

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES



Lider en Formación y Capacitación Profesional

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



Líder en Formación y Capacitación Profesional

# 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**



Líder en Formación y Capacitación Profesional

# Sistema de Evaluación

## K1

Examen.....40%

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



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# SISTEMAS ELÉCTRICOS

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

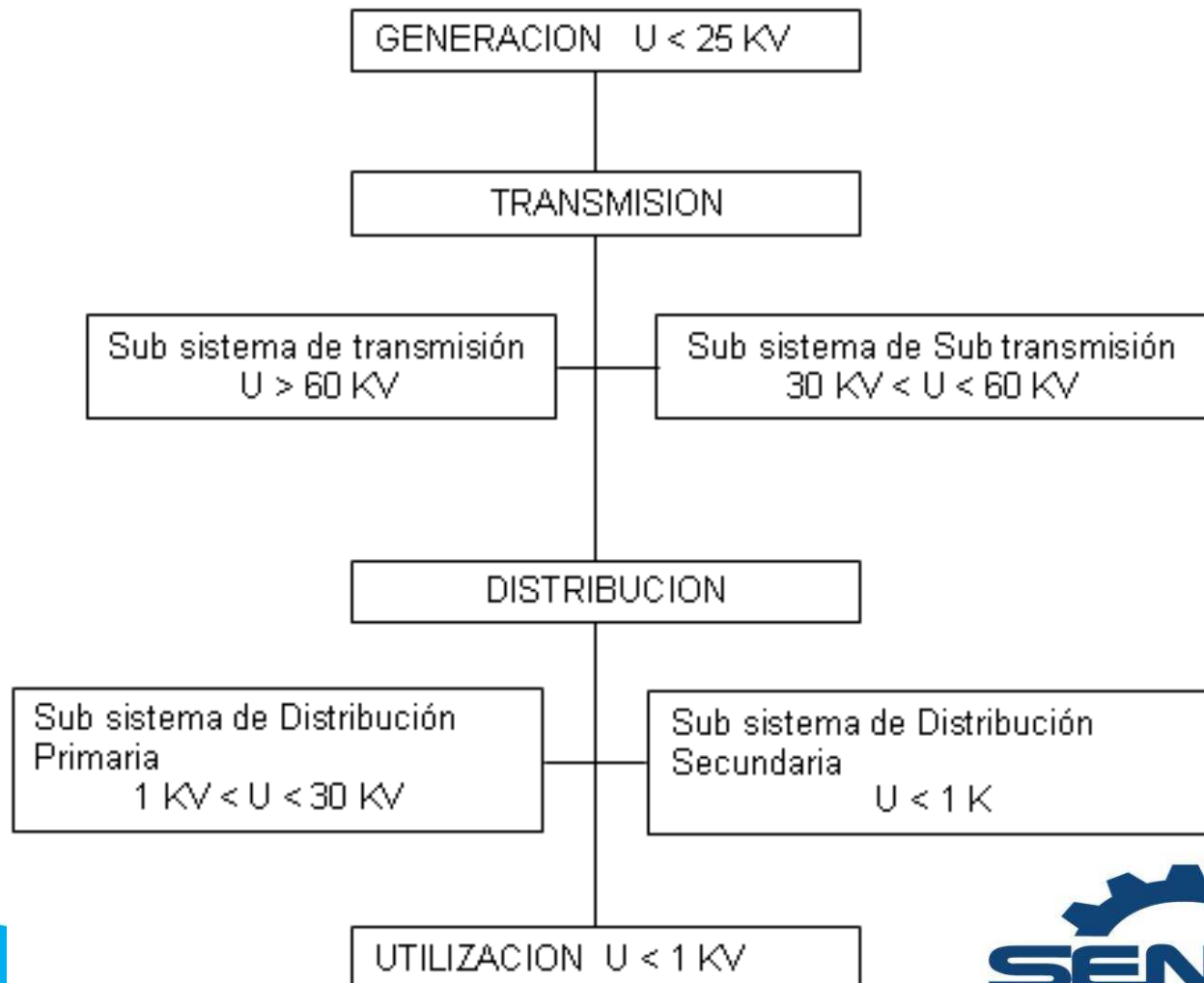
El sistema eléctrico se divide en los siguientes sistemas:

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



Lider en Formación y Capacitación Profesional

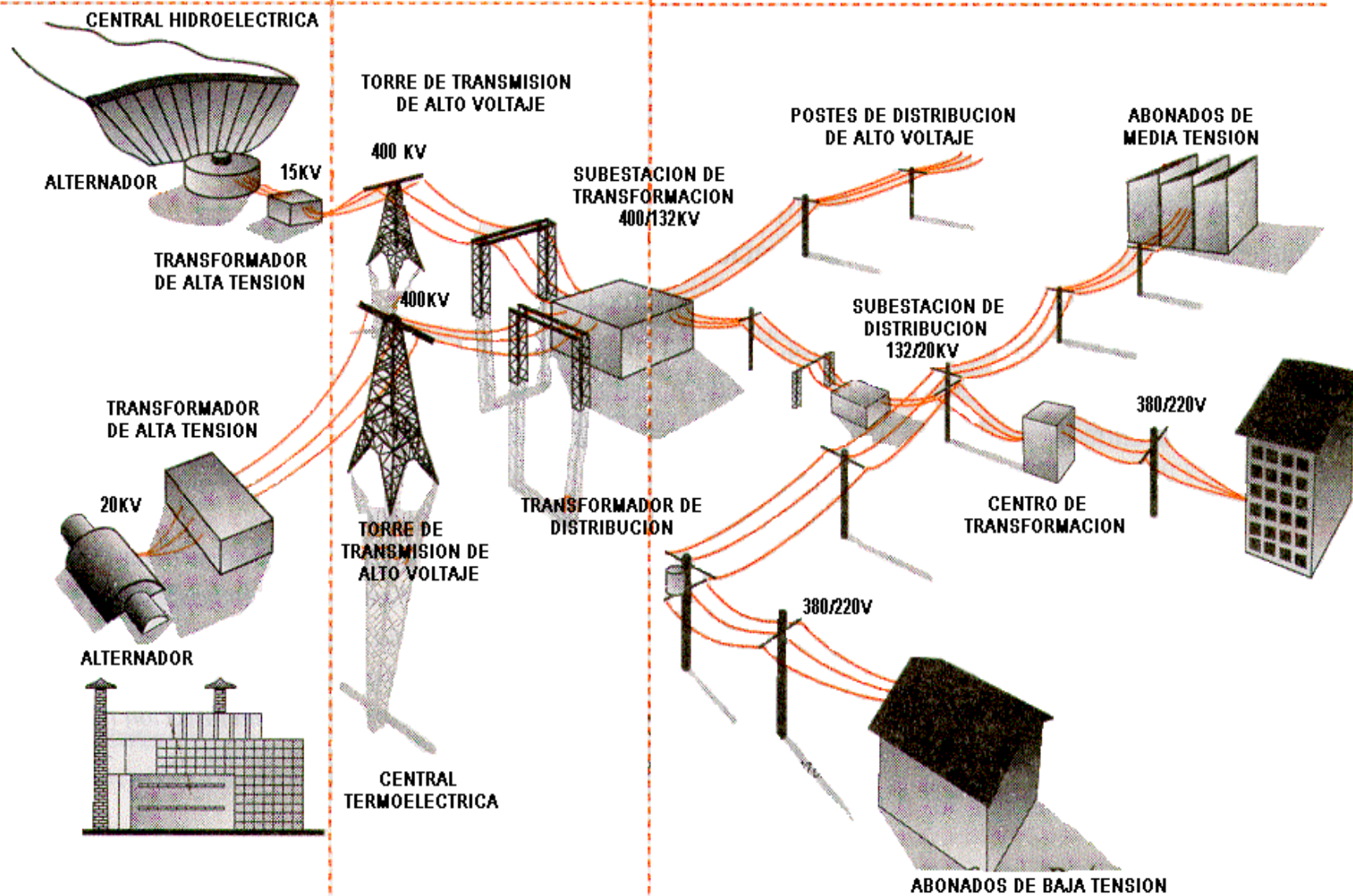
# SISTEMAS ELÉCTRICOS



**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

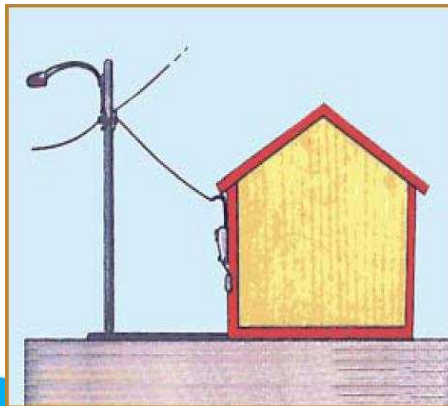
Instalaciones que llevan la energía eléctrica desde el punto de entrega (medidor de energía), al tablero de distribución y los diferentes circuitos derivados que forman parte de las instalaciones interiores.

## a) Conexiones

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

## b) Acometida domiciliaria

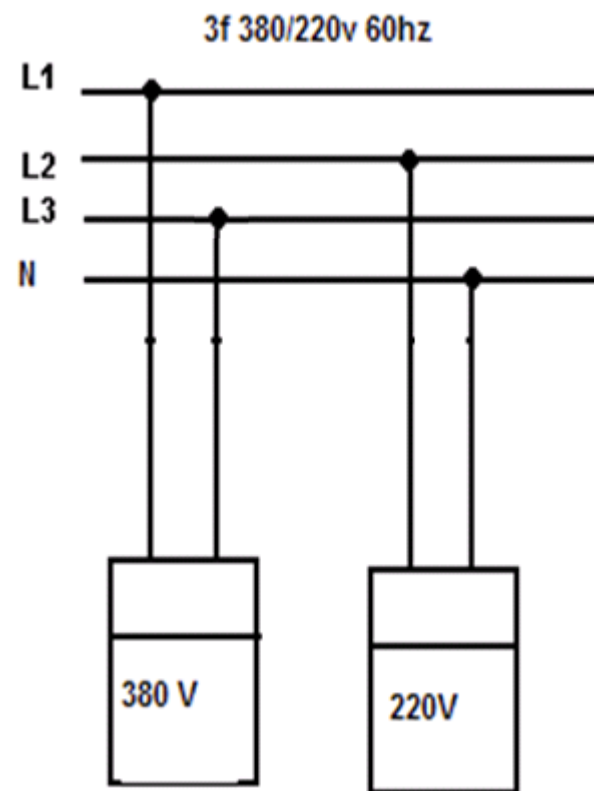
Parte de la instalación de una conexión, comprendida desde la red de distribución secundaria hasta las bornes de entrada de la caja del medidor de energía.



# 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<br>V | Tensión Máxima del Sistema<br>V |
|----------------------|---------------------------------|
| 220<br>380           | 230<br>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.



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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).



**Lider en Formación y Capacitación Profesional**

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

## DEFINICIÓN

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



Líder en Formación y Capacitación Profesional

# 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.



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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.

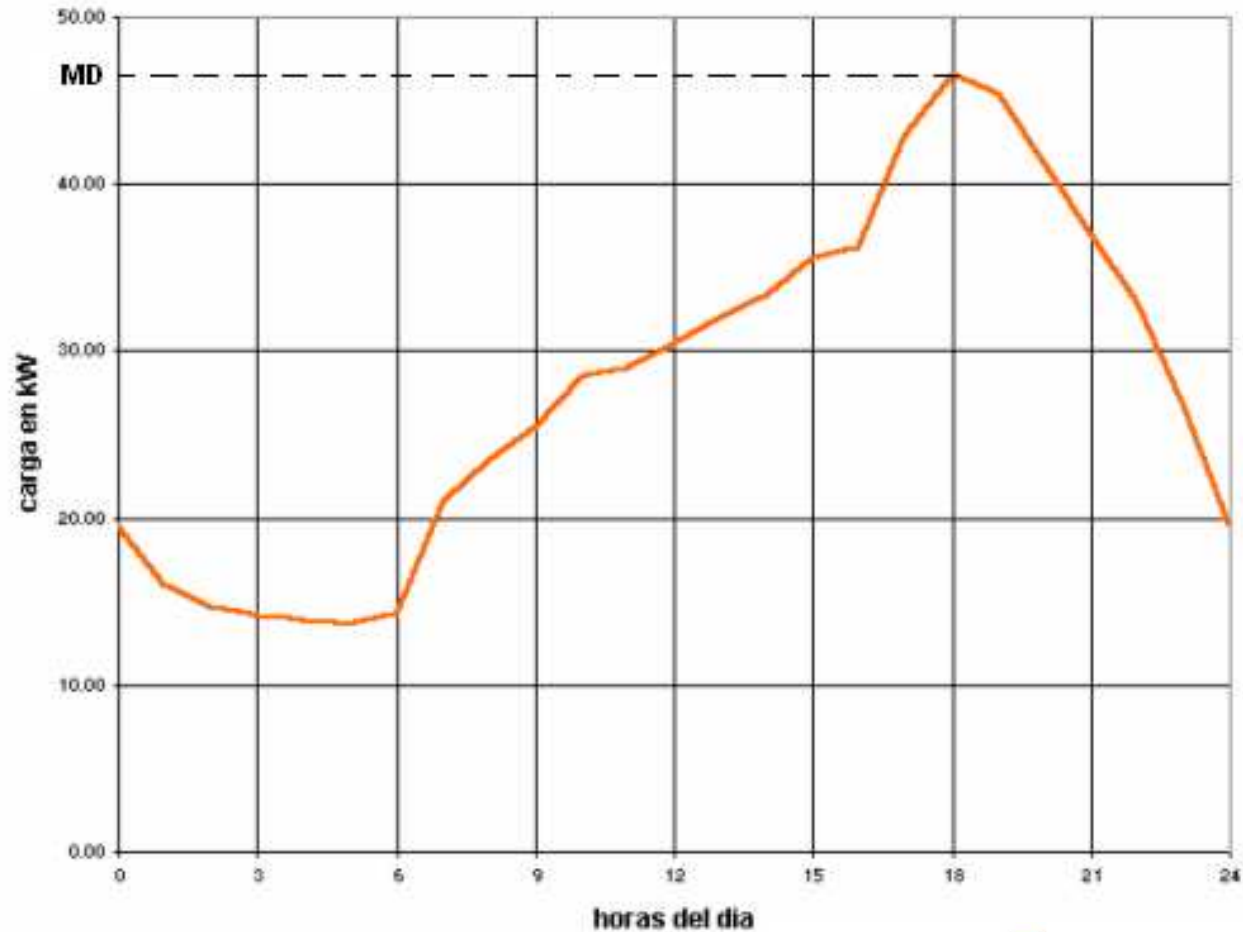
**Demanda Máxima.-** Demanda instantánea mayor que se presenta durante un periodo de trabajo establecido, expresado en KW, KVA, etc.

**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  $KW/m^2$ .



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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.



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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).



**Lider en Formación y Capacitación Profesional**

# 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



Lider en Formación y Capacitación Profesional

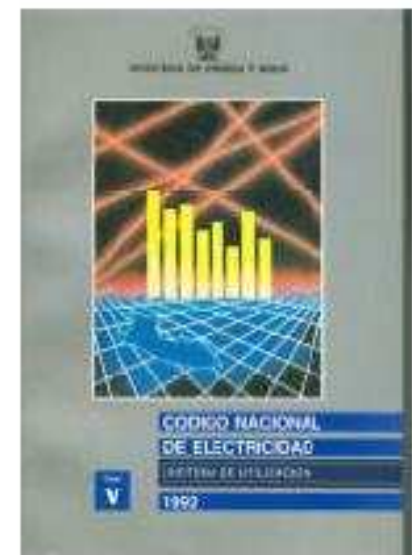
# CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD



**TOMO I**



**TOMO IV**



**TOMO V**



**Lider en Formación y Capacitación Profesional**

## 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**

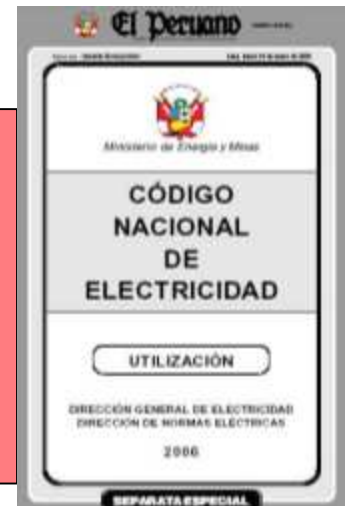
**1982.....Se aprueba el TOMO V Sistema de Utilización del CODIGO ELECTRICO NACIONAL**

## 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
- Índice Crónológico

#### ■ 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**



**Lider en Formación y Capacitación Profesional**

# "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:



Alma

Aislamiento

Cubierta



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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

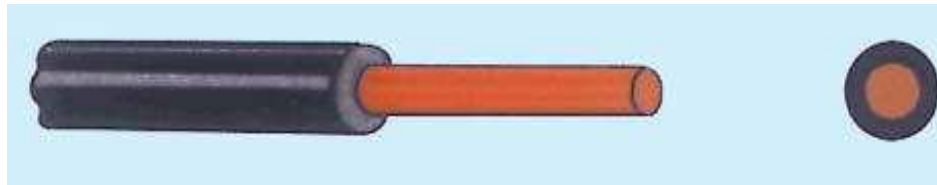


Lider en Formación y Capacitación Profesional

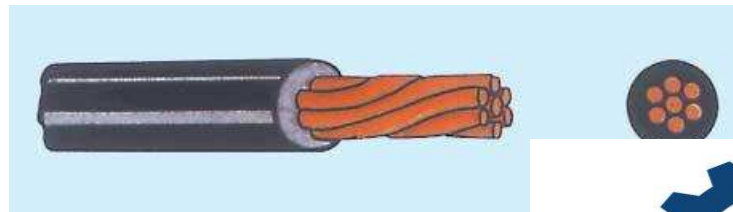
# CLASIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS

- Según su constitución

Alambre



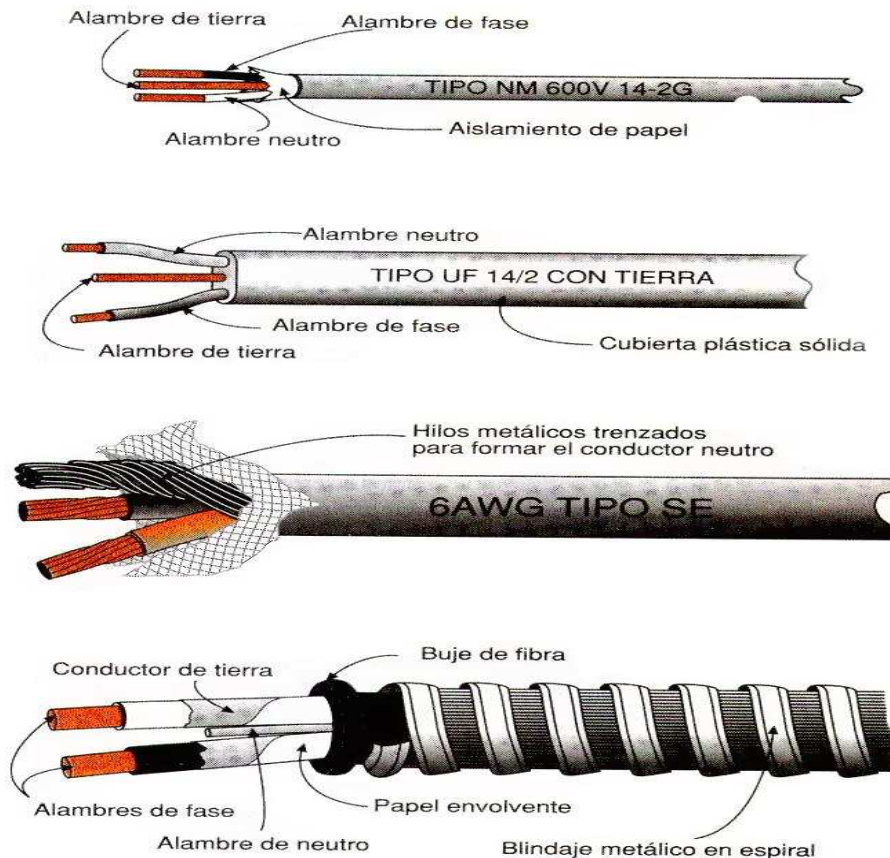
Cordón



- **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.



**Lider en Formación y Capacitación Profesional**

## 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.





Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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 mm<sup>2</sup>, 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 240; 300; 400; 500 mm<sup>2</sup>, etc.



Lider en Formación y Capacitación Profesional

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

| SECCION<br>NOMINAL<br>mm <sup>2</sup> | INSTALACION EN TUBO (A)                       |             |                |               | INSTALACION AL AIRE LIBRE (A) |             |                |               |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|----------------|---------------|-------------------------------|-------------|----------------|---------------|
|                                       | TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION DEL CONDUCTOR |             |                |               |                               |             |                |               |
|                                       | 60°C<br>TW-MTW                                | 75°C<br>THW | 90°C<br>THW-90 | 105°C<br>THHW | 60°C<br>TW-TWT<br>MTW         | 75°C<br>THW | 90°C<br>THW-90 | 105°C<br>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:



Lider en Formación y Capacitación Profesional

Capacidad de corriente en conductores (sistema AWG).

| Calibre del Conductor<br>AWG -MCM | Sección Transversal<br>mm² | INSTALACION EN TUBO (A)                       |              | INSTALACIÓN AL AIRE LIBRE (A) |              |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
|                                   |                            | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR |              |                               |              |
|                                   |                            | 60° C<br>TW                                   | 75° C<br>THW | 60° C<br>TW - TWT             | 75° C<br>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 mm<sup>2</sup>
- 16 AWG = 1,038 mm<sup>2</sup> x 1,26 = 1,309 mm<sup>2</sup>



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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.



Lider en Formación y Capacitación Profesional

Capacidad de corriente en conductores (sistema AWG).

| Calibre del Conductor<br>AWG -MCM | Sección Transversal<br>mm² | INSTALACION EN TUBO (A)                       |              | INSTALACIÓN AL AIRE LIBRE (A) |              |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
|                                   |                            | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR |              |                               |              |
|                                   |                            | 60° C<br>TW                                   | 75° C<br>THW | 60° C<br>TW - TWT             | 75° C<br>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.



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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  $20^\circ\text{C}$ .
- ⊕ Capacidad de ruptura a la carga que oscila entre 37 a  $45 \text{ Kg}/\text{mm}^2$ .



***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  $20^\circ\text{C}$
- ⊕ Capacidad de ruptura media de  $25 \text{ Kg}/\text{mm}^2$ .



# 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.



# APLICACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ALAMBRES

| Nombre de Fábrica                                      | Letras del tipo | Temp. máx. de operación      | Uso para el cual está diseñado                                                    |
|--------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Caucho-código                                          | 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 húmedos                                                     |
| Caucho resist. A la humedad y al calor                 | RH-RW           | 60 C (140 f)<br>75 C (167 f) | Uso gral. En lug. Húmedos<br>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 húmedos                                                      |
| Latex resist. A la humedad                             | RUW             | 60 C (140 F)                 | Uso gral. Y lugares húmedos                                                       |
| Latex resist. Al calor                                 | RUH             | 75 C (167 F)                 | Uso gral.(lugares secos)                                                          |
| Termoplástico                                          | T               | 60 C (140 F)                 | Uso gral.(lugares secos)                                                          |
| Termoplástico resist. A la humedad                     | TW              | 60 C (140 F)                 | Uso gral. Lugares secos o húmedos                                                 |
| Aislamiento mineral (con forro metálico)               | MI              | 85 C (185 F)                 | Uso gral. Y lugares húmedos si se le acondicionan terminales del tipo "O"         |
| Termoplástico 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 forro de plomo            | AVL             | 110 C (230 F)                | Lugares húmedos                                                                   |
| Asbesto y tela barnizada con forro de algodón 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.



Lider en Formación y Capacitación Profesional

## 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.



Lider en Formación y Capacitación Profesional

## 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.



Lider en Formación y Capacitación Profesional

## 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.

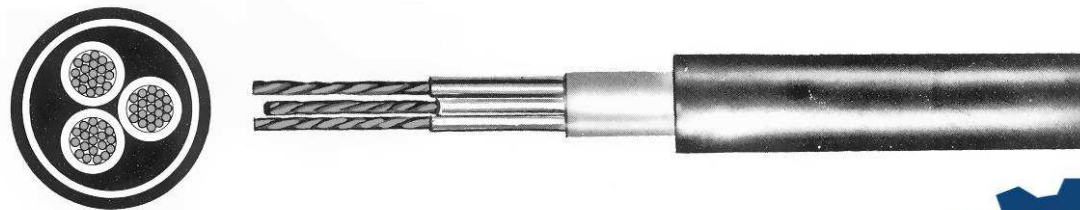


Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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.



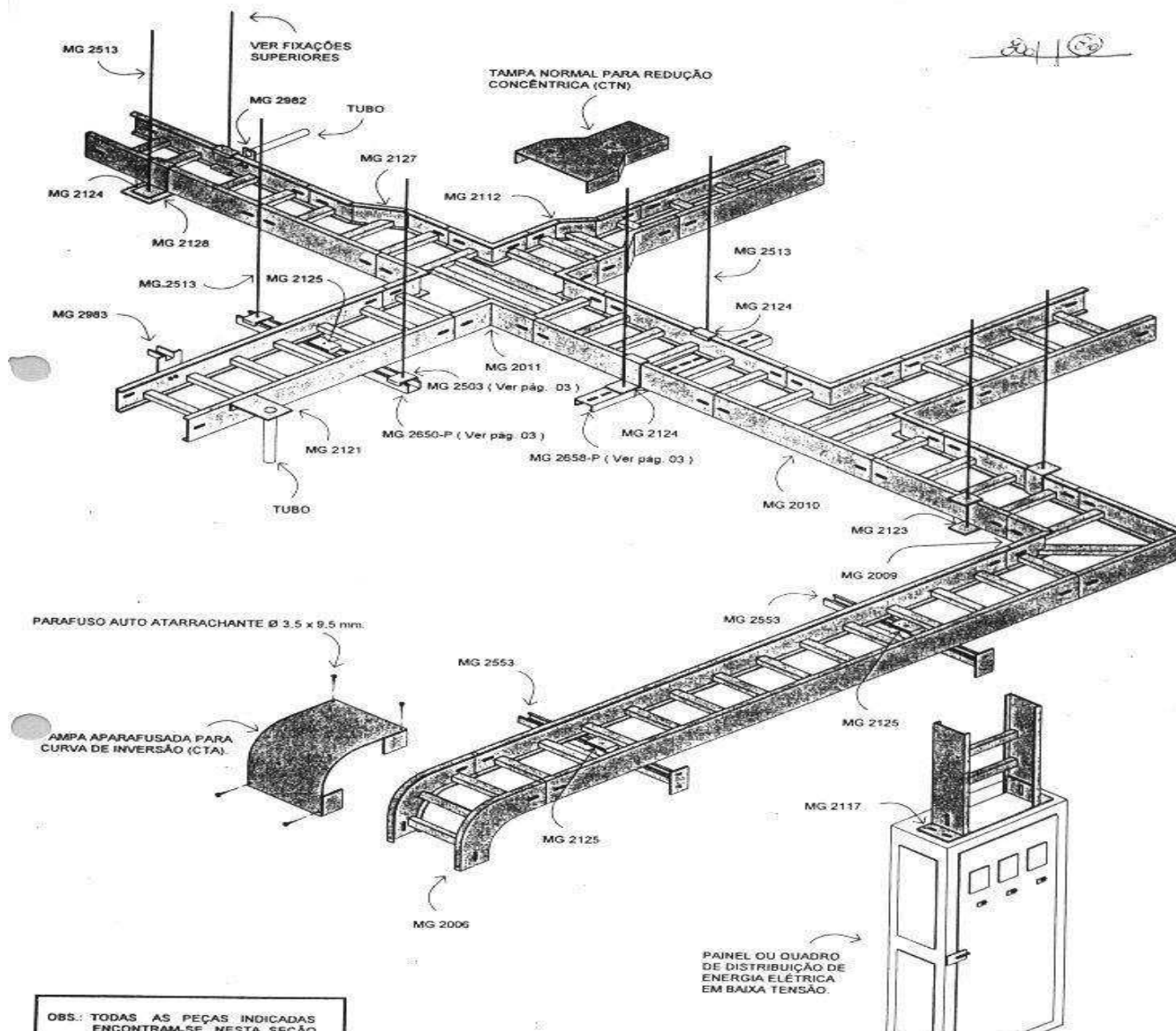
# CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

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.



Lider en Formación y Capacitación Profesional





# CLASIFICACIÓN

## CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

TUBERIAS

CANAleta DE PVC

BANDEJAS O CHAROLAS

CANALETAS METÁLICAS

ZANJAS

DUCTOS SUBTERRANEOS

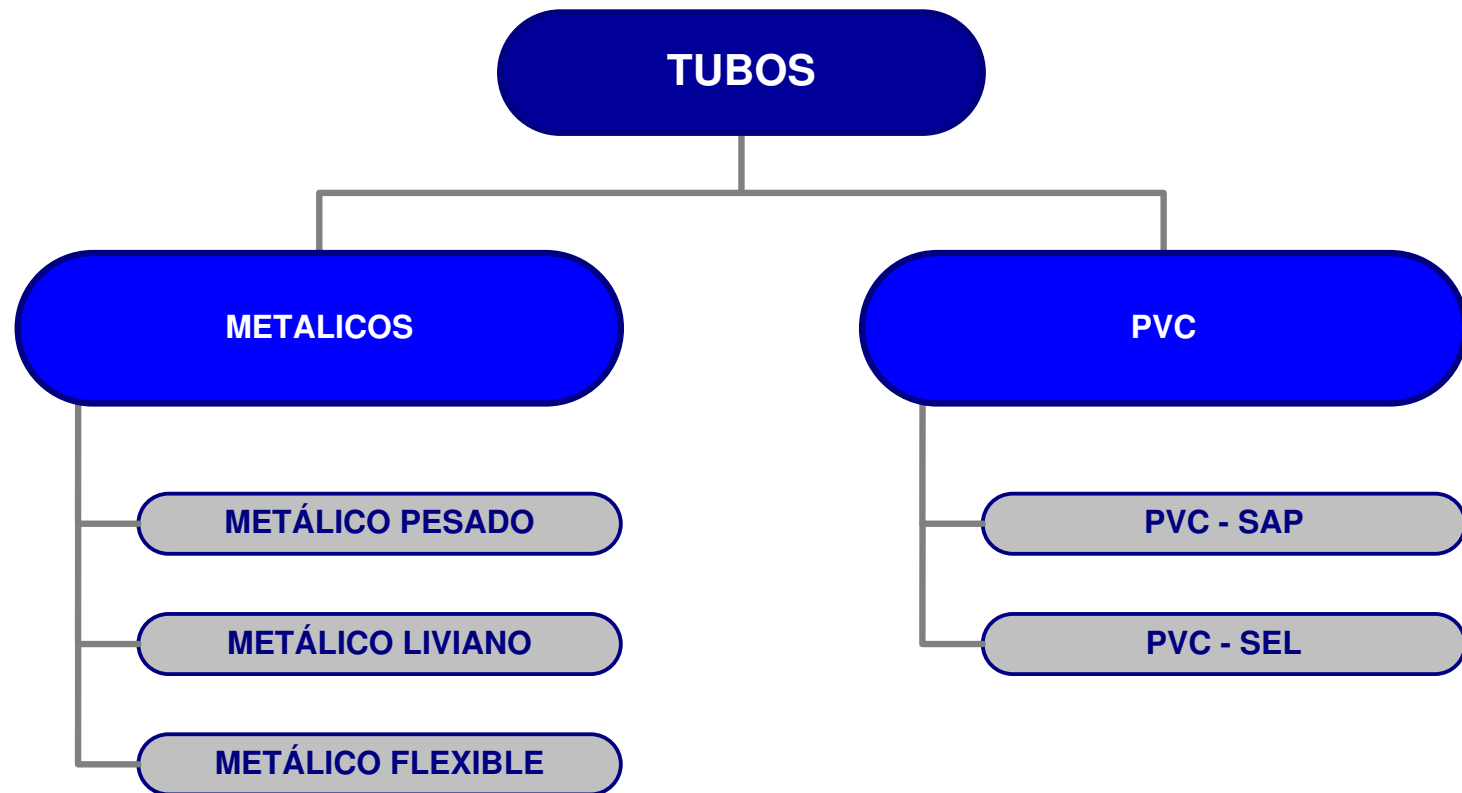
CANALES O TRINCHERAS

## CONDUCTORES ELÉCTRICOS

## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA

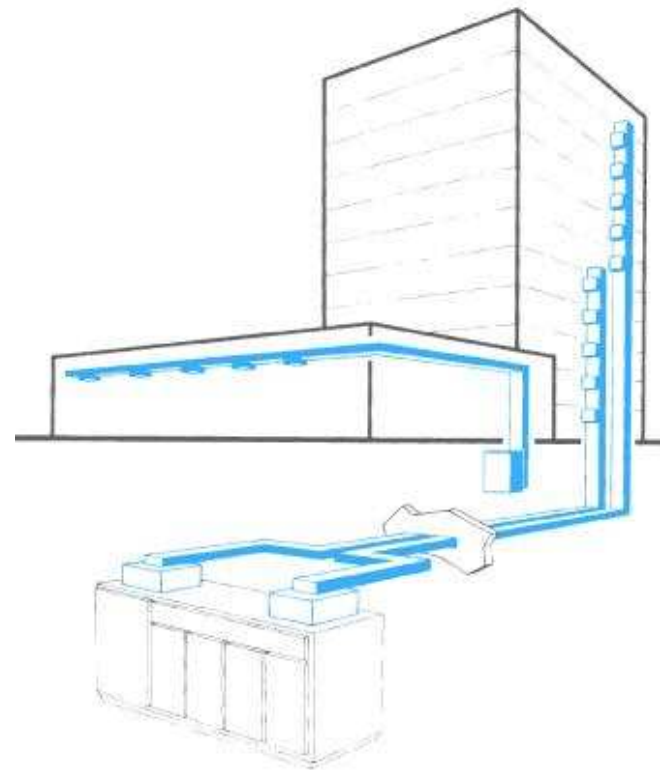


Lider en Formación y Capacitación Profesional

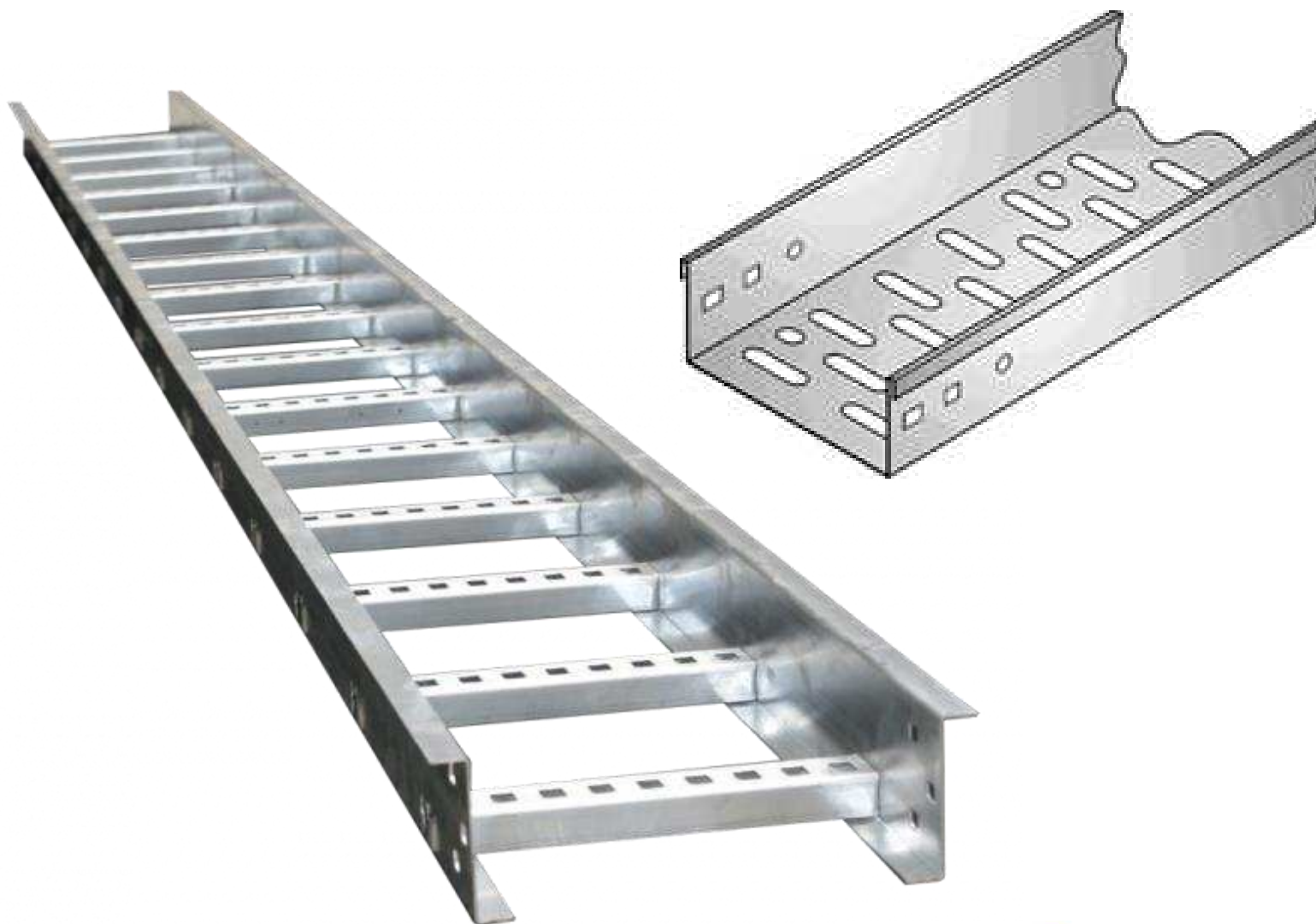


# BANDEJAS O CHAROLAS

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.







Lider en Formación y Capacitación Profesional

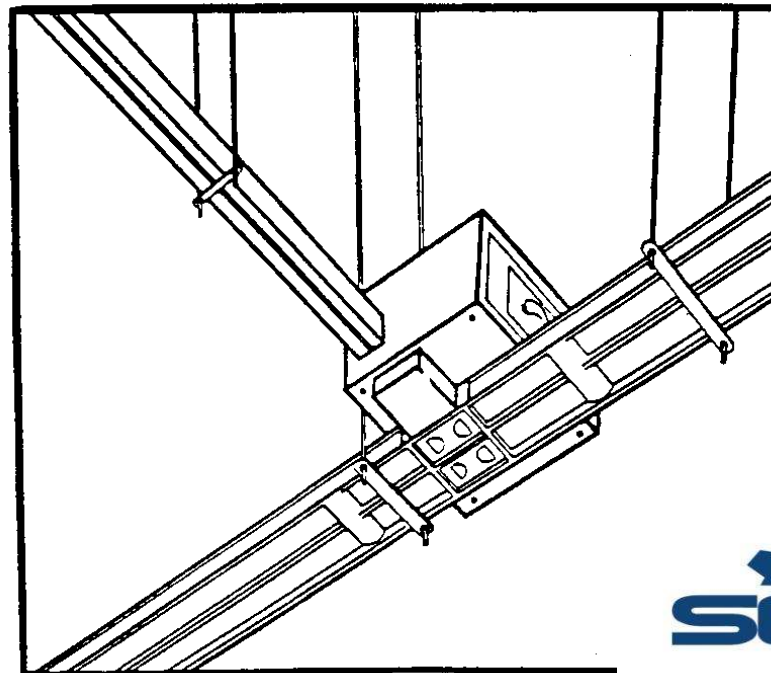


**Lider en Formación y Capacitación Profesional**

- CANALETAS O DUCTOS AÉREOS

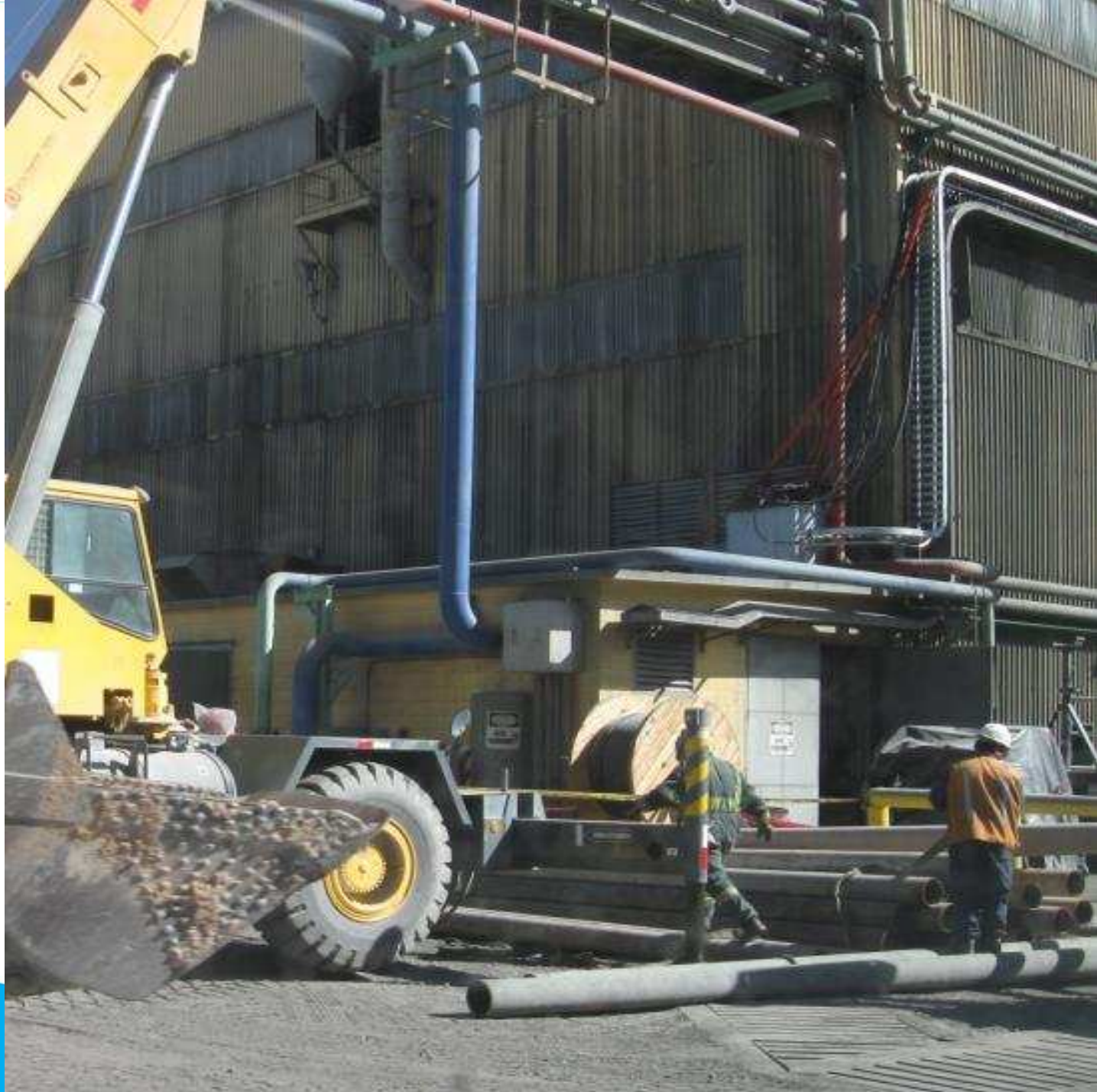
Es una estructura rígida y continua, construida para soportar conductores de uso general y cables de calibre no muy grueso.

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.



Lider en Formación y Capacitación Profesional







NATIONAL  
CRANE



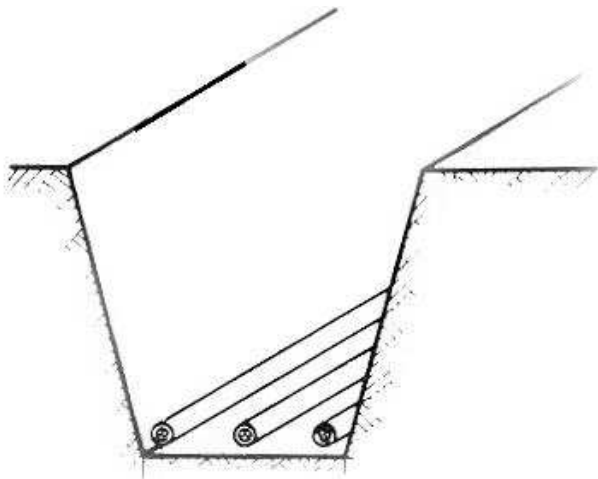
12

# 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.

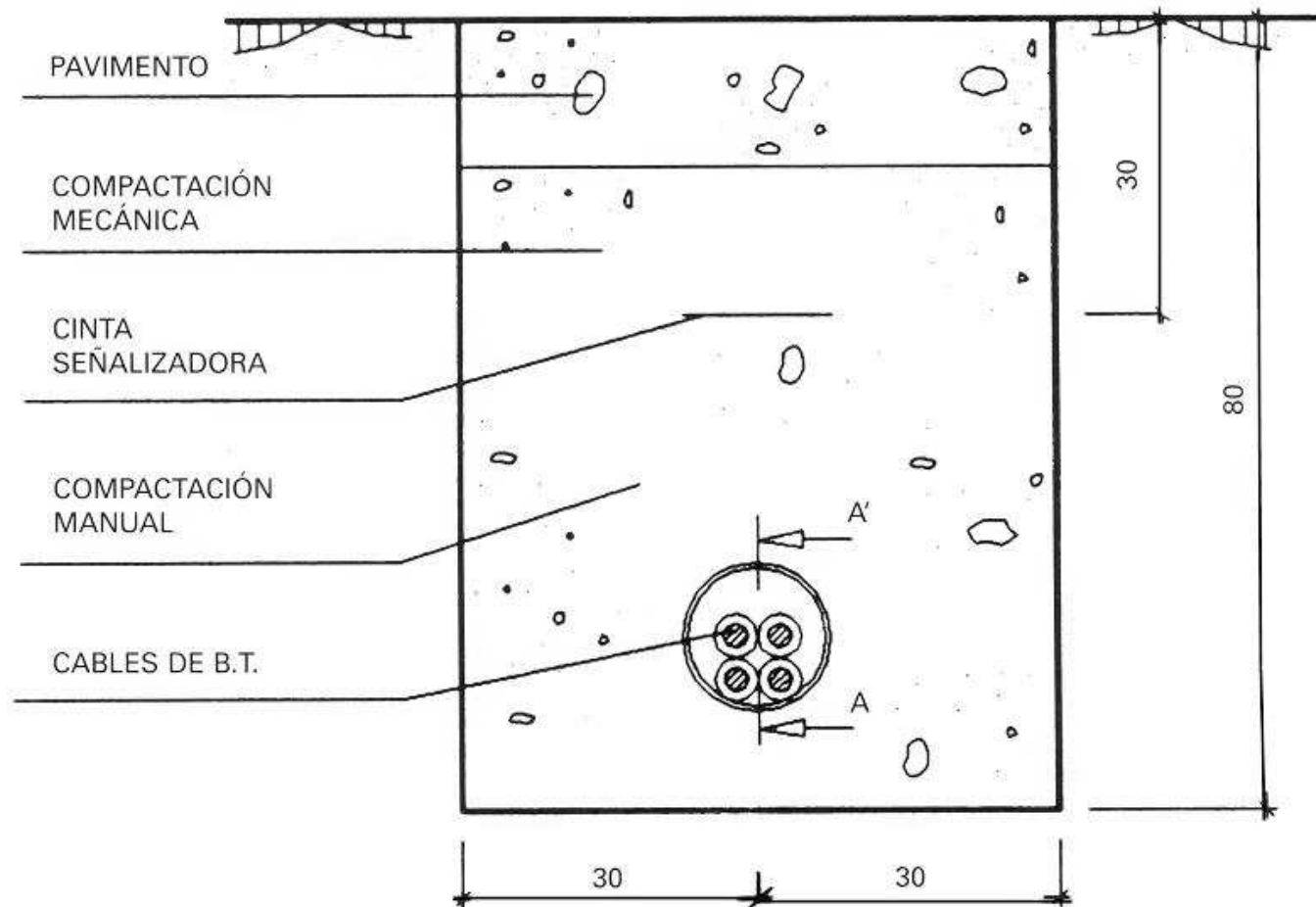
La trayectoria debe ser rectilínea.

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

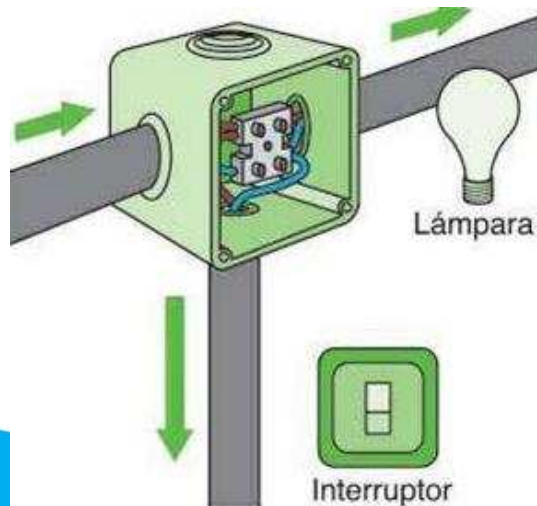
Pueden ser de aluminio, acero o aleaciones especiales.

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.



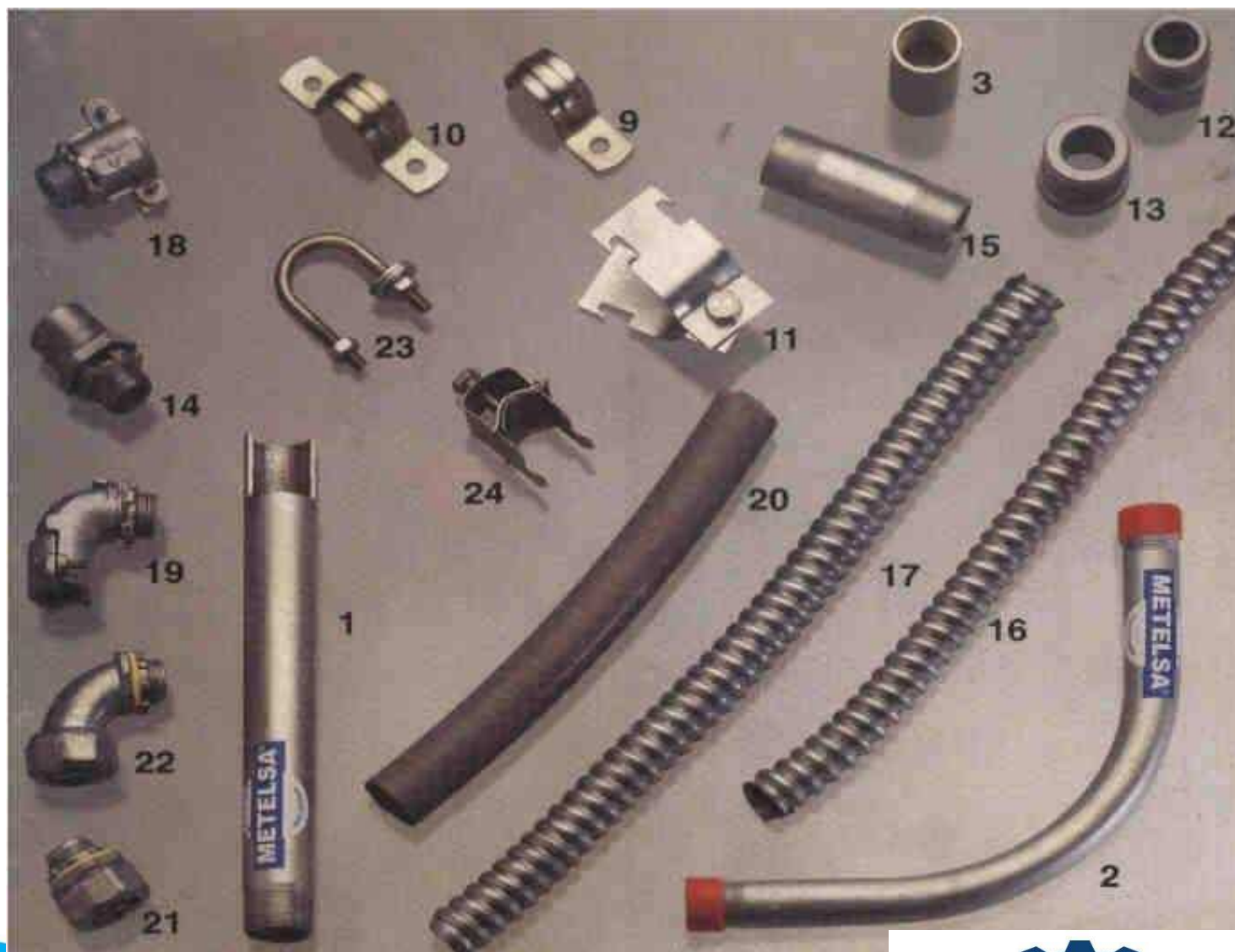
## TUBO CONDUIT FLEXIBLE

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)

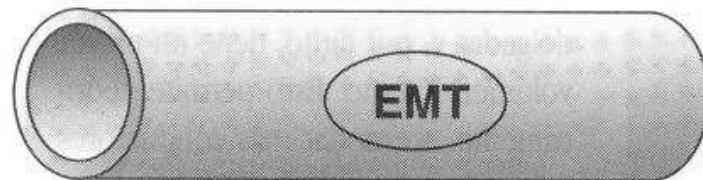
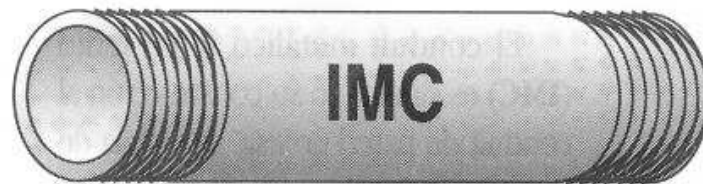
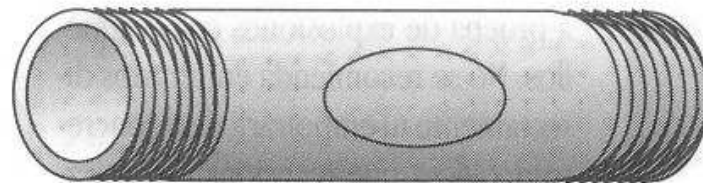
Este tubo está fabricado de policloruro de vinilo (PVC), junto con las tuberías de polietileno se clasifican como tubos conduit no metálicos. Este tubo debe ser autoextinguible, resistente a la compresión, a la humedad y a ciertos agentes químicos.







Lider en Formación y Capacitación Profesional



## 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.



**Lider en Formación y Capacitación Profesional**

# **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.

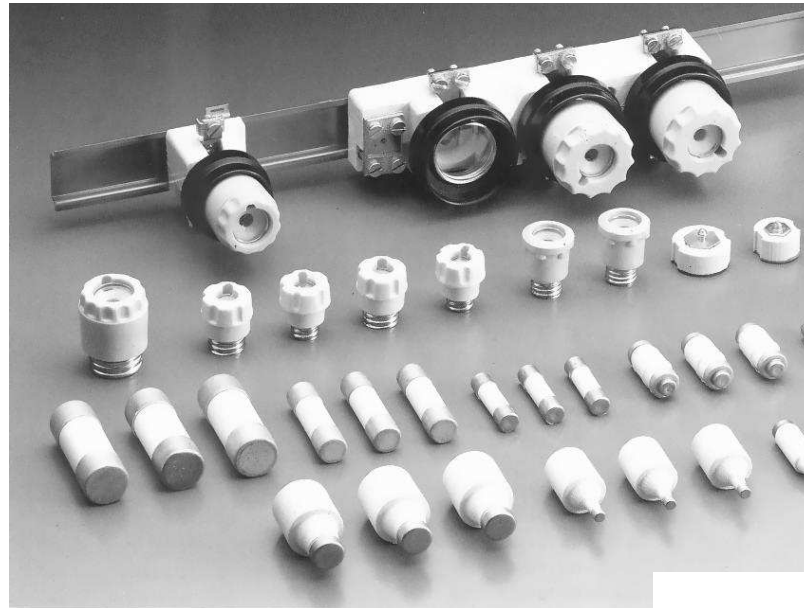


**Lider en Formación y Capacitación Profesional**

## 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



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# SÍMBOLO GRÁFICO

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



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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.



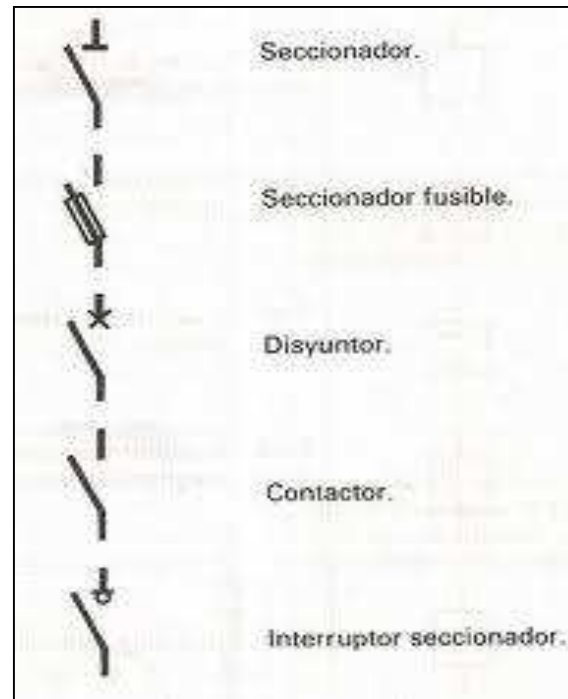
Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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:



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# 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

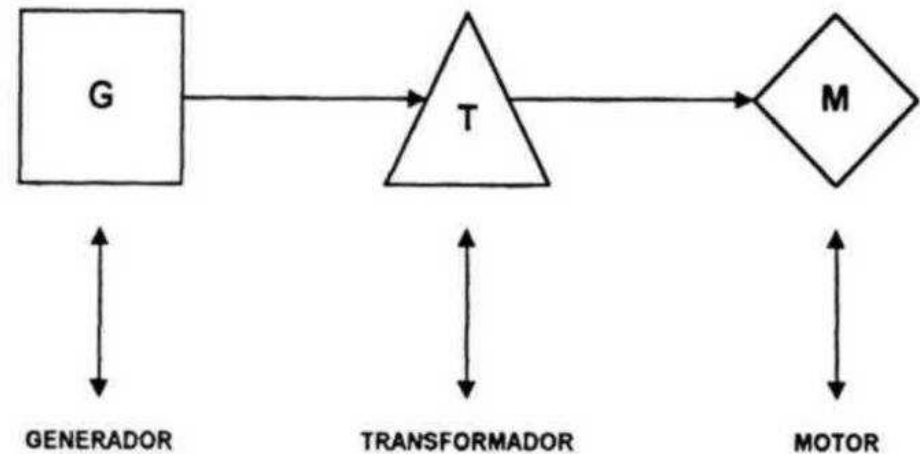


Lider en Formación y Capacitación Profesional

# ESQUEMAS EXPLICATIVOS

## Esquema Funcional

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

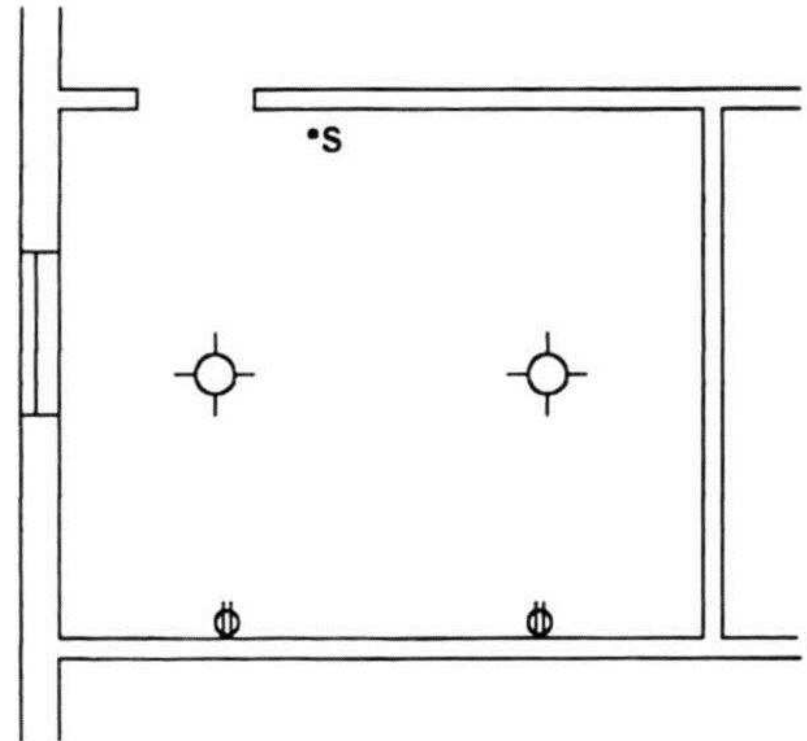


Lider en Formación y Capacitación Profesional

# ESQUEMAS EXPLICATIVOS

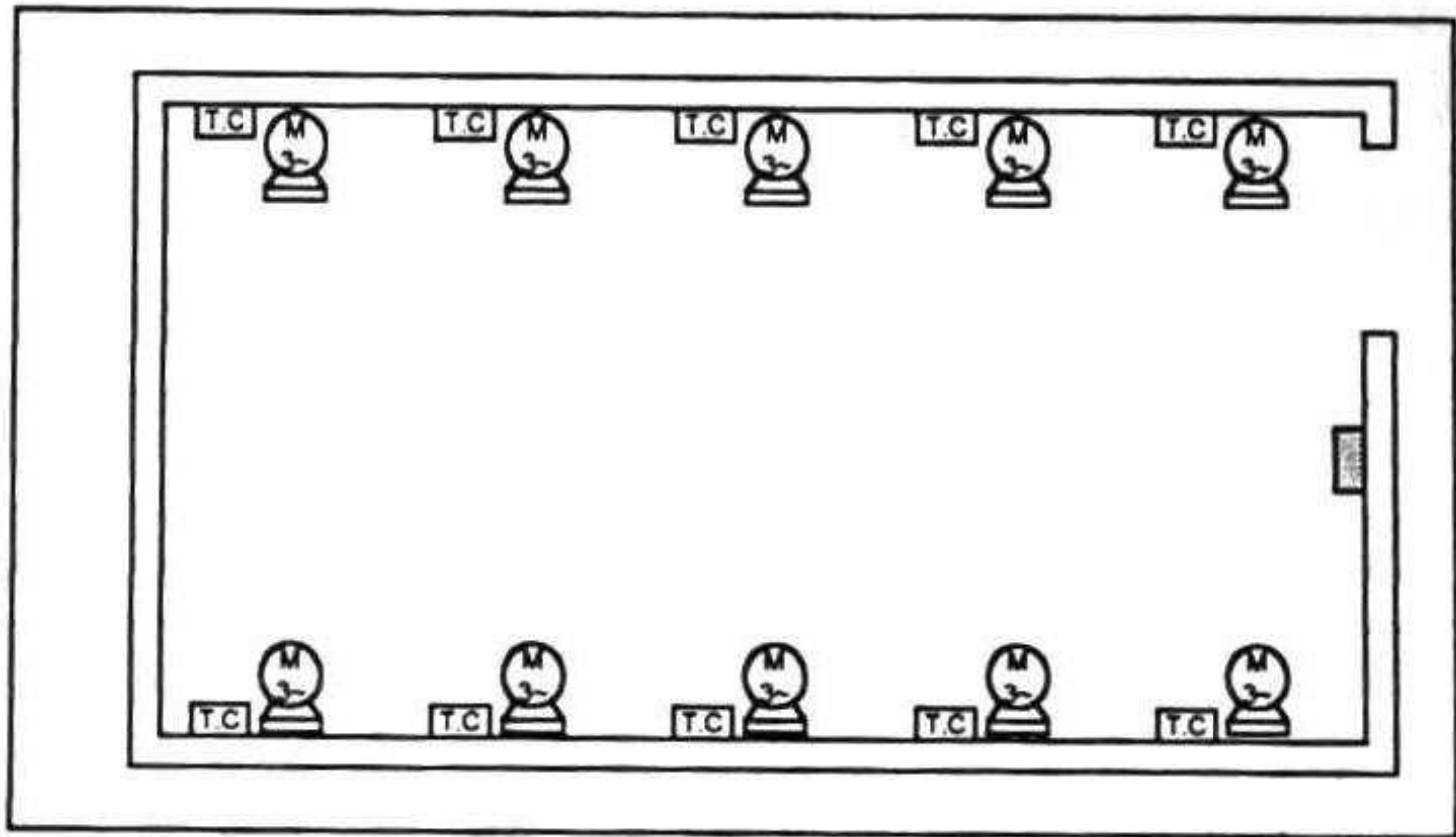
## Esquema de Emplazamiento

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



# ESQUEMAS EXPLICATIVOS

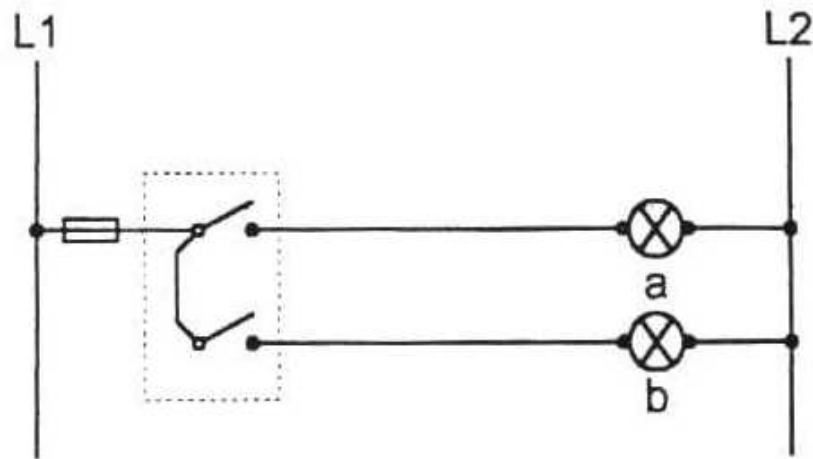
## Esquema de Emplazamiento



# ESQUEMAS EXPLICATIVOS

## Esquema de Principio

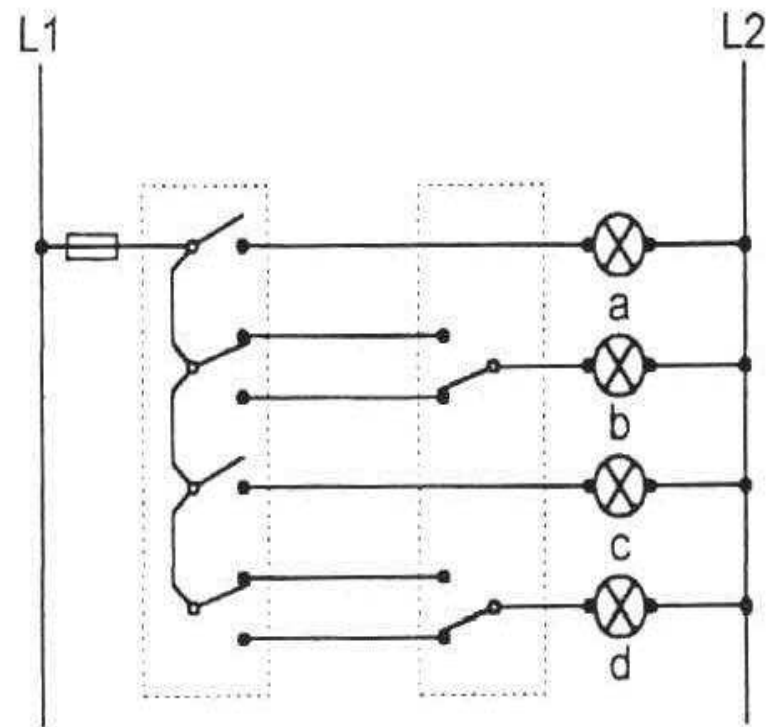
Llamado también ESQUEMA DE CIRCUITOS, y se define como la **representación explicativa**.



# ESQUEMAS EXPLICATIVOS

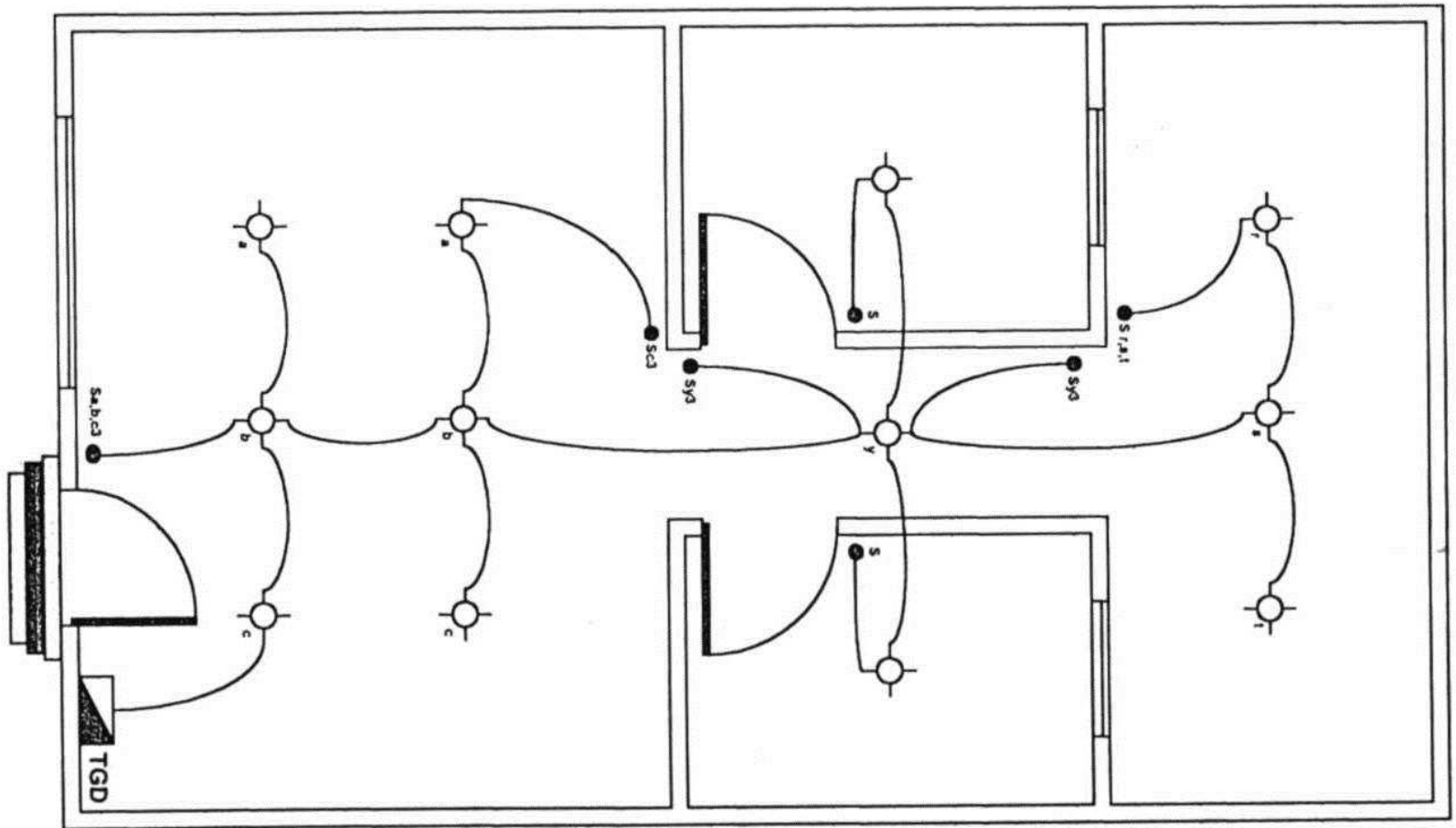
## Esquema de Principio

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



# ESQUEMAS EXPLICATIVOS

## Planos

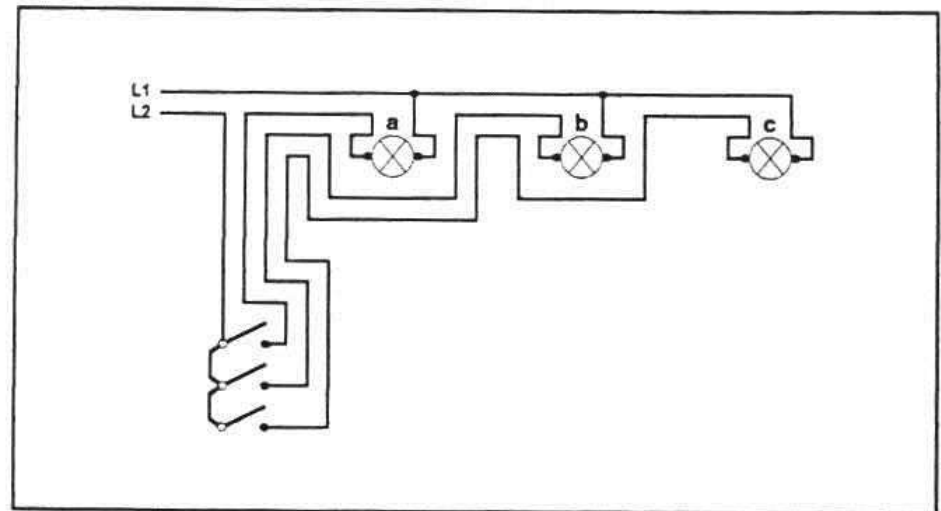


# ESQUEMAS DE REALIZACION

## Esquema General de Conexiones

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

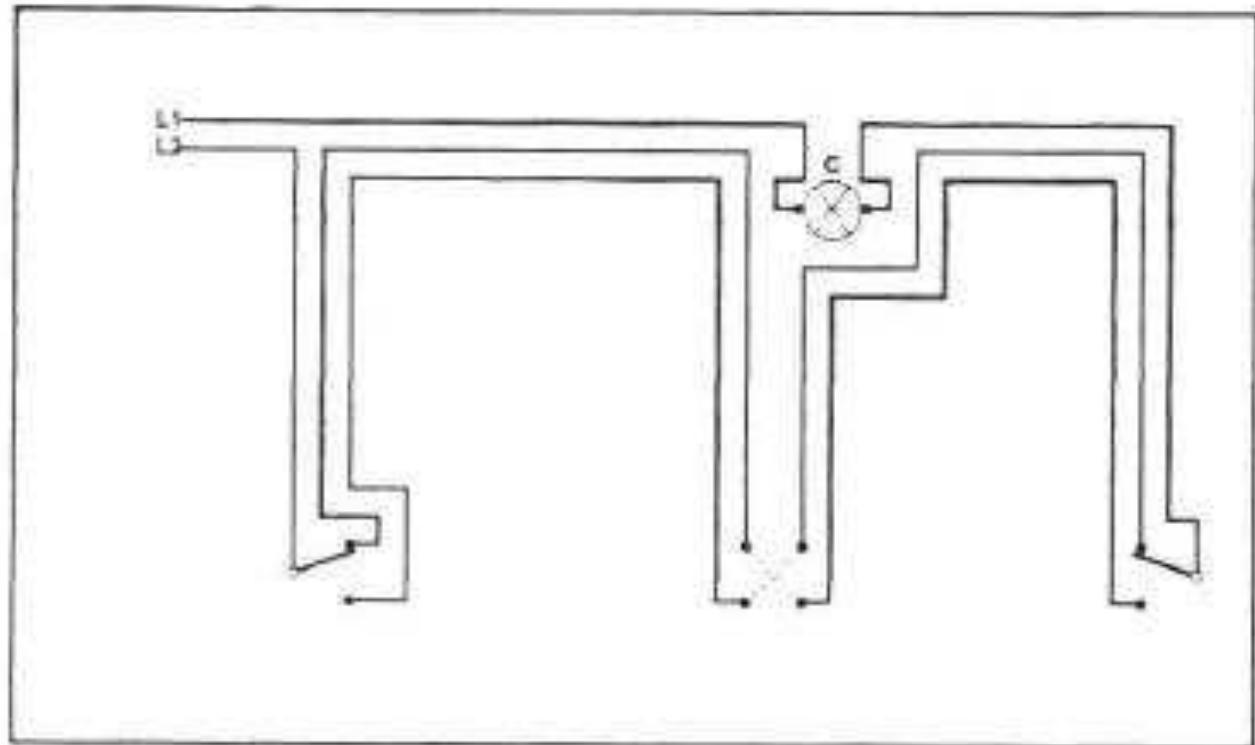
Ejemplo 1.- Mando de tres lámparas desde un punto en forma independiente.



# ESQUEMAS DE REALIZACION

## Esquema General de Conexiones

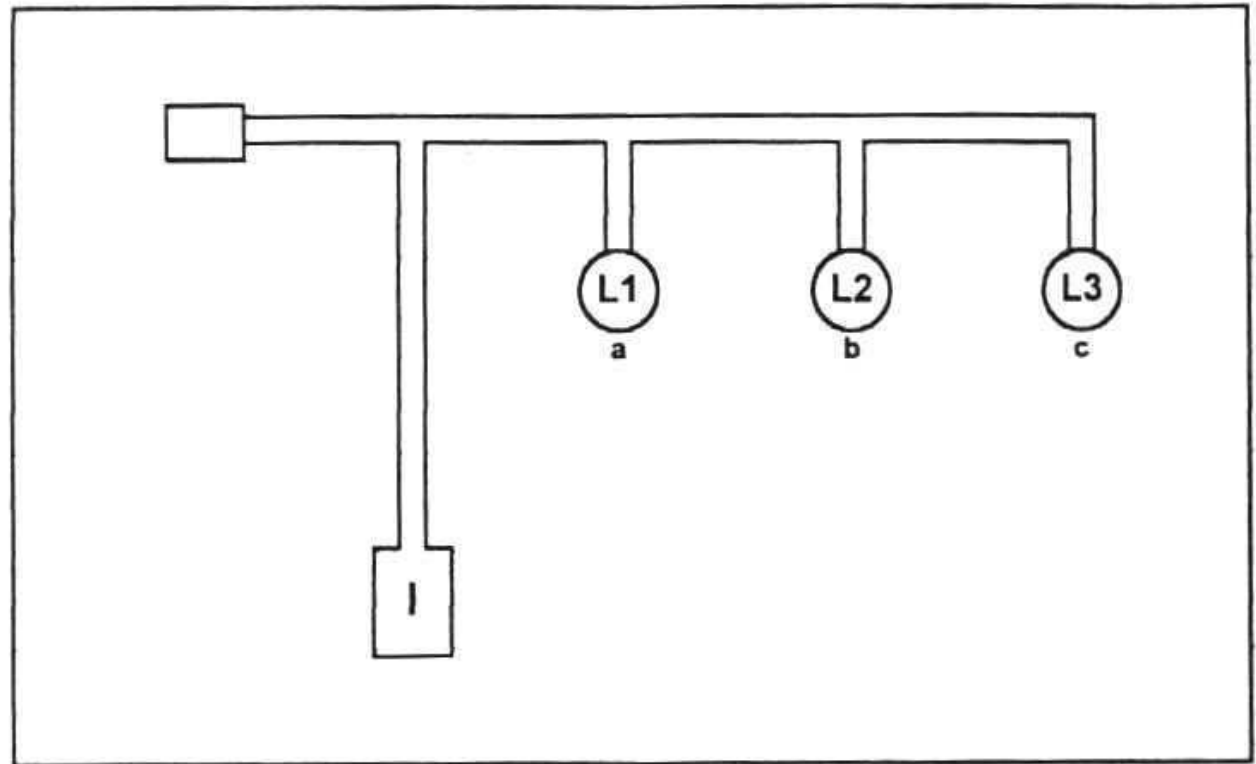
Ejemplo 2.- Control de una lámpara desde tres puntos diferentes.



# 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.

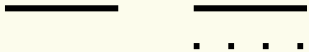
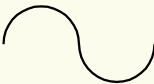
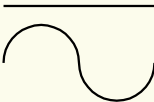
Se usan para identificar, calificar, instruir, mandar, indicar y advertir



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# **INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES**

## **SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS**

| <b>N*</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                  | <b>SÍMBOLO</b>                                                                       |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>  | <b>Corriente continua</b>           |   |
| <b>2</b>  | <b>Corriente alterna</b>            |   |
| <b>3</b>  | <b>Corriente continua o alterna</b> |  |



**Lider en Formación y Capacitación Profesional**

# **INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES**

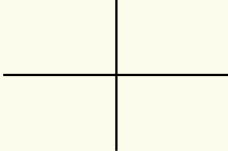
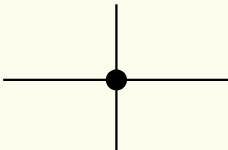
## **SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS**

|   |                                                                    |                        |
|---|--------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 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. |



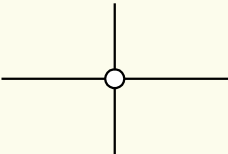
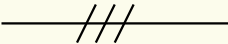
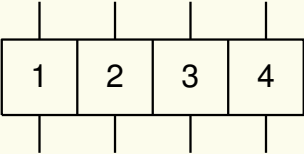
# **INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES**

## **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**

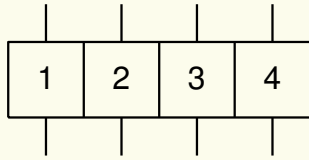
## **SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS**

|    |                                                                                                         |                                                         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 14 | Placa de borne de un motor trifásico.                                                                   | <div><div>U ● V ● W ●</div><div>z ● x ● y ●</div></div> |
| 15 | Conductores de longitud variable, para ser instalados posteriormente, durante el montaje de la máquina. | <div>..... - - - - -</div> <div>Mando Potencia</div>    |
| 16 | Fases.                                                                                                  | R S T                                                   |



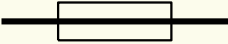
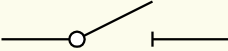
# **INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES**

## **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**

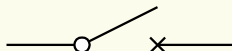
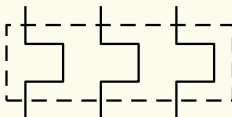
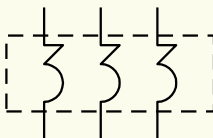
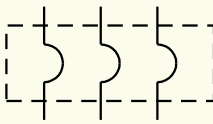
## **SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS**

|    |                          |                                                                                     |
|----|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 21 | Fusible.                 |  |
| 22 | Seccionador.             |  |
| 23 | Seccionador con fusible. |  |



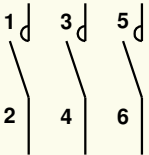
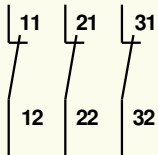
# **INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES**

## **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**

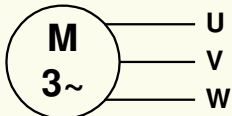
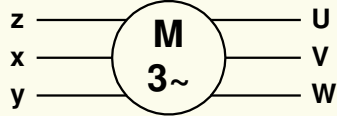
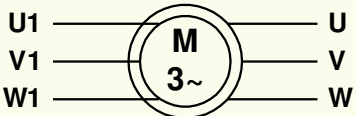
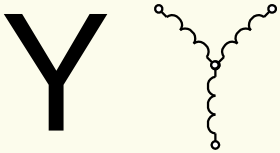
## **SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS**

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



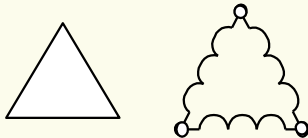
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

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

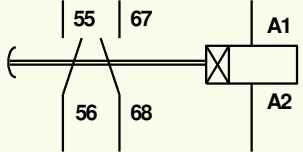
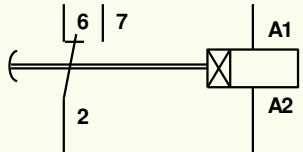
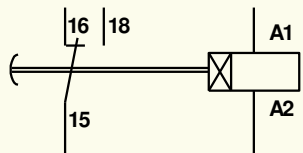
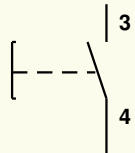
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

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

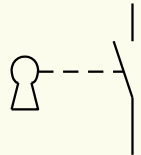
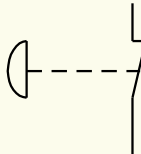
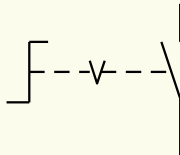
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## 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**

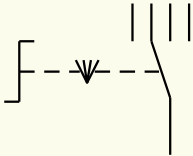
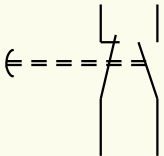
## **SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS**

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



# **INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES**

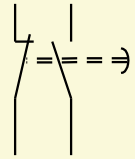
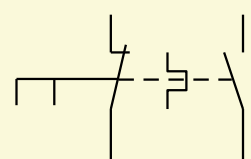
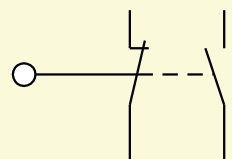
## **SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS**

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



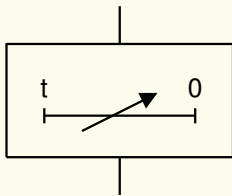
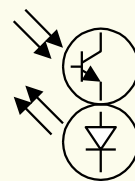
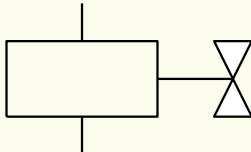
# **INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES**

## **SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS**

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

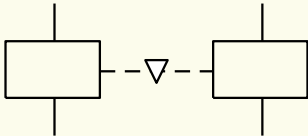
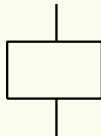
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

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

# **INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES**

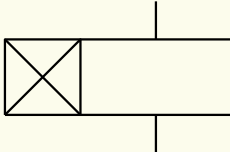
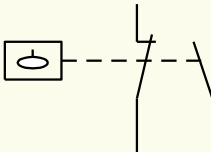
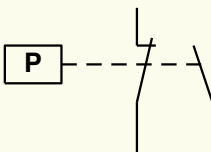
## **SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS**

|    |                                           |                                                                                     |
|----|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 63 | Enclavamiento mecánico entre contactores. |  |
| 64 | Bobina de contactor.                      |  |



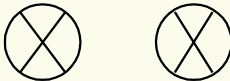
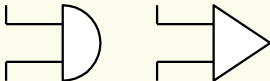
# **INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES**

## **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**

| <b>N*</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                   | <b>SÍMBOLO</b>     |
|-----------|--------------------------------------|--------------------|
| <b>70</b> | <b>Contactores principales.</b>      | <b>C...M K...M</b> |
| <b>71</b> | <b>Contactor marcha derecha.</b>     | <b>C1 K1M</b>      |
| <b>72</b> | <b>Contactor marcha izquierda.</b>   | <b>C2 K2M</b>      |
| <b>73</b> | <b>Contactor conexión estrella.</b>  | <b>C3 K3M</b>      |
| <b>74</b> | <b>Contactor conexión triángulo.</b> | <b>C5 K5M</b>      |



# ***INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES***

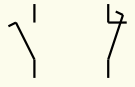
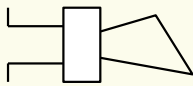
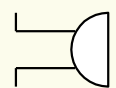
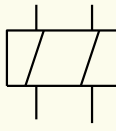
## **SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS - MARCAS**

|    |                                                  |            |
|----|--------------------------------------------------|------------|
| 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

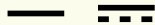
## SÍMBOLOS ELECTROTÉCNICOS

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



# 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<br>2 WIRE<br>60 CYCLE          |
| 1.5 | Corriente alterna trifásica. P. ej.: 380 V 60 Hz. | 3 ~ 60 Hz<br>380 V                                                                 | = IEC | 3 PHASE<br>3 WIRE<br>60 CYCLE<br>380 V |

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## NATURALEZA DE LAS TENSIONES E INTENSIDADES

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

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## CONDUCTORES Y CONEXIONES

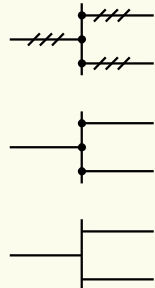
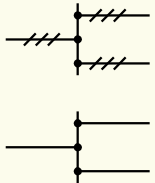
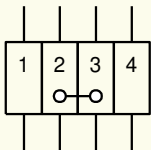
|     | Significación                                                      | Símbolo según las normas |       |       |
|-----|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|-------|
|     |                                                                    | IEC                      | DIN   | ANSI  |
| 2.1 | Conductor.<br>Símbolo general.                                     | _____                    | = IEC | = IEC |
| 2.2 | Conductor de protección<br>(PE) o neutro puesto a tierra<br>(PEN). | _____                    | = IEC | = IEC |
| 2.3 | Conductor neutro (N).                                              | _____                    | = IEC | = IEC |



Lider en Formación y Capacitación Profesional

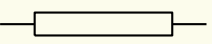
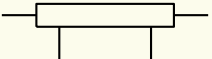
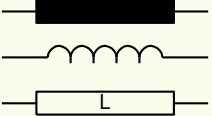
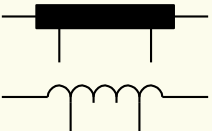
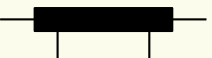
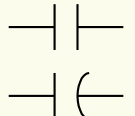
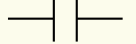
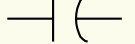
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## CONDUCTORES Y CONEXIONES

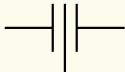
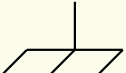
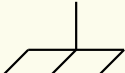
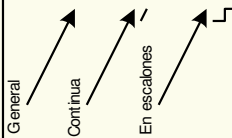
|     |                                        |                                                                                      |                                                                                     |       |
|-----|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.4 | Unión conductora de cables.            |    |  | = IEC |
| 2.5 | Conexión fija.                         | •                                                                                    | = IEC                                                                               | = IEC |
| 2.6 | Conexión móvil.                        | o                                                                                    | = 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. |                          |     |      |

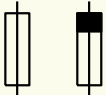
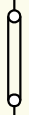
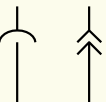
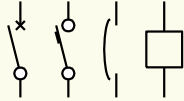
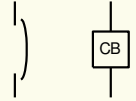
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## ELEMENTOS MECÁNICOS DE CONEXIÓN

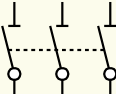
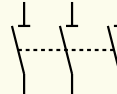
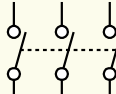
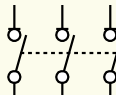
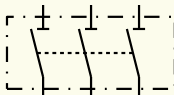
|     |                                                   |  |  |  |
|-----|---------------------------------------------------|--|--|--|
| 4.6 | Contacto temporizado cerrado. Apertura retardada. |  |  |  |
| 4.7 | Contacto temporizado abierto. Apertura retardada. |  |  |  |
| 4.8 | Contacto temporizado cerrado. Cierre retardado.   |  |  |  |
| 4.9 | Contactor con relé térmico (guardamotor).         |  |  |  |

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

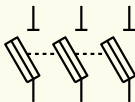
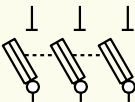
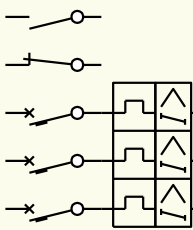
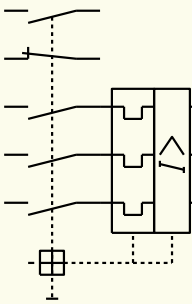
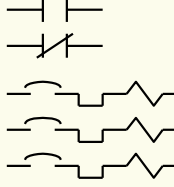
## ELEMENTOS MECÁNICOS DE CONEXIÓN (manibra y protección)

|      | 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.<br>Símbolo general. |  |  |      |

# **INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES** **ELEMENTOS MECÁNICOS** **DE CONEXIÓN (manibra y protección)**

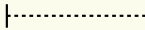
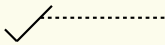
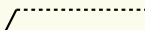
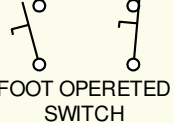
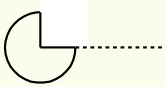
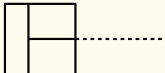
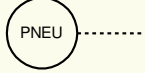
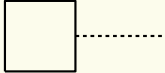
|      |                                                                       |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |
|------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 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. |  |  |  |

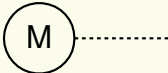
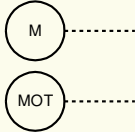
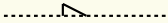
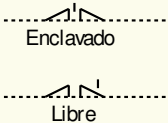
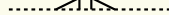
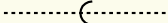
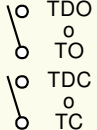
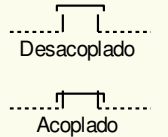
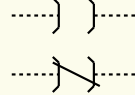
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## ELEMENTOS MECÁNICOS DE CONEXIÓN (Accionamiento)

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

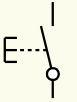
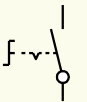
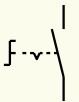
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## 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                                                                               |  |

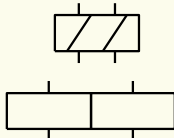
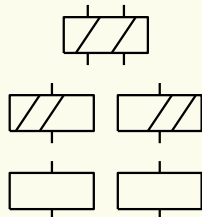
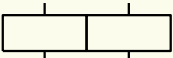
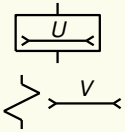
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## 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. |  |  |  |

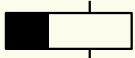
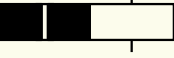
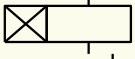
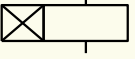
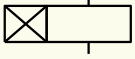
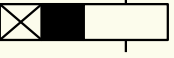
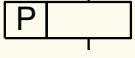
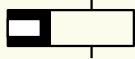
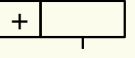
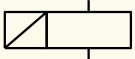
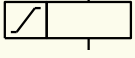
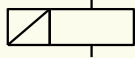
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## 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.                             |  |  |  |

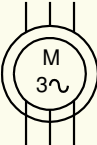
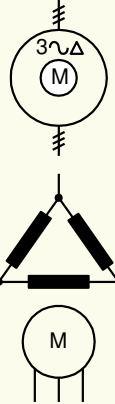
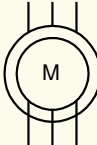
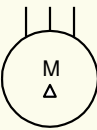
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## BOBINAS

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

# 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.            |  |  |  |

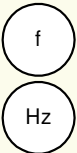
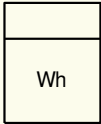
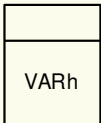
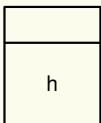
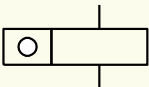
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

## 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). | <br> | = 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 |  |

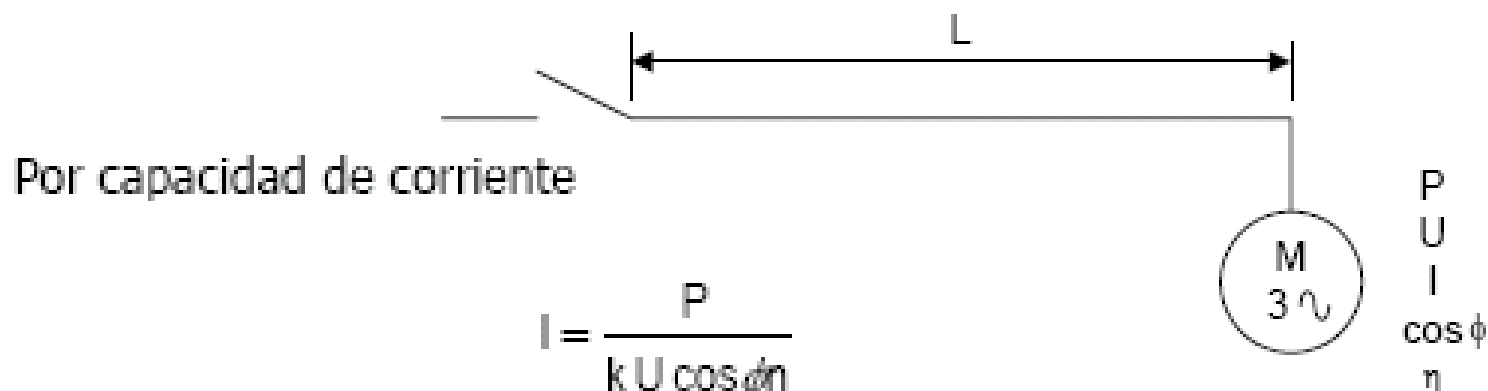
# CÁLCULO ALIMENTADOR DE MOTORES



## 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.

$\eta$  : 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

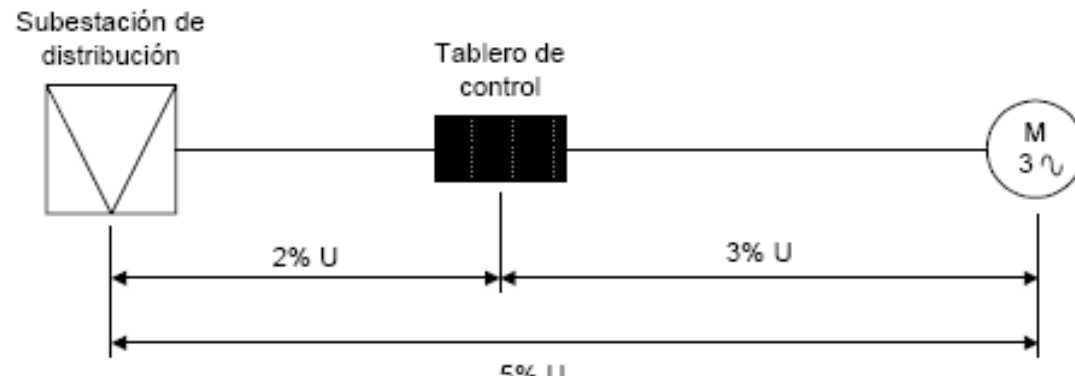
Factor aire X es el efecto de la altura sobre la temperatura de operación

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

# 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 (mm<sup>2</sup>).

L : Distancia hasta la carga (m).

I<sub>d</sub> : 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.



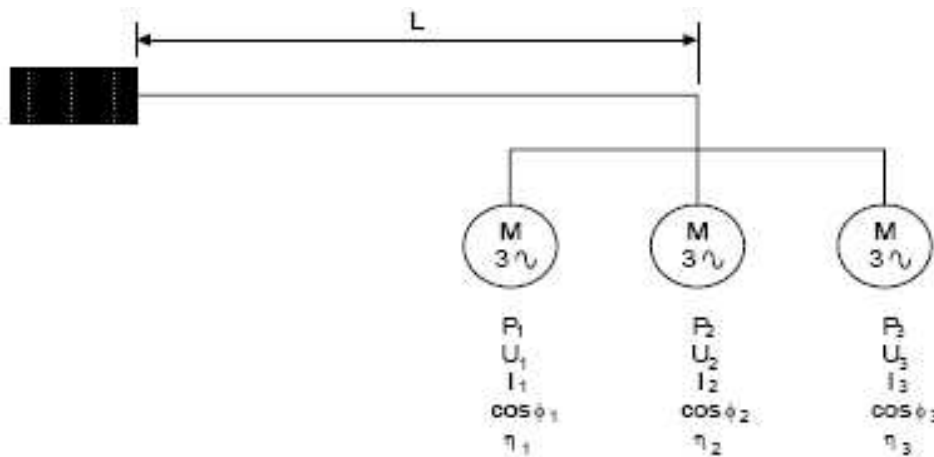
| Calibre del Conductor<br>AWG -MCM | Sección Transversal<br>mm² | INSTALACION EN TUBO (A)                       |              | INSTALACIÓN AL AIRE LIBRE (A) |              |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
|                                   |                            | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR |              |                               |              |
|                                   |                            | 60° C<br>TW                                   | 75° C<br>THW | 60° C<br>TW - TWT             | 75° C<br>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 (mm<sup>2</sup>).

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.

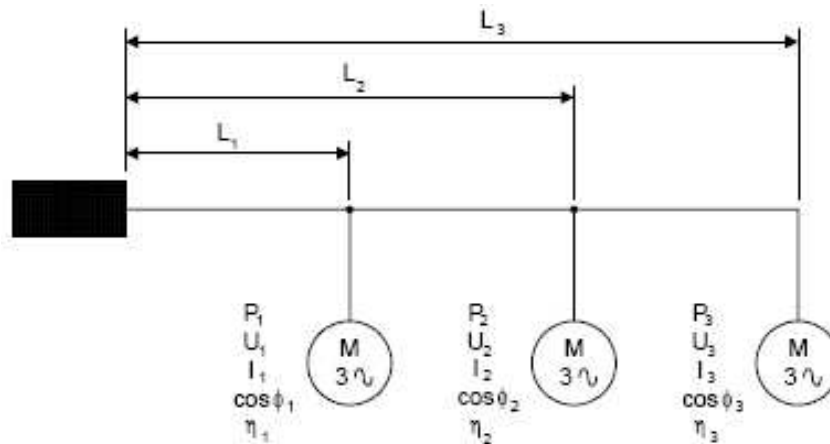
Altura promedio concentradora: 3325 msnm



# 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 (mm<sup>2</sup>).

L : Distancia hasta la carga (m).

I<sub>d</sub> : 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

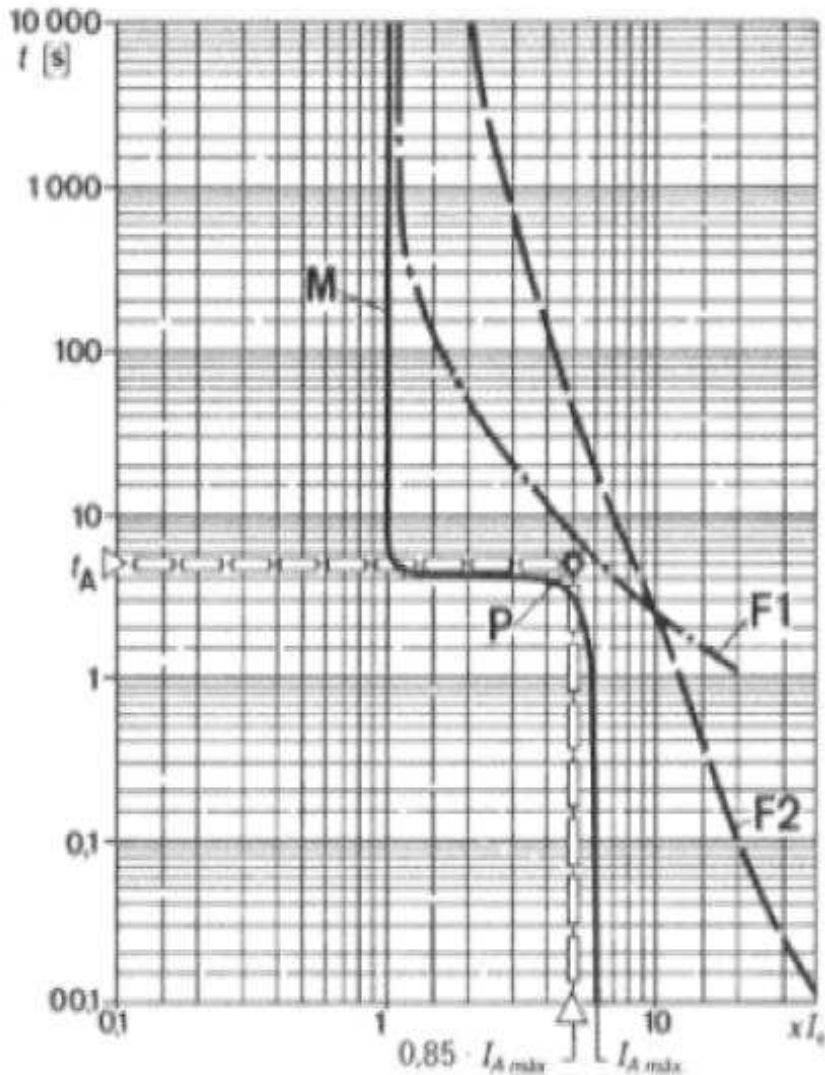
- Tres son las causas que originan los accidentes eléctricos:
  - **Los cortocircuitos:** que pueden ser provocados por un accidente mecánico o químico, por un mal funcionamiento de un dispositivo de protección o por el uso de cables viejos o en mal estado.
  - **El calentamiento de cables:** que ocurre 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.

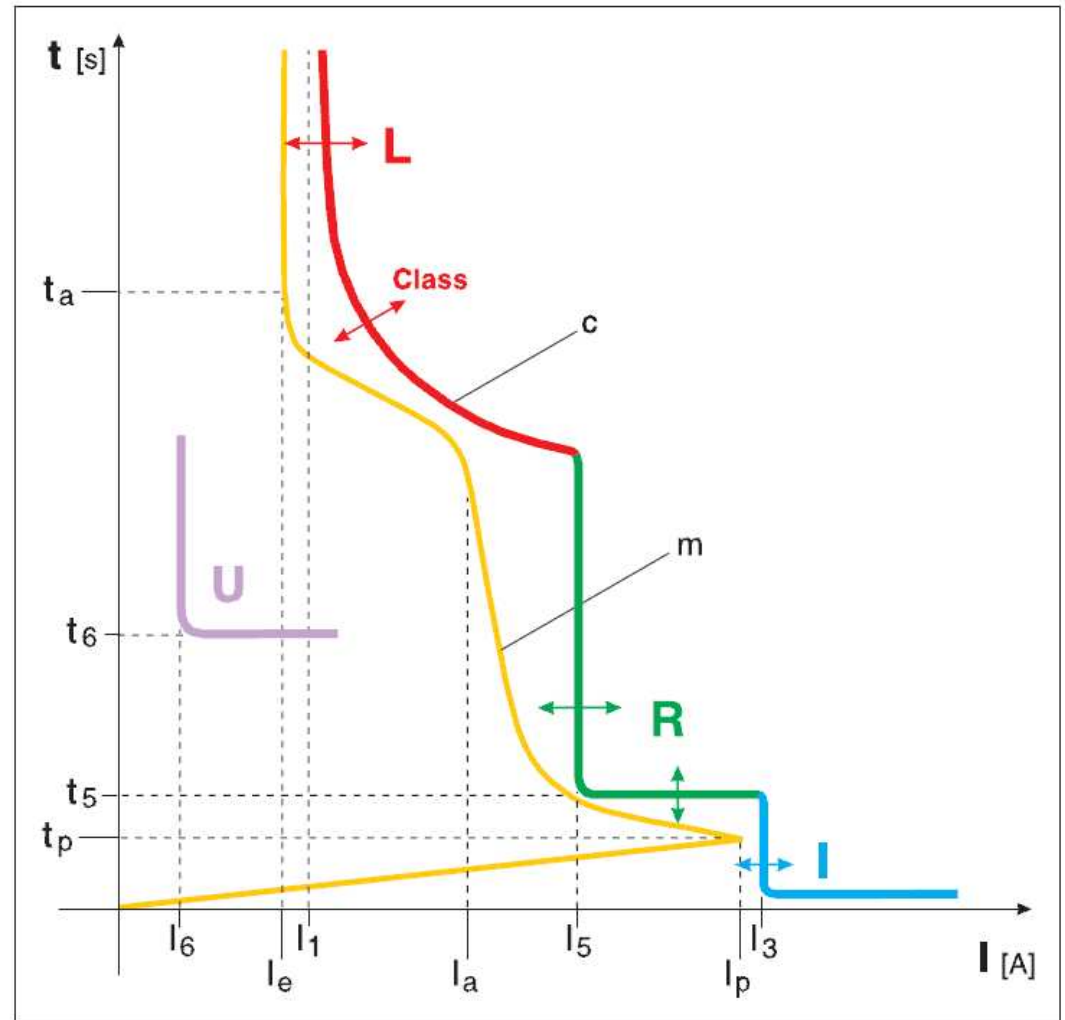
P = Punto determinante de la intensidad nominal mínima.

# Curvas tiempo-corriente para protección motores

Curvas de los interruptores automáticos con relé electrónico PR222MP

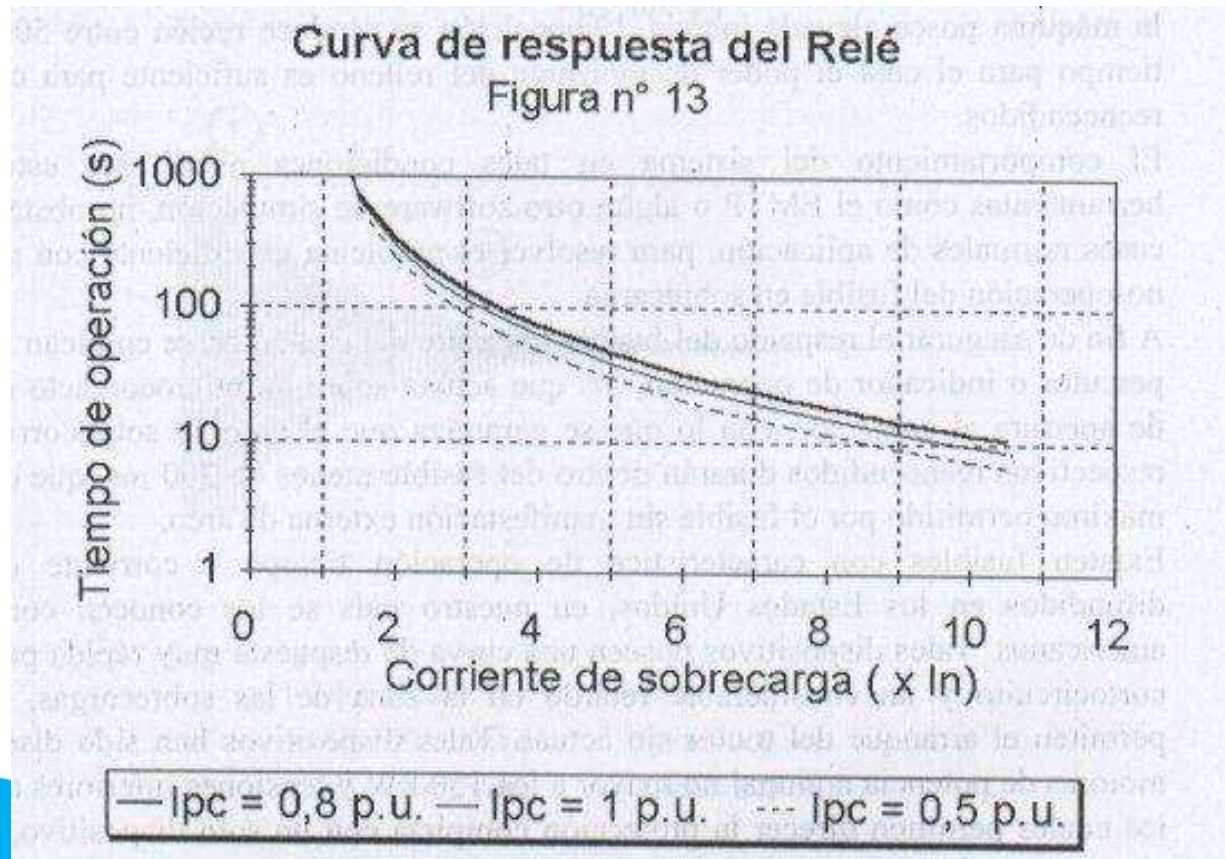
Curva característica de funcionamiento de un motor asincrónico

- $I_1$  = 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.

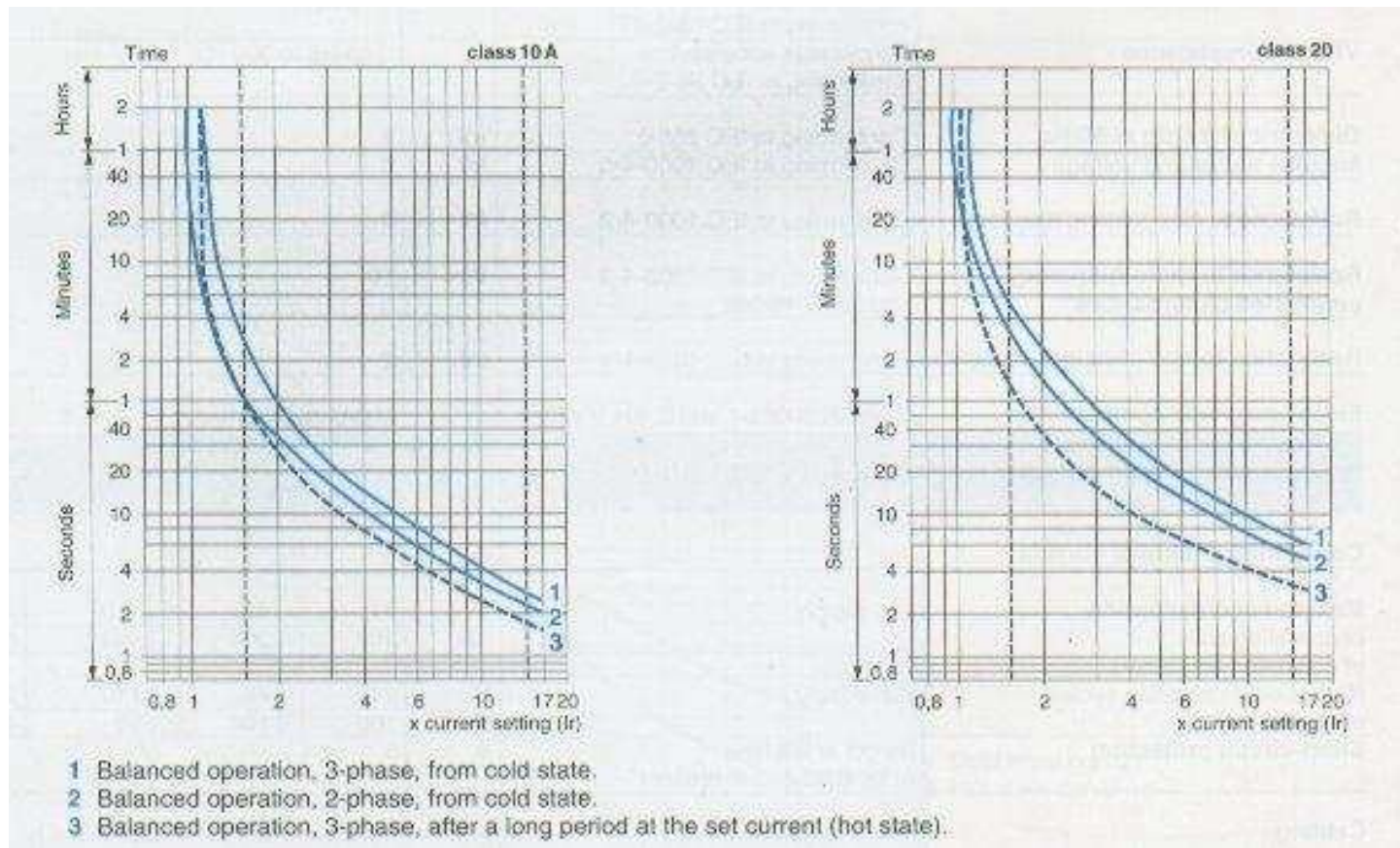


# Relés térmicos

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. |

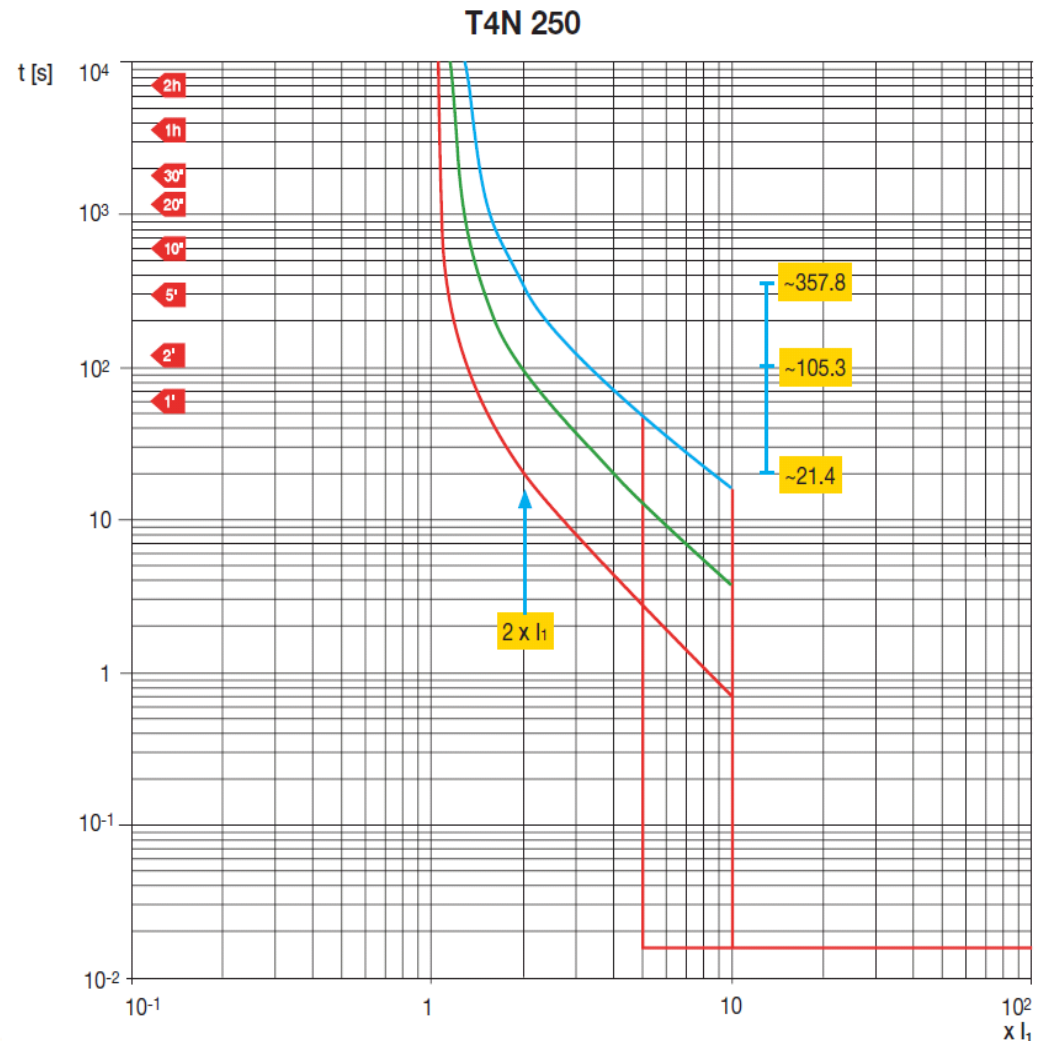
# Relés térmicos



| 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.



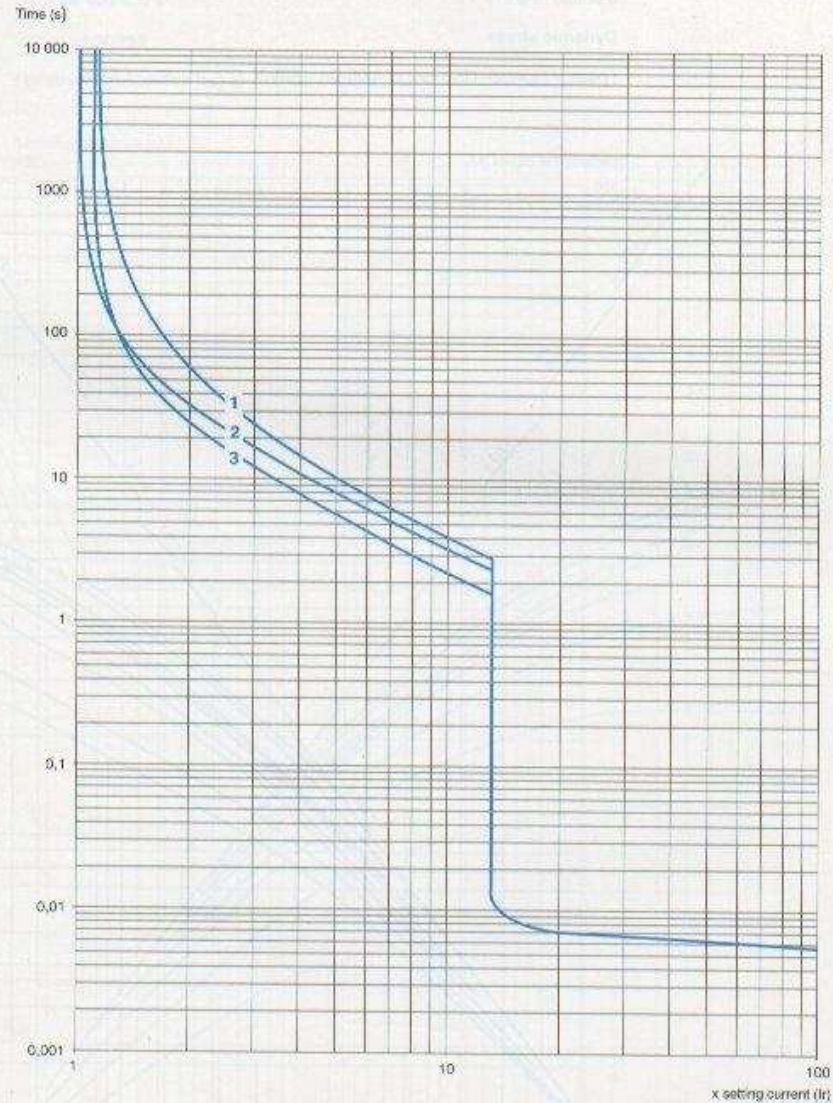
# Guardamotores magnéticos

- 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.



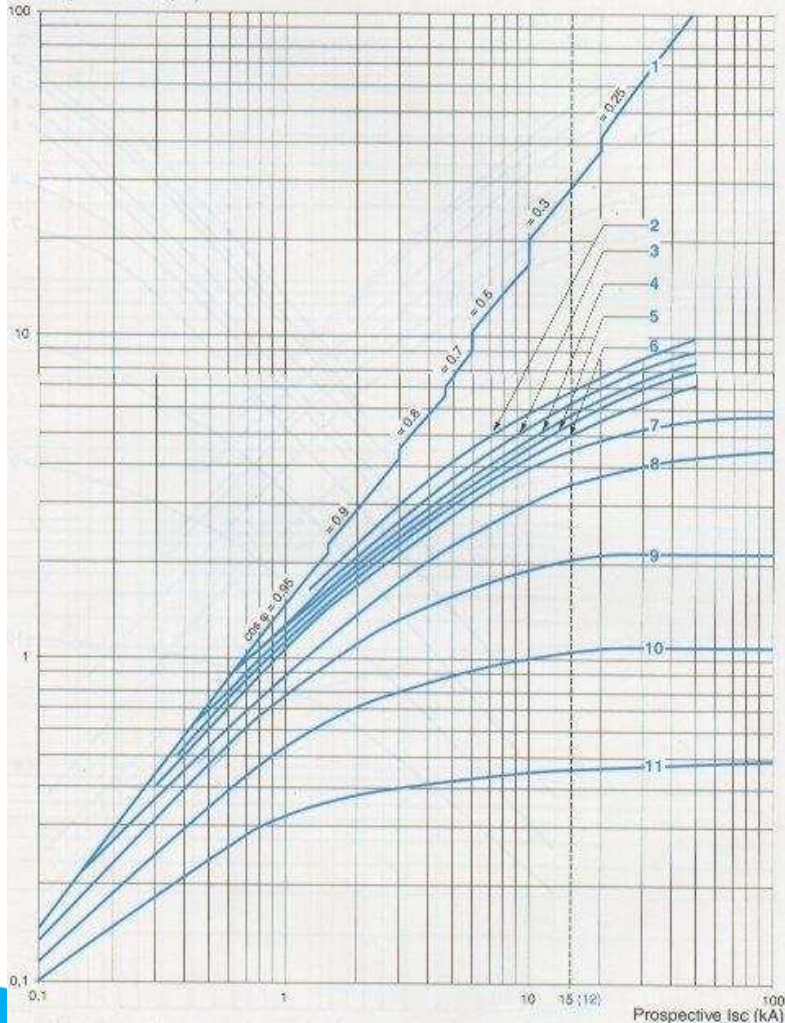
## Current limitation on short-circuit for GV2-ME and GV2-P

3-phase 400/415 V

Dynamic stress

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

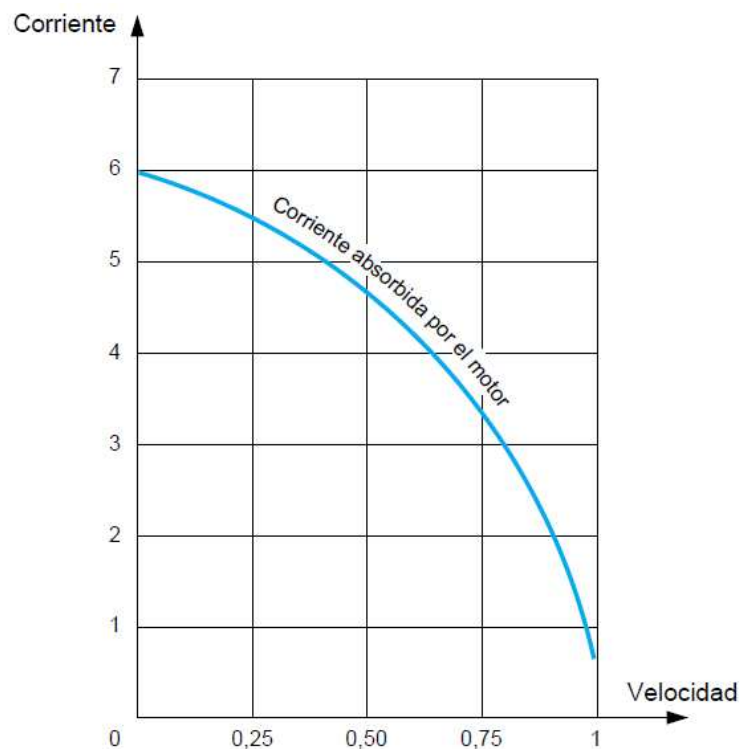
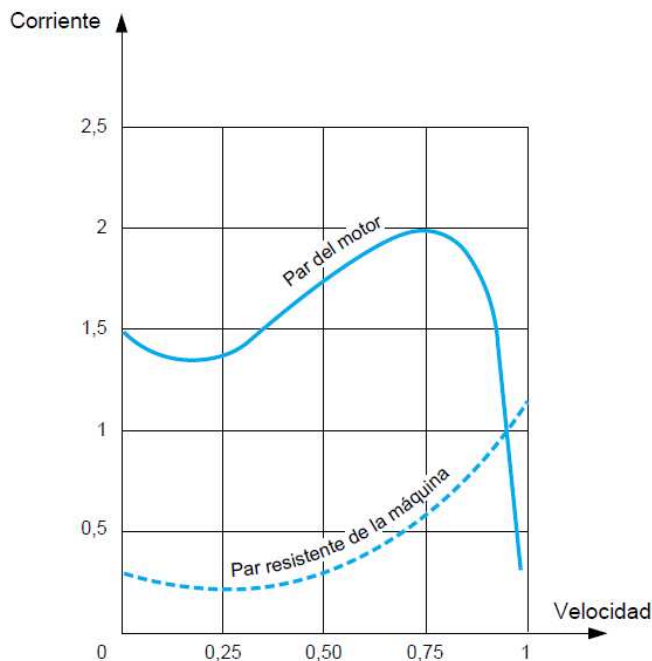
curvas de limitación  
de corriente del  
guardamotor tipo  
GV2-ME



Lider en Formación y Capacitación Profesional

# CRITERIO PARA LA ELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN EN ARRANQUES DE MOTORES

- ARRANQUE DIRECTO**



## ARRANQUE DIRECTO

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



# CRITERIO PARA LA ELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN EN ARRANQUES DE MOTORES

- **ARRANQUE EN ESTRELLA TRIANGULO**

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



# CRITERIO PARA LA ELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN EN ARRANQUES DE MOTORES

- **REACTOR**

|                                                    |             |   |
|----------------------------------------------------|-------------|---|
|                                                    |             |   |
| REACTOR                                            |             |   |
|                                                    |             |   |
| Relac. Tensión ( $U_r / U_n$ ) =                   | <b>0,75</b> |   |
| $I_{arr.m\acute{a}x} / I_n$ (incl arranq' suave) = | <b>5,3</b>  |   |
| Tiempo de arranque (incl arranq' suave) >          | <b>8,2</b>  | 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<br><br>Par de arranque importante                                                                                | Arrancador relativamente barato                                                                                                                                                                     | Posibilidad regulación de los valores de arranque.<br>No hay corte de alimentación durante el arranque. | Buena relación par-intensidad.<br>Posibilidad regulación de los valores de arranque.<br><br>No hay corte de alimentación durante el arranque. | Muy Buena relación par-intensidad.<br>Posibilidad regulación de los valores de arranque.<br><br>No hay corte de alimentación durante el arranque. |
| Desventajas                   | Punta de intensidad muy importante.<br><br>Asegurarse que la red admite esta punta.<br><br>No permite arranque lento y progresivo. | Pequeño en el arranque.<br><br>No hay posibilidad de regulación.<br><br>Corte de la alimentación en el cambio de acoplamiento y fenómenos transitorios.<br><br>Motor bobinado en triángulo para Un. | Pequeña reducción de la punta de arranque.<br><br>Necesita Resistencias.                                | Necesita un auto-transformador costoso.                                                                                                       | Motor de anillos más costoso.<br><br>Necesita resistencias.                                                                                       |
| Duración media del Arranque   | 2 a 4 s                                                                                                                            | 3 a 7 s                                                                                                                                                                                             | 7 a 12 s                                                                                                | 7 a 12 s                                                                                                                                      | 3 tiempos:<br>2,5 s<br>4 y 5 tiempos:<br>5 s                                                                                                      |

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

|                                               | Seccionamiento | Comando | Protección<br>contra<br>cortocircuitos | Protección<br>contra<br>sobrecargas |
|-----------------------------------------------|----------------|---------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| Contactor                                     |                | SI      |                                        |                                     |
| Relé térmico                                  |                |         |                                        | SI                                  |
| Guardamotor<br>magnético                      | SI             |         | SI                                     |                                     |
| Seccionador<br>porta fusibles<br>(c/fusibles) | SI             |         | SI                                     |                                     |
| Guardamotor<br>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.

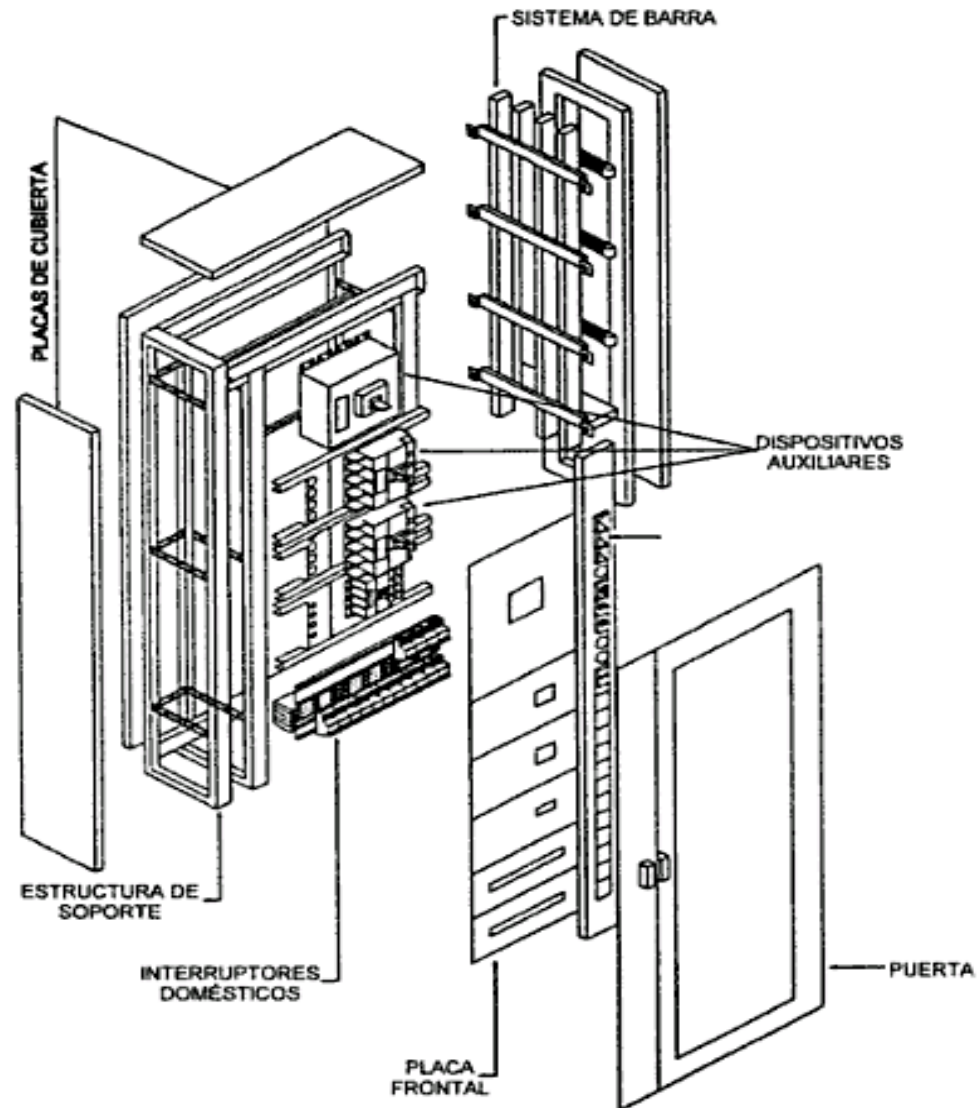


# CONDICIONES ESPECIALES DE EMPLEO

- 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

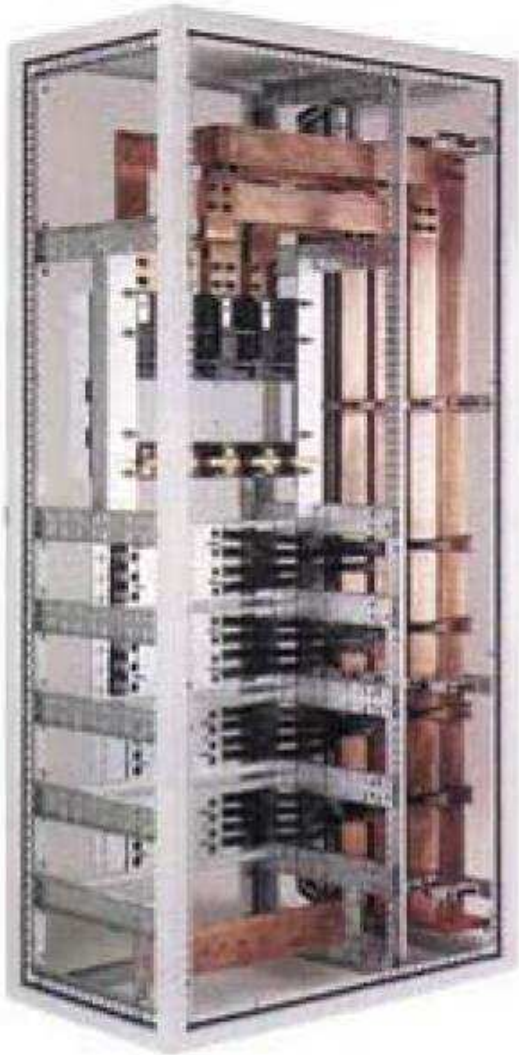
Los tableros de baja tensión pueden clasificarse según:

## 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 envoltente.**



## 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.

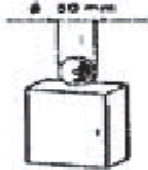
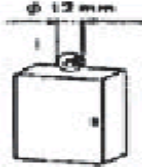
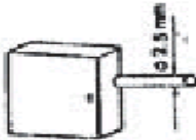
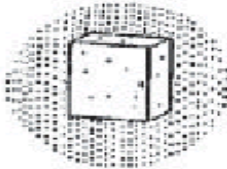
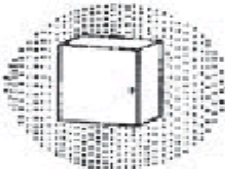
Segundo dígito: protección contra ingreso de líquidos.

Tercer dígito: protección mecánica contra impactos



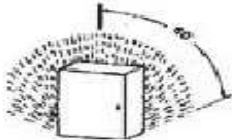
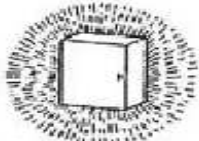
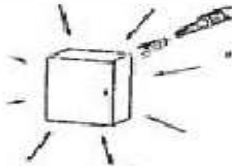
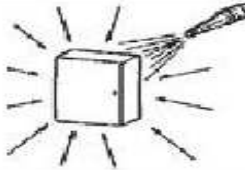
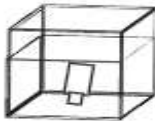
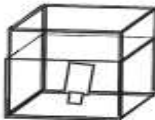
# Primer dígito: protección contra contactos sólidos externos.

| 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.                                                                                                                                           |

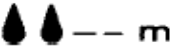
| IPX<br>1era. Cifra                                                                  | IPO | Sin protección                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | IP1 | Protege a cuerpos mayores de 50 mm<br>(contacto involuntario de las manos)        |
|    | IP2 | Protege a cuerpos mayores de 12mm<br>(dedo de la mano)                            |
|    | IP3 | Protege a cuerpos mayores de 2,5mm<br>(destornillador, etc.)                      |
|    | IP4 | Protege a cuerpos mayores de 1mm<br>(clavos, etc.)                                |
|  | IP5 | Protege contra polvo. Se admite el ingreso<br>que no perjudica el funcionamiento. |
|  | IP6 | Protege contra polvo.<br>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<br><br>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<br>2da. Cifra                                                                   | IPXO | 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<br>Caudal: 100 l/min.                                                                      |
|  | IPX7 | Sumergido a 150 m (punto más alto) por debajo del nivel del agua - 30 min.<br>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.

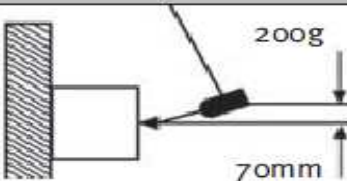
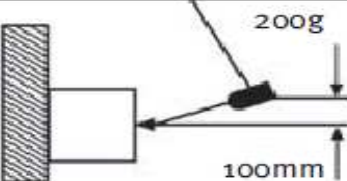
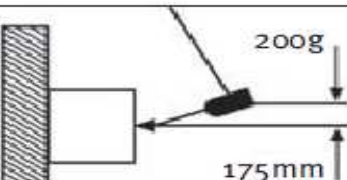
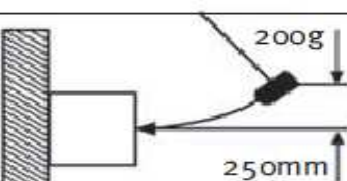
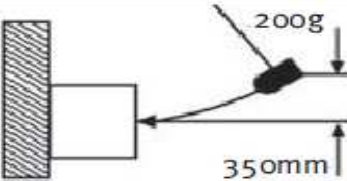
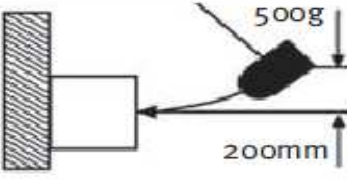
| Tipo de protección NEMA | Sistema de clasificación de protecciones según IEC 529 |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                         | IP23                                                   | IP30                     | IP32                     | IP55                     | IP64                     | IP65                     | IP66                     | IP67                     |
| NEMA 1                  | <input type="checkbox"/>                               |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| NEMA 2                  |                                                        | <input type="checkbox"/> |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| NEMA 3                  |                                                        |                          |                          |                          | <input type="checkbox"/> |                          |                          |                          |
| NEMA 3R                 |                                                        |                          | <input type="checkbox"/> |                          |                          |                          |                          |                          |
| NEMA 3S                 |                                                        |                          |                          |                          | <input type="checkbox"/> |                          |                          |                          |
| NEMA 4                  |                                                        |                          |                          |                          |                          |                          | <input type="checkbox"/> |                          |
| NEMA 4X                 |                                                        |                          |                          |                          |                          |                          | <input type="checkbox"/> |                          |
| NEMA 6                  |                                                        |                          |                          |                          |                          |                          |                          | <input type="checkbox"/> |
| NEMA 12                 |                                                        |                          |                          | <input type="checkbox"/> |                          |                          |                          |                          |
| NEMA 13                 |                                                        |                          |                          |                          |                          | <input type="checkbox"/> |                          |                          |

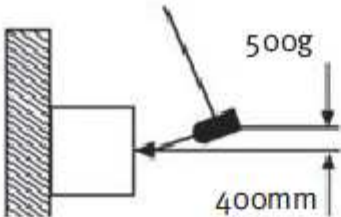
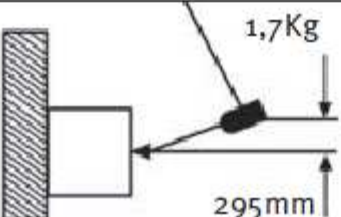
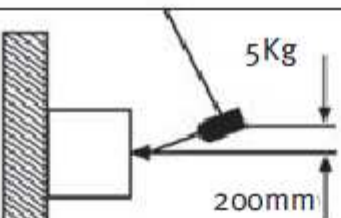
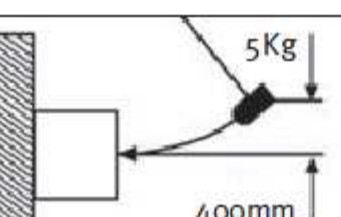
# Código IK (UNE-EN 50102)

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<br>70 mm | 0,2 kg<br>100 mm | 0,2 kg<br>175 mm | 0,2 kg<br>250 mm | 0,2 kg<br>350 mm | 0,5 kg<br>200 mm | 0,5 kg<br>400 mm | 1,7 kg<br>295 mm | 5 kg<br>200 mm | 5 kg<br>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<br>CARACTE-<br>RISTICA | Método de prueba                                                                   | Energía de<br>Impacto Joule | Descripción<br>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



Lider en Formación y Capacitación Profesional