

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

Ing. John Flores Tapia
Docente Dpto. Electrotecnia



Al finalizar el curso, el participante estará en condiciones de:

- Reconocer símbolos e interpretar esquemas eléctricos de instalaciones eléctricas industriales
- Calcular y seleccionar alimentadores, bandejas, tableros y dispositivos de mando y protección de instalaciones eléctricas industriales
- Seleccionar y coordinar la protección de una instalación eléctrica industrial
- Realizar instalaciones de alumbrado y fuerza de plantas industriales

Contenidos

1. Instalaciones Eléctricas

Generalidades

Clasificación

Descripción

2. Instalaciones Eléctricas de Interiores

Símbolos

Esquemas

3. Componentes de una instalación eléctrica

Canalizaciones

Conductores

Tuberías

Parámetros normalizados

Contenidos

4. Cálculo y selección de los componentes de una instalación eléctrica

Alimentadores por capacidad de corriente

Alimentadores por caída de voltaje

Seccionadores de tableros de distribución

Fusibles de tableros de distribución

5. Dispositivos de protección y maniobra

Protección contra sobrecargas

Protección contra corto circuitos

Selectividad y coordinación de la protección

6. Tableros de control de motores

7. Arrancadores eléctricos de motores

Sistema de Evaluación

K1

Examen.....40%

Prom. Lab/Taller.....60%

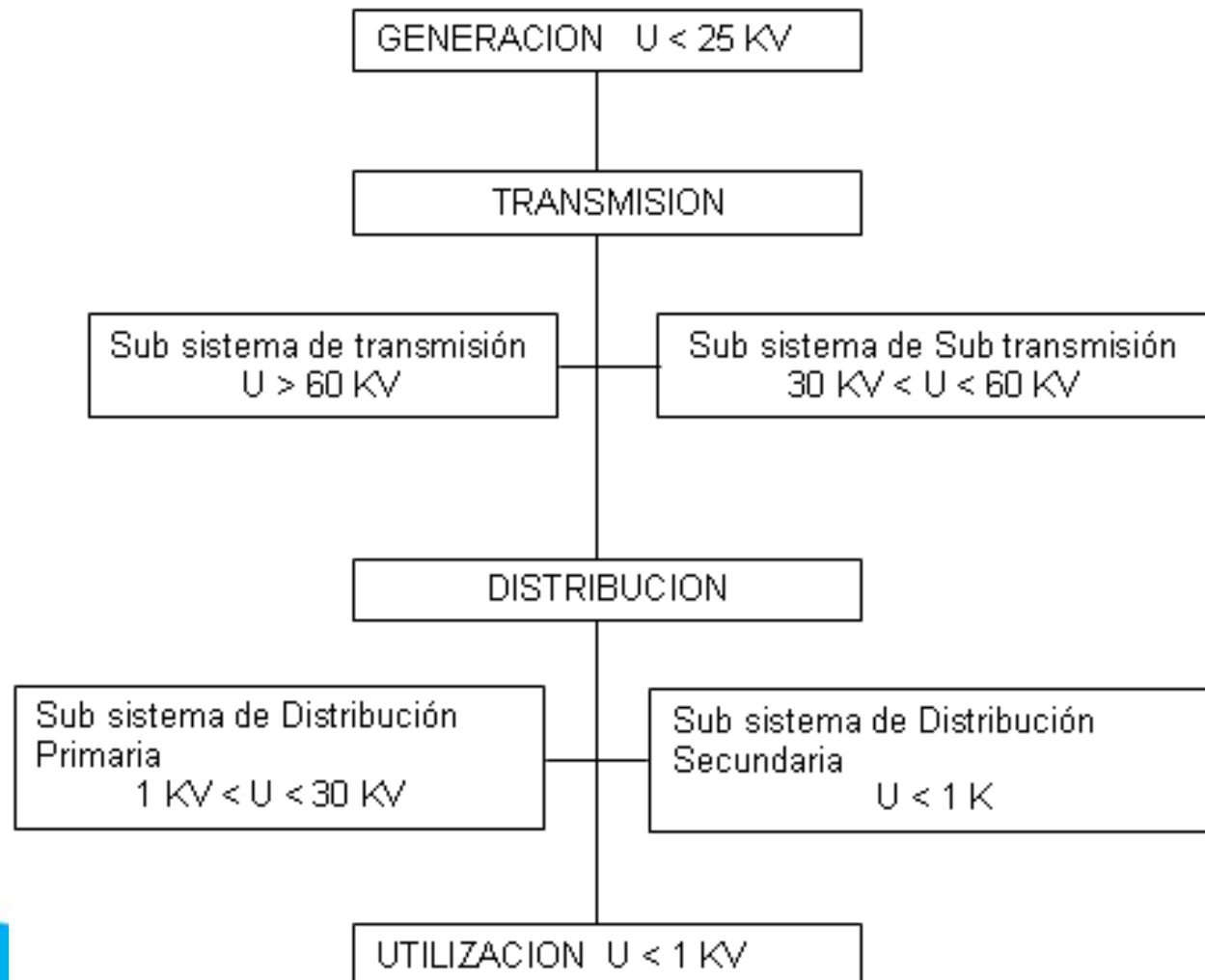
SISTEMAS ELÉCTRICOS

Es el conjunto de los elementos de producción, transporte y distribución, que unen los centros de producción con los puntos de consumo.

El sistema eléctrico se divide en los siguientes sistemas:

- a) Generación
- b) Transmisión
- c) Distribución
- d) Utilización

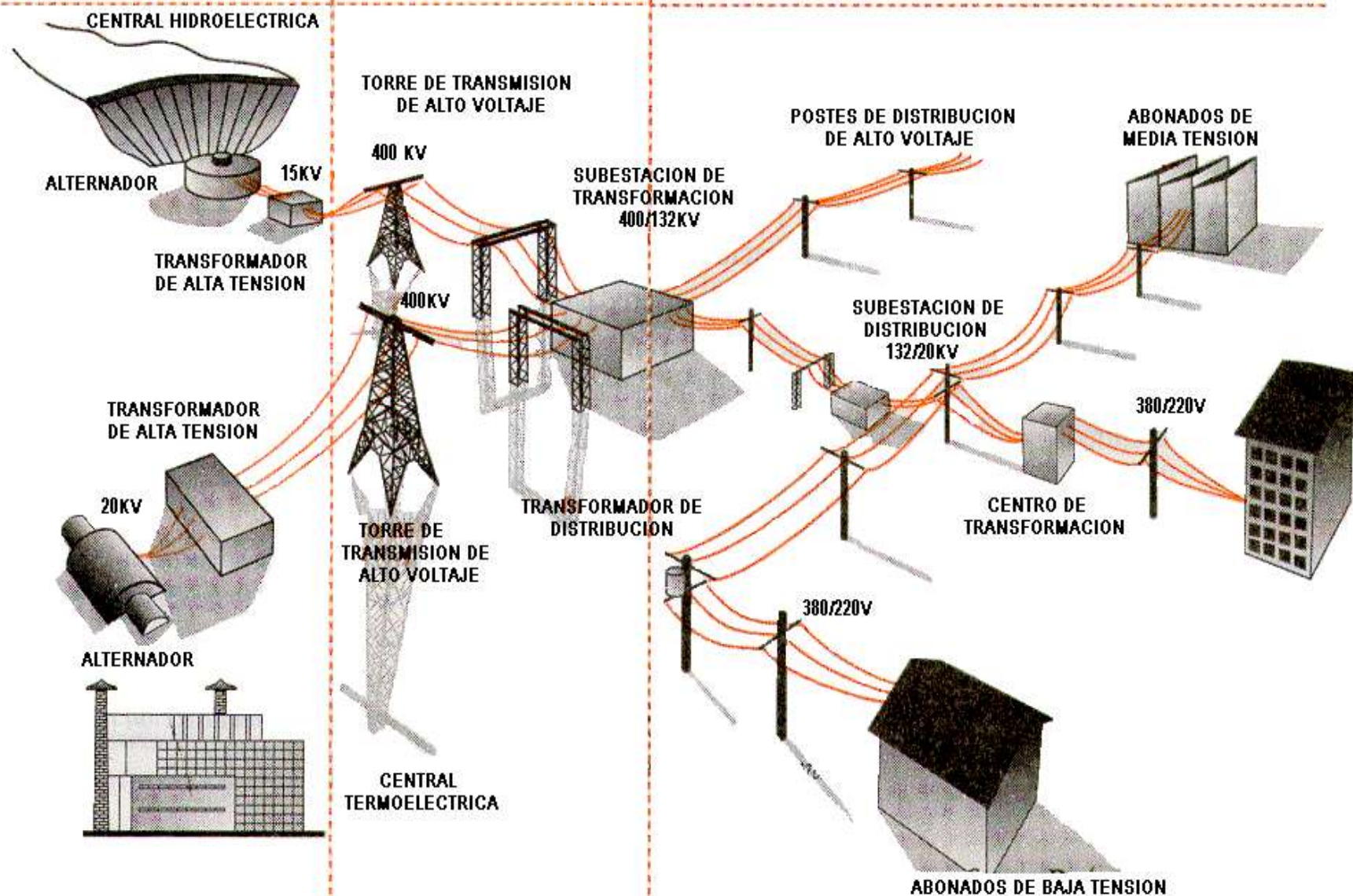
SISTEMAS ELÉCTRICOS



CENTRALES DE GENERACION

LINEAS DE TRANSMISION

REDES DE DISTRIBUCION



SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Instalaciones de entrega de energía eléctrica a los usuarios en niveles de media y baja tensión. Este sistema se subdivide a su vez en dos sub-sistemas:

Sub sistema de distribución primaria

Transporta y distribuye la energía eléctrica desde las subestaciones de subtransmisión hasta las subestaciones de distribución en niveles de media tensión [$1 \text{ kV} < U < 30 \text{ kV}$], siendo los más empleados en nuestro medio 10 KV y 13.2 KV.

b) Sub sistema de distribución secundaria

Transporta y distribuye energía eléctrica en baja tensión a abonados de la empresa concesionaria de electricidad, pequeñas industrias, instalaciones de alumbrado publico y otros usuarios. [$U < 1 \text{ kV}$].

SISTEMA DE UTILIZACION

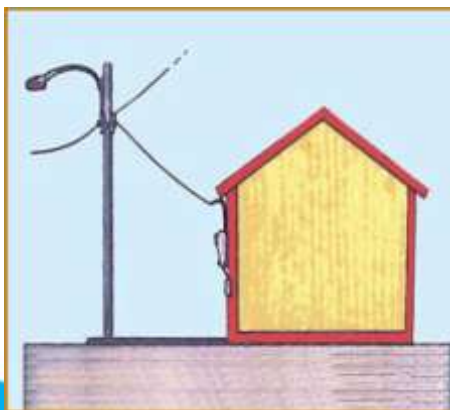
Instalaciones que llevan la energía eléctrica desde el punto de entrega (medidor de energía), al tablero de distribución y los diferentes circuitos derivados que forman parte de las instalaciones interiores.

a) Conexiones

Elementos para la alimentación de los suministros de la energía eléctrica, destinados a los usuarios.

b) Acometida domiciliaria

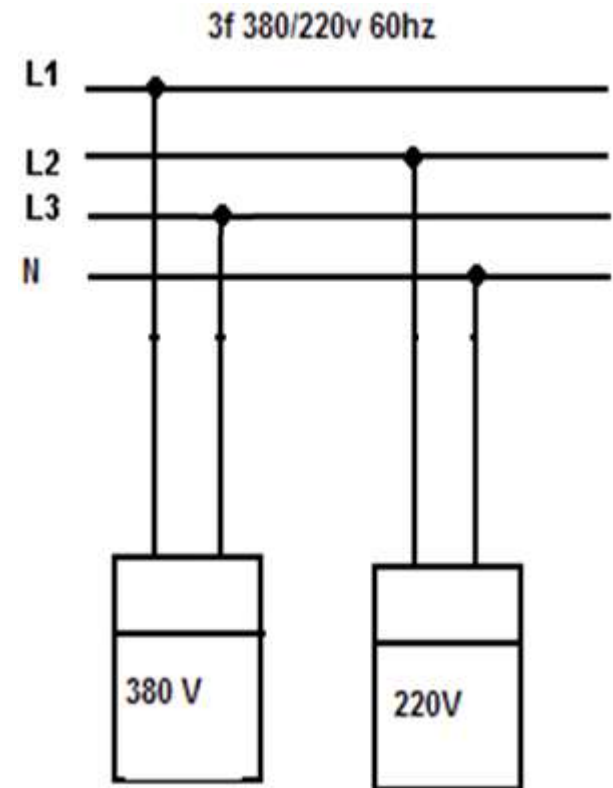
Parte de la instalación de una conexión, comprendida desde la red de distribución secundaria hasta las bornes de entrada de la caja del medidor de energía.



TENSIONES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

Las tensiones que se emplearán serán tales que permitan adoptar los sistemas de corriente alterna trifásica de 60 Hz, con cuatro conductores a la tensión nominal 380/220 V, con neutro a tierra, o con tres conductores a la tensión nominal 220V.

Tensión Nominal V	Tensión Máxima del Sistema V
220 380	230 400



TENSIONES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

Tensiones

Alimentación Desde Redes de Servicio Público de Electricidad

De acuerdo a lo indicado en el Código Nacional de Electricidad Utilización

En las redes de servicio público de baja tensión se podrá continuar utilizando los niveles de tensión existentes y las tensiones recomendadas de 380/220 V, trifásico de 4 hilos, con neutro efectivamente puesto a tierra.

TENSIONES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

Tensiones

020-500 Alimentación Desde Redes de Servicio Público de Electricidad

De acuerdo a lo indicado en el Código Nacional de Electricidad Utilización

La alimentación en baja tensión desde las redes de servicio público de electricidad a instalaciones de carácter público o privado, para cualquier tipo de uso, ya sea residencial, comercial, industrial u otros, debe ser trifásico de 380/220 V - 4 hilos, monofásico de 220 V - 2 hilos o trifásico de 220 V- 3 hilos (para los sistemas aislados de 220 V).

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

DEFINICIÓN

Conjunto de elementos y dispositivos, conectados en forma ordenada para cumplir una determinada función eléctrica.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

DEFINICIONES BÁSICAS

Carga Contratada.- Magnitud de la carga solicitada por el abonado a la empresa de servicio publico de electricidad y que figura en el contrato de suministro de energía eléctrica.

Circuito Derivado.- circuito comprendido entre un dispositivo de protección y los puntos de utilización.

Circuito de Fuerza.- circuito deseado para la conexión de maquinas eléctricas.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

DEFINICIONES BÁSICAS

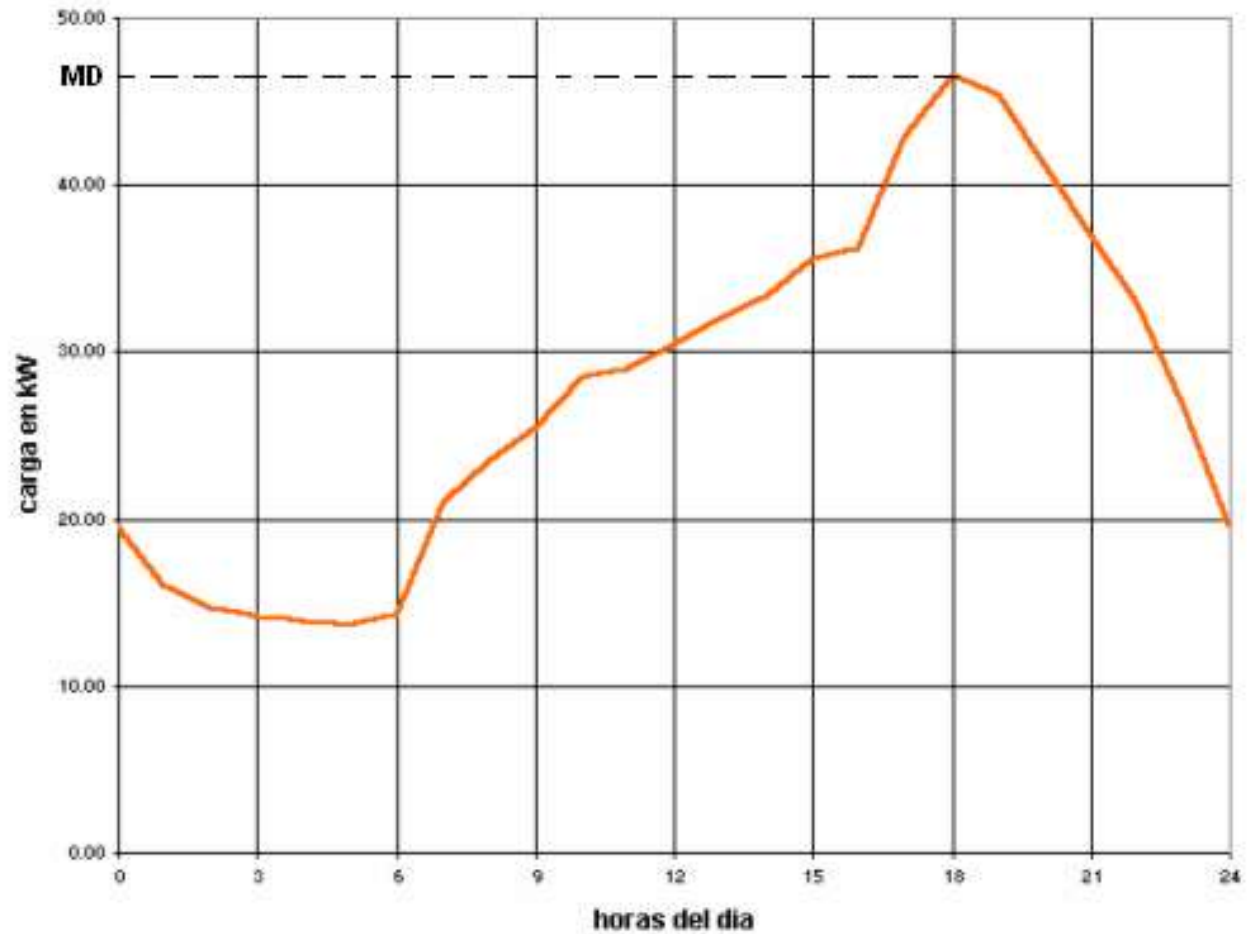
Demanda.- Es la carga promedio que se obtiene durante un intervalo de tiempo especificado.

Este intervalo de tiempo depende del uso que se quiere dar al valor de demanda correspondiente, siendo generalmente igual a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, ó 1 hora.

Demanda Máxima.- Demanda instantánea mayor que se presenta durante un periodo de trabajo establecido, expresado en KW, KVA, etc.

Densidad de Carga.- Denominada también, como carga unitaria, la cual representa la relación entre la potencia instalada y el área de la zona en proyecto. Se expresa en W/m^2 ó KW/m^2 .

INSTALACIONES ELÉCTRICAS



INSTALACIONES ELÉCTRICAS

DEFINICIONES BÁSICAS

Panel de Distribución.- Panel estructura o ensamblaje de paneles, en los cuales se montan los dispositivos de maniobra, control y protección, barras, conexiones e instrumentos de medición. Son generalmente accesibles por la parte frontal y posterior.

Tablero. - Panel o equipo de paneles.

Para construir un solo panel, incluye barras, dispositivos automáticos de sobrecorrientes con o sin interruptores para el control de circuitos de alumbrado y fuerza, diseñado para su colocación en una cabina, adosada o empotrada en la pared o accesible solo por un frente.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

DEFINICIONES BÁSICAS

Puesta a tierra.-

Comprende a toda la ligazón metálica directa sin fusible de protección alguna, de sección suficiente , entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no tenga diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falla o la descarga de origen atmosférico (rayos).

PRIMER CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL

La AEP (Asociación Electrotécnica Peruana) solicita al Ministerio de Fomento y Obras Públicas, la autorización para la formulación del Código de Electricidad Nacional, queda autorizada mediante la Resolución Suprema N° 1004, del 23 de septiembre de 1946

Y mediante R.S. N° 2, del 05 de enero de 1955, se aprueba el Código Eléctrico Nacional

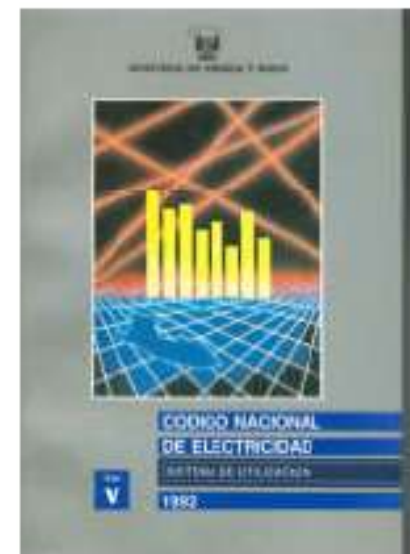
CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD



TOMO I



TOMO IV



TOMO V

NO VIGENTES

1955.....Se aprueba el CODIGO ELECTRICO NACIONAL (Capítulos: Generación y Transmisión)

1978.....Se aprueba el TOMO IV Sistema de Distribución del CODIGO ELECTRICO NACIONAL

1978.....Se aprueba el TOMO I del CODIGO ELECTRICO NACIONAL

1982.....Se aprueba el TOMO V Sistema de Utilización del CODIGO ELECTRICO NACIONAL

VIGENTES

2001.....Se aprueba el CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD – SUMINISTRO 2001, entrando en vigencia el 1 de Julio 2002



2006.....Se aprueba el CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD – UTILIZACION, entrando en vigencia el 1 de Julio 2006





Minería



Hidrocarburos



Electricidad

- Electricidad
- Electrificación Rural
- Asuntos Ambientales Energéticos
- Eficiencia Energética



Gestión Social

■ Dirección General de Electricidad

■ Concesiones Eléctricas

■ Compendio de Normas

- 1. Promoción de la Inversión
- 2. Marco Regulatorio del Ministerio de Energía y Minas
- 3. Marco General Regulatorio del Sub Sector Electricidad
- 4. Normas Técnicas de los Servicios Eléctricos
- 5. Normas de Procedimientos
- 6. Servidumbres, Seguridad y Medio Ambiente
- 7. Normas Técnicas Rurales
- 8. Manuales y Guías (Cumplimiento Facultativo)
- Normas relevantes

- 8. Manuales y Guías (Cumplimiento Facultativo)
- Normas relevantes
- Ultimos Dispositivos Aprobados
- Indice Crónologico

■ Promoción Eléctrica

■ Eficiencia Energética

■ CARELEC

■ Convenios de Interconexión Eléctrica con otros Países

■ Enlaces de Interes

■ Pre- Publicaciones Efectuadas

■ Pre - Publicaciones

12. R.M. N° 000-2001-EM/VME.- Aprueban el Código Nacional de Electricidad Suministro (2001-06-06)
13. Base Metodológica para la aplicación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. Versión adecuada al D.S N° 040-2001-EM. (2001-09-05)
14. R.M. N° 091-2002.- EM/VME Normas DGE : Terminología en Electricidad y Símbolos Gráficos en Electricidad. (2002.03.30)

- Secciones
- Figuras

15. R.M N° 012-2003-EM/DM.- Norma Técnica "Contraste del Sistema de Medición de Energía Eléctrica" (2003-01-18) (Derogado mediante R.M N° 496-2005-MEM/DM)
16. R.M. No. 013-2003-EM/DM.- Que aprueba la Norma Técnica de Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución.(entró en vigencia el 01 de marzo del 2003)
 - Norma Técnica DGE "Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución"
 - nexa N° 2 Guía de Medición
17. R.N° 083-2003-OS/CD.- Modificación a la Base Metodológica para la aplicación de la "NORMA TÉCNICA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS" - NTCSE (versión adecuada a la RM N° 012-2003-EM/DM y RM N° 013-2003-EM/DM) (2003-06-11)
18. R.M N° 442-2004-MEM/DM.- Sustituyen la Norma DGE 011-CE-1 por la Norma DGE "Conexiones Eléctricas en Baja Tensión en Zonas de Concesión de Distribución".(30-10-2004)
19. R.D N° 014-2005-EM/DGE.- Norma Técnica Para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados (03-03-2005)
20. R.M. 127-2005-DM.- Resolución restituye la vigencia de la norma DGE 011-1 de Conexiones para Suministros de Energía Eléctrica hasta 10 KV.(04-04-2005).
21. R.M N° 496-2005-MEM-DM.- Contraste del Sistema de Medición de Energía Eléctrica, aprobada el 03 de diciembre del 2005 y publicada el 14 de diciembre del 2005
22. R.M N° 037-2006-MEM/DM.- Código Nacional de Electricidad - Utilización, publicada el 30 de enero 2006.

Nota: Adquiere Vigencia a partir del 01 de julio del 2006.

23. D.S 069-2006-ME.- Reglamento del Mecanismo de Compensación para Sistemas Aislados
24. Ley N° 28976.-, Ley Marco de Licencia de Funcionamiento ,(02-05-2007)
25. D.S N° 049-2007-EM.-La "Suspensión temporalmente la aplicación de compensaciones y aplicación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos en zonas de concesión afectadas por el sismo del 15 de agosto de 2007", (14-09-2007)
26. D.L N° 20162.- Ley que sustituye la sumilla y el inciso K) del artículo 148 de la Ley N° 28822

COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL

"COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL"

- Las canalizaciones eléctricas.
- Los conductores eléctricos.
- Los dispositivos de protección y maniobra.



CONDUCTORES

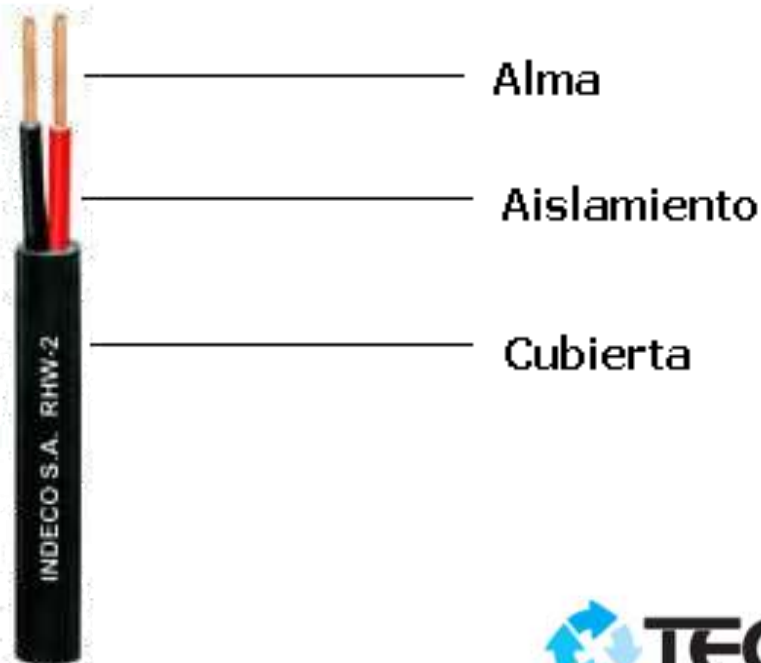
- Elementos destinados a la conducción de la energía, así como a la conducción de señales de control.



Partes que componen los conductores eléctricos

- **El alma o elemento conductor**

Se fabrica en cobre y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centros de distribución:



CLASIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS AISLADOS

SEGÚN SU CONSTITUCIÓN

ALAMBRE

CORDÓN

CABLE

SEGÚN EL NÚMERO DE POLOS

UNIPOLARES

MULTIPOLARES

SEGÚN SU USO

USO GENERAL

CABLES DE ENERGÍA

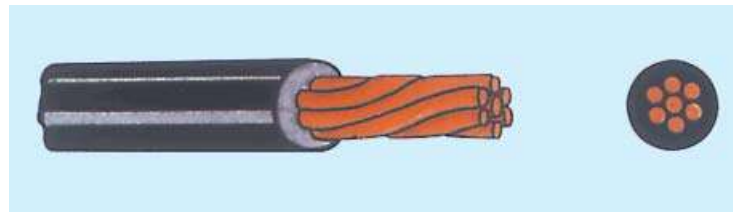
CLASIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS

- Según su constitución

Alambre



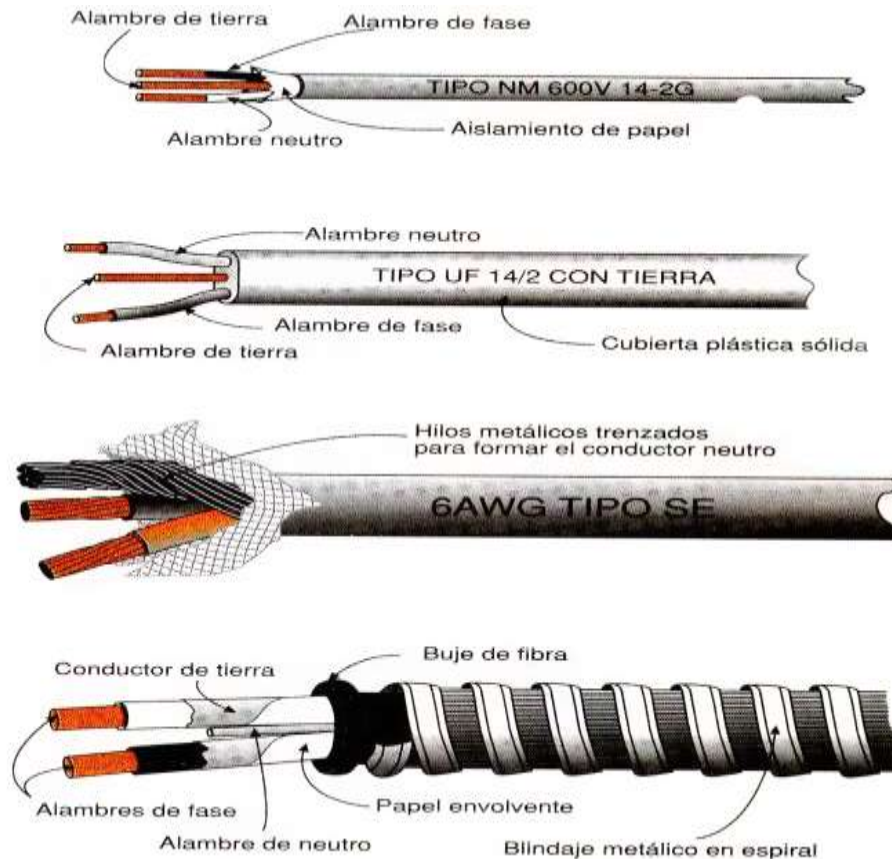
Cordón



- **Por el número de polos:**

Se dividen en unipolares y multipolares.

Los conductores unipolares son aquellos que están constituidos por un solo hilo, cordón o cable, mientras que los multipolares son aquellos que están constituidos por varios hilos, cordones o cables aislados entre sí.



- **Por su aislamiento**

Conductores de uso general

Son aquellos que están constituidos por el conductor, el aislamiento y en algunos tipos por una chaqueta o cubierta.

Principalmente se utilizan para circuitos de alumbrado, tomacorrientes, tableros de distribución, tableros de control, circuitos alimentadores de motores eléctricos, alimentación de cargas móviles, redes aéreas de distribución primaria o secundaria, etc.

Cables de energía

Principalmente se utilizan en redes de distribución aéreas, redes de distribución subterráneas, circuitos alimentadores y circuitos derivados en instalaciones del tipo industrial.



TECSUP



CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

- **Sistema Métrico Decimal**

El calibre de los conductores según la “Internacional Electrotechnical Commission” (IEC) se mide de acuerdo a su área transversal en milímetros cuadrados; así tenemos las siguientes secciones normalizadas:

1,5 mm², 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 240; 300; 400; 500 mm², etc.

Tabla 2.2 Capacidad de corriente en conductores (sistema métrico decimal).

SECCION NOMINAL mm ²	INSTALACION EN TUBO (A)				INSTALACION AL AIRE LIBRE (A)			
	TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION DEL CONDUCTOR							
	60°C TW-MTW	75°C THW	90°C THW-90	105°C THHW	60°C TW-TWT MTW	75°C THW	90°C THW-90	105°C THHW
0,50	4	---	---	---	7	---	---	---
0,75	6	---	---	---	9	---	---	---
1,0	8	---	---	---	11	---	---	---
1,5	10	12	22	10	16	18	27	16
2,5	18	20	27	17	22	25	34	22
4	25	27	34	25	32	37	46	32
6	35	38	42	33	45	52	60	45
10	46	50	60	46	67	78	83	67
16	62	75	---	---	90	105	---	---
25	80	95	---	---	120	140	---	---
35	100	120	---	---	150	175	---	---
50	125	145	---	---	185	220	---	---
70	150	180	---	---	230	270	---	---
95	180	215	---	---	275	330	---	---
120	210	245	---	---	320	380	---	---
150	240	285	---	---	375	445	---	---
185	275	320	---	---	430	515	---	---
240	320	375	---	---	500	595	---	---
300	355	420	---	---	575	690	---	---
400	430	490	---	---	695	825	---	---
500	490	580	---	---	790	950	---	---

CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

- El calibre de los conductores según la “American Wire Gage” (AWG) se designa mediante números que representan aproximadamente los pases sucesivos del proceso de estirado del alambre durante su fabricación. Este sistema tiene las siguientes características:

Capacidad de corriente en conductores (sistema AWG).

Calibre del Conductor AWG -MCM	Sección Transversal mm²	INSTALACION EN TUBO (A)		INSTALACIÓN AL AIRE LIBRE (A)	
		TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR			
		60° C TW	75° C THW	60° C TW - TWT	75° C THW
22	0,324	3		5	
20	0,517	5		8	
18	0,821	7		10	
16	1,310	10		15	
14	2,080	15	15	20	22
12	3,310	20	20	25	28
10	5,260	30	30	40	45
8	8,370	40	45	55	65
6	13,300	55	65	80	90
4	21,150	70	85	105	120
2	33,630	95	115	140	160
1	42,410	110	125	165	195
1/0	53,510	125	150	195	230
2/0	67,440	145	175	225	265
3/0	85,020	165	200	260	310
4/0	107,200	195	230	300	360
250	126,700	215	255	340	400
300	152,000	240	285	375	445
350	177,400	260	310	420	505
400	202,700	280	335	455	545
500	253,400	320	380	515	615
600	304,000	355	420	575	690
750	380,000	400	490	655	780
1000	506,700	490	580	790	950

CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

- La relación entre los diámetros de dos calibres AWG consecutivos de mayor a menor es 1,123
- Ejemplo: 15 AWG = 1,450 mm $\varnothing$
- 14 AWG = 1,450 mm x 1,123 = 1,628 mm $\varnothing$

CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

- La relación a nivel de sección es de 1,26

Ejemplo:

- 17 AWG = 1,038 mm²
- 16 AWG = 1,038 mm² x 1,26 = 1,309 mm²

CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

- **Sistema MCM**

En las tablas de conductores inglesas y americanas se emplea el “mil circular mil” (MCM) como unidad normal para el calibre de los conductores.

Capacidad de corriente en conductores (sistema AWG).

Calibre del Conductor AWG -MCM	Sección Transversal mm²	INSTALACION EN TUBO (A)		INSTALACIÓN AL AIRE LIBRE (A)	
		TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR			
		60° C TW	75° C THW	60° C TW - TWT	75° C THW
22	0,324	3		5	
20	0,517	5		8	
18	0,821	7		10	
16	1,310	10		15	
14	2,080	15	15	20	22
12	3,310	20	20	25	28
10	5,260	30	30	40	45
8	8,370	40	45	55	65
6	13,300	55	65	80	90
4	21,150	70	85	105	120
2	33,630	95	115	140	160
1	42,410	110	125	165	195
1/0	53,510	125	150	195	230
2/0	67,440	145	175	225	265
3/0	85,020	165	200	260	310
4/0	107,200	195	230	300	360
250	126,700	215	255	340	400
300	152,000	240	285	375	445
350	177,400	260	310	420	505
400	202,700	280	335	455	545
500	253,400	320	380	515	615
600	304,000	355	420	575	690
750	380,000	400	490	655	780
1000	506,700	490	580	790	950

CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

- El “circular mil” (CM) es un círculo que tiene un diámetro de 0,001” (una milésima de pulgada); luego se tendrá:
- 1 C.M. = 25,4 x 0,001; (1” = 25,4 mm)
= 0,0254 mm

CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

- El área del C.M. será :

$$\text{Area C.M.} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (0,0254)^2}{4} = 0,005 \text{ mm}^2$$

CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

- Como:

$$\text{Area MCM} = 0,5 \text{ mm}^2$$

- Las medidas normalizadas para los calibres de los conductores en MCM son:

250 MCM, 300 MCM, 350 MCM, 400 MCM, 500 MCM.

CONDUCTORES DE COBRE

TIPOS DE COBRE USADOS PARA LA FABRICACIÓN DE CONDUCTORES



COBRE DE TEMPLE DURO

Conductores desnudos y para líneas aéreas de transporte de energía eléctrica.

- ⊕ Conductividad del 97% respecto al cobre puro.
- ⊕ Resistividad de $0.018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a 20°C .
- ⊕ Capacidad de ruptura a la carga que oscila entre 37 a 45 Kg/mm^2 .



COBRE RECOCIDO O TEMPLE BLANDO

Fabricación de conductores aislados. Sus principales características son:

- ⊕ Conductividad del 100%.
- ⊕ Resistividad de $0.01724 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a 20°C
- ⊕ Capacidad de ruptura media de 25 Kg/mm^2 .

CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS TIPOS DE CONDUCTORES

Alambres y cables tipo TW:

Conductor de cobre electrolítico blando, sólido o cableado concéntrico; con **aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC)**. Pueden operar **hasta 60 °C** y su tensión de servicio, dependiendo de la marca, puede ser de 600 V ó 750 V.

Se utiliza en **instalaciones en el interior** de locales con ambiente seco o húmedo, conexiones de tableros de control, etc.

APLICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ALAMBRES

Nombre de Fábrica	Letras del tipo	Temp. màx. de operaciòn	Uso para el cual està diseñado
Caucho-còdigo	R	60 C (140 F)	Uso general(lugares secos
Caucho resist. Al calor	RH	75 C (167 F)	Uso general(lugares secos
Caucho resist. A la humedad	RW	60 c (140 F)	Uso general y lugares hùmedos
Caucho resist. A la humedad y al calor	RH-RW	60 C (140 f) 75 C (167 f)	Uso gral. En lug. Hùmedos Uso gral. En lugares secos
Caucho de alta resist. Al calor	RU	90 C (194 F)	Lugares secos
Latex	RU	60 C (140 F)	Uso gral. En lugares hùmedos
Latex resist. A la humedad	RUW	60 C (140 F)	Uso gral. Y lugares hùmedos
Latex resist. Al calor	RUH	75 C (167 F)	Uso gral.(lugares secos)
Termoplàstico	T	60 C (140 F)	Uso gral.(lugares secos)
Termoplàstico resist. A la humedad	TW	60 C (140 F)	Uso gral. Lugares secos o hùmedos
Aislamiento mineral (con ferro metàlico)	MI	85 C (185 F)	Uso gral. Y lugares hùmedos si se le acondicionan terminales del tipo "Q"
Termoplàstico con asbesto	TA	90 C (194 F)	Para el alambrado de cajas de interruptores solamente
Tela barnizada	V	85 C (185 F)	Lugares secos solamente. -calibres menores del # 6 con permiso especial solamente
Asbesto y tela barnizada	AVA	110 C (230 F)	Lugares secos solamente.
Asbesto y tela barnizada con ferro de plomo	AVL	110 C (230 F)	Lugares hùmedos
Asbesto y tela barnizada con ferro de algodòn trenzado	AVB	90 C (194 F)	Lugares secos solamente

Alambres y cables tipo THW:

Conductor de cobre electrolítico blando, sólido o cableado concéntrico; con **aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC) especial, resistente al calor, humedad, aceites y agentes químicos**. Pueden operar **hasta 75 C** y su tensión de servicio, dependiendo de la marca, puede ser de 600 V ó 750 V.

El conductor **THW – 90 puede operar hasta 90 C** y se utiliza principalmente dentro de aparatos de alumbrado con lámparas de descarga.

Alambres y cables tipo THHW:

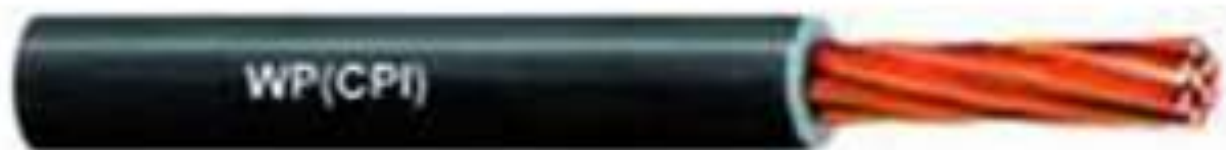
Conductor de cobre electrolítico blando, sólido o cableado concéntrico; con **aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC) especial, resistente al calor y humedad**. Pueden operar hasta **105 C** y su tensión de servicio, dependiendo de la marca, puede ser de 600 V ó 750 V.

Se utilizan principalmente dentro de aparatos de alumbrado con lámparas de descarga, con temperatura ambiente máxima de 70 C.

Alambres y cables Plastotene tipo CPI o Indolene tipo WP:

Conductor de **cobre electrolítico duro**, sólido o cableado concéntrico, con **aislamiento de polietileno negro** apropiada para su **exposición a la luz solar y otras exigencias del medio ambiente**. Pueden operar entre – 15 C a 75 C y su tensión de servicio depende de los aisladores que se usen en su instalación.

Se utilizan en redes de distribución primaria y secundaria, distribución al aire libre en plantas industriales, minas, etc. Es indispensable su uso cuando las redes cruzan zonas arboladas.



Cables Biplasto tipo TWT o Indopreme tipo TM:

Formados por 2 ó 3 conductores de cobre electrolítico blando, sólido o cableado; aislados individualmente con **cloruro de polivinilo (PVC)** y reunidos en paralelo en un mismo plano con una **chaqueta exterior también de PVC**. Pueden operar hasta 60 °C y su tensión de servicio, dependiendo de la marca, puede ser de 600 V ó 750 V.

Se utiliza en **instalaciones interiores**, visibles o empotradas directamente en el interior de muros o paredes; sobre armaduras metálicas y de madera o a través de ellas; empleándose como conductores de circuitos alimentadores o derivados.

Cordones portátiles tipos NLT, NMT y NPT o, biplastoflex tipos SJT, SJTO, ST y STO:

Formados por 2 ó 3 conductores de cobre electrolítico

Se les utiliza principalmente para **conexiones de aparatos electrodomésticos, alimentación de máquinas industriales portátiles de uso liviano y de servicio pesado**, conexiones para equipos eléctricos en minas, etc.

Cables tipo NYY unipolares, dúplex y triplex:

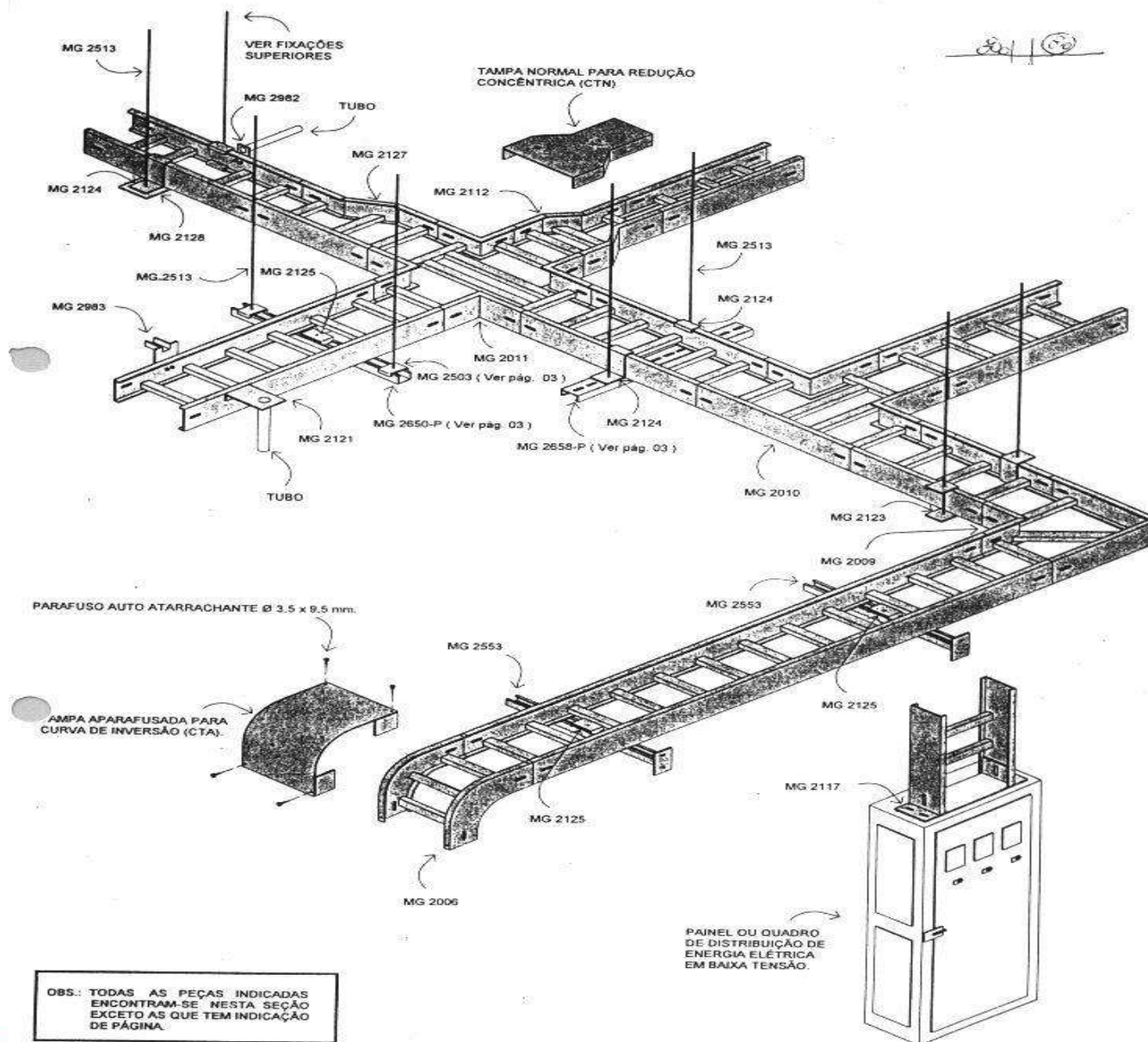
Conductor de **cobre electrolítico blando**, sólidos o cableados concéntricos; **aislados y con cubierta exterior individual con cloruro de polivinilo (PVC)**. Pueden operar hasta 80 °C y su tensión de servicio es hasta 1 000 V.

Se les utiliza en redes de distribución en baja tensión y en circuitos alimentadores en instalaciones del tipo industrial.



CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Se entiende por canalizaciones eléctricas a los medios que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores, de manera que queden protegidos contra el deterioro mecánico y contaminación.



CLASIFICACIÓN

CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

TUBERIAS

CANAleta DE PVC

BANDEJAS O CHAROLAS

CANALETAS METÁLICAS

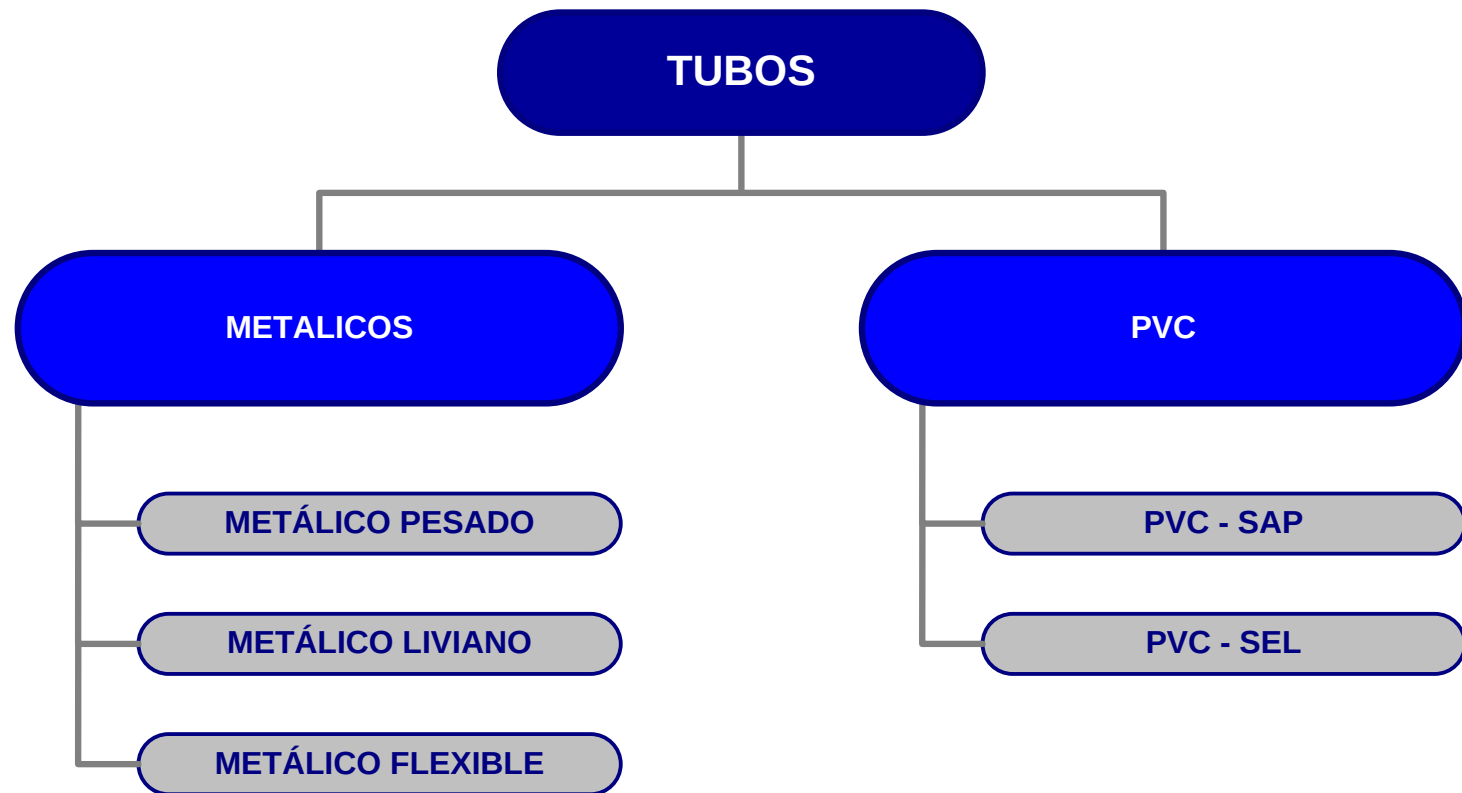
ZANJAS

DUCTOS SUBTERRANEOS

CANALES O TRINCHERAS

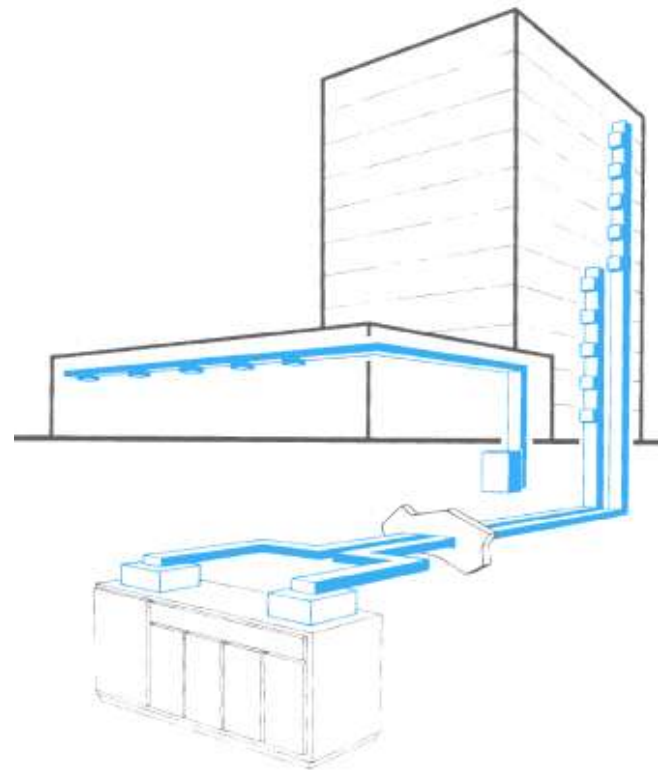
CONDUCTORES ELÉCTRICOS

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA

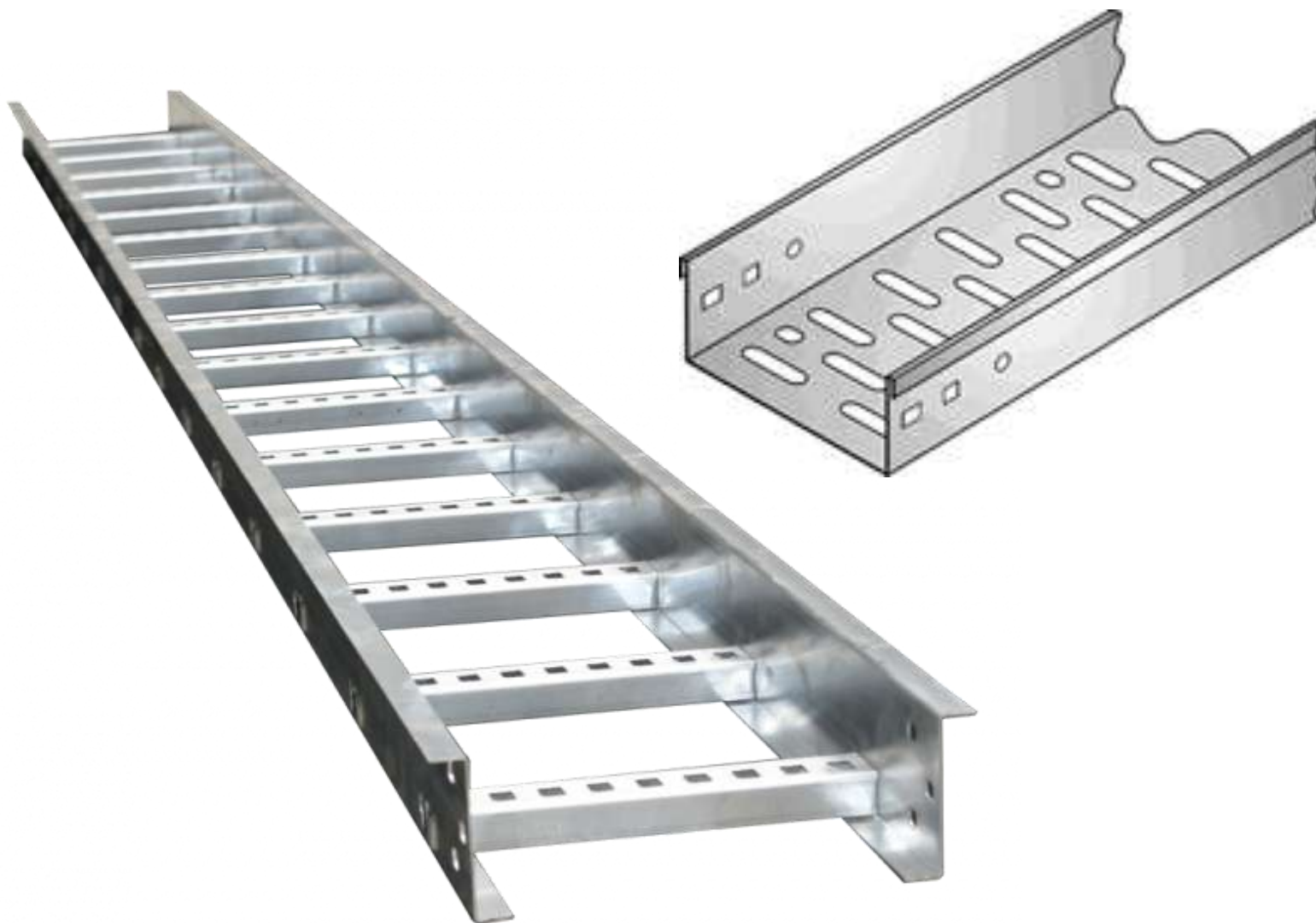


BANDEJAS O CHAROLAS

Es una estructura rígida y continua especialmente construida para soportar cables eléctricos; se utilizan en lugares donde no es posible abrir zanjas dentro de locales o en exteriores donde el espacio no es una limitación.





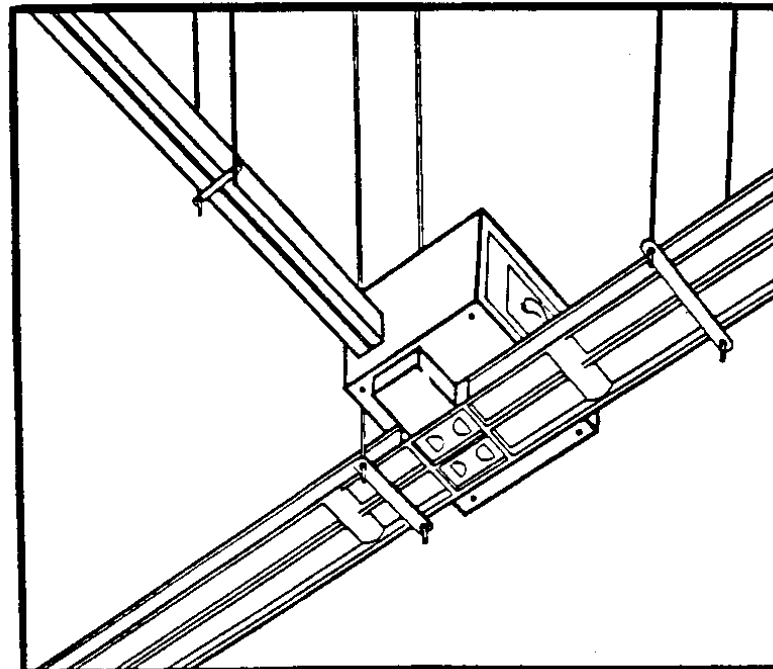




- CANALETAS O DUCTOS AÉREOS

Es una estructura rígida y continua, construida para soportar conductores de uso general y cables de calibre no muy grueso.

Para hacer la instalación de los conductores, se hace un recorrido por la trayectoria de los ductos y luego se les coloca en forma similar a los charolas.



TECSUP





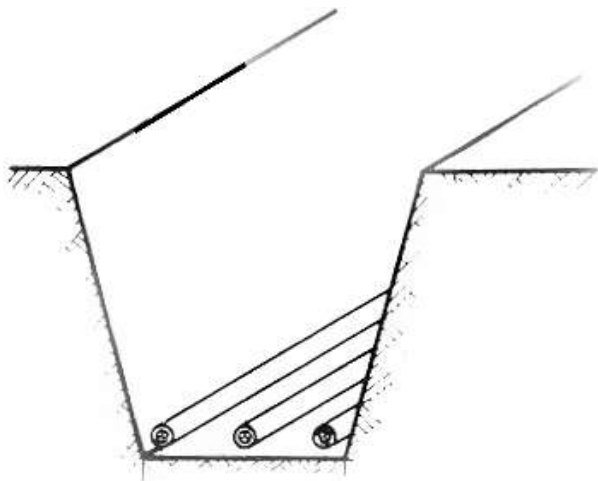


ZANJAS

Es un tipo de canalización en el cual los cables van directamente enterrados; se emplea en lugares donde no se tiene enterrados, se emplea en lugares donde no se tienen construcciones o donde haya la posibilidad de abrir zanjas posteriormente para el cambio de cables, la reparación o aumento de circuitos.

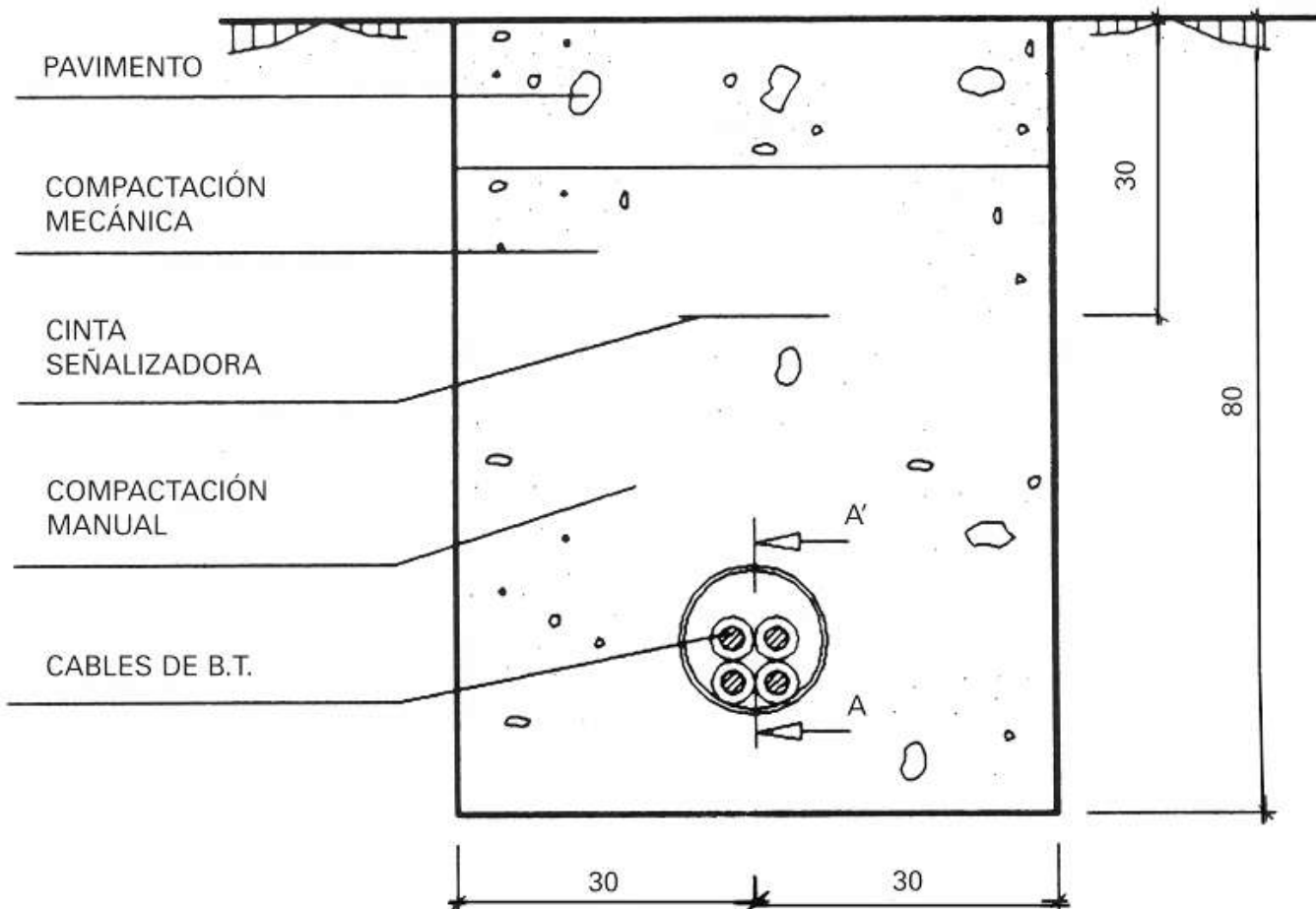
La trayectoria debe ser rectilínea.

La profundidad mínima de la excavación es de 0,70 m y el ancho varía de acuerdo al número de cables a instalar.





Ducto subterráneo



TUBERÍAS

Tubos Metálicos

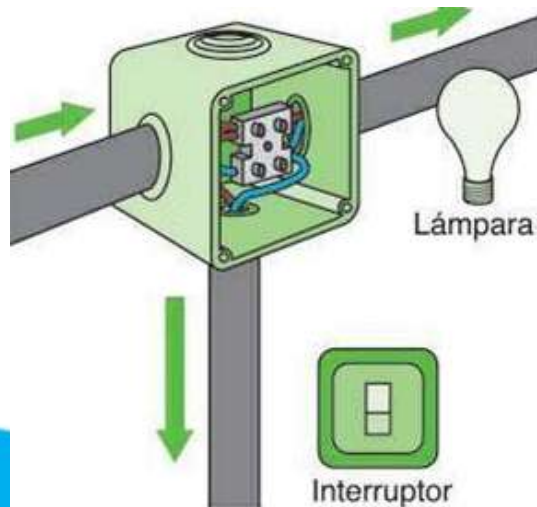
Pueden ser de aluminio, acero o aleaciones especiales.

Los tubos de acero a su vez se fabrican en los tipos pesado y liviano distinguiéndose uno de otro por el espesor de la pared.

- Tubo Metálico Pesado

Se encuentran en el mercado en forma galvanizada o con recubrimiento negro esmaltado, su superficie interior es lisa para evitar daños al aislamiento o a la cubierta de los conductores.

Se fabrican en tramos de 3,05 m y con diámetros que van de 13 mm (½ ") a 152,4 mm (6"). Vienen roscados en ambos extremos y para unir uno con otro se utilizan acoples.



- **Tubo Metálico Liviano**

El diámetro máximo recomendable para estos tubos es de 51 mm (2") y debido a que son de pared delgada en estos tubos no se puede hacer roscado, de modo que los tramos se pueden unir por medio de accesorios de unión especial. No deben ser instalados en lugares expuestos a daños mecánicos, en lugares húmedos o mojados, ni en lugares clasificados como peligrosos.

- **Tubo Metálico Flexible**

Se fabrica con cinta metálica engargolada (en forma helicoidal) sin recubrimiento para ser usado en lugares secos, o con recubrimiento de PVC para ser usado en lugares húmedos.

Se usa principalmente como último tramo para la conexión de motores eléctricos.

Al usar tubo flexible, el acoplamiento a caja, ductos y gabinetes se debe hacer utilizando accesorios apropiados para tal objeto.

TUBOS CONDUIT

El tubo conduit es usado para contener y proteger los conductores eléctricos usados en las instalaciones. Estos tubos pueden ser de aluminio, acero o aleaciones especiales. Los tubos de acero a su vez se fabrican en los tipos pesado, semipesado y ligero, distinguiéndose uno de otro por el espesor de la pared.

TUBO CONDUIT DE ACERO PESADO

Estos tubos conduit se encuentran en el mercado ya sea en forma galvanizada o bien con recubrimiento negro esmaltado

TUBO CONDUIT METÁLICO DE PARED DELGADA (THIN WALL)

A este tubo se le conoce también como tubo metálico rígido ligero. Su uso es permitido en instalaciones ocultas o visibles, ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería en lugares de ambiente seco no expuestos a humedad o ambiente corrosivo.

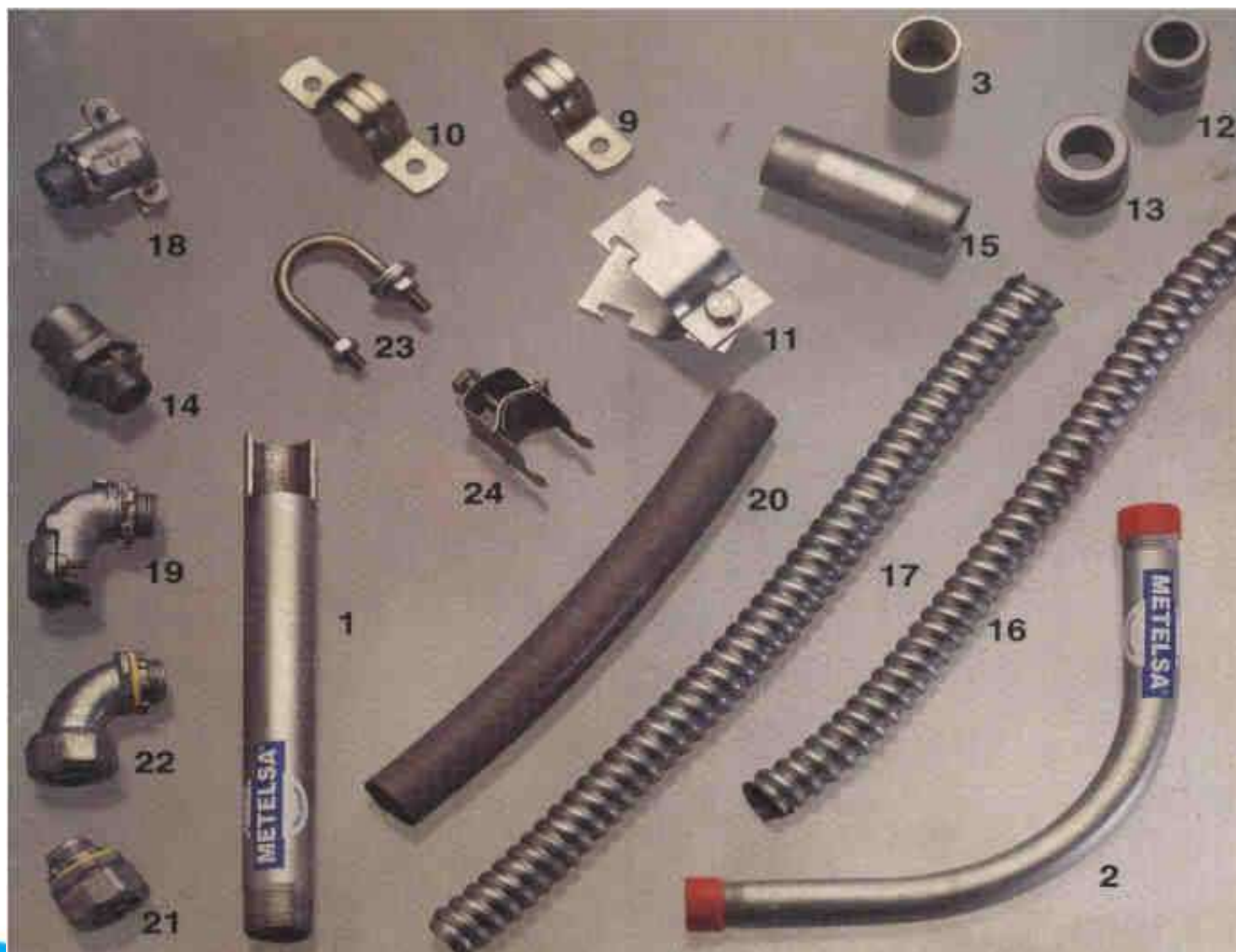
TUBO CONDUIT FLEXIBLE

En esta designación se conoce al tubo flexible común fabricado con cinta engargolada (en forma helicoidal), sin ningún tipo de recubrimiento. A este tipo de tubo también se le conoce como Greenfield. Se recomienda su uso en lugares secos y donde no se encuentre expuesto a corrosión o daño mecánico.

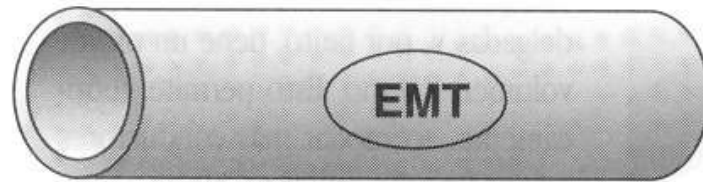
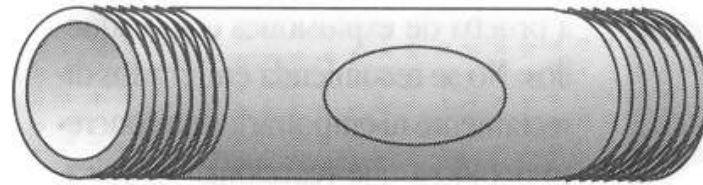
TUBO CONDUIT DE PLÁSTICO RÍGIDO (PVC)

Este tubo está fabricado de policloruro de vinilo (PVC), junto con las tuberías de polietileno se clasifican como tubos conduit no metálicos. Este tubo debe ser autoextinguible, resistente a la compresión, a la humedad y a ciertos agentes químicos.









Tubos Plásticos (PVC)

PVC es la designación comercial que se da al tubo rígido o flexible de policloruro de vinilo, se fabrican en dos tipos, pesado y liviano, en tramos de 3 m.

- **Tubos PVC – SAP**

Son tubos pesados de pared gruesa, se constituyen en diámetros que van de 15 mm a 100 mm.

- **Tubo PVC – SEL**

Son tubos, se constituyen en diámetros que van de 13 mm a 20 mm.



DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA

FUNCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE MANIOBRA:

En una instalación eléctrica, los dispositivos de maniobra, cumplen la función de ejecutar las siguientes maniobras: **seccionar, conectar y desconectar en vacío, conectar y desconectar bajo carga, conectar y desconectar motores y desconectar en caso de cortocircuito.**

- Seccionar

Seccionadores son interruptores, los cuales separan un circuito eléctrico en todas sus vías de corriente, los seccionadores tienen una indicación fiable de la posición de maniobra.

Conectar en vacío

En este tipo de maniobra la conexión y desconexión de circuitos eléctricos se efectúa cuando no circula corriente o cuando la tensión entre el contacto fijo y el contacto móvil en cada uno de los polos sea sumamente baja durante la maniobra.



-Conectar bajo carga

Con los interruptores bajo carga se pueden conectar y desconectar aparatos y partes de las instalaciones cuando prestan servicio normal con intensidad nominal. La capacidad de ruptura de los interruptores bajo carga es normalmente un múltiplo de su intensidad nominal y por tanto, pueden conectar y desconectar todas las sobreintensidades que ocurren en un servicio normal; además de esto, con ello se maniobra sin peligro cuando se conectan involuntariamente cortocircuitos, ya que poseen una capacidad de conexión sumamente alta.

FUNCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

La función de los dispositivos de protección es proteger a los componentes de las instalaciones contra sobreintensidades, los cuales se manifiestan como sobrecargas o cortocircuito.

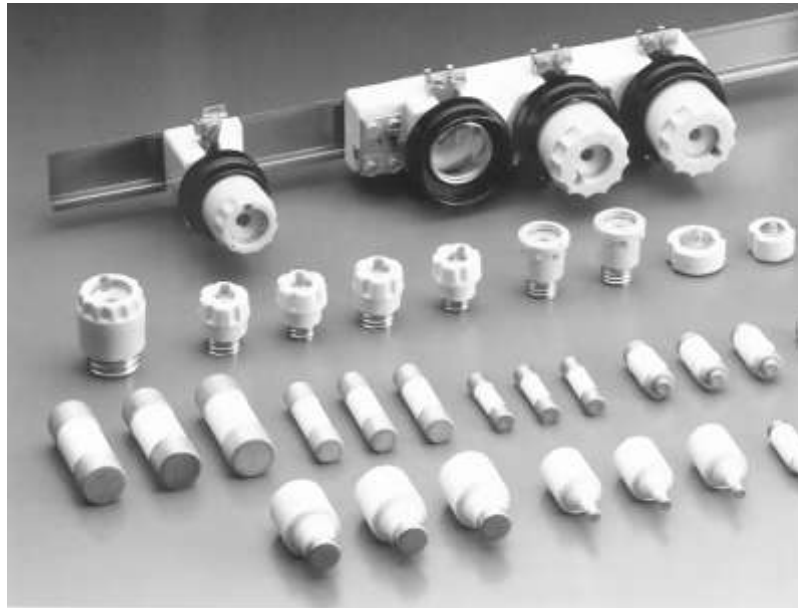
Protección contra sobrecargas

La función de la protección contra sobrecarga es permitir las sobrecargas correspondientes a un servicio normal y desconectarlas antes que el tiempo de carga admisible sea sobrepasado.

Protección contra cortocircuitos

Los orígenes de un cortocircuito pueden estar en una falla de aislamiento o en una conexión incorrecta.

La función de la protección contra cortocircuitos es limitar los efectos y las consecuencias de éstos al mínimo posible su interrupción para lo cual, una iluminación de la corriente es provechosa.



SIMBOLOGIA Y ESQUEMAS ELECTRICOS

SÍMBOLO GRÁFICO

Es una figura óptimamente perceptible, producida por la escritura, diseño, impresión de otras técnicas.



SÍMBOLO GRÁFICO

Se utilizan para transmitir un mensaje y representa un objeto o concepto en forma clara sencilla independiente de cualquier idioma, de tal manera que no induzcan a errores de interpretación de lectura del esquema.

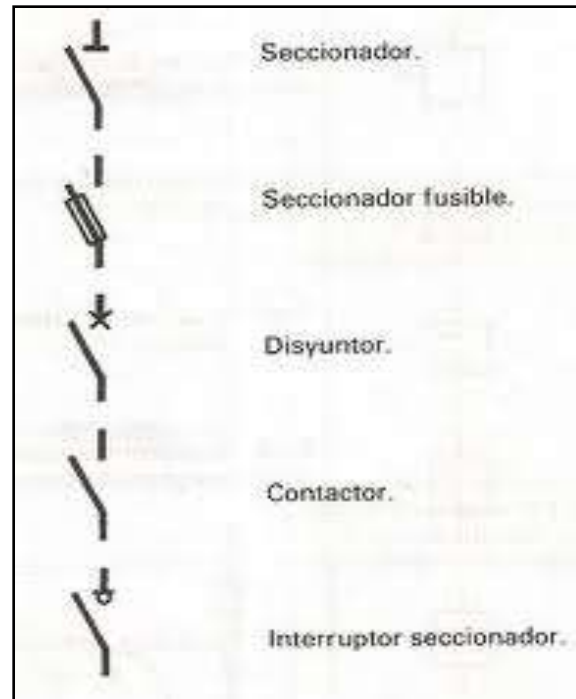


SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

Cada uno de los dispositivos y aparatos con que consta una instalación eléctrica se representa por medio de un símbolo.

Ejemplos:

- Relés de sobrecorriente
- Contador de energía
- Voltímetros
- Vatímetro
- NC, NO



NORMAS INTERNACIONALES

Los países fabricantes de dispositivos eléctricos y diseñadores, han determinado normas de símbolos los cuales han efectuado su propio patrón y estas son:

NORMAS INTERNACIONALES

IEC = Comisión electrotécnica Internacional

DIN = Normas Alemanas para la Industria

UNE = Norma Nacional Española

VDE = Asociación Electrotécnica Alemana

NEMA = Asociación de fabricantes de productos eléctricos de Estados Unidos

BS = Estándar de prescripciones británicas.

CEI = Comité electrotécnico italiano

Representación de las Instalaciones Eléctricas

Toda instalación eléctrica, puede y debe ser posible de ser interpretada por cualquier persona, adecuadamente capacitada, con sólo observar, ciertos diagramas o esquemas, que permitan verificar claramente: los componentes de la instalación, tales como:

- El recorrido del cableado
- Los elementos activos instalados, alumbrado y fuerza.
- El tipo de conductor
- Otros elementos de protección, como los interruptores, etc.

ESQUEMAS ELECTRICOS

Se entiende por esquema eléctrico, a la representación gráfica de un circuito o instalación, en la que van indicadas las relaciones mutuas que existan entre diferentes elementos, así como los sistemas de conexión que los enlazan entre sí.

Esquemas

a) Esquemas Explicativos

Funcional

Emplazamiento o estructural

Principio (desarrollado)

Planos

b) Esquemas de Realización

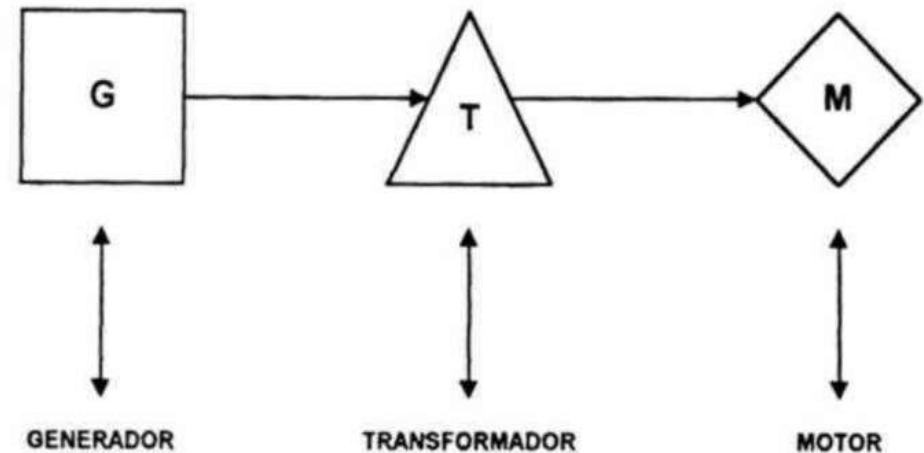
General de conexiones

Canalización o entubado

ESQUEMAS EXPLICATIVOS

Esquema Funcional

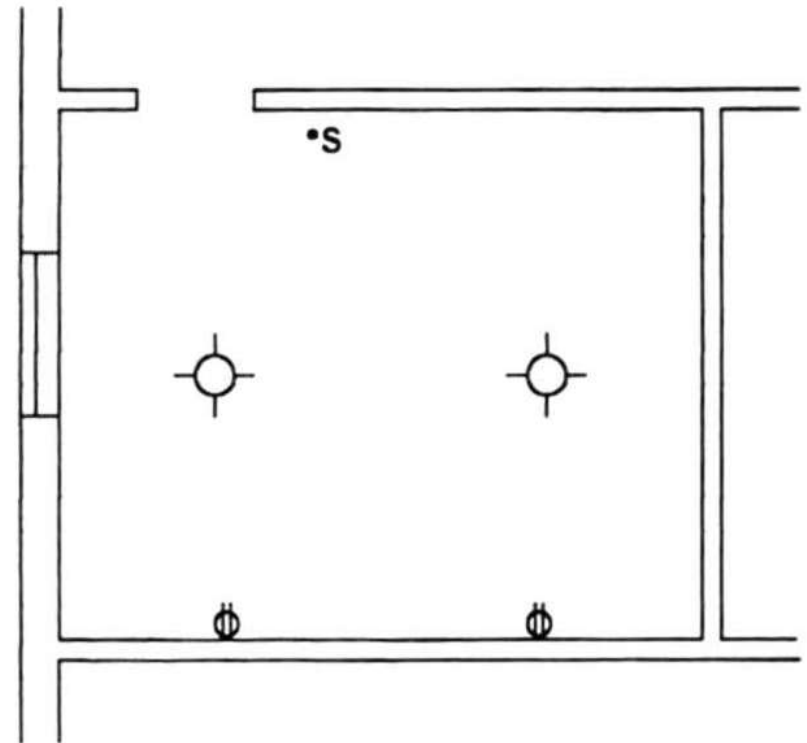
Representación sencilla y clara que representan todos los elementos de un circuito sin interesar su posición respecto a la realidad.



ESQUEMAS EXPLICATIVOS

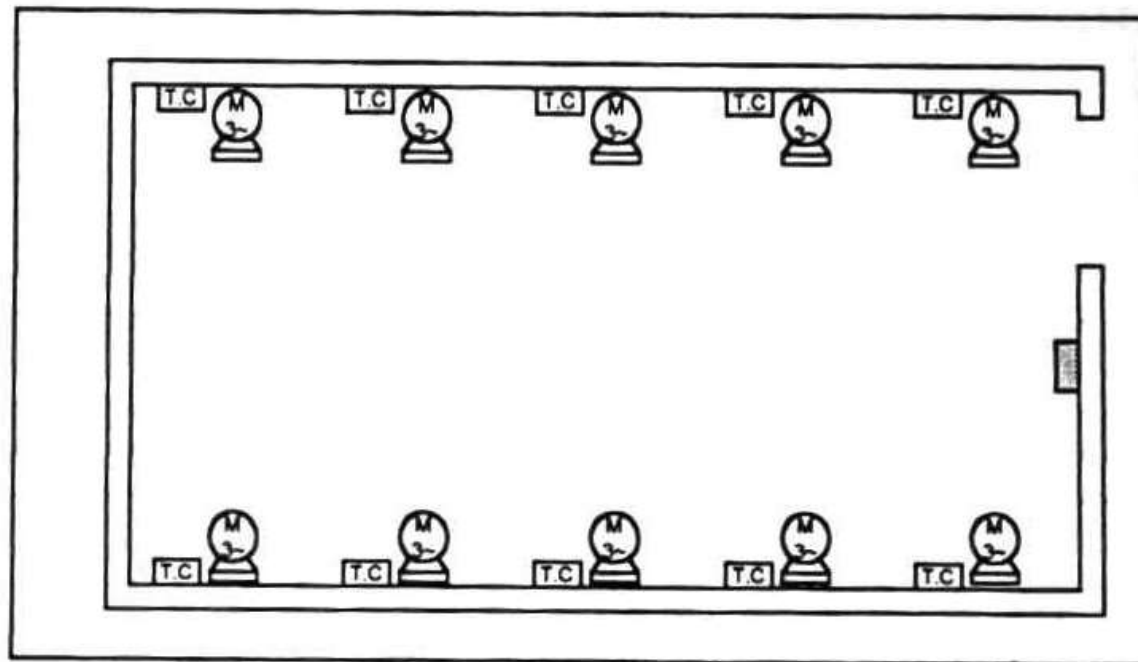
Esquema de Emplazamiento

Representa la arquitectura del local y los emplazamientos aproximados de los aparatos que los controlan, llamado PLANO DE UBICACIÓN.



ESQUEMAS EXPLICATIVOS

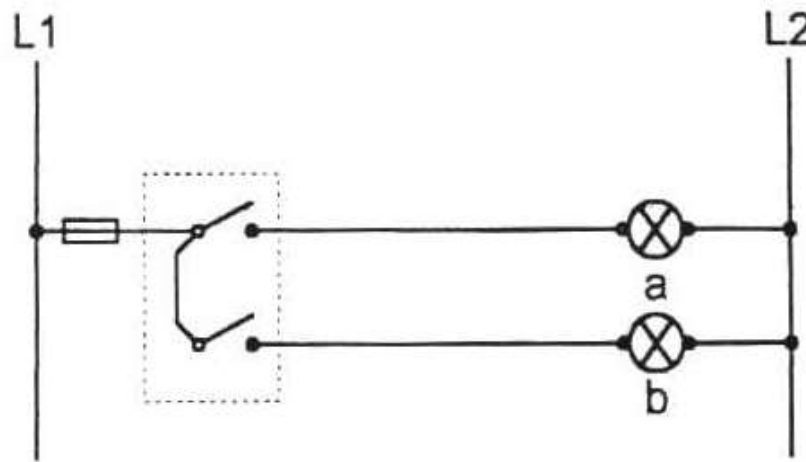
Esquema de Emplazamiento



ESQUEMAS EXPLICATIVOS

Esquema de Principio

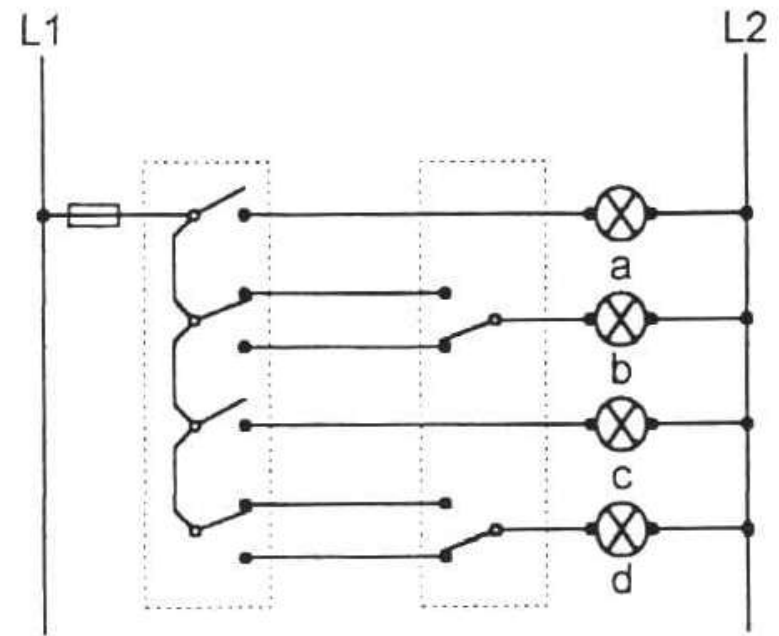
Llamado también ESQUEMA DE CIRCUITOS, y se define como la **representación explicativa**.



ESQUEMAS EXPLICATIVOS

Esquema de Principio

La representación explicativa facilita la comprensión de las condiciones de **dependencia eléctrica**.



Planos

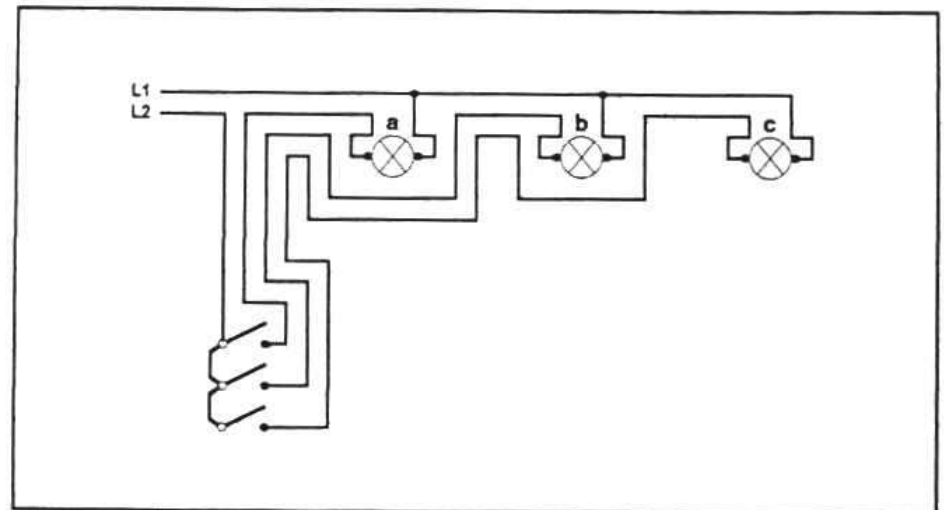


ESQUEMAS DE REALIZACION

Esquema General de Conexiones

Ejemplo 1.- Mando de tres lámparas desde un punto en forma independiente.

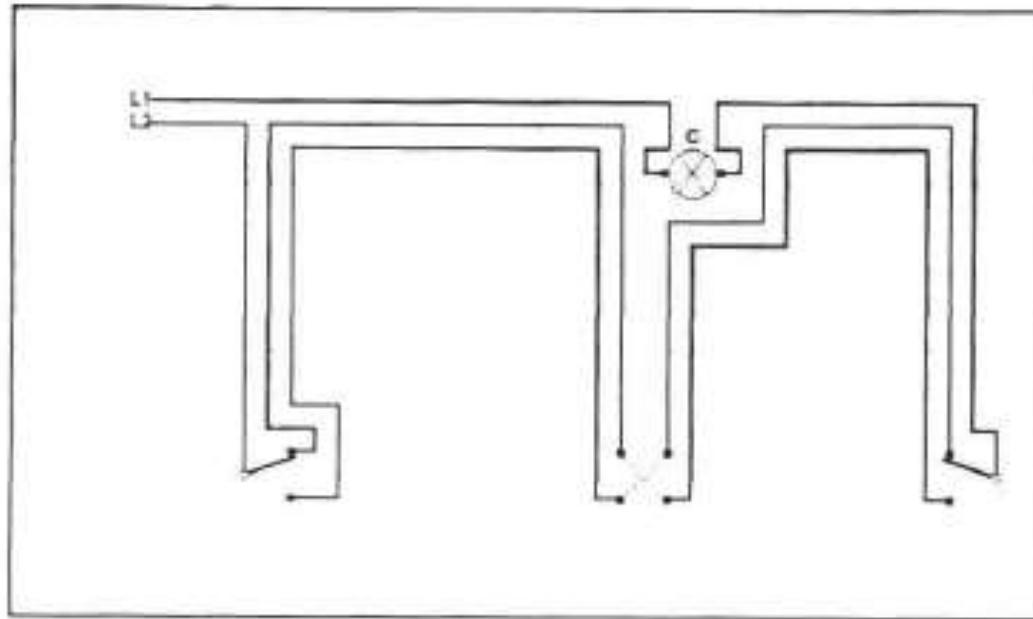
En este esquema se representa todas las conexiones y todos los conductores.



ESQUEMAS DE REALIZACION

Esquema General de Conexiones

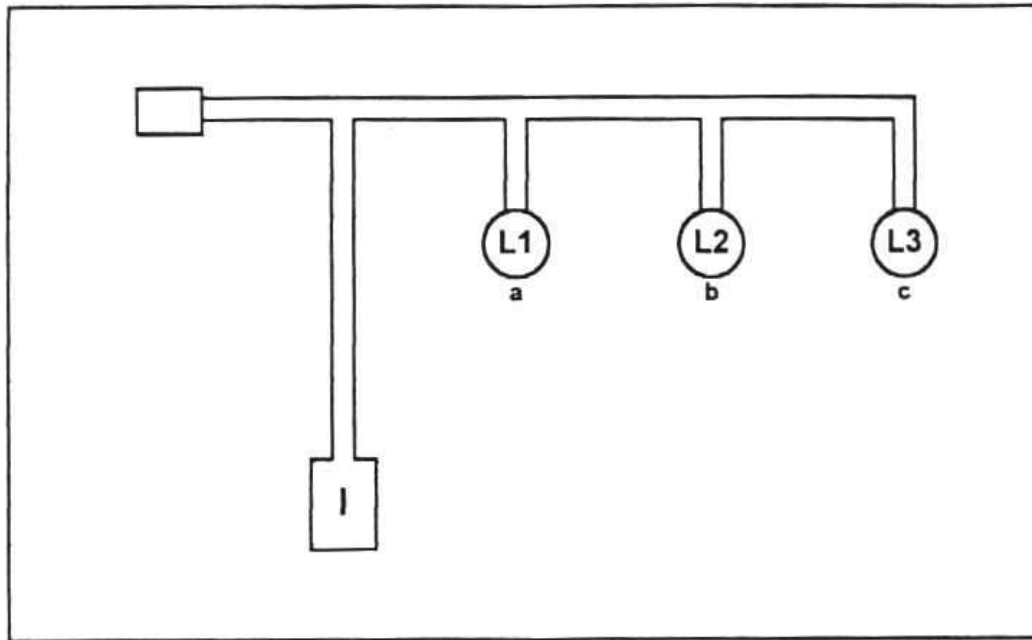
Ejemplo 2.- Control de una lámpara desde tres puntos diferentes.



ESQUEMAS DE REALIZACION

Esquema de Canalización o Entubado

Ejemplo 1.- Mando de tres lámparas desde un punto en forma independiente.



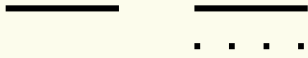
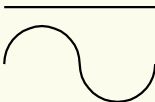
SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

Son representaciones que corresponde a los elementos de una instalación y maniobra que se utilizan en una obra.

Se usan para identificar, calificar, instruir, mandar, indicar y advertir

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

N*	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
1	Corriente continua	
2	Corriente alterna	
3	Corriente continua o alterna	

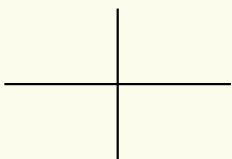
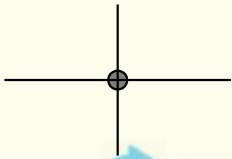
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

4	Corriente trifásica	3 ~ 60Hz - 380 V.
5	Corriente trifásica con neutro	3/N ~ 60Hz - 380 V.
6	Corriente trifásica con neutro y conductor de protección separada.	3/N/pe ~ 60Hz - 380 V.

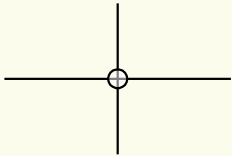
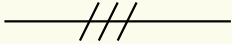
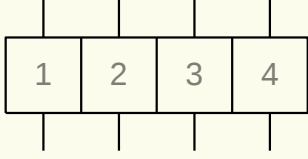
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

7	Líneas de alimentación o conductores del circuito de potencia.	
8	Conductores del circuito de mando.	
9	Conductores sin conexión eléctrica.	
10	Conductores con conexión eléctrica.	

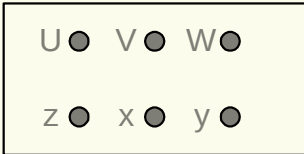
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

11	Conexión de conductores a través de bornes o tornillos.	
12	Conductor con indicación del número de conductores.	
13	Bornera.	

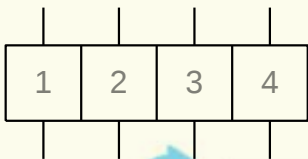
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

14	Placa de borne de un motor trifásico.	
15	Conductores de longitud variable, para ser instalados posteriormente, durante el montaje de la máquina.	
16	Fases.	

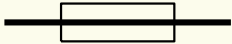
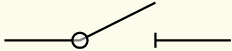
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

17	Entradas de los contactos principales.	1 3 5 ó L1 L2 L3
18	Salidas de los contactos principales.	2 4 6 ó T1 T2 T3
19	Entradas.	U V W ó X Y Z
20	Bornera.	

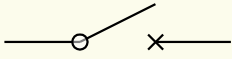
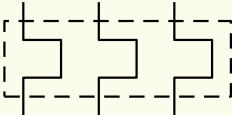
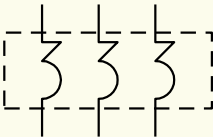
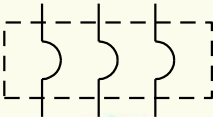
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

21	Fusible.	
22	Seccionador.	
23	Seccionador con fusible.	

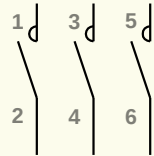
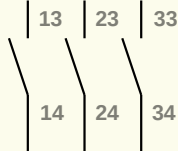
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

24	Contacto de disyuntor.	
25	Relé térmico, circuito de fuerza.	
26	Relé termomagnético, circuito de fuerza.	
27	Relé electromagnético, circuito de fuerza.	

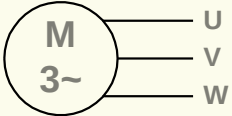
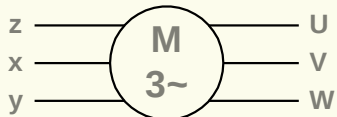
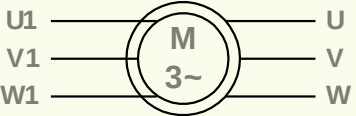
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

28	Contactos principales del contactor.	
29	Contactos auxiliares NA.	
30	Contactos auxiliares NC.	

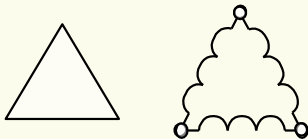
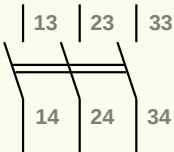
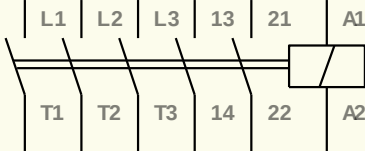
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

31	Motor trifásico (3 bornes).	
32	Motor trifásico (6 bornes).	
33	Motor trifásico con dos arrollamientos estáticos separados.	
34	Bobina del motor trifásico en conexión estrella.	

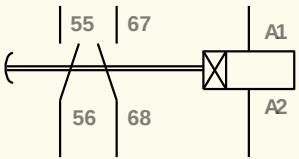
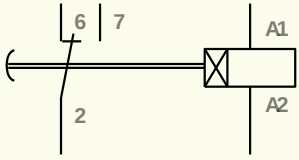
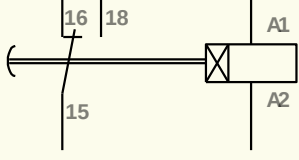
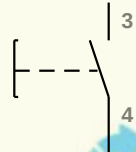
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

35	Bobina del motor trifásico en conexión triángulo.	
36	Interruptor general tripolar.	
37	Contactor eléctrico trifásico.	

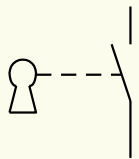
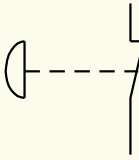
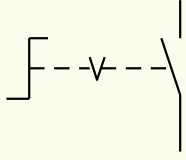
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

38	Temporizador con conexión y desconexión.	
39	Temporizador con contacto conmutado.	
40	Temporizador con contacto conmutado.	
41	Pulsador de marcha simple.	

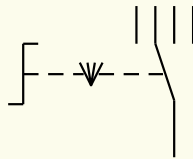
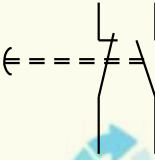
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

49	Pulsador con llave.	
50	Pulsador de seta.	
51	Selector de dos posiciones.	

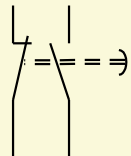
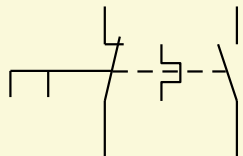
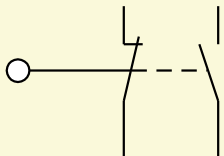
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

52	selector de cuatro posiciones.	
53	Contacto auxiliar instantáneo NC.	
54	Contacto auxiliar instantáneo NA.	
55	Contacto auxiliar temporizado al trabajo.	

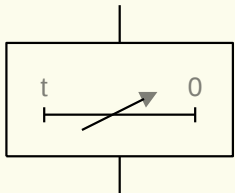
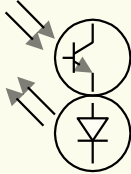
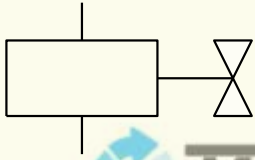
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

56	Contacto auxiliar temporizado al reposo.	
57	Contactos auxiliares de relé térmico.	
58	Interruptores de posición o finales de carrera.	

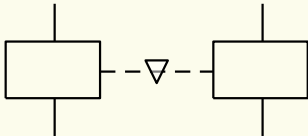
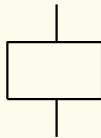
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

59	Temporizador con mecanismo de relojería.	
60	Temporizador electrónico.	
61	Detector fotoeléctrico.	
62	Electroválvula.	

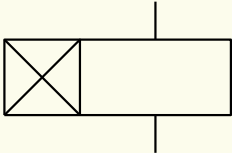
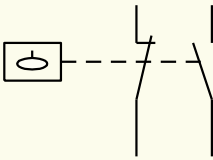
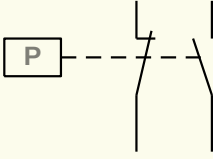
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

63	Enclavamiento mecánico entre contactores.	
64	Bobina de contactor.	

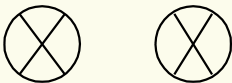
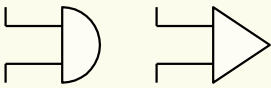
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

65	Bobina de temporizador neumático al trabajo.	
66	Contactos accionados por flotador.	
67	Contactos accionados por presión.	

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN		
N*	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
68	Piloto luminoso.	
69	Piloto sonoro (timbre y sirena).	

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS - MARCAS

N*	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
70	Contactores principales.	C...M K...M
71	Contactador marcha derecha.	C1 K1M
72	Contactador marcha izquierda.	C2 K2M
73	Contactador conexión estrella.	C3 K3M
74	Contactador conexión triángulo.	C5 K5M

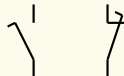
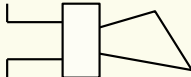
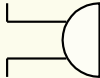
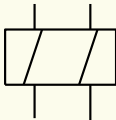
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS - MARCAS

75	Contactor auxiliar.	C... K...A
76	Pulsador, interruptores de posición, selectores.	S...
77	Fusibles, relés de protección.	F...
78	Seccionador.	Q...
79	Pilotos.	h...

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

80	Contacto auxiliar retardado.	
81	Señalización acústica con bocina.	
82	Señalización acústica con zumbador.	
83	Bobina de dos arrollamientos	

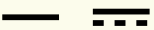
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

PARTE	TERMINALES	PUNTO NEUTRO, CONDUCTOR NEUTRO	TIERRA DE REFERENCIA	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN PUESTO A TIERRA	NEUTRO PUESTO A TIERRA
RED	PREFERENTEMENTE: L1 L2 L3	N	E	PE	PEN
	TAMBIÉN ESTÁN PERMITIDOS, CUANDO NO PUEDA HABER CONFUSIONES 1 2 3				
	TAMBIÉN ESTÁN PERMITIDOS R S T				
CIRCUITOS DE CONSUMO	EN GENERAL: U V W				

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

NATURALEZA DE LAS TENSIONES E INTENSIDADES

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
1.1	Corriente continua.		= IEC	= IEC
1.2	Corriente alterna.		= IEC	= IEC
1.3	Corriente continua o alterna (universal).		= IEC	= IEC
1.4	Corriente alterna monofásica. P. ej.: 60 Hz.	1 ~ 60 Hz	= IEC	1 PHASE 2 WIRE 60 CYCLE
1.5	Corriente alterna trifásica. P. ej.: 380 V 60 Hz.	3 ~ 60 Hz 380 V	= IEC	3 PHASE 3 WIRE 60 CYCLE 380 V

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

NATURALEZA DE LAS TENSIONES E INTENSIDADES

1.5	Corriente alterna trifásica. P. ej.: 380 V 60 Hz.	3 ~ 60 Hz 380 V	= IEC	3 PHASE 3 WIRE 60 CYCLE 380 V
1.6	Corriente alterna trifásica con conductor neutro. P. ej.: 380 V 60 Hz.	3N ~ 60 Hz 380 V	= IEC	3 PHASE 4 WIRE 60 CYCLE 380 V
1.7	Corriente alterna trifásica con conductor neutro puesto a tierra. P. ej.: 380 V 60 Hz.	3NPE ~ 60 Hz 380 V 3PEN ~ 60 Hz 380 V	3PEN ~ 60 Hz 380 V	3 PHASE 4 WIRE 60 CYCLE 380 V (with neutral)
1.8	Corriente alterna trifásica con conductor neutro y conductor de protección. P. ej.: 380 V 60 Hz.	3NPE ~ 60 Hz 380 V 3PEN ~ 60 Hz 380 V	3/NPE ~ 60 Hz 380 V	3 PHASE 4 WIRE 60 CYCLE 380 V (with neutral and protection earth)
1.9	Corriente continua - dos conductores. P. ej.: 60 V.	2 - 60 V	= IEC	2 WIRE DC 60 V
1.10	Corriente continua - dos conductores con conductor medio o neutro. P. ej.: 60 V.	2M - 60 V	= IEC	3 WIRE DC 60 V

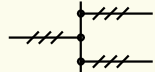
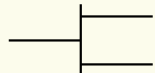
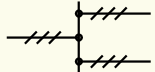
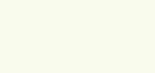
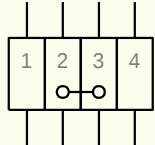
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

CONDUCTORES Y CONEXIONES

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
2.1	Conductor. Símbolo general.	—————	= IEC	= IEC
2.2	Conductor de protección (PE) o neutro puesto a tierra (PEN).	—————	= IEC	= IEC
2.3	Conductor neutro (N).	—————	= IEC	= IEC

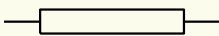
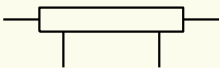
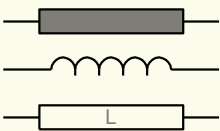
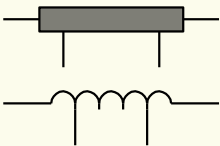
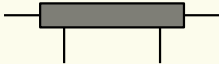
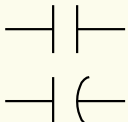
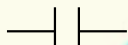
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

CONDUCTORES Y CONEXIONES

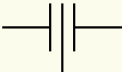
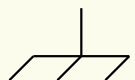
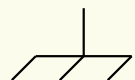
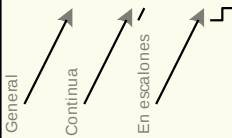
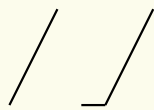
2.4	Unión conductora de cables.	  	  	= IEC
2.5	Conexión fija.	●	= IEC	= IEC
2.6	Conexión móvil.	○	= IEC	= IEC
2.7	Regleta de bornes. Bornes de conexión.		= IEC	= IEC

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

ELEMENTOS GENERALES DE UN CIRCUITO

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
3.1	Resistencia.			= IEC
3.2	Resistencia con tomas fijas.		= IEC	= IEC
3.3	Devanados, bobinas. (Inductancias).			
3.4	Devanados, bobinas, inductancias con tomas fijas.			
3.5	Condensador.			

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES **ELEMENTOS GENERALES DE UN CIRCUITO**

3.6	Condensador con toma.		= IEC	
3.7	Tierra.		= IEC	= IEC
3.8	Masa.			
3.9	Variabilidad extrínseca.		= IEC	= IEC
3.10	Variabilidad intrínseca.		= IEC	= IEC

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

ELEMENTOS MECÁNICOS DE CONEXIÓN

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
4.1	Contacto de cierre.			
4.2	Contacto de apertura.			
4.3	Contacto de conmutación.			
4.4	Contacto de conmutación sin interrupción.			
4.5	Contacto temporizado abierto. Cierre retardado.			

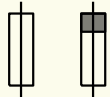
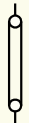
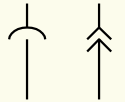
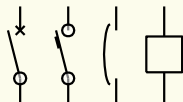
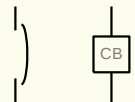
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

ELEMENTOS MECÁNICOS DE CONEXIÓN

4.6	Contacto temporizado cerrado. Apertura retardada.			TO 0 TDO
4.7	Contacto temporizado abierto. Apertura retardada.			TO 0 TDO
4.8	Contacto temporizado cerrado. Cierre retardado.			TC 0 TDC
4.9	Contactor con relé térmico (guardamotor).			

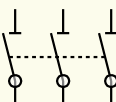
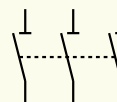
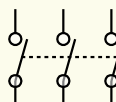
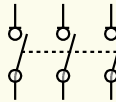
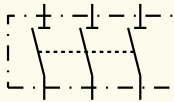
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

ELEMENTOS MECÁNICOS DE CONEXIÓN (manibra y protección)

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
4.10	Cortocircuito fusible (base + cartucho).		= IEC	= IEC 
4.11	Barra de seccionamiento (barra de conexión).			
4.12	Dispositivo de enchufe.			
4.13	Interruptor de potencia. Símbolo general.			

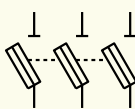
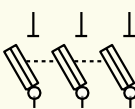
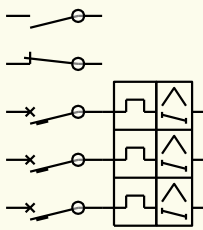
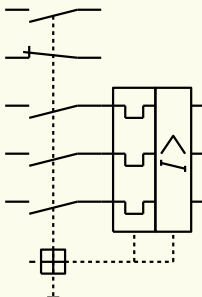
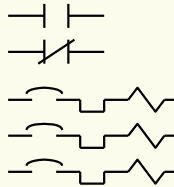
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

ELEMENTOS MECÁNICOS DE CONEXIÓN (manibra y protección)

4.14	Interruptor seccionador de potencia. (Posición seccionadora visible).			
4.15	Seccionador tripolar.			
4.16	Seccionador en carga, tripolar.			

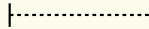
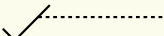
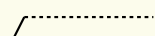
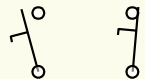
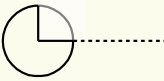
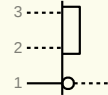
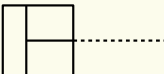
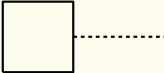
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

ELEMENTOS MECÁNICOS DE CONEXIÓN (manibra y protección)

4.17	Seccionador con fusibles.		= IEC	
4.18	Interruptor automático con protección magnetotérmica.			

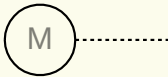
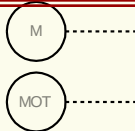
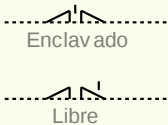
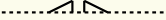
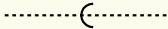
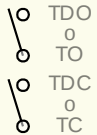
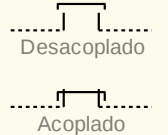
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

ELEMENTOS MECÁNICOS DE CONEXIÓN (Accionamiento)

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
4.19	Accionamiento manual.		= IEC	= IEC
4.20	Accionamiento mediante pedal.			 FOOT OPERATED SWITCH
4.21	Accionamiento por leva.			= IEC
4.22	Accionamiento por émbolo (neumático o hidráulico).		= IEC	
4.23	Accionamiento de "fuerza".		= IEC	

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

ELEMENTOS MECÁNICOS DE CONEXIÓN (Accionamiento)

4.24	Accionamiento por motor.		= IEC	
4.25	Dispositivo de bloqueo o enganche.		= IEC	Se indica con una nota
4.26	Dispositivo de bloqueo o enganche bidireccional.			Se indica con una nota
4.27	Bloqueo por muesca.		= IEC	Se indica con una nota
4.28	Accionamiento retardado (a la derecha en este caso).		= IEC	
4.29	Acoplamiento mecánico.		= IEC	

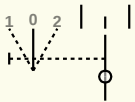
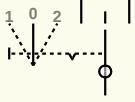
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

AUXILIARES MANUALES DE MANDO

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
5.1	Pulsador con accionamiento manual en general (NA).			
5.2	Pulsador con accionamiento manual por empuje (NA).			
5.3	Contacto con enclavamiento rotativo, accionamiento manual.			

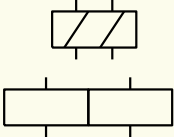
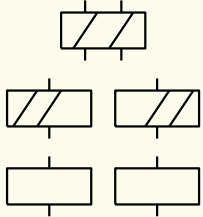
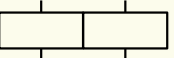
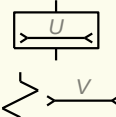
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

AUXILIARES MANUALES DE MANDO

5.4	Conmutador con dos posiciones y cero, con retorno a cero al cesar la fuerza de accionamiento (NA).			
5.5	Conmutador con dos posiciones y cero, con enclavamiento en las dos posiciones.			
5.6	Mando con pulsador.			
5.7	Interruptor manual (auxiliar de mando).		= IEC	

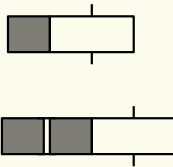
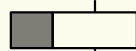
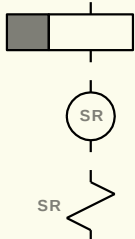
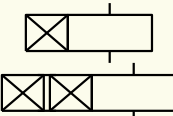
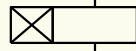
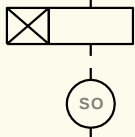
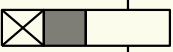
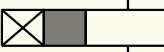
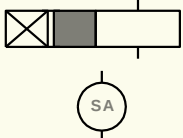
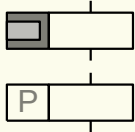
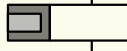
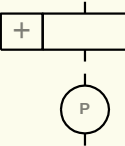
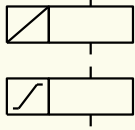
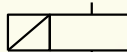
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

BOBINAS

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
6.1	Sistema de accionamiento, con retroceso automático, al cesar la fuerza de accionamiento, para contactores y similares.		= IEC	
6.2	Relé con dos devanados activos en el mismo sentido.			
6.3	Relé o disparador de medida con indicación de la magnitud medida. Por ej.: mínima tensión.			

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

BOBINAS

6.4	Sistema de accionamiento electromecánico retardado. Retraso a la desconexión.	 MUY RETARDADO		
6.5	Sistema de accionamiento electromecánico retardado. Retraso a la conexión.	 MUY RETARDADO		
6.6	Sistema de accionamiento electromecánico retardado. Retraso a la conexión y desconexión.			
6.7	Relé polarizado.			
6.8	Relé de remanencia.			

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

ELEMENTOS SEMICONDUCTORES

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
7.1	Diodos semiconductores.	 		 
7.2	Diodo limitador o zener, de un sentido.			 
7.3	Diodo limitador o zener, de doble sentido.			 

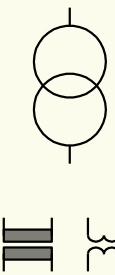
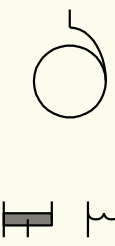
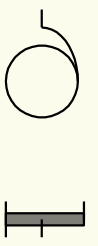
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

ELEMENTOS SEMICONDUCTORES

7.4	Tiristor.			
7.5	Triac.			
7.6	Transistor PNP.			
7.7	Transistor NPN.			

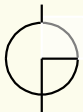
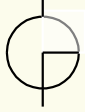
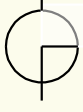
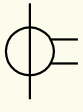
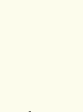
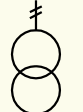
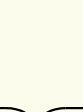
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

TRANSFORMADORES

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
8.1	Transformador con dos devanados separados.			
8.2	Autotransformador.			

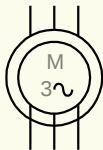
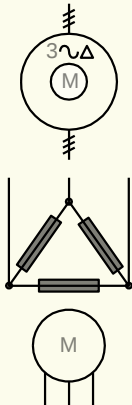
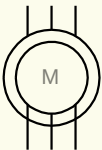
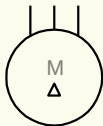
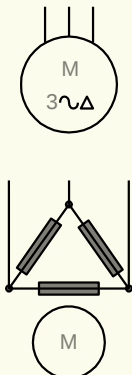
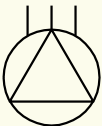
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

TRANSFORMADORES

8.3	Devanado o bobina en general.			
8.4	Transformador de intensidad.			
8.5	Transformador de tensión.			

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

MÁQUINAS ROTATIVAS

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
9.1	Motor trifásico con rotor de anillos rozantes.			
9.2	Motor trifásico con rotor de jaula.			

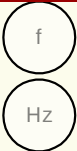
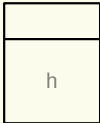
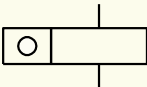
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

APARATOS DE MEDIDA

	Significación	Símbolo según las normas		
		IEC	DIN	ANSI
11.1	Voltímetro.		= IEC	
11.2	Amperímetro.		= IEC	
11.3	Vatímetro.		= IEC	
11.4	Fasímetro. (Indicando el factor de potencia o el ángulo).		= IEC	

INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

APARATOS DE MEDIDA

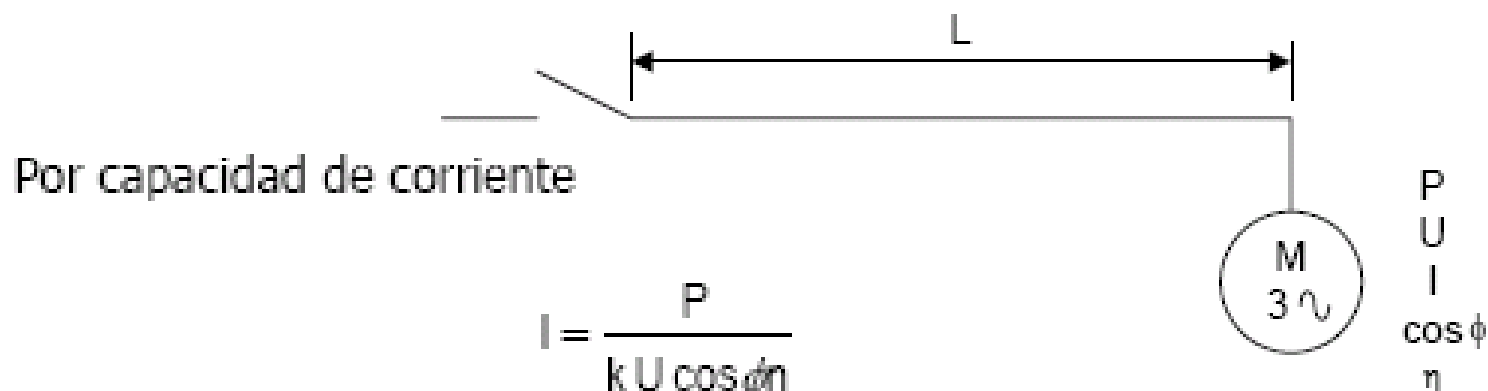
11.5	Frecuencímetro.		= IEC	
11.6	Contador de energía activa.		= IEC	
11.7	Contador de energía reactiva.		= IEC	
11.8	Contador de horas.		= IEC	
11.9	Contador de impulsos.		= IEC	

CÁLCULO ALIMENTADOR DE MOTORES

DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL PARA MOTORES

Conductores para alimentar a cargas concentradas:

- Un solo motor



El calibre del conductor se selecciona calculando la corriente de diseño I_d :

$$I_d = 1,25 I$$

Donde:

I : Corriente nominal del motor (A).

P : Potencia nominal del motor (W).

U : Potencia nominal del motor (V).

$\cos \phi$: Factor de potencia del motor.

η : Eficiencia del motor.

K : 1 para circuitos monofásicos
 $\sqrt{3}$ para circuitos trifásicos

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR

Además de considerar un valor máximo para la temperatura de ambiente a la que va a operar el motor, el diseñador también tiene presente la máxima altitud (o altura sobre el nivel del mar, ASM) a la que funcionará, y que se supone de 1.000m.

Puede utilizar la siguiente fórmula para calcular la elevación de temperatura corregida de un motor en función de la densidad del aire.

ET corregida = ET normal + ET del normal por Factor aire X

Donde

ET normal es la temperatura de operación del motor según especificación

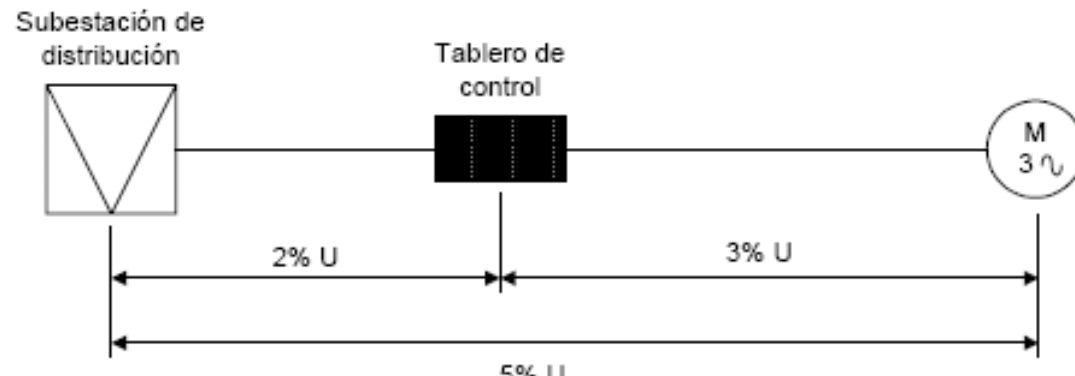
Factor aire X es el efecto de la altura sobre la temperatura de operación

$$\text{Factor aire } X = \left(\frac{100}{\text{densidad (en\%) del aire a la altura de lugar}} - 1 \right)$$

DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL PARA MOTORES

Conductores para alimentar a cargas concentradas:

- Por caída de tensión



$$\Delta V = k * \rho * \frac{I_d * L * \cos \phi}{S}$$

$$S = \frac{K_v L I_d \cos \phi}{\% \Delta U \times U}$$

S : Sección del conductor (mm²).

L : Distancia hasta la carga (m).

I_d : Corriente de diseño del conductor (A).

Cos φ : Factor de potencia del motor.

%ΔU : Caída de tensión en porcentaje.

U : Tensión nominal de la red de alimentación.

k : 0,0357 para circuitos monofásicos 0,0309 para circuitos trifásicos

Aplicación:

- Calcular la corriente de un motor de 20 HP, trifásico 380v, F.P.=0.85, y una eficiencia de 95%. Seleccionar el conductor a utilizar sabiendo que dicha carga será instalada a 35 mts de distancia del tablero.

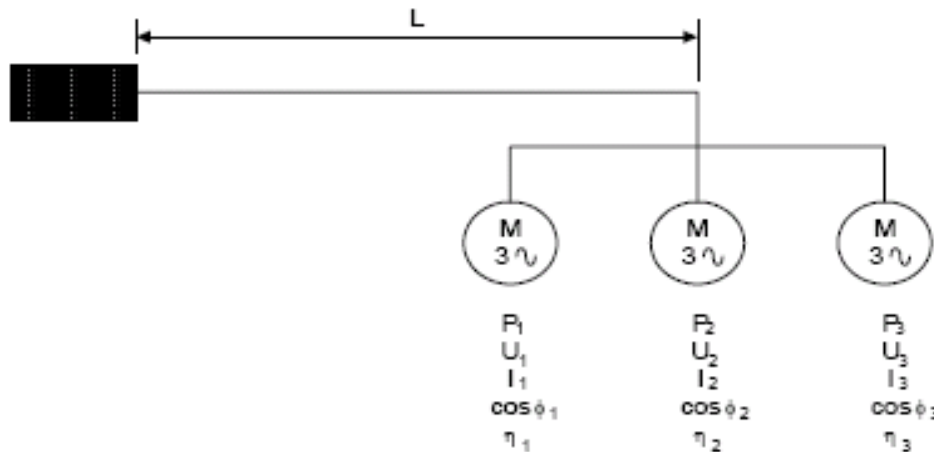
Calibre del Conductor AWG -MCM	Sección Transversal mm²	INSTALACION EN TUBO (A)		INSTALACIÓN AL AIRE LIBRE (A)	
		TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR			
		60° C TW	75° C THW	60° C TW - TWT	75° C THW
22	0,324	3		5	
20	0,517	5		8	
18	0,821	7		10	
16	1,310	10		15	
14	2,080	15	15	20	22
12	3,310	20	20	25	28
10	5,260	30	30	40	45
8	8,370	40	45	55	65
6	13,300	55	65	80	90
4	21,150	70	85	105	120
2	33,630	95	115	140	160
1	42,410	110	125	165	195
1/0	53,510	125	150	195	230
2/0	67,440	145	175	225	265
3/0	85,020	165	200	260	310
4/0	107,200	195	230	300	360
250	126,700	215	255	340	400
300	152,000	240	285	375	445
350	177,400	260	310	420	505
400	202,700	280	335	455	545
500	253,400	320	380	515	615
600	304,000	355	420	575	690
750	380,000	400	490	655	780
1000	506,700	490	580	790	950

Capacidad de corriente en conductores (sistema AWG).

DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL PARA MOTORES

Conductores para alimentar a cargas concentradas:

- Varios motores



$$I_d = 1,25 (I_1 + I_2 + I_3)$$

$$S = \frac{K_v L \sum I_{di} \cos \phi_i}{\% \Delta U \times U}$$

S : Sección del conductor (mm²).

L : Distancia hasta la carga (m).

I_d : Corriente de diseño del conductor (A).

$\cos \phi$: Factor de potencia del motor.

$\% \Delta U$: Caída de tensión en porcentaje

U : Tensión nominal de la red de alimentación.

k : 0,0357 para circuitos monofásicos 0,0309 para circuitos trifásicos

Aplicación:

- En la planta concentradora de Cuajone SPCC, se requiere instalar tres motores alimentados por un solo cable, para el área de molienda.

Dichos motores se ubican a 75 mts del tablero general, cada uno tiene una potencia de 15, 10 y 4HP y una eficiencia de 95% que decrece un 2% por cada 100m a partir de los 1000 msnm. El F.P. para cada uno es 0.85, 0.82 y 0.80 respectivamente y la tensión de servicio dentro de la planta es 440VAC.

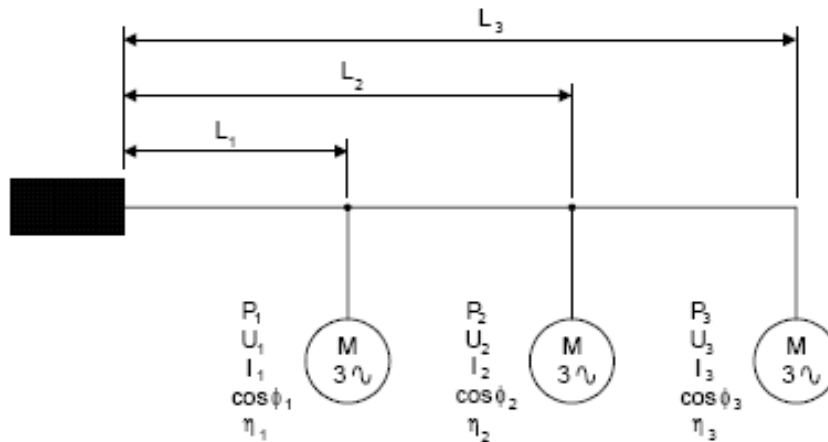
Calcular la sección del alimentador, la caída de tensión y seleccionar el tipo de cable a utilizar.

Altura promedio concentradora: 3325 msnm

DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL PARA MOTORES

Conductores para alimentar a cargas distribuidas:

- Criterio: sección constante



$$I_d = 1,25 I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_1 > I_2 > I_3$$

$$S = \frac{K_v \sum L I_{di} \cos \phi_i}{\% \Delta U \times U}$$

S : Sección del conductor (mm²).

L : Distancia hasta la carga (m).

I_d : Corriente de diseño del conductor (A).

Cos Ø : Factor de potencia del motor.

%ΔU : Caída de tensión en porcentaje dividido entre 100.

U : Tensión nominal de la red de alimentación.

k : 0,0357 para circuitos monofásicos 0,0309 para circuitos trifásicos

Aplicación:

- En el Truck Shop de Antamina se requiere instalar tres motores, uno para el área de lavado de equipo liviano, el otro para el sector de secado y el último en el área de NEUMA.

Dichos motores se ubican a 80, 100 y 120 mts del tablero general, cada uno tiene una potencia de 15; 10 y 25 HP, y una eficiencia de 95% que decrece un 2% por cada 100m a partir de los 1000 msnm. El F.P. para cada uno es 0.85, 0.82 y 0.80 respectivamente y la tensión de servicio dentro de la planta es 380VAC.

Calcular la sección del alimentador, la caída de tensión y seleccionar el tipo de cable a utilizar.

Altura promedio concentradora: 3325 msnm

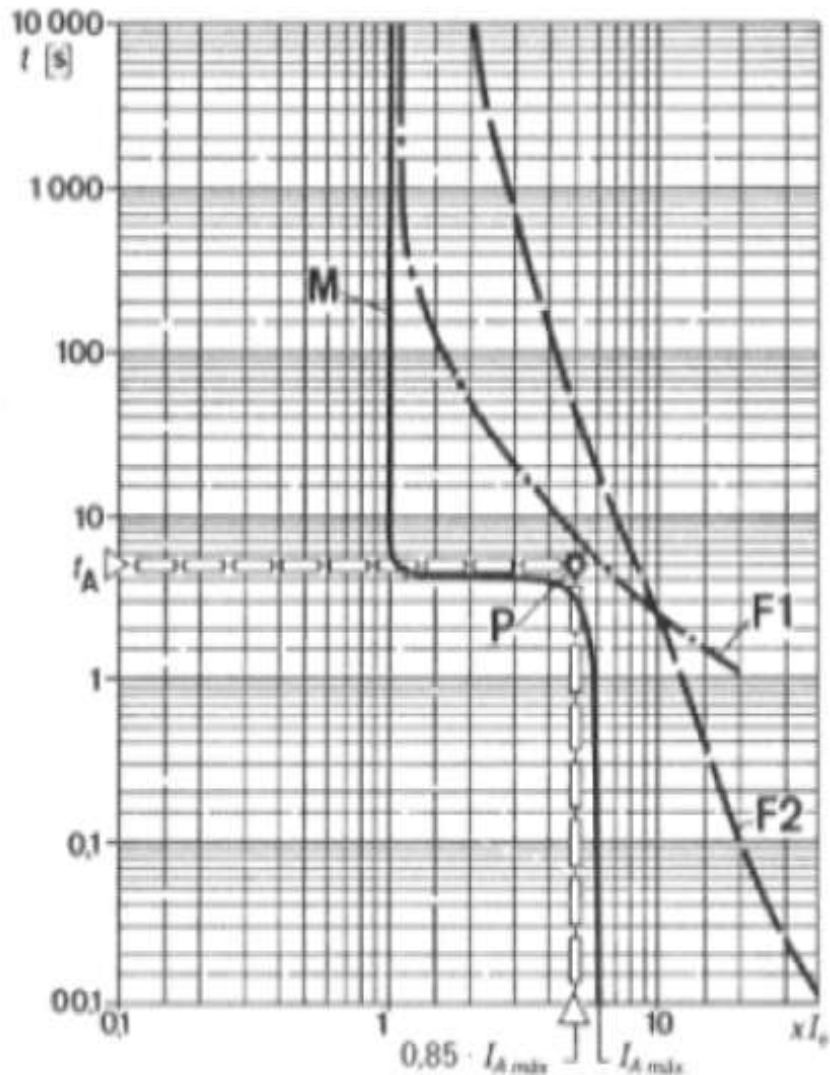
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

- Tres son las causas que originan los accidentes eléctricos:
 - **Los cortocircuitos:** que pueden ser provocados por un accidente mecánico o químico, por un mal funcionamiento de un dispositivo de protección o por el uso de cables viejos o en mal estado.
 - **El calentamiento de cables:** que ocurre cuando existe una sobrecarga eléctrica en un circuito, por la voladura de un fusible o por una instalación defectuosa.
 - **No respetar las normas de seguridad:** como cuando se prescinde del asesoramiento de un profesional y/o técnico o cuando las instalaciones eléctricas no han recibido el mantenimiento necesario o no haberse instalado los dispositivos de protección adecuados.

Fusibles

La intensidad nominal mínima del fusible de protección de un motor se determina a partir de la intensidad de arranque y del tiempo de arranque del mismo.

FUSIBLE aM



M = Evolución de la intensidad de arranque del motor.

$I_{\max}$ = Intensidad en el arranque.

t_A = Tiempo de arranque.

F_1 = Característica de disparo del relé térmico.

F_2 = Característica media del fusible elegido.

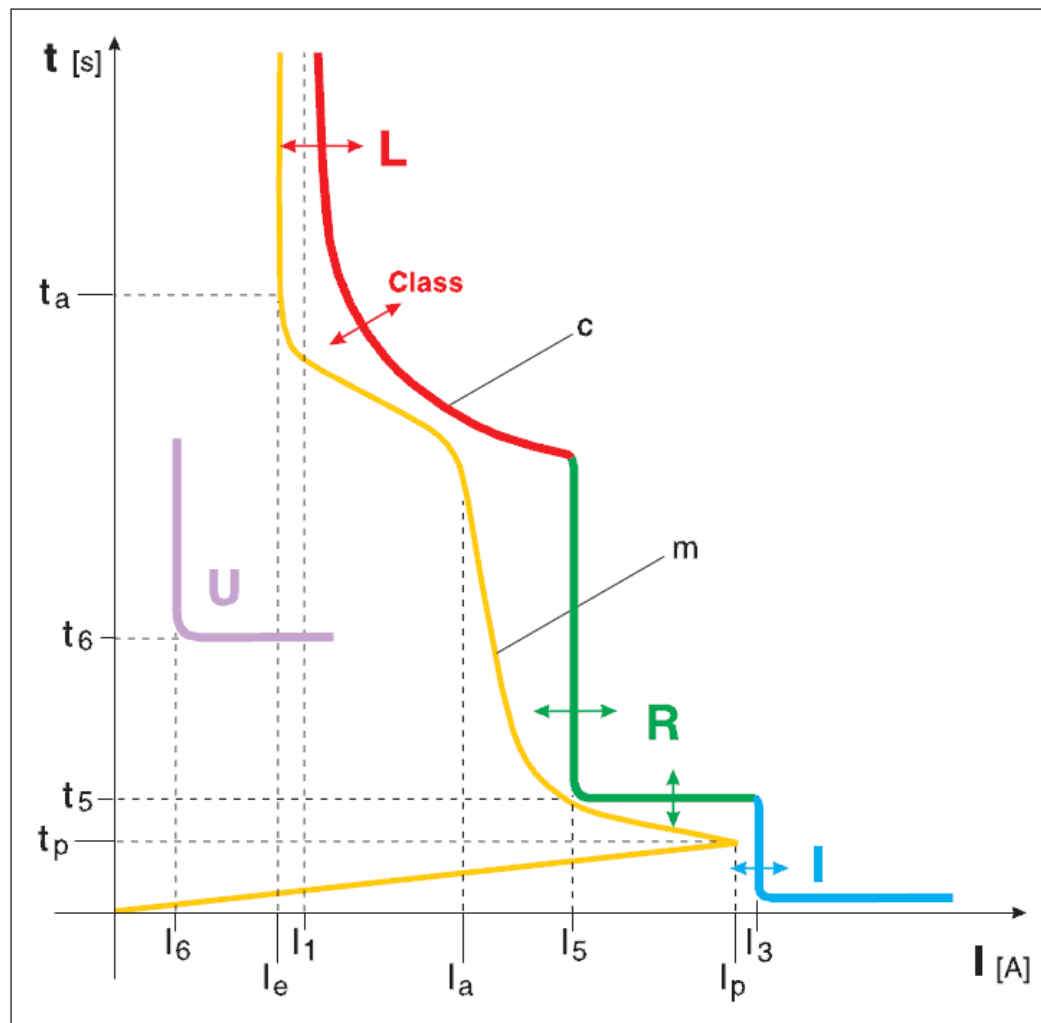
P = Punto determinante de la intensidad nominal mínima.

Curvas tiempo-corriente para protección motores

Curvas de los interruptores automáticos con relé electrónico PR222MP

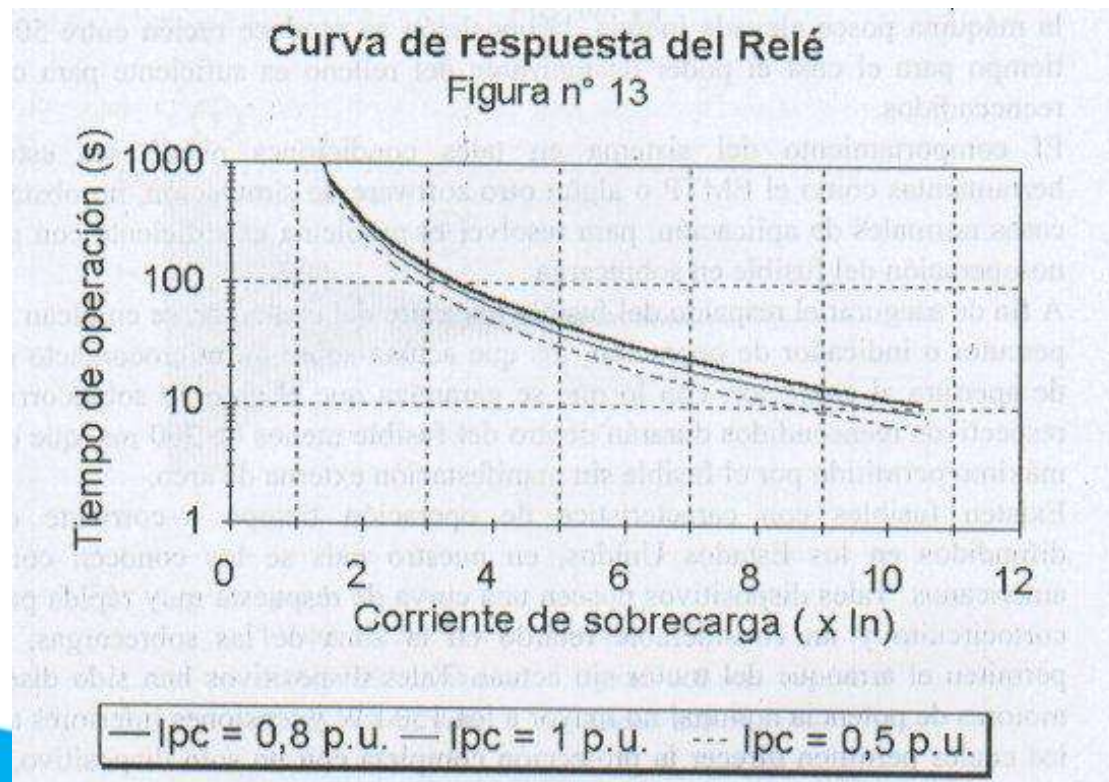
Curva característica de funcionamiento de un motor asincrónico

- I_1 = corriente de actuación función L
- I_3 = corriente de actuación función I
- I_5 = corriente de actuación función R
- t_5 = tiempo de actuación función R
- I_6 = corriente de actuación función U
- t_6 = tiempo de actuación función U
- I_e = corriente de servicio asignada del motor
- I_a = corriente de arranque del motor
- I_p = valor de cresta de la corriente subtransitoria de arranque
- t_a = tiempo de arranque del motor
- t_p = duración de la fase subtransitoria de arranque
- m** = curva típica de arranque del motor
- c** = ejemplo de curva tiempo-corriente de un interruptor automático de protección de los motores con relé electrónico



Relés térmicos

- Los relés cumplen con la función de protección térmica del motor contra sobrecargas y van asociados a un contactor que es el que realiza la apertura del circuito de potencia. Puesto que protegen solamente contra sobrecargas, los relés térmicos deben complementarse con una protección contra cortocircuitos.

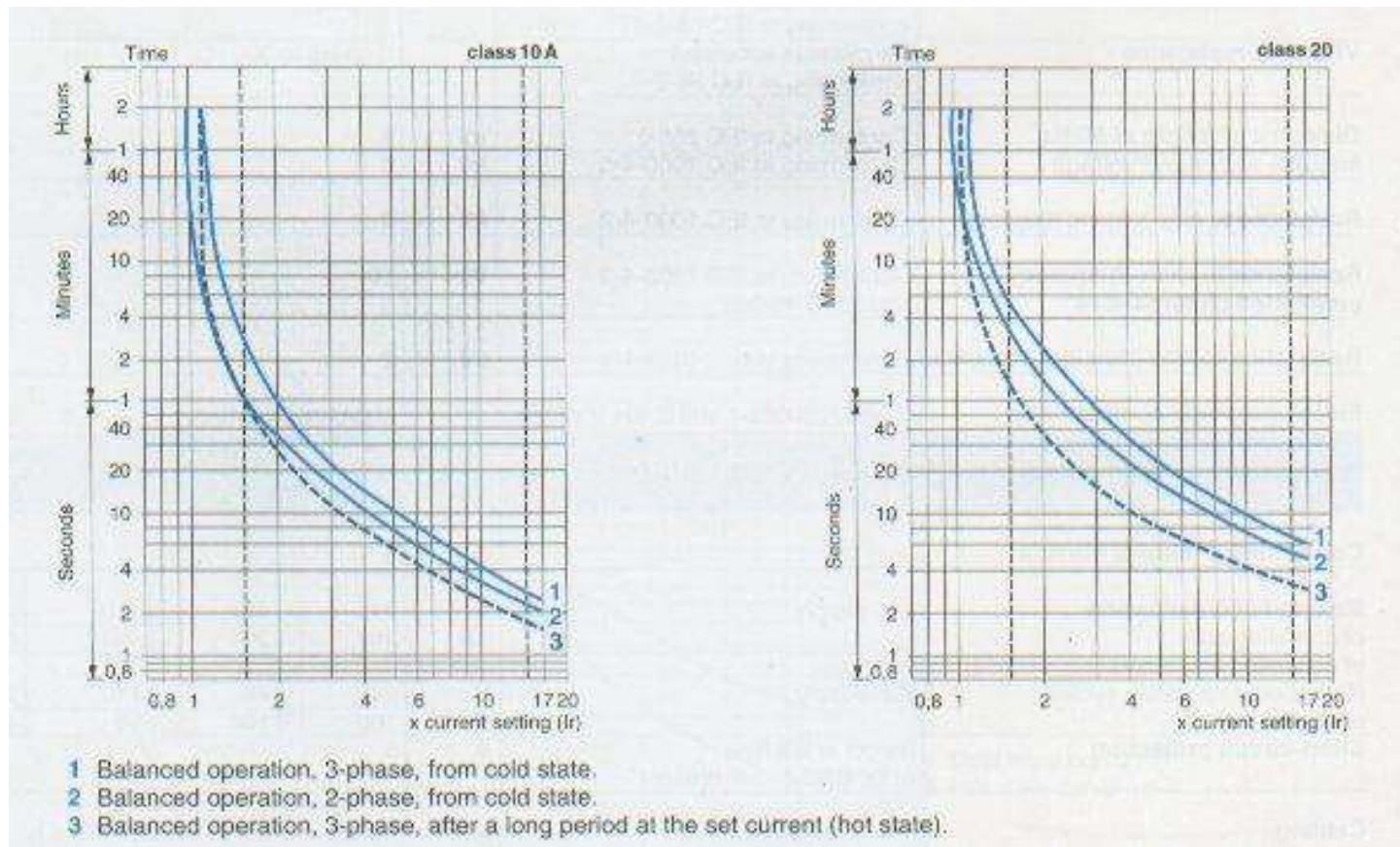


Relés térmicos

La norma que especifica este tipo de relés es la IEC 60947-4 y establece distintas clases de relés, especificando tiempos de no apertura y de apertura para cada una de ellas como sigue:

Clase	Tiempos de intervención			
	No disparo		Disparo	
	1.05 Ir	1.20 Ir	1.5 Ir	7.2 Ir
10A	> 2hs.	< 2hs.	< 2min.	2 a 10 seg.
10	> 2hs.	< 2hs.	< 4min.	4 a 10 seg.
20	> 2hs.	< 2hs.	< 8min.	6 a 20 seg.
30	> 2hs.	< 2hs.	< 12min.	9 a 30 seg.

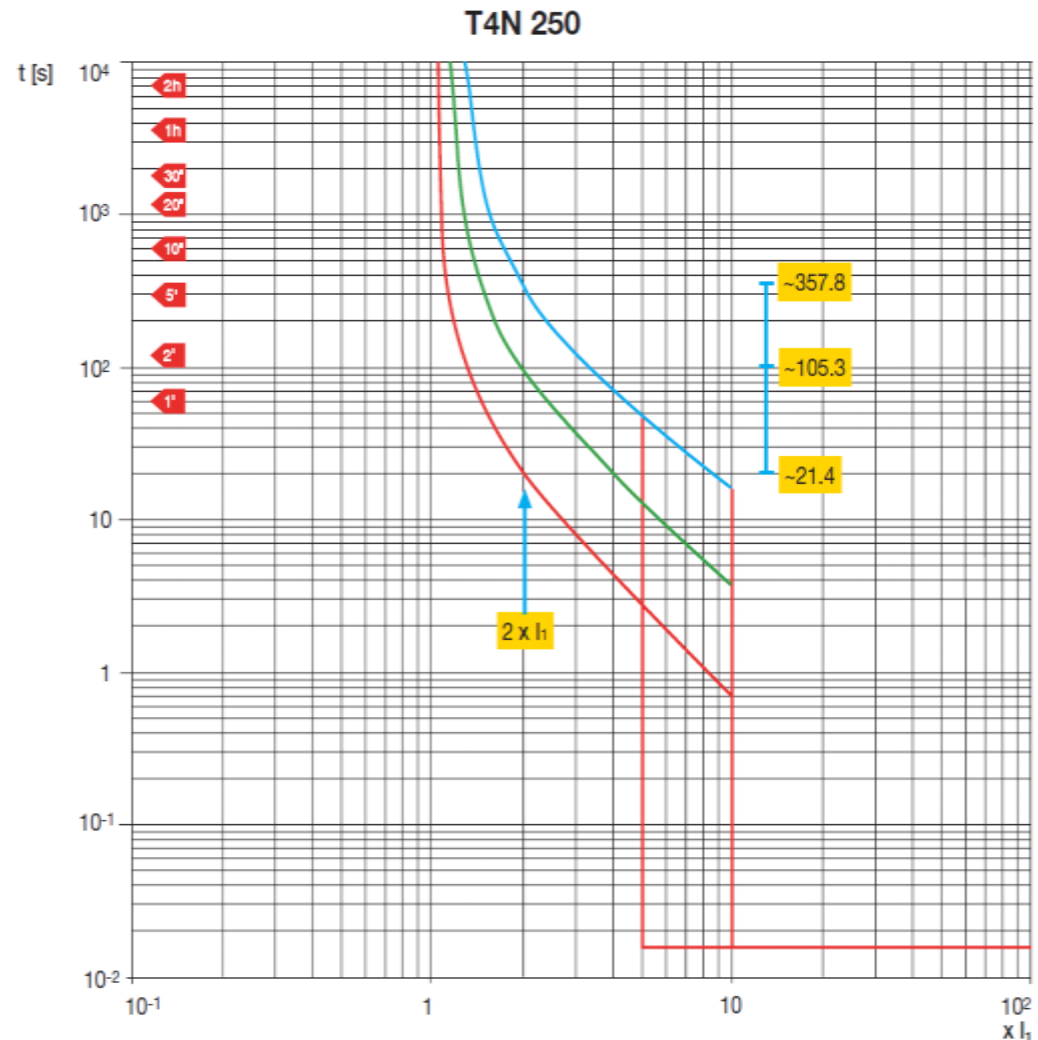
Relés térmicos



Clase	Tiempos de intervención			
	No disparo		Disparo	
	1.05 I_r	1.20 I_r	1.5 I_r	7.2 I_r
10A	> 2hs.	< 2hs.	< 2min.	2 a 10 seg.
10	> 2hs.	< 2hs.	< 4min.	4 a 10 seg.
20	> 2hs.	< 2hs.	< 8min.	6 a 20 seg.
30	> 2hs.	< 2hs.	< 12min.	9 a 30 seg.

Curvas tiempo-corriente para distribución (relé termomagnético)

- Se toma en consideración un interruptor automático T4N 250 ($I_n = 250$ A).
- Mediante el trimmer de regulación térmica, seleccionar el umbral de corriente I_1 , por ejemplo, a $0.9 \times I_n$ (225 A); seleccionar el umbral de actuación magnético I_3 , regulable de 5 a $10 \times I_n$, a $10 \times I_n$ igual a 2500 A.
- Para valores de corriente de defecto superiores a 2500 A, el interruptor automático interviene con la protección magnética instantánea.

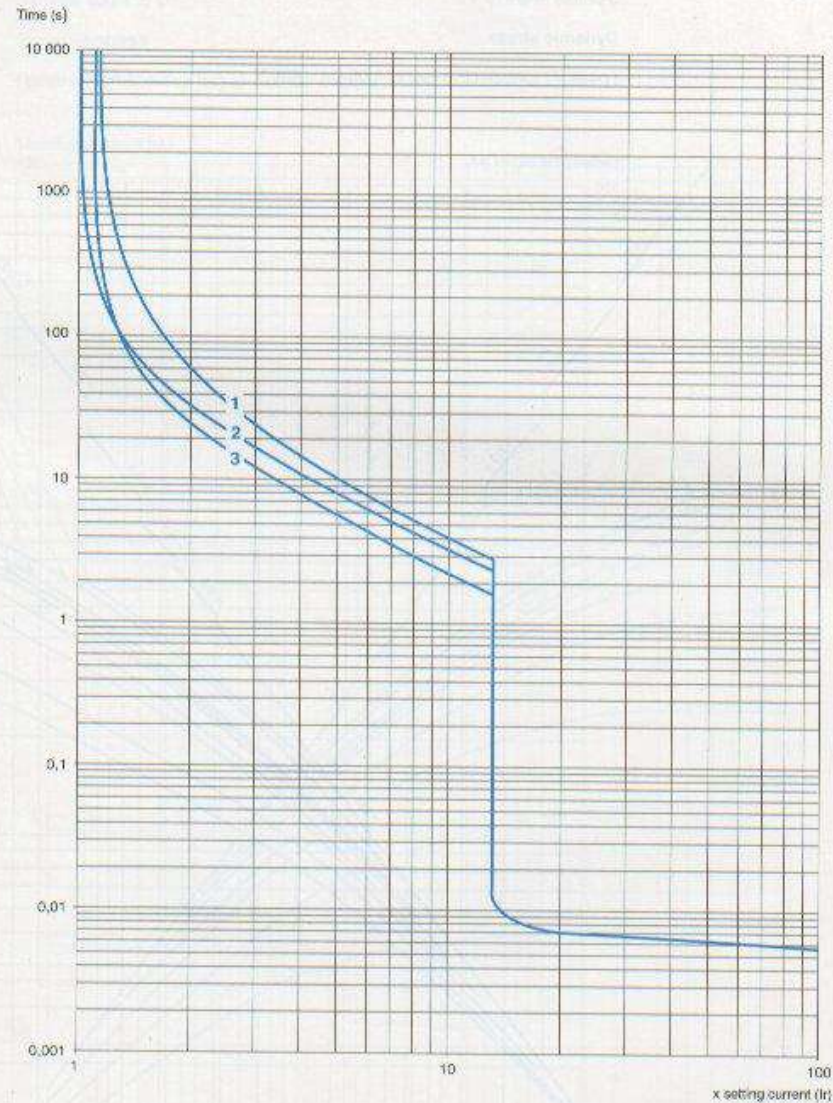


Guardamotores magnéticos

- Son dispositivos de protección contra cortocircuito, de corte tripolar.
- Los guardamotores magnéticos cumplen la función de protección contra cortocircuitos, cumpliendo adicionalmente la función de seccionamiento. Los requisitos para que cumplan con la función de protección contra cortocircuito son básicamente una pronta detección de la corriente de defecto y una rápida apertura de los contactos. Esto conduce a que los guardamotores magnéticos sean aparatos limitadores.

Tripping curves for GV2-L or LE combined with thermal overload relay LRD or LR2-K

Average operating time at 20°C according to multiples of the setting current



- 1 3 poles from cold state
- 2 2 poles from cold state
- 3 3 poles from hot state

- La norma que especifica las características técnicas de los guardamotores es la norma **IEC947-4-1** - “Contactores y Guardamotores – electromecánicos”.
- El guardamotor magnético presenta un elevado poder de corte, siendo el rango del mismo desde 10kA hasta 100kA aproximadamente.

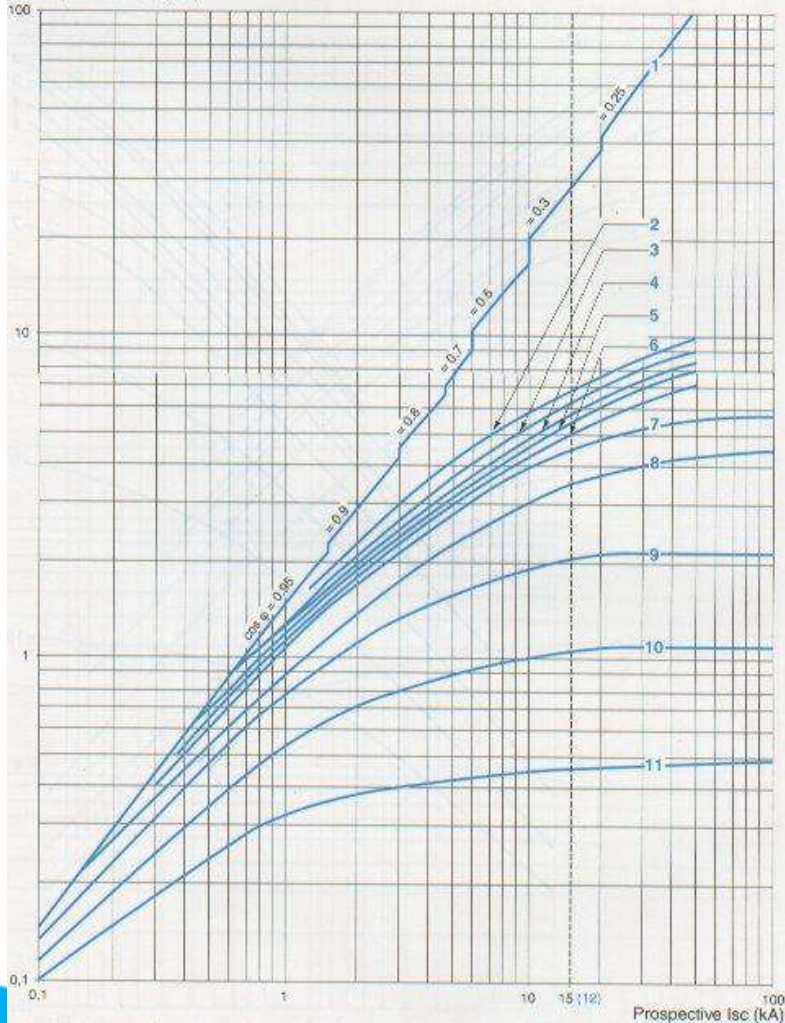
Current limitation on short-circuit for GV2-ME and GV2-P

3-phase 400/415 V

Dynamic stress

$I_{peak} = I$ (prospective I_{sc}) at $1.05 U_n = 435$ V

Limited peak current (kA)



- 1 Maximum peak current
- 2 24-32 A
- 3 20-25 A
- 4 17-23 A
- 5 13-18 A
- 6 9-14 A

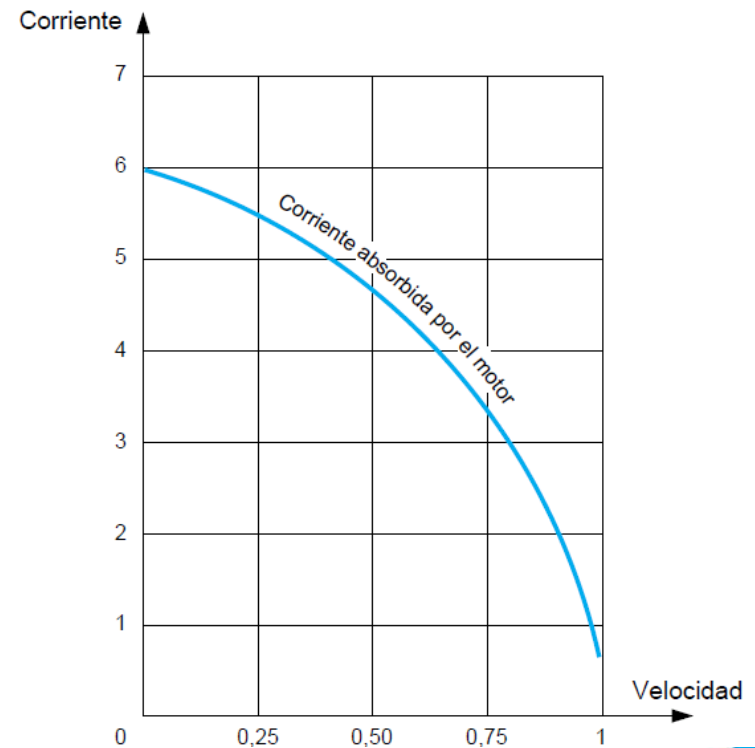
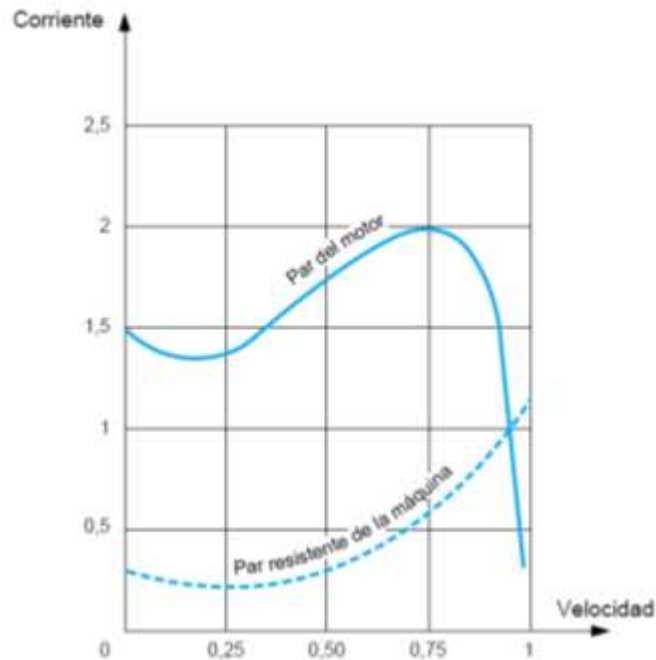
- 7 6-10 A
- 8 4-6.3 A
- 9 2.5-4 A
- 10 1.6-2.5 A
- 11 1-1.6 A
- 12 Limit of rated ultimate breaking capacity on short-circuit

curvas de limitación
de corriente del
guardamotor tipo
GV2-ME



CRITERIO PARA LA ELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN EN ARRANQUES DE MOTORES

- ARRANQUE DIRECTO**



ARRANQUE DIRECTO

Relac. Tensión (U_r / U_n) =	1	
$I_{arr.m\acute{a}x} / I_n$ (incl arranq' suave) =	6,5	
Tiempo de arranque (incl arranq' suave) >	3,750	s

CRITERIO PARA LA ELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN EN ARRANQUES DE MOTORES

- **ARRANQUE EN ESTRELLA TRIANGULO**

ESTRELLA TRIANGULO		
Relac. Tensión (U_r / U_n) =	0,577	
$I_{arr.m\acute{a}x} / I_n$ (incl arranq' suave) =	4	
Tiempo de arranque (incl arranq' suave) >	no	s

CRITERIO PARA LA ELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN EN ARRANQUES DE MOTORES

- REACTOR

REACTOR		
Relac. Tensión (U_r / U_n) =	0,75	
$I_{arr.m\acute{a}x} / I_n$ (incl arranq' suave) =	5,3	
Tiempo de arranque (incl arranq' suave) >	8,2	s

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE ARRANQUE

Motores de jaula					Motores de anillos
	Arranque directo	Arranque estrella triángulo	Arranque por resistencias estáticas	Arranque con auto-transform.	Arranque rotórico
Corriente inicial de arranque	4 a 8 In	1,3 a 4,5In	4,5 In	1,7 a 4 In	< 2,5 In
Ventajas	Arrancador simple Par de arranque importante	Arrancador relativamente barato	Posibilidad regulación de los valores de arranque. No hay corte de alimentación durante el arranque.	Buena relación par-intensidad. Posibilidad regulación de los valores de arranque. No hay corte de alimentación durante el arranque.	Muy Buena relación par-intensidad. Posibilidad regulación de los valores de arranque. No hay corte de alimentación durante el arranque.
Desventajas	Punta de intensidad muy importante. Asegurarse que la red admite esta punta. No permite arranque lento y progresivo.	Pequeño en el arranque. No hay posibilidad de regulación. Corte de la alimentación en el cambio de acoplamiento y fenómenos transitorios. Motor bobinado en triángulo para Un.	Pequeña reducción de la punta de arranque. Necesita Resistencias.	Necesita un auto-transformador costoso.	Motor de anillos más costoso. Necesita resistencias.
Duración media del Arranque	2 a 4 s	3 a 7 s	7 a 12 s	7 a 12 s	3 tiempos: 2,5 s 4 y 5 tiempos: 5 s

Cuadro con los distintos dispositivos de protección y las funciones que cumplen

	Seccionamiento	Comando	Protección contra cortocircuitos	Protección contra sobrecargas
Contactor		SI		
Relé térmico				SI
Guardamotor magnético	SI		SI	
Seccionador porta fusibles (c/fusibles)	SI		SI	
Guardamotor magnetotérmico	SI		SI	SI

SELECCIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS

OBJETIVOS

1. Analizar las características de los diferentes tipos de tableros eléctricos.
2. Seleccionar un tablero eléctrico según la aplicación.
3. Identificar las condiciones que deben cumplir los tableros eléctricos para su uso.

DEFINICIÓN

- Los tableros eléctricos son una combinación de uno o más dispositivos de maniobra, asociados con equipos de control, medida, protección y regulación, completamente ensamblados; es decir, con todas sus interconexiones eléctricas y mecánicas terminadas, así como sus partes estructurales.



NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS

- Para tableros: **IEC 60439-1**

- Para interior:
 - Norma Internacional: IEC 947
 - Norma Europea: EN 60947
 - Norma Española: UNE-EN 60947

IEC 947-1 Parte 1: Reglas generales

IEC 947-1 Parte 2: Interruptores automáticos

IEC 947-1 Parte 3: Interruptores, INt. Secc., Int. Fusible

IEC 947-1 Parte 4: Contactores y Arrancadores motor

IEC 947-1 Parte 5: Aparatos de conmut. para circ. mando

IEC 947-1 Parte 6: Aparatos de función múltiple

IEC 947-1 Parte 7: Materiales auxiliares

CARACTERÍSTICAS

Según la norma **IEC 60439-1**, se distinguen las siguientes características:

1. Tensiones asignadas:

- Tensión asignada de empleo U_e
- Tensión asignada de aislamiento U_i
- Tensión asignada soportada al impulso U_{imp}



CARACTERÍSTICAS

2. Intensidades asignadas:

- Intensidad asignada de corta duración admisible I_{cw}
- Intensidad asignada de cresta admisible I_{pk}
- Intensidad asignada de cortocircuito condicional I_{cc}
- Intensidad asignada de cortocircuito limitada por fusible I_{cf}

3. Factor asignado de simultaneidad

4. Frecuencia asignada

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL TABLERO (IEC 439-1)

Tensión nominal de operación [kV]	0.40	0.40
Tensión nominal de aislación [kV]	0.50	0.50
Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50Hz 1min.[kV]	4	4
Tensión de ensayo para impulso de tipo rayo 1.2/50 microseg. de valor de cresta[kV]	4	4
Intensidad asignada en cableado interno [A]	200	
Intensidad asignada en cada salida [A]	100	10
Intensidad soportada de corta duración, 1s [kA]	5	5
Intensidad soportada de pico [kAcr]	12.5	12.5
Frecuencia asignada [Hz]	50	50

INFORMACIÓN A SUMINISTRAR

1. Placa de características

- El nombre del fabricante o su marca de fábrica.
- Un número de identificación.
- La Norma IEC 439-1.
- La naturaleza de la corriente (y la frecuencia para AC).
- Las tensiones asignadas de empleo, aislamiento y soportada al impulso.
- Las tensiones asignadas de los circuitos auxiliares.
- Los límites de funcionamiento.
- La intensidad asignada de cada circuito.
- La resistencia a los cortocircuitos.
- El grado de protección.
- Las medidas de protección de las personas.
- Las condiciones de empleo.
- Las dimensiones (altura, longitud, profundidad).
- El peso.

2. Identificación

3. Instrucciones para instalación, funcionamiento y mantenimiento

CONDICIONES DE EMPLEO DE LOS TABLEROS

CONDICIONES NORMALES DE EMPLEO



CONDICIONES NORMALES DE EMPLEO

Temperatura del aire ambiente:

- Tanto para instalaciones interiores como exteriores, no debe sobrepasar los +40 °C y la media durante 24 horas no debe sobrepasar los +35 °C.
- El límite inferior para instalaciones interiores es -5 °C y para exteriores -25 °C (clima templado) y -50 °C (clima ártico)

Altitud:

- La altitud del lugar de la instalación no sobrepasará los 1000 m.

Condiciones atmosféricas:

- Para instalaciones interiores, humedad $\leq 50\%$ (a 40 °C).
- Para instalaciones exteriores, humedad $\leq 100\%$ (a 25 °C)

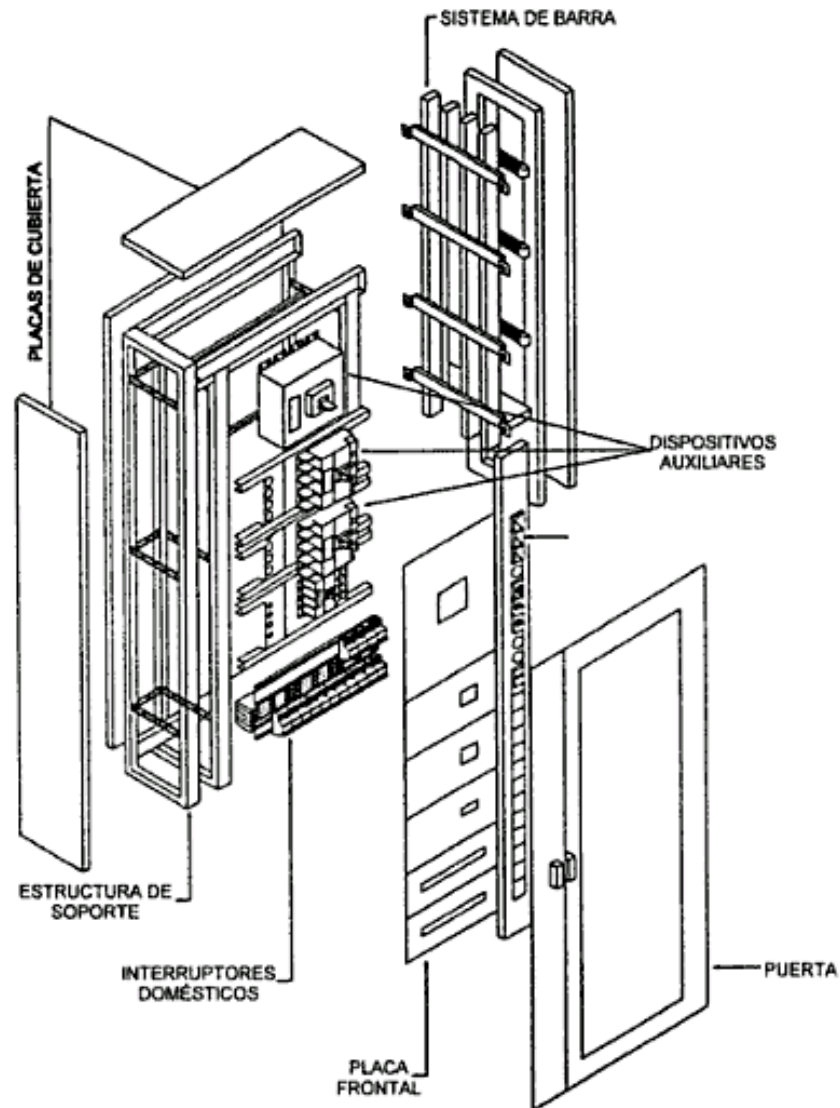
Grado de contaminación

- Grado 1: No existe contaminación
- Grado 2: Presencia de una contaminación no conductora.
- Grado 3: Presencia de una contaminación conductora.
- Grado 4: La polución provoca una conductividad persistente.

CONDICIONES ESPECIALES DE EMPLEO

- Valores de temperatura, humedad relativa y/o altitud diferentes a las especificadas.
- Variaciones rápidas de temperatura y presión del aire.
- Contaminación importante del aire por causa del polvo, humos, partículas corrosivas, vapores o sales.
- Exposición a campos magnéticos o eléctricos de valor elevado.
- Exposición a temperaturas extremas (radiaciones solares).
- Instalaciones en emplazamientos expuestos a incendios o explosión.
- Exposición a vibraciones y a choques importantes.

COMPONENTES DE UN TABLERO ELÉCTRICO



CLASIFICACIÓN

Los tableros eléctricos se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Los tableros de baja tensión
- Los tableros de alta tensión



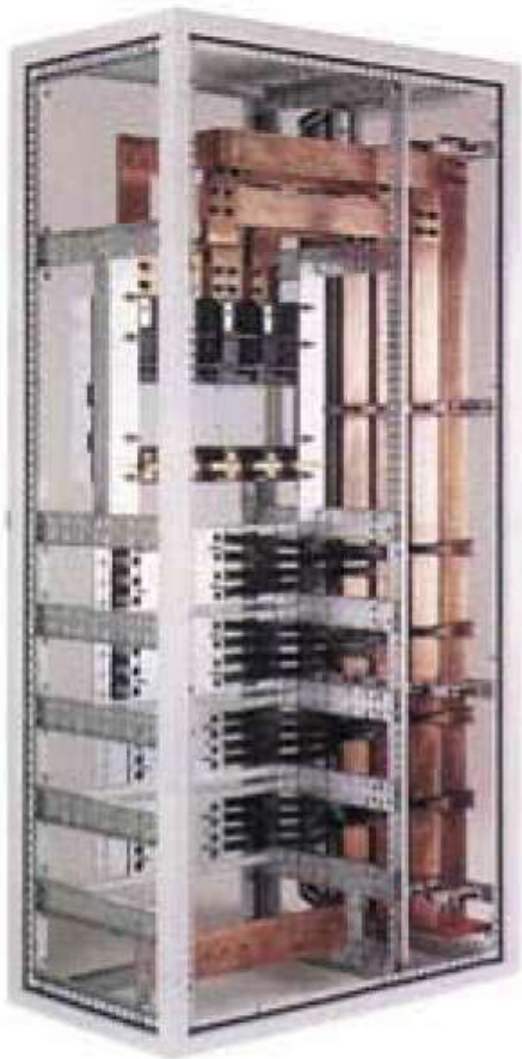
TABLEROS DE BAJA TENSION

Los tableros de baja tensión pueden clasificarse según:

1. Su diseño interior

- **Abierto:** el chasis que soporta a los equipos no tiene cubierta, los equipos son accesibles.
- **Abierto con protección frontal:** el tablero es del tipo abierto pero con una cubierta frontal. Las partes activas pueden ser accesibles pero no por el frente.
- **Bajo envoltente:** tiene cubierta todas sus caras (con la posible excepción del lado de ingreso o salida de cables o barras); brinda por lo menos un grado de protección IP2X.

Abierto



Abierto con protección frontal



Tablero eléctrico bajo envolvente.



2. Su lugar de instalación

- **Instalación interior:** destinado a ser utilizado en locales donde se cumplen las condiciones usuales de empleo para interior.





- **Instalación exterior:**
destinado a ser
utilizado en las
condiciones
normales de empleo
para uso exterior.

3. Su aptitud de desplazamiento

- **Fijo:** destinado a estar fijo en su emplazamiento (suelo o pared).
- **Desplazable:** previsto para poder ser fácilmente trasladado de un emplazamiento a otro.



4. El método de montaje de las partes

- **Partes fijas:** cuando todos sus elementos montados y cableados son instalados de una manera fija.
- **Parte móvil:** cuando una parte de un tablero puede ser retirada y restituida enteramente.
- **Parte desenchufable:** cuando una parte del tablero pueda desplazarse a una posición donde se establece una distancia de seccionamiento (unido mecánicamente).



5. Su modo de montaje

- **Autosoportado:** cuando el tablero está previsto **para** reposar sobre el suelo y puede ser tipo armario o pupitre (consola).
- **Mural:** cuando el tablero está previsto **para ser montado en** un plano vertical ya sea empotrado o adosado.

TABLEROS DE MT Y AT

NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS

- IEC 50298
- IEC 60439-1
- ISO 9001-2008



TABLEROS DE MT Y AT

CELDAS METAL CLAD

Las Celdas Metal Clad son aptas para su utilización en sub-estaciones eléctricas de media tensión hasta 36kV



CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión Nominal (V)	Corriente Nominal (A)	Corriente de Corta Duración (kA)	Poder de cierre (kA)	Tensión Prueba Frec. Industrial (kV)	Tensión de Impulso 1,2/50us (kV)
12	630 a 3150	16 a 31,5	40 a 80	28	70
17,5	630 a 2500	16 a 31,5	40 a 80	38	95
24	630 a 2500	16 a 31,5	40 a 80	50	125
36	630 a 2500	16 a 31,5	40 a 80	70	170

ACCESORIOS ESTÁNDAR

- Orejas de izaje.
- Zócalo.
- Barra de tierra con perforaciones para conexión de cables de tierra.
- Resistencia de calefacción y termostato regulable.
- Fluorescente con interruptor de fin de carrera, para iluminación interior.
- Canaletas ranuradas para cableado.
- Bornes fijos y seccionables para riel DIN 35mm, con identificación.
- Riel DIN tipo pesado.
- Cables THW con identificación termoretráctil y terminales.
- Soportes para cables de control provenientes del exterior del Tablero.
- Barras de fases sobre aisladores de resina (para los Tableros de Servicios auxiliares).
- Letreros de identificación de equipos.
- Diagrama mímico.
- Rejillas de ventilación.

GRADO DE PROTECCIÓN IP (Norma IEC 529)

6. Su grado de protección

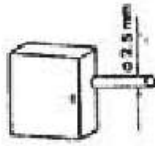
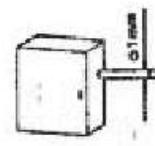
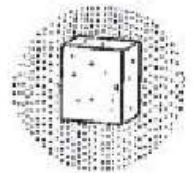
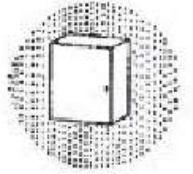
Primer dígito: protección contra contactos sólidos externos.

Segundo dígito: protección contra ingreso de líquidos.

Tercer dígito: protección mecánica contra impactos

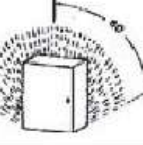
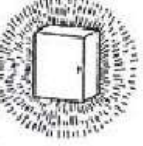
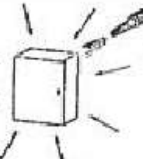
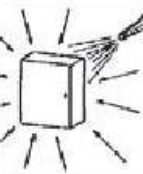
Primer dígito: protección contra contactos sólidos externos.

Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Indicación breve sobre los objetos que no deben penetrar en la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50 mm	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 50 mm.
2	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 12 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 12 mm.
3	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 2,5 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 2,5 mm.
4	Protegida contra cuerpos sólidos de mas de 1 mm.	Cuerpos sólidos con un diámetro superior a 1 mm.
5	Protegida contra la penetración de polvo	No se impide totalmente la entrada de polvo, pero sin que el polvo entre en cantidad suficiente que llegue a perjudicar el funcionamiento satisfactorio del equipo.
6	Totalmente estanco al polvo	Ninguna entrada de polvo.

IPX 1era. Cifra	IPO	Sin protección
	IP1	Protege a cuerpos mayores de 50 mm (contacto involuntario de las manos)
	IP2	Protege a cuerpos mayores de 12mm (dedo de la mano)
	IP3	Protege a cuerpos mayores de 2,5mm (destornillador, etc.)
	IP4	Protege a cuerpos mayores de 1mm (clavos, etc.)
	IP5	Protege contra polvo. Se admite el ingreso que no perjudica el funcionamiento.
	IP6	Protege contra polvo. No se admite el ingreso de polvo.

Segundo dígito: protección contra ingreso de líquidos.

Cifra	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Tipo de protección proporcionada por la envolvente
0	No protegida	Sin protección particular
1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	La caída vertical de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°	Las caídas verticales de gotas de agua no deberán tener efectos perjudiciales cuando la envolvente está inclinada hasta 15° con respecto a la posición normal
3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)	El agua pulverizada de lluvia que cae en una dirección que forma un ángulo de hasta 60° con la vertical, no deberá tener efectos perjudiciales
4	Protegida contra las proyecciones de agua	El agua proyectada en todas las direcciones sobre la envolvente no deberá tener efectos perjudiciales
5	Protegida contra los chorros de agua	El agua proyectada con la ayuda de una boquilla, en todas las direcciones, sobre la envolvente, no deberá tener efectos perjudiciales
6	Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa	Bajo los efectos de fuertes chorros o con mar gruesa, el agua no deberá penetrar en la envolvente en cantidades perjudiciales
7	Protegida contra los efectos de la inmersión	Cuando se sumerge la envolvente en agua en unas condiciones de presión y con una duración determinada, no deberá ser posible la penetración de agua en el interior de la envolvente en cantidades perjudiciales
8	Protegida contra la inmersión prolongada	El equipo es adecuado para la inmersión prolongada en agua bajo las condiciones especificadas por el fabricante NOTA – Esto significa normalmente que el equipo es rigurosamente estanco. No obstante para ciertos tipos de equipos, esto puede significar que el agua pueda penetrar pero solo de manera que no produzca efectos perjudiciales

IPX 2da. Cifra	IPX0	Sin protección
	IPX1	Protege contra caída vertical de gotas de agua
	IPX2	Protege contra caída vertical de gotas hasta 15° de la vertical
	IPX3	Protege contra caída vertical de gotas hasta 60° de la vertical
	IPX4	Protege contra proyección de agua en todas las direcciones
	IPX5	Protege contra chorros de agua en todas las direcciones - Caudal: 12,5 l/min.
	IPX6	Protegido contra olas o chorros potentes Caudal: 100 l/min.
	IPX7	Sumergido a 150 m (punto más alto) por debajo del nivel del agua - 30 min. El agua ingresada no afectará la rigidez dieléctrica.
	IPX8	Inmersión prolongada bajo especificación del fabricante. Sin ingreso de agua.

Símbolos utilizados normalmente para grados de protección

Primera cifra	IP5X		Malla sin recuadro
	IP6X		Malla con recuadro
Segunda cifra	IPX1		Una gota
	IPX3		Una gota dentro de un cuadrado
	IPX4		Una gota dentro de un triángulo
	IPX5		Dos gotas, cada una dentro de un triángulo
	IPX7		Dos gotas
	IPX8		Dos gotas seguidas de una indicación de la profundidad máxima de inmersión en metros

NOTA: Los grados de protección no incluidos en esta tabla no tienen símbolo para su representación.

Clasificación NEMA (EE.UU.)

NEMA (Asociación nacional de fabricantes de electricidad)

- Esta norma proporciona grados de protección para cerramientos para equipo eléctrico (1000 voltios máximo) similar a los del estándar IEC 529

Clasificación NEMA (EE.UU.)

Los cerramientos (cajas) tipo 1, diseñados para utilización en interiores, sirven para proporcionar un grado de protección contra el contacto con equipo adjunto.

Los cerramientos tipo 3, diseñados para utilización en exteriores, sirven para proporcionar un grado de protección (estanquidad) contra el polvo y la lluvia transportados por el viento, aguanieve y formación externa de hielo.

Los cerramientos tipo 4, diseñados para utilización en interiores o exteriores, sirven para proporcionar un grado de protección (estanquidad) contra el polvo y lluvia transportados por el viento, salpicaduras de agua y agua directa procedente de una manguera.

Los cerramientos tipo 4X, diseñados para utilización en interiores o exteriores, sirven para proporcionar un grado de protección (estanquidad) contra la corrosión, polvo y la lluvia transportados por el viento, salpicaduras de agua y agua directa procedente de una manguera.

Los cerramientos tipo 6, diseñados para utilización en interiores o exteriores, sirven para proporcionar un grado de protección (estanquidad) contra la intrusión de agua durante una sumersión temporal producida a una profundidad limitada.

Los cerramientos tipo 6P, diseñados para utilización en interiores o exteriores, sirven para proporcionar un grado de protección (estanquidad) contra la intrusión de agua durante una sumersión prolongada a una profundidad limitada.

Los cerramientos tipo 12, diseñados para utilización en interiores, sirven para proporcionar un grado de protección (estanquidad) contra el polvo, la superposición de suciedad y el goteo de líquidos no corrosivos.

Los cerramientos tipo 13, diseñados para utilización en interiores, sirven para proporcionar un grado de protección (estanquidad) contra el polvo, salpicaduras de agua, aceite y fluido refrigerante no corrosivo.

IEC529 vs.NEMA

- IEC 529 no especifica un grado de protección contra el riesgo de explosión o efectos producidos por la humedad (por ejemplo condensación), vapores corrosivos, hongos o insectos.
- NEMA prueba sus productos para condiciones ambientales como corrosión, oxidación, aceite y líquidos refrigerantes.
- Por esta razón, y debido a que las prueba y evaluaciones para otras características son totalmente diferentes, el sistema de clasificación de protecciones según IEC no puede ser exactamente comparada con los tipos de protección según NEMA.

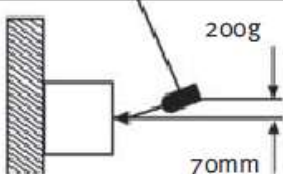
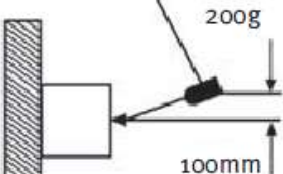
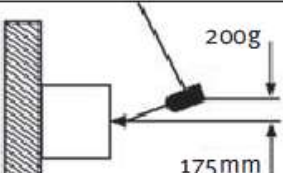
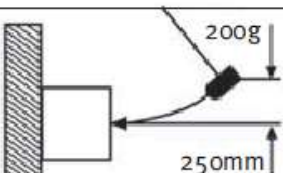
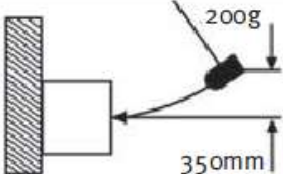
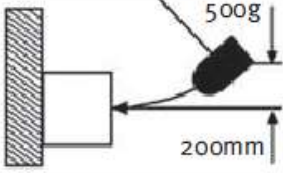
Tabla 3: Referencia cruzada (aproximada) entre NEMA y IEC 529.

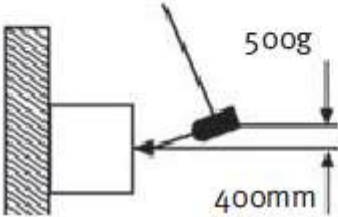
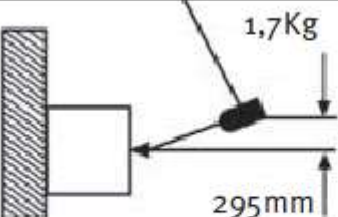
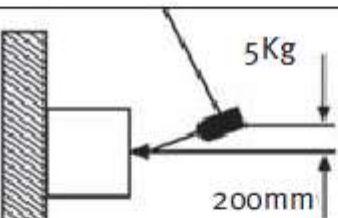
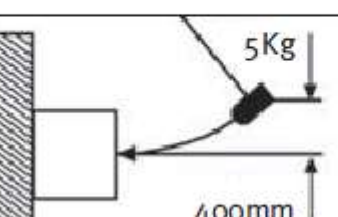
Tipo de protección NEMA	Sistema de clasificación de protecciones según IEC 529							
	IP23	IP30	IP32	IP55	IP64	IP65	IP66	IP67
NEMA 1	☐							
NEMA 2		☐						
NEMA 3					☐			
NEMA 3R			☐					
NEMA 3S					☐			
NEMA 4							☐	
NEMA 4X							☐	
NEMA 6								☐
NEMA 12				☐				
NEMA 13						☐		

Código IK (UNE-EN 50102)

Sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por la envolvente contra impactos mecánicos

Grado IK	IK 00	IK 01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energía (J)	--	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
Masa y altura de la pieza de golpeo	–	0,2 kg 70 mm	0,2 kg 100 mm	0,2 kg 175 mm	0,2 kg 250 mm	0,2 kg 350 mm	0,5 kg 200 mm	0,5 kg 400 mm	1,7 kg 295 mm	5 kg 200 mm	5 kg 400 mm

CIFRA CARACTERÍSTICA	Método de prueba	Energía de Impacto Joule	Descripción de la prueba
IK 00			No protegido
IK *01		$J = 0,15$	Resistencia al impacto de un peso de 200g. que cae desde 70 mm.
IK 02		$J = 0,20$	Resistencia al impacto de un peso de 200g. que cae desde 100 mm.
IK 03		$J = 0,35$	Resistencia al impacto de un peso de 200g. que cae desde 175 mm.
IK 04		$J = 0,5$	Resistencia al impacto de un peso de 200g. que cae desde 250 mm.
IK 05		$J = 0,7$	Resistencia al impacto de un peso de 200g. que cae desde 350 mm.
IK 06		$J = 1$	Resistencia al impacto de un peso de 500g. que cae desde 200 mm.

CIFRA CARACTERÍSTICA	Método de prueba	Energía de Impacto Joule	Descripción de la prueba
IK 07		$J = 2$	Resistencia al impacto de un peso de 500g. que cae desde 400 mm.
IK 08		$J = 5$	Resistencia al impacto de un peso de 1,7Kg. que cae desde 295 mm.
IK 09		$J = 10$	Resistencia al impacto de un peso de 5kg. que cae desde 200 mm.
IK 10		$J = 20$	Resistencia al impacto de un peso de 5Kg. que cae desde 400 mm.

Consultas?

GRACIAS

