 AWG	36,00	7,14	4,36	12,30	8,50
6 AWG	36,00	7,40	5,00	12,50	6,50
6 AWG	36,00	7,40	5,00	12,50	8,00
4 AWG	38,00	8,60	6,30	14,70	8,00
3 AWG	38,00	9,52	7,14	14,80	8,00
3 AWG	38,00	9,52	7,14	16,30	10,00
2 AWG	45,00	10,60	7,80	16,30	8,00
2 AWG	45,00	10,60	7,80	16,30	10,00
1 AWG	48,50	11,70	9,10	17,20	8,00
1 AWG	48,50	11,70	9,10	17,20	10,00
1/0 AWG	48,50	13,00	10,00	18,70	8,00
2/0 AWG	56,00	14,20	11,20	20,60	8,00
3/0 AWG	56,00	15,70	12,40	22,40	10,00
4/0 AWG	64,00	17,40	13,90	25,25	13,00
250 MCM	70,00	19,10	15,10	27,50	13,00
300 MCM	74,00	20,60	16,50	29,80	13,00
350 MCM	77,00	22,20	27,80	32,10	13,00
400 MCM	77,00	24,10	19,30	34,60	13,00
500 MCM	92,00	26,90	21,30	34,60	13,00





Conexión de un Vistop 400 mediante terminales estándar apernados a cada polo

2 Terminales de compresión de 2 perforaciones para barra

Sección del conductor AWG/MCM	Ø Perforación	Nº Código	Ø Interior In. (mm)	Ø Exterior In. (mm)	L	B	W	P	C	C
6	3/8”	31115	0,20 (5,0)	0,29 (7,4)	3,16 (81,0)	1,07 (27,2)	0,61 (15,75)	3,0 (76,2) 1,72 (43,6)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
	1/2”	31116								
4	1/4”	31119	0,25 (6,27)	0,34 (8,64)	4,2 (106,5)	1,07 (27,2)	0,62 (15,7)	3,0 (75,0)	0,63 (15,5)	1,75 (44,5)
	3/8”	31121								
2	5/16”	31123	031, (7,8)	0,42 (10,03)	4,85 (123,2)	1,25 (31,8)	0,63 (16,0)	3,0 (76,2)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
	1/2”	31125								
1	5/t6”	31127	0,36 (9,1)	0,46 (9,1)	4,85 (123,2)	1,25 (31,8)	0,69 (17,5)	3,0 (76,2)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
	1/2”	31129								
1/0	1/2”	31130	0,39 (9,9)	0,51 (13,0)	4,98 (126,5)	1,38 (31,5)	0,75 (19,0)	3,0 (76,2)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
	5/t6”	31131								
2/0	3/8”	31136	0,44 (11,2)	0,56 (14,2)	5,0 (127) 5,03 (127,8)	1,46 (37,0) 1,50 (38,1)	0,81 (20,7)	3,0 (76,5) 3,0 (76,2)	0,59 (14,95) 1,50 (15,9)	1,75 (44,5)
	1/2”	31137								
3/0	1/2”	31141	0,49 (12,4)	0,62 (15,7)	5,13 (130,3)	1,44 (36,6)	0,91 (23,0)	3,0 (7,62)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
4/0	1/2”	31145	055 (13,9)	0,89 (17,4)	5,16 (131,1)	1,56 (39,7)	1,0 (25,4)	3,0 (72,2)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
250	1/2”	31149	059 (15,1)	0,75 (19,1)	5,31 (134,9)	1,56 (39,7)	1,03 (28,6)	3,0 (72,2)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
300	1/2”	31153	0,65 (16,5)	0,18 (20,6)	5,75 (146,1)	1,94 (49,2)	1,22 (31,0)	3,0 (72,2)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
400	1/2”	31156	0,7 (17,8)	0,88 (22,2)	5,75 (146,1)	1,94 (49,2)	1,31 (33,4)	3,0 (72,2)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
500	1/2”	31160	0,76 (19,4)	0,95 (24,1)	6,0 (152,4)	2,12 (53,8)	1,41 (35,8)	3,0 (72,2)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
600	1/2”	31166	0,84 (21,3)	1,06 (26,9)	6,16 (156,5)	2,19 (55,6)	1,53 (38,9)	3,0 (7,62)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
700	1/2”	31168	0,92 (23,4)	1,88 (30,2)	6,72 (170,6)	2,62 (55,6)	1,69 (42,9)	3,0 (72,2)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
750	1/2”	31172	1,03 (26,2)	1,3 (33,0)	7,0 (177,8)	2,81 (71,5)	1,72 (43,7)	3,0 (72,2)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)
1000	1/2”	31178	1,73 (29,3)	1,5 (38,1)	7,28 (184,9)	2,94 (74,6)	1,72 (43,7)	3,0 (72,2)	0,63 (15,9)	1,75 (44,5)

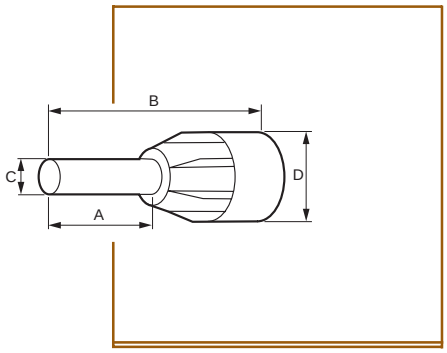
3 Puntillas con aislante

Los colores de las punteras con collarín aislante se definen según las secciones:

S (mm^2)	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25
Color	blanco	azul	rojo	negro	gris	naranjo	verde	marrón	blanco	negro

4 Dimensiones de las puntillas Starfix™

S (mm^2)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
0,5	7,6	14,1	1,5	3,4
0,75	7,6	14,1	1,5	3,4
1	7,6	14,1	1,7	3,6
1,5	7,9	14,4	2	4,1
2,5	7,9	15,4	2,6	4,8
4	11,9	21,2	3,2	7,2
6	11,9	22,9	3,8	8,6
10	12	21,9	4,9	8,6
16	12	22,5	6,3	9,8
16	18	28,5	6,3	9,8
25	18	31,3	7,9	12,2



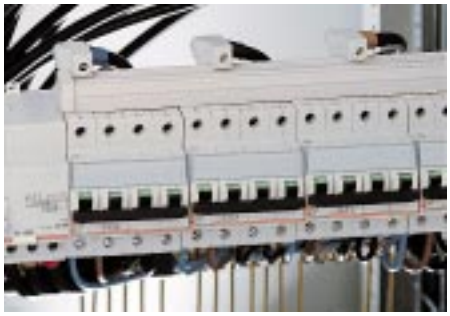
Soluciones de conexión

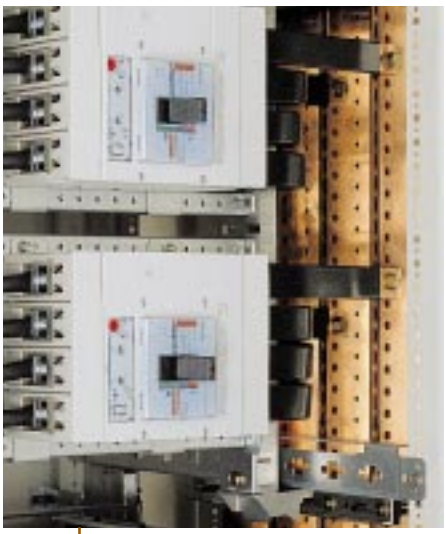
1 SECCIONES HABITUALES DE LOS CONDUCTORES EXTERNOS PARA LAS CORRIENTES ASIGNADAS

Las secciones y el número de conductores del cuadro adjunto se dan a título indicativo a fin de facilitar la elección preliminar de la solución de conexión más adecuada en las condiciones de conexión más corrientes.
Este cuadro no permite dimensionar los conductores, lo que deberá hacerse según las modalidades normalizadas (véase la sección II.A.).
Los valores no se aplican a los conductores internos del conjunto (véase página 568), que generalmente difieren en su naturaleza (barras flexibles) o en su sección (más pequeña).

- Secciones mínimas: corresponden globalmente a conductores de pequeña longitud, a conductores bien ventilados (colocación al aire libre), o a conductores con aislante PR.
- Secciones máximas: se dan generalmente en enganches, en instalaciones de distribución amplias, en el caso de conductores mal ventilados (colocación empotrada o en conducto), o en conductores con aislante de PVC.







Múltiples soluciones de conexión para todos los aparatos

Valores mínimos y máximos indicativos de las secciones de los conductores externos conectados en los conjuntos

	Conductores de cobre		Conductores de alumino	
	Sección(mm²)		Sección (mm²)	
I (A)	mínima	máxima	mínima	máxima
10	1	1,5	1,5	2,5
16	1,5	2,5	2,5	4
20	2,5	4	4	6
25	2,5	6	4	10
32	4	10	6	16
40	6	16	10	25
63	10	25	16	35
80	16	35	25	50
100	25	50	35	70
125	35	70	50	95
160	50	95	70	120
200	70	120	95	150
250	95	185	150	240
315	120	240	185	300
400	185 2x120	300 2x150	240 2x150	2x185 3x120
500	240 2x150	2x185 3x120	2x150 3x120	2x240 3x150 4x120
630	300 2x150	2x240 3x120	2x185 3x120	2x300 3x185 4x150
800	2x185 3x120	2x300 3x185 4x150	2x240 3x150	3x240 4x185 5x150
1000	2x240 3x185 4x150	3x240 4x185 5x150	3x185 4x150	3x300 4x240 5x185 6x150
1250	3x185 4x150 5x120	4x240 5x185 6x150	3x240 4x185 5x150	4x300 5x240 6x185
1600	4x185 5x150 6x120	4x300 5x240 6x185	4x240 5x185 6x150	5x300 6x240

2 CONEXIÓN DE LOS DMX

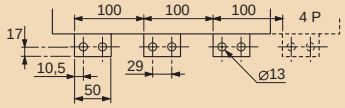
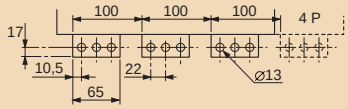
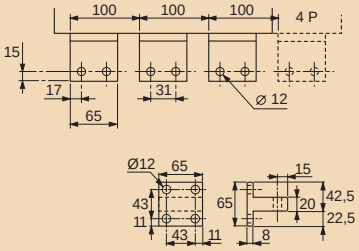
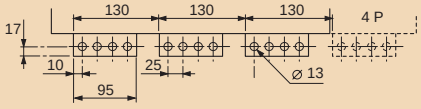
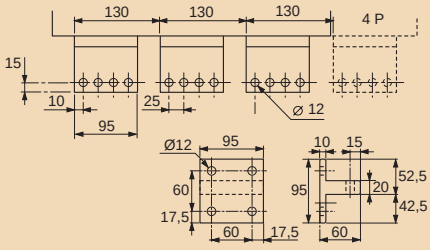
El dimensionamiento y la realización de las conexiones son imprescindibles para la fiabilidad de las instalaciones de los aparatos de fuerte y muy fuerte potencia. Los dispositivos e interruptores DMX disponen de playas de conexión amplias. Sobre las versiones extraíbles, las playas de conexión reciben tomas traseras orientables.



Sujeción de las tomas traseras: 45 a 50 Nm

Las tomas traseras pueden orientarse vertical u horizontalmente sobre las versiones extraíble

Dimensiones de las playas y barras de conexión mínimas aconsejadas por polo

	Tomas traseras	Ie (A)	Barras flexibles (mm)	Barras rígidas (mm)
DMX 2500 fijo		800	1 x 50 x 10 **ó** 2 x 50 x 5	2 x 50 x 5
		1000	1 x 50 x 10 **ó** 2 x 50 x 5	2 x 50 x 5
		1250	2 x 50 x 5	1 x 50 x 10 + 1 x 50 x 5
		1600	1 x 50 x 10 **+** 1 x 50 x 5	2 x 50 x 10
		2000	2 x 50 x 10	2 x 60 x 10
		2500	3 x 50 x 10	3 x 60 x 10
DMX 2500 extraíble		800	1 x 50 x 10 **ó** 2 x 50 x 5	2 x 50 x 5
		1000	2 x 50 x 5	2 x 63 x 5
		1250	1 x 50 x 10 **+** 1 x 50 x 5	2 x 63 x 5
		1600	2 x 50 x 10	1 x 60 x 10 **+** 1 x 63 x 5 **ó** 2 x 60 x 10
		2000	—	3 x 60 x 10 **ó** 2 x 80 x 10
		2500	—	4 x 60 x 10 **ó** 3 x 80 x 10
DMX-L 2500 DMX/DMX-L 4000 fija y extraíble	Versión fija  Versión extraíble 	800	—	1 x 75 x 5 **ó**1 x 80 x 5
		1000	—	1 x 100 x 5
		1250	—	2 x 75 x 5 **ó** 2 x 80 x 5
		1600	—	2 x 100 x 5
		2000	—	3 x 100 x 5 **ó** 2 x 80 x 10
		2500	—	2 x 100 x 10
		3200	—	3 x 100 x 10
		4000	—	4 x 100 x 10



Tomas traseras ampliamente dimensionadas sobre DMX 4000 extraible

Conexiones: ¡algunas precauciones!

Las conexiones garantizan la conexión eléctrica de los aparatos y también para una parte no desdeñable de su disipación térmica.
Nunca se debe sub dimensionar las conexiones. Las playas o las tomas deben utilizarse sobre una superficie máxima.
La disipación térmica es favorecida por la disposición vertical de las barras.
En caso de conexión de un número impar de barras, colocar el número de barras más elevado sobre la parte superior de la toma.
Evitar las barras juntas: son fuente de mala disipación térmica y de vibraciones. Colocar un entramado entre las barras para mantener un espacio al menos equivalente a su grosor.



Conexión de un DMX 4000 de 3200 A por 3 barras 100 x 10 (2 por sobre la playa) Armario profundidad 800



Interconexión de barras de conexión 100 x 10 sobre un juego de barras principal 120 x 10 Utilización de 6 pernos M12 (calidad 8-8 mínima)



Conexión de 4 barras de 100 x 10 sobre cada toma posterior a un DMX 4000 extraíble



Conexión de 2 barras de 80 x 10 sobre cada toma posterior a un DMX 2500 extraíble

3 LAS CONEXIONES

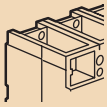
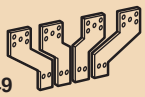
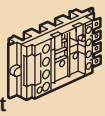
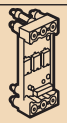
Capacidades máximas por polo

	Conexión / Modo	Barras S (mm)	Conductores Sección (mm²) rígido	Conductores Sección (mm²) flexible	Terminales de cobre estándar S - Ø (mm² - mm)	Terminales de cobre compacto S - Ø (mm² - mm)
DPX 125	Directo a zona de conexión	12	70	70		
	048 67 Borne repartición		6 x 35	6 x 25		
	Conexión posterior de tornillo	15			95-8	
	Versión enchufable Conexión anterior	20			50-6	
	Versión enchufable Conexión posterior	Se suministra con conexión posterior				
DPX 160	Directo sobre borne	18			50-6	
	262 18 Borne	13	95	70		
	262 17 Prolongador	20			70-10	
	262 19 Borne gran capacidad		120	95		
	048 67 Borne de repartición		6 x 35	6 x 25		
	263 10/11 Tomas traseras con tornillos	25			120-8	185-10
	Versión enchufable o tomas delanteras	20			70-8	
	Versión extraíble o enchufable. Tomas traseras	Suministrado con tomas traseras y tornillos				

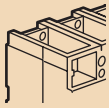
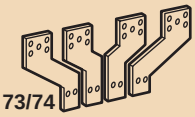
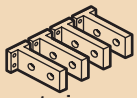
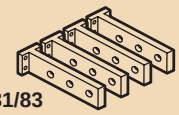
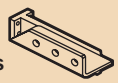
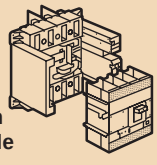
Capacidades máximas por polo

	Conexión / Modo	Barras S (mm)	Conductores Sección (mm²) rígido	Conductores Sección (mm²) flexible	Terminales de cobre estándar S - Ø (mm² - mm)	Terminales de cobre compacto S - Ø (mm² - mm)
DPX 250	Directa a zona de conexión	25			95-8	185-10
	262 35 Borna en jaula	18	185	150		
	262 33/34 Expansores	32			185-12	300-10
	262 31 Adaptadores	25			120-10	185-10
	262 32 Prolongador de zona de conexión	25			150-12	300-10
	263 31/32 Conexión posterior de tornillo	25			185-12	
	265 57/28 Conexión posterior planas	25			95-10	185-10
	Versión enchufable Conexión anterior	20			95-10	185-10
	Base XL-Part versión enchufable	20			2 x 95-8	2 x 185-10
	Versión enchufable y seccionable. Conexión posterior	Se suministra con de conexión posterior de tornillo				

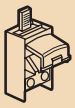
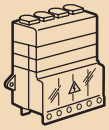
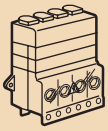
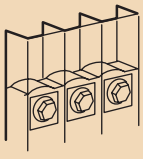
Capacidades máximas por polo

	Conexión / Modo		Barras S (mm)	Conductores Sección (mm²) rígido	Conductores Sección (mm²) flexible	Terminales de cobre estándar S - Ø (mm² - mm)	Terminales de cobre compacto S - Ø (mm² - mm)
DPX 630	Directa a zona de conexión		32			150-12	300-10
	262 50 Terminales para bornes		25	300	240		
	262 51 Borne para 2 conductores			2 x 240	2 x 185		
	262 48/49 Extensión		50			2 x 185-12	2 x 300-10
	262 46 Adaptadores ≤ 400 A		32			2 x 150-12	2 x 300-10
	262 47 Prolongador de zona de conexión		32			2 x 150-12	2 x 300-10
	263 50/51 Conexión posterior de tornillo		32			2 x 300-16	
	263 52/53 Conexión posterior plana		40			2 x 185-12	2 x 300-10
	Versión enchufable o extraíble. Conexión anterior		25			150-12	300-10
	Base XL-Part versión enchufable		25			1 x 150-12	2 x 300-10
	Versión enchufable o extraíble. Conexión		Se suministra con bornas de conexión posterior planas o de tornillo				

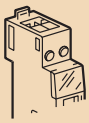
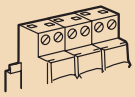
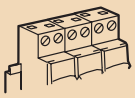
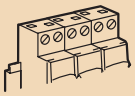
Capacidades máximas por polo

	Conexión / Modo	Barras S (mm)	Conductores Sección (mm²) rígido	Conductores Sección (mm²) flexible	Terminales de cobre estándar S - Ø (mm² - mm)	Terminales de cobre compacto S - Ø (mm² - mm)
DPX 1600	Directa a zona de conexión 	50			300-14	
	262 69 Borne para 2 conductores 		2 x 240	2 x 185		
	262 70 Borne para 4 conductores 		4 x 240	4 x 185		
	262 73/74 Expansores 	80			4 x 300-14	
	262 67 (≤ 1250 A) 262 68 Prolongador de zona de conexión 	50			2 x 300-14	
	263 80/82 Conexión posterior corta 	50			2 x 300-14	
	263 81/83 Conexión posterior larga 	50			3 x 300-14	
	Expansoras de conexión posterior 	100			6 x 300-14	
	Versión extraíble 	Utilizar los bornes de conexión posterior				

Capacidades máximas por polo

		Conexión / Modo		Barras S (mm)	Conductores Sección (mm²) rígido	Conductores Sección (mm²) flexible	Terminales de cobre estándar S - Ø (mm² - mm)	Terminales de cobre compacto S - Ø (mm² - mm)
VISTOP	63 - 100 - 125 - 160 A fijación en riel	Directa a zona de conexión		12	70	50		
		048 67 Borne de repartición			6 x 35	6 x 25		
		227 78/79 Caja de conexión a zona		30			150-10	195-10
		227 80/81 Caja de conexión a juego de bornes en jaula		18	185	150		
	160	Directa a zona de conexión		20			95-10	195-10
	250	Directa a zona de conexión		25			150-12	300-10
		095 44 Borne de cobre/Aluminio			300	240		
	400	Directa a zona de conexión		32			300-14	
		095 44 Borne de Cobre/Aluminio			300	240		

Capacidades máximas por polo

		LEXIC					
		Commando y señalización	DX ≤ 40 A	DX ≤ 63 A	DX ≤ 125 A	DX ≤ 63 A con peine	
Mode		Directo 	Directo 	Directo 	Directo 	Borne de llegada 049 05 	Borne de llegada 049 06 
Conductores  Sección (mm^2)	rigido	6	16	35	50	25	35
	flexible	6	10	25	35	16	35

MANIPULACIÓN E INSTALACIÓN EN OBRA DE LOS TABLEROS

El transporte y la instalación en el emplazamiento definitivo son siempre etapas con riesgo para los tableros de distribución. Su masa y sus dimensiones exigen tomar precauciones adecuadas durante la manipulación

La seguridad de las operaciones de manipulación exige el respeto de las normas e instrucciones, es el trabajo de un especialista: «el manipulador de goma». Los materiales utilizados, eslingas y accesorios de elevación, deben respetar las disposiciones legales pertinentes.
Cargas admisibles de las envolventes XL

• Carga estática
Es el valor uniformemente repartido en los dispositivos de fijación en función del volumen de la envolvente:
Armario XL-A, 1000 kg / m^3
Armario XL, 500 kg / m^3
Caja XL-A, 500 kg / m^3
Caja XL, 300 kg / m^3

• Carga dinámica
El coeficiente de carga dinámica tiene en cuenta los esfuerzos aplicados a las envolventes durante las operaciones de manipulación o instalación.
Todas las envolventes:
1,5 veces la carga estática.





Las cuerdas y accesorios, así como las modalidades y precauciones de elevación, se describen en las instrucciones de los armarios.

Los armarios XL han sido objeto de ensayos oficiales.
Informe CETE APAVE Normandía FRANCIA. nº 8H4567-192
Informe RE/482/044/99/04.

Manipulación e instalación en obra de los tableros

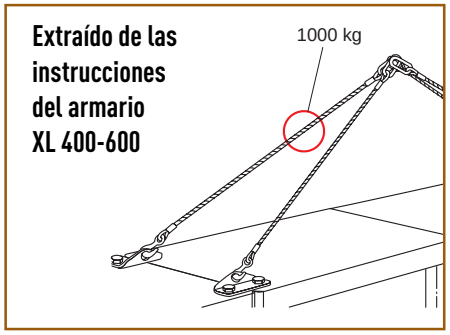
Las recomendaciones y medidas de seguridad para el levante de los conjuntos se dan a título informativo, en la medida en que son competencia, del operador del puente grúa.

1 LEVANTE DE LOS TABLEROS

1 Elección de las eslingas

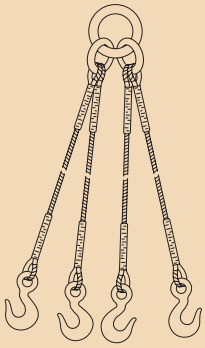
Es responsabilidad del eslingador elegir la eslinga apropiada en función de la carga a manipular y de los aparatos de elevación.

- Evaluar por exceso la masa a manipular. A falta de datos exactos, pueden servir de base los valores de las cargas admisibles.
- Determinar la capacidad de las eslingas necesarias. La carga máxima de utilización (CMU, obligatoriamente inscrita en la eslinga) debe estar en consonancia con la elevación a efectuar. El valor mínimo de la CMU de las eslingas figura en los esquemas de elevación de las instrucciones de los armarios (valor para una eslinga sencilla o para un cable de una eslinga múltiple).

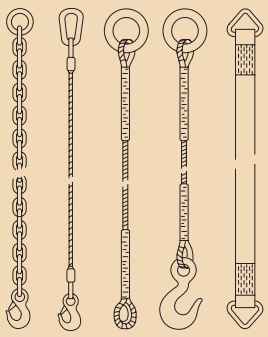


Las eslingas sin fin o estrobos no se recomiendan para un enganche con anillas.

Diferentes tipos de eslingas

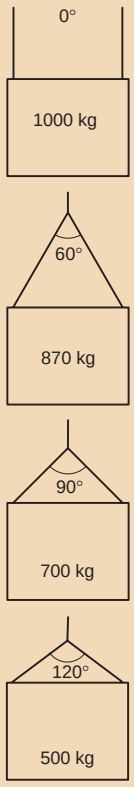


Eslingas múltiples



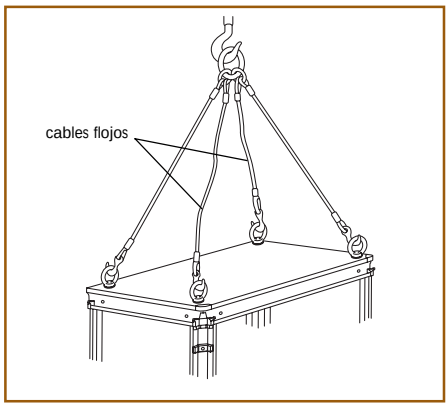
Eslingas sencillas

Incidencia del ángulo entre cables en la carga a elevar

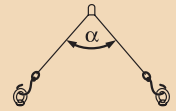
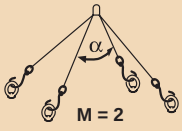
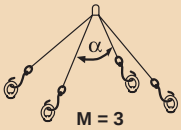


Se recomienda limitar a 90° el ángulo entre cables y no sobrepasar nunca los 120° por un doble motivo: los puntos de enganche se ven sometidos a esfuerzos laterales muy elevados y la carga elevable se reduce considerablemente.

– Comprobar la carga a elevar teniendo en cuenta el factor de modo de eslingado M, que es función del ángulo y del número de cables.
Frecuentemente sucede que la carga a elevar no está equilibrada. Los cables no están uniformemente cargados y sus longitudes no son perfectamente idénticas, lo que conduce a una disminución de la carga elevable.



Cargas prácticas máximas en kg de las eslingas con los dispositivos de elevación de los armarios XL

Factor M de modo de levante Francia (NF E 52150)	Dispositivo de elevación	α = 0°	α = 60°	α = 90°	α = 120°
 M = 1,4	Anilla M14	700	610	490	Prohibido
	Angular 1000 kg	Prohibido	1400	1220	Prohibido
	Angular 1200 kg	Prohibido	1680	1460	Prohibido
Sin dispositivo de reparto  M = 2	Anillo M14	1000	870	700	500
	Angular 1000 kg	Prohibido	2000	1740	1000
	Angular 1200 kg	Prohibido	2400	2090	1200
Con dispositivo de reparto en los 4 cables  M = 3	Anillo M14	1500	1300	1060	750
	Angular 1000 kg	Prohibido	3000	2600	1500
	Angular 1200 kg	Prohibido	3600	3100	1800

Carga unitaria de los dispositivos de elevación de los armarios XL

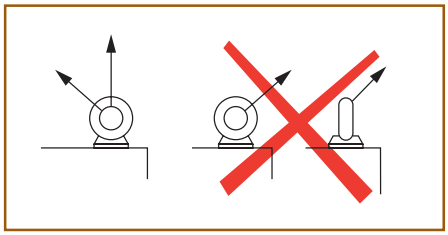
- **Anillo (ref. 095 90): 500 kg**
- **Angular (ref. 095 91): 1.000 kg**
- **Angular (ref. 347 91): 1.200 kg**

2 Colocación de los anillos de levante, eslingas y ganchos

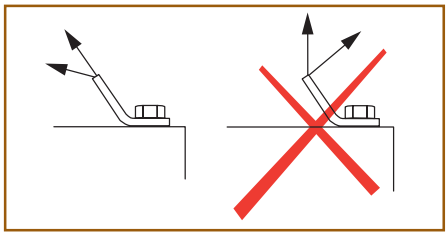
- Atornillar los dispositivos, respetando los pares de apriete máximos recomendados (anillas: 40 Nm, tornillos de los angulares: 50 Nm).



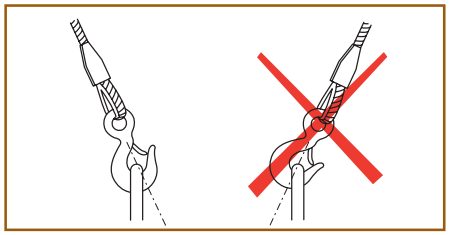
- Orientar los anillos de levante en el sentido del eje de las eslingas. Si fuese necesario, ajustarlas aflojando los tornillos. Los esfuerzos laterales sobre los anillos mal orientados pueden provocar su rotura.



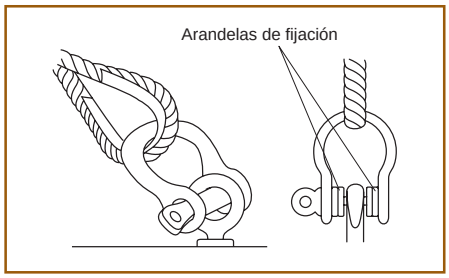
- Colocar las eslingas en el plano de los angulares de elevación. Las tensiones en los angulares deben estar orientadas hacia el interior de la envolvente.



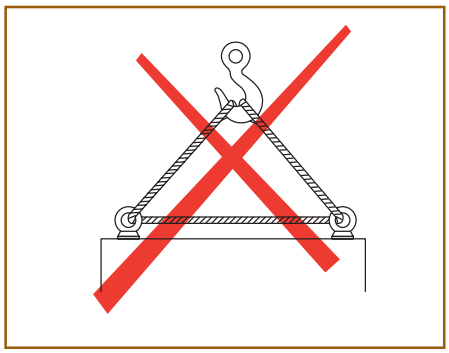
- Orientar los ganchos con la punta hacia arriba.



- Utilizar dispositivos contra el desenganche accidental: ganchos con lengüeta o eslabones (la colocación de arandelas permite mantener centrados los eslabones).



- Debe prohibirse formalmente la utilización de una eslinga sin fin a través de dos anillas. Los esfuerzos inducidos en las anillas y en la eslinga pueden sobrepasar su capacidad.

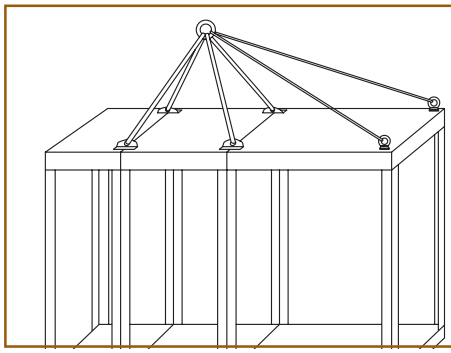


3 Elevación de cargas largas

Los conjuntos de gran longitud (más de tres armarios XL o XL-A unidos) pueden requerir la adopción de precauciones especiales en la elevación para equilibrar la carga y limitar las oscilaciones.

• Utilización de una eslinga de equilibrado

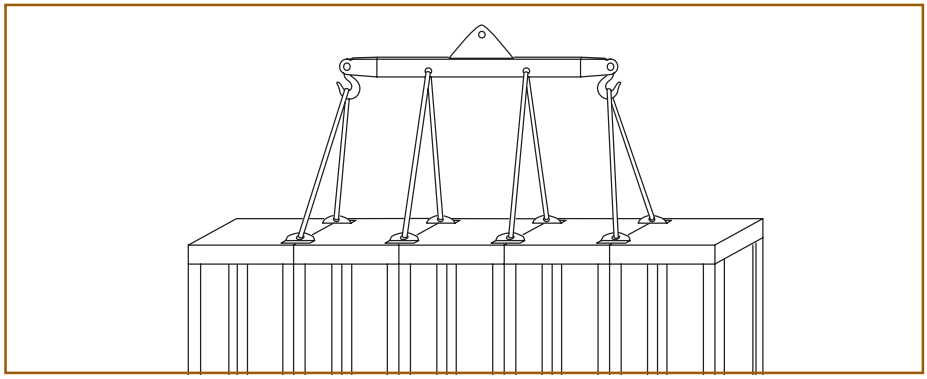
Atención, esta práctica exige conocer perfectamente el reparto de la carga. En caso de duda, utilizar una barra repartidora.



Conjunto de armarios 3 módulos asimétricos.
Eslingado principal:
4 cables en angulares
Eslingado de equilibrado:
2 cables en anillas M14

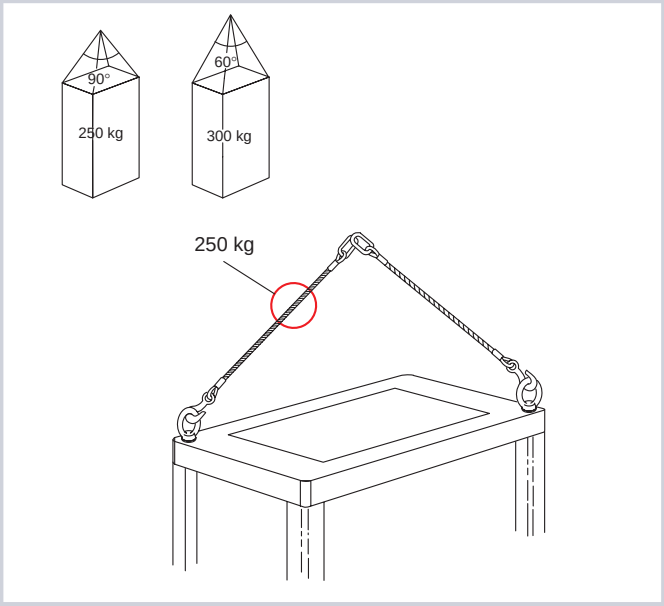
• Utilización de una barra repartidora

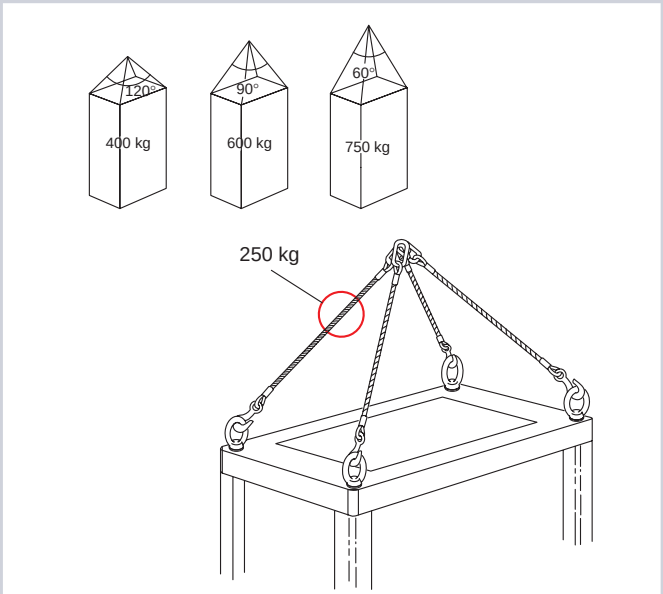
Eslingar en trapecio para limitar las oscilaciones. No utilizar eslingas planas.
Arandelas de fijación



Existen diferentes dispositivos que permiten unir los armarios XL con la mayor rigidez. Véase su montaje en el capítulo III.A.4 ó III.A.5.

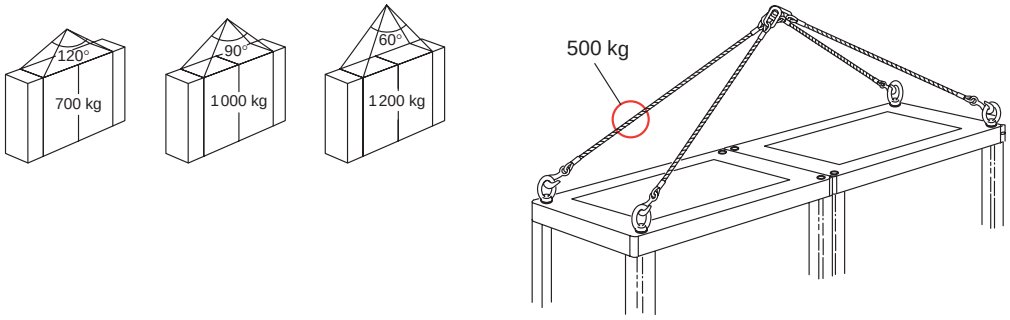
Configuraciones habituales de elevación de grupos de armarios XL

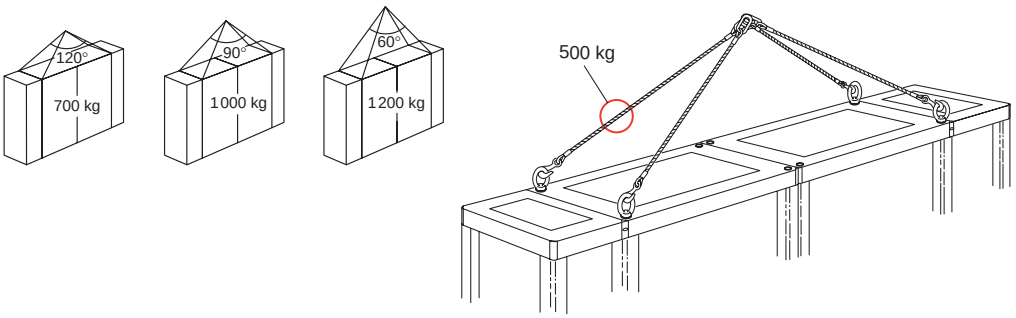


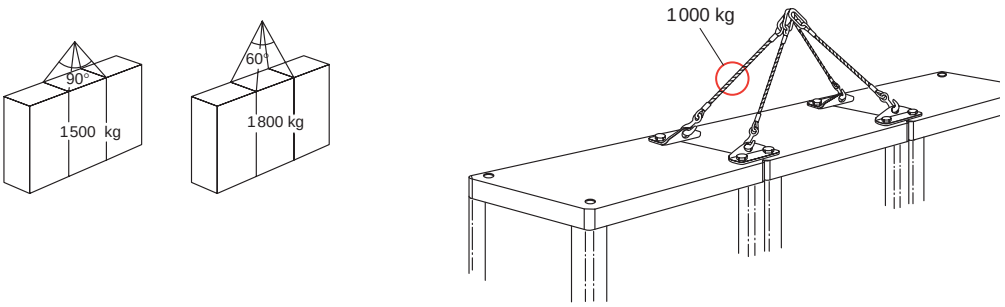


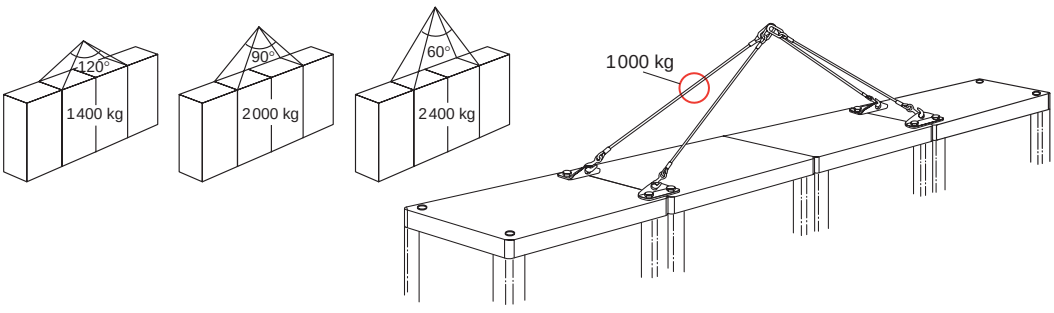
Los diferentes accesorios (anillos, esquineros) de los armarios XL y XLA están conformes a disposiciones reglamentarias Europeas. Dichos productos deben incluir la siguiente información:
- La marca del fabricante.
- La identificación del material.
- El valor de carga máximo de utilización.
- Las instrucciones de montaje y de utilización.
- Los limitantes de empleo

Configuraciones habituales de elevación de grupos de armarios XL

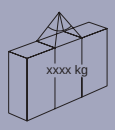


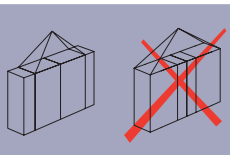






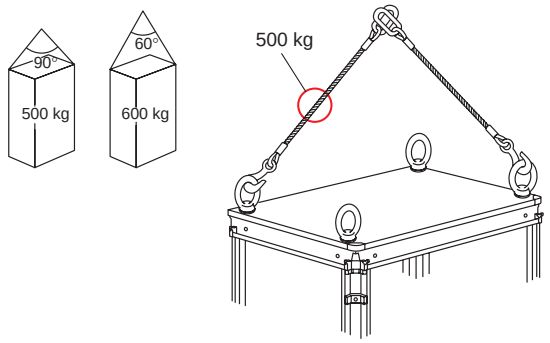
Si los conjuntos de armarios van a ser izados, las celdas de cables ref. 095 11 y 095 14 deben fijarse exclusivamente en sus extremos.

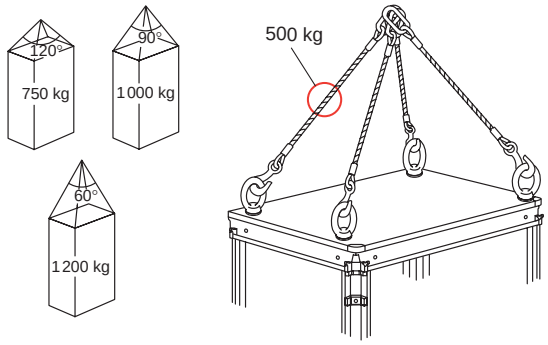


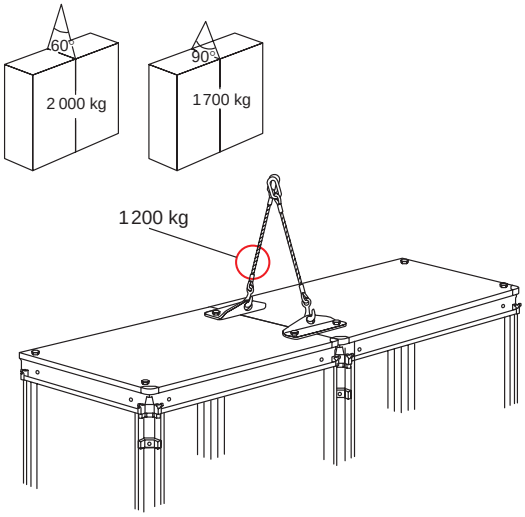


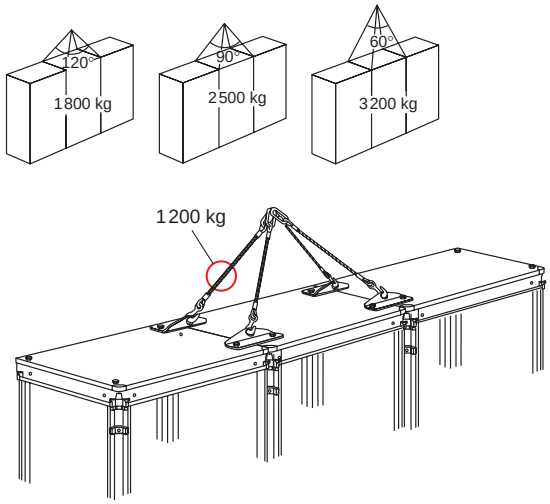
Los valores indicados son totales e incluyen la masa de los armarios.

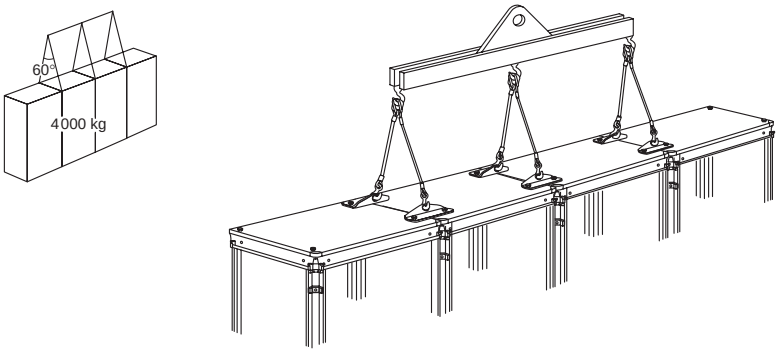
Configuraciones habituales de elevación de grupos de armarios XL-A

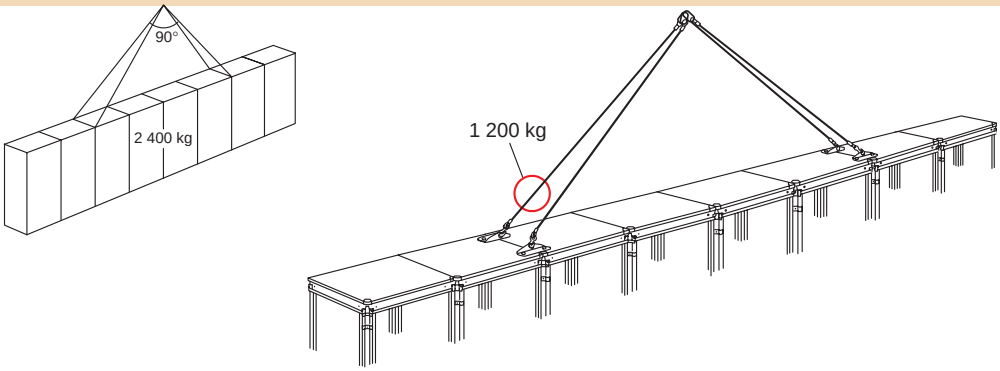












2 MANIPULACIÓN CON CARRETILLA DE MANO Y CARRETILLA ELEVADORA

Los armarios de distribución XL se suministran en un palet de madera constituido por dos vigas y un panel de aglomerado que protege toda la superficie inferior. Por lo tanto, pueden manipularse con un transpalet, una carretilla de mano o un yale elevador sin riesgo de deterioro.
La yuxtaposición y el montaje de los kits de unión pueden efectuarse sin retirarlos de los palets, lo que permite la manipulación posterior.



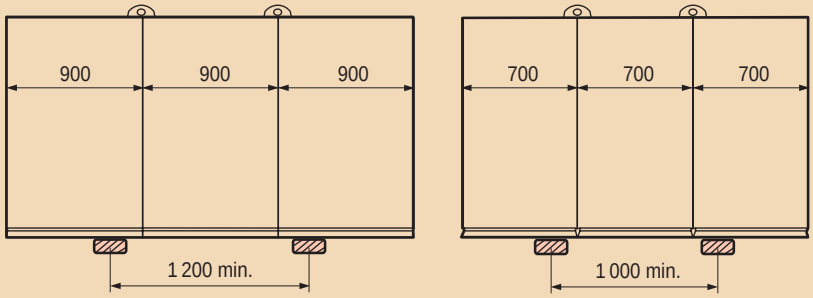
Aflojando las tuercas ciegas puede retirarse el armario del palet

Los armarios XL pueden manipularse aun después de retirarles los palets.
La base de los armarios es lo bastante robusta como para permitir el apoyo de la grua horquilla, incluso con el armario completamente equipado.
Siempre que sea posible, el apoyo de las horquillas se hará hacia el exterior del armario.





Manipulación de un conjunto de armarios



1 Manipulación de armarios con zócalo

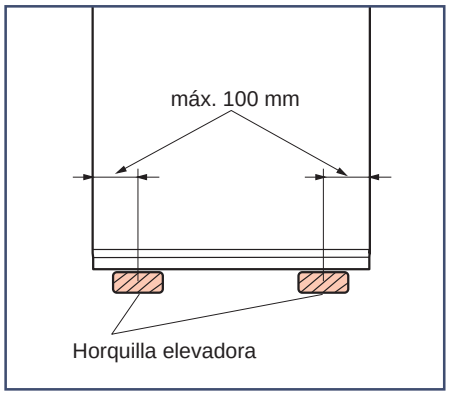
Las trampillas amovibles de los zócalos XL permiten todas las condiciones de manipulación.

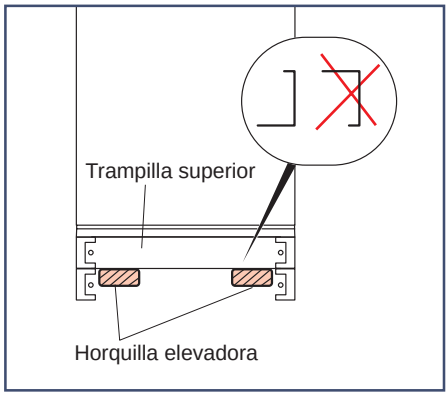
• Zócalo montado

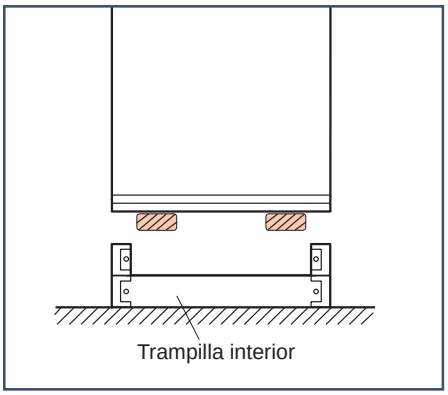
Los brazos de la horquilla elevadora pueden apoyarse en la trampilla superior (cuidado con la orientación).

• Zócalo preinstalado y fijado al suelo

Las trampillas inferiores aseguran el posicionado del zócalo, al tiempo que permiten la colocación del armario.
Los conductores pueden instalarse previamente.



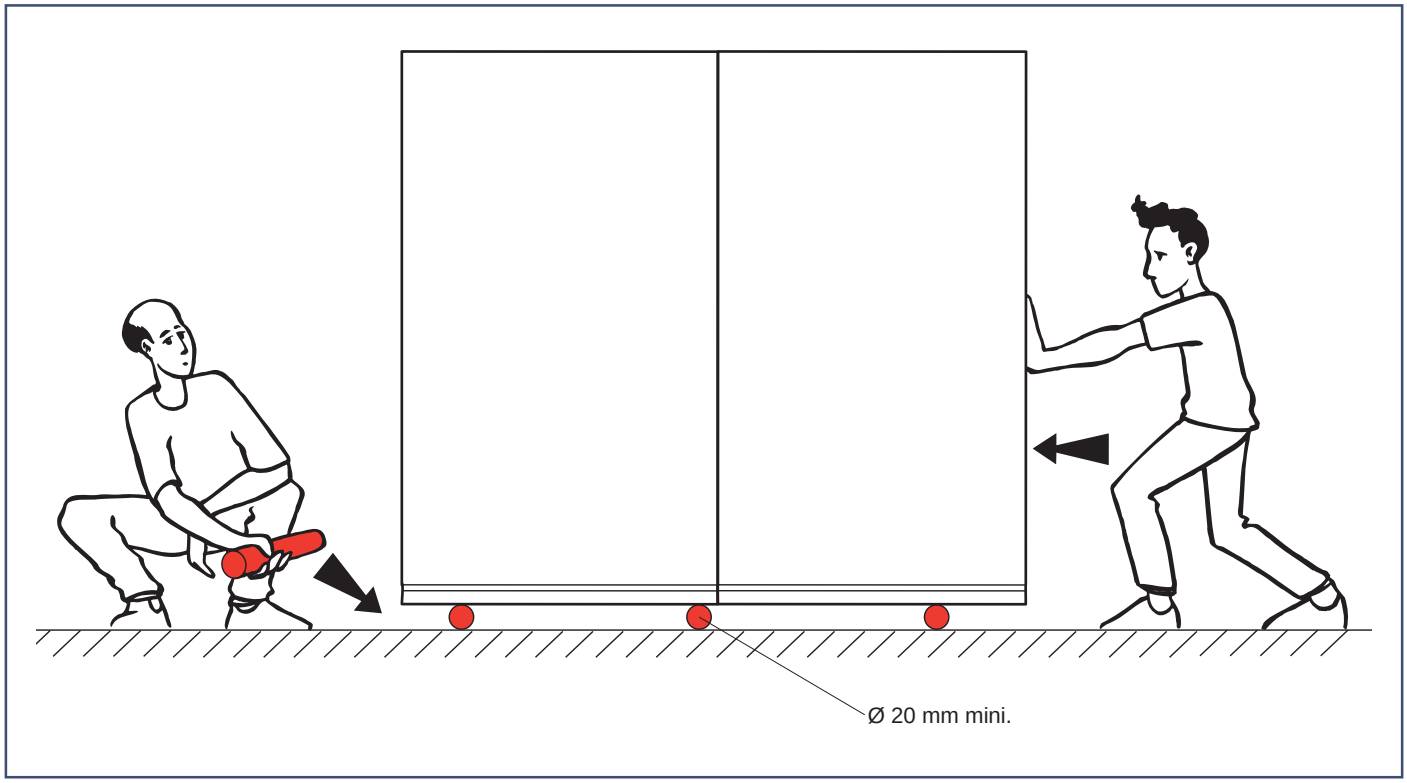




3 RODADURA DE LOS ARMARIOS

Todos los armarios XL pueden desplazarse sobre el suelo por rodadura, estén o no provistos de un zócalo de cableado.

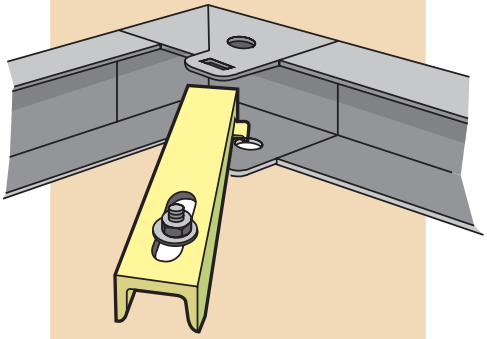
Los bordes exteriores de la base están reforzados para conformar un camino de rodadura continuo.



4 INSTALACIÓN EN OBRA

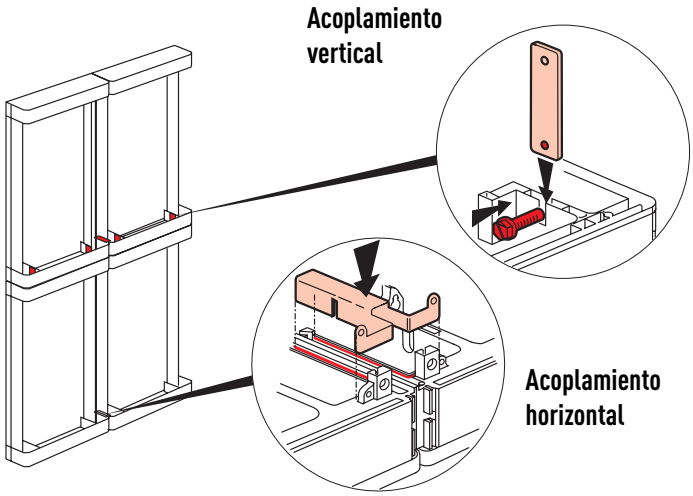
El conjunto deberá colocarse sobre un suelo plano y nivelado: si fuese necesario, calzarlo con trozos de chapa galvanizada o inoxidable.
Una mala verticalidad puede ser perjudicial para el funcionamiento de las puertas y de los elementos amovibles (cajones, placas...).
Si es posible, dejar suficiente espacio de circulación alrededor del tablero.
Siempre es preferible preservar un acceso por detrás (es deseable una anchura de paso mínimo de 1 metro).

Cuando los tableros se instalan en locales específicos, su masa permite una estabilidad suficiente sin fijación al suelo. No obstante, en caso de instalación en talleres o áreas de circulación, es más prudente fijarlos. Los zócalos y los propios armarios XL pueden fijarse directamente al suelo con espárragos M12 o con bridas ref. 345 49 de fijación desplazada.

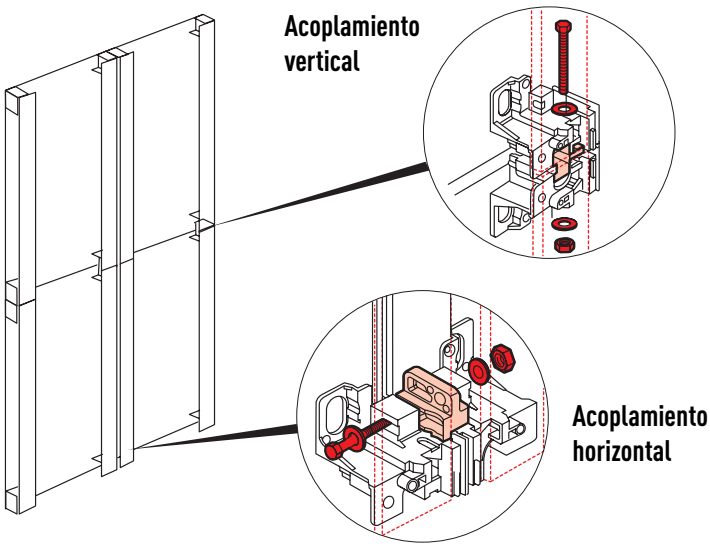


5 MANIPULACIÓN DE CAJAS Y ARMARIOS XL 135 Y XL 195

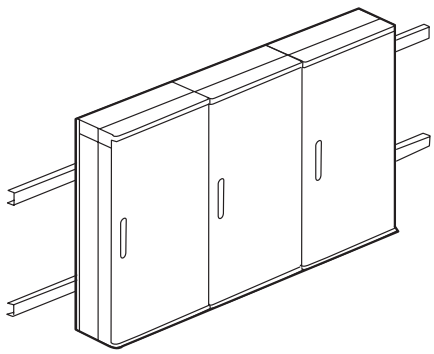
Las cajas XL 135 pueden manipularse y transportarse fácilmente gracias al kit de acoplamiento para transporte ref. 093 93.



Los kits de acoplamiento «Effix» ref. 093 91 (horizontal) y 093 92 (vertical) permiten transportar las cajas y armarios XL 195 yuxtapuestos.



Para uniones de más de dos cajas, se recomienda utilizar un perfil de soporte complementario (perfil ref. 374 02, por ejemplo) a fin de sostener el conjunto así formado.

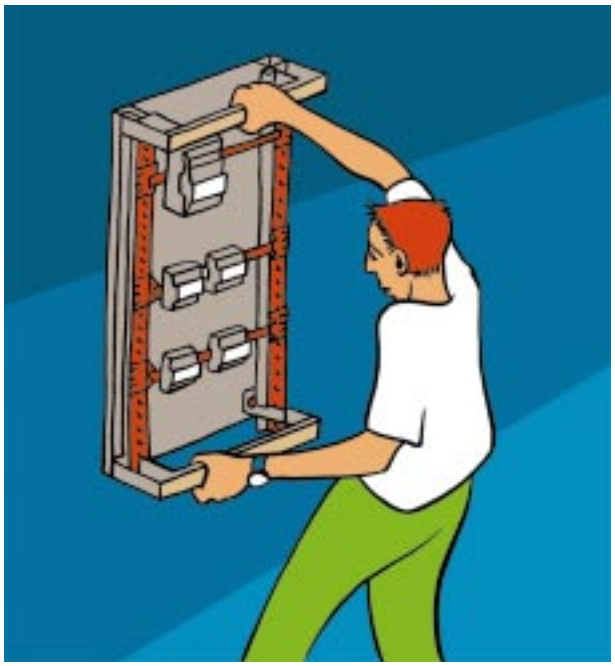


Utilización de los perfiles ref. 374 02 de 2 metros de longitud



Los armarios XL 195 tienen unas dimensiones (alturas 1600 y 1900) que permiten su paso por puertas o ascensores

6 INSTALACIÓN DE LAS CAJAS EN LA PARED



Transportar la caja sosteniéndola por los soportes superior e inferior



Instalación en la pared mediante los separadores de fijación con orificio en «ojo de cerradura» (véase el capítulo II.D.3 para las precauciones de aislamiento en clase II)

CERTIFICACIÓN DE LOS TABLEROS

La normativa internacional exige la certificación de los tableros eléctricos, toda vez que se apoya en una oferta de productos ensayados y certificados y que, por lo tanto, el tablerista sólo tiene que ocuparse de los ensayos de control y la inspección final

La conformidad de los tableros de distribución con la norma internacional EN 60439 se basa en el principio de la declaración del fabricante o del montador final. Esta gestión voluntaria no debe hacer olvidar que está basada en tres obligaciones:

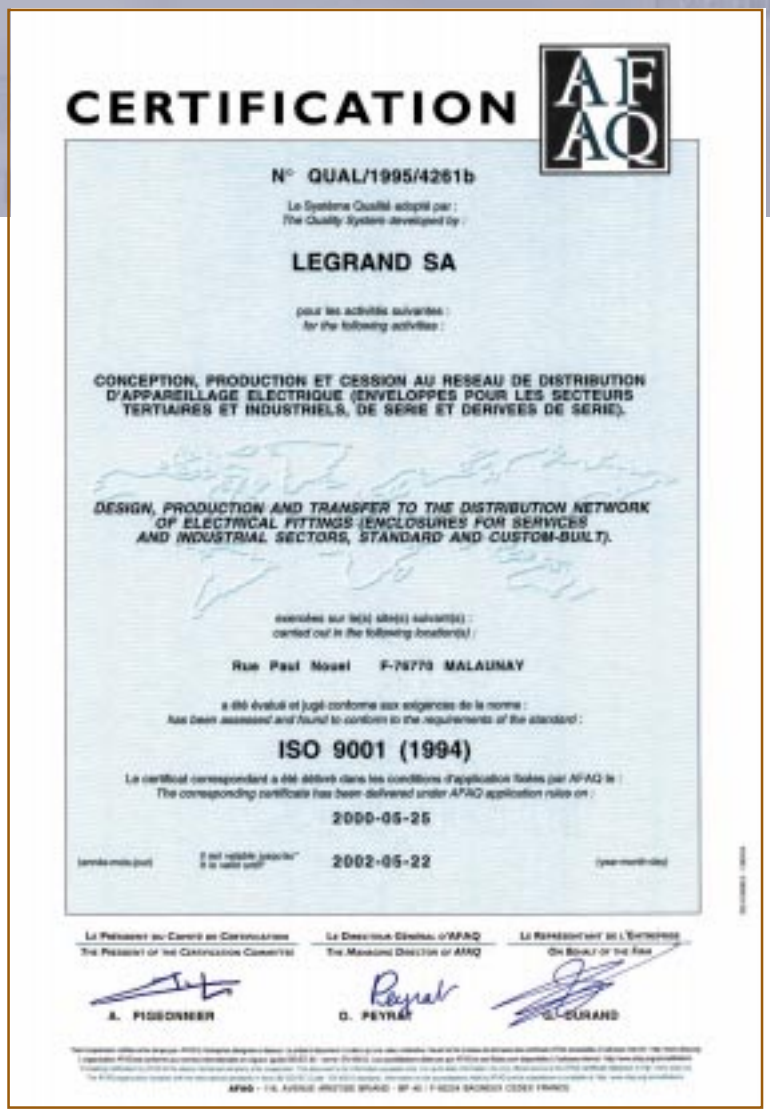
– La construcción de tableros que utilicen productos a su vez ensayados y conformes en configuraciones representativas; estos son los ensayos de tipo realizados por Legrand.

– El respeto de las normas de elección y de instalación de dichos productos según las modalidades definidas por las normas y reglamentos, reglas del oficio y otras precauciones indicadas en esta guía.

– La realización de ensayos individuales (aislamiento, continuidad de las masas) y de una inspección final, objeto de un informe individual simplificado (véase el modelo anexo).

El total cumplimiento de este trámite podrá entonces atestiguarse mediante una declaración de conformidad (véase igualmente el modelo anexo) y el cuadro marcarse en consecuencia.

Las modalidades de marcaje se indican en el capítulo III.G.4, así como los aspectos de compatibilidad electromagné-tica que contempla.



CERTIFICATION

AFAQ

N° QUAL/1995/4261b

Le Système Qualité adopté par :
The Quality System developed by :

LEGRAND SA

pour les activités suivantes :
for the following activities :

CONCEPTION, PRODUCTION ET CESSION AU RESEAU DE DISTRIBUTION D'APPAREILLAGE ELECTRIQUE (ENVELOPPES POUR LES SECTEURS TERTIAIRES ET INDUSTRIELS, DE SERIE ET DERIVEES DE SERIE).

DESIGN, PRODUCTION AND TRANSFER TO THE DISTRIBUTION NETWORK OF ELECTRICAL FITTINGS (ENCLOSURES FOR SERVICES AND INDUSTRIAL SECTORS, STANDARD AND CUSTOM-BUILT).

exercées sur le(s) site(s) suivant(s) :
carried out in the following location(s) :

Rue Paul Mouel F-76770 MALAUNAY

a été évalué et jugé conforme aux exigences de la norme :
has been assessed and found to conform to the requirements of the standard :

ISO 9001 (1994)

Le certificat correspondant a été délivré dans les conditions d'application fixées par AFAQ le :
The corresponding certificate has been delivered under AFAQ application rules on :

2000-05-25

(année-mois-jour) Il est valable jusqu'au / *It is valid until* 2002-05-22 (year-month-day)

Le Président du Comité de Certification / *The President of the Certification Committee* — A. PIGEONNIER

Le Directeur Général d'AFAQ / *The Managing Director of AFAQ* — D. PEYRAT

Le Représentant de l'Entreprise / *On Behalf of the Firm* — G. DURAND

AFAQ - 116, AVENUE AIMÉ CÉSAIRE BP 40 - F-92234 GENNEVILLIERS CEDEX FRANCE

El trámite de certificación ratifica el compromiso de Legrand de suministrar productos que sólo los medios de ensayo de un fabricante permiten garantizar. Siguiendo esa línea, Legrand puede incluso estudiar cualquier otra configuración o aplicación particular.

Contexto normativo

La certificación de los tableros de distribución está definida en la norma europea EN 60439-1. Formula las definiciones, condiciones de uso, disposiciones constructivas, características técnicas y ensayos, para los tableros de mecanismos de baja tensión

Procedente de la CEI 439-1, esta norma permite disponer de reglas comunes y reconocidas en todos los países de Europa.
Según los casos, recibe los siguientes nombres:
– BS EN 60439-1 (Gran bretaña)
– UNI EN 60439-1 (Italia)
– NNI EN 60439-1 (Holanda)
– DIN EN 60439-1 (Alemania)
– NF EN 60439-1 (Francia), etc.

¿Cómo certificar la conformidad con la norma?

En función de los países o de los mercados, la conformidad con la norma se certifica mediante una declaración del tablerista, de la oficina de estudios y proyectos, del instalador o del usuario (véanse los modelos de declaración anexos). A fin de evitar comprobaciones y ensayos demasiado largos, y sobre todo costosos, la norma permite reducirlos al mínimo apoyándose en «ensayos de tipo», realizados y garantizados por el fabricante. Es lo que ha hecho Legrand con su gama Lexic, bajo los auspicios de un organismo independiente de prestigio mundial: el KEMA.

La norma Europea EN 60439-1 aporta la base necesaria para un entendimiento técnico entre los diferentes actores implicados: oficinas de estudios y proyectos, tableristas, instaladores y usuarios.

Legrand se compromete: ensayos de configuraciones tipo realizados por el KEMA.



Caja XL 100
(a pedido)
para empotrar:
una solución
óptima con un
volumen reducido



Caja XL 135
160 A en cabecera

1 ENSAYOS DE TIPO

1 Conjuntos de serie (ES)

Los ensayos de tipo son siete y se llevan a cabo de manera oficial en conjuntos representativos de las configuraciones habituales de cableado y de disposición de aparatos que reciben el nombre de «Conjuntos de Serie». Por definición, los conjuntos de serie solo poseen configuraciones que han sido sometidas a ensayos de tipo.

2 Conjuntos derivados de serie (EDS)

Los «Conjuntos Derivados de Serie» son aquéllos que incorporan a la vez configuraciones que han sido sometidas a ensayos de tipo (cableado, aparatos, modo de reparto) y configuraciones de origen que no han sido ensayadas. En estos conjuntos, son sólo esas configuraciones originales las que deben comprobarse y certificarse mediante ensayos, cálculo, analogía o extrapolación.
Los ensayos realizados por Legrand en numerosas configuraciones limitan dichas comprobaciones. La parte de esta guía dedicada a los elementos técnicos de determinación le permitirán asegurarse de que las elecciones efectuadas para el dimensionado de las envolventes (balance térmico), el cálculo de los juegos de barras (cortocircuitos) y el tratamiento de la protección, respetan las recomendaciones.

Legrand se compromete: ensayos de numerosas configuraciones.

Los ensayos de tipo EN 60439-1 contemplan las siguientes comprobaciones:
- límites de calentamiento
- propiedades dieléctricas
- resistencia a los cortocircuitos
- eficacia del circuito de protección
- distancias de aislamiento y líneas de fuga
- funcionamiento mecánico
- grado de protección



Caja XL 195 con celda lateral provista de un juego de barras de 250 A en cabecera



Armario XL 400 anchura 900 con celda integrada de 630 A en cabecera

2 ENSAYOS DE CONSTRUCCIÓN

Ensayos de tipo y de construcción efectuados en el conjunto de la gama XL Seis ensayos definidos por la norma internacional EN 60439-3 y destinados a verificar la calidad de la construcción, completan los siete ensayos de tipo de la norma EN 60439-1.

Los ensayos de construcción EN 60439-3 contemplan las siguientes verificaciones:
- resistencia a impactos mecánicos
- resistencia a la oxidación
- resistencia a la humedad
- resistencia de los aislamientos al calor
- resistencia al fuego
- resistencia mecánica de las uniones y fijaciones.

Se aplican a los tableros de reparto de hasta 250 A en cabecera destinados a ser instalados en lugares accesibles a personas no cualificadas (aplicaciones residenciales, terciarias, de pública concurrencia...). En estas instalaciones, la seguridad es primordial.
Debido a su fabricación, las gamas de cajas XL 100, XL 135, XL 195 permiten realizar conjuntos conformes a la norma EN 60439-3.

Caja XL 135, 160 A en cabecera provista de puerta



Ensayos de tipo y de construcción efectuados en el conjunto de la gama XL



3 ENSAYOS INDIVIDUALES

La norma internacional EN 60439-1 exige com-probaciones finales de todos los conjuntos cableados. Estas comprobaciones certifican que se respetan las características esenciales de seguridad (aislamiento, circuitos de protección...). La conformidad de los conjuntos Legrand permite simplificar este paso. La parte de la guía dedicada a la recepción y control final le permitirá realizar fácilmente todas estas operaciones, trasladando los resultados al informe individual de examen, del que se adjunta un modelo en anexo.

Legrand se compromete: configuraciones y soluciones de productos ensayadas y garantizadas.

Los ensayos individuales EN 60439-1 contemplan:
- una revisión de conjunto, con una comprobación de marcas y señales
- una comprobación del aislamiento
- una comprobación de las medidas de protección contra contactos indirectos.



Ejemplo de realización: 2 cajas XL 135 enlazadas



Una oferta certificada de productos Legrand
+
La prestación de un profesional calificado
=
Conjuntos de distribución certificados

Ensayos efectuados por Legrand

1 ENSAYOS DE TIPO

1 Límites de calentamiento

• Ensayo de calentamiento de los conjuntos

Este ensayo comprueba el correcto funcionamiento de los conjuntos en condiciones máximas de utilización (intensidad, número de aparatos, volumen de la carcasa). Efectuado sobre numerosas configuraciones, permite definir los elementos de balance térmico (capítulo II.E.B) para un calentamiento medio del aire en los conjuntos inferior a 30 °C y un calentamiento de los bornes inferior a 70 °C.

Medición de los límites de calentamiento
Armario XL 135
Alimentación inferior de 160 A



• Ensayo de calentamiento de los juegos de barras.



Se comprueban las diferentes corrientes determinadas para todos los sistemas de barras y de reparto en las condiciones más severas, en función del grado de ventilación de la carcasa (IP ≤ 30 e IP > 30), a fin de que el calentamiento de las barras no sobrepase los 65 °C.

2 Propiedades dieléctricas

Los ensayos dieléctricos verifican las prestaciones de aislamiento para la tensión máxima de utilización.

Se llevan a cabo a la frecuencia industrial de 50 Hz y en forma de ondas de tensión que simulan la caída del rayo.

Las envolventes XL están diseñadas para una tensión máxima de utilización de 1.000 V cuando el material incorporado dispone de una tensión de aislamiento suficiente.

Para las cajas fabricadas en clase II, esta tensión máxima de utilización es de 690



Ensayos dieléctricos a frecuencia industrial



Simulación de caída de rayo

3 Resistencia a los cortocircuitos

El cortocircuito, cuyos efectos pueden ser devastadores, se caracteriza por el paso, breve pero muy intenso, de una corriente entre dos o tres fases, o entre fases y neutro.



Los ensayos efectuados garantizan la resistencia a los esfuerzos térmicos y electrodinámicos de los juegos de barra y de sus soportes, de los aparatos de corte (Vistop) y de protección (DPX / DX) y de las envolventes XL.

4 Eficacia del circuito de protección

La continuidad del circuito de protección es un elemento determinante para la seguridad, y se comprueba:
- por una parte, según la norma internacional EN 60439-1, bajo una corriente de ensayo de 25 A entre el borne de conexión de los conductores de protección y todas las masas
- por otra, según un ensayo complementario de Legrand, bajo una elevada corriente de falla que puede presentarse como consecuencia del desenganche accidental de un conductor.



Continuidad directa de las masas en el montaje

Los circuitos de protección (conductores, bornes o barras de tierra colectoras) se dimensionan y ensayan para resistir el esfuerzo térmico de cortocircuito máximo que puede producirse en función de la intensidad en cabeza del conjunto.

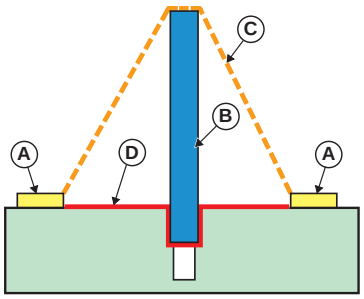


Envolventes XL: una respuesta innovadora y segura.
Conexión eléctrica automática mediante el chasis y el equipamiento de acero galvanizado, las fijaciones de cuarto de vuelta de las placas, los tornillos y las arandelas de contacto. La conexión equipotencial está garantizada de hecho por el montaje del conjunto.

5 Distancias de aislamiento y líneas de fuga

Las modalidades de medición de las líneas de fuga y de las distancias de aislamiento se recogen con precisión en el anexo F a la norma EN 60439-1, extraída de la norma CEI 60664-1.
Las distancias se miden entre las partes activas de polaridad diferente, así como entre las partes activas y las masas.
El montaje de los aparatos y equipamientos Lexic garantiza el respeto de los valores de las distancias para las tensiones de aislamiento de dichos aparatos, cuando se instalan según las condiciones prescritas.

Principio general de medición de las distancias de aislamiento y de las líneas de fuga



A. Elementos conductores
B. Pantalla
C. Distancia en el aire o aislamiento
D. Línea de fuga

La experiencia indica que el riesgo más importante reside en el cableado.
La comprobación de las conexiones, mazos de cables y juegos de barras debe realizarse minuciosamente.
Conectores, conexiones atornilladas, guías o soportes metálicos inadecuados pueden reducir los valores de aislamiento previstos inicialmente.



Soportes de juegos de barras Legrand: distancias mayores que las exigidas por la normativa

Los ensayos realizados en los conjuntos de distribución Legrand bajo los auspicios del Kema certifican sus características y su conformidad con la norma EN 60439-1.

6 Comprobación del funcionamiento mecánico

Según lo prescrito en la norma, los ensayos se efectúan en las partes y dispositivos que no son objeto de requerimientos propios. El correcto funcionamiento mecánico se comprueba con 50 ciclos de maniobra en los mecanismos desembornables y fijaciones de placas.



Comodidad, robustez y reversibilidad de la maneta XL

Las manetas de cierre de las cajas y armarios XL están garantizadas para 7.500 maniobras.

7 Comprobación del grado de protección (IP)

El IP define la aptitud para proteger a las personas e impedir la penetración de cuerpos sólidos (primera cifra) y líquidos (segunda cifra). La letra adicional designa la protección contra el acceso a partes peligrosas.
A través de su gama XL, Legrand propone una respuesta perfectamente adecuada a todos los ambientes.

Estos IP se conservan para envolventes enlazadas con los accesorios Legrand.

Grados de protección IP según las normas CEI 60529 y EN 60529

1ª cifra: protección contra penetración de cuerpos sólidos el acceso a partes peligrosas

IP	Tests	El calibre objeto no penetra en la carcasa
0		Sin protección
1	Ø 50 mm	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 50 mm (por ej., contactos involuntarios de la mano)
2	Ø 12,5 mm	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 12,5 mm (por ej., dedos de la mano)
3	Ø 2,5 mm	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 2,5 mm (por ej., herramientas, tornillos)
4	Ø 1 mm	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 1 mm (por ej., herramientas finas y cables pequeños)
5		Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)
6		Totalmente protegido contra el polvo

2ª cifra: protección contra cuerpos líquidos

IP	Tests	
0		Sin protección
1		Protegido contra caída vertical de gotas de agua (condensación)
2	15°	Protegido contra caída de gotas de agua en ángulo de hasta 15° con la vertical
3	60°	Protegido contra el agua de lluvia en ángulo de hasta 60° con la vertical
4		Protegido contra proyecciones de agua en todas direcciones
5		Protegido contra chorros de agua de manguera en todas direcciones
6		Totalmente protegido contra proyecciones de agua similares a golpes de mar
7	1 m, 15 cm mini	Protegido contra los efectos de la inmersión
8	m	Protegido contra los efectos de la inmersión prolongada en condiciones específicas

Letra adicional: protección contra el acceso a partes peligrosas (calibre-objeto CEI 61032)

IP	Tests	La sonda de accesibilidad se queda a suficiente distancia de las partes activas
A		Protegido contra el acceso a partes peligrosas con el calibre-objeto esfera de Ø 50 mm
B		Protegido contra el acceso a partes peligrosas con el dedo de prueba articulado Ø 12 mm
C	Ø 2,5 mm	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con la varilla de ensayo de Ø 2,5 mm
D	Ø 1 mm	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con la varilla de ensayo de Ø 1 mm





2 ENSAYOS DE CONSTRUCCIÓN

1 Resistencia a los choques mecánicos

• Ensayo con martillo de muelle realizado según la norma CEI 60068-2-63, este ensayo se efectúa a una temperatura de 5 °C con un martillo de muelle que suministra una energía de 0,7 julios.

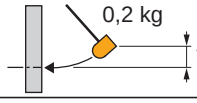
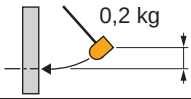
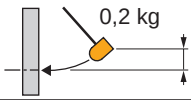
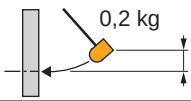
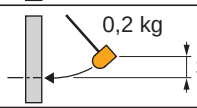
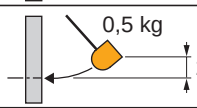
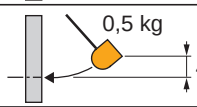
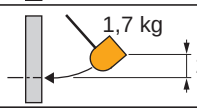
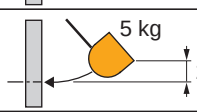
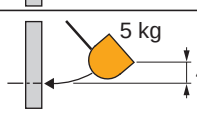


• Ensayo con péndulo de choques realizado según la norma europea EN 50102, este ensayo determina el grado de protección contra los choques (IK).

Ensayo con péndulo de choques IK 10



Grados de protección IK contra impactos mecánicos según la norma EN 50102

Grado IK	Ensayos	Energía en Joules
IK 00		0
IK 01		0,15
IK 02		0,2
IK 03		0,35
IK 04		0,5
IK 05		0,7
IK 06		1
IK 07		2
IK 08		5
IK 09		10
IK 10		20

La utilización de los mejores materiales proporciona a las cajas XL una solidez a toda prueba.

2 Resistencia a la corrosión

• Ensayo con cloruro de amonio según la norma internacional EN 60439-3.
El ensayo comprueba la ausencia de corrosión tras una inmersión de 10 minutos en una solución de cloruro de amonio.



• Ensayo con niebla salina
El ensayo, realizado según la norma internacional CEI 60068-2-11, garantiza una resis-tencia a la niebla salina superior a 168 horas en las cajas y armarios XL, lo que les hace muy poco sensibles a la humedad (grupo I y grupo II según la norma CEI 60664-1).

3 Resistencia a la humedad

Este ensayo, realizado según la norma internacional CEI 60068-2-3, com-prueba que las características de aislamiento de la carcasa, de los juegos de barra y de los soportes de los conductores, no se ven afectadas tras una exposición de 4 días en estufa húmeda (40 °C al 95% de humedad relativa).



Los materiales de aislamiento utilizados presentan una resistencia a las corrientes de circulación al menos igual a 400 V, lo que les hace muy poco sensibles a la humedad (grupo I y grupo II según la norma internacional CEI 60664-1).

4 Resistencia de los aislantes al calor

• Ensayo de exposición durante 168 horas a 70 °C.
Los conjuntos ensayados no presentan ningún daño susceptible de afectar su utilización tras una exposición de 168 horas a 70 °C, según la norma internacional EN 60439-3.



• Ensayo de bola
Se efectúa sobre el propio material a fin de comprobar la ausencia de deformación en caliente.
Tras una exposición a la temperatura de prueba de 125 °C para las piezas que fijan partes activas, y de 70 °C para las demás, la huella medida de la bola no sobrepasa los 2 mm.

La utilización de acero galvanizado de gran espesor garantizar satisfactorios resultados durante los ensayos.

5 Resistencia al fuego

El ensayo con cable incandescente de la norma internacional CEI 60695-2-1 comprueba el comportamiento frente al fuego de los materiales, así como su capacidad para apagarse por sí mismos (autoextinción).
La temperatura del ensayo es de 960 °C para las partes que fijan piezas bajo tensión, y de 650 °C para los demás elementos. Se requiere que la extinción se efectúe en menos de 30 segundos. Todos los elementos que conforman los conjuntos XL cumplen estos requisitos.

Las carcasas XL cumplen los reglamentos de seguridad: autoextinción a 750 °C



6 Comportamiento mecánico de las fijaciones y ensambles

El ensayo consiste en atornillar y desatornillar cinco veces, al par de apriete exigido por la norma internacional EN 60439-3, los tornillos y tuercas metálicos y diez veces los de material aislante.
Los pares de apriete recomendados por Legrand figuran en los anexos.





+ Todos los ensamblajes y atornillados necesarios para el montaje de los aparatos LEXIC en las envolventes XL sobrepasan ampliamente lo prescrito por las normas.

+ Cajas y armarios XL: una fabricación a toda prueba, objeto de ensayos periódicos según las normas de calidad ISO 9001.

3 DPX, LEXIC, XL, XL-PART: UN COMPROMISO PERMANENTE DE CALIDAD

Un amplio programa de ensayos e investigación permite a Legrand poner a su disposición una oferta completa de productos y soluciones que responde a los requisitos de instalación, a la diversidad de aplicaciones y a las exigencias normativas y reglamentarias.
Esta voluntad puede constatarse en las gamas de la oferta Legrand:

- interruptores automáticos e interruptores modulares DX
- interruptores automáticos de potencia DPX
- interruptores seccionadores de potencia Vistop
- repartidores y soportes de juegos de barras
- cajas y armarios XL
- aparatos de mando, señalización, gestión energética y alimentación
- accesorios de conexión de cableado, de etiquetado…

Tal voluntad se apoya en un compromiso permanente de calidad y se plasma en productos de elevadas características, certificados y disponibles en todo el mundo.



XL 400 Armario de distribución ensamblable para instalaciones terciarias



XL 135 Caja de distribución completa «lista para usar»



Interruptor automático de potencia 630 A



Interruptor automático de potencia 160 A



DX Interruptor diferencial



DX Interruptor automático magnetotérmico unipolar



Vistop 63-100 A Interruptor seccionador de corte visible en carga



DX Interruptor automático tripolar



DX Interruptor automático magnetotérmico bipolar

Ensayos efectuados después de la instalación

Complementariamente a los ensayos de tipo, los ensayos en obra igualmente deben realizarse. Estos se denominan "ensayos de recepción" o "ensayos de rutina" que validan las características mínimas de seguridad.

1 ENSAYOS INDIVIDUALES

El tablerista o el instalador se comprometen a la prestación suministrada mediante la revisión final y los ensayos individuales de recepción.
El capítulo III.G.4 «Revisión y Control final» detalla dichas operaciones de control.

La instalación garantiza la seguridad de los conjuntos de distribución respetando las reglas del oficio.

1 Revisión de conjunto

Esta operación agrupa los exámenes, principalmente visuales, que deben realizarse.
- Comprobación de los elementos mecánicos: funcionamiento de los sistemas de bloqueo, sistemas de desembornado, cerraduras, pares de apriete…
- Revisión del cableado: entrada de cables, apriete de los bornes, etiquetado…
- Marcas e indicaciones en el conjunto: placas de señalización…
- Informaciones técnicas suministradas.
- Cumplimiento del grado de protección.
- Verificación de las distancias de montaje.
- Ensayos de funcionamiento eléctrico
- Disposiciones para el transporte y la manipulación (si fuese necesario).

La norma internacional EN 60439-1 define una lista no exhaustiva de requisitos que deben tratarse específicamente: ambiente, IP, accesibilidad…
Dichos requisitos deben convenirse entre el fabricante y el usuario.



2 COMPROBACIÓN DEL AISLAMIENTO

La comprobación del aislamiento puede efectuarse mediante un ensayo dieléctrico de un minuto de duración, a tensión constante, según la tensión de aislamiento declarada del conjunto.

U de aislamiento (V)	U de ensayo (V)
U ≤ 60	1000
60 < U ≤ 300	2000
300 < U ≤ 690	2500
690 < U ≤ 800	3000
800 < U ≤ 1000	3500

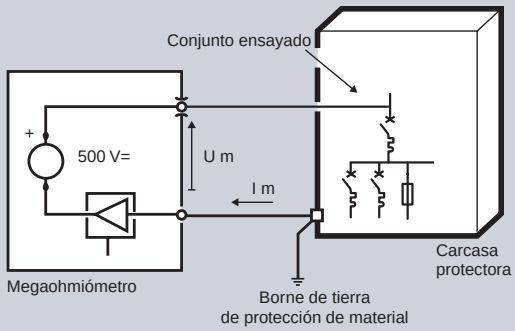
Si no puede efectuarse el ensayo dieléctrico, la comprobación puede llevarse a cabo mediante una medición de aislamiento a 500 V entre los diferentes circuitos y masa. La resistencia medida debe ser al menos de 1.000 Ω / V. (La tensión de referencia en voltios es la existente entre tierra y el circuito probado.)

3 COMPROBACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

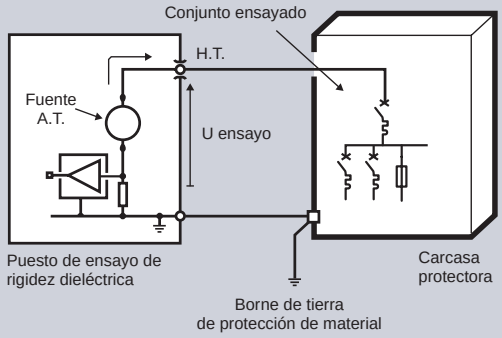
• En los conjuntos de clase I, la citada comprobación visual contempla la continuidad efectiva de las masas entre sí y entre las masas y el conductor de protección.
Para controlar dicha conexión, se realiza una medición de continuidad a 25 A.
La resistencia no debe sobrepasar el valor de 50mΩ
• En los conjuntos de clase II, la comprobación contempla la continuidad de los circuitos de protección y su aislamiento con respecto a las masas. También se examinará la continuidad de la carcasa aislante y las disposiciones constructivas propias de la clase II (fijación y aislamiento de los cables, paso de paredes).

El resultado de dichas revisiones y mediciones se incluirá en el «Informe individual de revisión» que acompañará a la documentación del conjunto de distribución suministrado. En el anexo se ofrece un modelo de dicho informe.

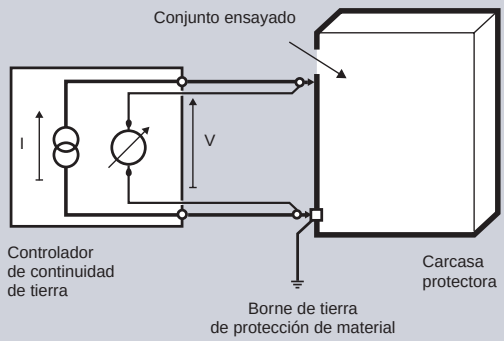
Principio de la medición de aislamiento



Principio del ensayo dieléctrico



Principio de la medición de continuidad



Revisión y control final

Paso previo a la redacción del «informe individual de revisión», el conjunto de comprobaciones visuales propuestas a continuación le permitirá efectuar un control rápido (ver modelo de informe en anexo)

1 REVISIÓN DEL CONJUNTO (COMPROBACIÓN VISUAL)

1 Conductores y cableado

- Conformidad con el esquema.
- Sección de los conductores.
- Etiquetado de los circuitos (potencia, mando, información).
- Identificación de los conductores (color, código alfanumérico).
- Marca de polaridad.
- Identificación de los circuitos de utilización (cables de salida).
- Fijación de los conductores.
- Distancias a aristas vivas (bordes de chapa).
- Tratamiento de los conductores no protegidos contra cortocircuitos (circuitos permanentes, de medida).
- Conexiones flexibles, movimientos axiales de los conductores de elementos amovibles (cajones, puertas).
- Entrada de los conductores en la carcasa (estanqueidad, protección mecánica, ausencia de tensiones).
- Colocación de los juegos de barra (fijación mecánica, distancias entre soportes, conexiones atornilladas).

2 Aparatos

- Conformidad de los aparatos con los modelos prescritos (calibre, poder de corte, curvas de funcionamiento).
- Obtención del poder de corte por asociación (si fuese necesario).
- Selectividad en los circuitos especificados.
- Placas de señalización y etiquetados.
- Colocación de uniones y conexiones (apriete, tabiques, cubrebornes).
- Apriete de los terminales.

3 Medidas de protección contra choques eléctricos

• Protección contra contactos directos:

- Presencia de placas que aseguren al menos un grado igual a 2x o xxB.
- Presencia de pantallas (recomendado) que aseguren al menos un grado xxA.
- Tabicado de forma 2 alrededor de los juegos de barra (si se requiere).
- Presencia de etiquetas de advertencia «Bajo tensión».

• Protección contra contactos indirectos:

Clase I: comprobación visual de la conexión eléctrica de los chasis y estructura del conjunto, así como de las partes metálicas accesibles.

- Presencia de conexiones equipotenciales en los elementos accesibles (paneles, puertas) o desembornables.
- Sección de las conexiones equipotenciales en función de la potencia del material instalado (véase pág. 590).
- Conexión de los conductores de protección a los bornes de los aparatos si disponen de ellas.
- Sección de los conductores de protección y del borne principal.

NOTA: Estas disposiciones se comprueban mediante una medición de continuidad (ensayos individuales).

Clase II: comprobación visual de las disposiciones propias de la clase II (véase pág. 594).

- Sujeción de los conductores en caso de desenganche.
- Aislamiento de las masas y de los conductores de protección.
- Falta de conexión de las masas al conductor de protección.
- Recorrido de los conductores en canal o sobre soporte aislante, o utilización de conductores de clase II.
- Reserva e identificación de la zona tratada en clase II.
- Presencia del símbolo O y advertencias.
- Ausencia de partes metálicas que atraviesen la carcasa.
- Aislamiento de las fijaciones a la pared.

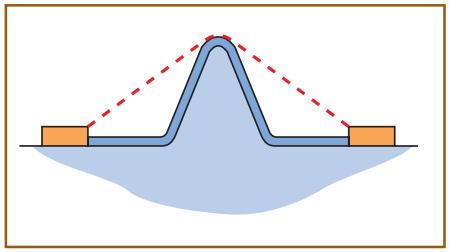
NOTA: Estas disposiciones se comprueban mediante una medición de aislamiento o un ensayo dieléctrico (ensayos individuales).

4 Distancias de aislamiento

- Distancias entre las conexiones de los aparatos (terminales, zonas de conexión…) y las masas cercanas (chasis, pletina).
- Unión atornillada y conexión a las barras: distancia entre barras y a masa.

• Distancias en el aire

Representan el trayecto más corto entre dos piezas conductoras. En caso de descarga disruptiva en el aire, el arco eléctrico seguiría dicho camino.
Las nervaduras o los tabiques pueden aumentar las distancias en el aire.

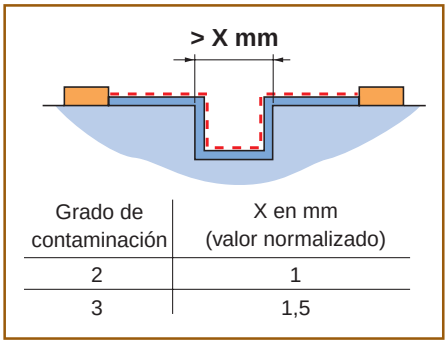


Las distancias en el aire están dimensionadas en función de la tensión Uimp declarada para el conjunto.

Tensión de choque Uimp (kV)	Distancias mínimas de aislamiento (mm)	
	Entre partes activas de polaridad diferente (F, N, masas)	Entre partes activas y masas en caso de aislamiento doble o reforzado
4	3	5,5
6	5,5	8
8	8	14
12	14	18

• Líneas de fuga

Representan el trayecto más corto que seguiría la superficie de los materiales aislantes entre dos piezas conductoras.
Dependen de la calidad de los propios aislantes y del grado de contaminación (véase pág. 375).
Ranuras y nervaduras pueden incrementar el valor de la línea de fuga siempre que tengan el tamaño suficiente como para no retener el agua.



Grado de contaminación	X en mm (valor normalizado)
2	1
3	1,5

En la práctica y para los elementos en cuestión, que están fundamentalmente ligados al montaje, solo se tienen en cuenta las ranuras de al menos 2 mm de anchura y profundidad.
Las líneas de la fuga se dimensionan en función de la tensión de aislamiento Ui declarada para el conjunto.

Tensión de aislamiento Ui (V)	Líneas de fuga mínimas en mm (grupo de material II, IRC > 400)			
	Entre partes activas de polaridad diferente (P.N. masas)		Entre partes activas y masas en caso de aislamiento doble o reforzado	
Grado de contaminación	2	3	2	3
250	1,8	3,6	3,6	7,1
400	2,8	5,5	5,6	11
630 / 690	4,5	9	9	18
800	5,6	11	11	22
1 000	7,1	14	14	28

Los valores requeridos para las distancias de aislamiento entre partes activas y masas en caso de aislamiento doble o reforzado son consecuencia de la aplicación de la norma internacional CEI 60664-1 «coordinación del aislamiento de los materiales en los sistemas (redes) de baja tensión»:
- las distancias en el aire están fijadas para una tensión de choque inmediatamente superior al valor de la tensión Ui declarada
- las líneas de fuga están fijadas para un valor de tensión correspondiente al doble de la tensión de aislamiento Ui declarada.
Los valores de aislamiento doble o reforzado deben aplicarse en un punto anterior a los dispositivos que aseguran eficazmente la protección de las personas contra los contactos indirectos: dispositivos diferenciales en régimen TT, dispositivos de protección contra cortocircuitos en régimen IT y TN.

Los soportes y juegos de barras Legrand están dimensionados para garantizar un nivel de aislamiento doble con respecto a las masas que les rodean.
En aplicaciones domésticas, residenciales o terciarias, puede aplicarse el grado de contaminación 2. En las aplicaciones industriales se aplica el grado de contaminación 3.

2 REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS INDIVIDUALES

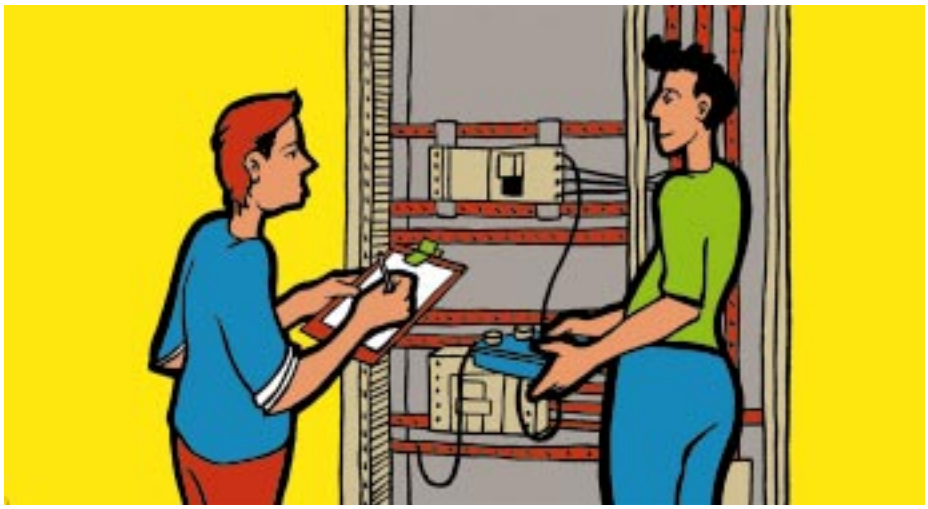
1 Comprobación del aislamiento

Esta comprobación puede llevarse a cabo mediante un ensayo dieléctrico, o bien midiendo la resistencia de aislamiento.

La medición de la resistencia de aislamiento debe considerarse como complementaria de la comprobación de distancias prevista en el examen visual de conjunto.
La detección de distancias insuficientes sólo puede realizarse mediante el ensayo dieléctrico de tensión de choque.

• Medición de la distancia de aislamiento

- la medición de la resistencia de aislamiento debe llevarse a cabo con un megaohmiómetro (de fuente autónoma o exterior) bajo una tensión mínima de 500 V en corriente continua.



- El conjunto que se ensaya debe estar sin tensión y sin ningún aparato receptor conectado.
- Todos los aparatos de corte deben estar en la posición I (ON).
- La tensión se aplica entre cada circuito y masa.
- Se pueden conectar todos los polos: fases y neutro, salvo en el esquema TNC, en el que el conductor PEN se considera conectado a la masa del conjunto.
- Los aparatos (bobinas de medida, instrumentos) que no soporten la tensión de prueba deberán tener cortocircuitadas sus bornes de alimentación.

Según la norma internacional EN 60439-1, el valor mínimo medido debe ser de 1.000 Ω / V en cuanto a la tensión nominal con relación a la tierra del circuito ensayado.
En la práctica, se considerará un valor objetivo mínimo de 0,5 MΩ para los conjuntos de 230/400 V de tensión y de 1 MΩ para los de mayor tensión.

Las condiciones de medición pueden influir en los resultados obtenidos.
No deben efectuarse mediciones a una temperatura inferior a la del punto de rocío (en tal caso, la condensación humidifica las superficies).
La resistencia de aislamiento disminuye con la temperatura. Si hubiese que realizar mediciones repetidas, deberán anotarse las condiciones ambientales. La duración de la aplicación de tensión tiene asimismo gran influencia y se puede considerar que la medición comprende tres secuencias.
Al iniciar la medición, el aparato carga la capacidad que representa la instalación con respecto a tierra y la corriente de fuga es más elevada. Al finalizar dicha carga, la corriente se estabiliza y sólo es debida a la resistencia de aislamiento. Si se sigue aplicando tensión, se puede constatar que la resistencia continúa aumentando lentamente. Este fenómeno es debido a la disminución de la corriente de absorción dieléctrica.
Una medición estricta implicaría el cálculo de la relación de las resistencias medidas a 1 minuto y a 10 minutos. Un valor R10 mn/R1 mn > 2 indica un buen aislamiento.
En la práctica, se aumenta el umbral del valor mínimo y se reduce el tiempo de medición que, encualquier caso, no debe ser inferior a 1 mn.

• Ensayo dieléctrico

Si no se ha realizado la medición de la resistencia de aislamiento, deberá efectuarse el ensayo dieléctrico según las indicaciones o las prescripciones relativas al conjunto.

- Ensayo de frecuencia industrial para un valor de aislamiento declarado Ui.
- Ensayo de choque de tensión (onda 1,2 / 50 ms) para un valor declarado Uimp.

Condiciones aplicables a ambos tipos de ensayo:

- El conjunto sometido a prueba debe estar sin tensión y ningún aparato receptor debe estar conectado.
- Todos los aparatos de corte deben hallarse en la posición I (ON).
- La tensión de ensayo se aplica según la siguiente secuencia:
- entre cada polo de cada circuito (potencia, mando, auxiliares) y la masa del conjunto
- entre cada polo del circuito principal y los otros polos (entre cada fase y entre cada fase y el neutro)
- entre cada circuito si no están unidos eléctricamente (por ejemplo, circuito de mando separado o en TBTS y circuito principal)
- entre el circuito de protección y masa en los conjuntos de clase II
- entre las partes desembornadas o separadas para la función de seccionamiento.



- Los aparatos que pudiesen resultar dañados como consecuencia de la aplicación de la tensión (aparatos de medida de detección, activadores electrónicos) deben tener una de sus bornes desconectado y aislado.
- Los condensadores antiparásitos deben estar conectados.

Ensayo de frecuencia industrial

La tensión se aplica al menos durante 1 segundo.
No debe constatarse ninguna distensión, ni deformación.

Tensión de ensayo (V)	Tensión de aislamiento Ui (V)
1 000	Ui ≤ 60
2 000	60 < Ui ≤ 300
2 500	300 < Ui ≤ 690
3 000	690 < Ui ≤ 800
3 500	800 < Ui ≤ 1 000

Ensayo de choque de tensión

La tensión se aplica tres veces por cada polaridad y al menos con 1 segundo de intervalo. El valor aplicado corresponde al valor Uimp incrementado en la corrección correspondiente a la altitud del emplazamiento.

Tensión de ensayo (kV)					Tensión de choque declarada
Nivel del mar	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	Uimp
2,9	2,8	2,8	2,7	2,5	2,5
4,5	4,8	4,7	4,4	4	4
7,4	7,2	7	6,7	6	6
9,8	9,6	9,3	9	8	8
14,8	14,5	14	13,3	12	12

La técnica de los ensayos de alta tensión exige no sólo tomar precauciones elementales de seguridad (balizado de la zona de ensayo, llevar guantes aislantes, personal habilitado), sino también precauciones relacionadas con el propio ensayo:
- evitar las sobretensiones de conmutación iniciando el ensayo a 0 V y volviendo a 0 V antes del corte de la alta tensión,
- el ensayo individual de recepción según la norma internacional EN 60439-1 es de duración voluntariamente limitada (1 s) a fin de evitar cualquier deterioro que pudiese resultar perjudicial para la posterior utilización. En tal sentido, se limitará el umbral de activación a unos cuantos miliamperios.
En cualquier caso, no debe considerarse que este ensayo verifica las calidades intrínsecas de los aislantes.
Sólo se garantizan las distancias de aislamiento.

2 Comprobación de la continuidad de los circuitos de protección

Las disposiciones constructivas de las carcasas XL aseguran directamente la continuidad de las masas (véase pág. xxx). Sin embargo, es necesario comprobar que el conjunto de masas está efectivamente conectado al conductor de protección del conjunto y que todos los circuitos de protección están bien interconectados mediante el borne principal (o colector de los conductores de protección, véase pág. 591).

• Condiciones de ensayo

- La medición puede efectuarse con corriente continua o alterna
- La tensión de ensayo puede estar comprendida entre 6 y 24 V.
- Uno de los polos de la fuente de ensayo debe estar conectado al borne principal de los conductores de protección y el otro (punta o pinzas de prueba) a los diferentes elementos.



• Medición de la resistencia de continuidad

Se recomienda aplicar los siguientes valores normalizados:
- corriente de ensayo: 25 A
- tiempo de aplicación: 1 mn
– resistencia máxima: 50 mΩ

• Comprobación de la continuidad mediante comprobador de señal

Este procedimiento no está normalizado. Simplemente permite comprobar que existe continuidad, pero no presupone su valor. Si se aplica, debe ir acompañada de una comprobación visual reforzada de cada conexión y elemento del circuito de protección.

El método utilizado, medición o comprobación, se hará constar en el informe individual de revisión.
Si se utilizan otras modalidades, por ejemplo las de la norma internacional EN 60204-1 (medición de la caída de tensión a 10 A), deberá indicarse así.

3 COMPROBACIÓN DE LA COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Aparte del caso de los conjuntos en serie destinados a una utilización precisa en un ambiente determinado, la mayoría de los conjuntos fabricados individualmente incorporan una combinación de materiales y componentes más o menos aleatoria.

Según las características de los productos que incorporen y las normas de instalación respetadas, podemos distinguir dos casos:

1.- No es necesario ningún ensayo de inmunidad o de emisión si:

- los propios dispositivos y componentes son conformes con las prescripciones de CEM que les conciernen o, a falta de ello, con los niveles de las normas genéricas (serie de normas CEI 61000-6-x). Normalmente, el marcado CE certifica esta conformidad si son aplicables los requerimientos de CEM
- la instalación y el cableado se han realizado según las indicaciones de los fabricantes. Los elementos citados en el capítulo I.B.3 (medios de protección) e I.B.4 (fabricación del material) permiten cumplir este requisito.

2.- Se requieren ensayos para verificar las prescripciones de CEM si el conjunto realizado y los medios aplicados no responden al caso 1 y, especialmente, cuando:

- el medio ambiente al que se destina el conjunto incluye fuentes de perturbación importantes o condiciones de exposición severas
- el conjunto realizado incorpora circuitos electrónicos sensibles (microprocesadores) o que produzcan perturbaciones (alimentaciones de corte).



Ensayos a efectuar para la comprobación de las prescripciones CEM

• Ensayos de inmunidad
Ondas de choque 1,2/50 µs - 8/20 µs según CEI 61000-4X:
- nivel de ensayo 2 kV: fase - tierra / masa
- nivel de ensayo 1 kV: entre fases
Transitorias rápidas en salvas según CEI 61000-4-4:
– nivel de ensayo 2 kV
Campo electromagnético irradiado según CEI 61000-4-3:
- nivel de ensayo 10 V/m
Descargas electrostáticas según CEI 61000-4-2:
– nivel de ensayo 8 kV en el aire
• Ensayos de emisión
Límites de emisión según CISPR 11:
– clase B para entornos domésticos
– clase A para entornos industriales

La presumible conformidad de un conjunto con los requisitos CEM no debe hacer olvidar que un cierto número de perturbaciones externas, especialmente las procedentes de la red de alimentación, pueden crear disfunciones inaceptables. A título de ejemplo, podemos citar las siguientes:
fluctuaciones de tensión, cortes breves, presencia de armónicas, desequilibrios... (vease capitulo I.A.1)
Igualmente, deberán tenerse en cuenta las condiciones de conexión del conjunto a la instalación. En este sentido, la elección (o imposición) del régimen de neutro puede ser esencial (véase el capítulo I.D.4).

4 MARCAS E INDICACIONES

De acuerdo a la norma NCH 4/84 capítulo 6.0.4 indica:
Todos los tableros deberán llevar, además estampado en forma legible e indeleble la marca de fabricación, la tensión de servicio, la corriente nominal y el número de fases. Estas indicaciones deberán estar colocadas en un lugar visible. El responsable de su instalación deberá agregar su nombre y marca registrada.

Ejemplo de etiqueta de conformidad

Fabricante: Legrand
Tensión de servicio: 380 / 220 V
Corriente nominal: 120 A
Nº de fases: 3
Ref. 879.... **Fecha: 15/06/04**

Dimensiones mínimas recomendadas 50 x 30 mm

Pares de apriete

Valores de los pares de apriete recomendados para los montajes y las conexiones en los conjuntos de distribución

Aparato		Herramienta o impresión	Valor del par
Vistop	Modular 63/100/125/160 A	6 lados macho de 4	6 Nm
	Caja de conexión plana (ref. 227 78/79)	Cabeza H de 13	15 Nm
	Caja de conexión para bornes (ref. 227 80/81)	6 lados macho de 5	10 Nm
	160 A	Cabeza H de 13	15 Nm
	250 A	Cabeza H de 17	30 Nm
	400/630 A	Cabeza H de 19	50 Nm
	800 A	Cabeza H de 13 y 6 lados macho de 6	15 Nm
	Borne cobre-aluminio (ref. 095 44)	6 lados macho de 6	20 Nm
Interruptor	1250 A	Cabeza de 17	30 Nm
	1600 A	Cabeza de 19	50 Nm
DPX	125	6 lados macho de 4	6 Nm
	160 (tipo plano o jaula)	6 lados macho de 5	10 Nm
	250 ER (tipo plano)	6 lados macho de 5	10 Nm
	250 ER (tipo jaula)	6 lados macho de 5	12 Nm
	250 (tipo plano)	6 lados macho de 6	15 Nm
	250 (tipo jaula)	6 lados macho de 5	12 Nm
	400/630 (tipo plano o jaula)	6 lados macho de 8	25 Nm
	1250/1600 (tipo plano)	6 lados macho de 8	25 Nm
Juego de barras	Tornillo de montaje de los ganchos	Cabeza H de 10	7,5 Nm
	Tornillería M8 (mini 8-8) de conexión sobre barras	Cabeza H de 13	15-20 Nm
	Tornillería M10 (mini 6-8) de montaje de las barras	Cabeza H de 17	30-35 Nm
	Tornillería M10 (mini 8-8) de montaje de las barras	Cabeza H de 17	40-50 Nm
	Tornillería M12 (mini 6-8) de montaje de las barras	Cabeza H de 19	50-60 Nm
	Tornillería M12 (mini 8-8) de montaje de las barras	Cabeza H de 19	70-85 Nm
	Tuerca martillo eclisas y unión de barras en C M8 (ref. 374 64)	Cabeza H de 13	15 Nm
	Tuerca martillo eclisas y unión de barras en C M12 (ref. 374 65)	Cabeza H de 19	50 Nm
Repartidores	Modulares (tornillería de conexión)	Cabeza partida ∅ 5,5 / PZ 2	2 Nm
		6 lados machos de 6	15 Nm
		6 lados machos de 5	10 Nm
	Extraplanos y escalonados	6 lados machos de 4	6 Nm
		Cabeza H de 7 / partida ∅ 6,5	2,5 Nm
		Cabeza H de 10 / partida ∅ 10	7,5 Nm
		Cabeza H de 13	15 Nm
Repartidores de fila XL - Part	Tornillo de montaje de escuadra	Cabeza H de 10	10 Nm
	Tornillo de conexión escuadras y conectores	Cabeza H de 13	15 Nm
	Tornillo de montaje/conexión de bases para DPX 125/160/250 ER	6 lados macho de 4	6 Nm
Chasis columna XL - Part	Tornillo de montaje de los ganchos de los apoyos juego de barras	Cabeza H de 13	15 Nm
	Tornillo de fijación de bases para DPX 250 y DPX 630 (llave tubo)	Cabeza H de 10	10 Nm
Bornes de conexión Viking	Paso 5	Cabeza partida ∅ 3,5	0,8 Nm
	Paso 6 y 8	Cabeza partida ∅ 4	1,4 Nm
	Paso 10	Cabeza partida ∅ 5,5	2 Nm
	Paso 12	Cabeza partida ∅ 5,5 / PZ 2	2 Nm
	Paso 15	Cabeza partida ∅ 6,5 / PZ 2	4 Nm
	Paso 22	6 lados macho de 6	15 Nm
DX Lexic	Ph + N / DNX	Cabeza partida 5,5 / PZ 1	2 Nm
	≤ 63 A	Cabeza partida ∅ 6,5 / PZ 2	2,5 Nm
	80 a 125 A	Cabeza partida ∅ 8 / PZ 3	3,5 Nm
Envolventes XL Transversales y dispositivos de fijación	Tornillería M6 (fijación de rieles y equipos)	Cabeza H de 10	10 Nm
	Tornillería M8 (fijación de equipos)	Cabeza H de 13	15 Nm
	Tornillo de fijación de cajas	Cabeza H de 8 / partida ∅ 6,5	7,5 Nm
	Tornillo de fijación de las placas de entrada de cables	Cabeza partida ∅ 5,5 / PZ 2	1,5 Nm

Informe de pruebas

Lista de los informes de pruebas EN 60439-1 / 3
Conjuntos de distribución Legrand. Gama de envolventes XL y aparatos Lexic

Título (prueba o definición)	Herramienta o impresión	
Elecciones de las configuraciones tipo destinadas a las pruebas	RE/949/162/10/98	
Expedientes de construcción de las configuraciones tipo	XL 100/1094/125 A XL 135/750/160 A XL 135/1200/160 A XL 195/1200/250 A XL 195/1200 canaleta/250 A XL 400/900/630 A	
Modelo térmico -Potencia disipable por los envolventes -Potencia disipada por los aparatos	 RE/494/159/08/98 RE/494/159/08/98 (13 páginas adjuntas)	
Límite de calentamiento -Juegos de barras en cajas XL -Juegos de barras en armarios XL -Conjuntos de serie (configuraciones tipo)	 RE/494/163/10/98 RE/494/123/12/97 Informes	 Certificados
-Dispositivos de distribución XL Part	RE/494/197/07/99 RE/494/226/04/00 RE/494/205/09/99 RE/494/225/04/00 RE/494/224/04/00	 IT 96 036 IT 95 041 IT 95 042 IT 96 035
Propiedades dieléctricas -En cajas XL clase II -En repartidores -En juegos de barras y soportes -En configuraciones tipo -En dispositivos XL Part	 032/02/96 RE/494/195/07/99 RE/494/130/02/98 RE/494/181/04/99 394/1091/00	
Comportamiento ante los cortocircuitos -En repartidores y juegos de barras en caja XL -En juegos de barras en armarios XL y XL - A -En unidades de llegada (conformes a la norma CEI 947 - 2)	 RE/494/194/07/99 RE/494/193/07/99 Informes	 Certificados
-En unidades de llegada en conjunto s/envolventes	RP 125 - 3/L RP 125 - EB 3/L RP 160 - B - 3/L RP 250 A - 3/L RP 250 H 6 3/L RP 630 A -3/L RP 630 AE - 3L RP 630 H - 3/L RP 630 HE - 3/L RP 1600 HES - 3/L RP 1600 AES - 3/L RE/494/156/07/98	IT 98 007 IT 98 023 IT 98 044 IT 98 026 IT 98 050 IT 98 047 IT 98 032 IT 98 029 Nº1659 XL 400 Nº1660 XL 195 Nº1669 XL 135
-En dispositivos de repartición XL Part		IT 97 086

Informe de pruebas (continuación)

Lista de los informes de pruebas EN 60439-1 / 3
Conjuntos de distribución Legrand. Gama de envolventes XL y aparatos Lexic

-En unidades de partida (certificados KEMA) -En bornes de conexión	Nº 97 4623-04 Nº 97 4623-03 Nº 97 4623-02 Nº 97 4623-01 Nº 97 4618-01 Nº 97 4619-01 Nº 97 4621-01 Nº 97 4622-02 RE/494/191/07/99
Eficacia del circuito de protección -Continuidad y cortocircuito	 RE/494/157/08/98 RE/494/144/04/98
Distancias y lineas de fuga (ver propiedades dieléctricas)	RE/494/183/04/99
Funcionamiento mecánico	Declaración IEC 947-2 (8.3.3.3.2 a) y (8.3.3.3.5)
Grados de protección Cajas y armarios	Informes LCIE Nº 460209 A Nº 460209 B Nº 460209 C Nº 460209 D Nº 460209 E Nº 460209 F
Resistencia a los choques mecánicos -Clasificación IK -Prueba específica EN 60439-3	 RE/494/145/05/98 RE/494/151/06/99
Resistencia al óxido	RE/494/174/05/99 RE/494/182/04/99
Resistencia al calor y al fuego	Nota de síntesis del 22/04/99 Certificado nº 494/145/04/98 RE/494/196/07/99
Comprobación resistencia a la humedad + dieléctrico	RE/494/175/03/99
Comportamiento mecánico de las fijaciones	RE/494/173/03/99
Comprobación de las condiciones de elevación y mantenimiento de los armarios XL y XL -A	 RE/482/044/04/99 RE/494/250/02/01

Declaración de conformidad

Razón social: ..... **Nº documento:** ..... **fecha:** .....
Dirección: ..... **Nº conjunto:** ..... **fecha:** .....
..... **(si son diferentes)**

Destinatario: ..... **Norma EN 60439-1** ☐
Norma EN 60439-3 ☐

El suscrito certifica por el presente documento que el conjunto del equipo baja tensión derivado de serie (EDS) y mencionado anteriormente, se construyó en conformidad con las exigencias de la norma EN 60439-1 / EN 60439-3.
La puesta en servicio se efectuó de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Se utilizaron las gamas de productos siguientes:

- Disyuntores de potencia DPX conforme a la norma EN 60947-2
- Disyuntores divisionarios DX conforme a la norma EN 60898-1
- Repartidores y soportes juego de barras
- Envolventes XL

En relación a las pruebas de tipo efectuadas por Legrand

- según EN 60439-1 y EN 60439-3
    - Comprobación de los límites de calentamiento
    - Comprobación de las propiedades dieléctricas
    - Comprobación del comportamiento ante los cortocircuitos
    - Comprobación de la eficacia del circuito de protección
    - Comprobación de las distancias de aislación y líneas de fuga
    - Comprobación del funcionamiento mecánico
    - Comprobación del grado de protección
- según EN 60439-3 (pruebas complementarias, juntos ≤ 250 A)
    - Comprobación de la resistencia a los impactos mecánicos
    - Comprobación de la resistencia al óxido
    - Comprobación de la resistencia a la humedad
    - Comprobación de la resistencia de los aislantes al calor
    - Comprobación de la resistencia al fuego
    - Comprobación del comportamiento mecánico de los montajes y fijaciones

Las pruebas individuales son objeto del informe individual de examen nº ..... que incluye, en conformidad con la norma:

- Inspección global
- Comprobación de aislación
- Comprobación de la continuidad del circuito de protección

El suscrito: .....

Firma: .....

Informe individual de examen

Fabricante: ..... **Nº documento:** ..... **fecha:** .....
Dirección: ..... **Nº conjuntos:** ..... **fecha:** .....
..... **(si son diferentes)**

Secuencia de realización de las pruebas individuales relativas a los “Conjuntos de equipo baja tensión”, según EN 60439-1 / 3

1.- Inspección visual	**Efectuada**	**No aplicable**
- Comprobación del cableado	☐	☐
- Conformidad con el esquema	☐	☐
- Comprobación del equipo	☐	☐
- Conformidad con el equipo especificado	☐	☐
- Comprobación de los juegos de barras	☐	☐
- Comprobación de la conexión efectiva de las masas	☐	☐
- Comprobación de las medidas vinculadas a la clase II	☐	☐
- Funcionamiento eléctrico (potencia)	☐	☐
- Funcionamiento eléctrico (comando)	☐	☐
- Comprobación de los medidores	☐	☐
- Pruebas de los dispositivos diferenciales	☐	☐
- Comprobación del funcionamiento mecánico	☐	☐
- Conformidad de las restricciones a las especificaciones	☐	☐
- Comprobación de los pares de sujeción	☐	☐
- Conformidad de los dispositivos de mantención	☐	☐
- Comprobación de la conservación del grado de protección	☐	☐

2.- Comprobación de la aislación

- Prueba dieléctrica: tensión....	☐	☐
- Resistencia de aislamiento bajo 500	☐	☐
valor mín. medido.....		

3.- Comprobación de la continuidad del circuito de protección

- Medida de continuidad bajo 25 A	☐	☐
- Comprobación con control de señal	☐	☐

4.- Control final

- Presencia chapa de señalización	☐	☐
- Presencia documentación	☐	☐

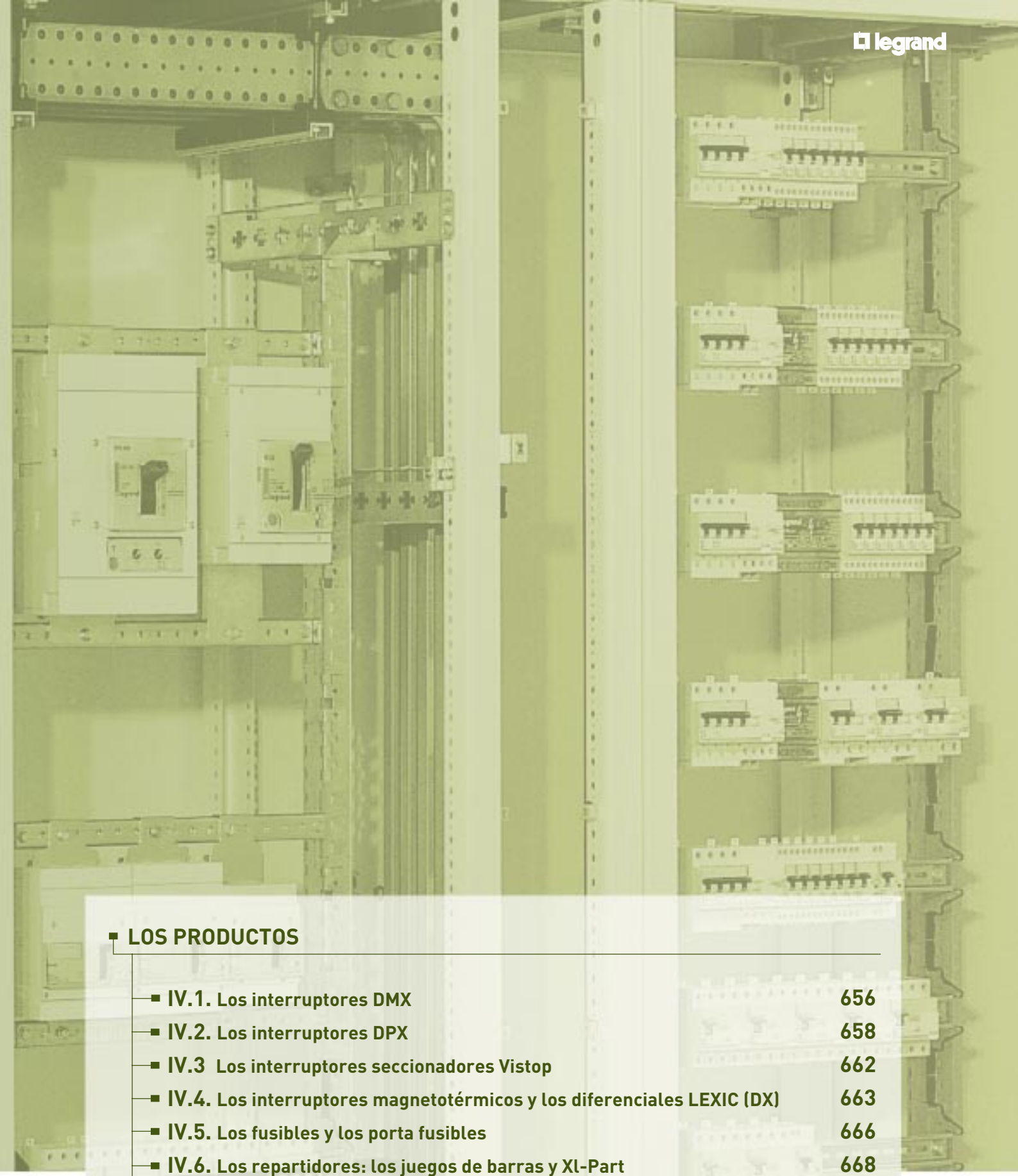
Verificado por: ..... Aprobado por: .....

fecha: .....

IV



LOS PRODUCTOS



LOS PRODUCTOS

- IV.1. Los interruptores DMX 656
- IV.2. Los interruptores DPX 658
- IV.3 Los interruptores seccionadores Vistop 662
- IV.4. Los interruptores magnetotérmicos y los diferenciales LEXIC (DX) 663
- IV.5. Los fusibles y los porta fusibles 666
- IV.6. Los repartidores: los juegos de barras y Xl-Part 668
- IV.7. Los tableros, armarios y los equipamientos XL 672
- IV.8. Los accesorios de cableado 678
- IV.9. Las tomas industriales 686

Los interruptores DMX

Los nuevos interruptores abiertos DMX son la respuesta de Legrand a la protección de las instalaciones de fuerte y muy fuerte potencia. Disponibles en seis calibres (de 1250 a 4000 A), con dos capacidades de ruptura (50 y 100 kA), en versión fija o extraíbles y bloqueables, están dotados con unidades de protección electrónicas y con una amplia elección de auxiliares y accesorios.



DMX 2500 versión extraíble

1 DISYUNTORES DMX Y DMX-L

		DMX H 2500/4000		DMX L 2500/4000	
Icu 400 volts		65 KA		100 KA	
Ui (V)		1000		1000	
Versión		Fija	Extraible	Fija	Extraible
Polos		3	3	3	3
In (A)					
DMX-H/DMX-L 2500	1600	26723	26723 + 26900 + 26978		
	2000	26724	26724 + 26900 + 26979	26754	26754 + 26901 + 26980
	2500	26725	26725 + 26900 + 26979	26755	26755 + 26901 + 26980
DMX-H/DMX-L 4000	3200	26726	26726 + 26901 + 26980	26756	26756 + 26901 + 26980
	4000	26727	26727 + 26902 + 26981	26757	26757 + 26902 + 26981

Para todos los sistemas extraíbles es necesario utilizar la herramienta ref. 269 08

2 AUXILIARES DE COMANDO Y SEÑALIZACION

Designación	Tensión nominal (V)		Referencia
	Alterna	Continua	
Bobina de disparo	220/250	220/250	269 67
Bobina de apertura de mínima tensión	220/250	-	269 71
Bobina de apertura de mínima tensión retardada	220/250	-	269 76
Mando motorizado	220/250	-	269 58
Bobina de cierre	220/250	220/250	269 63
Contacto señal defecto 1NA			269 52
Contacto de posición (inserta/test/extraíble) 6 NA + 6 NC			269 50
Contacto comando armado			269 51

3 BLOQUEOS Y ACCESORIOS

Designación	Referencia
Bloqueo con llave en posición "abierto" Ronis	269 31
Bloqueo con llave en posición "extraible" Ronis	269 41
Bloqueo de puerta montaje a la izquierda	269 88
montaje a la derecha	269 87
Limitador de calibre	269 86
Contador de maniobras (totalizador)	269 89

4 EQUIPOS PARA TRANSFERENCIA DE REDES

Designación		Versión Fija 3P	Versión extraible 3P
Bloqueo de cierre	DMX/DMX-I 2500	269 95	269 91
	DMX/DMX-I 4000 y	269 97	269 93
	DMX-L 2500/4000		
Cables de cierre		269 99	

Los interruptores DPX

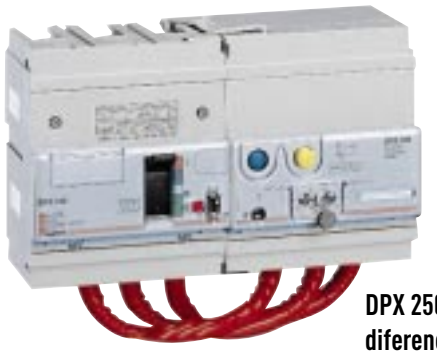
De 16 a 1600 A, solamente con seis tamaños de cajas, con auxiliares comunes y con soluciones múltiples de conexión, los breakers DPX tienen una facilidad de instalación sin igual.
A partir de 40 A, los breakers electrónicos ofrecen un ajuste muy preciso de los límites máximos de protección.
Distintas versiones, extraíbles, motorizadas ,desenchufables, permiten responder a todas las exigencias de continuidad de servicio y capacidad de mantenimiento.



DPX 1600 electrónico



DPX 125



DPX 250 con bloc diferencial lateral

1 CAJAS MOLDEADAS DPX versión magnetotérmicas

		DPX 125				DPX 160	DPX 250		
Icu /Tensión		16KA/220V	16KA/400V	16KA/400V	25KA/400V	36KA/400V	22KA/400V	36KA/400V	70KA/400V
Tensión aislación		290	500	500	500	500	500	500	500
Polos		1	3	3	1	3	3	3	3
Tipo		Fijo	Fijo	Regulable	Regulable	Regulable	Fijo	Regulable	Regulable
In(A)	16	25000	620200	25016	25036				
	20		620201						
	25	25002	620202	25017	25037				25351
	32		620203						
	40	25004	620204	25018	25038				25352
	50		620205						
	63	25006	620206	25019	25039				25353
	80		620207						
	100	25008	620208	25020	25040	25150			25354
	125	25009	620209	25021	25041		620210		
	160					25151	620211		25355
	200						620212		
	250						620213	25332	25356

		DPX 630				DPX 1250		
Icu /Tensión		36KA/400V	36KA/400V	70KA/400V	100KA/400V	50KA/400V	70KA/400V	100KA/400V
Tensión aislación		500	690	690	690	690	690	690
Polos		3	3	3	3	3	3	3
Tipo		Fijo	Regulable	Regulable	Regulable	Regulable	Regulable	Regulable
In(A)	320	620215	25522	25542	25562			
	400	620216	25523	25543	25563			
	500					25800	25814	25828
	630					25801	25815	25829
	800					25802	25816	25830
	1000					25803	25817	25831
	1250					25804	25818	25832

2 CAJAS MOLDEADAS DPX versión electrónica

		DPX 630					
Icu /Tensión		36KA/400V	36KA/400V	36KA/400V	70KA/400V	70KA/400V	70KA/400V
Tensión aislación		690	690	690	690	690	690
Polos		3	3	3	3	3	3
Tipo		S1	S2	Sg	S1	S2	Sg
In(A)	160	25600	25625	25650	25608	25633	25658
	250	25601	25626	25651	25609	25634	25659
	400	25602	25627	25652	25610	25635	25660
	630	25603	25628	25653	25611	25636	25661

		DPX 1600					
Icu /Tensión		50KA/400V	50KA/400V	50KA/400V	70KA/400V	70KA/400V	70KA/400V
Tensión aislación		690	690	690	690	690	690
Polos		3	3	3	3	3	3
Tipo		S1	S2	Sg	S1	S2	Sg
In(A)	630	25701	25725	25750	25709	25733	25758
	800	25702	25726	25751	25710	25734	25759
	1250	25703	25727	25752	25711	25735	25760
	1600	25704	25728	25753	25712	25736	25761

3 BLOQUES DIFERENCIALES ELECTRONICOS

		DPX 125	DPX 160
Montaje		lateral	lateral
Polos		3P	3P
In(A)	63	260 02	
	125	260 12	
	160		260 20

4 RELES DIFERENCIALES Y TOROIDES

Relé diferencial	Toroide (Ømm)				
	35	80	110	140	210
260 91	260 92	260 93	260 94	260 95	260 96

5 VERSION EXTRAIBLES Y ENCHUFABLES

		DPX 125	DPX 160	DPX 250	DPX 630	DPX 1600
Conversión fija → extraíble (alveólos + base)						
Alvéolos	3P	263 08	263 18	265 29	265 50	
Base fija conexión frontal anterior	3P	263 02	263 12	265 31	265 52	
Base fija conexión posterior	3P	263 03	263 13	265 33	265 54	
Conversión fija → extraible						
Base extraible + conexiones frontales	3P 3P					265 82
Base extraible conexiones posteriores	3P					26584
Conversión extraíble → enchufable						
Mecanismo	3P			265 45	265 66	
Accesorios						
Conectores 6 contactos				098 19		098 19
Conectores 8 contactos		263 99	263 99	263 99	263 99	263 99
Empuñadura de extracción				263 43	263 68	
Maneta para desenchufar				265 75	265 75	265 75
Contacto de señal				265 74	265 74	265 74
Cerradura candado comando manual						
Sistema cierre Ronis				265 76	26576	265 76
Sistema cierre Profalux				263 48	263 48	263 48

6 COMANDO Y SEÑALIZACION

		DPX 125	DPX 160	DPX 250	DPX 630	DPX 1600
Comandos rotatorios	comando rotatorio directo	262 01	262 11	262 22	262 41	262 61
	comando rotatorio indirecto	262 02	262 12	262 23	262 42	262 62
Comandos motorizados frontales	230 V~	261 03		261 34	261 44	
Bobina apertura de mínima tensión	24 V~	261 71			261 81	
	230 V~	261 73			261 83	
Bobina de disparo	110 V~ y =			261 66		
	230 V~ y =			261 67		
Contacto auxiliar o indicador de falla				261 60		

(1) se adapta a los comandos estándar
(2) DPX 160

7 ACCESORIOS DE MONTAJE Y DE CONEXION

		DPX 125	DPX 160	DPX 250	DPX 630	DPX 1600
Tapa borneras	3P	262 05	262 15	262 26	262 44	262 64
Juego de 3 pantallas aislantes		262 07	262 07	262 30	262 30	262 66
Porta candado		262 00	262 10	262 21	262 40	262 60
Terminales		suministradas	262 18	262 35	262 50	262 69
Terminales gran capacidad			262 19		262 51	262 70
Bornes de repartición (6 conexiones)		048 67	048 67[1]			
Prolongador para terminales			26217			262 68
Extensiones para terminales	3P			262 33	262 48	263 73
Terminales posteriores	3P	263 00	263 10	263 31	263 50	

(1) se montan en un DPX equipado con borne de apriete
(2) 262 68 para 1600 A (3 barras)

Los interruptores seccionadores Vistop

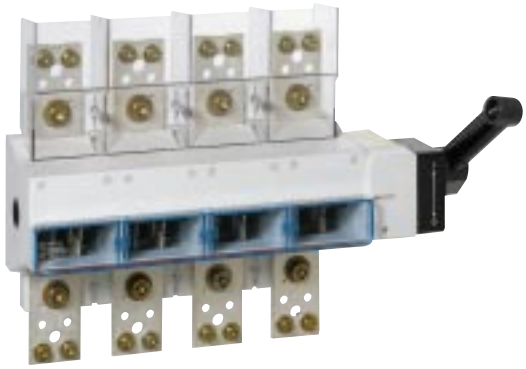
La gama Vistop con corte visible garantiza el corte en carga por medio de contactos autolimpiadores de enganche y de desenclavamiento brusco. Son convenientes para intensidades de 63A a 1600A.



Vistop 125 A



Interruptor seccionador 1250 A (a pedido)



Vistop 800 A (a pedido)

1 INTERRUPTORES SECCIONADORES VISTOP

		Maneta negra Frontal		Lateral	
Fijación	In (A)	3 P	4 P	3P	4P
Por tornillos	32	225 00	225 02	225 05	
Sobre riel o por tornillos	63	225 12	225 15	225 16	225 18
	100	225 20	225 22	225 25	225 27
Sobre platina	160	225 30	225 32	225 35	225 37
	250	225 40	225 42	225 45	225 47

2 ACCESORIOS

Accesorios Vistop	Fijación por tornillo 3A	Fijación en riel 63 a 160 A	Fijación sobre placa lisa 160 A	250 A
Comando exterior frontal	227 34	227 32	227 36	227 36

Los interruptores magnetotérmicos y los interruptores diferenciales lexic

Los interruptores magnetotérmicos y diferenciales Lexic responden a las múltiples exigencias de realización de un tablero de distribución por su rendimiento, libertad de conexión, auxiliares comunes y la facilidad de localización



Interruptor magnetotérmico 6kA vivienda



Interruptor magnetotérmico 6000-10kA



Interruptor magnetotérmico de alta capacidad de ruptura DX-L



Interruptor solo magnético DX-MA



Interruptor diferencial

1 INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS DE 6000 - CURVA C

	Calibre A						
	6	10	16	20	25	32	40
1P	03382	03384	03386	03387	03388	03389	03390
2P	03429	03431	03433	03434	03435	03436	03437
3P	03447	03449	03451	03452	03453	03454	03455

2 INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS DX 6kA - 10KA - CURVA B, C Y D

		Curva B			Curva C			Curva D		
		1P	2P	3P	1P	2P	3P	1P	2P	3P
Calibre A	1				06368	06460	06480			
	2				06369	06461	06481			
	3				06370	06462	06482			
	6	06156	06261	06281	06372	06464	06484	06579	06629	06649
	10	06158	06263	06283	06374	06466	06486	06581	06631	06651
	16	06160	06265	06285	06376	06468	06488	06583	06633	06653
	20	06161	06266	06286	06377	06469	06489	06584	06634	06654
	25	06162	06267	06287	06378	06470	06490	06585	06635	06655
	32	06163	06268	06288	06379	06471	06491	06586	06636	06656
	40	06164	06269	06289	06380	06472	06492	06587	06637	06657
	50	06165	06270	06290	06381	06473	06493	06588	06638	06658
	63	06166	06271	06291	06382	06474	06494	06589	06639	06659
	80				06383	06475	06495			
	100				06384	06476	06496			
	125				06385	06477	06497			

3 INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS DX - H 25 KA - CURVA B Y C

		Curva B			Curva C		
		1P	2P	3P	1P	2P	3P
Calibre A	1				06852	06912	06932
	2				06853	06913	06933
	3				06854	06914	06934
	6	06695	06756	06776	06856	06916	06936
	10	06697	06758	06778	06858	06918	06938
	16	06700	06760	06780	06860	06920	06940
	20	06701	06761	06781	06861	06921	06941
	25	06702	06762	06782	06862	06922	06942
	32	06703	06763	06783	06863	06923	06943
	40	06704	06764	06784	06864	06924	06944
	50	06705	06765	06785	06865	06925	06945
	63	06706	06766	06786	06866	06926	06946

4 INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS DX - L 50KA - CURVA C

		Curva C		
		1P	2P	3P
Calibre A	10	07097	07112	07127
	16	07099	07114	07129
	20	07100	07115	07130
	25	07101	07116	07131
	32	07102	07117	07132
	40	07103	07118	07133
	50	07104	07119	07134
	63	07105	07120	07135

5 DISYUNTOR DX - MAGNÉTICO

	Calibre A						
	2,5	4	6,3	10	12,5	16	25
DX-MA 3P	071 62	071 63	071 64	071 65	071 66	071 67	071 68

6 INTERRUPTORES MAGNETO TERMICOS DX - Z 25KA - CURVA C

		Curva C		
		1P	2P	3P
Calibre A	1	07173	07191	07209
	2	07175	07193	07211
	3	07176	07194	07212
	6	07178	07196	07214
	10	07180	07198	07216
	16	07182	07200	07218
	20	07183	07201	07219
	25	07184	07202	07220
	32	07185	07203	07221
	40	07186	07204	07222

7 INTERRUPTORES DIFERENCIALES DX™

Umbral de sensibilidad	Máximo (A)	Tipo AC 2P	Tipo AC 4P	Tipo Hpi 2P	Tipo Hpi 4P
10 mA	16	086 25			
30 mA	25	086 28	086 93	088 22	088 26
	40	086 29	086 94	088 23	088 27
	63	086 30	086 95		
	80	086 31	086 96		
300 mA	25	086 46	087 11		
	40	086 47	087 12		
	63	086 48	087 13		
	80	086 49	087 14		

8 BLOCS DIFERENCIALES ADAPTABLES

Tipo	Umbral de sensibilidad	Máximo (A)	DX, DX-H, DX-MA y DX-D 15 kA 2P	DX, DX-H, DX-MA y DX-D 15 kA 3P
Tipo AC	30 mA	32	074 01	074 28
		63	074 02	074 29
	300 mA	32	074 07	074 34
		63	074 08	074 35

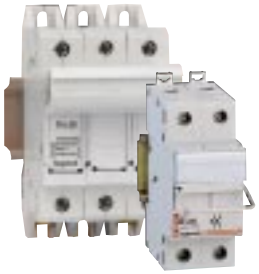
9 AUXILIARES Y ACCESORIOS LEXIC

Auxiliares de señalización		Referencia
Contacto auxiliar inversor (1/2 módulo)		073 50
Contacto señal defecto (1/2 módulo)		073 51
Interface interruptor diferencial/auxiliares + contacto auxiliar (1/2 módulos)		073 52
Auxiliares de comando		
Desenclavador a emisión (1 módulo)	12 a 48 V~ y =	073 60
	110 a 415 V~ y 125 V	073 61
Disparador por mínima tensión (1 módulo)	24 V =	073 65
	230 V~	073 68
Comando motorizado apertura/cierre (3 módulos)	230 V~	073 73
Accesorios		
Soporte para candado Ø 4 o 6 mm		044 42
Elemento de separación y pasacables	1/2 modulo	044 40
	1 modulo	044 41

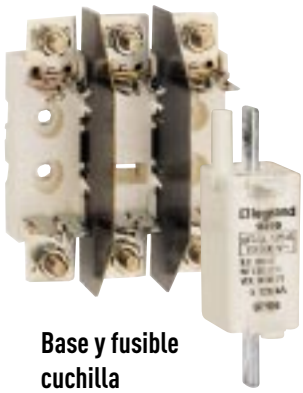
Los fusibles y los porta fusibles



Fusible cilíndrico



Portafusibles



Base y fusible cuchilla

1 FUSIBLES INDUSTRIALES CILINDRICOS TIPO gG

		Tamaño (mm) 8,5 x 31,5 sin indicador	8,5 x 31,5 con indicador	10 x 38 sin indicador	10 x 38 con indicador	14 x 51 sin percutor	14 x 51 con percutor
Tensión (V)		400	400	500	500	500	500
Capacidad de ruptura (A)		20000	20000	100000	100000	100000	100000
Calibre A	0,50			133 94			
	1	123 01		133 01			
	2	123 02	124 02	133 02	134 02	143 02	
	4	123 04	124 04	133 04	134 04	143 04	145 04
	6	123 06	124 06	133 06	134 06	143 06	145 06
	8	123 08		133 08	134 08		
	10	123 10	124 10	133 10	134 10	143 10	145 10
	12	123 12		133 12	134 12		
	16	123 16	124 16	133 16	134 16	143 16	145 16
	20	123 20	124 20	133 20	134 20	143 20	145 20
	25			133 25	134 25	143 25	145 25
	32			133 32	134 32	143 32	145 32
	40					143 40	145 40
	50					143 50	145 50
	63						
	80						
	100						
	125						

2 FUSIBLES INDUSTRIALES CILINDRICOS TIPO aM

		Tamaño (mm)			
		8,5 x 31,5 sin percutor	10 x 38 sin percutor	14 x 51 sin percutor	14 x 51 con percutor
Tensión (V)		400	500[1]	500[1]	500[1]
Capacidad de ruptura (A)		20000	100000	100000	100000
Calibre A	0,25		130 92		
	0,50		130 95		
	1	120 01	130 01		
	2	120 02	130 02	140 02	141 02
	4	120 04	130 04	140 04	141 04
	6	120 06	130 06	140 06	141 06
	8	120 08	130 08		
	10	120 10	130 10	140 10	141 10
	12		130 12		
	16		130 16	140 16	141 16
	20		130 20[2]	140 20	141 20
	25		130 25[2]	140 25	141 25
	32			140 32	141 32
	40			140 40	141 40
	45			140 45	141 50
	50			140 50	
	63				
	80				

(1) salvo las ref. 130 20/25, 140 45/50, 141 45/50, 150 96, 151 97: 400V
(2) sobre calibrado no normado

3 PORTA FUSIBLES SECCIONADORES Y ACCESORIOS

	1P	3P
400 V Fusibles 8,5 x 31,5	058 12	058 36
500 V fusibles 10 x 38	058 14	058 38

Accesorio	Referencia
Indicador de fusión 250V	057 90

4 PORTA FUSIBLES SECCIONADORES SP

	1P	2P	3P
SP 38 fusibles 10 x 38	214 01 214 27[1]	214 03	214 04
SP 51 fusibles 14 x 51	215 01 215 33 [2]	215 03	215 04 215 36[2]

(1) con indicador de fusión
(2) con microruptor inversor

5 FUSIBLES CUCHILLA INDUSTRIALES TIPO gG/gL

In (A)	Talla 00 con indicador	Talla 0 con indicador	Talla 1 con indicador	Talla 2 con indicador
25	163 18			
32	163 20			
35				
40	163 25			
50	163 30			
63	163 35	168 35		
80	163 40	168 40		
100	163 45	168 45		
125	163 50	168 50	173 50	
160	163 55	168 55	173 55	
200		168 60[1]	173 60	178 60
250			173 65	178 65
315				178 70
400				178 75

6 FUSIBLES CUCHILLA INDUSTRIALES TIPO aM

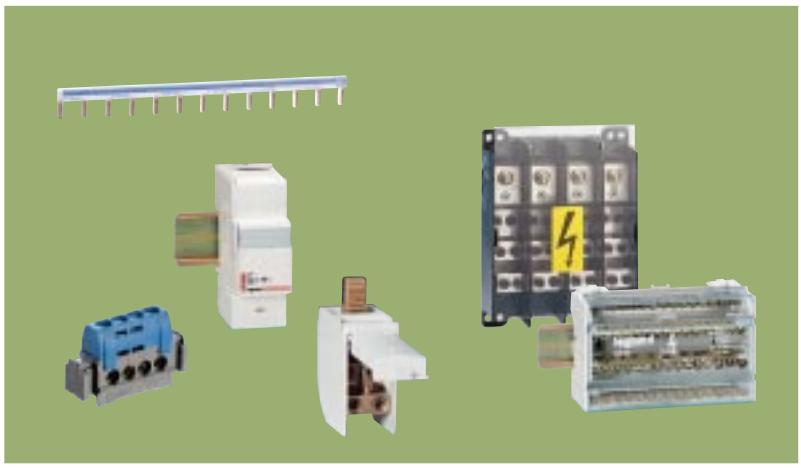
In (A)	Talla 00 con indicador	Talla 0 con indicador	Talla 1 con indicador	Talla 2 con indicador
25	160 18			
32	160 20			
40	160 25			
50	160 30			
63	160 35	165 35		
80	160 40	165 40		
100	160 45	165 45		
125	160 50	165 50	170 50	
160		165 55	170 55	
200			170 60	175 60
250			170 65	175 65
315				175 70
400				175 75

7 BASES Y ACCESORIOS PARA FUSIBLES CUCHILLA INDUSTRIALES

	Talla 00			Talla 0	Talla 1	Talla 2
	100A		160A	160A	250A	400A
	tornillos	riel	tornillos	tornillos o riel	tornillos o riel	tornillos o riel
Base 1P desnudo	160 00		162 00	165 00	170 00	175 00
Base 3P desnudo	160 04	160 05	162 04	165 03	170 03	175 03
Tabique de separación		199 09		199 15	199 16	199 17
Empuñadura	199 02					

Los repartidores, los juego de barras y XL Part

Hasta 4000 A, todas las configuraciones de distribución encuentran una respuesta con la gama de bornes, de repartidores modulares, de repartidores por filas, de repartidores de potencia y de juegos de barras.



Peines, bornes, Lexiclic, repartidores: la distribución "lista para su uso"

1 PEINES Y BORNES DE LLEGADA DE 63 A 90 A - 10 kA

		Unipolar fase o neutro	Bipolar	Bipolar equilibrado en 3 fases	Tripolar	Tetrapolar
Peine	1 fila	049 26	049 38[1]		049 42[1]	
	por metro	049 37	049 37	049 41	049 43	049 45
Protección de extremo		049 89	049 90	049 91	049 90	049 91
Protección de dientes				049 88		

(1)Pre-equipados con protección de extremos

Borne de llegada universal 6 a 35 mm²
049 06

Las secciones de conexión de los tableros, son dadas para conductores rígidos.
Para los conductores flexibles, tomar la sección inmediatamente inferior.
Para las secciones mínimas, las gamas y las combinaciones exactas, reportarse a este catálogo.

2 REGLETAS DE TABLEROS 63 A / 100A - 10KA

Número de perforaciones de 1,5 a 16 mm²	Bornes desnudos soporte	Bornes IP2x (xxB) negro	verde	azul
4	048 20	048 50	048 30	048 40
8	048 22	048 52	048 32	048 42
12	048 24	048 54	048 34	048 44
16	048 25	048 55	048 35	048 45
21	048 26	048 56	048 36	048 46

Soporte para bornes de repartición independientes		Referencia
Soporte universal, permite montar los bornes en riel ⌐¬ o ⌐¬		048 11
soporte repartidor, permite asociar hasta 4 bornes IP 2x		048 10
Barras planas 12x2 para bornes desnudos y bornes IP 2x	1 m	048 19

3 REPARTIDORES MODULARES DE 40 A 125 A - 20 KA

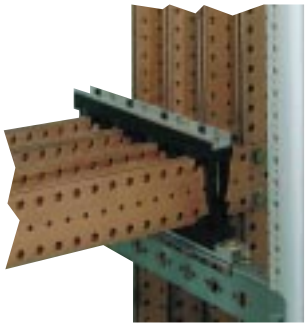
I máxima (A)	Polos	Referencia	Número y capacidad de bornes por polo (mm²) entradas	salidas	Bornes IP2x adaptables Tierra verde	Neutro azul	Salidas suplementarias
100	2P	048 80	2 x 25	5x6	048 34		12 x 16
	4P	048 84	2 x 25	5x6		048 44	
125	2P	048 82	2 x 35	2x25 + 11x6	048 35		16 x 16
	4P	048 86	2 x 35	2x25 + 7x6		048 44	12 x 16
	4P	048 88	2 x 35	2x35 + 11x6		048 45	16 x 16
160	4P	048 79	1 x 70	2x35 + 4x25 + 8x6		048 45	

4 REPARTIDORES UNIPOLARES MODULARES Y BORNES DE SALIDA HASTA 250 A

	I máximo admisible (A)	Número y sección de conductores por polo (mm²) entrada	salida	Unipolar	conjunto de 4 elementos unipolares
Repartidor unipolar modular	125	2 x 50	2x50 + 12x6	048 71	048 72
	160	1 x 70	7x6 + 2x35 + 3x25	048 83	048 87
	250	1 x 150	6x35 + 4x16	048 73	
Borne de salida unipolar	160	borne aval aparato: Vistop 63 a 160 A y DPX 125/160	6x25	048 67	

5 REPARTIDORES DE POTENCIA DE 125 A 400 A - 60 kA

I máximo admisible (A)	Referencia	Número de bornes por polo entrada (mm^2)	salidas (mm^2)	Icc pic (kA)	conexión (mm^2)
extra plana					
125	374 47	1 x 35	10 x 16 (fases) 17 x 16 (fases)	25	directa en la llegada terminales en la partida
160 250	374 00	1 x 95 1 x 150	12 x 35	60	terminales o directa con 374 03
por filas					
125	373 95	4 barras 12 x 4 mm que reciben 5 conectores 2x10 mm^2 c/u		20	terminales
125	374 30	1 x 35	5 x 25	35	terminales
160	374 31	1 x 70	5 x 35	35	terminales
250	374 35	1 x 120	5 x 50 15 hoyos M6	35	16 x 6 terminales o directa
400	374 42	2 x 185	4 hoyos M8	50/75	con 374 03





soportes juegos de barras y barras de cobre: repartición "a la medida"

6 SOPORTES DE JUEGOS DE BARRAS Y BARRAS DE COBRE

			I máximo admisible (A)							
			125	160	250	400	800	1000	1600	4000
Soportes	unipolares		373 98	374 37		374 52				
	tetrapolares		373 96	374 32	374 36	048 78	374 14	374 56*	374 53	374 54
Barras			Número máximo de barras por polo							
Barras planas rígidas	12X2	373 88	1							
	12X4	373 89	1	1						
	15X4	374 33			1					
	18X4	374 34		1	1	1	1			
	25X4	374 38			1	1				
	25X5	374 18				1	1			
	32X5	374 19				1	1			
	50X5	374 40						1	2	4
	63X5	374 41					1	1	2	4
	75X5	374 59						1	2	4
	80X5	374 43						1	2	4
	100X5	374 46							2	4
	125X5	-								4
	50X10	-								3
	60X10	-								3
	80X10	-								3
	100X10	-								3
	125X10	-								3

* a pedido

Conectores para barras de cobre			Número y capacidad de los bornes
I máximo admisible (A)	200	374 03	1 x 6 + 2 x 16

7 REPARTIDOR CON SISTEMA XL-PART-400 (a pedido)

Repartidor y accesorios		Referencia
Repartidor de rango tetrapolar		098 75
Juego de barras para alimentación de llegada directa del repartidor al rango	Soporte	098 78
	Barra 32 x 5	374 19
	Barra 50 x 5	374 40
Escuadras de unión y juego de barras de llegada		098 80
Conectores para conexión de terminales y barras		098 81
Escuadras de unión repartidores/chasis columna		098 22
Perfil de protección aislante precortable	430 mm	098 79
Juego de 4 tornillos tuerca para conexión sobre el repartidor		098 99

Bases "Plug-in" para aparatos Lexic	N	L1	L2	L3	Tripolar
1 módulo por polo ≤ 63 A	098 00	098 01	098 02	098 03	098 04

Bases "Hilo" para aparatos Lexic	N	L1	L2	L3	Tripolar
1 módulo por polo ≤ 63 A	098 42	098 43	098 44	098 45	098 46
1,5 módulo por polo ≤ 125 A	098 48	098 49	098 50	098 51	098 52

Bases Lexic universal	Sin alimentación
1 módulo	098 40

8 CHASIS COLUMNA XL-PART 1600 (a pedido)

Juego de ensamble de 3 soportes tetrapolar y de 2 montantes de fijación	Barras en C				
	155 mm²	265 mm²	440 mm²	640 mm²	710 mm²
098 76	374 60	374 61	374 62	098 82	098 83

Bases para DPX	Bases versión fija 3P	Bases versión enchufable 3P	Bases extraible 3P
DPX 250 solo	098 67	098 25	265 45
DPX 250 + diferencial aguas abajo	098 68	098 26	
DPX 630 solo	098 71	098 29	265 66
DPX 630 + diferencial aguas abajo	098 72	098 30	

Accesorios		Versión fija 3P	Versión enchufable 3P	Versión extraible 3P
Terminales	DPX 250	098 11		
	DPX 630	098 12		
Tapas de protección	DPX 250		098 16	098 16
	DPX 630		098 17	098 17
Alveolos para contactos	DPX 250		265 29	265 29
	DPX 630		265 50	265 50
Conector 6 contactos auxiliares		098 19	098 19	098 19
Manilla de extracción	250		263 68	
	630		263 43	
Manivela				265 75



Repartición por rango en chasis por columna XL Part: la repartición activa

Los tableros, armarios y equipamientos XL

Los envolventes XL facilitan el armado de conjuntos de distribución adaptados a todas las potencias.



Armario IP55
XL-A400 – 600 – 800

Armario IP40 y 43
XL 400 – 600

Caja IP41 y 43
XL 135 – XL 195

1 CAJAS XL - 135

Dimensiones alto x largo x prof. (mm)	Equipable hasta (mm)	Caja modular	Caja equipable	Puerta llena metal	Puerta transparente humo
450 x 550 x 135	350	093 02	093 22	094 02	094 12
600 x 550 x 135	500	093 03	093 23	094 03	094 13
750 x 550 x 135	650	093 04	093 24	094 04	094 14
900 x 550 x 135	800	093 05	093 25	094 05	094 15
1050 x 550 x 135	950	093 06	093 26	094 06	094 16
1200 x 550 x 135	1100		093 27	094 07	094 17

2 CAJAS XL - 195

Dimensiones alto x ancho x prof. (mm)	Equipable hasta (mm)	Cofre equipable	Puerta llena metal	Puerta transparente humo (1)
450 x 550 x 195	350	093 32	094 02	094 12
600 x 550 x 195	500	093 33	094 03	094 13
750 x 550 x 195	650	093 34	094 04	094 14
900 x 550 x 195	800	093 35	094 05	094 15
1050 x 550 x 195	950	093 36	094 06	094 16
1200 x 550 x 195	1100	093 37	094 07	094 17

(1) para cajas equipadas con Lexic

3 ARMARIOS XL - A 400/600

Dimensiones (mm) alto x ancho x prof.	Equipable hasta (mm)	Armario ensamblable	Marco cubre equipos	Juego de 2 paneles laterales	Puerta metal	Puerta vidrio	Armario para cables 400 mm	Zócalo monobloc armario	Zócalo monobloc armario cables
2000 x 700 x 400	1800	095 02	095 87	095 16	095 21	095 23	095 11	095 82	095 81
2000 x 900 x 400	1800	095 03[1]	095 87	095 16	095 21	095 23	095 11	095 83	095 81
2000 x 700 x 600	1800	095 08	095 87	095 19	095 21	095 23	095 14	095 85	095 84
2000 x 900 x 600	1800	095 09[1]	095 87	095 19	095 21	095 23	095 14	095 86	095 84

4 ARMARIOS XL - A 400/600/800 IP 55

Dimensiones (mm) alto x anchox prof.	Equipable hasta (mm)	Armario ensamblable	Marco cubre equipos	Juego de 2 paneles laterales	Puerta metal	Puerta vidrio	Marco embellecedor	Armario para cables 400 mm	Zócalo monobloc armario	Zócalo monobloc armario cables
2000 x 700 x 400	1800	095 52	095 87	344 29	095 71	095 73	095 88	344 20	095 82	345 05
2000 x 1000 x 400	1800	095 53	095 87	344 29	095 71	095 73	095 88	344 20	345 08	345 05
2000 x 700 x 600	1800	095 58	095 87	344 69	095 71	095 73	095 88	344 60	095 85	345 25
2000 x 1000 x 600	1800	095 59	095 87	344 69	095 71	095 73	095 88	344 60	345 28	345 25
2000 x 700 x 800	1800	095 56	095 87	344 79	095 71	095 73	095 88	095 65	095 79	095 78
2000 x 1000 x 800	1800	095 57	095 87	344 79	095 71	095 73	095 88	095 65	095 80	095 78

(1) gabinete de cable incorporado

5 ACCESORIOS XL

Accesorio de montaje	Referencia	XL 135	XL 195	XL 400-600	XL-A 400-600-800
Marco soporte cubre equipo	095 87			•	•
Zócalo altura 100mm	093 80		•		
Juego 2 montantes verticales	095 95			•	•
Juego 2 transversales multifunción L: 600 mm	095 67			•	•
Juego 2 transversales multifunción L: 800 mm	095 68				•
Kit de unión	095 48			•	
Kit de unión exterior	345 46				•
Kit de unión interior	345 47				•
Anillos para levante	095 90			•	
Junta de estanqueidad (IP43)	093 90	•	•		
Junta de estanqueidad (IP43)	095 49			•	
Cilindro con llave n° 405	368 22	•	•	•	•
Cilindro con llave n° 455	368 24	•	•	•	•
Cilindro con llave n° 1242E	368 25	•	•	•	•
Cilindro con llave n° 2433ª	368 26	•	•	•	•
Tuerca clip para perno M6	364 42	•	•	•	•
Tuerca clip para perno M8	347 49	•	•	•	•
Tornillo auto roscante para montantes	347 46			•	•
Porta planos rígido	365 80			•	•
Porta planos rígido	365 81			•	•
Riel EN 50-035	374 02	•	•		

Sistema de distribución para conductores	Referencia	XL 135	XL 195	XL 400-600	XL-A 400-600-800
Base fijación de collarín (en fondo activo)	308 94	•	•		
Anillo de guía horizontal (en riel)	092 66	•	•	•	•
Anillo de guía vertical (en montante)	092 67	•	•	•	•
Canaleta Lina25 – 40 x 60	362 07	•	•		
Canaleta Lina25 – 40 x 80	362 08	•	•	•	•
Canaleta Lina25 – 60 x 80	362 13			•	•
Canaleta Lina25 – 80 x 80	362 17			•	•
Soporte fijación horizontal para canaleta	095 99			•	•
Remache aislante para fijación de canaleta	366 46	•	•	•	•
Empalme de terminación para DLP	093 97	•	•		
Adaptador de altura	262 99	•	•	•	•

Soportes de fijación	Referencia	XL 135	XL 195	XL 400-600	XL-A 400-600-800
Soportes aislantes (fijación en fondo activo y montantes)	092 14	•	•		
Barra soporte acero 12x2 para bornes IP2x L: 1m	048 19	•	•	•	•
Riel universal TH 35-15	092 13	•	•	•	•
Patas rojas (fijación en fondo activo)	306 87	•	•		

Mantención y circulación de conductores	Referencia	XL 135	XL 195	XL 400-600	XL-A 400-600-800
Barra de cobre con conectores 12x4	093 95	•	•	•	•
Barra de cobre no perforada 12x4	373 49	•	•	•	•
Conector 1,5 mm2 para barra no perforada 12x4	373 60	•	•	•	•
Conector 6 a 16 mm2 para barra no perforada 12x4	373 61	•	•	•	•
Conector 10 a 35 mm2 para barra no perforada 12x4	373 62	•	•	•	•
Barra de cobre perforada 12x4	373 89	•	•	•	•
Conector 12 x 10 mm2 para barra perforada 12x4	373 65	•	•	•	•
Conductor de masa 6 mm2 de capacidad	347 95			•	•
Conductor de masa 16 mm2 de capacidad	347 96			•	•
Conductor de masa 30 mm2 de capacidad	347 97			•	•

Pantallas de protección	Referencia	XL 400-600	XL-A 400-600-800
Para juego de barras vertical en cara delantera del armario XL ancho 200mm	374 70	•	•
Para juego de barras vertical en cara delantera del armario XL ancho 300mm	374 72	•	•
Para juego de barras vertical en cara delantera del armario XL-A ancho 300mm	374 71	•	•
Para juego de barras vertical en cara lateral del armario (2x150x550)	374 74	•	•
Para juego de barras vertical en cara lateral del armario (2x350x550)	374 75	•	•
Para juego de barras horizontal, 2 pantallas verticales y 1 horizontal	374 76	•	•
Escuadra de fijación de pantalla aislante sobre la estructura del armario	374 97	•	•

6 CUBRE EQUIPOS CIEGOS

Cubre equipos ciegos		
Alto (mm)	aislante	aislante
50	092 42	092 92
100	092 43	092 93
150	092 44	092 94
200	092 45	092 95
300	092 46	092 96

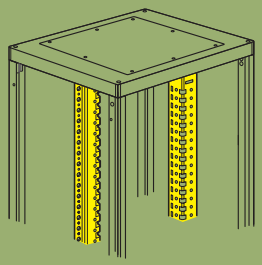
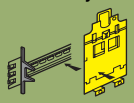
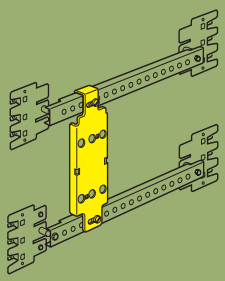
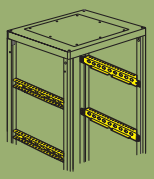
7 EQUIPOS DE INSTALACION EN LOS TABLEROS Y ARMARIOS XL

Elementos Lexic riel din	Cubre equipos			Dispositivos de fijación para todos las envolventes XL y XL - A
	H(mm)	Aislante	Metal	
In ≤ 63 A	150	092 20	092 70	092 00
In > 63 A	200	092 21	092 71	092 00

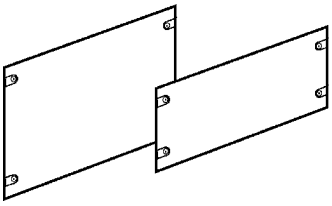
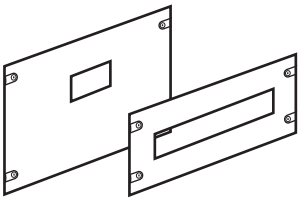
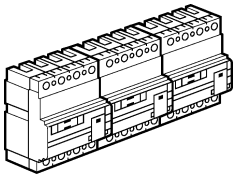
Vistop		Platina	Cubre equipos			Dispositivos de fijación en función del envolvente			
Tipo de fijación	Calibre (A)		Alto (mm)	Aislante	Metal	XL 135	XL 195 XL-A 250	XL/XL-A 400	XL/XL-A 600 XL - A 800
En riel	63 a 160		200	092 21	092 71	092 00	092 00	092 00	092 00
Por tornillo	160	092 50	300	092 23	092 73	092 07	092 07	092 07	092 07

Disyuntores e interruptores DMX		Versión fija atornillado			Versión desenchufable atornillado		
		sin	2 aparatos	3 aparatos	sin	2 aparatos	3 aparatos
DMX 2500	3P	097 20	097 20	097 20	097 21	097 21	097 21
DMX-L 2500	3P	097 20	097 20/22	097 20/22	097 21	097 21/23	a pedido
DMX 4000	3P	097 20	097 20/22	097 20/22	097 21	097 21/23	a pedido
DMX - L 4000	3P	097 20	097 20/22	097 20/22	097 21	097 21/23	a pedido

TABLA DE SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ACCESORIOS DE MONTAJE PARA

Tipo de Montaje	Modo de fijación	Aparato		Platina de fijación	Soporte platinas
Sobre XL 135 - 195 montantes integrados	Riel 	Modulares 	Lexic ≤ 63 A		092 00
			< 63 A		
		Vistop sur rail	Vistop 125 a 160 A		
 Sobre montantes Ref.095 95 A pedir por separado para los armarios XL/XL-A 400-600	Platina y riel  Platina a riel	DPX sobre riel 	DPX 125	262 08	
			DPX 160	262 09	092 02
		DPX 125 vertical 	DPX solo	092 53	
			DPX + diferencial lateral	2 x 092 53	092 07
		Vistop 160 A 	Vistop 160 A fijación con tornillos	092 50	092 07
		DPX 160 vertical 	DPX solo	092 54	
			DPX + diferencial lateral	2 x 092 54	092 07
	 Platinas + soportes	Vistop 250 A 	Vistop 250 A fijación con tornillos	092 51	092 07
		DPX 250 vertical 	DPX solo	092 60	092 07
 Sobre transversales ref. 095 67 ó 095 68		DPX 630 vertical 	DPX solo	092 61	092 07
		DPX 1250/1600 vertical 	DPX alimentación posterior	092 63	092 06
			DPX alimentación anterior	096 15	

LOS DPX Y VISTOP EN LOS TABLEROS Y ARMARIOS XL

Cubre equipos llenos - Permiten espaciamiento de los cables de alimentación			Cubre equipos para aparatos de protección			Números de aparatos por fila		Envolventes equipables			
											
Alto (mm)	Plástico	Metal	Alto (mm)	Plástico	Metal	Nº módulos x filas	Tripolar moldeado	XL 135	XL 195	XL - XL - A 400	XL - XL - A 600
			150	092 20	092 70	24	-	SI	SI	SI	SI
			200	092 21	092 71	24					
50	092 42	092 92	200	092 21	092 71	24	-				
			200	092 21	092 71	24	5	SI	SI	SI	SI
50	092 42	092 42	300	092 22	092 72	24	4				
				092 23	092 73		5				
50	092 42	092 92	300	092 23	092 73		-				
100	092 43	092 93	300	092 23	092 73		1	SI	SI	SI	SI
			300	092 23	092 73		4				
50	092 42	092 92	300	092 23	092 73		-				
150	092 44	092 93	300	092 22	092 72		1				
100	092 43	092 93	400	092 28	092 78		3				
200	092 45	092 95	400	092 29	092 79		2	SI	SI	SI	SI
200	092 45	092 95	550	-	092 82		-		hasta 400 A		
							-				SI

Los accesorios de cableado



Circulación:
Canaletas Lina 25™



Marcación:
Duplix™, Cab3™,Memocab™



Conexión:
Pinzas y terminales de cableado Starfix™
Bornes de conexión Viking™3

1 CANALETAS LINA 25™

Dimensiones ancho x alto (mm)												
25 x 25	25 x 40	25 x 60	40 x 25	40 x 40	40 x 60	40 x 80	60 x 40	60 x 60	60 x 80	80 x 60	80 x 80	120 x 80
362 00	362 01	362 02	362 05	362 06	362 07	362 08	362 11	362 12	362 13	362 16	362 17	362 25

Herramienta y accesorios Lina 25™		Referencia
Pinza Lina 25™		367 10
Accesorios de fijación aislantes Linafix	sobre transversal	366 40
	sobre montante XL	095 99
	sobre placa perforada	366 41
	en puerta	366 42
	en placa llena	366 46
	sujeta cables	367 01

2 STARFIX™

sección (mm²)	color	Terminales simples con cuerpo aislante recargas de gran capacidad cantidad	referencia	por tiras o unitarios cantidad	referencia	Terminales dobles (por unidad)
0,5	blanco	300	376 41	12 x 40	376 61	
0,75	azul	300	376 42	12 x 40	376 62	376 87
1	rojo	300	376 43	28 x 40	376 63	376 88
1,5	negro	300	376 44	28 x 40	376 64	376 89
2,5	gris	250	376 45	28 x 40	376 66	376 90
4	naranjo			10 x 25	376 67	
6	verde			10 x 25	376 68	
10	café			1	376 69	
16	blanco			1	376 70/376 72[1]	
25	negro			1	376 71	
35	rojo			1	376 77	
50	azul			1	376 78	

(1)Cono corto

Herramientas y accesorios	Secciones de los terminales (mm²) 0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10 A 50
Pinza Starfix estándar			376 49			376 51		
con trinquete			376 91			376 96		
Maletín:pinza + cargadores y terminales			376 59					376 92
Conjunto de 5 cuchillos de repuesto + llave			376 98			376 99		
Pinza Starfix S multifuncional			376 97					
Cargador para pinza estándar o con trinquete	376 52	376 53	376 54	376 55	376 56	376 57	376 58	
Cargador para pinza Starfix S	376 80	376 81	376 82	376 83	376 84			

3 DUPLIX™

Porta dígitos	Negro	Rojo	Amarillo	Verde	Azul
7 caracteres	384 50	384 52	384 54	384 55	384 56
14 caracteres	384 60	384 62	384 64	384 65	384 66

Letras negras en fondo blanco				Cifras con código colores internacional			Símbolos convencionales negros en fondo blanco	
A	384 10	N	384 23	0	negro	384 00	/	384 40
B	384 11	O	384 24	1	café	384 01	•	384 41
C	384 12	P	384 25	2	rojo	384 02	+	384 42
D	384 13	Q	384 26	3	naranjo	384 03	-	384 43
E	384 14	R	384 27	4	amarillo	384 04	~	384 44
F	384 15	S	384 28	5	verde	384 05	⎓	384 45
G	384 16	T	384 29	6	azul	384 06	⏚	384 46
H	384 17	U	384 30	7	violeta	384 07	blanco	384 99
I	384 18	V	384 31	8	gris	384 08		
J	384 19	W	384 32	9	blanco	384 09		
K	384 20	X	384 33					
L	384 21	Y	384 34					
M	384 22	Z	384 35					

Accesorios	Referencia
Porta etiqueta para 7 caracteres	384 98
Estuche de trabajo	382 00

4 MEMOCAB™

Porta dígitos		Cantidad de dígitos				
		2	6 (15 mm)	7 (18 mm)	12 (30 mm)	500 mm (precortado)
Para bornes de conexión		379 00				
Para cables (sección en mm²)	0,25 a 1,5		379 30		379 40	
	0,75 a 4		379 31		379 41	379 44
	4 a 16		379 32		379 42	
	16 a 50			379 33	379 43	
Adhesivo				377 10		

Letras mayúsculas negras en fondo blanco		Cifras con código colores internacional			Cifras negras en fondo blanco		Símbolos convencionales negros en fondo blanco	
A	378 26	0	negro	378 09	0	377 80	/	379 54
B	378 27	1	café	378 07	1	377 81	.	379 55
C	378 28	2	rojo	378 10	2	377 82	+	379 56
D	378 29	3	naranjo	378 02	3	377 83	-	379 57
E	378 30	4	amarillo	378 06	4	377 84	~	379 58
F	378 31	5	verde	378 05	5	377 85	⎓	379 59
G	378 32	6	azul	378 08	6	377 86	⏚	379 60
H	378 33	7	violeta	378 01	7	377 87		
I	378 34	8	gris	378 04	8	377 88		
J	378 35	9	blanco	378 03	9	377 89		
K	378 36							
L	378 37							
M	378 38							
N	378 39							
O	378 40							
P	378 41							
Q	378 42							
R	378 43							
S	378 44							
T	378 45							
U	378 46							
V	378 47							
W	378 48							
X	378 49							
Y	378 50							
Z	378 51							

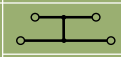
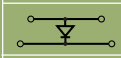
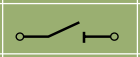
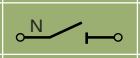
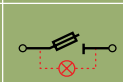
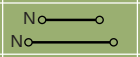
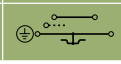
Herramientas Memocab		Referencia
Para colocar dígitos	para porta dígitos de 15 mm	379 92
	para porta dígitos de 30 mm	379 90
Extractor para porta dígitos de 15 mm		379 93

5 CAB 3™

Marcación para conductores			Sección de los conductores (mm²)			
			0,15 a 0,5	0,5 a 1,5	1,5 a 2,5	4 a 6
Cifras código color internacional	0	negro	381 00	382 10	382 20	382 30
	1	café	381 01	382 11	382 21	382 31
	2	rojo	381 02	382 12	382 22	382 32
	3	naranjo	381 03	382 13	382 23	382 33
	4	amarillo	381 04	382 14	382 24	382 34
	5	verde	381 05	382 15	382 25	382 35
	6	azul	381 06	382 16	382 26	382 36
	7	violeta	381 07	382 17	382 27	382 37
	8	gris	381 08	382 18	382 28	382 38
	9	blanco	381 09	382 19	382 29	382 39
Letras negras en fondo amarillo		A	381 10	383 00	383 30	383 60
		B	381 11	383 01	383 31	383 61
		C	381 12	383 02	383 32	383 62
		D	381 13	383 03	383 33	383 63
		E	381 14	383 04	383 34	383 64
		F	381 15	383 05	383 35	383 65
		G	381 16	383 06	383 36	383 66
		H	381 17	383 07	383 37	383 67
		I	381 18	383 08	383 38	383 68
		J	381 19	383 09	383 39	383 69
		K	381 20	383 10	383 40	383 70
		L	381 21	383 11	383 41	383 71
		M	381 22	383 12	383 42	383 72
		N	381 23	383 13	383 43	383 73
		O	381 24	383 14	383 44	383 74
		P	381 25	383 15	383 45	383 75
		Q	381 26	383 16	383 46	383 76
		R	381 27	383 17	383 47	383 77
		S	381 28	383 18	383 48	383 78
		T	381 29	383 19	383 49	383 79
		U	381 30	383 20	383 50	383 80
		V	381 31	383 21	383 51	383 81
		W	381 32	383 22	383 52	383 82
		X	381 33	383 23	383 53	383 83
		Y	381 34	383 24	383 54	383 84
		Z	381 35	383 25	383 55	383 85
Símbolos convencionales negros en fondo amarillo		/	381 40	382 70	382 80	382 90
		•	381 41	382 71	382 81	382 91
		+	381 42	382 72	382 82	382 92
		-	381 43	382 73	382 83	382 93
		~	381 44	382 74	382 84	382 94
		⎓	381 45	382 75	382 85	382 95
		⏚	381 46	382 76	382 86	382 96

Lotes, accesorios y herramientas		Referencia
Lotes de dígitos cifras + 10 cargadores	2500 dígitos 0,15 a 0,5 mm²	382 01
	3000 dígitos 0,5 a 1,5 mm²	382 02
	3000 dígitos 1,5 a 2,5 mm²	382 03
	2000 dígitos 4 a 6 mm²	382 04
Porta dígitos para cables	10 a 16 mm²	383 90
	25 a 35 mm²	383 91
Cargadores transparentes (sección en mm²)	0,15 a 0,5	383 94
	0,5 a 1,5	383 95
	1,5 a 2,5	383 96
	4 a 6	383 97
Maletín para clasificación		382 00
Lotes de dígitos letras + 5 cargadores	5200 dígitos (A-Z) 0,15 a 0,5 mm²	878 051
	5200 dígitos (A-Z) 0,5 a 1,5 mm²	878 043
	5200 dígitos (A-Z) 1,5 a 2,5 mm²	878 044
	5200 dígitos (A-Z) 4 a 6 mm²	878 045

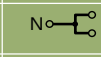
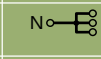
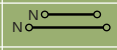
6 BORNES DE CONEXION VIKING™ 3

Conexión por tornillos de fijación		función eléctrica	bornes de conexión capacidad nominal (mm²)	paso (mm)	referencia
Estándar	1 conexión simple 1 entrada - 1 salida		2,5	5	390 60
			4	6	390 61
			6	8	390 62
			10	10	390 64
			16	12	390 66
			35	15	390 68
			70	22	390 70
	1 conexión simple 1 entrada - 2 salida		4	6	390 82
	2 conexiones simples 2 pisos		2,5	5	390 77
			4	6	390 78
V.O: - UL94	1 conexión simple		2,5	5	390 00
			4	6	390 01
			6	8	390 02
			10	10	390 04
			16	12	390 06
			35	15	390 08
Estándar 1 entrada - 3 salidas	2 conexiones simples 2 pisos		4	6	390 76
Porta diodo			4	6	390 80
Con led de presencia de tensión			4	6	390 81
Seccionable	Cuchilla - conexión simple		4	6	390 84
	Neutro equipado - 1conexión simple		4	8	390 85
	Fusible 5 x 20 - 1 conexión simple		4	8	390 86 390 87 [1]
			4	8	390 83
	Fusible 5 x 20 - 2 conexiones simples		4	8	390 88
Para conductor neutro	1 conexión simple certificación EExi[2]		2,5	5	393 00
			4	6	393 01
			6	8	393 02
			10	10	393 03
			16	12	393 04
			35	15	393 05
	2 conexiones simples certificación EExi[2]		4	6	393 07
Para circuito no cortado por interruptor general	Estándar - 1 conexión simple		2,5	5	393 37
			4	6	393 39
Sensar/accionados 3ª etapa	Sensor-3 conexiones simples		2,5	5	390 53
	Alimentación - 3 conexiones simples		2,5	5	390 51
	Accionador - 3 conexiones simples		2,5	5	390 52

(2) norma "Atex" a contar del 1º de Julio del 2003

Aislación		Protección		Interconexión		medida y conexión	
Tapa terminal	Tapa de separación y aislación	Pantalla de protección unipolar	Pantalla de protección pre cortada	Peine de unión equipotencial	Barra de unión equipotencial	Barras de continuidad y blindaje	Alvéolo de test
394 50	394 66	394 92	394 80		394 10	394 05	394 24
394 50	394 66	394 92	394 80	394 20	394 11	394 05	394 24
394 51	394 66	394 93	394 80	394 21	394 12	394 05	394 24
394 51	394 66	394 93	394 80		394 13	394 05	394 24
394 52	394 67	394 94	394 81		394 14		394 25
394 52	394 67	394 94	394 81		394 15		394 25
incorporada							
394 82	394 66		394 80	394 20	394 11	394 05	394 24
394 55	394 69				394 10		
394 55	394 69			394 20	394 11		
394 73	394 66	394 92	394 80		394 10	394 05	394 24
394 73	394 66	394 92	394 80	394 20	394 11	394 05	394 24
394 74	394 66	394 93	394 80	394 21	394 12	394 05	394 24
394 74	394 66	394 93	394 80		394 13	394 05	394 24
394 75	394 67	394 94	394 81		394 14		394 25
394 75	394 67	394 94	394 81		394 15		394 25
394 55	394 69			394 20	394 11		
394 55	394 69			394 20	394 11		
394 55	394 69			394 20	394 11		
394 51	394 66			394 20		394 05	
393 49	394 67						
393 49	394 67						
394 83							
393 48							
393 09	394 66	394 92	394 80		394 10	394 05	394 24
393 09	394 66	394 92	394 80	394 20	394 11	394 05	394 24
393 11	394 66	394 93	394 80	394 21	394 12	394 05	394 24
393 11	394 66	394 93	394 80		394 13	394 05	394 24
393 13	394 67	394 94	394 81		394 14		394 25
393 13	394 67	394 94	394 81		394 15		394 25
393 15	394 69			394 20	394 11		
393 46	394 66	394 92	394 80		394 10	394 05	394 24
393 46	394 66	394 92	394 80	394 20	394 11	394 05	394 24
393 45	394 66			394 20		394 05	
394 53				394 22 azul 394 23 café			
394 53				394 22 azul 394 23 café			
394 53				394 22 azul 394 23 café			

Conexión de tornillo entrada		función eléctrica	bornes de conexión capacidad nominal (mm²)	paso (mm)	referencia
Para conductor de protección	Caja aislante simple Pié metálico		2,5	5	393 70
			4	6	393 71
			6	8	393 72
			10	10	393 74
			16	12	393 76
			35	15	393 78
	Caja aislante simple- 2 conexiones simples - pié metálico		4	6	393 73
	Pie plástico		4	6	393 81
			6	8	393 82
	Caja desnuda		35	15	393 96
De potencia	Para cables		70	22	390 70
			120	34	390 28
	Para barras o terminal		35	26	390 31
			70	34	390 32
			120	34	390 33
			240	46	390 34
	Para cables y barras o terminales		35	26	390 36
			70	26	390 37
			120	34	390 38

Conexión de resorte		función eléctrica	bornes de conexión capacidad nominal (mm²)	paso (mm)	referencia
Estándar	Caja aislante simple Pié metálico		2,5	5	396 01
			4	6	396 04
			6	8	396 05
			10	10	396 06
			16	12	396 07
	1 conexión simple 1 entrada - 2 salida		2,5	5	396 02
			4	6	396 08
	1 conexión simple 1 entrada - 3 salidas		2,5	5	396 03
	2 conexiones simples de 2 pisos 2 x (1 entrada - 1 salida)		1,5	5	396 27
			4	6	396 36
Para conductor de nuetro	Para cables Para barras y terminal		2,5	5	396 11
			4	6	396 14
			6	8	396 15
			10	10	396 16
			16	12	396 17
	1 conexión simple 1 entrada - 2 salida		2,5	5	396 12
			4	6	396 18
	1 conexión simple 1 entrada - 3 salidas		2,5	5	396 13
	2 conexiones simples de 2 pisos 2 x (1 entrada - 1 salida)		4	6	396 46
Seccionable	1conexión simple 1 entrada - 1 salida de cuchillo		4	6	396 28
	5x20 de tapón		4	6	396 40/41
	porta diodo		2,5	5	396 42
Para conductor de protección	1conexión simple 1 entrada - 1 salida		2,5	5	396 21
			4	6	396 24
			6	8	396 25
			10	10	396 26
			16	12	396 29
	1 conexión simple 1 entrada - 2 salida		2,5	5	396 22
			4	6	396 30
	1 conexión simple 1 entrada - 3 salidas		2,5	5	396 23
	2 conexiones simples de 2 pisos 2 x (1 entrada - 1 salida)		4	6	396 66

	Aislación		Protección			Interconexión		
	Tapa terminal	Tapa de separación y aislación	Pantalla de protección unipolar	Pantalla de protección multipolar	Pantalla de protección pre-cortada	Peine de unión aislado	Barra de unión	Barra de continuidad
	393 87							
	393 87							
	incorporada							
	incorporada							
	incorporada							
	incorporada							
	393 84							
	393 87	394 66	394 92		394 80	394 20	394 11	394 05
	393 88	394 66	394 93		394 80	394 21	394 12	394 05
	incorporada							
		394 78		394 85/86				
		394 77		394 84/88				
		394 78		394 85/86				
		394 78		394 84/86				
		394 78		394 84/89				
		394 77		394 84/88				
		394 77		394 84/88				
		394 78		394 85/86				

	Aislación				Interconexión	
	Tapa terminal	Tapa de separación y aislación	Placa de seguridad	Peine de unión 2 polos	Peine de unión 3 polos	Peine de unión 10 polos
	396 31	396 49	396 55	396 58	396 59	396 60
	396 31	396 49	396 56	396 61	396 62	396 63
	incorporada		396 98	396 75		
			396 54	396 64		
			396 57	396 65		
	396 32	396 50	396 55	396 58	396 59	396 60
	396 77	396 80	396 56	396 61	396 62	396 63
	396 33	396 51	396 55	396 58	396 59	396 60
	396 48	396 53	396 55	396 58	396 59	396 60
	396 85	396 88	396 56		396 62	396 63
	396 37	396 49	396 55	396 58	396 59	396 60
	396 37	396 49	396 56	396 61	396 62	396 63
	incorporada		396 98	396 75		
			396 54	396 64		
			396 57	396 65		
	396 38	396 50	396 55	396 58	396 59	396 60
	396 78	396 80	396 56	396 61	396 62	396 63
	396 39	396 51	396 55	396 58	396 59	396 60
	396 86	396 88	396 56		396 62	396 63
	396 47		396 56	396 61	396 62	396 63
	396 34		396 56	396 61	396 62	396 63
	396 33	396 51	396 55	396 58	396 59	396 60
	396 43	396 49		396 49		
	396 43	396 49				
	incorporada					
	396 76	396 50				
	396 79	396 80				
	396 45	396 51				
	396 87	396 88				

Las tomas industriales

1 Hypra® IP44, BT 16/32/63 A

Conforme a las normas CEI 60309 - 1/60309 - 2 BT			Prisinter						
			Tomas embutidas		Tomas sobrepuestas		Tomas embutidas		
			metal	plástico	metal	plástico	metal	plástico	
100 a 130 V 50 y 60 Hz	16 A	2P + T		519 10		519 10 +520 49		519 20	
	32 A	2P + T						519 22	
200 a 250 V 50 y 60 Hz	16 A	2P + T	520 12	520 02	520 12 +520 59	520 02 +520 49	520 32	520 22	
		3P + T		520 03		520 03 +520 49	520 33	520 23	
		3P+N+T		520 04		520 04 +522 49	520 34	520 24	
	32 A	2P + T		527 02		527 02 +529 49	527 32	527 22	
		3P + T	527 13	527 03	527 13 +522 59	527 03 +529 49	527 33	527 23	
		3P+N+T					527 34	527 24	
380 a 415 V 50 y 60 Hz	16 A	2P + T		522 02		522 02 +520 49	522 32	522 22	
		3P + T	522 13	522 03	522 13 +520 59	522 03 +520 49	522 33	522 23	
		3P+N+T	522 14	522 04	522 14 +529 59	522 04 +522 49	522 34	522 24	
	32 A	2P + T					529 32	529 22	
		3P + T	529 13	529 03	529 13 +522 59	529 03 +529 49	529 33	529 23	
		3P+N+T	529 14	529 04	529 14 +522 59	529 04 +529 49	529 34	529 24	
	63 A	3P + T	538 00	536 03	538 00 +53809	536 03 +537 49	538 33	538 23	
		3P+N+T	538 01	536 04	538 01 +538 09	536 04 +537 49	538 34	538 24	
480 a 500 V 50 y 60 Hz	16 A	3P + T						523 20	
	32 A	3P + T						523 60	



Toma embutida IP44



Macho fijo sobrepuesto IP44



Combinado de tomas pre-equipados IP44

	Toma sobrepuesta simple		Toma sobrepuesta de pasada		Macho fijo para embutir		Macho fijo sobrepuesto	
	metal	plástico	metal	plástico	metal	plástico	metal	plástico
		519 20 +520 29		519 20 +520 89		519 70		519 70 +520 79
		519 22 +529 29		519 22 +529 89		519 72		519 72 +529 79
	520 32 +520 39	520 22 +520 29	520 32 +520 99	520 22 +520 89	521 62	521 72	521 62 +520 69	521 72 +520 79
	520 33 +522 39	520 23 +522 29	520 33 +522 99	520 23 +522 89		520 73		520 73 +522 79
	520 34 +522 39	520 24 +522 29	520 34 +522 99	520 24 +522 89		520 74		520 74 +522 79
	527 32 +529 39	527 22 +529 29	527 32 +529 99	527 22 +529 89	528 62	528 72	528 62 +529 69	528 72 +529 79
	527 33 +529 39	527 23 +529 29	527 33 +529 99	527 23 +529 89		527 73		527 73 +529 79
	527 34 +529 39	527 24 +529 29	527 34 +529 99	527 24 +529 89		527 74		527 74 +529 79
	522 32 +520 39	522 22 +520 29	522 32 +520 99	522 22 +520 89		522 72		522 72 +520 79
	522 33 +522 39	522 23 +522 29	522 33 +522 99	522 23 +522 89	521 63	521 73	521 63 +522 69	521 73 +522 79
	522 34 +522 39	522 24 +522 29	522 34 +522 99	522 24 +522 89	521 64	521 74	521 64 +522 69	521 74 +522 79
	529 32 +529 39	529 22 +529 29	529 32 +529 99	529 22 +529 89		529 72		529 72 +529 79
	529 33 +529 39	529 23 +529 29	529 33 +529 99	529 23 +529 89	528 63	528 73	528 63 +529 69	528 73 +529 79
	529 34 +529 39	529 24 +529 29	529 34 +529 99	529 24 +529 89	528 64	528 74	528 64 +529 69	528 74 +529 79
	537 33	537 23	538 33 +538 99	538 23 +538 89	537 63	537 73	537 63 +538 69	537 73 +538 79
	537 34	537 24	538 34 +538 99	538 24 +538 89	537 64	537 74	537 64 +538 69	537 74 +538 79
		523 20 +522 29		523 20 +522 89				
		523 60 +529 29		523 60 +529 89				

2 Hypra® IP44, VOLTAJE Y FRECUENCIA ESPECIAL

Conformes a las normas CEI 60309-1 / 60309-2			Toma embutida plástica	Toma sobrepuesta plástica	Toma sobrepuesta de pasada plástica
Voltajes y frecuencias especiales					
440 a 460 V 60 Hz	16 A	3 P + T	523 10	523 10 +522 29	523 10 +522 89
	32 A	3 P + T	523 50	523 50 +529 29	523 50 +529 89

3 Hypra® IP67, BT 16/32/63/125 A

Conforme a las normas CEI 60309-1 / 60309-2			Toma embutida	Toma sobrepuesta simple	Toma sobrepuesta de pasada	Macho fijo embutir	Macho fijo sobreponer
100 a 130 V 50 y 60 Hz	32 A	2 P + T	519 26	519 26 + 529 29			
200 a 250 V 50 y 60 Hz	16 A	2 P + T	520 26	520 26 + 520 29	520 26 + 520 89		
	32 A	2 P + T	527 26	527 26 + 529 29	527 26 + 529 89		
	63 A	2 P + T	536 26	536 36	536 26 + 538 89	537 76	
		3 P + T		536 37			
		3P+N+T		536 38			
380 a 415 V 50 y 60 Hz	63 A	3 P + T		538 37		537 77	
		3P+N+T		538 38		537 78	
	125 A	3 P + T	591 12	591 02		591 42	591 44
		3P+N+T	591 13	591 03		591 43	591 45
480 a 500 V 50 y 60 Hz	63 A	3 P + T	537 27	537 37	537 27 + 538 89		

4 TOMAS CON ENTRE EJES UNIFICADOS

Conformes a la norma CEI 60309-1 / 60309-2			IP 44	IP 67
200 a 250 V~	16 A	2 P + T	520 18	520 21
		3 P + T	520 19	
	32 A	2 P + T	527 18	527 25
380 a 415 V~	16 A	3 P + T	522 19	522 30
		3P+N+T	522 20	522 31
	32 A	3 P + T	529 19	529 30
		3P+N+T	529 20	529 31

5 TOMAS P 17

Conformes a las normas CEI 60309-1 / 60309-2				Toma embutida		Toma sobrepuesta	Macho fijo sobrepuesto
				IP 44	IP 67	IP 67	IP 44
BT	220/ 250 V~	2P + T	16 A	573 64			575 84
			32 A	576 12			582 84
		3P + T	16 A	573 65			575 85
			32 A	576 16			582 85
	380/ 215 V~	2P + T	16 A	573 67			575 87
			16 A	573 68			575 88
		3P + T	32 A	576 18	576 58		582 88
			63 A		587 24	587 44	
			16 A	573 69			575 89
		3P+T+N	32 A	576 24	576 64		582 89
			63 A		587 25	587 45	

Indice

A

Abrillantamiento de la superficie 154, 157
ABS 177, 179
Absorción 170
Absorción (pérdidas por) 146
Acero.....101,104,223,590
Acero inoxidable.....150,161,68
Accesorios
de fijación.....520,535
de conexión.....608,613
Ácidos.....68,157
Acidez (tasa de).....152
Accionadotes.....57
Acrílicos (pintura).....164
Acumuladores (ver baterías)
Adherencia (pintura).....164
Adicción (ver llegada de los cables)
Absorción.....170
Alcoholes (resistencia a los).....157
Aireadores.....166,450,451
Aéreo (red).....8,9,10
Aerogeneradores (eólicos).....29,36
Aéreosubterraneo.....12
Afluentes tóxicos.....179
Agua.....60,71,72
Aguas arriba de los dispositivos de protección (protección).....577,579
Agroalimenticio.....62,154,162
Aislación
defecto de.....55,183,186
Aislante
naturaleza del.....208
suplementario.....138,139
total.....138,594
Alargador de playa.....262,516,608,611
Alarma.....326
Alero (instalación).....166
Alimentación
BT.....8
AT.....8
auxiliar.....31
de reemplazo.....433,434
de seguridad.....30
doble.....434,435
400 Hz.....268
en corriente contínua.....268
principal.....29
separada.....95
estabilizada socorrida.....40
Alternadores.....242,243
Altis (armarios).....156,157,159,482
Alta
sensibilidad.....184,300
tensión.....8
tensión (célula).....177
Alto poder inmunitario (Hpi).....302
Aluminio.....226,246,455,567,590,600,602
Aluminio (tri hidrato de).....175
Ambiente.....70,73,168
Ambiente (temperatura).....168,267
Ambiental (condición).....148
Amoníaco.....152
Amperio.....363
Amplitud.....18
Animales.....99,138
Anillo de sujeción.....617
Anódico, ánodo.....64,67,101,105,600
Anodisación.....67,109
Antena.....116
Anticorrosión.....106,263
Antióxido.....263
Aparato de protección limitador.....364
Aparato de protección no limitador.....364
Aperturas de aireación.....450,451
Apresto (pintura).....164
Arco eléctrico.....46,254
Arena.....69,74,101,184
Armarios de distribución XL/XL-A.....402,468,487
Armónico.....22,24
Asociatividad
de aparatos.....49,270,380
de armarios.....474,483
de tableros.....449,465,469,588,624
de protecciones.....223,270,273
de disyuntores e interruptores diferenciales.....271
entre tableros.....271
Asufre (dióxido de).....61,64,109,110,152
Atlantic (cofres y armarios)...145,149,156,157,159,161,165
Atenuación (informe).....147
Atenuación de blindaje.....147
Atenuación de los transformadores.....96

Automatización de inversión

Austenticidad (acero inoxidable).....151,157,161
Automatización de inversión
caja de automatización.....29,326,327,329
diagrama de funcionamiento.....327
logicograma.....328
Autónoma (instalación).....195
Autorizaciones.....313
Auxiliares
alimentaciones auxiliares.....31
eléctricos DMX.....290,291
eléctricos DX – DPX.....269
Azoe (nitrógeno).....179

B

Bacterias.....150,153
Baja sensibilidad.....239,300
Baja tensión.....8,32
Balance energético.....6
Bastidor.....139,141,143,463,466,472,485,487
Barras
juego de barras.....356,375,399,498,515
neutro.....145
en C.....359,367,397,507,517,548
rígidas.....359,361,516,519
flexibles.....359,570,573
Barrido.....165
Barrilete.....467,480
Bases
soporte para DPX.....539,540,552,554
de hilo.....395,562
plug-in.....395,593
resistencia a las.....65
Blindaje
eficacia de.....146,147
de los conductores.....97
de los envolventes.....145
Bloc diferencial
adaptable (BDA).....300,301
asociable.....300,301
Bobina.....8
Bobina de cierre (DMX).....291
Borne de conexión.....382
Borne
principal de tierra.....124,200
principal de conductores de protección.....
.....133,591,595,646
principal de masa.....92
de gran capacidad.....608
de salida (o conexión).....384,608,612
Brillo.....63
BT (baja tensión).....8,32

C

C1 (categoría de cable).....174,175
C2 (categoría de conductor).....174,175
Cableado.....173,330,453,568,574,583
Cables
llegada de.....173
canalizaciones de.....135
circulación de.....97,174
comportamiento ante el fuego de.....174
escala de.....582
impedancia de.....124,142
largo máximo protegido.....266,229,232,235,238
capas de.....174,575
considerados clase II.....577
enterrados.....567
Cabstop.....582
Caja de malla.....94,115
Cajas de conexión.....379,384,601,612
Cálculo de esfuerzo en caso de corte circuito.....363,365
Calefacción.....73,388,389
Calentamiento.....347
de envolventes.....448,449
ensayo de.....632
límites de.....454,632
medio.....448
Calibre.....254
Calidad (certificación).....639
Calor.....82,637
Calórico (carga).....177,179
Calórico (potencial).....178
Calórico (capacidad).....178
Cámara infrarroja.....172
Campo eléctrico.....47,59,146
Campo magnético.....47,59,371
Campos electromagnéticos.....47
Canaletas.....83,449
DLP.....97,473
Lina 25™.....495,497,678
Candado.....286
Canalizaciones.....168,175,204
Capacidad de conexión.....598,605,613
Capacidad de los envolventes.....525
Capacidad parasitaria.....96,292
Capacidad térmica.....225
Capacitivo (acoplamiento).....54,59
Capilaridad.....102,166
Captura (superficie de).....116
Características
del chasis columna XL-Part.....397,398
de los DMX.....288
de los DPX.....261
de los DX.....264
de los repartidores.....378,381
Carbono (acero al).....151,152
Carbono (óxido de).....61,81

Carga calórica....177,179
Cargadores – enderezadores....40
Carro de mantención....622
Categoría de empleo....256,261,288
Categoría de sobretensión....374
Catódico, cátodo....64,65,66
Caucho (pintura)....164
Célula (HT)....8
Célula fotovoltaica....29,36
Celulosa (pintura)....164
CEM (compatibilidad electromagnética)....
....58,59,90,97,141,147
Cemento....177,178
Cerámico (nivel)....51
Cerradura....286,314,315
Certificación....626,648
Cianhídrico (ácido)....81,179
Cielo falso....168
Cierre
de acoplamiento....59
de defecto....183,186,231,232,577
de defecto (de impedancia del cierre)...226,232,234,243
magnético....252
Cierre (bobina de)....291
Cierre (empuñadura de)....467,480
Circuitos terminales....234,256,452,456
Chasis....139,141,143,463,466,472,476,485,487
columna XL-Part....385,390,397,443,547,557
en volumen....527,530,531,534
parcial....533,534
lleno....527,528,529,534
Choques
de rayos....52,53,112,118,119,195,374,632
eléctricos....44,86
ensayo de....645
tensión de....53,120,254,374,643,645
mecánicos....60,74,76,77,636
Chorro (lavado con)....71,154,164
Clases
de limitación....259,265
de protección (A -B)....86,89
de conductores....577
sísmicas....80
I....132,137,588,589
II....138,140,304,305,594,595
II (Kit)....176,469
Clima....61,152,153
Climatizador....451
Cloro....82,83,152,175
Cloruros....98,101,153,157,637
Coeficiente de asimetría n....364
Cofres de distribución XL, XL-A.... ..402,461,463,672,673
Cohabitación de los conductores....96,97
Cobre....65,66,104
Cola de barras....426
Colector de conductores de protección....200,589,592
Color....164
Comando
accesorio de comando DMX....290,291
maneta de comando....264
a distancia....320,348
de corte para detección diferencial....330,341
de descarga....37,330
de grupo electrógeno....37,336,338,340,342
directo....348,488,495
funcional....353
motorizado....263,320,324,349
rotativo....263
de orden (relojes, EJP)....330,342
Común (modo)....196
Compatibilidad electrolítica....137
Compuesto contínuo....302,303
Composición (método de)....240,245,246
Compresión (moldes por)....149
Concesión (límite de) 308,309
Conexión
equipotencial 133,481,487
equipotencial general 199,200,591
equipotencial local 195,199,200
equipotencial suplementaria 135,199,200,239
galvánica 142
Condenación 309,313
Condensador 54,268
Condensación 62,72,73,98,166,170
Conductores 566,573
de bajada 117,122
de unión equipotencial 133,198,200
de tierra 199,201
de masas (HT) 200
en paralelo 574
de vuelta 126,142
sección de los 124,208,225,246,568
Conducción 58
Conductas 117,175
Conduits 577
Confinamiento 153,169
Conjuntos (construcción) 132
Conjuntos de series 456,629
Conexión de conductores 170,596,604
Consignación 308,309
Contacto
con la piel 46
auxiliar 269,291,322
de señalización defecto (SD) 269,291,322
directo 45,301,642
indirecto 45,230,239,641,642
estado de superficies en 518
mal contacto 170,599
presión del 254,516
resistencia del 143

superficies en ... 516
Contaminación ... 109
Contaminación por hierro ... 161
Contínuo
corriente ... 268
compuesto ... 302
Conexión
capacidad de conexión de los DMX ... 606,607
capacidad de conexión de los DPX ... 668,611
capacidad de conexión de los DX ... 613
capacidad de conexión de los Vistop ... 612,613
modo de ... 381
Continuidad
de la protección aislante ... 138
del servicio ... 274,325
de las masas ... 133,136,593,646
de explotación ... 325
Controlador permanente de aislación (CPI) ... 188
Convencional (método) ... 240
CPI (controlador permanente de aislación) ... 188
Coordinación
de aislación (norma CEI 60664-1) ... 374,643
de dispositivos de protección (asociación) .. 270,273
de limitador de sobretensión ... 127,297
módulos de ... 127,297
Corrosión ... 64,68,98,111
acuática ... 99
atmosférica ... 98
telúrica ... 100
Corriente
admisible Iz ... 206
admisible (n barras) ... 358
asignada ... 254,261,264,288
de empleo asignada Ic ... 358
contínua ... 268
de cortocircuito ... 222,226,244,259,363,397,398
de corta duración admisible Icw ... 255,362
de peak Ipk ... 364,366
de ruptura ... 252
de defecto ... 50,225,232
de defecto (detección de) ... 169,187,302
de funcionamiento permanente Ic ... 294
de fuga ... 298,303
de fuga permanente ... 225,590
de empleo IB ... 208,267,289,397,398,451,452
de regulación Ir ... 206,257,258,267,285,286
diferencial residual ... 298,299
eficaz de cortocircuito presumido Icc .. 363,364,380
débil ... 97
fuerte ... 97
máxima de descarga Imax ... 293
nominal de descarga In ... 293,294
tomas de ... 303,389
térmica bajo el envolvente I the ... 358
transitoria ... 303
Corrosión (tipos de) ... 107
Cortocircuito ... 228,229,666
Cortafuego (CF) ... 176,178
acoplamiento ... 122,126
CEM ... 58,59,97
circuitos comunes ... 317,435
de transformadores ... 35
Corte
de protección ... 230,353
de urgencia ... 346,349
microcorte ... 39,351
sólo aparente ... 308,352
para manutención mecánica ... 353
tiempo de ... 44,186,231
visible ... 308,353
Cortocircuito ... 49,173,222,229,275
presumido ... 240,249,363,364
mantención en las corrientes de ... 379,397,398
CSTB (centro científico y técnico de construcción)..177
CRAM (caja regional de seguro médico) ... 42
Cromado ... 67,68
Cuerpos extraños ... 70
Cuerpo humano ... 44,47,56
Curvas
corriente/tiempo ... 45
de atenuación ... 147
de ruptura ... 256,258,276
de limitación ... 224,259,275,362,364
de rocío ... 72

D

Dracomet™ (tratamiento de superficie) ... 165
Débro-lift (mecanismo) ... 263,319,540
Desenchufable (aparato) ... 318,319,539,540
Desenchufable (versión) ... 262,269,283,392,553,554
Descarga eléctrica ... 50
Descargas electrostáticas ... 55,56
Decibel ... 147
Desclasificación (corriente de empleo)..267,269,451,452
Descarga intempestiva ... 239,257,269,303
Desprendimiento de la pintura ... 105,107,111
Decoloración ... 63
Decreto del 14 de noviembre de 1988...48,80,81,347,348
Defecto
1° defecto ... 189,233
2° defecto ... 233,234
cierre de ... 183,231,232
de aislación ... 55,183,186
doble ... 189,233
Deflagración ... 51
Densidad de corriente ... 358
Depuración de las aguas ... 155

Desequilibrio (de tensión) 21,266,386,389
Deshumidificador 166
Destilación (gas para) 169
Disfonía 59,96
Dieléctrico 32
Dieléctrico ((descarga) 56,169
Dieléctrico (ensayo) 641,644,645
Dieléctrico (propiedades) 140,632
Diferencial
  bloc diferencial 301
  corriente diferencial 298
  interruptor diferencial 300
  modo diferencial 96,128,129,196
  relé diferencial 301
  toroide diferencial 301
  dispositivos diferenciales 183,184,230,231,298,305
Difusión 170
Dilatación 33,600
Dilatador 204
Dióxido de asufre 110
Directo (conexionado) 381,383,602
Directos (efectos de los rayos) 51,114
Disyuntor
  de potencia DPX 252,263,318,319
  electrónico 252
  magnetotérmico 252
  modular DX 264,265
  abiertos DMX 282,291
Dispensar protección 172,376
Dispositivos de fijación 472,476,524,536,543,545
Dispositivos de conexión 565
Disipación (en bajo nivel de energía) 309
Distancia
  en el aire 634,643
  de alejamiento de aparatos sensibles 145,370
  de mantención de las barras flexibles 572
  de montaje 371
  de aislación 501,509,512,578,634,643
  entre los conductores 97
  entre soportes de juegos de barras 363,369,399
Diversidad (factor de) 457
DMX (disyuntor de potencia máxima) .. 282,291,656,657
  esquema de inversión de fuentes para 345
  esquema eléctrico para 344
Doble defecto (corriente de) 189,233
Doblado de barras 518,519
DPX (disyuntor de potencia) 252,263,658,661
DX (disyuntor modular) 264,266,663

E

Ecuatorial (clima) 153
Efectos magnéticos asociados a los juegos de barra 370,372
Effix (kit de asociación) 469,624
Elastómeros 566,568
Electrificación 56
Electrocución 44,45
Electrodinámico (esfuerzos) 363,365
Electrógenos (grupos) 36,38
Electrogeométrico (modelo) 114
Electrolítico (compatibilidad) 137
Electrolítica (corrosión) 65,67
Electromagnético (campo) 47,52
Electromagnéticas (perturbaciones) 58,59
Electrónico (disparador) 253,276
Electrostáticas (descargas) 55,56
Elevación (armarios) 616
Emergencia
  parada de 307
Emisor hertziano 58
Emisión (nivel de) 58,147
Empalmes 11
Emplazamiento de las protecciones 376
Empleo (corriente de) 208,267,289,397,398,451,452
Embutir 462
Enharinado 111
Energía 6,8
Enmohecimiento 111
Engrase 166
Ensayo
  carga de 311
  de calentamiento 632
  de choques 645
  de construcción 630,636,638
  de recepción 640,641
  de tipo 456,629,632,635
  individual 631,644,645
Envejecimiento 50,60,108
Epóxicas (resinas) 100,149,164
Escuadras de fijación 510,520
Escurrimiento 170
Esfuerzos electrodinámicos 363,364
Equilibrio de las fases 386,388
Equipos XL, XL-A 474
Equipotencial
  red 91,94,121
  unión 134,198,201,481,487
Estanqueidad 71,148,158, 166,473
Estirénicos 179
Estrella (montaje) 34,386
Estructura
  de edificios 93,94,119,199

Esquemas de conexión a tierra 180
Evacuación (de las personas) 80,104
Evaporación 166
Explotación (continuidad) 325
Explotación (función de) 306
Explosión 55,56,102
Explosión (locales con riesgo de) 81
Exposición (al campo EM) 47
Exposición (tensión de) 69
Exposición a los rayos del sol 63
Extinción 83
Extraíble (aparato) 318,319,394,539,553,556

F

Factor
de extensión 454
de carga 207,453
de conmutación 454
de corrección de la corriente de empleo 451
de diversidad 457
de marcha 453
de potencia (φ) 25,218
de simultaneidad 207,388,389,454
de utilización 207,453
Farmaceuticas (actividades) 150
Fases (equilibrio de) 386,389
Fauna 60,153
Fierro 64,66,137,177,600
Ferroso (acero inoxidable) 151,161
Fibra de vidrio 149,157,167,179
Fibrilación 44,45
Fija (versión) 552,563
Fijación (patas de) 165
Filtro 96
Fin de vida (indicación de) 128,292
Fluctuaciones de voltaje 19
Flujo de materiales 170,171,517
Flujo magnético 299,576
Fluorescente (iluminación) 58,207
Fluorescente (alimentación de tubos) 268
Fluorhídrico (ácido) 157,179
Frecuencia 268
básica (BF) 47
alta (HF) 142
industrial (ensayo de) 140,645
Fondo activo XL 466,472
Fondo (toma a tierra en) 93,94,118,184
Forma de barras flexibles 571
Fosfatación 67,104
Fuego
contribución al 179
extensión del 177
reacción al 177
resistencia al 178,638
Fuente 151,179
Funguicida 153
Fusible
cartucho 273,277,666
protección por 206,224,232

G

Galvánico (conexión) 59
Galvanización 66,102
Galvanizado (acero) 101,107
Ganadería (locales para) 62,70,99
Garantía 105
Generador HF 58
Gestión
de las fuentes 325
térmica de los envolventes 73,451
Gliceroftálica (pintura) 164
Grado de polución 375,643
Grupos electrógenos 36,37,190
Grupo de conductores 574,576
Grupo (comando de) 342

H

Habilitaciones 312
Halógeno (sin) 82,175
Halogenuros 109,152
Helado (clima) 75
Horno 388,389
Hpi: Alto poder inmunológico 302
Hospitalarias (actividades) 150
Humedad 71,73,98,153,166,169,637
Humos 179
Hidrocarburos (resistencia a los) 157
Histéresis (ciclo de) 581

I

Icc: corriente de cortocircuito 222,226,244,259,363,396,398
Icm: corriente de cierre en cortocircuito 256,261,288
Ics: capacidad de ruptura de servicio 255,261,264,288
Icu: capacidad de ruptura última 254,337,264,288
Icw: corriente de corta duración admisible 255,362
Id: corriente de defecto 50,225,232
Identificación 309,595
Informes de los ensayos 652,653
Ignifugación 82
Ignifugado 175
IK (grado) 77,636

Inmunidad (nivel de) ... 58
Impacto (rayo) ... 51
Impactos ... 75,77
Impedancia
  común ... 59,95
  de defecto ... 186,226,231,243
  de la red HT ... 240
  del transformador ... 241
  de alta frecuencia ... 142
  método de ... 243
Incandescente (ensayo del hilo) ... 83,638
Incandescentes (partículas) ... 176
Indice
  de protección (IP) ... 69,71,635
  de resistencia a las corrientes de deslizamiento..375
  de servicio (I.S.) ... 307,319,549
Inductancia ... 142,576
Inductancia mutua ... 576
Inductivo (circuito) ... 54
Inductivo (conexión) ... 59,122
Inducción de campos magnéticos ... 372
Industrial (medio o atmósfera) ... 61,144
Inflamación ... 82,83,179
Influencia (superficie o red de tierra de) ... 101,173
Informáticas (redes) ... 92,116
Infrarroja (cámara) ... 172
Infrarroja (termografía) ... 171
Inundación, diluvio ... 71,79
Inoxidable (acero) ... 65,68,104,109,137,150,151,157,161
INRS ... 42,584
Insectos ... 62,153
Insolación (ver sol) ... 61,63
Intemperies ... 61
Intensidad de peak limitado (K) ... 364
Interconexión ... 117,187
Interrupción (de voltaje) ... 20
Interruptores ... 271
  diferenciales ... 271,300
  abiertos DMX-I ... 282
Interventores ... 311
Intervención ... 309,319
Intra-cerradura ... 314,325
  montaje de un sistema de ... 542
Intrusión (anti) ... 48
Inversor de fuente ... 325
Inversor de fuentes (esquema de) ... 329,345
Ionización del aire ... 56
IP grado ... 69,70,635
Ipk: corriente de peak en cortocircuito..363,364,397,398
Islote ... 93
IT (esquema) ... 188,189,193,197,223,233,255

J

Juego de barras
  de conexión ... 509
  derivado ... 507
  principal ... 503,506
  soporte de ... 356,375,498,515
  de transferencia ... 508
Joule (efecto) ... 171,206

K

K (valor de) ... 135,223,225,397

L

Lámina
  naturaleza de la ... 208,223
  rígida ... 596
  flexible ... 599
Laplace (ley de) ... 363
Largos máximos protegidos ... 226,229,232,235,238
Lexic (modular) ... 613,663
Lexiclic (repartidor) ... 383,501
Líneas
  de campos magnéticos ... 371,581
  de fuga ... 634
  telefónicas ... 131,297
Limitación
  tipos de ... 259,265
  de corriente de cortocircuito ... 259,364
  en esfuerzo técnico ... 224,259,362
Limitador de tensión ... 128
Limitador de sobretensión ... 123,131,292,297
Lluvia ... 69,166

M

Madera ... 177,179
Magnesio ... 65,105,137,600
Magnesio (bi-hidrato de) ... 175
Magnéticos (efectos) ... 370,372,581
Magnetotérmico (disparador) ... 252
Malla ... 93,94,114
Mantención ... 308
  de los conjuntos ... 614,625
  equipamiento de ... 77
Mantención de los conductores ... 580,642
Maniobras
  de explotación ... 310
  de urgencia ... 310,346
  sobretensiones de ... 54
Marcación
  de aparatos ... 265
  de tableros ... 648
  del neutro ... 151,586

Marco de embellecimiento 486
Marino (medio) 61,106,110,158
Marina (envolvente) 149,157,158
Marina (atmósfera) 61,106,110,158
Martensítico (acero inoxidable) 151
Masa
 baja tensión 132,198,201
 continuidad de 133,136
 como conductor de protección 134,135,593
 unión de 96,173
 subida en potencial de 121
 red de 117
Materiales de construcción 177,179
Maxwell (ecuación de) 146
Mecánicos (problemas) 74,79
Médico del trabajo 47
Medida
 aparatos de 145,370,521,557
 de resistencia cuatro hilos 144
 de aislación 641
Método
 de composición 240,245,246
 de referencia 208
 de impedancias 243
Micro cortes 351
Microhm metro 144
Micro organismos 62,150
Mínimo de tensión 269,290
Modo común 96,196
Modo de posicionamiento 208
Modo de conexión 381
Modo diferencial 96,196
Modular 613,663
Molibdeno 68,151,157
Monobloque (armario) 163
Monofásico (empalmes) 11
Montantes XL (recorte de los) 506,533
Mortero 175,177
Motores 57,207,218
Movimientos 77

N

Napa 174,575
Navío 65
Nieve 75
Neopreno 179
Neutro
 artificial 188
 conductor de 266,586
 interrupción de 266
 punto 34
 polo 586
 protección del 266
 régimen de 180,197
 régimen desequilibrado con 386
 régimen equilibrado sin 386
 regulación del 253
 sobrecarga del 172
Niebla salina 109,110
Niebla, Vaho 72
Níkel 55,109,137,151
Nivel
 de protección IP 69
 de protección del rayo 112,129,296
 de protección Up 293
Norma EN 60947-1 358,455
Normas nacionales 16
Nuclear (aplicación) 116,155

O

Onda
 de rayo 53
 largo de 63
 sísmica 78
Ondulador 39
Oxido 64,65,111,161,637
Oxido de carbono CO 61,81,152,179
Oxido reducción (reacción de) 64

P

Pantalla 96,131
Parada 57,310,319,342
 de emergencia 57,350
 de emergencia (esquema) 351
Paralelo (conductores en) 574,576
Para sobretensión 130,197
Paratruenos 112,114,118,122,130
Paredes (tabique) 176
Paredes (cruce de) 177

Pasividad 67,68
Patas de fijación 165
PE (protective earth) 140
Peines Lexic (repartición por) 300,383
Pintura 66,102,105,106,150,164,167
Permeabilidad magnética 122,146,371,581,583
Permisividad 56,96
Perturbaciones 17
Perturbaciones electromagnéticas 58,59,90,97
Pilas (de combustible) 29,36
Pinza amperimétrica 172
Pinza Starfix 599,679
Piquete (toma de tierra por) 101,118,184
Placa Cabstop 582,673
Placa de entrada de cables ... 466,472,478,481,487,582
Plano para aparatos DMX 531,541,677
Plasma 46
Plastrón 392,395,432,478,486,524,526
Plastificables 148
Platina de aparato 538,544,545
Playas de conexión 606
Plomo 55,137,590,600
Polo (número de) 261,264,288
Polen 62,69
Polución 152
Polución conductora 375,643
Poliamida 82,179,375
Policarbonato PC 82,148,209
Poliéster 55,149,150,157,159,160,164,177,178
Poliéster sulfono 179
Polietileno PE 55,179,567
Polímeros 148
Polimetacrilato PMMA 179
Polipropileno PP 55,148,179
Poliestireno PS 148,179
Poliuretano (espuma de) 55,177
Porosidades 108,111
Pórtico 79,103,176
Poste
  fijación en 165
  instalación en 176
Potencial
  calórico 178
  de la tierra 52,130
  diferencial del 141
  electroquímico 64,67,600
  electrostático 55,56
PR (polietileno reticulado) 208,566
Precipitaciones 60,75,166
Puerta de envolvente 467,473,479,481,487
Presión atmosférica 166
Presión de contacto 254,516
Prevención 169
Principal (alimentación) 29
Prioridad en la parada (esquema) 351
Procedimientos de cierre 316,317
Proyección de agua 62,69,71
Propagación (de la corrosión) 111
Protección
  por falta de tensión 252
  colector de conductores de 199,589,591
  conductor de 133,136,140,198,201,225,586,590,593
  contra los cortocircuitos 222,229
  contra las sobrecargas 206
  de circuito 129,296
  de proximidad 129,296
  de cabeza 129,296
  diferencial 252
  instantánea 257,258
  aislante 138,549
  pasiva 121,123,296
  plano de 116
Psicrométrica (separación) 72
Pública (distribución) 9
Potencia
  de llamada (disparador) 269
  resguardada 242
Punto de suministro 11
PVC (polivinilo cloruro) 83,177,179,566

Q

Quemadura 46
Química (corrosión) 64,165

R

Radiación
  electromagnética 63,145
  solar 63
  iónica 155
Rayas (resistencia a las) 149
Rayo 53
Reactancia lineal 218,245
Realimentación (riesgo de) 309,329
Red
  de distribución 8
  de masa 90,94,117,121
  de protección 198,201
  de tierra 118
Referencia de potencial 93,141,197
Reflexión (pérdidas por) 146
Régimen equilibrado / desequilibrado 386
Regulación magnética 222
Relé
  piloto 331
  de seguridad 331,342
  de selección de línea 331,342
  de estado de apertura 331

diferencial DPX 301,330,660
sensible 298,299
Reluctancia 583
Remachado
Repartidores 376,385,669
características de 378,381
de fila XL-Part 395,398,399,558,563,671
por piso 385
extra planos 384
Lexiclic 383
modulares 384
unipolares 384,385
Repartición (niveles de) 456
Repintado 124
Requisición (encargado de) 311
Residual (diferencial) 298
Resistencia
al calor 153
del cuerpo humano 56
Resistividad 218,245
Resistividad de los terrenos 184
Resonancia 126
Retraso
corto 253,257,258,285,286
largo 253,257,258,285,286
Retardador 82,179
Retardado (diferencial) 302
Riel modular 521,535,557
Riel soporte 134
Riesgos (análisis de los) 48
Rocío (punto de) 72,73,170
Rugosidad (test) 162
Ruptura
del neutro 172,387
Rural (medio o atmósfera) 61,106,110,566

S

Salas blancas 162
Salas limpias 122
Salina (bruma) 119,111,637
Saturación magnética 370,581
Sección
de los conductores 208
de los conductores de protección 225
del neutro 266,586
útil de las barras 358,362
Seccionamiento 352,353
Seccionador 308,316,352,427,613
Seguridad 30,42,43
incendio
positiva 348,350
puesta en 308
vigilancia de la 311
Selectivo (aparato) 302
Selectividad
amperimétrica 275
cronométrica 276
de los diferenciales 304
de los dispositivos de protección 274
límites de la 277,281
lógica 276
Self induction 576
Sensibilidad (alta) 300,302
Sensibilidad (media) 300,302
Sensibilidad de los diferenciales 183,231
Sensibles (aparatos) 129,296
Separación
eléctrica 95,96,121
geométrica 96,97,121
puesta fuera de tensión 309
transformador de 131,301
Servicio de seguridad (alimentación para) 30,36
Señalización
accesorios de señalización DMX 291
comando 488
Signis (unidades de comando y señalización)...495,496
Silicona 164,177,601
SMC (resinas semi impregnadas) 149,164
Simultaneidad (factor de) 454
Sintéticos (materiales) 177
Sintofer 167
Sinusoidal 79
Sísmico (ver sismos)
Sismos (sísmico) 78,79
Sobrecargas 49,171,172,206
Sobre intensidad 49,136

Sobre tensión 50,56
de maniobra 54
limitador de 188
transitoria 20
Solar 63
Sólidos (cuerpos) 69,635
Solventes (resistencia a los) 157
Soldadora 47
Soldadura 103,104
SPF (sistema de protección ante los rayos) 130
Soportes de juegos de barras 356,375,498,515
Starfix 599,604
Stock 116
Sulfatos 98,153
Sulfúrico (ácido) 64,109,157,179
Subterráneos (locales) 179
Subterráneas (redes) 112,113,567,679
Superficie caliente 46
Superficie de disipación equivalente 73,448,449
Supresión 33,163

T

Tarifa 13
Techo 166
Teflón PTFE 177
Telefónicas (líneas) 131,295,297
Temperatura
ambiente 60,168,450
de superficie 46
Tensión
asignada de empleo 254
al vacío 241
bajas de 57
caídas de 218,221
compuesta 189,235,386,387
vacío de 241
de choque Uimp 53,120,254,374,643,645
de contacto 44,230
de referencia 373,641
campos de 8
alta 8
interrupción de la 57
límite de Ul 44,183,230
máxima de régimen permanente Uc 293
mínima 269,290
nominal 8
residual 294
simple 189,386
muy baja 8
resistencia a los golpes de 374
Térmico
estimación del balance 400,438,449
memoria 253
radiación 81,175
régimen 172
Termitas 153
Tesla (T) inducción magnética 371
Tetanización 44
Tierra
borne principal de 124,200
establecimiento de la 101,184
local 131
lejana 131,297
puesta a 121,199,100,309
toma de tierra del neutro 8,55,182
toma de tierra de las masas 182
resistencia de 55,93,118,231,305
esquema de conexión a 180
sin ruido 201
vuelta a 52,130
TN esquema 185,187,193,194,197,231,232
Toma (conexión)
trasera - posterior 262,606,608,611
delantera - anterior 262,608,611
Toma de corriente 303,389
Toma de tierra
establecimiento de la 101,184
resistencia de la 55,93,118,231,305
Tornillo
de fijación 594
de acero inoxidable no magnético 370
Toroide diferencial 187,301
Toroide magnético 298,583
Torre de extracción 169
Trabajos 311
Tratamiento de superficies 67,106
Transfer (juego de barras) 508
Transformador
atenuación del 96
de separación 131
en paralelo 35,241
HTA/BT 32,34
sumergido 32
impedancia del 241
seco 33
acoplamiento del 35
Transitorias
sobre tensiones 54
corrientes 303
Transmisión térmica (coeficiente de) 448
Transporte 614
Transversales
reducidas 520
de aluminio 370
multi funcionales 532,543
Trébol (posición de) 574,575
Triángulo (montaje en) 34,388
Trifásico 386,388
Tropical (atmósfera) 62,153,166

TT (esquema) 182,184,192,194,197,231
Túneles 82
Turbogenerador 36

U

Ue: tensión de empleo 254
Ui: tensión de aislación 254,373,375,643
Uimp: tensión de resistencia al choque .....
..... 53,120,254,374,643,645
Unidad de comando y señalización 495
Unidad de protección DMX 285,286
Urbano (medio o atmosfera) 61,68,106,110,158
Urgencia
parada de 57,350
corte de 346,349
maniobra de 310,346
Uso
en 400 Hz (DX – DPX) 268
en corriente contínua 268
factor de 207,453
Utilización
en 400 Hz (DX – DPX) 268
en corriente contínua 268
factor de 207,453
UV ultravioleta 63,106,156

V

Vacío (de construcción) 170
Vandalismo 48
Vapor de agua 68,72,170
Varistancia (pararrayos) 292
Vehículo 76,141
Ventilador 451
Ventilación 40,70,169,438
Verglas 75
Verificación 40,43,63,309,629,630,642
de la aislación 373,641,644
de la compatibilidad electromagnética 647
de la continuidad de las masas 136,646
del problema térmico admisible 223,225,362
del largo de las líneas protegidas 226,229,235,238
de la resistencia a los cortocircuitos 134
de la resistencia a las sobre intensidades 136
de las caídas de tensión 218,221
de las propiedades dieléctricas 140
Vibraciones 76
Víctimas 58,59
Vidrio 55
Viento 74
Vistop 308,353,427,488,494,612,613,662

W, X, Y, Z

XL-Part
chasis columna XL-Part .....
..... 390,392,394,397,398,548,557,671
repartidor de filas XL-Part .....
..... 390,395,396,398,399,558,563,671
Yeso 177,178
Zamac 165
Zinc 65,68,99,103,106,107,137,600
Zócalo de armario 165,471,475,485,622