

TABLEROS A NORMA

TAN



IEC-61439

- CERTIFICA LA **SEGURIDAD**
- MEJORA EL **DESEMPEÑO ELÉCTRICO**
- APORTA A LA **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**



www.legrand.cl



ÍNDICE

3-4	Introducción	Introducción	3
		Los aportes de TAN	4
5	IEC-61439	IEC-61439. Vista general	5
06-20	IEC-61439 Parte 1	IEC-61439-1. Aspectos normativos	6
		Verificaciones de diseño	8
		Los ensayos en detalle	9
		La seguridad garantizada por la certificación	12
		La respuesta de los test. Certificados	14
		Lista de operaciones a realizar por el fabricante del CONJUNTO	15
		Parámetros y definiciones	17
		Propiedades dieléctricas	18
21-24	IEC-61439 Parte 2	IEC-61439-2. Formas de separación interna	21
		El propósito de las formas de separación	22
		Clasificación de las formas	24
25	Armarios XL ³	XL ³ . La gama que se adapta a las exigencias	25
26-38	Anexos	Anexo 1: Límites de sobretemperatura	26
		Anexo 2: La sobrecarga	29
		Anexo 3: El corto-circuito	30
		Anexo 4: Consideraciones en el diseño de tableros eléctricos	36

INTRODUCCIÓN

Se puede definir Tablero Eléctrico como la combinación de uno a más aparatos de conexión, mando, medición, señalización, protección, y todas las interconexiones eléctricas y mecánicas internas, circundadas por una o más envolventes que otorgan soporte y protección al conjunto.

Este conjunto debe ser montado de una manera que cumpla los requisitos de seguridad y realice de forma óptima las funciones para las cuales ha sido diseñado. Como sistema, debe ser considerado como un componente estándar de la instalación al igual que una luminaria, un motor, una toma de corriente o una protección termomagnética.

El avance de la tecnología y la evolución en los conceptos de gestión han desencadenado que hoy los equipos de mantención tengan nuevas solicitudes y exigencias para los tableros eléctricos. Entre otras, los tableros eléctricos deben poder comunicarse con plataformas de control centralizado, deben operar bajo distintas tensiones, proteger cargas con una fuerte componente armónica, deben otorgar continuidad de servicio, seguimiento de la degradación de sus componentes y aumento de la seguridad para permitir el trabajo con tensión, entre otras exigencias.

TAN, “Tableros a Norma” es la solución que, a través de sus tableristas el Grupo Legrand entrega a sus clientes para satisfacer estas nuevas exigencias y requisitos para los tableros eléctricos.

A través de **TAN**, Legrand asegura la conformidad de los tableros bajo la Norma Eléctrica Nacional, la norma IEC 61439, y bajo nuestras exigencias internas y de mejores prácticas. De esta manera se asegura que los tableros responden a las nuevas demandas de seguridad, desempeño y gestión solicitadas por un mercado cada vez más exigente.

TAN es:

- Diseño que cumple los requisitos de la norma eléctrica nacional e IEC 61439.
- Fabricación estandarizada con productos y sistemas del Grupo Legrand.
- Ensayos individuales y verificación particular para cada tablero.
- Asistencia en la puesta en marcha.

LOS APORTES DE TAN

CERTIFICAR LA CONFIANZA

Para cada fabricación de un Tablero a Norma (TAN), basado en un diseño estandarizado y probado bajo norma IEC-61439, Legrand emite un certificado de conformidad y un sello que asegura el cumplimiento de los ensayos establecidos por la norma. A esto se suma la asistencia en la puesta en servicio del tablero y una capacitación que permita al usuario final conocer las propiedades y habilidades que tiene su nuevo tablero eléctrico.

SEGURIDAD

UN APOORTE A LA SEGURIDAD DE SU INSTALACIÓN

El tablero a norma está diseñado, construido y ensayado para garantizar la mínima probabilidad de ocurrencia de fallas internas, así como para asegurar la protección de las personas y los equipos instalados.

- Los arcos eléctricos: Las separaciones internas permiten evitar la propagación de estos, así como la protección de los equipos y las personas presentes alrededor del lugar de ocurrencia de la falla.
- Los cortocircuitos y sobre-calentamientos (debidos al ingreso de elementos externos al tablero, sólidos o líquidos): El grado de protección IP certificado permite asegurar la estanqueidad del tablero.
- Las perturbaciones electromagnéticas: La compatibilidad electromagnética (CEM) está probada y certificada en fábrica para garantizar la atenuación del campo electromagnético generado por las corrientes que circulan al interior del tablero.
- Los movimientos sísmicos: las pruebas realizadas por un laboratorio independiente (CESI), han verificado la resistencia del tablero a los movimientos y vibraciones de un sismo (IEC-60068-3-3 nivel AG5, equivalente a UBC Zona 4).



LAS FORMAS DE SEPARACIONES INTERNAS

- Separación de las unidades funcionales, barras y bornes de salida (para evitar la propagación de arco).
- Protección contra el contacto con partes energizadas (seguridad del personal de mantenimiento).
- Protección contra el ingreso de elementos externos (seguridad de la instalación y del material).

LAS BUENAS PRÁCTICAS PARA MEJORAR LA SEGURIDAD

- Verificación y marcación del apriete de las conexiones (para evitar sobre-calentamientos en barras y minimizar el riesgo de cables energizados sueltos).
- Verificación de la presencia de los bloqueos necesarios en puntos clave del tablero (por ejemplo: interruptores by-pass, enclavamiento mecánico en transferencia, etc.) o en cualquier otro punto requerido por el proyecto.
- La indicación clara del flujo de energía cuando éste se desvía del estándar en algún punto del tablero.

IEC-61439

VISTA GENERAL

La Norma IEC-61439 es un estándar definido por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) destinado a garantizar la concepción óptima y el buen funcionamiento de tableros armados. Aborda todos los temas relacionados con un Tablero Eléctrico (o CONJUNTO, según la definición de esta Norma) desde sus características mecánicas, operacionales y funcionales, hasta las condiciones de transporte, guardado e instalación. Se aplica a tableros eléctricos de baja tensión con una tensión nominal máxima de 1000V en corriente alterna o 1500V en corriente continua

Los objetivos del cumplimiento de esta normativa son garantizar la seguridad de la instalación y las personas, así como la vida útil del tablero, reducir la tasa de falla asociada a su concepción, normalizar la definición de posibilidades de armado orientadas a un mantenimiento óptimo con opciones de intervención bajo carga.

Para esto, la norma establece los requisitos de la concepción asociados a los materiales constructivos, la protección contra la corrosión, la resistencia mecánica, la resistencia a la radiación ultravioleta, las propiedades de las piezas aislantes, distancias de fuga, el funcionamiento de partes removibles, las barreras y formas de separación internas, la resistencia al cortocircuito, las características constructivas de partes y equipos destinadas a asegurar la compatibilidad electromagnética, etc.

Para esto, la Norma establece que para cada tipo de CONJUNTO solamente son necesarias dos normas principales para determinar todos los requisitos y métodos de verificación correspondientes, esto es, la Norma básica o parte 1 (IEC-61439-1), que establece los requisitos generales, y la Norma específica del CONJUNTO (IEC-61439-2/3/4/5). Esta Norma hace referencia también a otras normas asociadas a los componentes individuales del CONJUNTO.

IEC 61439

IEC 61439-1
Reglas generales

IEC 61439-2
Conjuntos armados

IEC 61439-3
Tableros de repartición

IEC 61439-4
Tableros de faena

IEC 61439-5
Tableros de distribución

IEC 61439-6
Canalizaciones prefabricadas

IEC 61439-7
Vehículos eléctricos

NUEVA EDICIÓN 2012

OBSERVACIÓN

La conformidad no puede ser establecida sobre la sola base de reglas generales (IEC-61439-1). Los conjuntos armados deben estar conformes a las normas específicas que le son dedicadas; en este caso las Normas IEC-61439-2, IEC-61439-3, IEC-61439-4, IEC-61439-5.

DEFINICIÓN DE CONJUNTO

«Sistema completo de componentes eléctricos y mecánicos (envolvente, juegos de barra, unidades funcionales, etc.) tales que, definidos por el fabricante (Legrand), son destinados a ser armados según sus instrucciones»

Ejemplo: Armario de distribución.

IEC-61439-1

ASPECTOS NORMATIVOS

Como norma de requisitos y definiciones generales, la Norma IEC-61439-1 establece una diferenciación entre el “fabricante de origen” y el “fabricante del CONJUNTO”. El fabricante de origen es la entidad que realiza la concepción de origen de una envolvente o gama de envolventes, y es quien debe asegurar el correcto diseño de esta gama de acuerdo a la Norma. Entre sus responsabilidades están:

- Probar varios prototipos o CONJUNTOS de muestra pertenecientes a esa gama.
- Superar las pruebas de conformidad y requisitos obligatorios de la Norma.
- De las pruebas y ensayos realizados, puede derivar otras configuraciones mediante cálculo u otras evaluaciones y/o mediciones.
- Añadir otras configuraciones obtenidas sin pruebas gracias a normas de diseño adecuadas.
- Recopilar la información anteriormente descrita y ponerla a disposición del cliente mediante catálogos, reglas de cálculo, softwares, de modo que éste pueda construir, utilizar y mantener el nuevo CONJUNTO.

Para la realización de las pruebas o ensayos mencionados, la Norma establece una lista de verificaciones llamadas “verificaciones de diseño” cuya realización serán de responsabilidad del fabricante de origen. Estas verificaciones se explican en detalle en la página [pág. 8].

Por otro lado, la Norma establece también las responsabilidades por parte del fabricante del CONJUNTO (Tablerista), el cual deberá asegurar:

- Grados de protección IP de la envolvente del CONJUNTO final.
- Distancias de aislamiento.
- Protección contra descarga eléctrica e integridad de los circuitos de protección.
- Instalación de dispositivos y componentes de maniobra.
- Circuitos y conexiones eléctricas internas.
- Cableado del CONJUNTO.
- Marcación del tablero.
- Terminales para conductores externos.
- Funcionamiento mecánico y características relativas al rendimiento.
- Propiedades dieléctricas a 50 Hz.
- Tensión soportada a impulsos.

De esta manera mediante el trabajo asociado entre el fabricante de origen (Legrand) y los fabricantes del CONJUNTO (Tableristas) se ofrece una mayor confiabilidad para el usuario final apoyado tanto en el cumplimiento de este estándar internacional como en las normas nacionales.

FABRICANTE DE ORIGEN

Entidad que realiza la concepción de origen y la verificación asociada de un armario conforme a la presente Norma (IEC-61439-1).
Ejemplo: Legrand.

FABRICANTE DEL CONJUNTO

Entidad que realiza el armado y cableado del tablero tomando la responsabilidad del conjunto terminado.
Ejemplo: Tablerista.

IEC-61439-1

ASPECTOS NORMATIVOS continuación

El apartado 3.9 de la Norma define los tipos de verificación realizadas por el fabricante de origen sobre un CONJUNTO de muestra, o sobre las partes de éste, para demostrar que su concepción satisface las exigencias de la norma aplicable. Los tres tipos de verificación (verificaciones de diseño) son distintos pero equivalentes:

1. Verificación mediante ensayos de laboratorio
2. Verificación mediante comparación con un diseño de referencia verificado mediante ensayo.
3. Verificación mediante evaluación (aplicación de cálculos y reglas de diseño)

Las diferentes características pueden garantizarse empleando cualquiera de estos tres métodos. Mediante uno u otro, indiferentemente, se puede garantizar la conformidad.

Debido a que no siempre es posible elegir uno de los tres métodos, la tabla de la pág. 8 (extracto del anexo D de la Norma) muestra los tipos de verificación aceptados para cada característica.



3 POSIBILIDADES

ENSAYOS (3.9.1.1)

Ensayo realizado sobre una muestra de un CONJUNTO o sobre partes de CONJUNTOS para verificar que la concepción satisface las exigencias de la norma de CONJUNTOS aplicable (realizado por el fabricante de origen)

COMPARACIÓN (3.9.1.2)

Comparación estructurada de una proposición de concepción de un CONJUNTO, o de partes de un CONJUNTO, con una concepción de referencia sometida a ensayo (realizado por el fabricante de origen)

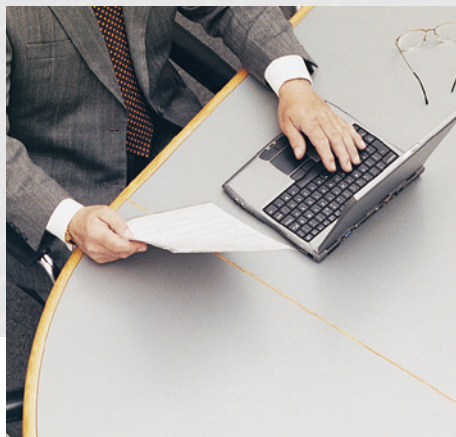
ENSAYO (3.9.1.3)

Verificación de las reglas de concepción o de los cálculos estrictos aplicados a una muestra de un CONJUNTO o a las partes de CONJUNTOS para mostrar que la concepción satisface las exigencias de la norma de CONJUNTOS aplicable (realizado por el fabricante de origen y por el fabricante del CONJUNTO)

VERIFICACIONES DE DISEÑO

Nº	CARACTERÍSTICAS A VERIFICAR	ARTÍCULOS	OPCIÓN DE VERIFICACIÓN		
			ENSAYOS	COMPARACIÓN	EVALUACIÓN
1	Resistencia de materiales y partes: Resistencia a la corrosión Propiedades de los materiales aislantes: Estabilidad térmica Resistencia al calor y al fuego debido a efectos eléctricos internos Resistencia a la radiación UV Elevación (para transporte) Impacto mecánico Marcado	10.2	SI	NO	NO
			SI	NO	NO
			SI	NO	SI
			SI	NO	SI
			SI	NO	NO
			SI	NO	NO
			SI	NO	NO
			SI	NO	NO
2	Grado de protección IP	10.3	SI	NO	SI
3	Distancia de aislación	10.4	SI	NO	NO
4	Línea de fuga	10.4	SI	NO	NO
5	Protección contra descargas eléctricas e integridad de circuitos de protección: Eficacia en la continuidad entre las partes conductoras expuestas del CONJUNTO y el circuito de protección. Resistencia del circuito de protección frente a un cortocircuito	10.5	SI	NO	NO
			SI	SI	NO
6	Integración de aparatos de conexión y componentes	10.6	NO	NO	SI
7	Circuitos internos y conexiones	10.7	NO	NO	SI
8	Bornes para conductores externos	10.8	NO	NO	SI
9	Propiedades dieléctricas: Tensión soportada a frecuencia industrial Tensión soportada al impulso	10.9	SI	NO	NO
			SI	NO	SI
10	Calentamiento	10.10	SI	SI	SI
11	Resistencia a cortocircuitos	10.11	SI	SI	NO
12	Compatibilidad electromagnética	10.12	SI	NO	SI
13	Funcionamiento mecánico	10.13	SI	NO	NO

LOS ENSAYOS EN DETALLE



ENSAYO 1

RESISTENCIA DE MATERIALES Y PARTES

Las capacidades mecánicas, eléctricas y térmicas de los materiales de construcción y de las piezas de ensamblado están aseguradas por las características de construcción y testeo de su desempeño.

ENSAYO 2

VERIFICACIÓN DEL GRADO DE PROTECCIÓN IP

El índice IP define la capacidad de impedir la penetración de cuerpos sólidos (primera cifra) y líquidos (segunda cifra). La letra adicional (A,B,C,D) designa la protección contra el acceso a partes peligrosas.

ENSAYO 3

DISTANCIA DE AISLACIÓN Y LÍNEAS DE FUGA

Las modalidades de medida de líneas de fuga y distancias de aislación son tratadas con precisión en el anexo F de la Norma IEC-61439-1 proveniente de la IEC-60439-1. Las distancias son medidas entre las partes activas de polaridad distinta y entre las partes activas y las masas.

ENSAYO 4

MONTAJE DE APARATOS Y EQUIPOS

Legrand garantiza el respeto de las distancias para las tensiones de aislación de sus aparatos luego de que son instalados con las condiciones prescritas. La experiencia muestra que el riesgo más importante reside en el cableado. La verificación del conexionado de cables, tornillos y pernos se verifica minuciosamente.

Los conectores, uniones apernadas, eclisas y soportes inadaptados pueden reducir los valores de aislamiento previstos.



ENSAYO 5

EFICACIA DEL CIRCUITO DE PROTECCIÓN

La continuidad del circuito de protección es un elemento determinante en la seguridad. Ésta es verificada, por una parte, según la norma IEC 61439-1 bajo una corriente de prueba de 25A entre el borne de conexión de los conductores y todas las masas, y por otra parte, según un test adicional Legrand con una corriente de falla mayor que pudiera producirse luego de una desconexión accidental de un conductor.

ENSAYO 6

INTEGRACIÓN DE LOS APARATOS DE CONEXIÓN Y COMPONENTES

Estas son las reglas concernientes a la instalación de aparatos que integran el conjunto, tanto partes fijas como desmontables, pero también de respeto del cableado según las demandas del cliente. Esto comprende también la accesibilidad a los dispositivos de reajuste y todos los elementos de indicación (luces piloto, visualizadores...)

ENSAYO 7

CIRCUITOS INTERNOS Y CONEXIONES

Este ensayo consiste en verificar la conformidad a las exigencias de concepción para los circuitos de potencia y comando. Esto comprende el correcto dimensionamiento de juegos de barra y cables, la puesta a tierra de circuitos de comando, así como también el marcado de colores para los diferentes circuitos.

ENSAYO 8

BORNES PARA CONDUCTORES EXTERNOS

Esta regla asegura que las indicaciones de bornes y la posibilidad de albergar aluminio o cobre sean precisadas para el usuario final. Comprende también la verificación de todos los tipos de borne que pueden ser utilizados para la entrada o salida de cables.



ENSAYO 9

PROPIEDADES DIELECTRICAS

Los ensayos dieléctricos testean el desempeño de la aislación para la tensión máxima de utilización. Éstos son realizados a la frecuencia industrial de 50Hz y bajo la forma de ondas de tensión que simulan el efecto de la descarga de un rayo.

ENSAYO 10

LÍMITES DE CALENTAMIENTO

Prueba de calentamiento de conjuntos armados. Este test verifica el buen funcionamiento de los tableros bajo condiciones máximas de uso (corriente, número de aparatos y equipos, volumen de la envolvente). Permite definir los elementos del balance térmico para un calentamiento promedio del aire dentro del conjunto inferior a 30°C y un calentamiento de bornes inferior a 70°C.

ENSAYO 11

RESISTENCIA A CORTOCIRCUITOS

Los ensayos efectuados garantizan el cumplimiento de las restricciones térmicas y electrodinámicas, la firmeza de los juegos de barra y de sus soportes, los dispositivos de seccionamiento (Vistop) y de protección (DMX³/DPX³/DX³) y las envolventes.

ENSAYO 12

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Este ensayo consiste en controlar las perturbaciones electromagnéticas del conjunto en funcionamiento dentro de su entorno, con el objeto de no provocar perturbaciones.

ENSAYO 13

VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO

Siguiendo las prescripciones establecidas en la norma, los ensayos son efectuados sobre las partes y dispositivos que no son objeto de exigencias propias. El buen funcionamiento mecánico está verificado por 50 ciclos de maniobras sobre las bases extraíbles (DMX³) y las fijaciones de plastrones.

LA SEGURIDAD GARANTIZADA POR LA CERTIFICACIÓN



LA NORMA

La certificación de los armarios de distribución está definida por las normas internacionales IEC 61439-1 y la IEC 61439-2. Ellas formulan las definiciones, condiciones de empleo, dispositivos constructivos, características técnicas y los ensayos y pruebas para los conjuntos de dispositivos de baja tensión.



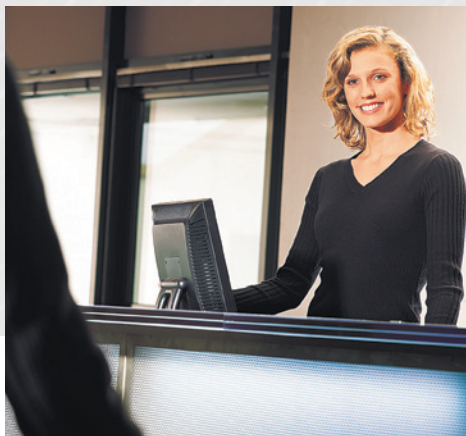
LAS OBLIGACIONES

- La construcción de conjuntos que utilizan productos testeados y conformes a sus propias normas para configuraciones representativas, es decir, los ensayos de tipo realizados sobre la base de nuestros armarios con equipamiento Legrand.
- El respeto de las reglas de selección y uso, y de la puesta en servicio de estos productos según las modalidades definidas por las normas, los reglamentos y las buenas prácticas.
- La realización de ensayos individuales (aislación, resistencia al impulso eléctrico, continuidad de masa) y los resultados de una inspección final son registrados en un reporte individualizado.

LOS TEST

PARA LA CERTIFICACIÓN DE ARMARIOS Y EQUIPOS

Los test descritos anteriormente son una garantía para el funcionamiento en condiciones seguras del CONJUNTO armado y para la seguridad de las personas y equipos instalados aguas abajo de éste.



EL ROL DE CADA UNO

Legrand fabrica los diferentes elementos que componen un tablero de distribución: los dispositivos de protección, los armarios, los sistemas de repartición, etc. Todos estos elementos poseen certificados de conformidad a nivel de producto.

El tablerista realiza el armado del tablero eléctrico, instala los equipos, realiza el cableado, realiza las pruebas eléctricas y certifica el tablero armado y listo para uso.



LA CONFORMIDAD

El cumplimiento de nuestras pruebas y estándares de calidad son certificados por una declaración de conformidad luego de pasar el tablero por un exigente protocolo de pruebas. Luego, el armario es marcado con nuestro sello de calidad.

LA RESPUESTA DEL TABLERISTA: DOCUMENTACIÓN

1. LA MARCACIÓN:

Las siguientes indicaciones deben ser entregadas sobre una o dos etiquetas de designación:

- Nombre del constructor del CONJUNTO o su marca de fábrica (responsable del tablero terminado)
- Designación de tipo o número de identificación
- Medio de identificación de la fecha de fabricación
- IEC-61439-X (la parte particular debe ser identificada)

2. DOCUMENTACIÓN:

Las siguientes indicaciones complementarias deben ser entregadas dentro de la documentación técnica del CONJUNTO:

- Tensión nominal del Tablero (U_n)
- Tensión nominal de empleo de los circuitos (U_e)
- Tensión nominal de resistencia al impulso (U_{imp})
- Tensión nominal de aislación (U_i)
- Corriente nominal del Tablero (I_n)
- Corriente nominal de los circuitos (I_{nc})
- Corriente de peak admisible (I_{pk})
- Corriente nominal de corta duración admisible (I_{cw})
- Corriente nominal de corto-circuito condicional (I_{cc})
- Frecuencia Nominal (F_n)
- Factor nominal de contemporaneidad (RDF)

LA RESPUESTA DE LOS TEST

CERTIFICADOS

CARACTERÍSTICAS A VERIFICAR	FABRICANTE DE ORIGEN (LEGRAND)	FABRICANTE DEL CONJUNTO (TABLERISTA)
Resistencia de materiales y partes	Certificado LOVAG 10.2	
Grado de protección IP	Certificado LOVAG 10.3	Control visual 11.2
Distancia de aislación	Certificado LOVAG 10.4	Control visual 11.3
Línea de fuga	Certificado LOVAG 10.4	Control visual 11.3
Protección contra descargas eléctricas e integridad de circuitos de protección	Certificado LOVAG 10.5	Control por sondeo 11.4
Integración de aparatos de conexión y componentes	Verifique las pruebas de configuraciones Legrand 10.6	Control visual 11.5
Circuitos internos y conexiones	Verifique las pruebas de configuraciones Legrand 10.7	Control por sondeo 11.6
Bornes para conductores externos	Verifique las pruebas de configuraciones Legrand 10.8	Control visual 11.7
Propiedades dieléctricas	Certificado LOVAG 10.9 (tiempo 5s)	Test de funcionamiento 11.9
Calentamiento	Certificado LOVAG 10.10	
Resistencia a cortocircuitos	Certificado LOVAG 10.11	
Compatibilidad electromagnética	Certificado LOVAG 10.12	
Funcionamiento mecánico	Certificado LOVAG 10.13	Control visual 11.8
Cableado, desempeño y funcionamiento operacional		Realización de la prueba para control visual 11.10

 Acción suplementaria.

**LEGRAND ESTÁ
COMPROMETIDO CON
LA REALIZACIÓN DE
LOS ENSAYOS DE
TIPO SOBRE SUS
ENVOLVENTES XL³**

Los ensayos de tipo definidos por la norma IEC-61439-1 son efectuados de manera oficial por organismos internacionales, neutros, sobre conjuntos representativos con configuraciones habituales de cableado y disposición de equipos. Estos tableros armados representativos son llamados "Conjuntos de Serie".



LISTA DE OPERACIONES

A REALIZAR POR EL FABRICANTE DEL CONJUNTO

ARTÍCULO INVOLUCRADO	OPERACIÓN	EFFECTUADA	NO APLICABLE
1. INSPECCIÓN VISUAL			
11.10	■ Verificación del cableado	☐	☐
11.10	■ Conformidad según los planos	☐	☐
11.5	■ Verificación de equipos	☐	☐
11.5	■ Conformidad de equipos especificados	☐	☐
11.6	■ Verificación de juegos de barra	☐	☐
11.4	■ Verificación de la conexión efectiva de masas	☐	☐
11.4	■ Verificación de las medidas relacionadas con la clase II	☐	☐
11.10	■ Funcionamiento eléctrico (potencia)	☐	☐
11.10	■ Funcionamiento eléctrico (comando)	☐	☐
11.10	■ Verificación de aparatos de medida	☐	☐
11.10	■ Test de dispositivos diferenciales	☐	☐
11.8	■ Verificación del funcionamiento mecánico	☐	☐
11.8	■ Conformidad de las especificaciones	☐	☐
11.4/11.6	■ Verificación de torques de apriete	☐	☐
11.10	■ Conformidad de dispositivos de maniobra	☐	☐
11.2	■ Verificación de la conservación del grado de protección IP	☐	☐
2. VERIFICACIÓN DE AISLACIÓN			
11.9	■ Test dieléctrico de tensión	☐	☐
11.9	■ Resistencia de aislación bajo 500V. Valor mínimo medido	☐	☐
3. VERIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD DEL CIRCUITO DE PROTECCIÓN			
11.4	■ Medidas de continuidad con corriente de operación de 10A	☐	☐
11.4	■ Verificación con tester de continuidad.	☐	☐
4. CONTROL FINAL			
11.10	■ Presencia de placa de datos	☐	☐
11.10	■ Presencia de documentación	☐	☐



Modelo de declaración de conformidad

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Razón Social:

Dirección:

Destinatario:

N° de documento:

N° de Tablero:

Fecha:

Fecha:



Norma IEC 61439-1

Norma IEC 61439-2

El constructor del CONJUNTO certifica a través del presente documento que el Tablero de Baja Tensión aquí designado ha sido construido en conformidad a las exigencias de la Norma IEC 61439-1/IEC 61439-2.

La puesta en servicio ha sido efectuada conforme a las recomendaciones del constructor de origen de los componentes utilizados.

La gama de productos utilizados son los siguientes:

- Disyuntores de potencia DPX, DPX3, y DMX3 conforme a la norma IEC 60947-2
- Disyuntores DX3 conforme a la norma IEC 60947-2
- Repartidores y juegos de barra

en referencia a los siguientes ensayos de tipo efectuados según IEC 61439-2:

- Verificación de límites de calentamiento
- Verificación de propiedades dieléctricas
- Verificación de resistencia a cortocircuitos
- Verificación de la eficacia del circuito de protección
- Verificación de distancias de aislación y líneas de fuga
- Verificación del funcionamiento mecánico
- Verificación del grado de protección
- Verificación de la resistencia de materiales y partes, incluyendo:
 - Verificación de la resistencia a los impactos mecánicos
 - Verificación de la resistencia a la corrosión
 - Verificación de la resistencia al calor y al fuego
 - Verificación de la resistencia al levantamiento

Los ensayos individuales son objeto de un reporte individual de examen N° comprendiendo, en conformidad a la norma:

- Inspección visual del tablero
- Verificación de la aislación
- Verificación de la continuidad del circuito de protección

El declarante:

Firma:

IEC-61439-1

PARÁMETROS Y DEFINICIONES

En Legrand, a través de nuestros integradores tableristas, realizamos la construcción de CONJUNTOS conforme a la Norma IEC-61439 (y a la norma chilena). En particular, para los ensayos de rigidez dieléctrica y resistencia al impulso descritos en el apartado 9 de la Norma, realizamos estas pruebas con equipamiento especializado en nuestro taller en Chile, para cada CONJUNTO armado.

Para mayor claridad de cómo se realizan estas pruebas, debemos referirnos al apartado 3 de la Norma la cual establece los términos y definiciones utilizados por ésta. De esta manera se definen (entre otros):

CIRCUITO PRINCIPAL: Corresponde a todas las partes conductoras de un CONJUNTO incluidas en un circuito que está diseñado para transmitir energía eléctrica.

CIRCUITO AUXILIAR: Corresponde a todas las partes conductoras de un CONJUNTO incluidas en un circuito (distinto del circuito principal) que están destinadas para controlar, medir, señalizar, regular, procesar datos, etc.

Por otro lado, el apartado 4 de esta Norma nos entrega una tabla de abreviaturas y nos indica el apartado de la Norma en el cual aparecen por primera vez. El siguiente es un extracto de esta tabla.

Símbolo / Abreviatura	Término
IRC	Índice de resistencia a la formación de caminos conductores
MBT	Muy baja tensión
CEM	Compatibilidad electromagnética
F_n	Frecuencia nominal
I_c	Corriente de corto-circuito
I_{cc}	Corriente nominal de corto-circuito condicional
I_{cp}	Corriente prevista de corto-circuito
I_{cw}	Corriente nominal de corta duración admisible
I_{nA}	Corriente nominal de un CONJUNTO
I_{nc}	Corriente nominal de un circuito
I_{pk}	Corriente de peak admisible
N	Conductor neutro
PE	Conductor de protección
PEN	Conductor PEN (para tierra de servicio y tierra de protección)
RDF	Factor de simultaneidad asignado
SCPD	Dispositivo de protección de los corto-circuitos
SPD	Dispositivo de protección de sobretensiones
U_e	Tensión nominal de funcionamiento
U_i	Tensión nominal de aislamiento
U_{imp}	Tensión nominal soportada al impulso
U_n	Tensión nominal

TENSIÓN NOMINAL (U_n): Tensión más alta del sistema eléctrico declarada por el fabricante del CONJUNTO, en C.A. o C.C., para la que los circuitos principales se han diseñado.

TENSIÓN NOMINAL DE EMPLEO (U_e): Valor de tensión declarada por el fabricante del CONJUNTO la cual, combinada con la corriente nominal, determina su aplicación al CONJUNTO.

TENSIÓN NOMINAL DE AISLAMIENTO (U_i): Valor de tensión eficaz, designada por el fabricante del CONJUNTO, que caracteriza la capacidad de aislamiento para soportar la tensión especificada, en el largo plazo.

TENSIÓN NOMINAL SOPORTADA A IMPULSOS (U_{imp}): Valor de tensión, designada por el fabricante del CONJUNTO, que caracteriza la capacidad de aislamiento para soportar sobretensiones transitorias.

PROPIEDADES DIELECTRICAS

La norma establece que cada circuito debe ser capaz de soportar:

- Sobretensiones temporales
- Sobretensiones transitorias

Tensión soportada a frecuencia nominal: Los circuitos de un CONJUNTO deben soportar las tensiones a frecuencia industrial según se muestra en el siguiente extracto de las tablas 8 y 9 de la Norma.

Tensión soportada a frecuencia nominal para los circuitos principales (tabla 8)

Tensión asignada de aislamiento U_i (entre fases de corriente alterna o corriente continua) V	Tensión de ensayo dieléctrico Corriente alterna Valor eficaz V	Tensión de ensayo dieléctrico Corriente continua V
$U_i \leq 60$	1000	1415
$60 < U_i \leq 300$	1500	2120
$300 < U_i \leq 690$	1890	2670
$690 < U_i \leq 800$	2000	2830
$800 < U_i \leq 1000$	2200	3110
$1000 < U_i \leq 1500^{(a)}$	-	3820

^(a)Solamente para corriente continua

Tensión soportada a frecuencia nominal para los circuitos auxiliares y de control (tabla 9)

Tensión asignada de aislamiento U_i (entre fases) V	Tensión de ensayo dieléctrico Corriente alterna Valor eficaz V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$60 < U_i$	Véase tabla 8

La tensión nominal de aislamiento de cualquier circuito del CONJUNTO debe ser igual o mayor que la máxima tensión de funcionamiento.

PROPIEDADES DIELÉCTRICAS continuación

Características del ensayo de rigidez dieléctrica:

La tensión de ensayo tiene una onda sustancialmente sinusoidal y una frecuencia de entre 45Hz y 65Hz. La Norma establece que el transformador de alta tensión utilizado en este ensayo sea diseñado de manera que cuando los bornes de salida sean cortocircuitados, la corriente de salida sea de al menos 200mA.

El relé de sobrecorriente no debe activarse cuando la corriente sea menor a 100mA.

La tensión se aplica a no menos del 50% de la tensión de ensayo y luego se incrementa progresivamente hasta su valor completo. Esta tensión se mantiene por al menos 1 segundo según lo siguiente:

- Entre todas las partes activas del circuito principal conectados juntos, incluyendo circuitos auxiliares y de control conectados al circuito principal, y las partes conductoras expuestas, con todos los dispositivos de conexión cerrados.
- Entre cada parte activa de diferente potencial del circuito principal, y entre estas partes y las partes conductoras expuestas conectadas juntas, con todos los dispositivos de conexión cerrados.
- Entre cada circuito auxiliar o de control no conectado al principal y
 - el circuito principal
 - los otros circuitos
 - las partes conductoras expuestas

De esta manera, el relé de protección de sobrecorriente no debe operar y no deben existir descargas disruptivas durante los ensayos.

Estos ensayos no necesitan realizarse en los circuitos auxiliares que están protegidos por dispositivos de protección de cortocircuito con características asignadas que no excedan los 16A o si se ha realizado previamente un ensayo eléctrico de funcionamiento a la tensión de empleo para la que están diseñados los circuitos auxiliares (apartado 11.9 de la Norma).

Como alternativa para CONJUNTOS con protección interna asignada hasta 250A la verificación de la resistencia de aislamiento se puede hacer por medida usando un dispositivo de medida de aislamiento a una tensión de al menos 500V en corriente continua. Este ensayo es satisfactorio si dicha resistencia entre circuitos y partes conductoras expuestas es de al menos 1000Ω/V por circuito referidos a la tensión de alimentación con la tierra de estos circuitos.

Tensión soportada al impulso del circuito principal:

Las distancias de aislamiento entre las partes activas y las partes conductoras expuestas y entre partes activas de diferente potencial, deben ser capaces de soportar la tensión de ensayo según la siguiente tabla (tabla 10 de la Norma).

Tensión soportada al impulso (tabla 10)

Tensión asignada soportada al impulso U_{imp} kV	Tensión de ensayo y altitudes correspondientes durante el ensayo									
	$U_{1,2/50}$, corriente alterna (valor peak) y corriente continua kV					Valor eficaz de corriente alterna kV				
	Nivel del mar	200 m	500 m	1000 m	2000 m	Nivel del mar	200 m	500 m	1000 m	2000 m
2,5	2,95	2,8	2,8	2,7	2,5	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8
4,0	4,8	4,8	4,7	4,4	4,0	3,4	3,4	3,3	3,1	2,8
6,0	7,3	7,2	7,0	6,7	6,0	5,1	5,1	5,0	4,7	4,2
8,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8,0	6,9	6,8	6,6	6,4	5,7
12,0	14,8	14,5	14,0	13,3	12,0	10,5	10,3	9,9	9,4	8,5

La tensión nominal soportada al impulso para una tensión asignada de empleo está dada por la siguiente tabla (anexo G de la norma)

Valor máximo de la tensión nominal de empleo a tierra en CA (valor rms) o de CC	Tensión nominal del sistema de alimentación (K tensión nominal de aislamiento del equipo) V				Valores preferentes de tensión nominal soportada a impulsos (1,2/50 μ s) a 2000 m kV			
	 Valor de CA rms	 Valor de CA rms	 Valor de CA rms o de CC	 Valor de CA rms o de CC	Categoría de sobretensión			
					IV	III	II	I
					Nivel al origen de instalación (entrada de servicio)	Nivel del circuito de distribución	Nivel de la carga (equipos eléctricos)	Nivel especialmente protegido
50-		-	12,5, 24, 25, 30, 42, 48	-1	,5	0,80	,5	0,33
100	66/115	66	60	-2	,5	1,5	0,80	,5
150	120/208 127/220	115, 120 127	110, 120	220-110, 240-120	42	,5	1,5	0,8
300	220/380 230/400 240/415 260/440 277/480	220, 230 240, 260 277	220	440-220	64		2,5	1,5
600	347/600 380/660 400/690 415/720 480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500, 577, 600	480	960-480	86		42	,5
1000	-	660 690, 720 830, 1000	1000	-1	28		64	

Tensión soportada al impulso de los circuitos auxiliares: Los circuitos auxiliares conectados al circuito principal y empleados a la tensión nominal de empleo, sin ningún medio de reducción de las sobretensiones deben cumplir con los mismos requisitos que el circuito principal.

Los circuitos auxiliares no conectados al circuito principal pueden tener una capacidad de soportar sobretensiones diferentes. Las distancias de aislamiento de dichos circuitos deben ser capaces de soportar la tensión de impulso correspondiente según la tabla anterior.

Características del ensayo de resistencia al impulso:

El generador de impulsos se ajusta a la tensión requerida según la tabla anterior, con el CONJUNTO conectado. Los circuitos auxiliares que no se conectan al circuito principal deben conectarse a tierra. La tensión de impulso de 1,2/50 μ s (1,2 μ en alcanzar el peak, 50 μ s en disminuir éste a la mitad) debe aplicarse al CONJUNTO cinco veces para cada polaridad a intervalos de al menos 1s según como sigue:

- Entre todas las partes activas del circuito principal conectados juntos, incluyendo circuitos auxiliares y de control conectados al circuito principal, y las partes conductoras expuestas, con todos los dispositivos de conexión cerrados.
- Entre cada parte activa de diferente potencial del circuito principal, y entre estas partes y las partes

conductoras expuestas conectadas juntas, con todos los dispositivos de conexión cerrados.

c) Entre cada circuito auxiliar o de control no conectado al principal y

- el circuito principal
- los otros circuitos
- las partes conductoras expuestas

«No deben existir descargas disruptivas durante los ensayos»

En caso de tratarse de circuitos de corriente continua, se desarrollan los ensayos establecidos por el punto 10.9.3.4 de la Norma.

Aparte de las especificaciones y exigencias de estas pruebas, la Norma IEC-61439 establece numerosas otras condiciones, como por ejemplo las condiciones establecidas en el apartado 7 relacionadas con las condiciones de empleo de un CONJUNTO (temperatura, humedad, contaminación, altitud, y condiciones especiales de empleo) o los requisitos constructivos y de funcionamiento establecidos en los apartados 8 y 9 respectivamente.

Legrand se complace en informarle que los CONJUNTOS contruidos con la gama de tableros y armarios XL3, y testeados en nuestro taller, satisfacen las exigencias de la Norma IEC-61439.

IEC-61439-2

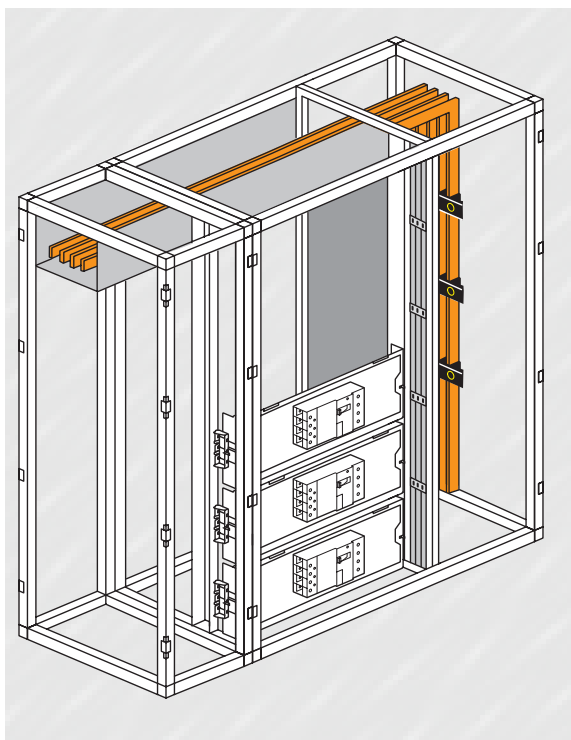
FORMAS DE SEPARACIÓN INTERNA

Las formas de separación de un tablero son tratadas en la IEC-61439-2

Separar internamente los conjuntos de baja tensión, en compartimientos distintos o espacios protegidos cerrados, garantiza una protección adicional al usuario contra un contacto con partes peligrosas que pertenezcan a las unidades funcionales, además de garantizar condiciones de seguridad relativas a la accesibilidad para el mantenimiento, a fin de proteger contra el contacto directo con los equipos.

Las formas de separación se definen conforme al nivel de protección necesaria para el armario de distribución, y éstas deben estar previstas en el proyecto con la finalidad de proteger al usuario, o al acceso al mantenimiento, contra contacto con partes peligrosas.

Con la oferta XL³ - 4000 de Legrand (ver pág. 25) es posible realizar todas las formas de compartimentación previstas en la norma de manera simple y rápida. Además, con la ayuda del software XL-PRO³ se puede obtener una pre-visualización del proyecto y la lista de materiales requeridos para el armado.



Protección contra el contacto directo

La protección contra el contacto directo puede obtenerse mediante consideraciones constructivas del Conjunto o por medio de medidas complementarias utilizadas durante la instalación. Las medidas de protección contra el contacto directo son:

- Aislamiento de las partes con tensión

Las partes con tensión deben estar completamente cubiertas por un aislamiento que únicamente pueda ser retirado mediante su destrucción. Este aislamiento deberá estar fabricado con materiales capaces de resistir esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos a los que pudiera ser sometido durante su servicio. Pinturas, barnices o similares no se consideran adecuados por sí solos para efectos de protección contra el contacto directo.

- Barreras o envolventes

Las partes activas aisladas al aire deben estar al interior de envolventes, o detrás de barreras que proporcionen un grado de protección de al menos IP XXB. Las superficies horizontales accesibles cuya altura sea igual o menor de 1,6 m por encima del suelo, deberán proporcionar un grado de protección de al menos IP XXD (ver tabla pág. 38).

La distancia entre los elementos mecánicos previstos para la protección y las partes con tensión a las que protegen no deben ser inferiores a los valores especificados para las distancias de aislamiento en aire y superficial.

Las barreras y envolventes deben estar fijadas de forma segura y tener la suficiente robustez y durabilidad para mantener los grados de protección requeridos y la separación de partes activas durante las condiciones de empleo normales, teniendo en cuenta su naturaleza, dimensiones y disposición. La distancia entre una barrera o envoltorio conductora y las partes activas que protegen no deben ser menores que las distancias de aislamiento y líneas de fuga especificadas por la Norma.

- Protección mediante obstáculos

Esta medida se aplica a Conjuntos de tipo abierto.

EL PROPÓSITO DE LAS FORMAS DE SEPARACIÓN

La norma IEC 61439-2 define las separaciones internas de montaje en 4 formas diferentes, siendo cada una dividida en dos grupos "a" y "b" (2a, 2b, 3a, 3b, 4a y 4b) además de la forma 1.

Esta separación interna se obtiene en armarios de distribución XL³-4000 a través del uso de barreras o placas metálicas o aislantes.

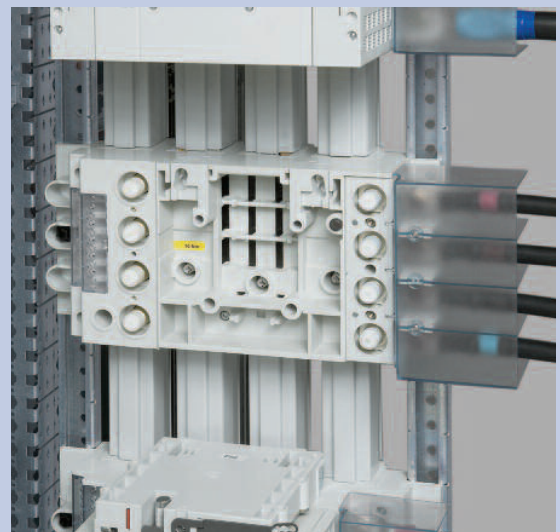
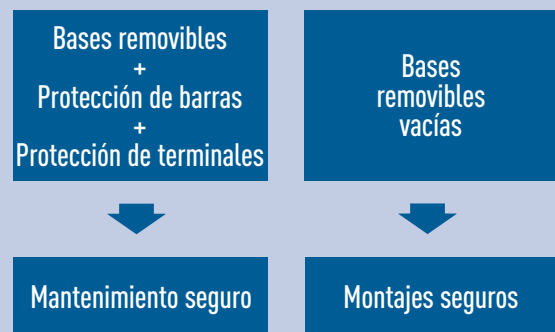
Se usa para dividir el armario en espacios de protección cerrados para alcanzar cuatro objetivos:

- Proteger contra el contacto directo con partes peligrosas de las unidades funcionales vecinas (el grado de protección debe ser por lo menos igual a IP xxB).
- Proteger contra la entrada de cuerpos sólidos. El grado de protección debe ser por lo menos igual a IP 2x.
- Limitar la propagación de los arcos eléctricos.
- Facilitar las operaciones de mantenimiento del armario. El objetivo principal es garantizar la disponibilidad de alimentación en caso de una falla o en caso que el trabajo se estuviese realizando en el armario.

■ Los armarios de distribución XL³-4000 y sus accesorios se pueden usar para crear todos los tipos de formas que describe la norma.

REPARTICIÓN OPTIMIZADA LEGRAND, UNA ALTERNATIVA PARA LAS FORMAS

El sistema de repartición Legrand es particularmente adecuado para la posibilidad de realizar mantenimiento o actualización en el armario, sin desenergizarlo cuando se esté ejecutando algún montaje



EL PROPÓSITO DE LAS FORMAS DE SEPARACIÓN

continuación

ESTÁNDARES DE LAS FORMAS DE SEPARACIÓN

Los estándares en las formas se refieren a las unidades funcionales (UF).

Una unidad funcional es una parte de un montaje que comprende todos los elementos mecánicos y eléctricos usados para realizar una única función. En el caso de armarios de distribución, las unidades funcionales están casi exclusivamente compuestas por dispositivos de protección, sus auxiliares y sus componentes de fijación.

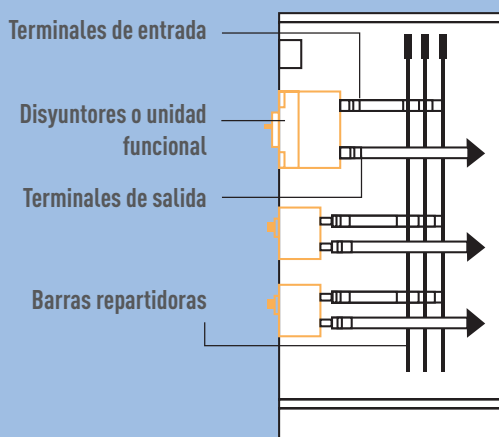
Con el propósito de simplificar, una forma en el sistema XL³ se construye generalmente a partir de la forma inferior a ella.

Por ejemplo, la forma 3b se construye de la forma 2b, agregando nuevos componentes, en este caso las divisorias de separación horizontal.

Las formas están sujetas a la aceptación entre el fabricante del armario y el usuario.

La tabla 104 de la norma IEC-61439-2 establece la clasificación de separaciones físicas dentro de un conjunto armado definidas por barreras o particiones internas.

Vocabulario utilizado

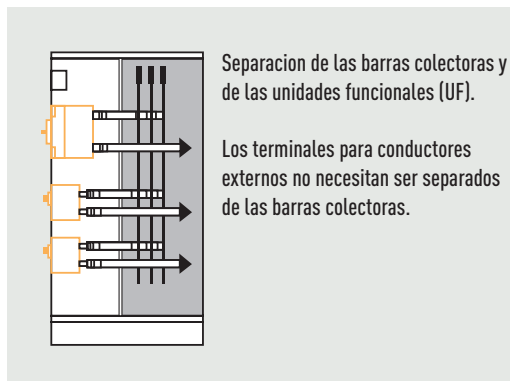


Formas de separación interna

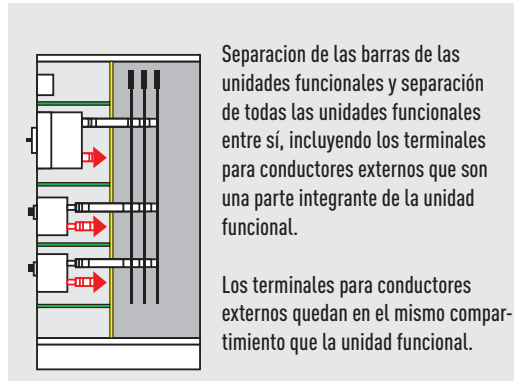
Criterio Principal	Criterio Secundario	Forma
Ninguna separación	—	1
Separación de barras repartidoras de las unidades funcionales	Terminales para conductores externos no separados de las barras repartidoras	2a
	Terminales para conductores externos, separados de las barras repartidoras	2b
Separación de barras repartidoras de las unidades funcionales y separación de todas las unidades funcionales entre sí. Separación de los dos terminales para conductores externos de las unidades funcionales pero no entre ellas	Terminales para conductores externos no separados de las barras repartidoras	3a
	Terminales para conductores externos separados de las barras repartidoras	3b
Separación de barras repartidoras de las unidades funcionales y separación de todas las unidades funcionales entre sí, inclusive los terminales para conductores externos que son partes integrantes de la unidad funcional	Terminales para conductores externos en el mismo compartimiento, tal como la unidad funcional asociada	4a
	Terminales para conductores externos no en el mismo compartimiento que la unidad funcional asociada, sino en espacios protegidos o en compartimientos individuales, separados y cerrados	4b

CLASIFICACIÓN DE LAS FORMAS

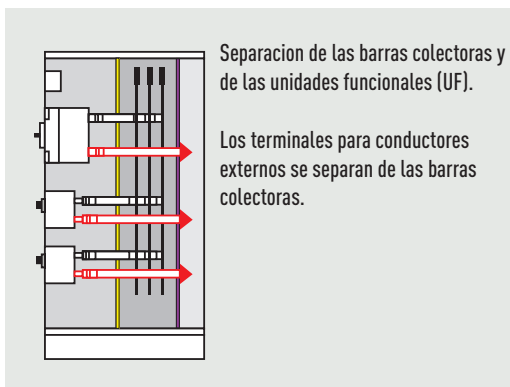
Forma 2A



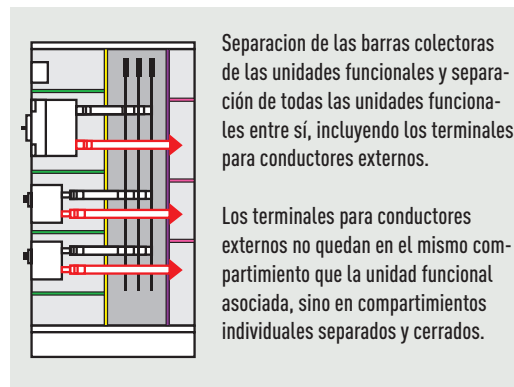
Forma 4A



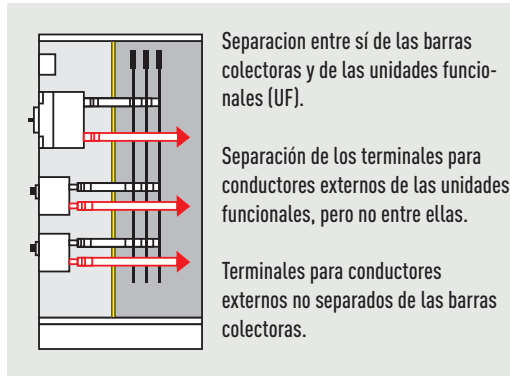
Forma 2B



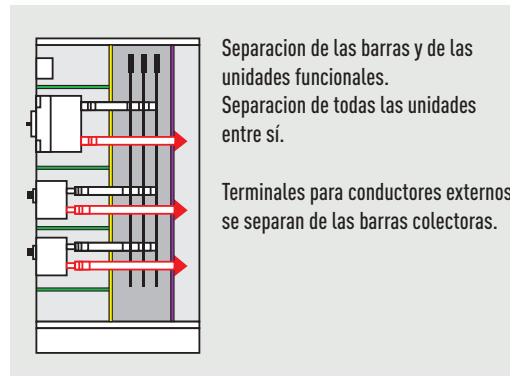
Forma 4B



Forma 3A



Forma 3B



Ejemplo: Tablero Forma 4b en proceso de montaje

XL³ LA GAMA QUE SE ADAPTA A LAS EXIGENCIAS

Legrand dispone de una oferta que responde a cada exigencia de la Norma IEC-61439.

Gracias a la gama XL³ entregamos una respuesta a medida según sus necesidades para la distribución de potencia proponiendo un rango de gama desde 160A a 6300A.

Cada modelo de envolvente ofrece una amplia variación de versiones y equipos.

NUESTROS PRODUCTOS

XL³-160 - Para instalaciones hasta 160A



XL³-160

Tableros metálicos IP30, capacidad para 24 módulos por fila con un máximo de 6 filas.

- Sobrepuestos o empotrados. Equipados con rieles y plastrones. Se les puede instalar puerta metálica o de vidrio.
- Los tableros sobrepuestos tienen una placa de entrada de cables prepicada para extracción, partes laterales removibles, y el techo y la base removibles y divisibles para facilitar el cableado.
- La versión empotrable viene equipada con una caja metálica para empotrar, un chasis extraíble con los rieles montados, bornes para conductores de protección, cuadro de empotrar y plastrones aislantes.
- Albergan los equipos modulares, los disyuntores de potencia DPX³ 160 y Vistop hasta 125A.

XL³-800 - Para instalaciones hasta 800A



XL³-800

Tableros y armarios metálicos de distribución IP30, capacidad de 24 o 36 módulos por fila.

- Fijación fácil y segura de equipos gracias a las montantes funcionales integradas al fondo del tablero.
- Utilización óptima del espacio de cableado:
Los tableros de ancho 36 módulos pueden integrar compartimientos internos para cables (pasando a un ancho de 24 módulos por fila)
- Posibilidad de juntar 2 envoltentes o envoltentes y compartimiento externo para cables para una capacidad de cableado mayor.
- Terminaciones perfectas e Índice de Protección IP40 a IP43, gracias a las puertas metálicas o de vidrio.
- Todas las versiones pueden ser equipadas de juego de barras laterales o al fondo del armario.

XL³-4000 y 6300 - Para inst. hasta 6300A



XL³-4000 y 6300

Armarios de distribución metálicos configurables IP30 a IP55 (únicamente para XL³ 4000 con puerta y junta de estanqueidad)

- Pueden albergar protecciones hasta 6300A y múltiples soluciones de repartición.
- Numerosas configuraciones capaces de responder a necesidades diversas: armarios disponibles en diferentes medidas según la gama: 2 alturas, 3 anchuras y 3 profundidades para los XL³-4000 y 1 altura, 1 anchura y 3 profundidades para los XL³-6300.
- Fiabilidad gracias a los dispositivos de fijación y montantes.
- Notable robustez gracias a los elementos estructurales especialmente concebidos para un máximo de estabilidad.
- Terminación perfecta: puertas metálicas o de vidrio para la gama XL³ 4000.

LÍMITES DE SOBRETENPERATURA

GESTIÓN TÉRMICA DE LOS TABLEROS LEGRAND

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:

$$P = (PA + PC) \times U \times M \times S \times C \times E$$

1 Total de potencias disipadas por cada uno de los aparatos bajo su corriente nominal (PA)

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 (PC)

- 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 (mm²)	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 (mm²)	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 (mm²)	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
Envoltentes 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 envoltente 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).

FACTOR NOMINAL DE CONTEMPORANEIDAD (RDF)

El factor de simultaneidad (Rated Diversity Factor), es el valor de la intensidad nominal, asignado por el fabricante del tablero al cual pueden estar cargados de forma continua y simultánea los circuitos de salida de un tablero, teniendo en cuenta las influencias térmicas mutuas.

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

Potencias disipadas por los conductores sometidos a sus corrientes de utilización habituales

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
I _{the} (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
I _{le} (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:

I_{le}: corriente de utilización asignada que debe considerarse en armarios de ventilación natural o en cuadros abiertos con índice de protección IP 30.

I_{the}: corriente térmica convencional bajo envoltente correspondiente a las condiciones de instalación más desfavorables, es decir cuando la envoltente no permite una renovación natural del aire o cuando el índice de protección IP es superior a 30.

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 juegos de barras trifásicos:
Potencia disipada = 0,15 W/A para una longitud de 1 m.

LA SOBRECARGA

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 I_z 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.

Regla básica

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 (I_s), no debe sobrepasar la corriente nominal del aparato de protección (I_n) cuyo valor, a su vez, no debe sobrepasar la corriente admisible del conductor (I_z).

En el caso de protección con fusibles, debe aplicarse un coeficiente reductor R al valor de I_z .

Según todo lo anterior, la regla básica para asegurar que el conductor seleccionado se encuentre debidamente protegido a la sobrecarga es:

$$I_s < I_n < I_z \times R$$

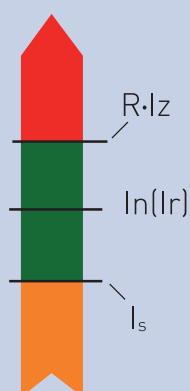
Siendo:

$R = 1$ 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 I_n (I_r) 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 I_z 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 I_z superior al calibre I_n nominal del aparato. Las consecuencias de un ajuste térmico I_r inapropiado o de una evolución de la corriente de servicio I_s no tendrán consecuencias.

EL CORTO-CIRCUITO

Las protecciones y los aparatos de maniobra empleados para operar bajo la carga deben tener una capacidad de ruptura suficiente como para interrumpir la máxima corriente de cortocircuito en el punto de instalación, a la tensión nominal de alimentación.

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.

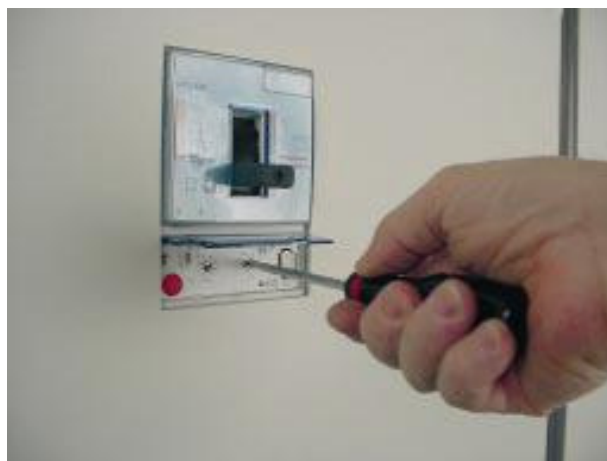
Conforme a estas reglas, es necesario determinar, para cada circuito, la corriente máxima de cortocircuito en su origen, así como la corriente mínima de cortocircuito en su extremo.

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:

$$PdC \geq I_{cc} \text{ max.}$$

La corriente máxima de cortocircuito que se supone debe tenerse en cuenta es:

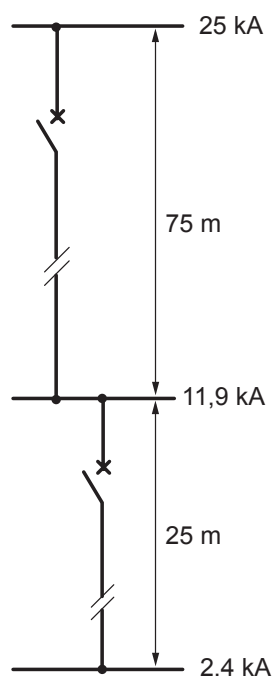
- la corriente de cortocircuito trifásica simétrica I_{cc3} para los circuitos trifásicos (3 fases o 3 fases + neutro)
- la corriente de cortocircuito bifásica I_{cc2} para los circuitos bifásicos (fase / fase)
- la corriente de cortocircuito monofásica I_{cc1} para los circuitos monofásicos (fase/ neutro): Véase el capítulo II.A.5 para la evaluación de los valores de I_{cc} .

2 Metodo 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 I_{cc3} 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.



Datos:

1ª parte:

- I_{cc} origen: 25 kA
- cable de cobre: 120 mm²
- longitud: 75 m (73 m)
- I_{cc} posterior: 11,9 kA

2ª parte:

- I_{cc} origen: 11,9 kA, redondeando a 15 kA
- cable de cobre: 6 mm²
- longitud: 25 m (22 m)
- I_{cc} posterior: 2,4 kA

MÉTODO DE COMPOSICIÓN

TABLAS DE APROXIMACIÓN SIMPLIFICADA

Cobre	Sección de los conductores de fase (mm²)	Longitud de la canalización (en metros)																													
230 V 400	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																	3,4	4,8	6,8	9,7	14	19	27	39	55	77	110	155	219	
	25																	5,4	7,6	10,7	15	21	30	43	61	86	121	171	242	342	
	35																	7,5	10,6	15	21	30	42	60	85	120	170	240	339	479	
	50																	10,2	14	20	29	41	58	81	115	163	230	325	460		
	70																	15	21	30	42	60	85	120	170	240	339				
	95																	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												
	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	65,6	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								
25	→	24,4	24,4	24,2	23,8	23,2	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	6,8	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	4,0	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	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,7								

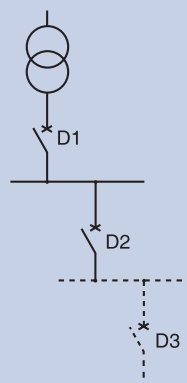
Aluminio	Sección de los conductores de fase [mm]	Longitud de la canalización (en metros)																												
230 v 400	2,5																1,3	1,9	2,7	3,8	5,4	7,6	10,8	15	22					
	4															1,1	1,5	2,2	3,0	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34				
	6															1,6	1,7	2,5	3,5	4,9	7,0	9,9	14	20	28	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		
	185													2,6	3,7	5,2	7,3	10,4	15	21	29	42	59	83	117	166	235	332	470	
	240																													
	300																													
	2 x 120																													
	2 x 150																													
	2 x 185																													
	2 x 240																													
	3 x 120																													
3 x 150																														
3 x 185																														
2 x 300																														
3 x 240																														
4 x 240																														
4 x 300																														

[illegible]

3 Ejemplo de cálculo

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 (U_{cc} : 4%), siendo la potencia de cortocircuito de la red AT de 500 MVA.

$$S_{KQ} = 500 \text{ MVA}$$

Red AT

$$Z_Q = \frac{(m \times U_n)^2}{S_{KQ}} = \frac{(1,05 \times 400)^2}{500000} = 0,353 \text{ m } \Omega$$

$$X_Q = 0,995 \times Z_Q = 0,351 \text{ m}\Omega \text{ y } R_Q = 0,1 \times X_Q = 0,035 \text{ m}\Omega$$

$R_Q = 0,035 \text{ m}\Omega$	$X_Q = 0,351 \text{ m}\Omega$
-------------------------------	-------------------------------

$$S_{Tr} = 630 \text{ kVA}$$

$$U_{cc} = 4\%$$

$$I_n = 866 \text{ A}$$

Transformador AT/BT

• Cálculo de I_{cc3}

$$Z_{Tr} = \frac{(m \times U_n)^2}{S_{Tr}} \times \frac{U_{cc}}{100} = \frac{(1,05 \times 400)^2}{630} \times \frac{4}{100} = 11,2 \text{ m } \Omega$$

$$R_{Tr} = 0,31 \times Z_{Tr} = 3,472 \text{ m}\Omega \text{ y } X_{Tr} = 0,95 \times Z_{Tr} = 10,640 \text{ m}\Omega$$

$R_{Tr} = 3,472 \text{ m}\Omega$	$X_{Tr} = 10,640 \text{ m}\Omega$	$\Sigma R = 3,507 \text{ m}\Omega$	$\Sigma X = 10,991 \text{ m}\Omega$
----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

$$\Rightarrow I_{cc3} = \frac{1,05 \times 1,05 \times 231}{\sqrt{3,507^2 + 10,991^2}} = 22,07 \text{ kA}$$

$$I_{cc3} = 22,07 \text{ kA}$$

Cobre/PR

$$S_{Ph} = 2 \times 185 \text{ mm}^2$$

$$S_N = 2 \times 185 \text{ mm}^2$$

$$S_{PE} = 1 \times 95 \text{ mm}^2$$

$$I_S = 866 \text{ A}$$

$$I_Z = 1054 \text{ A}$$

$$L = 5 \text{ m}$$

Cable de llegada

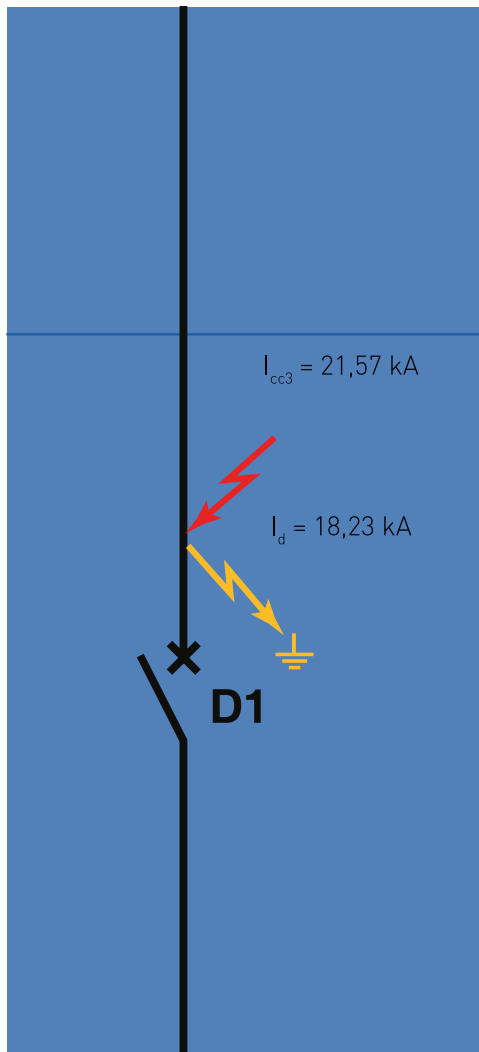
• Cálculo de I_{cc3}

$$R_c = \rho_0 \times 10^{-3} \times \frac{L}{n_{ph} \times S_{Ph}} = 0,01851 \times 10^{-3} \times \frac{5}{2 \times 185} = 0,250 \text{ m } \Omega$$

$$X_c = \lambda \times \frac{L}{n_{ph}} \times \frac{5}{2} = 0,08 \times \frac{5}{2} = 0,200 \text{ m } \Omega$$

$R_c = 0,250 \text{ m}\Omega$	$X_c = 0,200 \text{ m}\Omega$	$\Sigma R = 3,757 \text{ m}\Omega$	$\Sigma X = 11,191 \text{ m}\Omega$
-------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

$$I_{cc3} = \frac{1,05 \times 1,05 \times 231}{\sqrt{3,757^2 + 11,191^2}} = 21,57 \text{ kA}$$



- Cálculo de I_d

$$R_c = \rho_l \times 10^{-3} \times L \left(\frac{1}{n_f \times S_f} + \frac{1}{n_{PE} \times S_{PE}} \right) = 0,02314 \times 10^{-3} \times 5 \left(\frac{1}{2 \times 185} + \frac{1}{95} \right) = 1,53 \text{ m}\Omega$$

$$X_c = \lambda \times L \left(\frac{1}{n_f} + \frac{1}{n_{PE}} \right) = 0,08 \times 5 \left(\frac{1}{2} + 1 \right) = 0,600 \text{ m}\Omega$$

$R_c = 1,531 \text{ m}\Omega$	$X_c = 0,600 \text{ m}\Omega$	$\Sigma R = 5,038 \text{ m}\Omega$	$\Sigma X = 11,591 \text{ m}\Omega$
-------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

$$I_d = \frac{0,95 \times 1,05 \times 231}{\sqrt{5,038^2 + 11,191^2}} = 18,23 \text{ kA}$$

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

$PdC \geq I_{cc3} \Rightarrow PdC \geq 21,57 \text{ kA}$. El poder de corte del DPX 1600 es de 50 kA.

- Número de polos

3P

- Regulación del térmico (I_r)

$I_B \leq I_r < I_z \Rightarrow 866 \leq I_r < 1054 \text{ A}$.

La regulación por lo tanto deberá estar entre $\frac{866}{1600} = 0,54$ y $\frac{1054}{1600} = 0,64$

Tomaremos I_r 0,6 x I_n es decir $I_r = 960 \text{ A}$

- Regulación del magnético (I_m)

$$I_m \leq \frac{I_d}{1,2}$$

I_d : la falla más pequeña en el extremo de la línea (nivel del juego de barras)

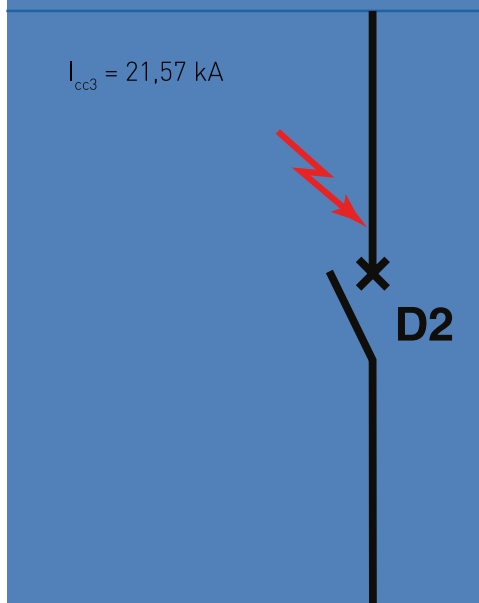
1,2: considerando una tolerancia del 20% sobre la curva de activación

$$I_m \leq \frac{18230}{1,2} \Rightarrow I_m \leq 15191 \text{ A}$$

La regulación máxima posible es: $I_m = 10 \times I_r = 9600 \text{ A}$.

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

$PdC \geq I_{cc3} \Rightarrow PdC \geq 21,57 \text{ kA}$. El poder de corte del DPX 250 es de 36 kA.

- Número de polos

- Regulación del térmico (I_r)

$I_B \leq I_r < I_z \Rightarrow 250 \leq I_r < 269 \text{ A}$. La regulación máxima es: $I_r = 1 \times I_n = 250 \text{ A}$.

- Regulación del magnético (I_m)

$$I_m \leq \frac{I_d}{1,2} \Rightarrow I_m \leq \frac{4390}{1,2} \Rightarrow I_m \leq 3658 \text{ A}$$

La regulación es: $I_m = 10 \times I_n = 2500 \text{ A}$.

Cobre/PR

$$S_{Ph} = 2 \times 70 \text{ mm}^2$$

$$S_N = 2 \times 35 \text{ mm}^2$$

$$S_{PE} = 1 \times 35 \text{ mm}^2$$

$$I_B = 250 \text{ A}$$

$$I_Z = 269 \text{ A}$$

$$L = 50 \text{ m}$$

$$\cos \phi = 0,85$$

$$I_{cc3} = 11,18 \text{ kA}$$

$$I_d = 4,39 \text{ kA}$$

X D3

Cable de Llegada

- Cálculo de I_{cc3} (este valor es el que servirá para determinar el PdC del automático D3)

$$R_c = \rho_0 \times 10^{-3} \times \frac{L}{n_f \times S_f} = 0,01851 \times 10^{-3} \times \frac{50}{1 \times 70} = 13,221 \text{ m}\Omega$$

$$X_c = \lambda \times \frac{L}{n_f} = 0,08 \times \frac{50}{1} = 4 \text{ m}\Omega$$

$R_c = 13,221 \text{ m}\Omega$	$X_c = 4 \text{ m}\Omega$	$\Sigma R = 16,979 \text{ m}\Omega$	$\Sigma X = 15,191 \text{ m}\Omega$
--------------------------------	---------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

$$\Rightarrow I_{cc3} = \frac{1,05 \times 1,05 \times 231}{\sqrt{16,979^2 + 15,191^2}} = 11,18 \text{ kA}$$

- Cálculo de I_d

$$R_c = \rho_1 \times 10^{-3} \times L \left(\frac{1}{n_f \times S_f} + \frac{1}{n_{PE} \times S_{PE}} \right) = 0,02314 \times 10^{-3} \times 50 \left(\frac{1}{70} + \frac{1}{35} \right) = 49,586 \text{ m}\Omega$$

$$X_c = \lambda \times L \left(\frac{1}{n_f} + \frac{1}{n_{PE}} \right) = 0,08 \times 50 (1 + 1) = 8 \text{ m}\Omega$$

$R_c = 49,586 \text{ m}\Omega$	$X_c = 8 \text{ m}\Omega$	$\Sigma R = 54,623 \text{ m}\Omega$	$\Sigma X = 19,591 \text{ m}\Omega$
--------------------------------	---------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

$$\Rightarrow I_d = \frac{0,95 \times 1,05 \times 231}{\sqrt{54,623^2 + 19,591^2}} = 4,39 \text{ kA}$$

CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE TABLEROS ELÉCTRICOS

Generalidades

Todo tablero de una instalación eléctrica deberá ser desarrollado de acuerdo a reglas técnicas, de modo de asegurar que, no presente riesgos para sus usuarios, proporcione un buen servicio, permita una fácil y adecuada mantención y tenga la flexibilidad necesaria para permitir ampliaciones.

Para el diseño de un tablero se deben contemplar:

- Especificaciones técnicas
- Diagrama unilineal.

Especificaciones técnicas

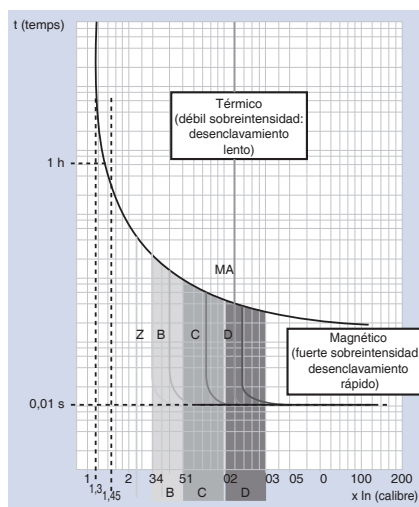
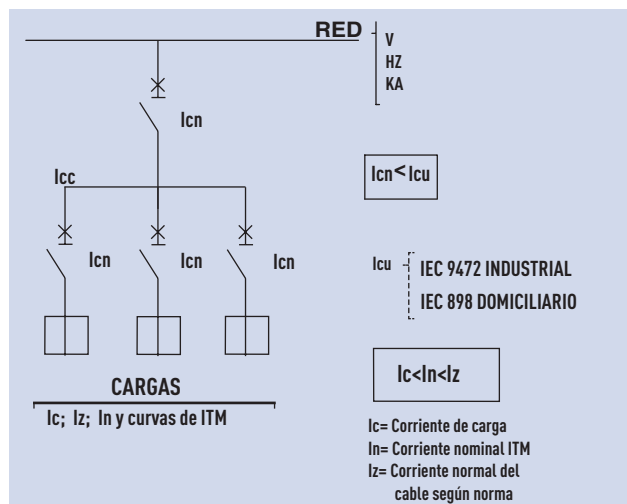
Las especificaciones técnicas contienen las características de funcionamiento, de instalación, dimensionales, constructivas y de materiales, si procede, además de toda otra indicación que haga claramente identificable a los distintos componentes del tablero.

Se debe tener presente, referente al gabinete:

- Tipo de ambiente (IP,NEMA)
- Ubicación física de la entrada/salida de los conductores
- Esquema de distribución de elementos (si corresponde)
- Definición del equipamiento interior (placa llena, cubreequipo, chasis...)
- Dimensionamiento del espacio útil del gabinete y alimentador interior, en el porcentaje que contemple la proyección de crecimiento de la instalación.
- Placa de identificación del tablero

En cuanto a las protecciones, se debe tomar en cuenta:

- Las características de la red
 - Sistema de neutro
 - Tensión y frecuencia
 - Potencia del transformador
 - Corriente de corto-circuito máxima generada por el transformador
 - Potencia de corto-circuito de la red.
- Las características de la carga
 - Corriente de corto-circuito en el punto de falla
 - Corriente nominal absorbida por la carga.
 - Tipo de carga
- Las condiciones de instalación
 - Temperatura de funcionamiento
 - N° de aparatos yuxtapuestos
 - Altura sobre el nivel del mar a la cual están instaladas.



Desclavamiento térmico temp. ambiente = 30° C

Consideraciones ambientales

Una de las finalidades de los tableros, es servir de protección contra los agentes externos a los elementos y equipos contenidos en ellos. Las cajas de interruptores, dispositivos de control, señalización y medida que se pueden encontrar en un tablero, presentan un bajo grado de protección en sus elementos constitutivos.

Necesita ser definida con claridad para establecer el significado preciso en cada uno de los casos en que se pueden presentar en función al medio ambiente y la presencia de agentes extraños que puedan significar un problema al correcto desempeño de las funciones del equipo o conjunto considerado.

Las normas de diversos países establecen los grados de protección que deben presentar los equipos a fin de evitar la penetración de cuerpos sólidos, líquidos y en algunos casos se define también la resistencia mecánica a los golpes o choques. La normalización nacional para la fabricación de los envoltorios (tableros) no ha llegado a establecer disposiciones que acrediten el cumplimiento de los IP. Las prescripciones de la I.E.C. (internacionales) y la Norma NEMA (EE.UU) son las que se aplican y certifican en los equipos eléctricos que llegan de importación a nuestro país.

Prescripciones I.E.C.

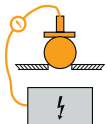
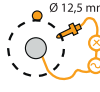
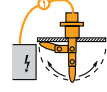
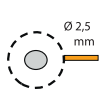
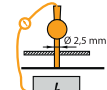
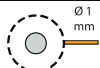
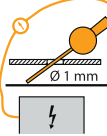
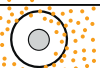
Las recomendaciones de la I.E.C. (Comisión Electrotécnica Internacional), que se encuentran contenidas en las Publicaciones IEC 144 e IEC 529, han sido adoptadas, por los siguientes países: Austria, Bélgica, España, Francia, Inglaterra, India, Alemania, Suecia. En ellas, la identificación del grado de protección se hace mediante la sigla IP seguida de un número de dos cifras; las recomendaciones al ser adoptadas por los países asumen el grado de prescripciones y contemplan además en su articulado las pruebas que en cada caso debe cumplir un equipo para asignar un determinado grado IP.

En la siguiente tabla (pág. 38) se indica el significado de las cifras IP y una breve descripción de la prueba correspondiente prescrita por las normas.

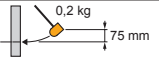
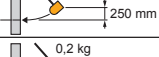
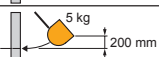
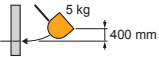
En algunos países de la comunidad europea se siguen las disposiciones de la Publicación CEE 24, que reemplaza el uso del índice IP por símbolos, aunque las condiciones y exigencias impuestas a los equipos son equivalentes a las establecidas por la IEC (se debe recordar, que en la práctica, la CEE es una subcomisión regional de la IEC).

INDICES DE PROTECCIÓN (IPXX)

Grados de protección de los materiales eléctricos según las normas EIC 529 DIN 400 50 BS 5490 Y NF C 20-10

1ª cifra: protección contra penetración de cuerpos sólidos el acceso a partes peligrosas			Letra adicional: protección contra el acceso a partes peligrosas (calibre-objeto CEI 61032)			2ª cifra: protección contra cuerpos líquidos		
IP	Tests	El calibre objeto no penetra en la carcasa	IP	Tests	La sonda de accesibilidad se queda a suficiente distancia de las partes activas	IP	Tests	
0		Sin protección	A		Protegido contra el acceso a partes peligrosas con el calibre-objeto esfera de 50 mm	0		Sin protección
1		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 50 mm (por ej., contactos involuntarios de la mano)				1		Protegido contra caída vertical de gotas de agua (condensación)
2		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 12,5 mm (por ej., dedos de la mano)	B		Protegido contra el acceso a partes peligrosas con el dedo de prueba articulado 12 mm	2		Protegido contra caída de gotas de agua en ángulo de hasta 15° con la vertical
3		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 2,5 mm (por ej., herramientas, tornillos)	C		Protegido contra el acceso a partes peligrosas con la varilla de ensayo de 2,5 mm	3		Protegido contra el agua de lluvia en ángulo de hasta 60° con la vertical
4		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 1 mm (por ej., herramientas finas y cables pequeños)	D		Protegido contra el acceso a partes peligrosas con la varilla de ensayo de 1 mm	4		Protegido contra proyecciones de agua en todas direcciones
5		Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)				5		Protegido contra chorros de agua de manguera en todas direcciones
6		Totalmente protegido contra el polvo				6		Totalmente protegido contra proyecciones de agua similares a golpes de mar
						7		Protegido contra los efectos de la inmersión
						8		Protegido contra los efectos de la inmersión prolongada en condiciones específicas

INDICE IK

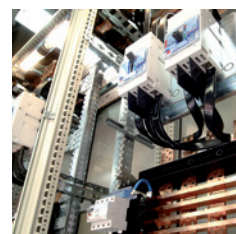
Grados de protección IK contra impactos mecánicos según la norma EN 50102		
Grado IK	Ensayos	Energía en Joules
IK 00		0
IK 01		0,15
IK 02		0,2
IK 03		0,35
IK 04		0,5
IK 05		0,7
IK 06		1
IK 07		2
IK 08		5
IK 09		10
IK 10		20



Asistencia técnica y respaldo en todo Chile



- Servicios de Cubicación, Disposición y Armado de Tableros
- Servicio de estudio y diseño de bancos de condensadores en baja y media tensión
- Celdas de media tensión. Configuraciones a su medida
- Implementación de tableros de faena.
- Servicios de Asistencia Técnica en Terreno y Telefónica
- Servicio pre y post - venta Atención y soporte de nuestros productos.



departamento
Legrand Service

(056-2) 2550 52 17
lunes a viernes de 8:30h a 18h.

www.legrand.cl



Casa Matriz
Avda. Vicuña Mackenna 1292
Santiago - Chile
☎ : + 56 (2) 2550.52.00
Fax: + 56 (2) 2550.53.09

www.legrand.cl