

**SICA**



teoría

materiales

instalaciones

prácticos

miscelaneas

*manual*

**M**

*de Instalaciones Eléctricas*





*Normativas de aplicación para la habilitación de instalaciones y la certificación de materiales.*



*Nociones generales de electricidad y seguridad eléctrica.*



*Requisitos y características de los materiales eléctricos.*



*Proyecto de instalaciones eléctricas.*



*Desarrollo de casos.*



## Consejos para instalaciones eléctricas seguras y confiables

---



**1 Instalaciones seguras y confiables - Generalidades**



**2 Circuitos**



**3 Zonas de seguridad**



**4 Las medidas básicas de seguridad**



**5 Otras medidas de seguridad**



**6 Diez "SI" para una instalación segura**



**7 Algunos "NO" para un uso seguro**

# *manual*

*capítulo*

*tema desarrollado*



**1**

Normativa de aplicación

---



**2**

Calidad, normalización y certificación

---



*capítulo*

*tema desarrollado*

● 1

Nociones Básicas de Electricidad

---

● 2

Seguridad y Protección Eléctrica

---

● 3

Medidas de protección a las personas y a los edificios

---



# manual

*capítulo**tema desarrollado***1****Requisitos Generales para Materiales Eléctricos****2****Conductores Eléctricos****3****Dimensionamiento de Conductores Eléctricos****4****Caños y Tableros eléctricos****5****Elementos de protección y maniobra de uso domiciliario****6****Instalaciones con motores****7****Elementos de protección y maniobra de uso industrial****8****Materiales de Iluminación**



# manual

*capítulo**tema desarrollado***1**Proyecto de Instalaciones eléctricas**2**Componentes de una instalación**3**Reglas y criterios para la construcción de una instalación**4**Instalaciones Eléctricas de muy Baja Tensión (MBT)**5**Instalaciones con motores**6**Corrección del Factor de Potencia**7**Ensayos sobre las instalaciones



*capítulo*

*tema desarrollado*

● **1** Trabajo Práctico N° 1 Proyecto de una instalación unifamiliar









---

● **2** Trabajo Práctico N° 2 Proyecto de un edificio pequeño

---

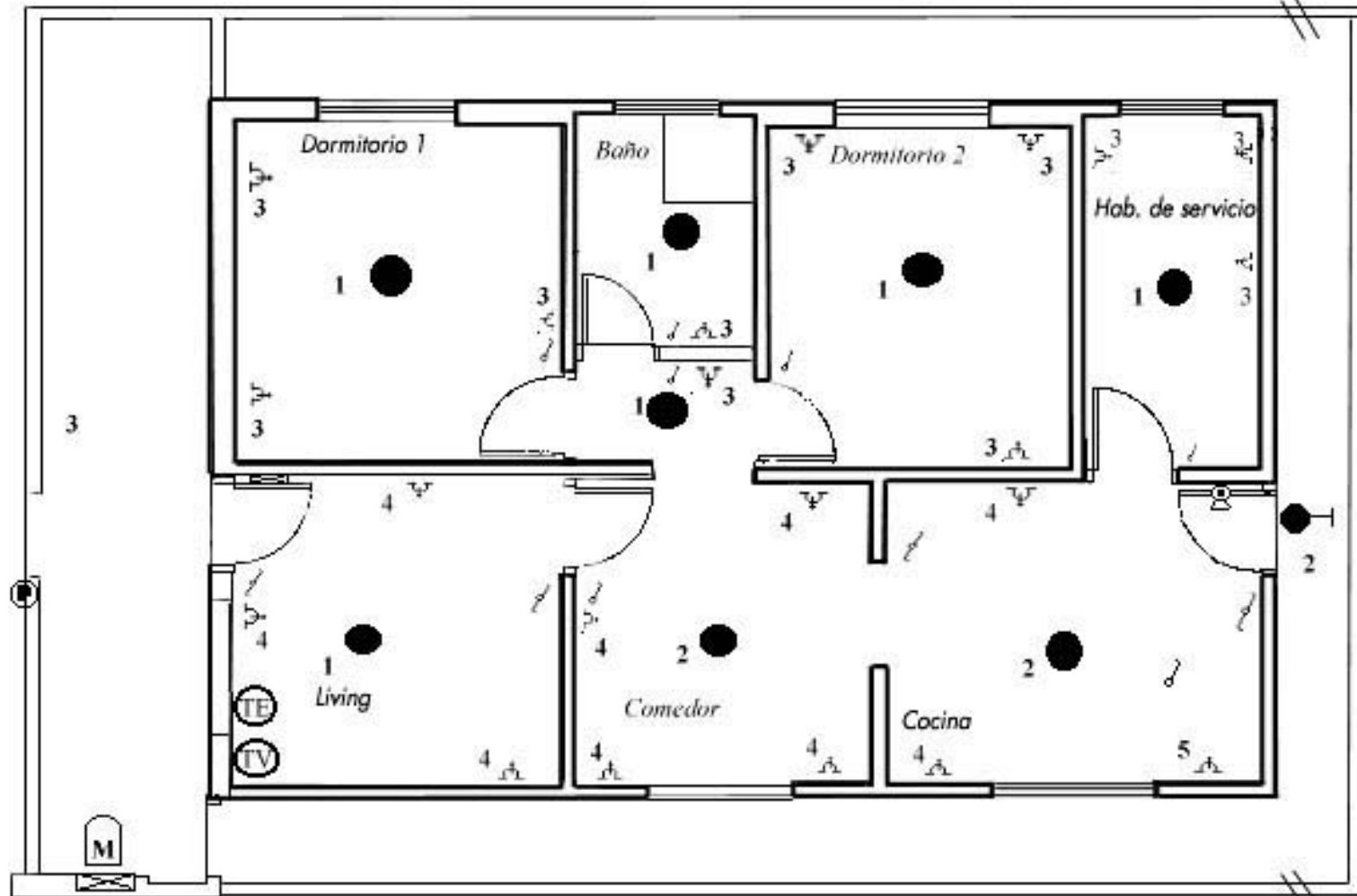




-  **1** Descripción del proyecto
-  **2** Cálculo de la demanda
-  **3** Cálculo de los electroductos
-  **4** Cálculo del circuito seccional
-  **5** Cálculo de la potencia de los circuitos de distribución
-  **6** Dimensionamiento de los electroductos
-  **7** Dimensionamiento de las protecciones
-  **8** Lista de materiales

Supongamos una planta de vivienda unifamiliar con grado de electrificación media de aproximadamente 100 m<sup>2</sup>, compuesta por living, comedor, 2 dormitorios, baño, cocina, habitación de servicio y galería, con alimentación de 220 V.

El primer paso consiste en ubicar en un plano de planta la entrada del medidor, el tablero principal, las cajas para salidas de iluminación, las cajas para tomacorrientes e indicar el respectivo número de circuito.



REFERENCIAS

- |  |                         |  |                          |
|--|-------------------------|--|--------------------------|
|  | Tablero principal       |  | Boca de techo            |
|  | Tablero seccional       |  | Boca de pared            |
|  | Interruptor 1 punto     |  | Toma con puesta a tierra |
|  | Interruptor combinación |  | Medidor                  |
|  | Pulsador                |  | Toma de telefonía        |
|  | Timbre                  |  | Toma de televisión       |

Para la designación de los elementos (Referencias) se ha empleado la simbología gráfica de la norma IRAM.



# manual

*capítulo*

*tema desarrollado*



**1**

Trabajo Práctico N° 1 Proyecto de una instalación unifamiliar

---










**2**

Trabajo Práctico N° 2 Proyecto de un edificio pequeño

---



- 
-  **1** Descripción del proyecto
  -  **2** Cálculo de la demanda de las unidades de vivienda
  -  **3** Recálculo de la demanda de las unidades de vivienda
  -  **4** Cálculo de la demanda total del inmueble
  -  **5** Dimensionamiento de los conductores
  -  **6** Dimensionamiento de las protecciones
  -  **7** Selección de las cañerías

Para la realización de este caso práctico emplearemos un método más simplificado que el empleado en el TP Nro. 1. Supongamos un edificio de departamentos de las siguientes características:

- Subsuelo**
  - Sala de medidores de luz
  - Sala de medidores de gas
  - Sala de cisterna y bombas de agua
  
- Planta baja**
  - Un local de 40 m<sup>2</sup>
  - Hall de entrada
  
- Planta tipo**
  - Diez pisos con dos unidades de vivienda cada uno de 81 m<sup>2</sup>, con la siguiente disposición:
    - comedor: 18 m<sup>2</sup>
    - living-comedor: 12 m<sup>2</sup>
    - 2 dormitorios: 20 m<sup>2</sup>
    - baño: 4,5 m<sup>2</sup>
    - cocina: 8,5 m<sup>2</sup>
    - lavadero: 3,5 m<sup>2</sup>
    - pasillo: 2 m<sup>2</sup>
    - Hab. de servicio: 9 m<sup>2</sup>
    - Baño de servicio: 3,5 m<sup>2</sup>
  
- Azotea**
  - Sala de máquinas (2 ascensores)

Se supone un grado de electrificación media con alimentación de 220 V.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)

Para la realización de este caso práctico emplearemos un método más simplificado que el empleado en el TP Nro. 1. Supongamos un edificio de departamentos de las siguientes características:

- Subsuelo**
  - Sala de medidores de luz
  - Sala de medidores de gas
  - Sala de cisterna y bombas de agua
  
- Planta baja**
  - Un local de 40 m<sup>2</sup>
  - Hall de entrada
  
- Planta tipo**
  - Diez pisos con dos unidades de vivienda cada uno de 81 m<sup>2</sup>, con la siguiente disposición:
    - comedor: 18 m<sup>2</sup>
    - living-comedor: 12 m<sup>2</sup>
    - 2 dormitorios: 20 m<sup>2</sup>
    - baño: 4,5 m<sup>2</sup>
    - cocina: 8,5 m<sup>2</sup>
    - lavadero: 3,5 m<sup>2</sup>
    - pasillo: 2 m<sup>2</sup>
    - Hab. de servicio: 9 m<sup>2</sup>
    - Baño de servicio: 3,5 m<sup>2</sup>
  
- Azotea**
  - Sala de máquinas (2 ascensores)

Se supone un grado de electrificación media con alimentación de 220 V.

Para calcular los consumos de cada unidad se debe recurrir al "número mínimo de puntos de utilización" indicado en el Reglamento de la A.E.A., para viviendas con grado de electrificación medio. En nuestro caso sería:

- Uno para bocas de alumbrado.
- Uno para tomacorrientes de usos generales.
- Uno para tomacorrientes de usos especiales.

Para los "Puntos mínimos de utilización" se considerará:

<u>Habitación</u>	<u>Requisitos del reglamento</u>	<u>Alumbrado</u>	<u>Tomas de uso general</u>	<u>Tomas de uso específico</u>
<b>Comedor (18 m<sup>2</sup>)</b>	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m <sup>2</sup> ): se adoptan 2 Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m <sup>2</sup> ):	2	3	-
<b>Living-comedor (12 m<sup>2</sup>)</b>	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m <sup>2</sup> ): se adoptan 2 Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m <sup>2</sup> )	2	2	-
<b>Dormitorios (10 m<sup>2</sup>)</b>	Independientemente de su superficie llevarán 1 boca de alumbrado y 3 tomacorrientes de usos generales: se adoptan el doble.	2	6	-
<b>Cocina (8,5 m<sup>2</sup>)</b>	Bocas de alumbrado (mín. 2) Tomacorrientes (mín. 3)	2	5	1
<b>Pasillo (2 m<sup>2</sup>)</b>	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-
<b>Baño (4,5 m<sup>2</sup>)</b>	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-
<b>Lavadero (4,5 m<sup>2</sup>)</b>	No está contemplado en la reglamentación, por lo que se adopta 1 boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	1
<b>Habitación de servicio (9 m<sup>2</sup>)</b>	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m <sup>2</sup> ) Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m <sup>2</sup> )	1	2	-



<b>Baño de servicio (3,5 m2)</b>	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-
<b>Total</b>		13	22	-

Dado que la cantidad de tomacorrientes supera los 15 se deben prever dos circuitos para los mismos, luego el cálculo de la demanda será:

- 13 bocas de alumbrado \* 125 VA / boca = 1625 VA
- siendo la demanda simultánea de 1625 VA \* 0,66 = 1073 VA
- para la demanda en los circuitos de tomacorrientes, en tanto no se cuente con datos más precisos, se debe considerar 2200 VA por circuito, en este caso sería 2200 VA \* 2 = 4400 VA.
- análogamente, para el circuito de tomacorrientes especiales se considera el mínimo de 2750 VA.
- En total resulta 1073 + 4400 + 2750 = 8223 VA

Dado que este valor supera los 6000 VA, la vivienda debe ser considerada como de grado de electrificación elevado, por lo que deben revisarse los números mínimos de bocas y de circuitos previstos originalmente.

Para una vivienda de grado de electrificación elevado se deben prever los siguientes circuitos:

- Dos para bocas de alumbrado.
- Dos para tomacorrientes de usos generales.
- Dos para tomacorrientes de usos especiales.

Para los "Puntos mínimos de utilización" se considerará:

<u>Habitación</u>	<u>Requisitos del reglamento</u>	<u>Alumbrado</u>	<u>Tomas de uso general</u>	<u>Tomas de uso específico</u>
Comedor (18 m2)	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m2): Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m2):	2	3	1
Living-comedor (12 m2)	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m2) Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m2)	2	2	1
Dormitorios (10 m2)	Independientemente de su superficie llevarán 1 boca de alumbrado y 3 tomacorrientes de usos generales.	2	6	2
Cocina (8,5 m2)	Bocas de alumbrado (mín. 2) Tomacorrientes (mín. 3)	2	5	1
Pasillo (2 m2)	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-
Baño (4,5 m2)	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-
Lavadero (4,5 m2)	No está contemplado en la reglamentación, por lo que se adopta 1 boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	2	1	1
Habitación de servicio (9 m2)	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m2) Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m2): se adoptan 3	1	2	1
Baño de servicio (3,5 m2)	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-
<b>Total</b>		<b>14</b>	<b>22</b>	<b>7</b>

Dado que la cantidad de tomacorrientes supera los 15 se deben prever dos circuitos para los mismos, luego el cálculo de la demanda será:

- 7 bocas de alumbrado \* 125 VA / boca = 875 VA por circuito
- siendo la demanda simultánea de 875 VA \* 0,66 = 577,5 VA
- para los dos circuitos resulta = 1155 VA.
- para la demanda en los circuitos de tomacorrientes, se mantiene el criterio de considerar 2200 VA por circuito, en este caso sería 2200 VA \* 2 = 4400 VA.
- análogamente, para los circuitos de tomacorrientes de usos especiales se considerará 2750 VA.c/u, o sea 5500 VA.
- La potencia máxima simultánea total de cada vivienda resulta: 1155 + 4400 + 5500 = 11055 VA

Dado que en nuestro ejemplo tenemos 20 unidades de vivienda, el coeficiente de simultaneidad a considerar entre las mismas es del 50%; ello nos daría una potencia total simultánea de 11055 \* 20 \* 0,5 = 110550 VA.

**A) Cálculo de la demanda para el local:**

Si no se cuenta con mayores precisiones se considera que presenta un grado de electrificación medio, por lo que se deben prever los siguientes circuitos:

- Un circuito para bocas de alumbrado = 1050 VA (\*).
- Un circuito para tomacorrientes de usos generales = 2200 VA.
- Un circuito para tomacorrientes de usos especiales = 2750 VA.

(\*) Este valor se eligió para no sobrepasar el valor de 6000 VA correspondiente al grado de electrificación elegido y, considerando 125 VA por boca y un coeficiente de simultaneidad de 0,66 equivale a 12 bocas, que se considera un valor aceptable.

**B) Cálculo de la demanda para los servicios generales:**

Para su cálculo se suponen conocidas las potencias de todas las cargas instaladas, que en nuestro caso serán:

- Ascensores (2) = 4000 VA \* 2 circuitos = 8000 VA
- circuito de luz de coches = 250 VA \* 2 circuitos = 500 VA
- Circuitos de bombas de agua = 2 \* 1000 VA = 2000 VA
- Circuito de iluminación de palieres (fijo) = 1200 VA.
- Circuito de iluminación de palieres (automático) = 1200 VA.
- Circuito de tomacorrientes en palieres = 2200 VA.
- Iluminación del Hall de entrada = 700 VA
- Iluminación sala de máquinas, bombas y medidores = 700 VA
- Total = 16500 VA.

Para el cálculo de la potencia simultánea se adopta un coeficiente de simultaneidad de uno para los ascensores, de 0,5 para las bombas de agua (sólo funciona una por vez) y de 0,66 para el resto, ello da una potencia total simultánea de =  $13460 \text{ VA} = (700+700+2200+1200+1200) * 0,66 + 2000 * 0,5 + 8000 + 500$

**A) Cálculo de la demanda total del inmueble:**

- Viviendas = 110550 VA
- Local comercial = 6000 VA
- Servicios generales = 13460 VA
- Total = 130010 VA.

Si se considera un factor de potencia de 0,85 resulta:

- Viviendas (c/u)  $11055 * 0,85 / 1000 = 9,40 \text{ kW}$
- Local  $6000 * 0,85 / 1000 = 5,1 \text{ kW}$
- Servicios generales  $13460 * 0,85 / 1000 = 11,4 \text{ kW}$

Ello significa que todas ellas pueden ser certificadas por instaladores matriculados en la Categoría C.

A título de ejemplo sólo se realizará el cálculo para las unidades de vivienda y considerando la caída de tensión sólo para la línea seccional. Obviamente en una instalación real se debe realizar este cálculo para todos los circuitos.

#### A) Cálculo de los circuitos de alumbrado:

La corriente de proyecto  $I_p = S / U = 577,5 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 2,63 \text{ A}$ .

Siendo la corriente de proyecto inferior a la del conductor mínimo admisible para este tipo de circuitos (13 Ampere para 1,5 mm<sup>2</sup>) se adopta esta sección para los mismos.

#### B) Cálculo de los circuitos de tomacorrientes de uso general:

De la misma forma resulta  $I_p = S / U = 2200 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 10 \text{ A}$

Siendo menor a la corriente admisible del cable de 1,5 mm<sup>2</sup> (13 A) también se adopta cable de 1,5 mm<sup>2</sup>

#### C) Cálculo de los circuitos de tomacorrientes de uso especial:

$I_p = S / U = 2750 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 12,5 \text{ A}$

Siendo menor a la corriente admisible del cable de 2,5 mm<sup>2</sup> (18 A) se adopta cable de 2,5 mm<sup>2</sup>.

#### .D) Cálculo de la línea seccional:

Colocándonos en la situación más desfavorable, la corriente sería:

$I_p = S / U = 11055 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 50,25 \text{ A}$

Este valor, al igual que el del TP N° 1 resulta claramente exagerado, por lo que se debe efectuar un análisis mucho más acabado de los coeficientes de simultaneidad a efectos de realizar una instalación segura pero económicamente razonable. Despreciando estas consideraciones calcularemos la sección de conductor suponiendo una alimentación por los montantes de los ascensores, donde no hay peligro de sobreelevaciones de temperatura.

Por lo tanto, el coeficiente de corrección a aplicar a los valores de tablas será de 1,22; ello significa que para un conductor de 10 mm<sup>2</sup> cuya corriente nominal es de 43 A para esta modalidad de instalación será  $43 * 1,22$ , o sea 52,5 Ampere.

Siendo este valor superior a la corriente de cálculo de 50,25 A es válida la sección de 10 mm<sup>2</sup>.

#### E) Verificación de la caída de tensión:

Se aplica la expresión  $\Delta U_s = I_p * R_s$ , donde

- $\Delta U_s$  es la caída de tensión de la línea seccional (en V)
- $R_s$  la resistencia del conductor correspondiente a dicha línea (en  $\Omega$ ), expresada por la fórmula  $Rho * L_s / S$
- $Rho$  = resistividad del cobre (  $1 / 56 \Omega * \text{mm}^2 / \text{m}$  )
- $L_s$  = longitud de los conductores activos, considerando la distancia más comprometida será 10 pisos \* 2,8 m. por piso = 28 m. Pero al ser dos los conductores activos (fase y neutro) esa longitud resulta ser de 56 metros.
- $S$  es la sección del conductor.

Por lo tanto será  $R_s = 1/56 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} \cdot 56 \text{ m} / 10 \text{ mm}^2 = 0,10 \Omega$

Siendo el valor absoluto =  $50,25 \text{ A} \cdot 0,10 \Omega = 5,03 \text{ V}$

y en forma porcentual =  $5,03 / 220 = 2,3\%$  (valor que está por debajo del valor exigido del 3%), por lo que la sección de  $10 \text{ mm}^2$  cumple la verificación de caída de tensión.

#### **F) Verificación por corriente de cortocircuito:**

$$S \geq \frac{I_{cc} \sqrt{t}}{C}$$

Se debe cumplir la fórmula

donde:

t = duración del cortocircuito (sec.)

S = sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

I<sub>cc</sub> = corriente de cortocircuito (A)

C = 115 para cables en cobre aislados en PVC (160°C)

= 74 para cables en aluminio aislados en PVC (160°C)

= 143 para cables en cobre aislados en XLPE (250°C)

= 92 para cables en aluminio aislados en XLPE (250°C)

Si consideramos que las corrientes de cortocircuito de las compañías prestadoras están en el orden de los 3000 A, y que los tiempos de actuación de las protecciones (interruptores automáticos) están en el orden de los 20 milisegundos, resulta que

S = 3,72  $\text{mm}^2$  para C=115; valor muy inferior al adoptado de  $10 \text{ mm}^2$ .

Si bien el Reglamento admite el empleo del conjunto interruptor con fusibles, en la práctica se emplean protectores automáticos que deben verificar que su corriente nominal ( $I_n$ ) sea menor que la corriente admisible del conductor ( $I_c$ ) y mayor que la corriente total del circuito ( $I_p$ ).

### A) Tablero seccional:

Se admiten dos variantes:

- Un interruptor diferencial para el corte general y tantos interruptores automáticos como circuitos existan. Es el más sencillo y económico pero ante una falla a tierra saca de servicio a todos los circuitos.
- Un interruptor automático o manual como corte general y para cada circuito un conjunto diferencial con interruptor automático.

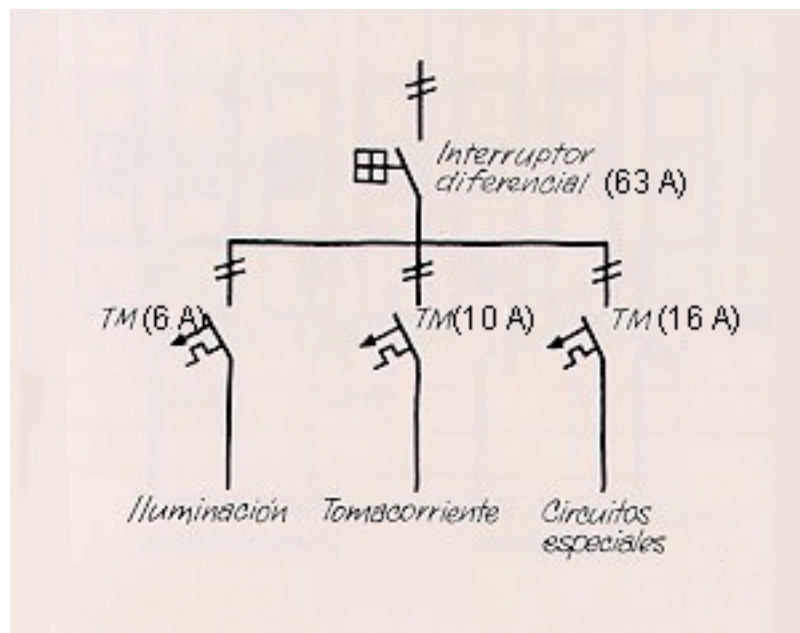
Para nuestro ejemplo se adoptará la primer variante, siendo:

- Circuitos de alumbrado: Interruptores automáticos bipolares de 6 A. de corriente nominal, con capacidad de ruptura de 3 kA, con lo que se cumple que  $I_p \leq I_n \leq I_c$ , en nuestro caso  $2,63 \text{ A} \leq 6 \text{ A} \leq 13 \text{ A}$
- Circuitos de tomacorrientes de uso general: análogamente se elegirán interruptores automáticos bipolares de 10A, verificándose que  $I_p < I_n < I_c$ , en nuestro caso  $10 \text{ A} \leq 10 \text{ A} \leq 13 \text{ A}$
- Circuitos de tomacorrientes de uso especial: análogamente se elegirán interruptores automáticos bipolares de 16A, verificándose que  $I_p < I_n < I_c$ , en nuestro caso  $12,5 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 18 \text{ A}$
- Interruptor general: se elegirá un interruptor por corriente diferencial de fuga de las siguientes características:
  - Corriente nominal de actuación = 30 mA.
  - Tiempo de actuación = 20 ms
  - Corriente nominal = debe soportar la corriente simultánea de todos los circuitos conectados a él; en nuestro caso se debe elegir uno de 63 A, ya que los equipos comerciales son de 25, 40 ó 63 Amper.

### B) Tablero principal:

Se debe instalar un interruptor como aparato de maniobra principal y un dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, eligiéndose en nuestro caso un interruptor automático bipolar, clase C ó D, con capacidad de ruptura de 3 kA y 50 A de corriente nominal. Al igual que en el caso anterior se debe verificar que  $I_p < I_n < I_c$ , en nuestro caso  $50 \text{ A} \leq 50 \text{ A} \leq 52,5 \text{ A}$

Con estos elementos estamos en condiciones de realizar el esquema unifilar de la instalación, que resultaría:



Por simplicidad sólo se representó un circuito de iluminación, de tomacorrientes y de usos especiales (en la práctica son dos de cada uno de ellos).



Para una instalación de tipo embutido como la del presente proyecto se puede optar por:

- Caños de acero tipo RL (livianos) o RS (semipesados)
- Caños termoplásticos según IRAM 2206 parte I (rígidos no flexibles).

Una vez definido el tipo de canalización y el material a emplear se debe realizar el tendido sobre el tablero, partiendo desde el tablero seccional hasta el último de los consumos, luego se indican la cantidad de conductores a cablear en cada una de ellas y a través de las tablas respectivas se elige la sección de las cañerías.

Si bién es factible cablear en una misma cañería conductores correspondientes a distintos circuitos, por razones de seguridad y por lo pautado en el Reglamento de la A.E.A., que establece tantas limitaciones que se recomienda no emplear este tipo de tendido.

Para calcular los consumos de cada unidad se debe recurrir al "número mínimo de puntos de utilización" indicado en el Reglamento de la A.E.A., para viviendas con grado de electrificación medio. En nuestro caso sería:

- Uno para bocas de alumbrado.
- Uno para tomacorrientes de usos generales.
- Uno para tomacorrientes de usos especiales.

Para los "Puntos mínimos de utilización" se considerará:

<u>Habitación</u>	<u>Requisitos del reglamento</u>	<u>Alumbrado</u>	<u>Tomas de uso general</u>	<u>Tomas de uso específico</u>
<b>Comedor (18 m2)</b>	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m2): se adoptan 2 Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m2):	2	3	-
<b>Living-comedor (12 m2)</b>	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m2): se adoptan 2 Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m2)	2	2	-
<b>Dormitorios (10 m2)</b>	Independientemente de su superficie llevarán 1 boca de alumbrado y 3 tomacorrientes de usos generales: se adoptan el doble.	2	6	-
<b>Cocina (8,5 m2)</b>	Bocas de alumbrado (mín. 2) Tomacorrientes (mín. 3)	2	5	1
<b>Pasillo (2 m2)</b>	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-
<b>Baño (4,5 m2)</b>	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-
<b>Lavadero (4,5 m2)</b>	No está contemplado en la reglamentación, por lo que se adopta 1 boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	1
<b>Habitación de servicio (9 m2)</b>	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m2) Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m2)	1	2	-
<b>Baño de servicio (3,5 m2)</b>	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-

Dado que la cantidad de tomacorrientes supera los 15 se deben prever dos circuitos para los mismos, luego el cálculo de la demanda será:

- 13 bocas de alumbrado \* 125 VA / boca = 1625 VA
- siendo la demanda simultánea de 1625 VA \* 0,66 = 1073 VA
- para la demanda en los circuitos de tomacorrientes, en tanto no se cuente con datos más precisos, se debe considerar 2200 VA por circuito, en este caso sería 2200 VA \* 2 = 4400 VA.
- análogamente, para el circuito de tomacorrientes especiales se considera el mínimo de 2750 VA.
- En total resulta 1073 + 4400 + 2750 = 8223 VA

Dado que este valor supera los 6000 VA, la vivienda debe ser considerada como de grado de electrificación elevado, por lo que deben revisarse los números mínimos de bocas y de circuitos previstos originalmente.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)

Para una vivienda de grado de electrificación elevado se deben prever los siguientes circuitos:

- Dos para bocas de alumbrado.
- Dos para tomacorrientes de usos generales.
- Dos para tomacorrientes de usos especiales.

Para los "Puntos mínimos de utilización" se considerará:

<u>Habitación</u>	<u>Requisitos del reglamento</u>	<u>Alumbrado</u>	<u>Tomas de uso general</u>	<u>Tomas de uso específico</u>
Comedor (18 m2)	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m2): Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m2):	2	3	1
Living-comedor (12 m2)	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m2) Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m2)	2	2	1
Dormitorios (10 m2)	Independientemente de su superficie llevarán 1 boca de alumbrado y 3 tomacorrientes de usos generales.	2	6	2
Cocina (8,5 m2)	Bocas de alumbrado (mín. 2) Tomacorrientes (mín. 3)	2	5	1
Pasillo (2 m2)	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-
Baño (4,5 m2)	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-
Lavadero (4,5 m2)	No está contemplado en la reglamentación, por lo que se adopta 1 boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	2	1	1
Habitación de servicio (9 m2)	Bocas de alumbrado (mín. 1 c/20 m2) Tomacorrientes (mín. 1 c/6 m2): se adoptan 3	1	2	1
Baño de servicio (3,5 m2)	Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.	1	1	-
<b>Total</b>		<b>14</b>	<b>22</b>	<b>7</b>

Dado que la cantidad de tomacorrientes supera los 15 se deben prever dos circuitos para los mismos, luego el cálculo de la demanda será:

- 7 bocas de alumbrado \* 125 VA / boca = 875 VA por circuito

- siendo la demanda simultánea de  $875 \text{ VA} * 0,66 = 577,5 \text{ VA}$
- para los dos circuitos resulta = 1155 VA.
- para la demanda en los circuitos de tomacorrientes, se mantiene el criterio de considerar 2200 VA por circuito, en este caso sería  $2200 \text{ VA} * 2 = 4400 \text{ VA}$ .
- análogamente, para los circuitos de tomacorrientes de usos especiales se considerará 2750 VA.c/u, o sea 5500 VA.
- La potencia máxima simultánea total de cada vivienda resulta:  $1155 + 4400 + 5500 = 11055 \text{ VA}$

Dado que en nuestro ejemplo tenemos 20 unidades de vivienda, el coeficiente de simultaneidad a considerar entre las mismas es del 50%; ello nos daría una potencia total simultánea de  $11055 * 20 * 0,5 = 110550 \text{ VA}$ .

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

**A) Cálculo de la demanda para el local:**

Si no se cuenta con mayores precisiones se considera que presenta un grado de electrificación medio, por lo que se deben prever los siguientes circuitos:

- Un circuito para bocas de alumbrado = 1050 VA (\*).
- Un circuito para tomacorrientes de usos generales = 2200 VA.
- Un circuito para tomacorrientes de usos especiales = 2750 VA.

(\*) Este valor se eligió para no sobrepasar el valor de 6000 VA correspondiente al grado de electrificación elegido y, considerando 125 VA por boca y un coeficiente de simultaneidad de 0,66 equivale a 12 bocas, que se considera un valor aceptable.

**B) Cálculo de la demanda para los servicios generales:**

Para su cálculo se suponen conocidas las potencias de todas las cargas instaladas, que en nuestro caso serán:

- Ascensores (2) = 4000 VA \* 2 circuitos = 8000 VA
- circuito de luz de coches = 250 VA \* 2 circuitos = 500 VA
- Circuitos de bombas de agua = 2 \* 1000 VA = 2000 VA
- Circuito de iluminación de palieres (fijo) = 1200 VA.
- Circuito de iluminación de palieres (automático) = 1200 VA.
- Circuito de tomacorrientes en palieres = 2200 VA.
- Iluminación del Hall de entrada = 700 VA
- Iluminación sala de máquinas, bombas y medidores = 700 VA
- Total = 16500 VA.

Para el cálculo de la potencia simultánea se adopta un coeficiente de simultaneidad de uno para los ascensores, de 0,5 para las bombas de agua (sólo funciona una por vez) y de 0,66 para el resto, ello da una potencia total simultánea de = 13460 VA = (700+700+2200+1200+1200) \* 0,66 + 2000 \* 0,5 + 8000 + 500

**A) Cálculo de la demanda total del inmueble:**

- Viviendas = 110550 VA
- Local comercial = 6000 VA
- Servicios generales = 13460 VA
- Total = 130010 VA.

Si se considera un factor de potencia de 0,85 resulta:

- Viviendas (c/u)  $11055 * 0,85 / 1000 = 9,40$  kW
- Local  $6000 * 0,85 / 1000 = 5,1$  kW
- Servicios generales  $13460 * 0,85 / 1000 = 11,4$  kW

Ello significa que todas ellas pueden ser certificadas por instaladores matriculados en la Categoría C.

A título de ejemplo sólo se realizará el cálculo para las unidades de vivienda y considerando la caída de tensión sólo para la línea seccional. Obviamente en una instalación real se debe realizar este cálculo para todos los circuitos.

#### A) Cálculo de los circuitos de alumbrado:

La corriente de proyecto  $I_p = S / U = 577,5 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 2,63 \text{ A}$ .

Siendo la corriente de proyecto inferior a la del conductor mínimo admisible para este tipo de circuitos (13 Ampere para 1,5 mm<sup>2</sup>) se adopta esta sección para los mismos.

#### B) Cálculo de los circuitos de tomacorrientes de uso general:

De la misma forma resulta  $I_p = S / U = 2200 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 10 \text{ A}$

Siendo menor a la corriente admisible del cable de 1,5 mm<sup>2</sup> (13 A) también se adopta cable de 1,5 mm<sup>2</sup>

#### C) Cálculo de los circuitos de tomacorrientes de uso especial:

$I_p = S / U = 2750 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 12,5 \text{ A}$

Siendo menor a la corriente admisible del cable de 2,5 mm<sup>2</sup> (18 A) se adopta cable de 2,5 mm<sup>2</sup>.

#### .D) Cálculo de la línea seccional:

Colocándonos en la situación más desfavorable, la corriente sería:

$I_p = S / U = 11055 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 50,25 \text{ A}$

Este valor, al igual que el del TP N° 1 resulta claramente exagerado, por lo que se debe efectuar un análisis mucho más acabado de los coeficientes de simultaneidad a efectos de realizar una instalación segura pero económicamente razonable. Despreciando estas consideraciones calcularemos la sección de conductor suponiendo una alimentación por los montantes de los ascensores, donde no hay peligro de sobreelevaciones de temperatura.

Por lo tanto, el coeficiente de corrección a aplicar a los valores de tablas será de 1,22; ello significa que para un conductor de 10 mm<sup>2</sup> cuya corriente nominal es de 43 A para esta modalidad de instalación será  $43 * 1,22$ , o sea 52,5 Ampere.

Siendo este valor superior a la corriente de cálculo de 50,25 A es válida la sección de 10 mm<sup>2</sup>.

#### E) Verificación de la caída de tensión:

Se aplica la expresión  $\Delta U_s = I_p * R_s$ , donde

- $\Delta U_s$  es la caída de tensión de la línea seccional (en V)
- $R_s$  la resistencia del conductor correspondiente a dicha línea (en  $\Omega$ ), expresada por la fórmula  $Rho * L_s / S$
- $Rho$  = resistividad del cobre (  $1 / 56 \Omega * \text{mm}^2 / \text{m}$  )
- $L_s$  = longitud de los conductores activos, considerando la distancia más comprometida será 10 pisos \* 2,8 m. por piso = 28 m. Pero al ser dos los conductores activos (fase y neutro) esa longitud resulta ser de 56 metros.
- $S$  es la sección del conductor.

Por lo tanto será  $R_s = 1/56 \Omega * \text{mm}^2 / \text{m} * 56 \text{ m} / 10 \text{ mm}^2 = 0,10 \Omega$

Siendo el valor absoluto =  $50,25 \text{ A} * 0,10 \Omega = 5,03 \text{ V}$

y en forma porcentual =  $5,03 / 220 = 2,3\%$  (valor que está por debajo del valor exigido del 3%), por lo que la sección de 10 mm<sup>2</sup> cumple la verificación de caída de tensión.

#### F) Verificación por corriente de cortocircuito:

$$S \geq \frac{I_{cc} \sqrt{T}}{C}$$

Se debe cumplir la fórmula

donde:

t = duración del cortocircuito (sec.)

S = sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

I<sub>cc</sub> = corriente de cortocircuito (A)

C = 115 para cables en cobre aislados en PVC (160°C)

= 74 para cables en aluminio aislados en PVC (160°C)

= 143 para cables en cobre aislados en XLPE (250°C)

= 92 para cables en aluminio aislados en XLPE (250°C)

Si consideramos que las corrientes de cortocircuito de las compañías prestadoras están en el orden de los 3000 A, y que los tiempos de actuación de las protecciones (interruptores automáticos) están en el orden de los 20 milisegundos, resulta que

S = 3,72 mm<sup>2</sup> para C=115; valor muy inferior al adoptado de 10 mm<sup>2</sup>.

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)



Si bien el Reglamento admite el empleo del conjunto interruptor con fusibles, en la práctica se emplean protectores automáticos que deben verificar que su corriente nominal ( $I_n$ ) sea menor que la corriente admisible del conductor ( $I_c$ ) y mayor que la corriente total del circuito ( $I_p$ ).

### A) Tablero seccional:

Se admiten dos variantes:

- Un interruptor diferencial para el corte general y tantos interruptores automáticos como circuitos existan. Es el más sencillo y económico pero ante una falla a tierra saca de servicio a todos los circuitos.
- Un interruptor automático o manual como corte general y para cada circuito un conjunto diferencial con interruptor automático.

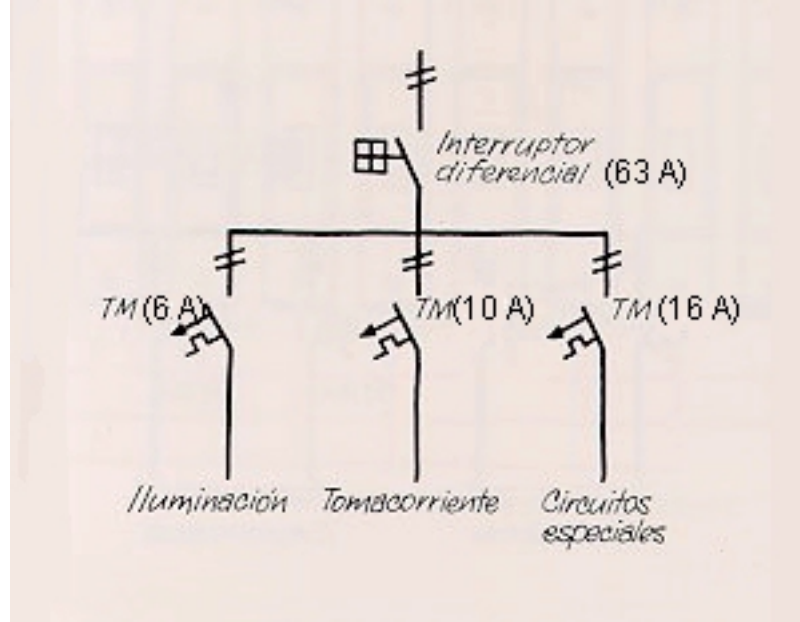
Para nuestro ejemplo se adoptará la primer variante, siendo:

- Circuitos de alumbrado: Interruptores automáticos bipolares de 6 A. de corriente nominal, con capacidad de ruptura de 3 kA, con lo que se cumple que  $I_p \leq I_n \leq I_c$ , en nuestro caso  $2,63 \text{ A} \leq 6 \text{ A} \leq 13 \text{ A}$
- Circuitos de tomacorrientes de uso general: análogamente se elegirán interruptores automáticos bipolares de 10A, verificándose que  $I_p < I_n < I_c$ , en nuestro caso  $10 \text{ A} \leq 10 \text{ A} \leq 13 \text{ A}$
- Circuitos de tomacorrientes de uso especial: análogamente se elegirán interruptores automáticos bipolares de 16A, verificándose que  $I_p < I_n < I_c$ , en nuestro caso  $12,5 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 18 \text{ A}$
- Interruptor general: se elegirá un interruptor por corriente diferencial de fuga de las siguientes características:
  - Corriente nominal de actuación = 30 mA.
  - Tiempo de actuación = 20 ms
  - Corriente nominal = debe soportar la corriente simultánea de todos los circuitos conectados a él; en nuestro caso se debe elegir uno de 63 A, ya que los equipos comerciales son de 25, 40 ó 63 Amper.

### B) Tablero principal:

Se debe instalar un interruptor como aparato de maniobra principal y un dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, eligiéndose en nuestro caso un interruptor automático bipolar, clase C ó D, con capacidad de ruptura de 3 kA y 50 A de corriente nominal. Al igual que en el caso anterior se debe verificar que  $I_p < I_n < I_c$ , en nuestro caso  $50 \text{ A} \leq 50 \text{ A} \leq 52,5 \text{ A}$

Con estos elementos estamos en condiciones de realizar el esquema unifilar de la instalación, que resultaría:



Por simplicidad sólo se representó un circuito de iluminación, de tomacorrientes y de usos especiales (en la práctica son dos de cada uno de ellos).

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

Para una instalación de tipo embutido como la del presente proyecto se puede optar por:

- Caños de acero tipo RL (livianos) o RS (semipesados)
- Caños termoplásticos según IRAM 2206 parte I (rígidos no flexibles).

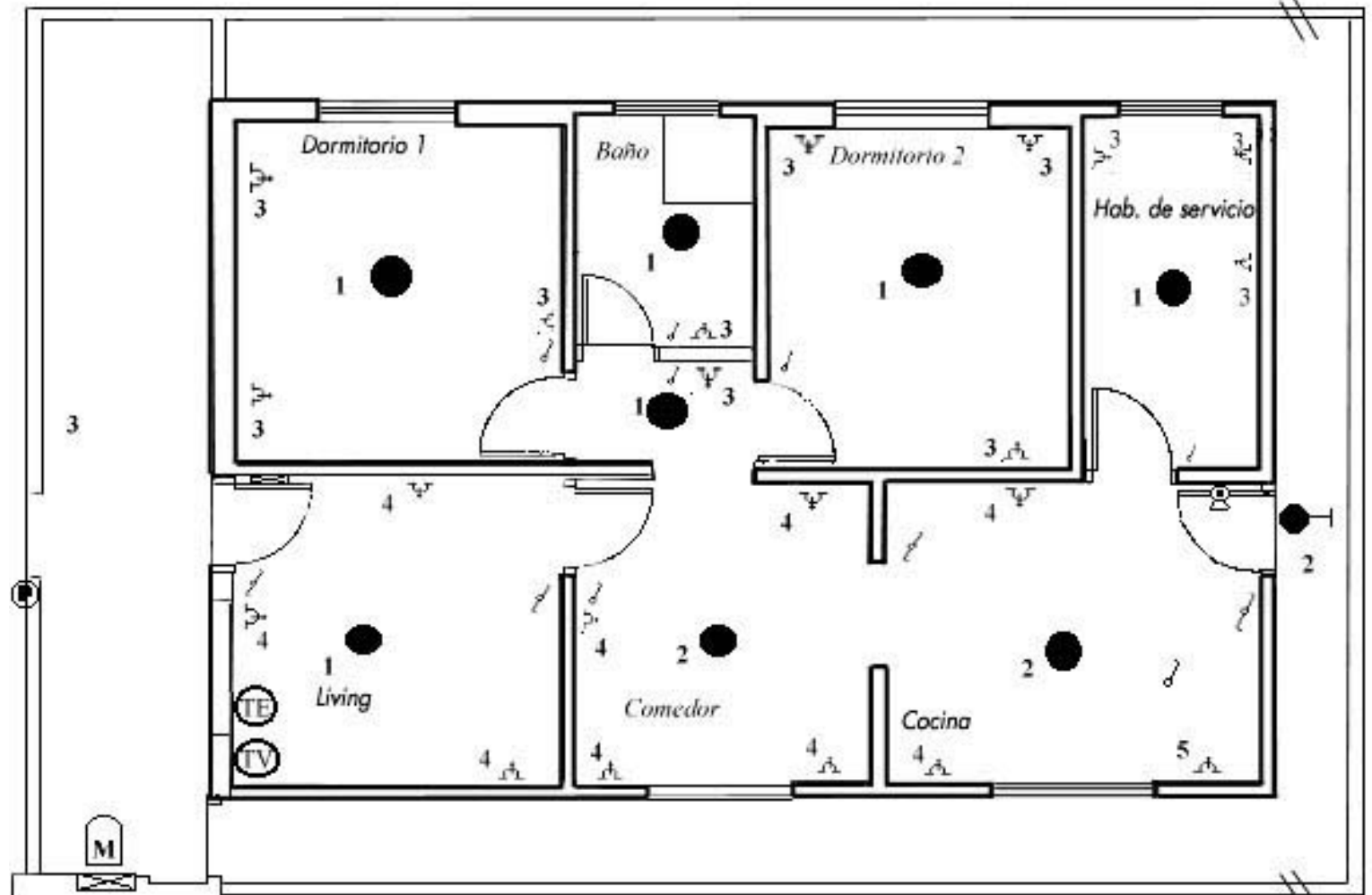
Una vez definido el tipo de canalización y el material a emplear se debe realizar el tendido sobre el tablero, partiendo desde el tablero seccional hasta el último de los consumos, luego se indican la cantidad de conductores a cablear en cada una de ellas y a través de las tablas respectivas se elige la sección de las cañerías.

Si bién es factible cablear en una misma cañería conductores correspondientes a distintos circuitos, por razones de seguridad y por lo pautado en el Reglamento de la A.E.A., que establece tantas limitaciones que se recomienda no emplear este tipo de tendido.

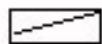

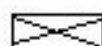









[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)

Supongamos una planta de vivienda unifamiliar con grado de electrificación media de aproximadamente 100 m<sup>2</sup>, compuesta por living, comedor, 2 dormitorios, baño, cocina, habitación de servicio y galería, con alimentación de 220 V.

El primer paso consiste en ubicar en un plano de planta la entrada del medidor, el tablero principal, las cajas para salidas de iluminación, las cajas para tomacorrientes e indicar el respectivo número de circuito.



REFERENCIAS

- |   |                         |   |                          |
|---|-------------------------|---|--------------------------|
|  | Tablero principal       |  | Boca de techo            |
|  | Tablero seccional       |  | Boca de pared            |
|  | Interruptor 1 punto     |  | Toma con puesta a tierra |
|  | Interruptor combinación |  | Medidor                  |
|  | Pulsador                |  | Toma de telefonía        |
|  | Timbre                  |  | Toma de televisión       |

Para la designación de los elementos (Referencias) se ha empleado la simbología gráfica de la norma IRAM.

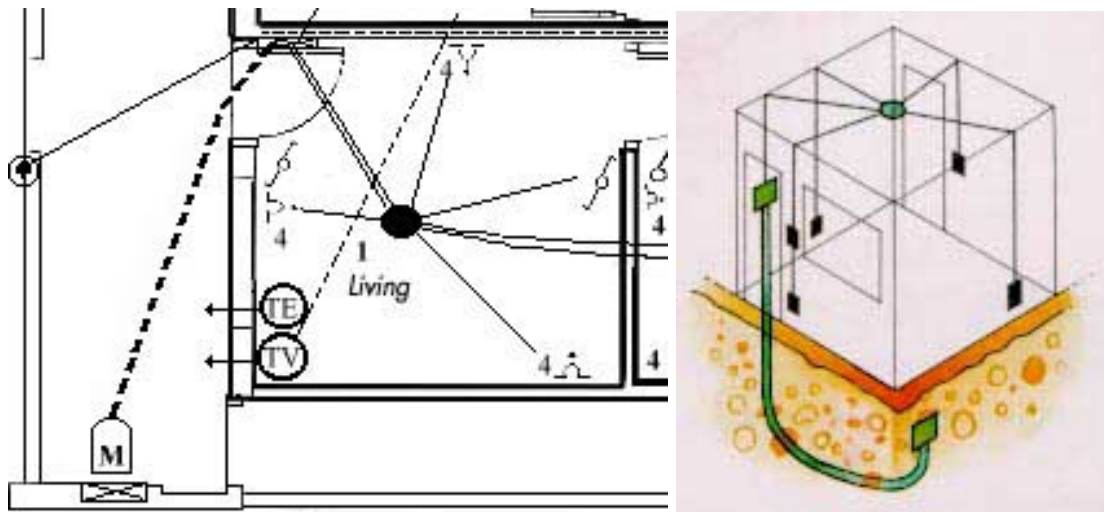
El siguiente paso consiste en determinar la demanda de potencia máxima simultánea.

A los efectos del cálculo se considera la potencia aparente, por lo que se mide en Volt Ampere (V A). La corriente se calcula de la fórmula  $I = P / U$ , por lo que a modo de ejemplo el circuito 1 sería:  $I = 1000 / 220 = 4,5$  A. Posteriormente se vuelcan estos datos en una tabla a efectos de comenzar el proceso de cálculo; en nuestro caso sería:

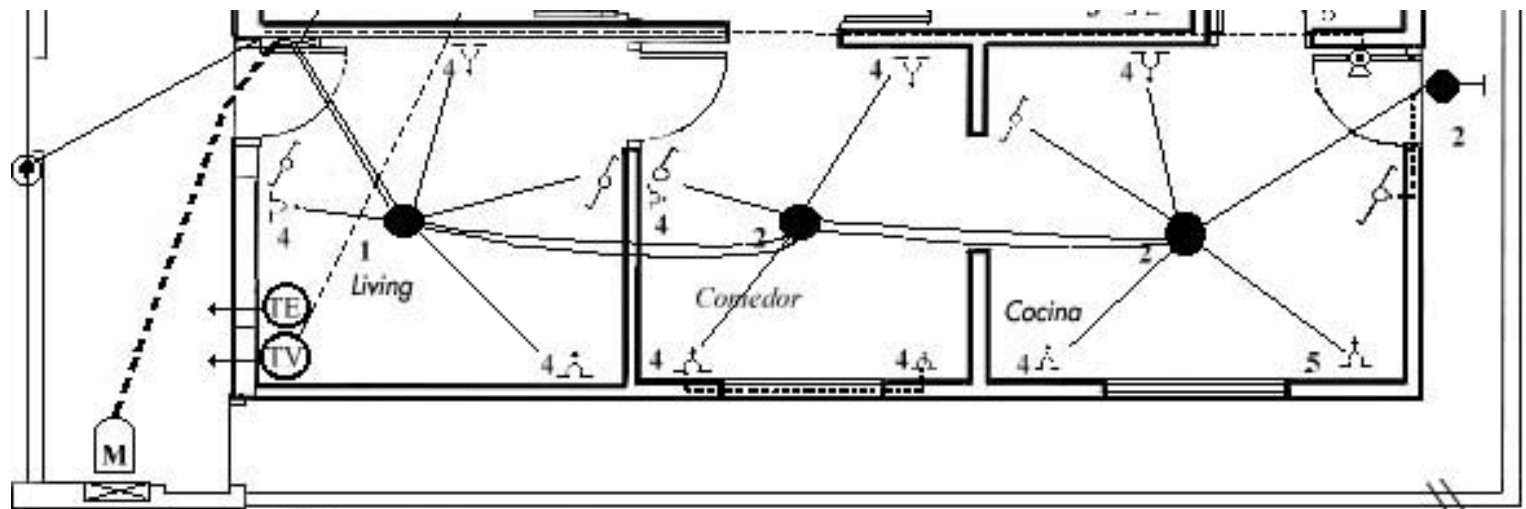
<u>Circuito</u>	<u>Local</u>	<u>Potencia</u>	<u>Potencia total</u>	<u>Corriente</u>	<u>factor de agrupamiento</u>	<u>Corriente corregida</u>	<u>Secc. Cond.</u>
<b>Nro.</b>		<b>(VA)</b>	<b>(VA)</b>	<b>(A)</b>		<b>(A)</b>	<b>mm2</b>
1	Living	1 x 225					
1	Dorm. 1	1 x 225					
1	Baño	1 x 125					
1	Pasillo	1 x 75					
1	Dorm. 2	1 x 225					
1	Hab.Serv	1 x 125	1000	4.5			
2	Comedor	1 x 225					
2	Cocina	1 x 225					
2	Galería	1 x 125	575	2.6			
3	Dorm. 1	3 x 125					
3	Baño	1 x 1000					
3	Pasillo	1 x 125					
3	Dorm. 2	3 x 125	1875	8.5			
4	Living	3 x 125					
4	Comedor	3 x 125					
4	Cocina	1 x 500					
4	Hab. Serv.	2 x 125	2250	10.2			
4		1 x 500					
5	Cocina	3 x 600	1800	8,2			
Línea seccional							

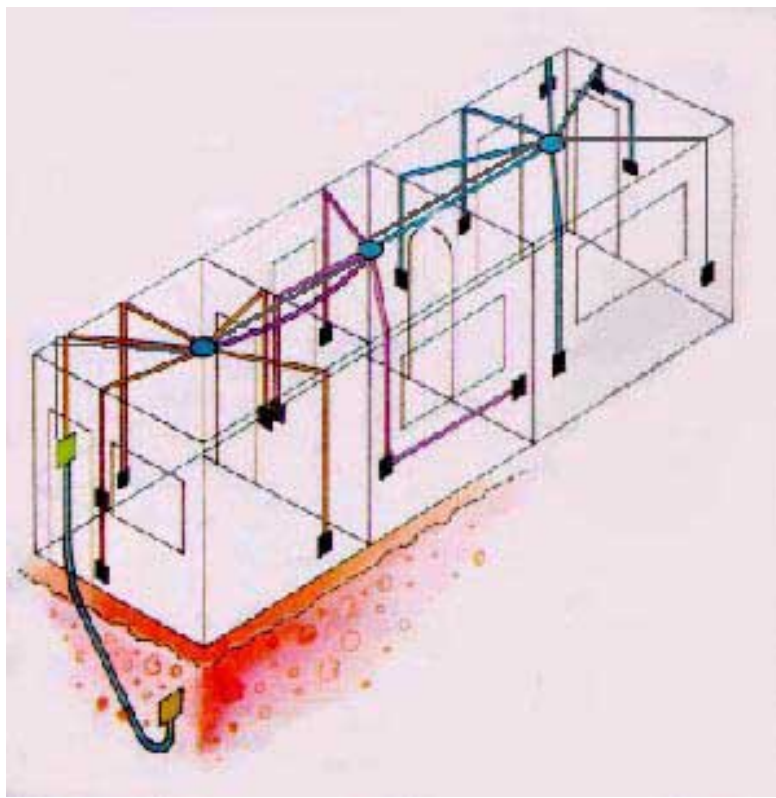
Nota: las columnas en blanco se completarán más adelante.

Para el diseño de los electroductos se parte del tablero en dirección a la caja de luz en el techo del living y desde allí a los interruptores y tomas de esta dependencia. A continuación podemos ver esta representación en el plano de planta y en tres dimensiones.

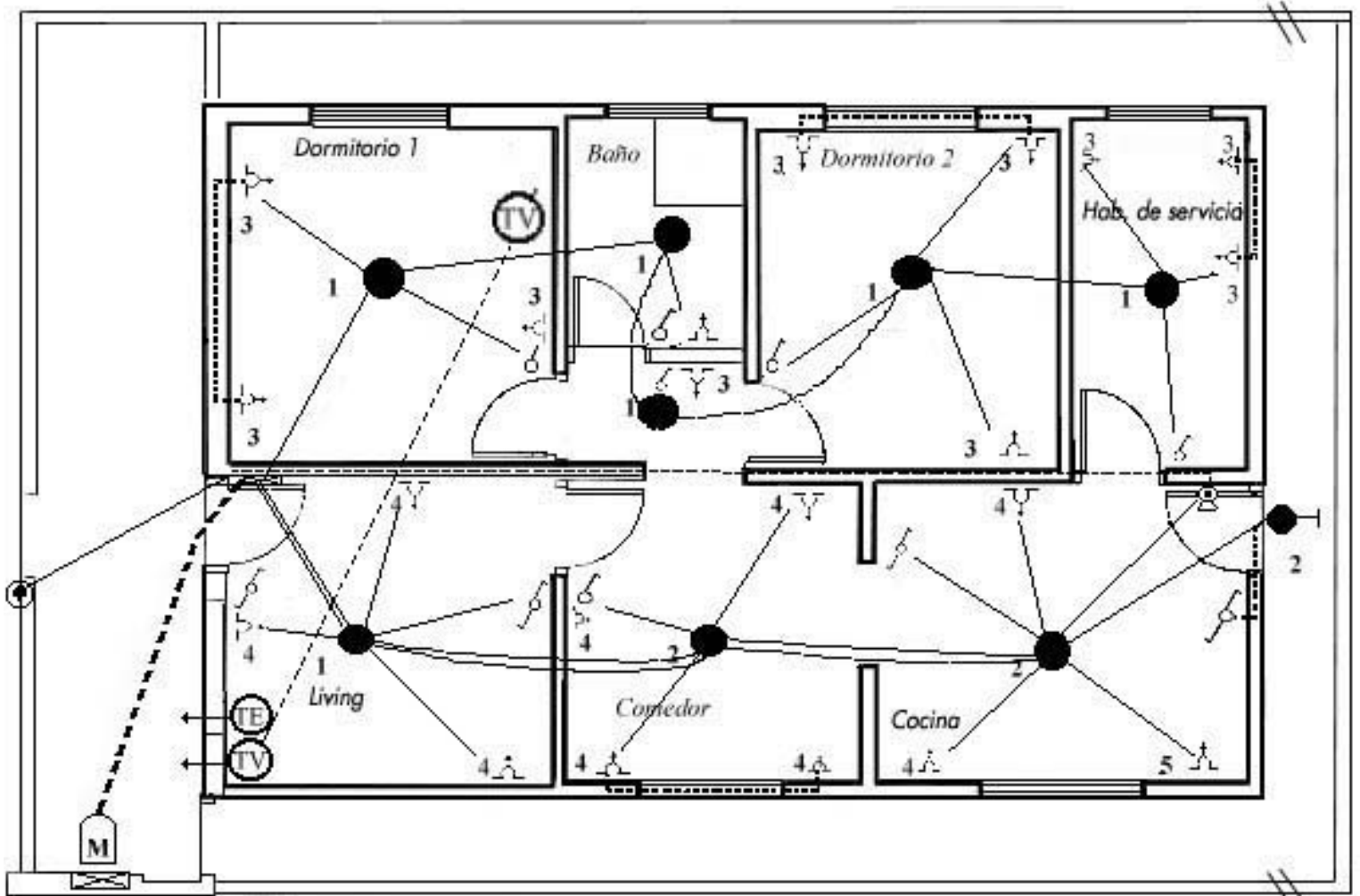


Desde la caja de luz en el techo del living partimos con un electroducto hacia la caja de luz en el techo del comedor y desde allí hacia los interruptores y tomas. Para la cocina se procede de igual forma. Obsérvese el diseño en planta y en tres dimensiones.





Para las demás dependencias se parte con otro electroducto desde el tablero, como se puede ver en el plano adjunto:





Para el cálculo del circuito seccional (el que va del medidor al tablero) se deben seguir los siguientes pasos:

1. Recalcular la potencia en base a los valores mínimos y a los coeficientes de simultaneidad de uso establecidos por el Reglamento de la A. E. A., o sea:

- Para los circuitos generales y de iluminación (circuitos 1 y 2) se considera el 66% de la potencia instalada: en este caso  $1575 \text{ V A} * 0,66 = 1040 \text{ V A}$ .

- Para los circuitos de tomacorrientes de uso general (circuitos 3 y 4) se puede adoptar un factor de simultaneidad de 0,75. Dado que en todos los casos estamos por debajo del mínimo exigido de 2200 VA en un toma corriente por circuito se adopta dicho valor. Es decir que la potencia a considerar será de 4400 V A por tratarse de dos circuitos.

- Para los circuitos especiales ó con cargas puntuales (circuito 5) se toma un mínimo de 3520 V A.

Por lo tanto, la potencia activa total será:

- Circuitos de iluminación: 1040 V A
- Circuitos de toma corrientes de uso general: 4400 V A
- Circuitos de toma corrientes de uso específico: 3520 V A
  - Total 8960 V A

Por lo tanto, la corriente será  $I = P / U$ , o sea  $8960 / 220 = 40,7 \text{ A}$

Para calcular la sección de los conductores en los circuitos de distribución se deben seguir los siguientes pasos:

1. Corregir el valor de la corriente calculada por el factor de agrupamiento de cada circuito, a efectos de contemplar el efecto del calentamiento mutuo de los conductores. Para ello, la Reglamentación prevee que si se colocan de 4 a 6 conductores activos en un mismo caño la corriente admisible de los conductores (indicada en tablas) debe multiplicarse por 0,8.

Por lo tanto, se debe consultar el plano de planta con la representación de los electroductos, observando el número de conductores que lo atraviesan. El coeficiente de reducción es el correspondiente al tramo con mayor número de cables en cada circuito.

Una vez determinado este coeficiente se aplica a las corrientes admisibles de los conductores a emplear de modo de obtener la sección mínima apta para la corriente a transmitir.

Como ejemplo se puede citar que la corriente calculada para el circuito 1 es de 4,5 Ampere; la mínima sección contemplada por el Reglamento y por la norma IRAM 2183 es la de 1 mm<sup>2</sup> que conduce 9,6 Ampere, a los que se debe aplicar el coeficiente de reducción de 0,8. Por lo tanto en esas condiciones de instalación un cable de 1 mm<sup>2</sup> transmite 7,7 Ampere que superan la corriente de la línea (4,5 Ampere) por lo que teóricamente es apto para la misma.

<u>Circuito</u>	<u>Local</u>	<u>Potencia</u>	<u>Potencia total</u>	<u>Corriente</u>	<u>Factor de agrupamiento</u>	<u>Corriente corregida</u>	<u>Secc. Cond.</u>
Nro.		(VA)	(VA)	(A)		(A)	mm <sup>2</sup>
1	Living	1 x 225					
1	Dorm. 1	1 x 225					
1	Baño	1 x 125					
1	Pasillo	1 x 75					
1	Dorm. 2	1 x 225					
1	Hab.Serv	1 x 125	1000	4.5	0.8	7.7	1
2	Comedor	1 x 225					
2	Cocina	1 x 225					
2	Galería	1 x 125	575	2.6	0.8	7.7	1
3	Dorm. 1	3 x 125					
3	Baño	1 x 1000					
3	Pasillo	1 x 125					
3	Dorm. 2	3 x 125	1875	8.5	0.8	10.4	1.5
4	Living	3 x 125					
4	Comedor	3 x 125					
4	Cocina	1 x 500 2 x 125					
4	Hab. Serv.	2 x 125 1 x 500	2250	10.2	0.8	10.4	1.5
5	Cocina	3 x 600	1800	8.2	0.8	10.4	1.5

Una vez determinadas las secciones teóricas de los conductores se debe verificar las secciones mínimas impuestas por el Reglamento de la A. E. A., en este caso es:

<b>Número de circuito</b>	<b>Sección adecuada</b>	<b>Sección mínima</b>	<b>Sección adoptada</b>
1	1,0	2,5	2,5
2	1,0	2,5	2,5
3	2,5	1,5	2,5
4	1,0	1,5	1,5
5	1,0	2,5	2,5
Línea seccional	16	4	16

Para el conductor de tierra se adopta la sección mínima indicada en el Reglamento, es decir 2,5 mm<sup>2</sup>.

Dimensionar los electroductos es determinar el tamaño nominal (externo) de las cañerías para cada trecho de la instalación.

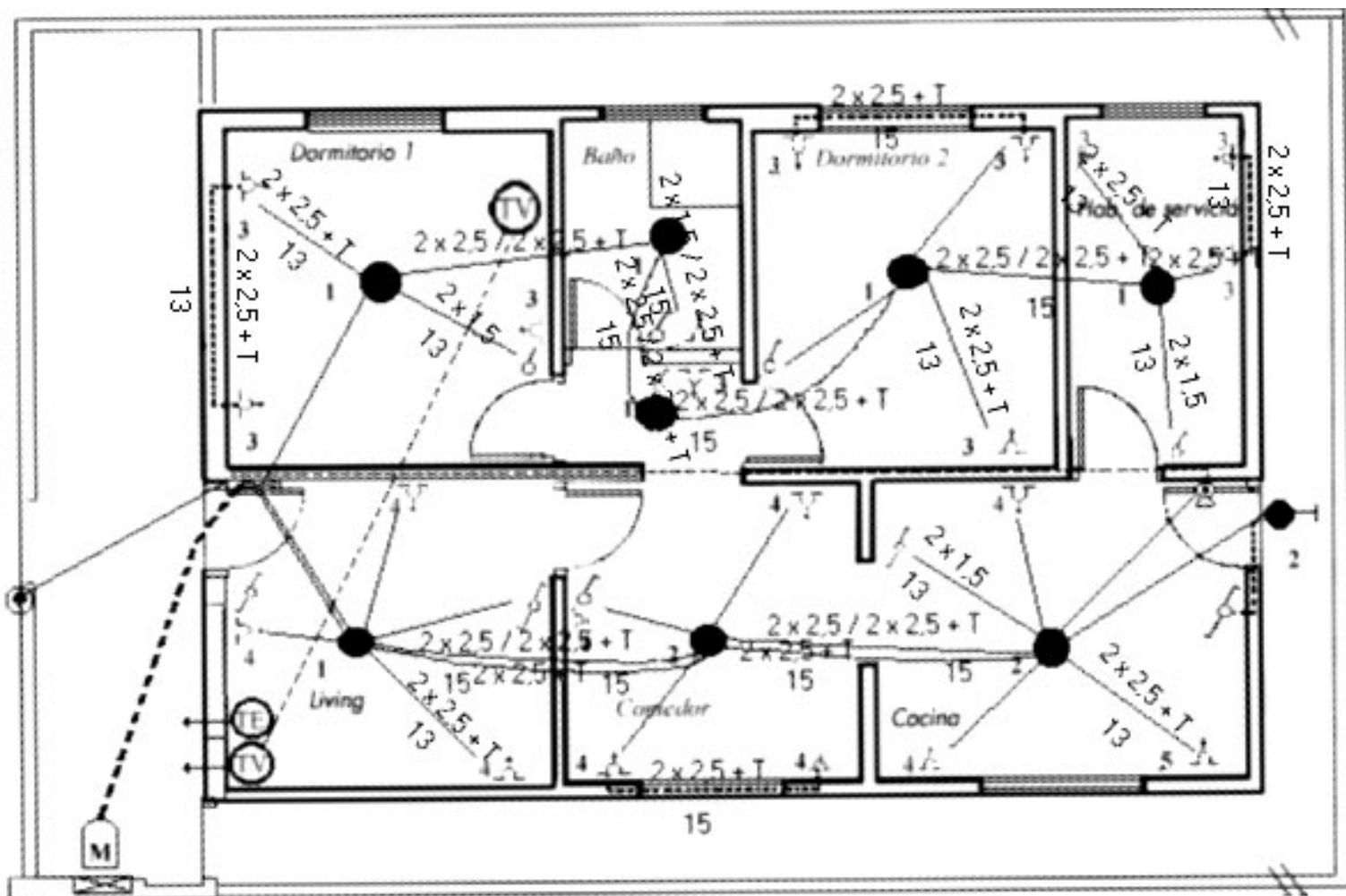
Estas dimensiones se establecen para que los conductores puedan ser fácilmente instalados o retirados y para contemplar el efecto del calentamiento mutuo; para ello la Reglamentación prevee que la sección de los conductores no supere el 35% de la sección de la cañería, brindando una tabla para determinar los mismos.

Se debe respetar que el diámetro mínimo de las cañerías en líneas seccionales sea de 15 mm. (3/4") y de 13 mm (5/8") para las líneas de circuitos. En nuestro caso es:

<u>Tramo</u>	<u>Sección máxima del conductor (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Número de conductores</u>	<u>Diámetro interior de la cañería (mm)</u>
● Del medidor al tablero	16	2	15
● Del tablero a la boca de techo en el living	2,5	6	15
● De la boca de techo en el living a los tomacorrientes	2,5	3	13
● De la boca de techo en el living a los interruptores	1,5	2	13
● De la boca de techo en el living a la boca de techo en el comedor	2,5	6	15
● De la boca de techo en el comedor a los interruptores	1,5	2	13
● De la boca de techo en el comedor a la boca de techo en la cocina	2,5	6	15
● Entre los tomacorrientes en el comedor	2,5	3	13
● De la boca de techo en la cocina al interruptor	1,5	2	13
● De la boca de techo en la cocina a la boca de salida de la luz exterior	2,5	5	15
● De la boca de salida de la luz exterior al interruptor	1,5	2	13
● De la boca de techo en la cocina al timbre	1,0	2	13
● Del tablero a la boca de techo en el dorm.1	2,5	5	15
● De la boca de techo en el dormitorio 1 a la boca de techo en el baño	2,5	5	15
● De la boca de techo en el dormitorio 1 a los tomacorrientes	2,5	3	13
● Entre tomacorrientes en dormitorio 1	2,5	3	13
● De la boca de techo en el dormitorio 1 al tomacorrientes y el interruptor	2,5	5	15
● De la boca de techo en el baño a la boca de techo en el pasillo	2,5	5	15
● De la boca de techo en el pasillo al tomacorrientes y al interruptor	2,5	5	15
● De la boca de techo en el pasillo a la boca de techo en el dormitorio 2	2,5	5	15
● De la boca de techo en el dormitorio 2 a los tomacorrientes	2,5	3	13
● De la boca de techo en el dormitorio 2 al interruptor	1,5	2	13
● Entre los tomacorrientes en dormitorio 2	2,5	3	13
● De la boca de techo en el dormitorio 2 a la habitación de servicio	2,5	5	15
● De la boca de techo en el dormitorio 2 a los tomacorrientes	2,5	3	13
● De la boca de techo en el dormitorio 2 al interruptor	1,5	2	13

● Entre los tomacorrientes en habitación de servicio	2,5	3	13
● Del timbre al pulsador	0,5	2	13

Con estos elementos estamos en condiciones de incluir en el plano los datos faltantes, es decir la cantidad y sección de los conductores (por debajo de la representación de las cañerías) y el tipo y sección de las cañerías (sobre la representación de las mismas). Asimismo, permite, en caso de ser necesario, efectuar el cómputo de los materiales necesarios para la instalación.



Nota: por razones de espacio sólo se incluyeron algunos de los datos de cañerías y conductores.

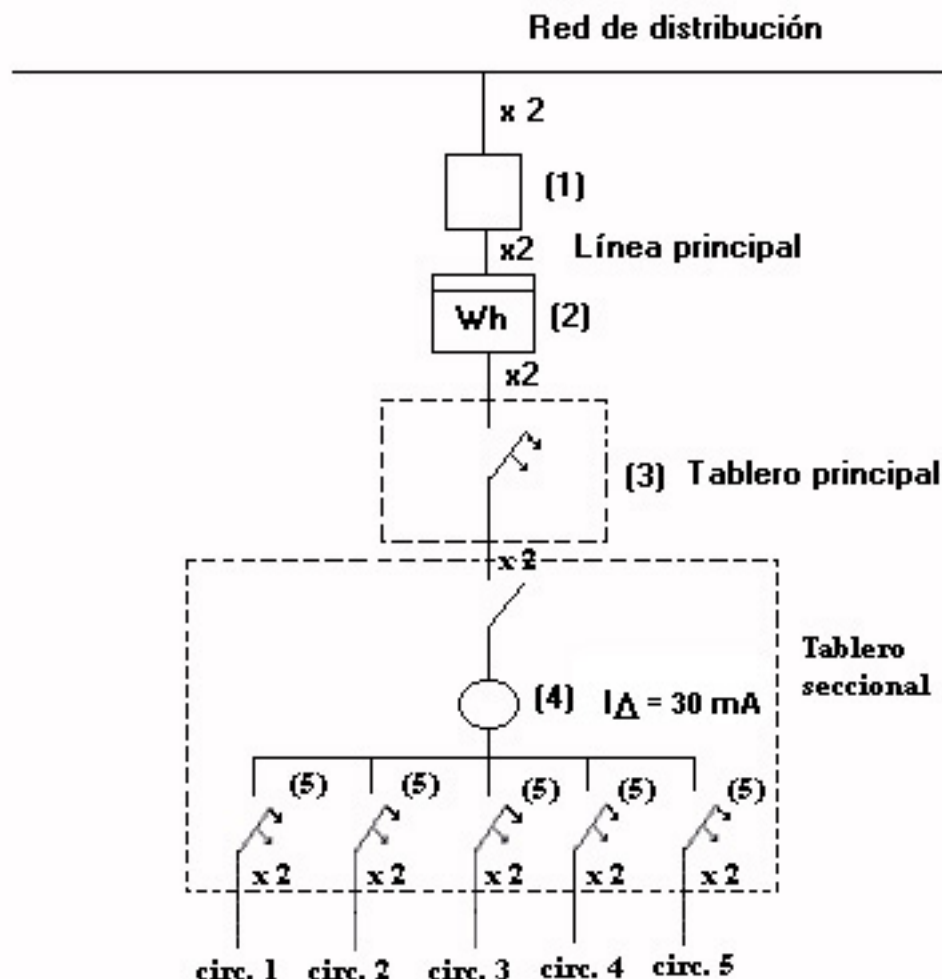
Consiste en determinar el valor de la corriente nominal de los elementos de protección adoptados (Ej. disyuntor + interruptores termomagnéticos) de forma de evitar el recalentamiento de los conductores por sobrecargas y cortocircuitos.

En el tablero principal la protección puede consistir en un interruptor automático termomagnético bipolar de 63 A.

En el tablero seccional la protección se conforma con un disyuntor diferencial bipolar de 63 A. y corriente de fuga de 30 mA., respaldados por interruptores termomagnéticos bipolares cuyo dimensionamiento se puede realizar con las tablas prácticas indicadas en el capítulo 12, o sea:

- para los circuitos 1, 2, 3 y 5, con conductor de 2,5 mm<sup>2</sup>, con capacidad nominal de conducción de 18 A un interruptor con rango de 15-20 A., y.
- para el circuito 4 con conductor de 1,5 mm<sup>2</sup> uno de rango 10-15 A.

En base a ellos el esquema general de la instalación sería:



Donde:

1. - Fusible de la concesionaria de electricidad 100 A.
2. - Medidor de energía eléctrica.
3. - Interruptor trifásico termomagnético de 63 A.

4. - Interruptor diferencial de 63 A. y  $I_{\Delta} = 30$  mA.

5. - Interruptor bipolar termomagnético de 15 A para el circuito 4 y de 20 A para los demás.

Consiste en medir, relacionar y sumar todos los materiales necesarios para la instalación.

Para medir las cañerías y cables se mide directamente sobre el plano de planta y sumar, cuando sea necesario los tramos que suben o bajan de las cajas. Dado que los planos están a escala basta con sumar los metros de cañerías y conductores y convertirlos luego a su valor real.

Para la altura de las cajas de pared se puede considerar las siguientes alturas:

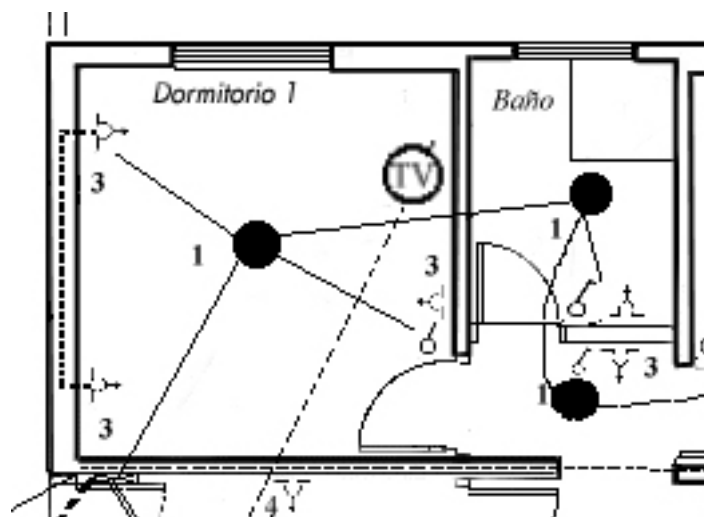
- Salida alta: 2,20 m.
- Interruptores y tomacorrientes a media altura: 1,30 m.
- Tomacorrientes a baja altura: 0,30 m.
- Tablero de distribución. 1,20 m.

A esos valores se debe sumar el alto de los contrapisos ( 10 cm).

Una vez que se han determinado la sección de las cañerías se cuenta el número de cajas (en sus distintos tipos), curvas, codos, boquillas, tuercas, interruptores, tomas, etc.

A modo de ejemplo desarrollaremos el cálculo del dormitorio Nro. 1:

1. Medida de los electroductos en el plano horizontal:



<u>Trecho</u>	<u>Tramo horizontal (m)</u>	<u>Subidas Bajadas (m)</u>	<u>Total (m)</u>
Del tablero a la boca de techo en el dormitorio 1 (caño 15 mm)	2.5	1.3	3.8
De la boca de techo en el dormitorio 1 a la boca de techo en el baño (caño 15 mm)	2.7	-	2.7
De la boca de techo en el dormitorio 1 a los tomacorrientes (caño 13 mm).	1.8	1.8	3.6
Entre tomacorrientes en dormitorio 1 (caño 13 mm).	3.0	0.5	3.5
De la boca de techo en el dormitorio 1 al tomacorriente y al interruptor (caño 13 mm).	1.8	1.2	3.0

Sumando las cantidades nos queda:

caño de 15 mm.: 6,5 m.

caño de 13 mm.: 10,1 m.



Con igual criterio se pueden calcular las cantidades de los cables:

<u>Trecho</u>	<u>Tramo horizontal (m)</u>	<u>Subidas Bajadas (m)</u>	<u>Total (m)</u>	<u>Total cable (m)</u>
● Del tablero a la boca de techo en el dormitorio 1: 4 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5.	2,5	1,3	3,8	f = 15,2 t = 3,8
● De la boca de techo en el dormitorio 1 a la boca de techo en el baño: 4 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5.	2,7	-	2,7	f = 10,8 t = 2,7
● De la boca de techo en el dormitorio 1 a los toma corrientes: 2 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5.	1,8	1,8	3,6	f = 7,2 t = 3,6
● Entre tomacorrientes en dormitorio 1: 2 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5.	3,0	0,5	3,5	f = 7,0 t = 3,5
● De la boca de techo en el dormitorio 1 al toma corriente y al interruptor: 2 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5 y 2 conductores para retorno de 1,5	1,8	1,2	3,0	f = 6,0 + f = 6,0 t = 3,0

Sumando todas las cantidades nos queda:

Cable de fase de 2,5 mm<sup>2</sup>: 46,2 m.

Cable de fase de 1,5 mm<sup>2</sup>: 6,0 m.

Cable de protección de 2,5 mm<sup>2</sup>: 16,6 m.

1. Medida de las cajas, curvas, interruptores, etc.: estando definidas las dimensiones de los caños y el tipo de salidas sólo es necesario proceder a su recuento. En nuestro caso sería:

- 1 cajas octogonales de 4" x 4".
- 4 cajas de 4" x 2".
- 3 tomas de 2P + T.
- 1 interruptor simple.
- 7 curvas de 90° de diámetro 15 mm.
- 9 boquillas.

Efectuando estas operaciones para todas las dependencias se suele hacer una tabla resumen con cantidades (referidas a la unidad de medida de cada producto), precios y montos totales, por ej.:

<u>Lista de componentes</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Monto</u>
Caños rígidos de diam. 15	4 tiras		
Caños rígidos de diam. 13	2 tiras		
Conductor de 2,5 mm <sup>2</sup>	20 rollos		
....			
....			

Completando esta lista de materiales podemos considerar concluido el proyecto.

**Pliego de instalación eléctrica:**

Es común acompañar los proyectos de un pliego técnico que abarque la descripción de los trabajos y equipos. A título de ejemplo se acompaña el pliego correspondiente a los tableros de una instalación.

Nota: el caso planteado es teórico, por lo que sólo se debe considerar a los efectos de interpretar el método de cálculo.

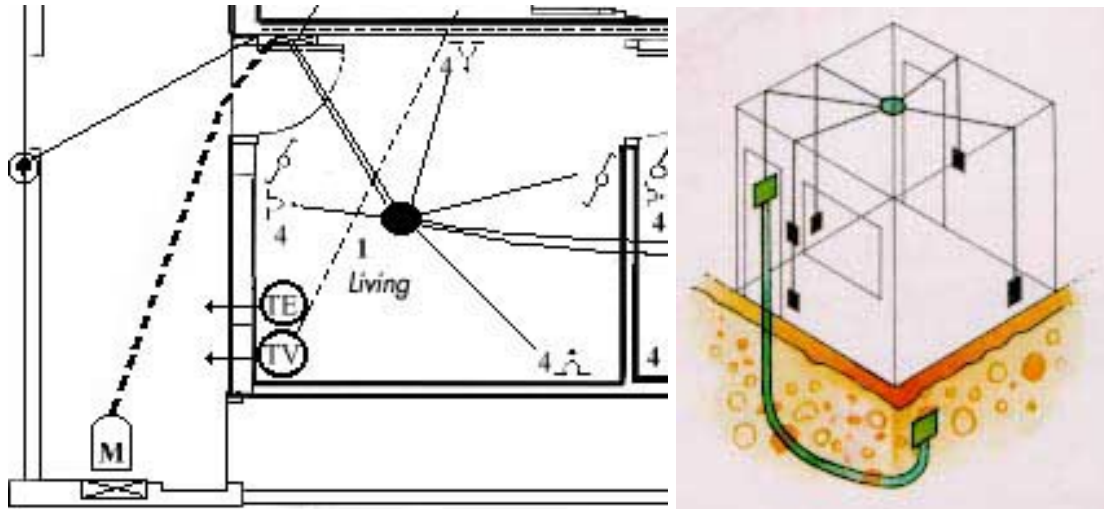
El siguiente paso consiste en determinar la demanda de potencia máxima simultánea.

A los efectos del cálculo se considera la potencia aparente, por lo que se mide en Volt Ampere (V A). La corriente se calcula de la fórmula  $I = P / U$ , por lo que a modo de ejemplo el circuito 1 sería:  $I = 1000 / 220 = 4,5$  A. Posteriormente se vuelcan estos datos en una tabla a efectos de comenzar el proceso de cálculo; en nuestro caso sería:

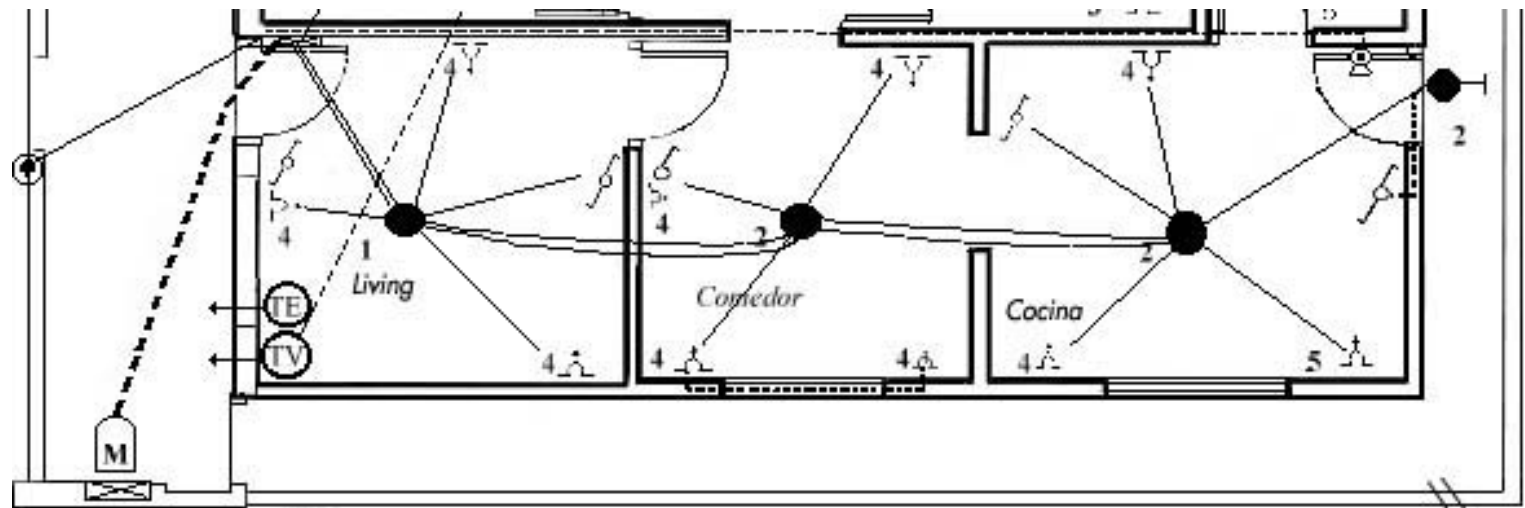
<u>Circuito</u>	<u>Local</u>	<u>Potencia</u>	<u>Potencia total</u>	<u>Corriente</u>	<u>factor de agrupamiento</u>	<u>Corriente corregida</u>	<u>Secc. Cond.</u>
Nro.		(VA)	(VA)	(A)		(A)	mm2
1	Living	1 x 225					
1	Dorm. 1	1 x 225					
1	Baño	1 x 125					
1	Pasillo	1 x 75					
1	Dorm. 2	1 x 225					
1	Hab.Serv	1 x 125	1000	4.5			
2	Comedor	1 x 225					
2	Cocina	1 x 225					
2	Galería	1 x 125	575	2.6			
3	Dorm. 1	3 x 125					
3	Baño	1 x 1000					
3	Pasillo	1 x 125					
3	Dorm. 2	3 x 125	1875	8.5			
4	Living	3 x 125					
4	Comedor	3 x 125					
4	Cocina	1 x 500					
4	Hab. Serv.	2 x 125	2250	10.2			
		1 x 500					
5	Cocina	3 x 600	1800	8,2			
	Línea seccional						

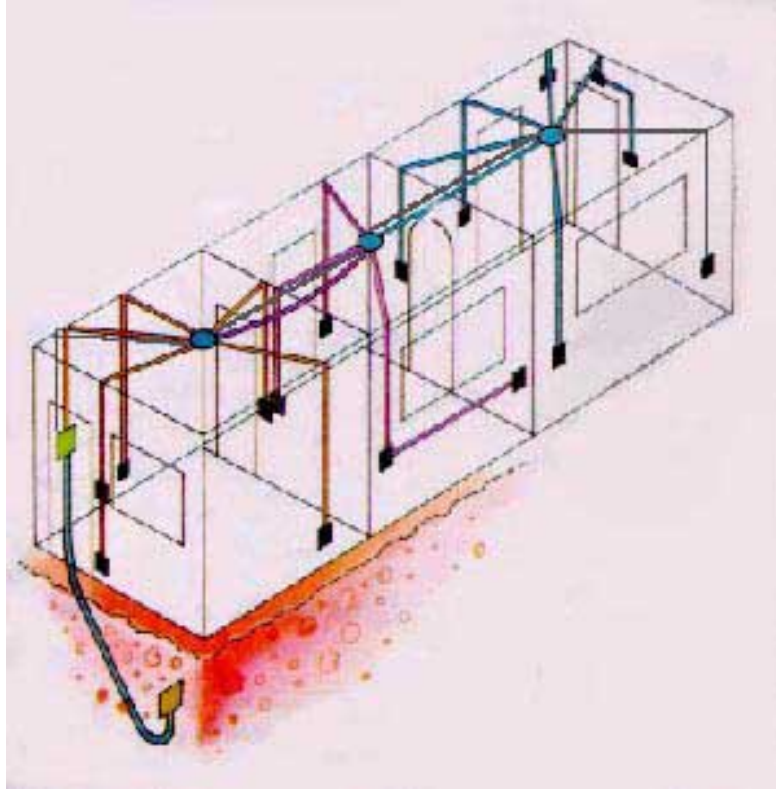
Nota: las columnas en blanco se completarán más adelante.

Para el diseño de los electroductos se parte del tablero en dirección a la caja de luz en el techo del living y desde allí a los interruptores y tomas de esta dependencia. A continuación podemos ver esta representación en el plano de planta y en tres dimensiones.

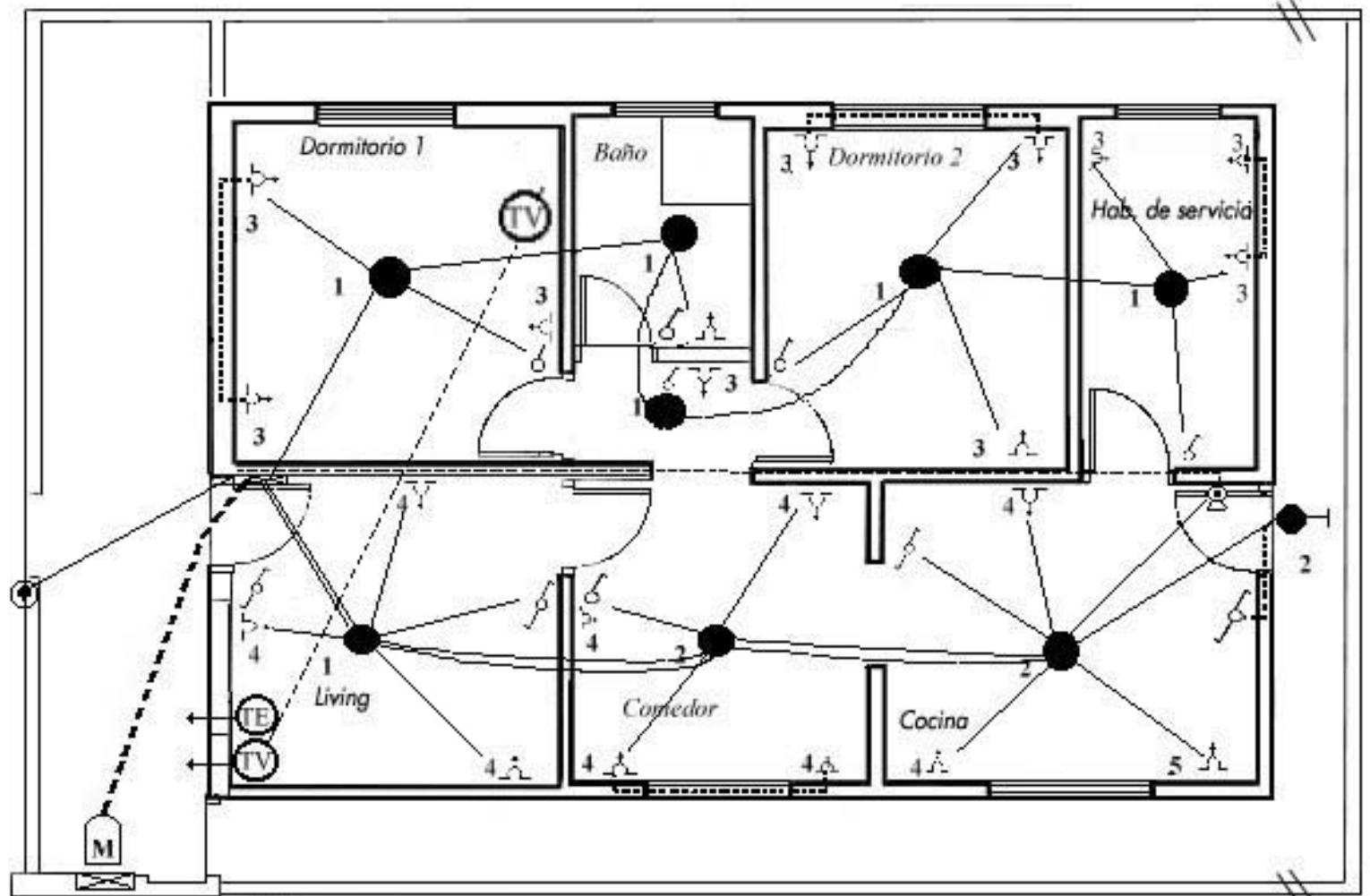


Desde la caja de luz en el techo del living partimos con un electroducto hacia la caja de luz en el techo del comedor y desde allí hacia los interruptores y tomas. Para la cocina se procede de igual forma. Obsérvese el diseño en planta y en tres dimensiones.





Para las demás dependencias se parte con otro electroducto desde el tablero, como se puede ver en el plano adjunto:



<i>memò</i>	<i>índice</i>	<a href="#">1</a>	<a href="#">2</a>	<a href="#">3</a>	<a href="#">4</a>	<a href="#">5</a>	<a href="#">6</a>	<a href="#">7</a>	<a href="#">8</a>
-------------	---------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Para el cálculo del circuito seccional (el que va del medidor al tablero) se deben seguir los siguientes pasos:

1. Recalcular la potencia en base a los valores mínimos y a los coeficientes de simultaneidad de uso establecidos por el Reglamento de la A. E. A., o sea:
  - Para los circuitos generales y de iluminación (circuitos 1 y 2) se considera el 66% de la potencia instalada: en este caso  $1575 \text{ V A} * 0,66 = 1040 \text{ V A}$ .
  - Para los circuitos de tomacorrientes de uso general (circuitos 3 y 4) se puede adoptar un factor de simultaneidad de 0,75. Dado que en todos los casos estamos por debajo del mínimo exigido de 2200 VA en un toma corriente por circuito se adopta dicho valor. Es decir que la potencia a considerar será de 4400 V A por tratarse de dos circuitos.
  - Para los circuitos especiales ó con cargas puntuales (circuito 5) se toma un mínimo de 3520 V A.

Por lo tanto, la potencia activa total será:

- Circuitos de iluminación: 1040 V A
- Circuitos de toma corrientes de uso general: 4400 V A
- Circuitos de toma corrientes de uso específico: 3520 V A
  - Total 8960 V A

Por lo tanto, la corriente será  $I = P / U$ , o sea  $8960 / 220 = 40,7 \text{ A}$

[menú](#) [índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

Para calcular la sección de los conductores en los circuitos de distribución se deben seguir los siguientes pasos:

1. Corregir el valor de la corriente calculada por el factor de agrupamiento de cada circuito, a efectos de contemplar el efecto del calentamiento mutuo de los conductores. Para ello, la Reglamentación prevee que si se colocan de 4 a 6 conductores activos en un mismo caño la corriente admisible de los conductores (indicada en tablas) debe multiplicarse por 0,8.

Por lo tanto, se debe consultar el plano de planta con la representación de los electroductos, observando el número de conductores que lo atraviesan. El coeficiente de reducción es el correspondiente al tramo con mayor número de cables en cada circuito.

Una vez determinado este coeficiente se aplica a las corrientes admisibles de los conductores a emplear de modo de obtener la sección mínima apta para la corriente a transmitir.

Como ejemplo se puede citar que la corriente calculada para el circuito 1 es de 4,5 Ampere; la mínima sección contemplada por el Reglamento y por la norma IRAM 2183 es la de 1 mm<sup>2</sup> que conduce 9,6 Ampere, a los que se debe aplicar el coeficiente de reducción de 0,8. Por lo tanto en esas condiciones de instalación un cable de 1 mm<sup>2</sup> transmite 7,7 Ampere que superan la corriente de la línea (4,5 Ampere) por lo que teóricamente es apto para la misma.

<u>Circuito</u>	<u>Local</u>	<u>Potencia</u>	<u>Potencia total</u>	<u>Corriente</u>	<u>Factor de agrupamiento</u>	<u>Corriente corregida</u>	<u>Secc. Cond.</u>
Nro.		(VA)	(VA)	(A)		(A)	mm <sup>2</sup>
1	Living	1 x 225					
1	Dorm. 1	1 x 225					
1	Baño	1 x 125					
1	Pasillo	1 x 75					
1	Dorm. 2	1 x 225					
1	Hab.Serv	1 x 125	1000	4.5	0.8	7.7	1
2	Comedor	1 x 225					
2	Cocina	1 x 225					
2	Galería	1 x 125	575	2.6	0.8	7.7	1
3	Dorm. 1	3 x 125					
3	Baño	1 x 1000					
3	Pasillo	1 x 125					
3	Dorm. 2	3 x 125	1875	8.5	0.8	10.4	1.5
4	Living	3 x 125					
4	Comedor	3 x 125					
4	Cocina	1 x 500 2 x 125					
4	Hab. Serv.	2 x 125 1 x 500	2250	10.2	0.8	10.4	1.5
5	Cocina	3 x 600	1800	8.2	0.8	10.4	1.5
Línea seccional			8960	40.7	1.0	59	16

Una vez determinadas las secciones teóricas de los conductores se debe verificar las secciones

mínimas impuestas por el Reglamento de la A. E. A., en este caso es:

<b>Número de circuito</b>	<b>Sección adecuada</b>	<b>Sección mínima</b>	<b>Sección adoptada</b>
1	1,0	2,5	2,5
2	1,0	2,5	2,5
3	2,5	1,5	2,5
4	1,0	1,5	1,5
5	1,0	2,5	2,5
Línea seccional	16	4	16

Para el conductor de tierra se adopta la sección mínima indicada en el Reglamento, es decir 2,5 mm<sup>2</sup>.

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)



Dimensionar los electroductos es determinar el tamaño nominal (externo) de las cañerías para cada trecho de la instalación.

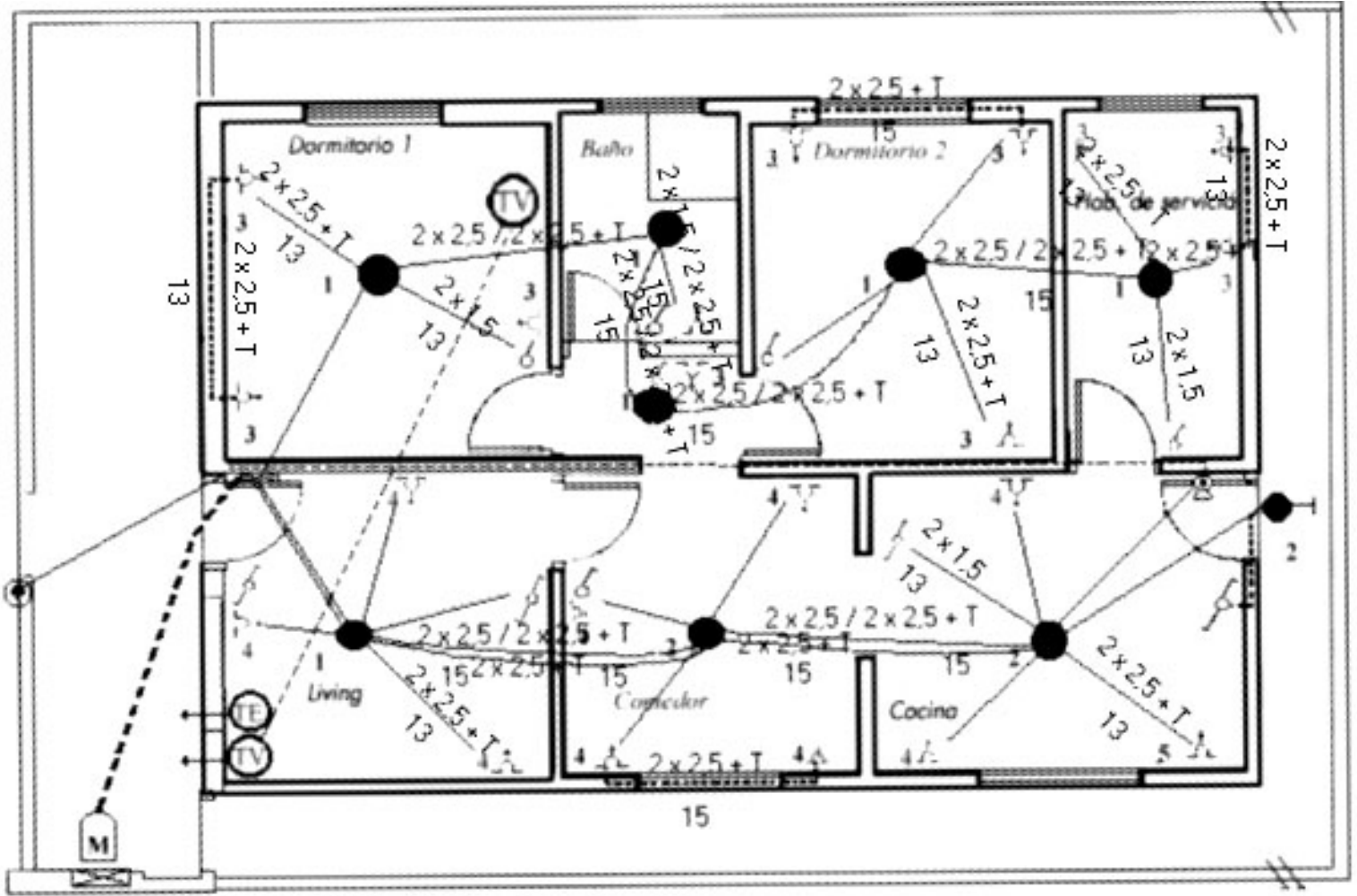
Estas dimensiones se establecen para que los conductores puedan ser fácilmente instalados o retirados y para contemplar el efecto del calentamiento mutuo; para ello la Reglamentación prevee que la sección de los conductores no supere el 35% de la sección de la cañería, brindando una tabla para determinar los mismos.

Se debe respetar que el diámetro mínimo de las cañerías en líneas seccionales sea de 15 mm. (3/4") y de 13 mm (5/8") para las líneas de circuitos. En nuestro caso es:

<u>Tramo</u>	<u>Sección máxima del conductor (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Número de conductores</u>	<u>Diámetro interior de la cañería (mm)</u>
● Del medidor al tablero	16	2	15
● Del tablero a la boca de techo en el living	2,5	6	15
● De la boca de techo en el living a los tomacorrientes	2,5	3	13
● De la boca de techo en el living a los interruptores	1,5	2	13
● De la boca de techo en el living a la boca de techo en el comedor	2,5	6	15
● De la boca de techo en el comedor a los interruptores	1,5	2	13
● De la boca de techo en el comedor a la boca de techo en la cocina	2,5	6	15
● Entre los tomacorrientes en el comedor	2,5	3	13
● De la boca de techo en la cocina al interruptor	1,5	2	13
● De la boca de techo en la cocina a la boca de salida de la luz exterior	2,5	5	15
● De la boca de salida de la luz exterior al interruptor	1,5	2	13
● De la boca de techo en la cocina al timbre	1,0	2	13
● Del tablero a la boca de techo en el dorm.1	2,5	5	15
● De la boca de techo en el dormitorio 1 a la boca de techo en el baño	2,5	5	15
● De la boca de techo en el dormitorio 1 a los tomacorrientes	2,5	3	13
● Entre tomacorrientes en dormitorio 1	2,5	3	13
● De la boca de techo en el dormitorio 1 al tomacorrientes y el interruptor	2,5	5	15
● De la boca de techo en el baño a la boca de techo en el pasillo	2,5	5	15
● De la boca de techo en el pasillo al tomacorrientes y al interruptor	2,5	5	15
● De la boca de techo en el pasillo a la boca de techo en el dormitorio 2	2,5	5	15
● De la boca de techo en el dormitorio 2 a los tomacorrientes	2,5	3	13
● De la boca de techo en el dormitorio 2 al interruptor	1,5	2	13
● Entre los tomacorrientes en dormitorio 2	2,5	3	13
● De la boca de techo en el dormitorio 2 a la habitación de servicio	2,5	5	15
● De la boca de techo en el dormitorio 2 a los tomacorrientes	2,5	3	13
● De la boca de techo en el dormitorio 2 al interruptor	1,5	2	13
● Entre los tomacorrientes en habitación de servicio	2,5	3	13
● Del timbre al pulsador	0,5	2	13

Con estos elementos estamos en condiciones de incluir en el plano los datos faltantes, es decir la cantidad y

sección de los conductores (por debajo de la representación de las cañerías y el tipo y sección de las cañerías (sobre la representación de las mismas). Asimismo, permite, en caso de ser necesario, efectuar el cómputo de los materiales necesarios para la instalación.



Nota: por razones de espacio sólo se incluyeron algunos de los datos de cañerías y conductores.

<a href="#">menú</a>	<a href="#">índice</a>	<a href="#">1</a>	<a href="#">2</a>	<a href="#">3</a>	<a href="#">4</a>	<a href="#">5</a>	<a href="#">6</a>	<a href="#">7</a>	<a href="#">8</a>
----------------------	------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

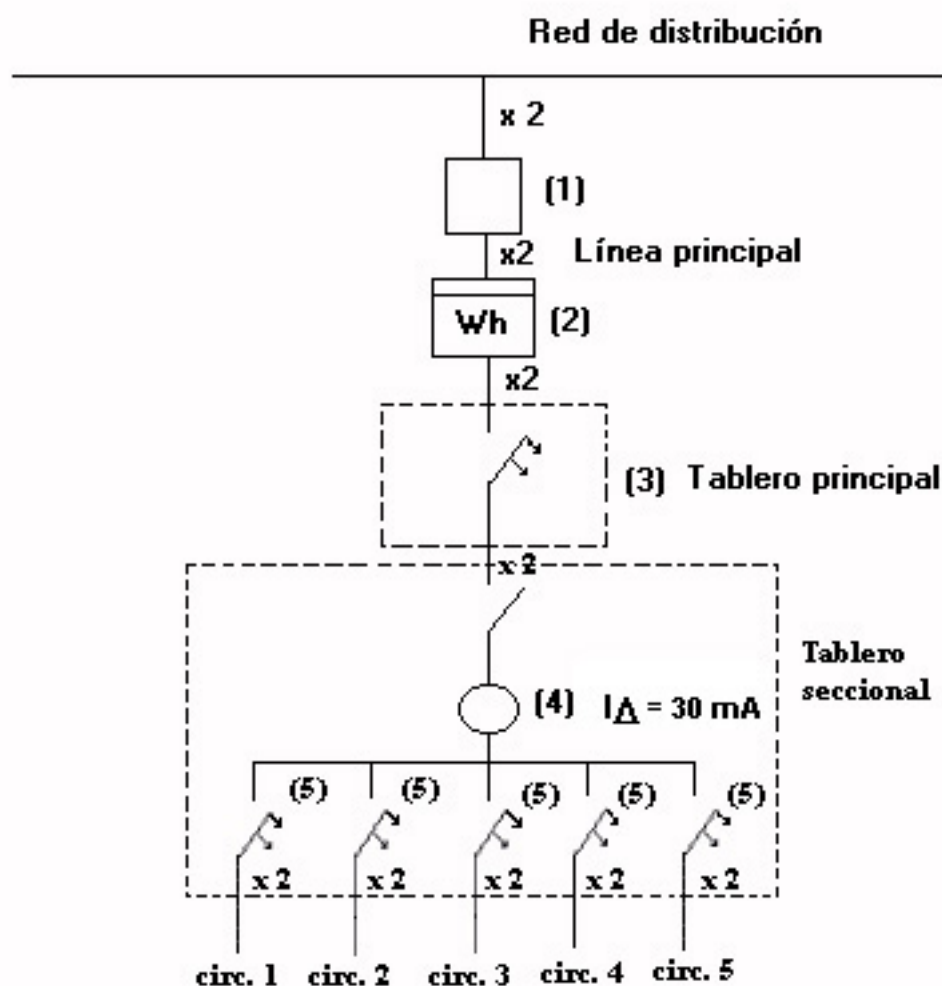
Consiste en determinar el valor de la corriente nominal de los elementos de protección adoptados (Ej. disyuntor + interruptores termomagnéticos) de forma de evitar el recalentamiento de los conductores por sobrecargas y cortocircuitos.

En el tablero principal la protección puede consistir en un interruptor automático termomagnético bipolar de 63 A.

En el tablero seccional la protección se conforma con un disyuntor diferencial bipolar de 63 A. y corriente de fuga de 30 mA., respaldados por interruptores termomagnéticos bipolares cuyo dimensionamiento se puede realizar con las tablas prácticas indicadas en el capítulo 12, o sea:

- para los circuitos 1, 2, 3 y 5, con conductor de 2,5 mm<sup>2</sup>, con capacidad nominal de conducción de 18 A un interruptor con rango de 15-20 A., y.
- para el circuito 4 con conductor de 1,5 mm<sup>2</sup> uno de rango 10-15 A.

En base a ellos el esquema general de la instalación sería:



Donde:

1. - Fusible de la concesionaria de electricidad 100 A.
2. - Medidor de energía eléctrica.
3. - Interruptor trifásico termomagnético de 63 A.
4. - Interruptor diferencial de 63 A. y  $I_{\Delta} = 30 \text{ mA}$ .
5. - Interruptor bipolar termomagnético de 15 A para el circuito 4 y de 20 A para los demás.



Consiste en medir, relacionar y sumar todos los materiales necesarios para la instalación.

Para medir las cañerías y cables se mide directamente sobre el plano de planta y sumar, cuando sea necesario los tramos que suben o bajan de las cajas. Dado que los planos están a escala basta con sumar los metros de cañerías y conductores y convertirlos luego a su valor real.

Para la altura de las cajas de pared se puede considerar las siguientes alturas:

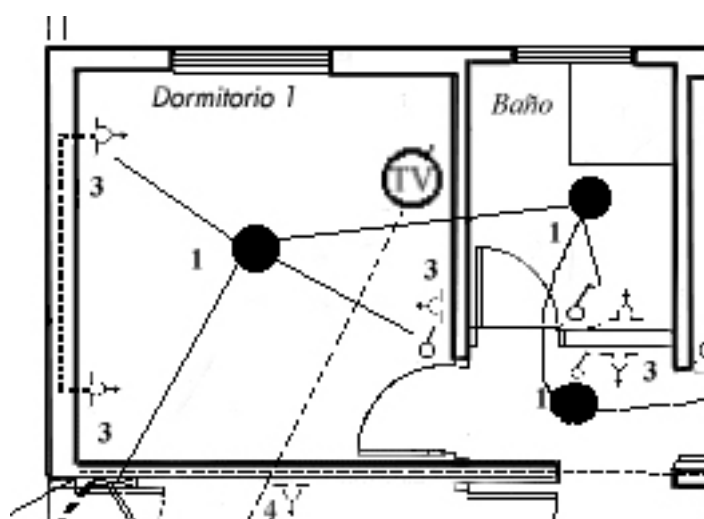
- Salida alta: 2,20 m.
- Interruptores y tomacorrientes a media altura: 1,30 m.
- Tomacorrientes a baja altura: 0,30 m.
- Tablero de distribución. 1,20 m.

A esos valores se debe sumar el alto de los contrapisos ( 10 cm).

Una vez que se han determinado la sección de las cañerías se cuenta el número de cajas (en sus distintos tipos), curvas, codos, boquillas, tuercas, interruptores, tomas, etc.

A modo de ejemplo desarrollaremos el cálculo del dormitorio Nro. 1:

1. Medida de los electroductos en el plano horizontal:



<u>Trecho</u>	<u>Tramo horizontal (m)</u>	<u>Subidas Bajadas (m)</u>	<u>Total (m)</u>
Del tablero a la boca de techo en el dormitorio 1 (caño 15 mm)	2.5	1.3	3.8
De la boca de techo en el dormitorio 1 a la boca de techo en el baño (caño 15 mm)	2.7	-	2.7
De la boca de techo en el dormitorio 1 a los tomacorrientes (caño 13 mm).	1.8	1.8	3.6
Entre tomacorrientes en dormitorio 1 (caño 13 mm).	3.0	0.5	3.5
De la boca de techo en el dormitorio 1 al tomacorriente y al interruptor (caño 13 mm).	1.8	1.2	3.0

Sumando las cantidades nos queda:

caño de 15 mm.: 6,5 m.

caño de 13 mm.: 10,1 m.

Con igual criterio se pueden calcular las cantidades de los cables:

<u>Trecho</u>	<u>Tramo horizontal</u> <u>(m)</u>	<u>Subidas</u> <u>(m)</u>	<u>Total</u> <u>Bajadas</u> <u>(m)</u>	<u>Total</u> <u>cable (m)</u>
● Del tablero a la boca de techo en el dormitorio 1: 4 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5.	2,5	1,3	3,8	f = 15,2 t = 3,8
● De la boca de techo en el dormitorio 1 a la boca de techo en el baño: 4 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5.	2,7	-	2,7	f = 10,8 t = 2,7
● De la boca de techo en el dormitorio 1 a los toma corrientes: 2 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5.	1,8	1,8	3,6	f = 7,2 t = 3,6
● Entre tomacorrientes en dormitorio 1: 2 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5.	3,0	0,5	3,5	f = 7,0 t = 3,5
● De la boca de techo en el dormitorio 1 al toma corriente y al interruptor: 2 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5 y 2 conductores para retorno de 1,5	1,8	1,2	3,0	f = 6,0 + f = 6,0 t = 3,0

Sumando todas las cantidades nos queda:

Cable de fase de 2,5 mm<sup>2</sup>: 46,2 m.

Cable de fase de 1,5 mm<sup>2</sup>: 6,0 m.

Cable de protección de 2,5 mm<sup>2</sup>: 16,6 m.

1. Medida de las cajas, curvas, interruptores, etc.: estando definidas las dimensiones de los caños y el tipo de salidas sólo es necesario proceder a su recuento. En nuestro caso sería:

- 1 cajas octogonales de 4" x 4".
- 4 cajas de 4" x 2".
- 3 tomas de 2P + T.
- 1 interruptor simple.
- 7 curvas de 90° de diámetro 15 mm.
- 9 boquillas.

Efectuando estas operaciones para todas las dependencias se suele hacer una tabla resumen con cantidades (referidas a la unidad de medida de cada producto), precios y montos totales, por ej.:

<u>Lista de</u> <u>componentes</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Monto</u>
Caños rígidos de diam. 15	4 tiras		
Caños rígidos de diam. 13	2 tiras		
Conductor de 2,5 mm <sup>2</sup>	20 rollos		
....			
....			

Completando esta lista de materiales podemos considerar concluido el proyecto.










### Pliego de instalación eléctrica:

Es común acompañar los proyectos de un pliego técnico que abarque la descripción de los trabajos y equipos. A título de ejemplo se acompaña el pliego correspondiente a los tableros de una instalación.

Nota: el caso planteado es teórico, por lo que sólo se debe considerar a los efectos de interpretar el método de cálculo.

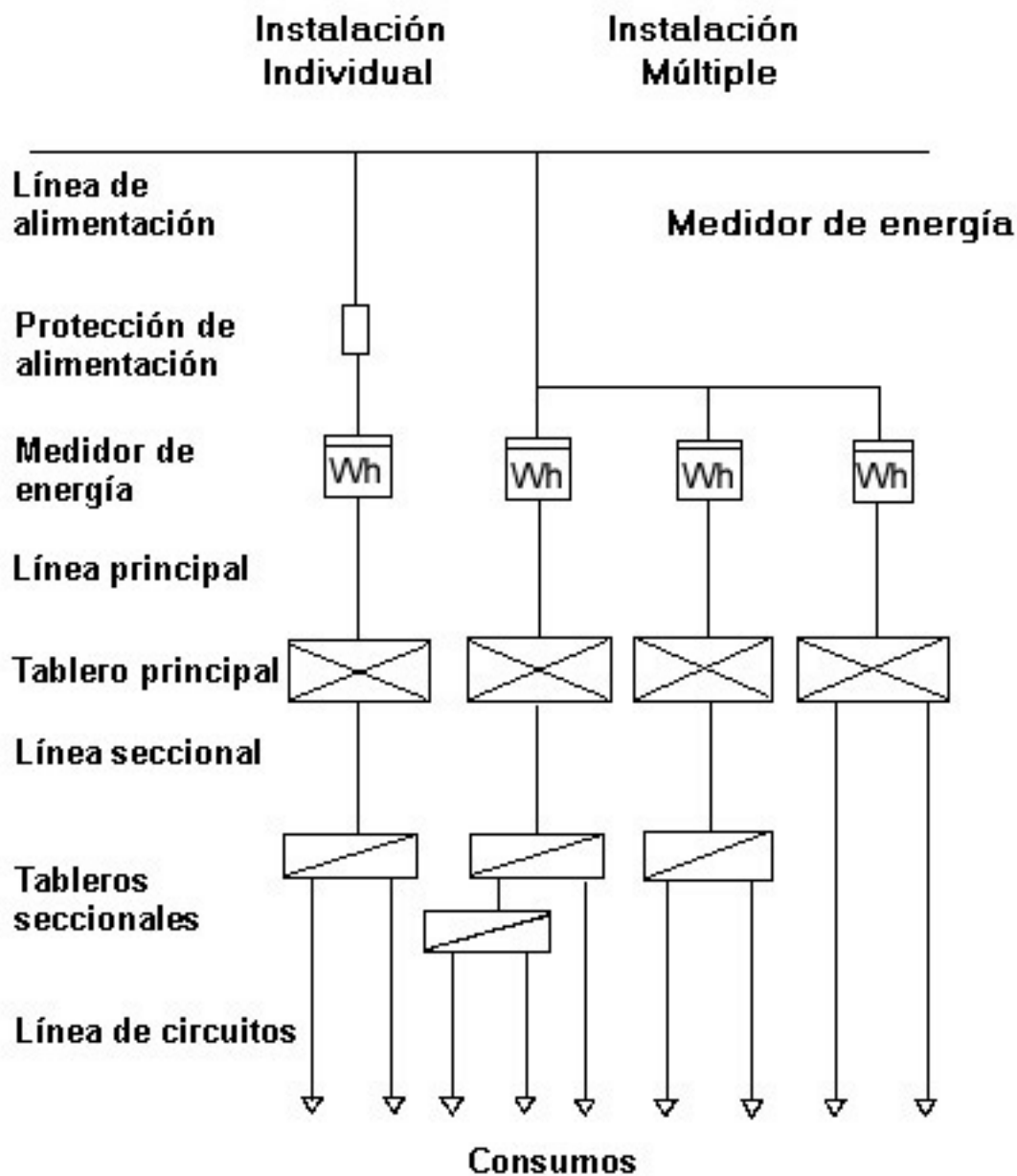




- 
-  **1** Esquema general de instalaciones eléctricas
  -  **2** Grados de electrificación
  -  **3** Grados de electrificación - Circuitos necesarios
  -  **4** Grados de electrificación - Puntos mínimos de utilización
  -  **5** Determinación de la potencia simultánea en cada unidad de vivienda
  -  **6** Determinación de la carga total de un edificio o complejo habitacional
  -  **7** Cálculo de alimentadores en edificios
  -  **8** Consumo de los equipamientos
  -  **9** Conversión de unidades










El Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina dispone el siguiente esquema general al que deben ajustarse las instalaciones eléctricas en inmuebles



Para el cálculo de la instalación el citado Reglamento prevee una serie de reglas, entre las que se puede citar:













- El "Grado de Electrificación".
- El "Número de Circuitos Necesarios".
- Los "Puntos Mínimos de Utilización".

# manual

<i>capítulo</i>	<i>tema desarrollado</i>
 1	<u>Proyecto de Instalaciones eléctricas</u>
 2	<u>Componentes de una instalación</u>
 3	<u>Reglas y criterios para la construcción de una instalación</u>
 4	<u>Instalaciones Eléctricas de muy Baja Tensión (MBT)</u>
 5	<u>Instalaciones con motores</u>
 6	<u>Corrección del Factor de Potencia</u>
 7	<u>Ensayos sobre las instalaciones</u>

## Componentes de una Instalación

*Cap. 2*

-  **1** Componentes de una Instalación - Generalidades
-  **2** Acometidas
-  **3** Circuitos eléctricos
-  **4** Locales para cámaras de transformación
-  **5** Tableros - Generalidades
-  **6** Tableros Principales - Requisitos
-  **7** Tableros Seccionales - Requisitos
-  **8** Tableros - Condiciones a cumplir por los elementos de protección y maniobra
-  **9** Esquemas básicos de circuitos eléctricos (I)
-  **10** Esquemas básicos de circuitos eléctricos (II)
-  **11** Esquemas de conexiones para tableros seccionales
-  **12** Esquema de conexiones para tableros seccionales - Otras posibilidades de conexión

Los componentes típicos de una instalación son:

- Acometida.
- Líneas de alimentación.
- Tablero principal.
- Líneas seccionales.
- Tableros seccionales.
- Líneas de circuitos.

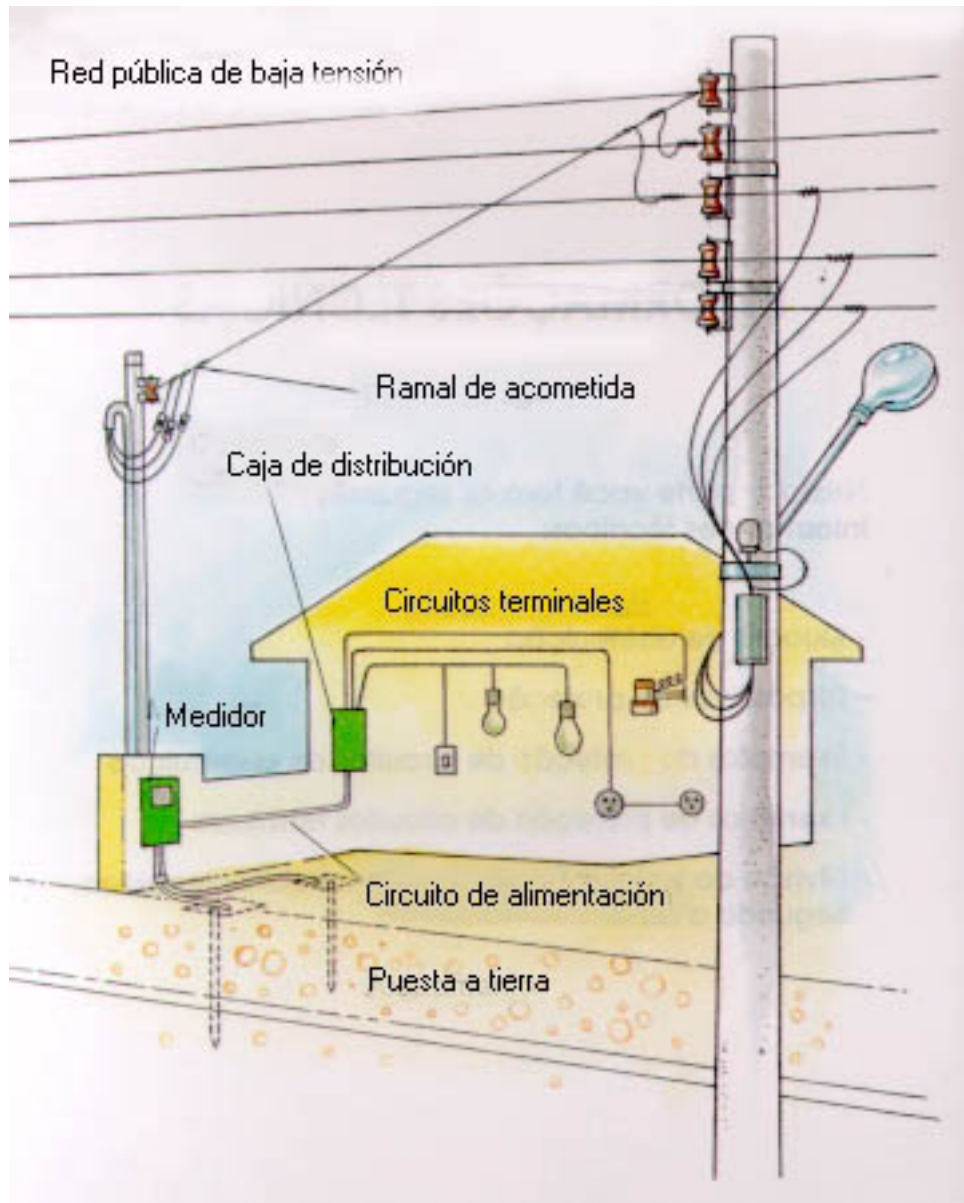
[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)

Los componentes típicos de una instalación son:

- Acometida.
- Líneas de alimentación.
- Tablero principal.
- Líneas seccionales.
- Tableros seccionales.
- Líneas de circuitos.

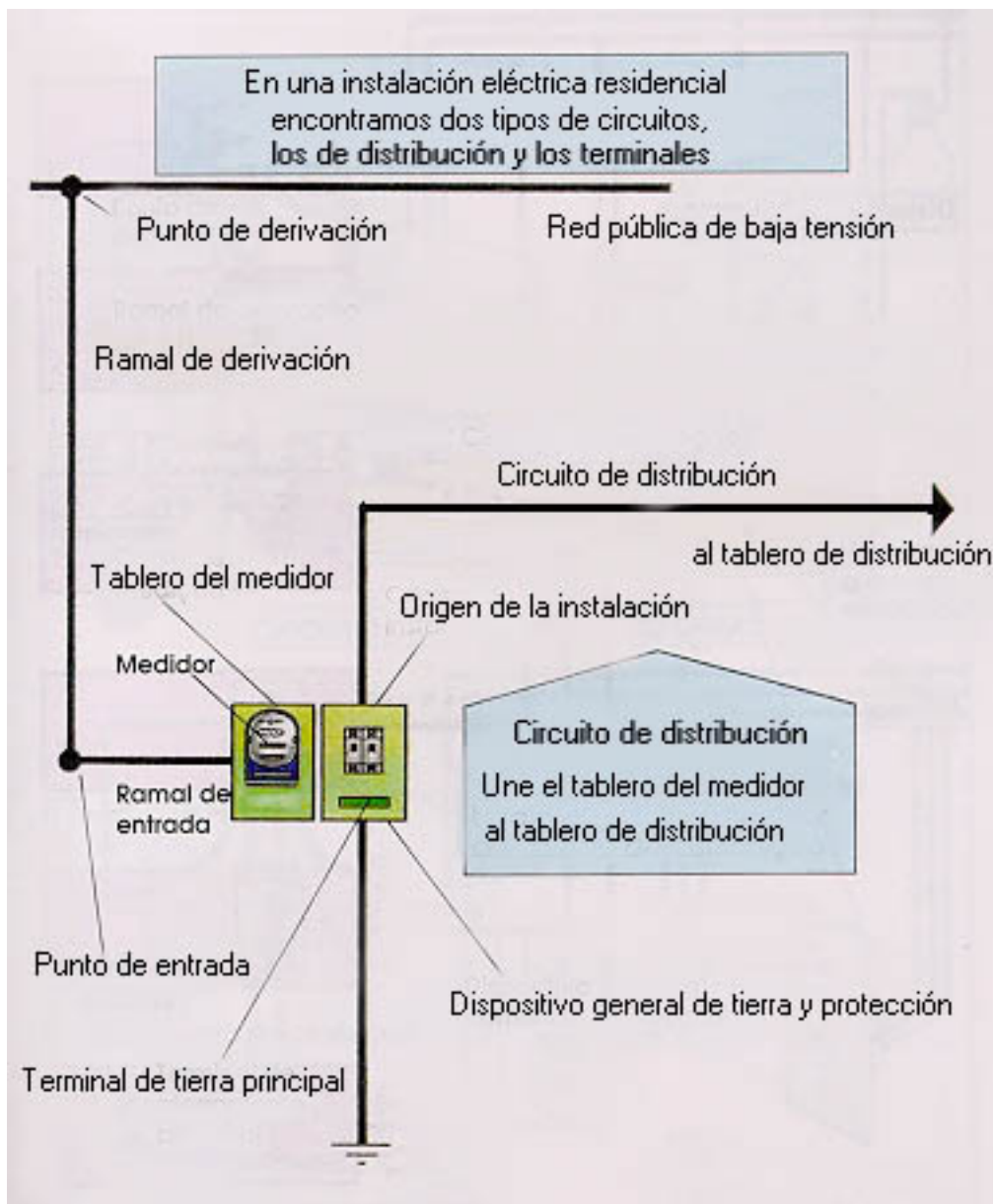
Se denomina acometida al punto de conexión del usuario con la empresa proveedora de electricidad; la misma puede ser aérea (como en la figura siguiente) o subterránea.

La vinculación con la red pública se realiza en una caja denominada "caja de acometida", de la misma se pasa a un medidor de energía de donde normalmente parten las puestas a tierra y los circuitos de distribución.



De acuerdo al tipo de edificación las cajas y los medidores pueden estar en un pilar en las entradas, en las fachadas, en lugares comunes de los edificios ó en lugares especiales de los mismos (edificios con más de 15 unidades de vivienda); estas especificaciones las fija la compañía proveedora del servicio.

Como se mencionó anteriormente "circuito eléctrico" es el conjunto de cables y equipos ligados al mismo dispositivo de protección.



El código de edificación de la ciudad de Buenos Aires establece los requisitos que deben cumplir estos locales, que básicamente son:

- Accesibles desde la vía pública.
- Posibilidad de descarga de un transformador de hasta 5 tn. de peso.
- Para accesos no directos desde la vía pública deberá preverse un pasillo de 1,5 metros de ancho.
- Tendrán adecuada ventilación y superficies mínimas establecidas de acuerdo al tipo de equipamiento a instalar.

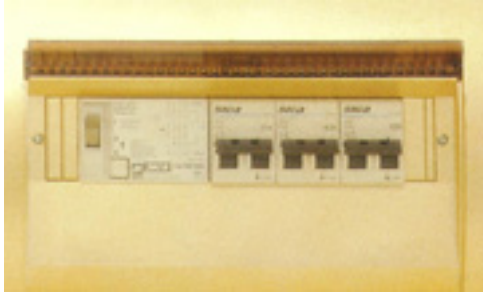
Los gabinetes para medidores eléctricos deberán estar constituidos, como mínimo, por:

- Chapa de hierro de espesor superior al Nro. 18 recubiertos de pintura epoxi.
- Borne para puesta a tierra



En los tableros eléctricos se centralizan los elementos que permiten energizar inteligentemente los circuitos de distribución, fuerza motriz e iluminación.

Están constituidos por cajas o gabinetes que contienen los dispositivos de conexión, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus soportes correspondientes.



**Tableros de distribución principales o seccionales realizados con cajas de la línea Prestige e interruptores Sicalimit**

### **Clasificación de los tableros**

#### **Tablero Principal**

Es el centro de distribución de toda la instalación eléctrica de una residencia ya que:

- Recibe los cables que vienen del medidor.
- Aloja los dispositivos de protección.
- De él parten los circuitos terminales que alimentan directamente las lámparas, tomas y aparatos eléctricos.

#### **Tablero Seccional**

Es aquel al que acomete la línea seccional y del cual se derivan otras líneas seccionales o de circuito.

Estará instalado en lugar seco, de fácil acceso y alejado de otras instalaciones como las de agua, gas, teléfono, etc. Para lugares húmedos o en intemperie deberá adoptarse las previsiones indicadas por el Reglamento de la A.E.A.

El tablero de distribución debe estar localizado en un lugar de fácil acceso y lo más próximo al medidor a fin de evitar gastos innecesarios en los cables del circuito de distribución.

Los locales en donde estén instalados no se destinarán al almacenamiento de combustible ni a elementos de fácil inflamabilidad.

La iluminación mínima será de 100 lux.

La puerta del local donde esté instalado llevará la identificación "Tablero Eléctrico Principal" y estará construida con materiales con una resistencia al fuego similar a las paredes del local (Dto 351/79 reglamentario de la ley 19857 de Seguridad e Higiene del Trabajo).

Sobre la acometida de la línea principal en el tablero deberá instalarse un interruptor que actúe como elemento de maniobra principal, que podrá integrarse con los elementos de protección, esto es:

- Interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito.
- Interruptor manual y fusibles (en ese orden).

Estarán ubicados en lugares de fácil localización dentro de la unidad habitacional o comercial y a una altura adecuada para facilitar el accionamiento de los elementos de maniobra.

Tendrán buen nivel de iluminación.

No deben interponerse obstáculos en su acceso.

Incluirán los siguientes elementos de protección:

- Como interruptor general se utilizará un interruptor con apertura por corriente diferencial de fuga. Alternativamente se puede optar por colocar un interruptor automático o manual y un interruptor diferencial por cada una de las líneas derivadas.
- Por cada una de las líneas derivadas se instalará un interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito ó, alternativamente, un interruptor manual y fusible (en ese orden).

#### **Características constructivas:**

Podrán ser metálicos o de materiales plásticos que, además de rigidez mecánica, presenten características de ininflamabilidad, no higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas.

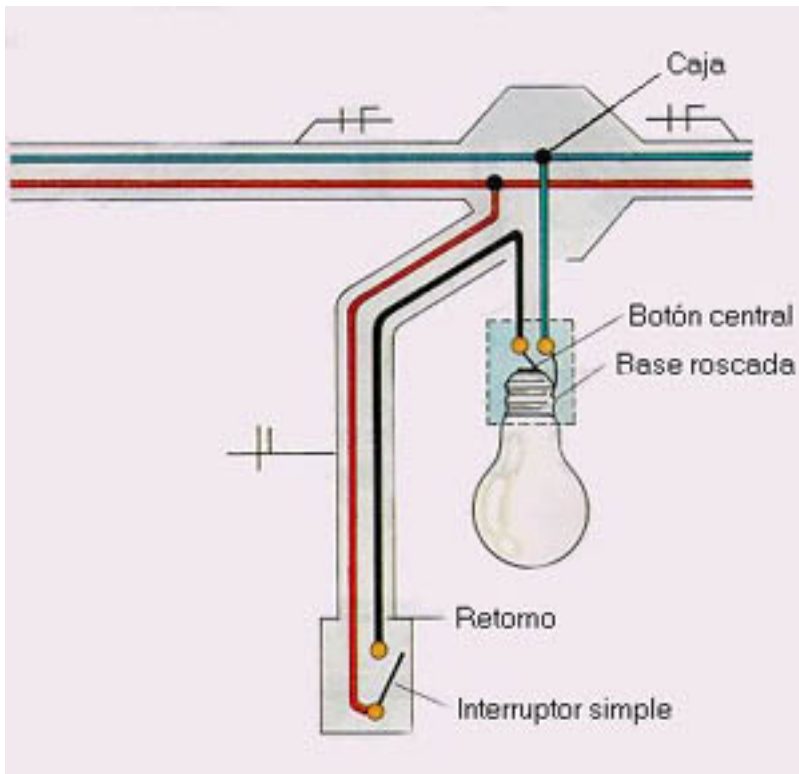
Asimismo, se caracterizarán por:

- No tendrán partes bajo tensión accesibles desde el exterior.
- El acceso a las partes bajo tensión sólo será posible luego de la remoción de tapas o mediante herramientas especiales.
- Las palancas o elementos de mando de los dispositivos de maniobra deberán ser fácilmente accionables.
- Los componentes eléctricos no podrán ser montados directamente sobre las caras posteriores o laterales sino en soportes, perfiles o accesorios dispuestos a tal efecto.
- Las partes de los tableros no deberán superar las temperaturas establecidas en la norma IRAM 2186.
- Los tableros que tengan más de dos circuitos deberán contar con un juego de barras que permita efectuar el conexionado o remoción de cada uno de los elementos de maniobra sin interferir con los restantes.
- Las barras deberán diseñarse para una corriente nominal no inferior a la de la línea de alimentación y para un valor de corriente de cortocircuito no inferior al valor eficaz de la corriente de falla máxima en el lugar de la instalación.
- La disposición de las barras deberá ser N.R.S.T. del frente hacia atrás y de arriba hacia abajo.
- Las derivaciones de las barras deberán efectuarse mediante grapas, bornes o terminales apropiados.
- No podrán usarse los tableros como caja de paso o empalme de otros circuitos.
- Los conductores no podrán estar flojos ni sueltos en su recorrido dentro del tablero.
- Los tableros dispondrán de una placa colectora de puesta a tierra perfectamente identificada.
- Los tableros podrán ser diseñados para montaje sobre piso, sobre pared o de embutir.
- Las masas de los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de medición instalados en tableros deberán estar puestas a tierra

Las condiciones principales a cumplir serán:

- El interruptor manual y los fusibles deberán tener un enclavamiento tal que no permita que estos puedan ser colocados o extraídos bajo carga.
- El interruptor automático deberá tener la posibilidad de ser bloqueado en la posición de abierto, o bien ser extraíble.
- En el caso de instalaciones monofásicas se deberá instalar dispositivos de protección y maniobra bipolares.
- Los fusibles e interruptores no deberán intercalarse en el conductor neutro de instalaciones polifásicas. No obstante, sólo en el interruptor principal debe existir un dispositivo que permita seccionar el neutro, verificando que sea solidario con el mencionado interruptor principal de modo de producir la apertura o cierre del neutro en forma retardada o anticipada.
- Las instalaciones monofásicas constituyen un caso particular, en ellas se debe producir el seccionamiento del neutro simultáneamente con el de fase.
- Los motores de corriente alterna (mono o trifásica) deberán tener como mínimo un dispositivo de maniobra y protección que permita el arranque y detención del motor mediante el cierre o apertura de todas las fases o polos en forma simultánea, así como la protección de la línea de alimentación contra sobrecargas y cortocircuitos. En el caso de motores trifásicos, además de la protección indicada, debe utilizarse un dispositivo de protección que interrumpa el circuito de alimentación cuando esté ausente la tensión de una fase.

**1- Instalación de una lámpara comandada por un interruptor simple**

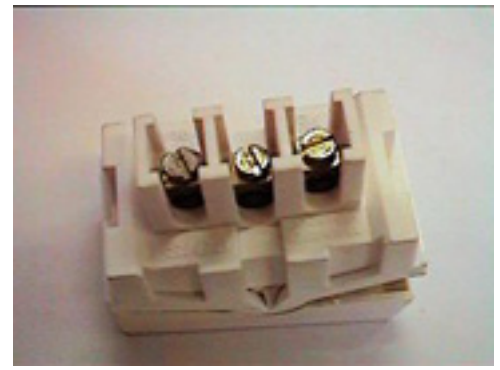
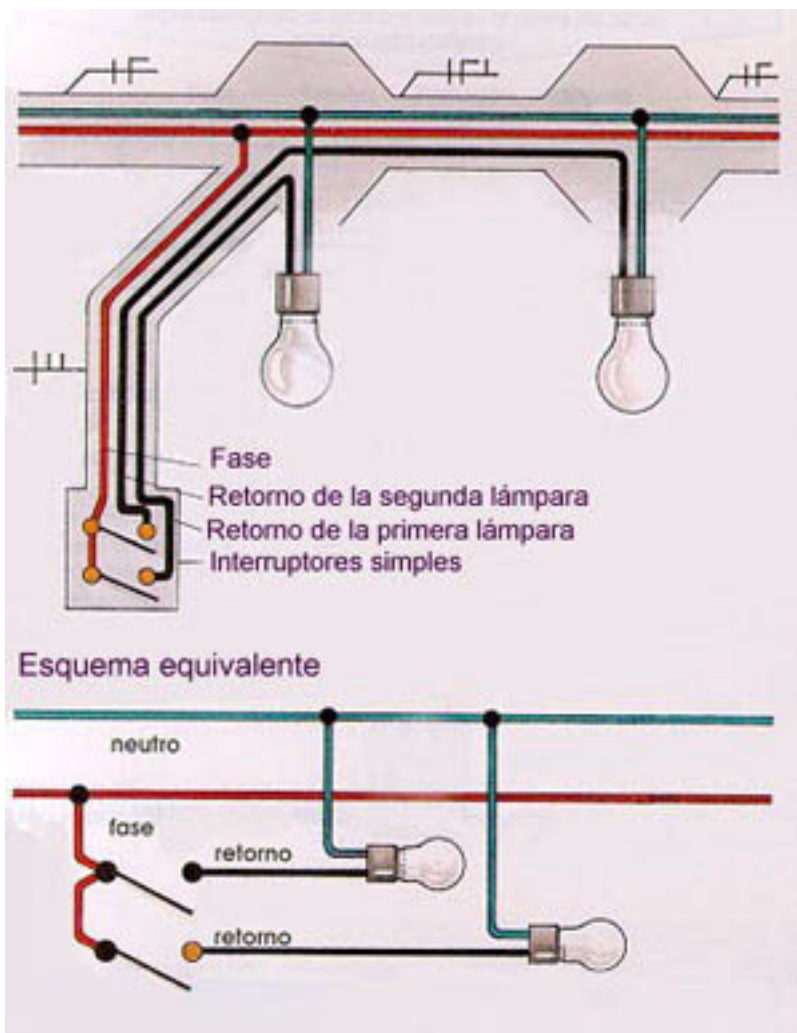


**Módulo interruptor simple de la línea HABITAT de SICA**

En la vista trasera pueden apreciarse en detalle los terminales macizos que facilitan la conexión de los cables.

**2) Instalación de más de una lámpara comandadas por un interruptor simple**





### Módulo interruptor de combinación simple de la línea HABITAT de SICA

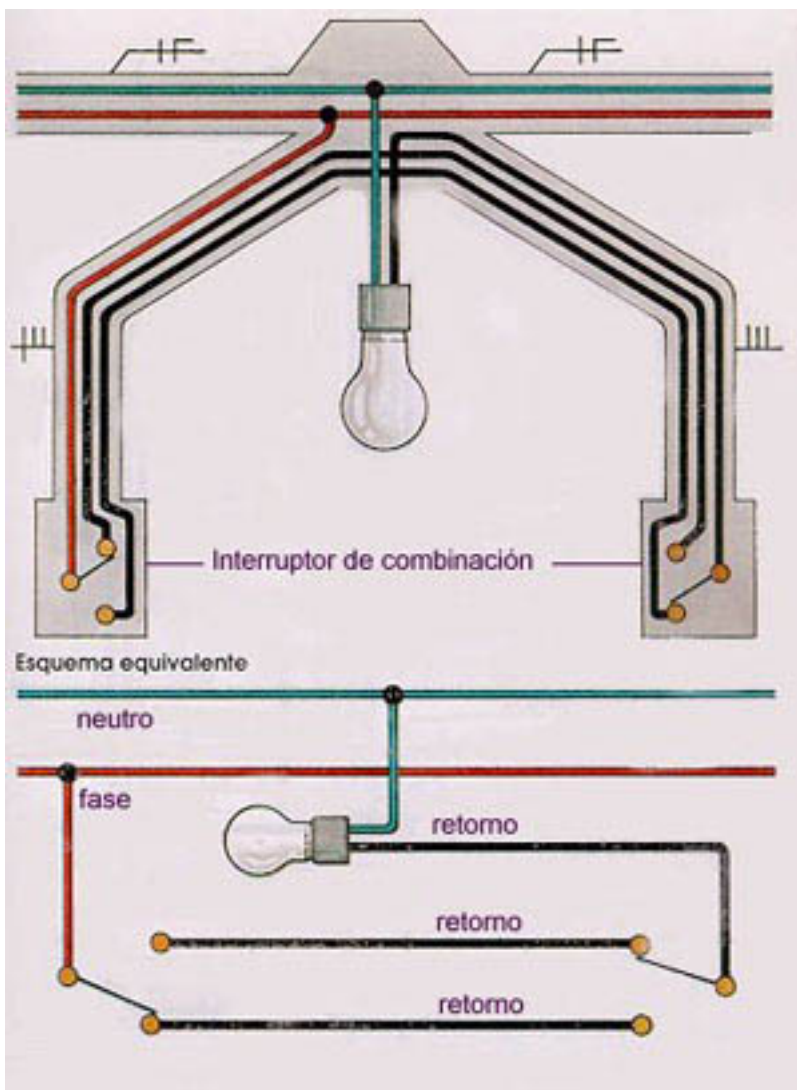
Como se puede observar las uniones que se deben realizar son:

- La fase con el interruptor.
- El retorno con el contacto del botón central de la lámpara.
- El neutro directamente al contacto de la base roscada de la lámpara.

Los interruptores de combinación simple tienen tres tornillos de conexión, uno de los cuales se diferencia de los demás por su ubicación central que corresponde al contacto móvil.

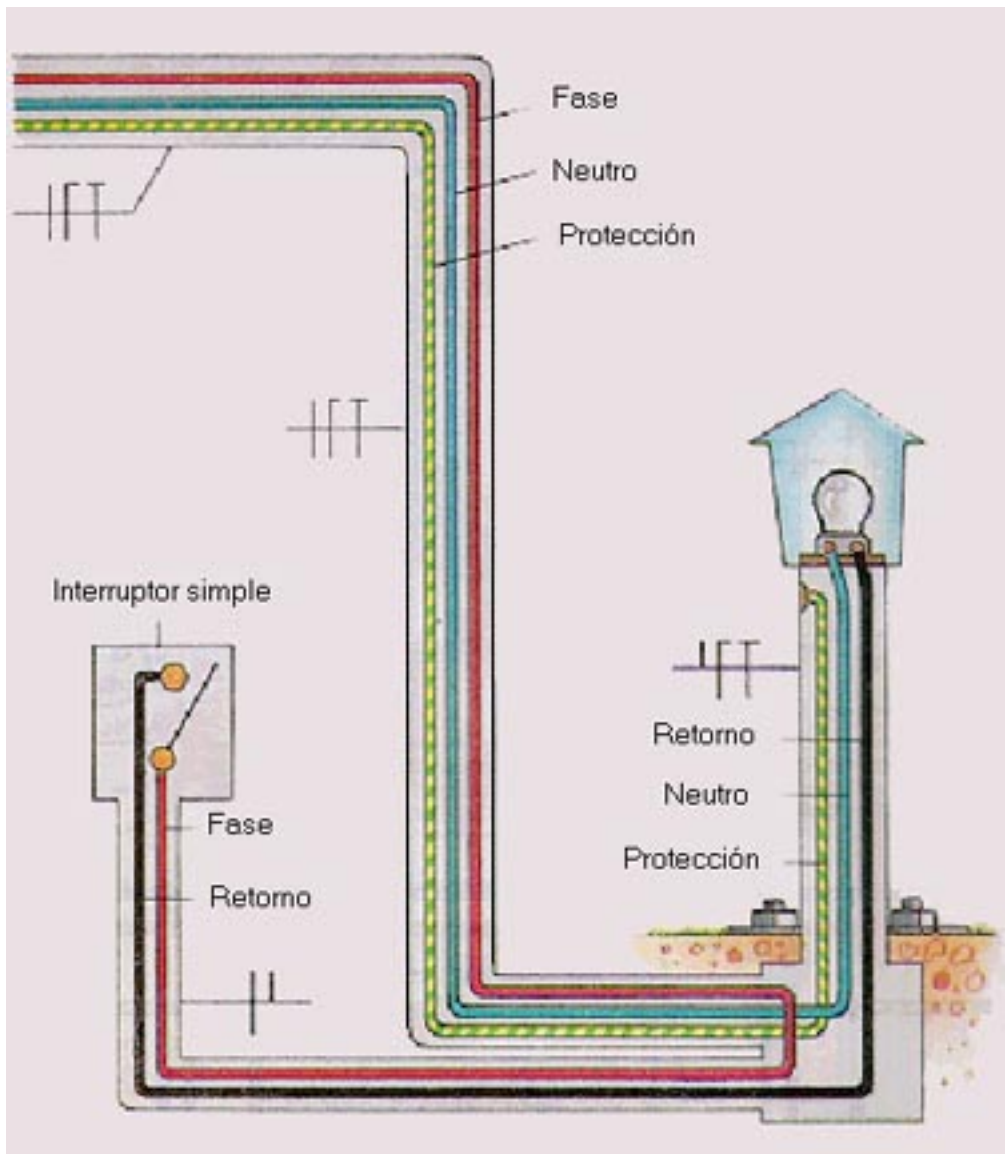
### 3) Instalación de lámparas desde más de un lugar (uso de llaves combinación)





**Módulo interruptor de combinación doble (luminoso) de la línea HABITAT de SICA**

**Instalación de una lámpara ubicada en exterior y comandada por un interruptor simple**



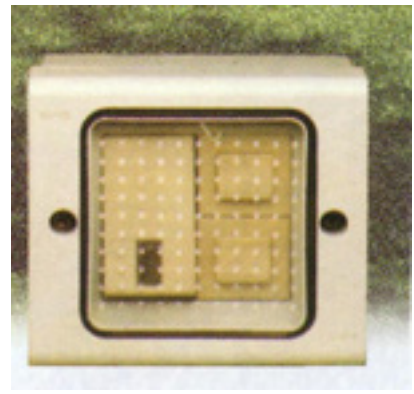
Un esquema como el anterior se puede realizar con los siguientes materiales:





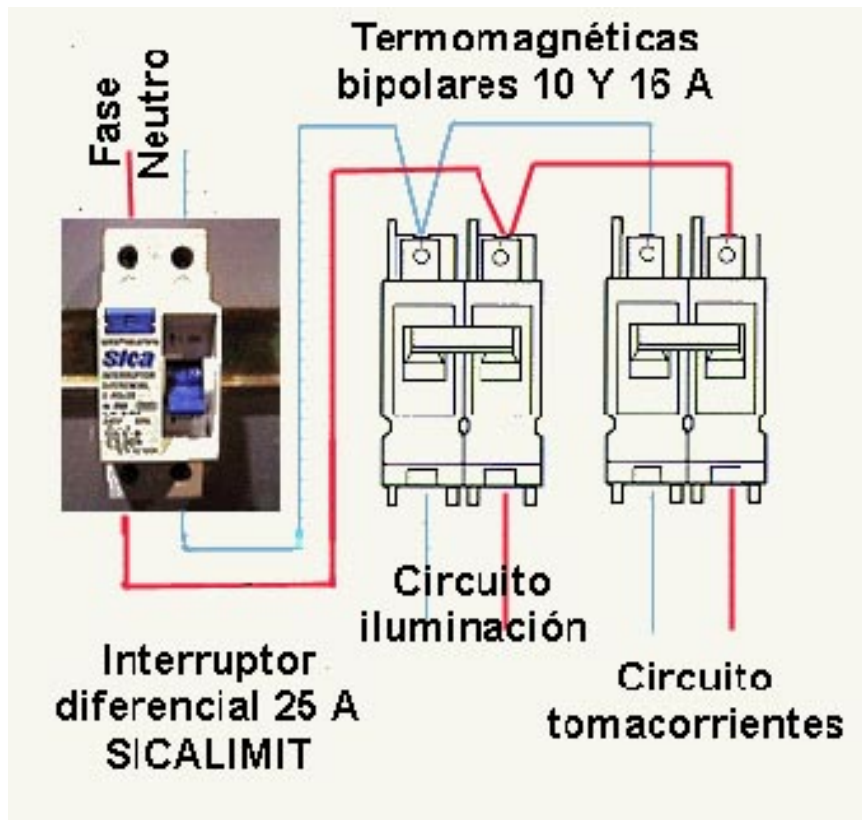


**Caja estanca IP 55 con puerta abatible para 2 módulos HABITAT para uso exterior**

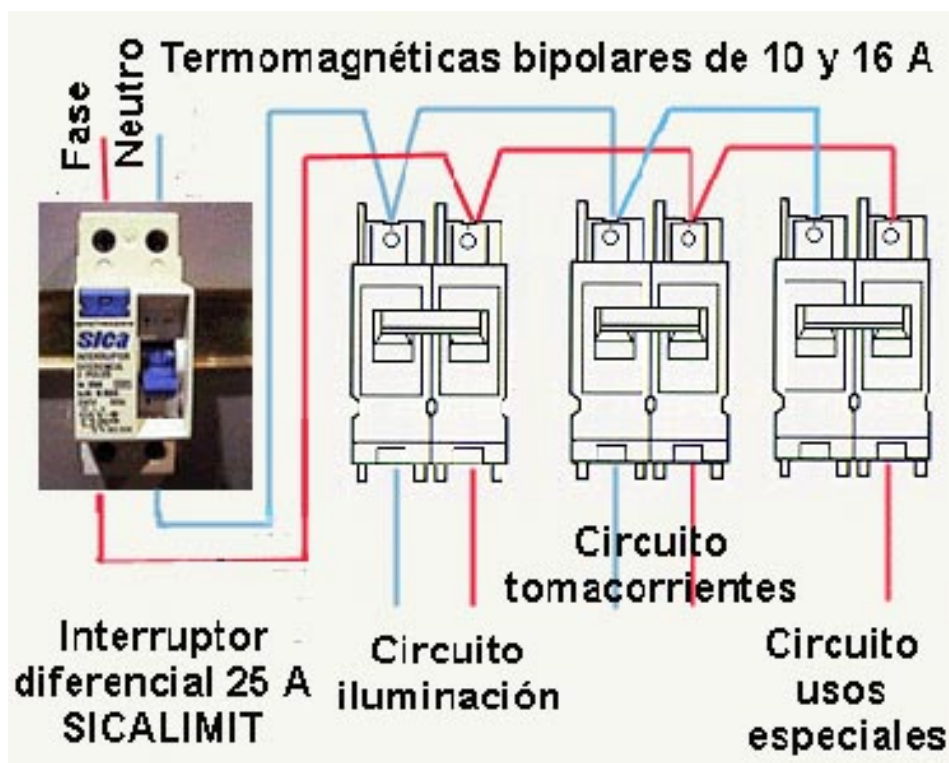


**Caja estanca IP67 con membrana elástica para 2 módulos HABITAT para uso exterior**

1) Vivienda con grado de electrificación mínima

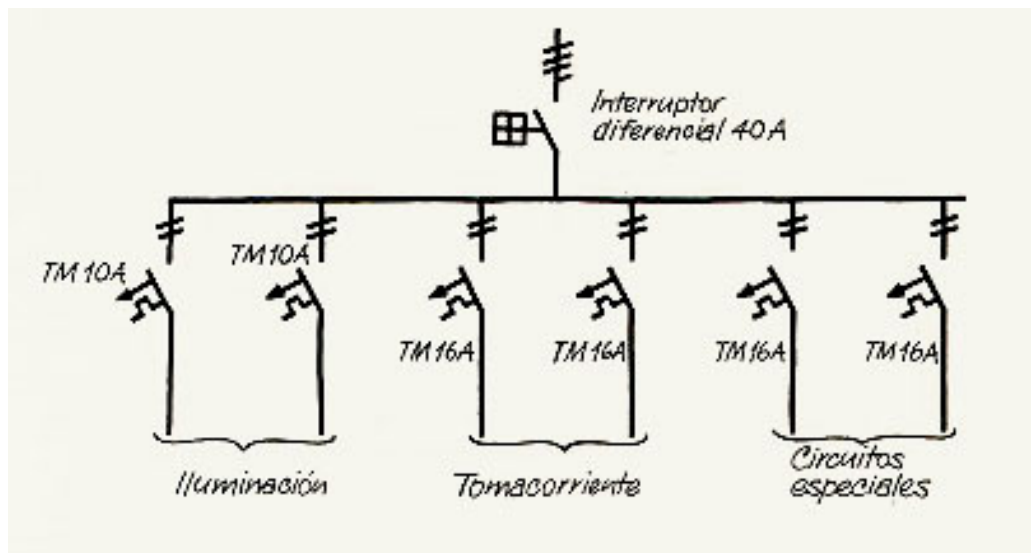


2) Vivienda con grado de electrificación media

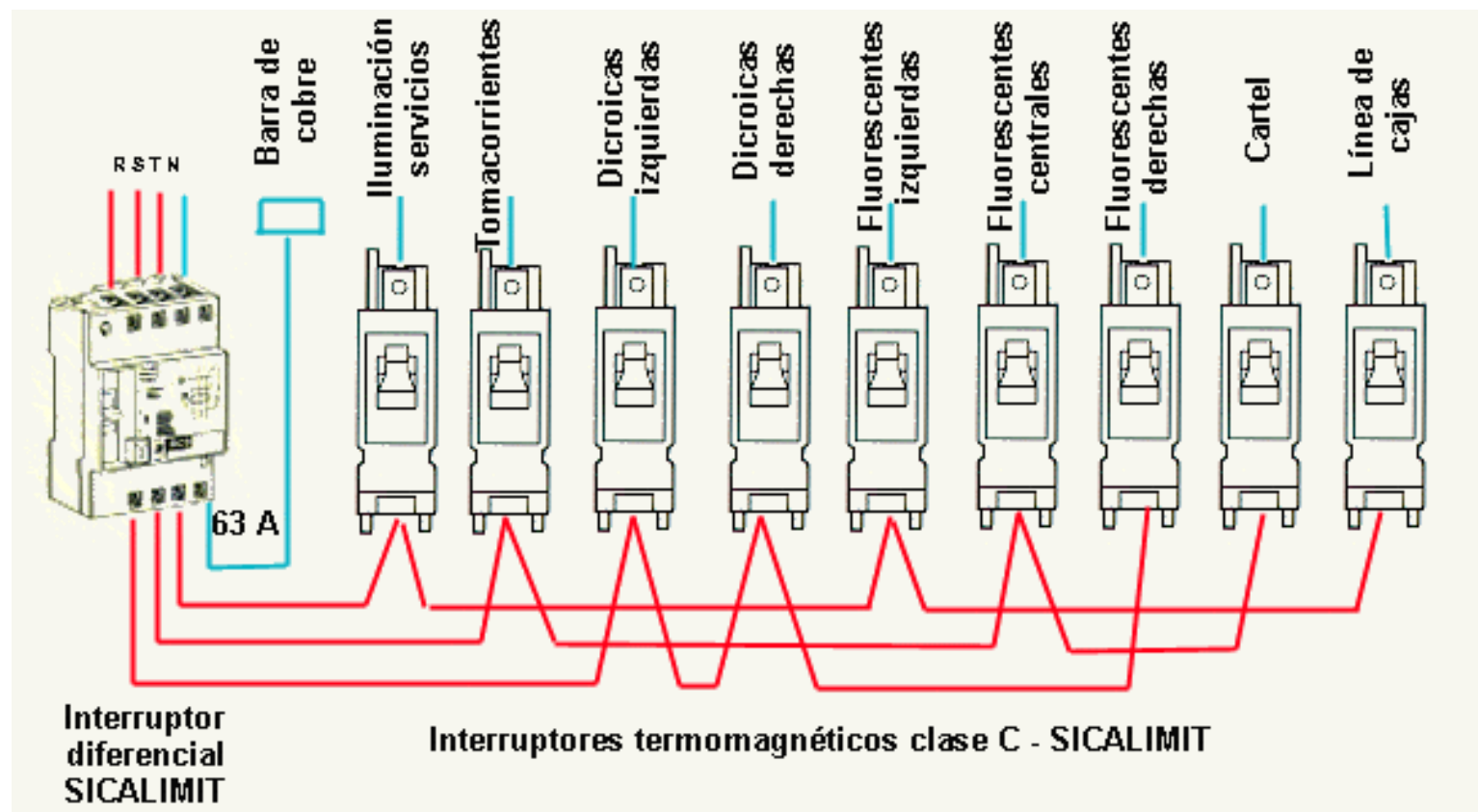


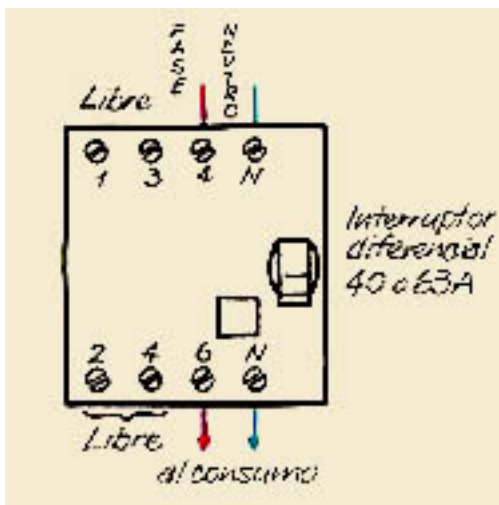
### 3) Vivienda con grado de electrificación elevada

#### Componentes de una Instalación

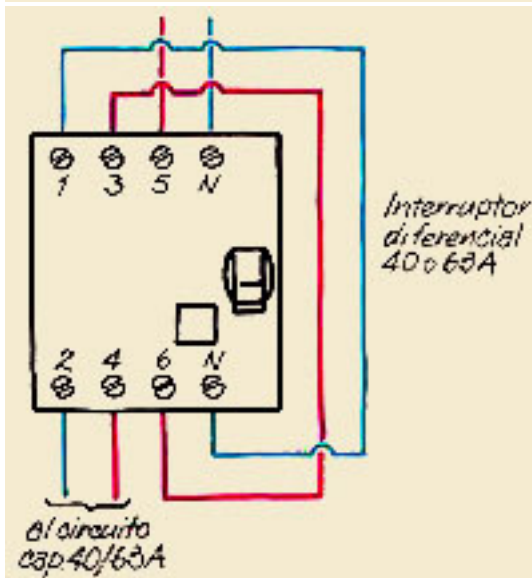


### 4) Locales comerciales

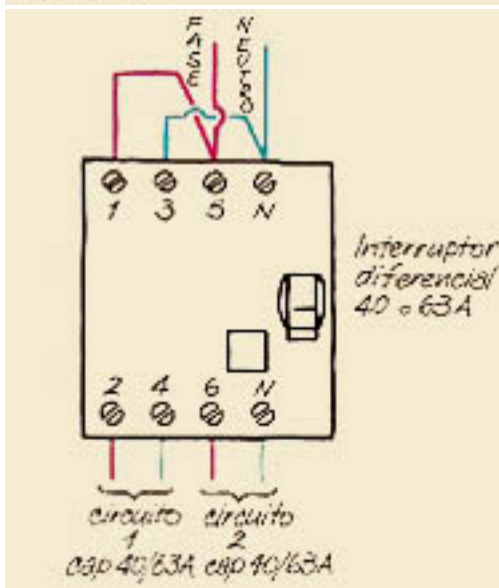




Conexión del diferencial tetrapolar como monofásico



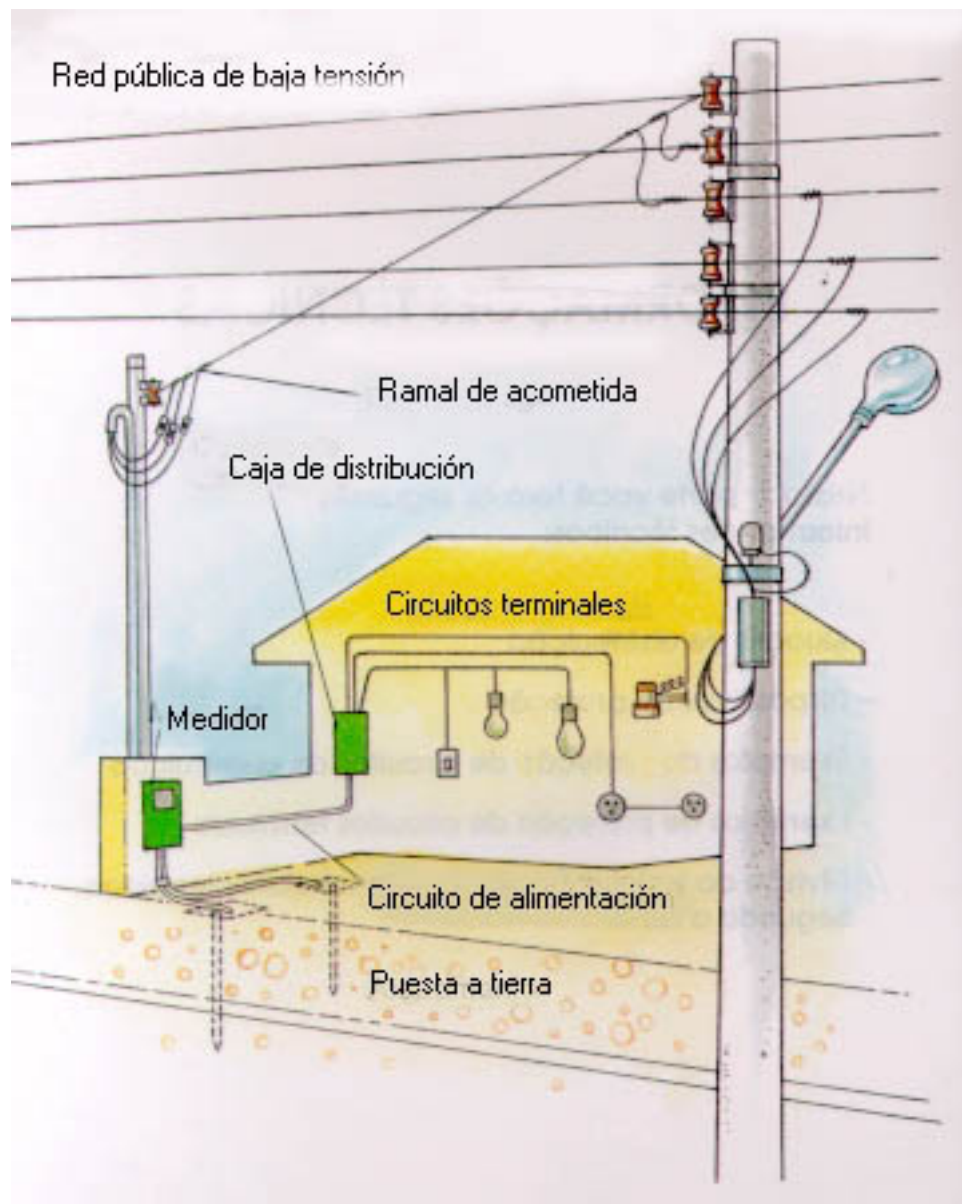
Conexión del diferencial tetrapolar como monofásico de dos circuitos



Conexión del diferencial tetrapolar 30 mA 40 A ó 63 A con sensibilidad aumentada a 15 mA.

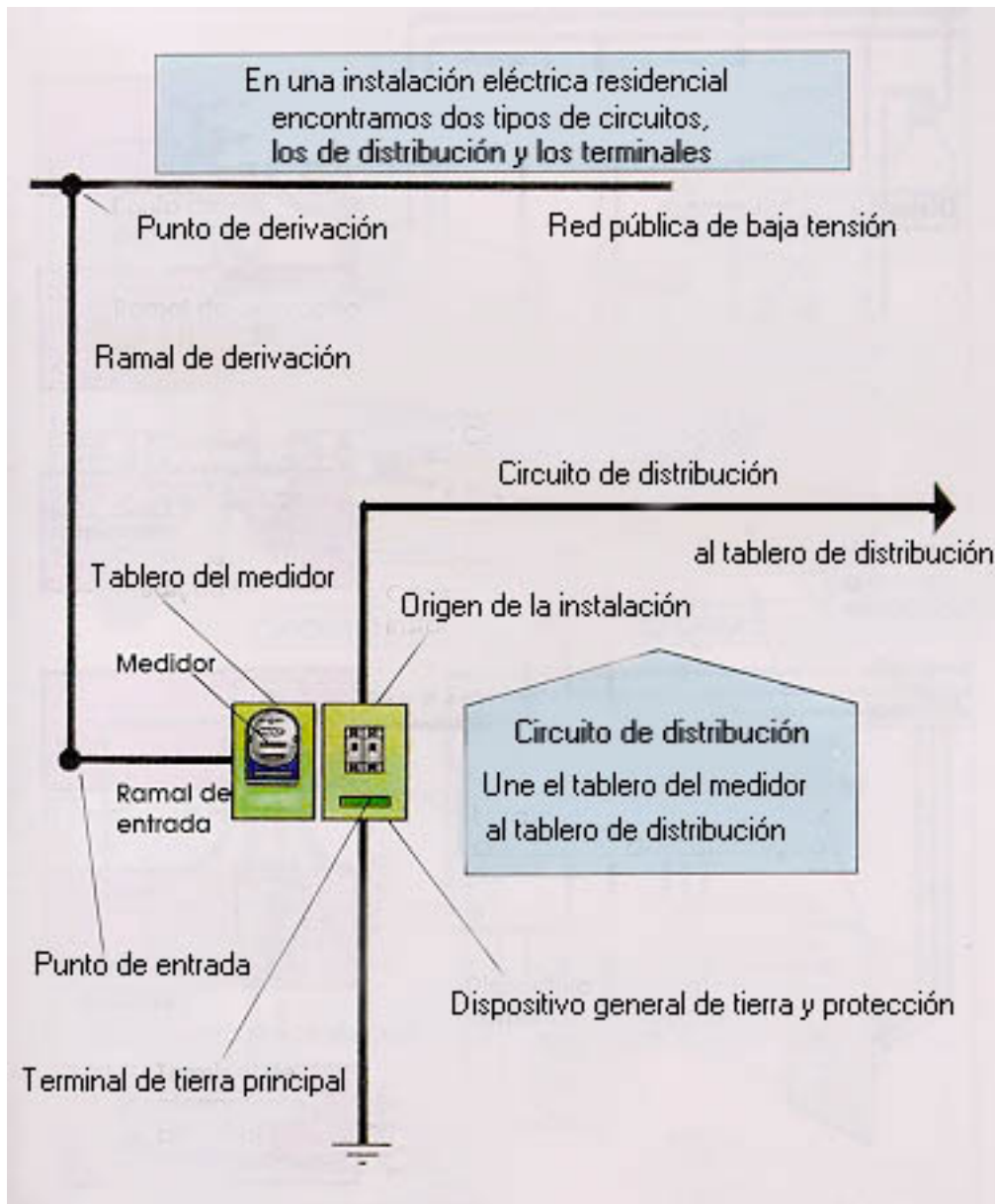
Se denomina acometida al punto de conexión del usuario con la empresa proveedora de electricidad; la misma puede ser aérea (como en la figura siguiente) o subterránea.

La vinculación con la red pública se realiza en una caja denominada "caja de acometida", de la misma se pasa a un medidor de energía de donde normalmente parten las puestas a tierra y los circuitos de distribución.



De acuerdo al tipo de edificación las cajas y los medidores pueden estar en un pilar en las entradas, en las fachadas, en lugares comunes de los edificios ó en lugares especiales de los mismos (edificios con más de 15 unidades de vivienda); estas especificaciones las fija la compañía proveedora del servicio.

Como se mencionó anteriormente "circuito eléctrico" es el conjunto de cables y equipos ligados al mismo dispositivo de protección.



El código de edificación de la ciudad de Buenos Aires establece los requisitos que deben cumplir estos locales, que básicamente son:

- Accesibles desde la vía pública.
- Posibilidad de descarga de un transformador de hasta 5 tn. de peso.
- Para accesos no directos desde la vía pública deberá preverse un pasillo de 1,5 metros de ancho.
- Tendrán adecuada ventilación y superficies mínimas establecidas de acuerdo al tipo de equipamiento a instalar.

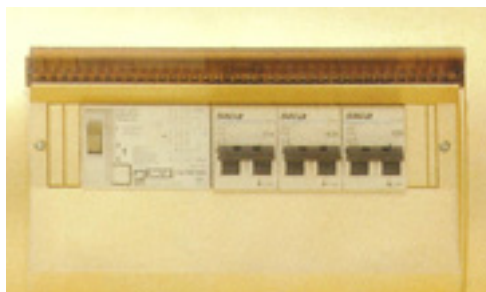
Los gabinetes para medidores eléctricos deberán estar constituidos, como mínimo, por:

- Chapa de hierro de espesor superior al Nro. 18 recubiertos de pintura epoxi.
- Borne para puesta a tierra

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)

En los tableros eléctricos se centralizan los elementos que permiten energizar inteligentemente los circuitos de distribución, fuerza motriz e iluminación.

Están constituidos por cajas o gabinetes que contienen los dispositivos de conexión, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus soportes correspondientes.



**Tableros de distribución principales o seccionales realizados con cajas de la línea Prestige e interruptores Sicalimit**

#### Clasificación de los tableros

##### Tablero Principal

Es el centro de distribución de toda la instalación eléctrica de una residencia ya que:

- Recibe los cables que vienen del medidor.
- Aloja los dispositivos de protección.
- De él parten los circuitos terminales que alimentan directamente las lámparas, tomas y aparatos eléctricos.

##### Tablero Seccional

Es aquel al que acomete la línea seccional y del cual se derivan otras líneas seccionales o de circuito.

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[12](#)



Estará instalado en lugar seco, de fácil acceso y alejado de otras instalaciones como las de agua, gas, teléfono, etc. Para lugares húmedos o en intemperie deberá adoptarse las previsiones indicadas por el Reglamento de la A.E.A.

El tablero de distribución debe estar localizado en un lugar de fácil acceso y lo más próximo al medidor a fin de evitar gastos innecesarios en los cables del circuito de distribución.

Los locales en donde estén instalados no se destinarán al almacenamiento de combustible ni a elementos de fácil inflamabilidad.

La iluminación mínima será de 100 lux.

La puerta del local donde esté instalado llevará la identificación "Tablero Eléctrico Principal" y estará construida con materiales con una resistencia al fuego similar a las paredes del local (Dto 351/79 reglamentario de la ley 19857 de Seguridad e Higiene del Trabajo).

Sobre la acometida de la línea principal en el tablero deberá instalarse un interruptor que actúe como elemento de maniobra principal, que podrá integrarse con los elementos de protección, esto es:

- Interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito.
- Interruptor manual y fusibles (en ese orden).

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)

Estarán ubicados en lugares de fácil localización dentro de la unidad habitacional o comercial y a una altura adecuada para facilitar el accionamiento de los elementos de maniobra.

Tendrán buen nivel de iluminación.

No deben interponerse obstáculos en su acceso.

Incluirán los siguientes elementos de protección:

- Como interruptor general se utilizará un interruptor con apertura por corriente diferencial de fuga. Alternativamente se puede optar por colocar un interruptor automático o manual y un interruptor diferencial por cada una de las líneas derivadas.
- Por cada una de las líneas derivadas se instalará un interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito ó, alternativamente, un interruptor manual y fusible (en ese orden).

#### Características constructivas:

Podrán ser metálicos o de materiales plásticos que, además de rigidez mecánica, presenten características de ininflamabilidad, no higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas.

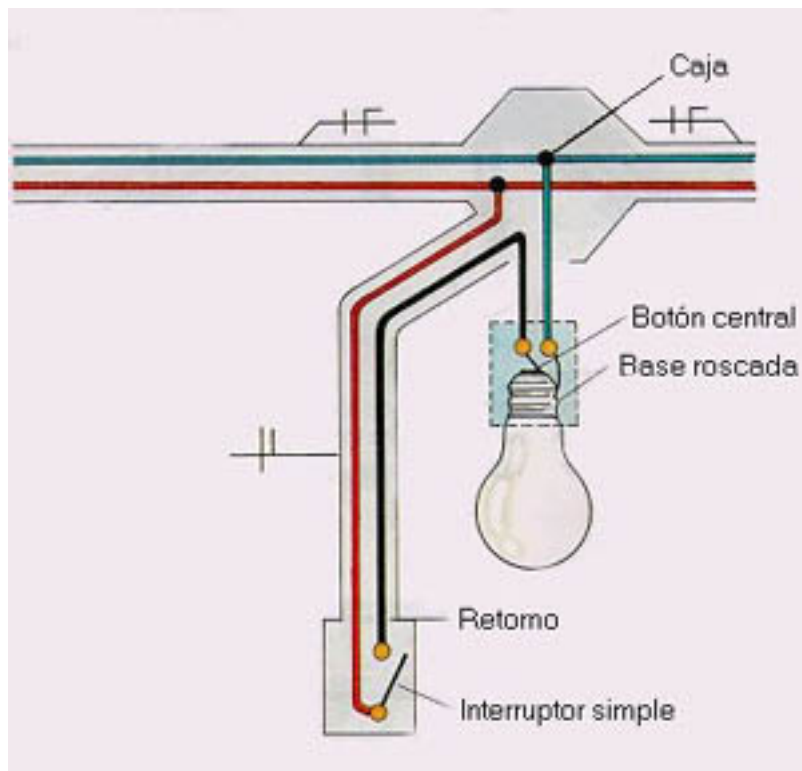
Asimismo, se caracterizarán por:

- No tendrán partes bajo tensión accesibles desde el exterior.
- El acceso a las partes bajo tensión sólo será posible luego de la remoción de tapas o mediante herramientas especiales.
- Las palancas o elementos de mando de los dispositivos de maniobra deberán ser fácilmente accionables.
- Los componentes eléctricos no podrán ser montados directamente sobre las caras posteriores o laterales sino en soportes, perfiles o accesorios dispuestos a tal efecto.
- Las partes de los tableros no deberán superar las temperaturas establecidas en la norma IRAM 2186.
- Los tableros que tengan más de dos circuitos deberán contar con un juego de barras que permita efectuar el conexionado o remoción de cada uno de los elementos de maniobra sin interferir con los restantes.
- Las barras deberán diseñarse para una corriente nominal no inferior a la de la línea de alimentación y para un valor de corriente de cortocircuito no inferior al valor eficaz de la corriente de falla máxima en el lugar de la instalación.
- La disposición de las barras deberá ser N.R.S.T. del frente hacia atrás y de arriba hacia abajo.
- Las derivaciones de las barras deberán efectuarse mediante grapas, bornes o terminales apropiados.
- No podrán usarse los tableros como caja de paso o empalme de otros circuitos.
- Los conductores no podrán estar flojos ni sueltos en su recorrido dentro del tablero.
- Los tableros dispondrán de una placa colectora de puesta a tierra perfectamente identificada.
- Los tableros podrán ser diseñados para montaje sobre piso, sobre pared o de embutir.
- Las masas de los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de medición instalados en tableros deberán estar puestas a tierra

Las condiciones principales a cumplir serán:

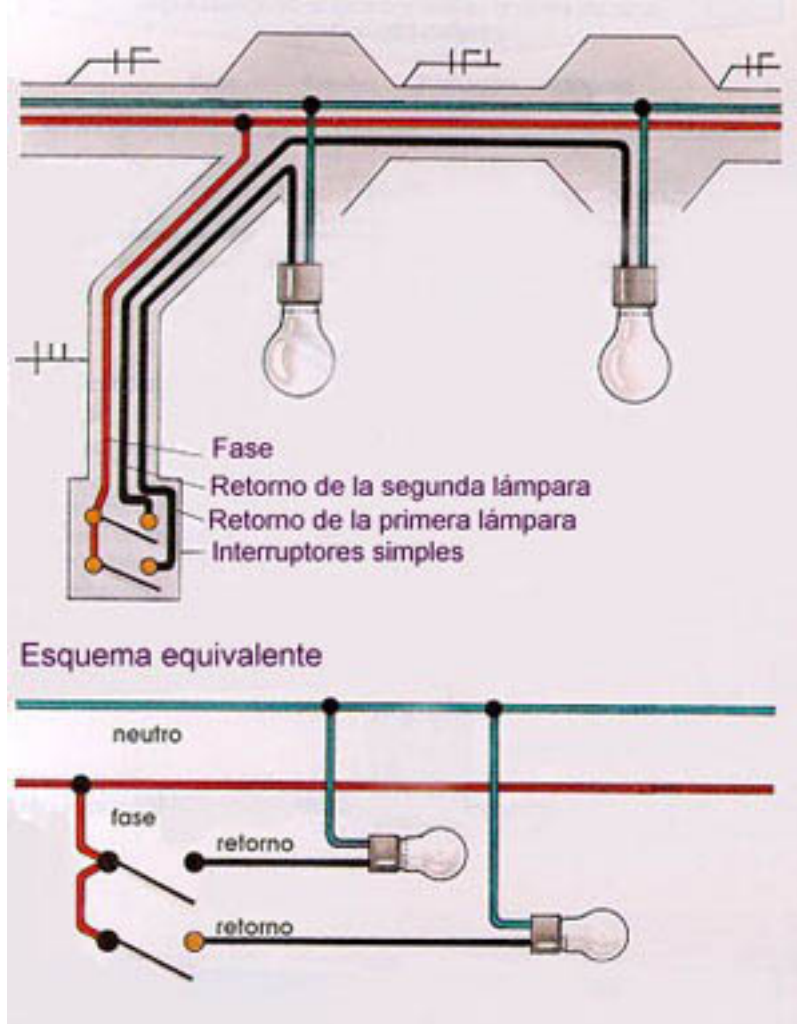
- El interruptor manual y los fusibles deberán tener un enclavamiento tal que no permita que estos puedan ser colocados o extraídos bajo carga.
- El interruptor automático deberá tener la posibilidad de ser bloqueado en la posición de abierto, o bien ser extraíble.
- En el caso de instalaciones monofásicas se deberá instalar dispositivos de protección y maniobra bipolares.
- Los fusibles e interruptores no deberán intercalarse en el conductor neutro de instalaciones polifásicas. No obstante, sólo en el interruptor principal debe existir un dispositivo que permita seccionar el neutro, verificando que sea solidario con el mencionado interruptor principal de modo de producir la apertura o cierre del neutro en forma retardada o anticipada.
- Las instalaciones monofásicas constituyen un caso particular, en ellas se debe producir el seccionamiento del neutro simultáneamente con el de fase.
- Los motores de corriente alterna (mono o trifásica) deberán tener como mínimo un dispositivo de maniobra y protección que permita el arranque y detención del motor mediante el cierre o apertura de todas las fases o polos en forma simultánea, así como la protección de la línea de alimentación contra sobrecargas y cortocircuitos. En el caso de motores trifásicos, además de la protección indicada, debe utilizarse un dispositivo de protección que interrumpa el circuito de alimentación cuando esté ausente la tensión de una fase.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)

**1- Instalación de una lámpara comandada por un interruptor simple****Módulo interruptor simple de la línea HABITAT de SICA**

En la vista trasera pueden apreciarse en detalle los terminales macizos que facilitan la conexión de los cables.

**2) Instalación de más de una lámpara comandadas por un interruptor simple**



### Módulo interruptor de combinación simple de la línea HABITAT de SICA

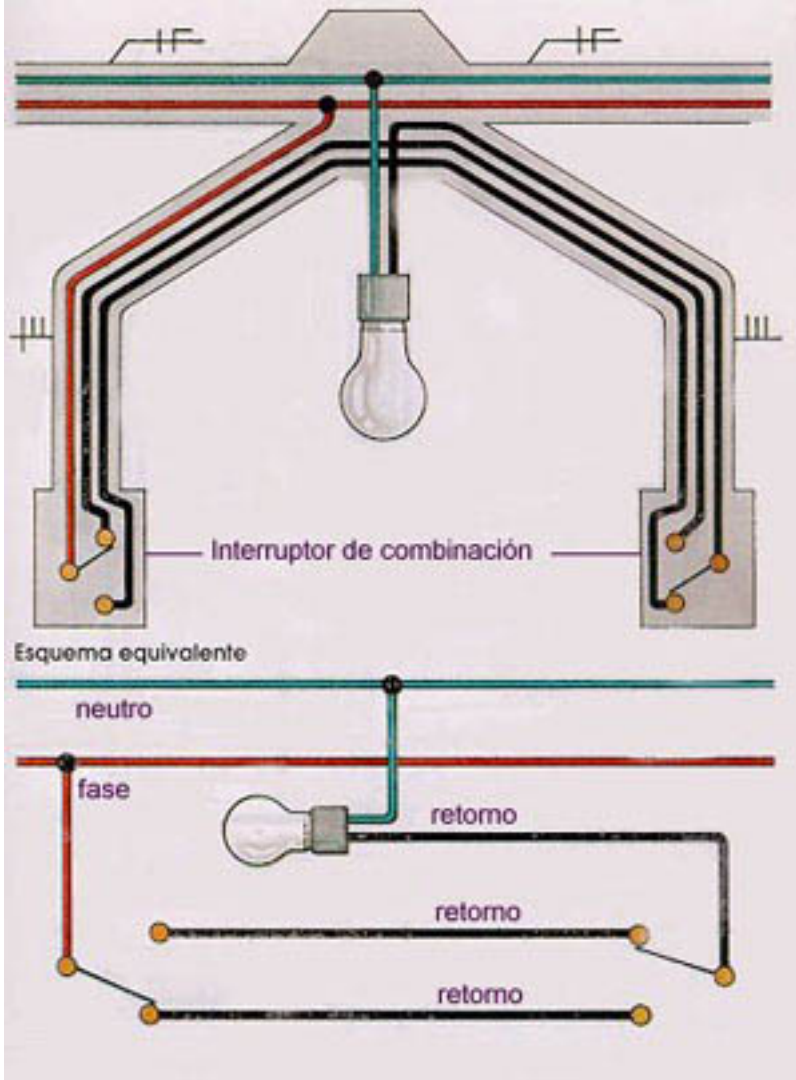
Como se puede observar las uniones que se deben realizar son:

- La fase con el interruptor.
- El retorno con el contacto del botón central de la lámpara.
- El neutro directamente al contacto de la base roscada de la lámpara.

Los interruptores de combinación simple tienen tres tornillos de conexión, uno de los cuales se diferencia de los demás por su ubicación central que corresponde al contacto móvil.

### 3) Instalación de lámparas desde más de un lugar (uso de llaves combinación)





Módulo interruptor de combinación doble (luminoso) de la línea HABITAT de SICA

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

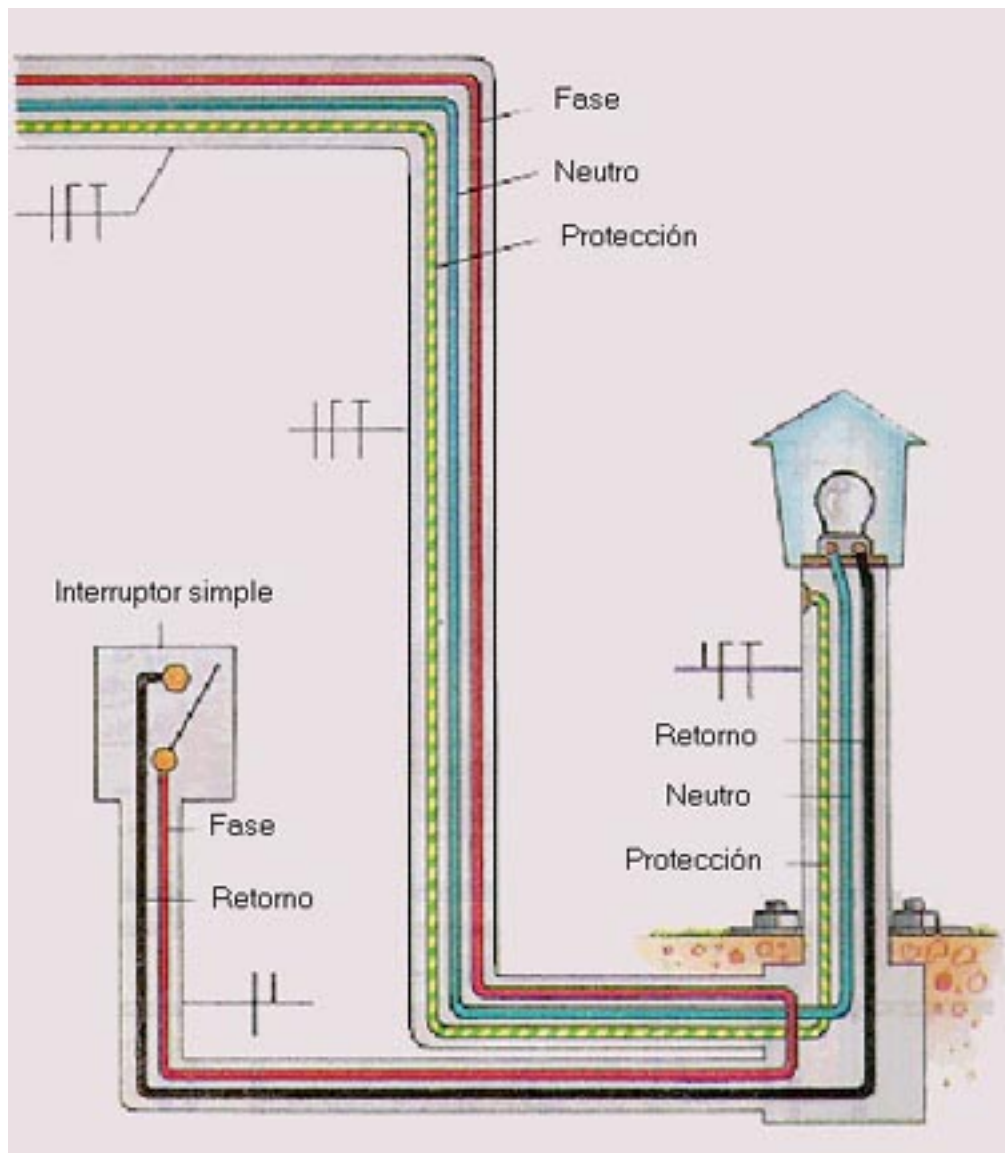
[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[12](#)

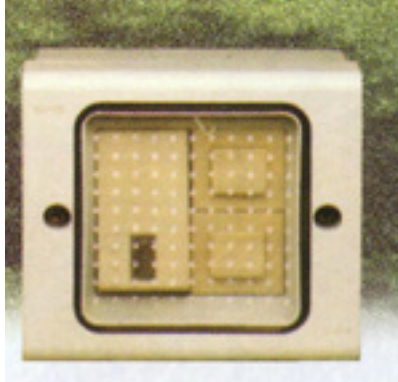
**Instalación de una lámpara ubicada en exterior y comandada por un interruptor simple**

Un esquema como el anterior se puede realizar con los siguientes materiales:





**Caja estanca IP 55 con puerta rebatible para 2 módulos HABITAT para uso exterior**



**Caja estanca IP67 con membrana elástica para 2 módulos HABITAT para uso exterior**

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

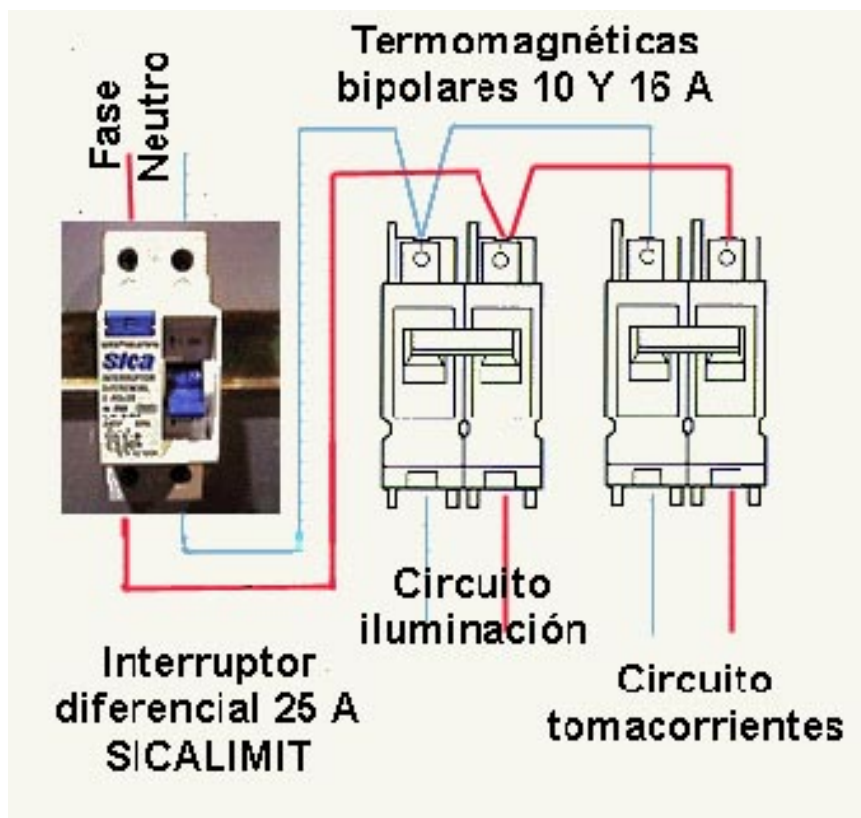
[10](#)

[11](#)

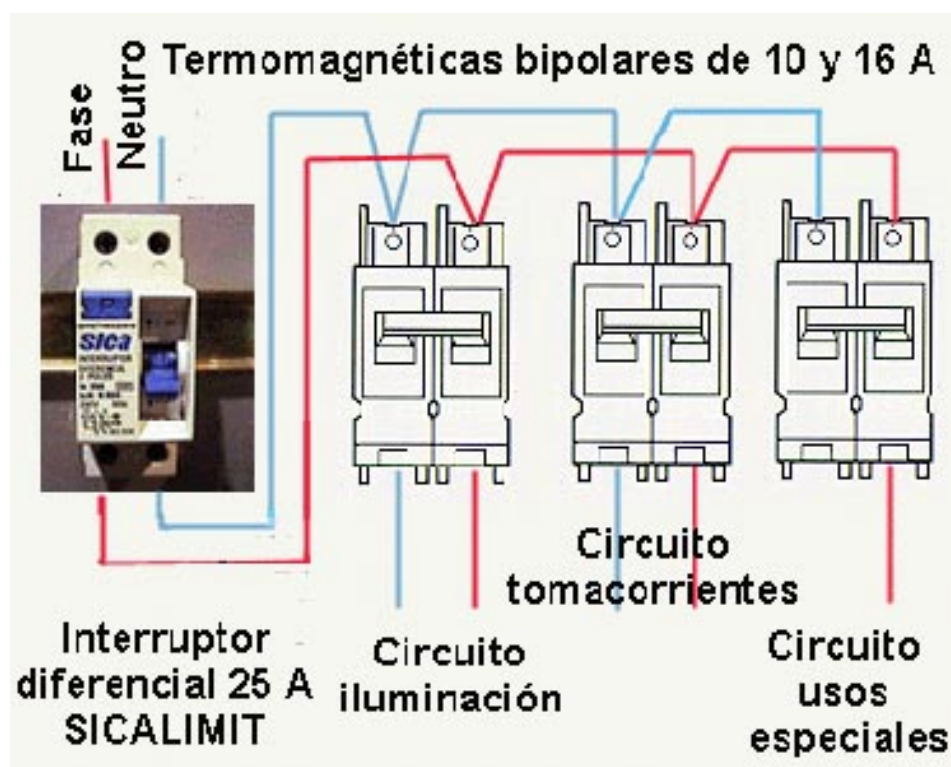
[12](#)



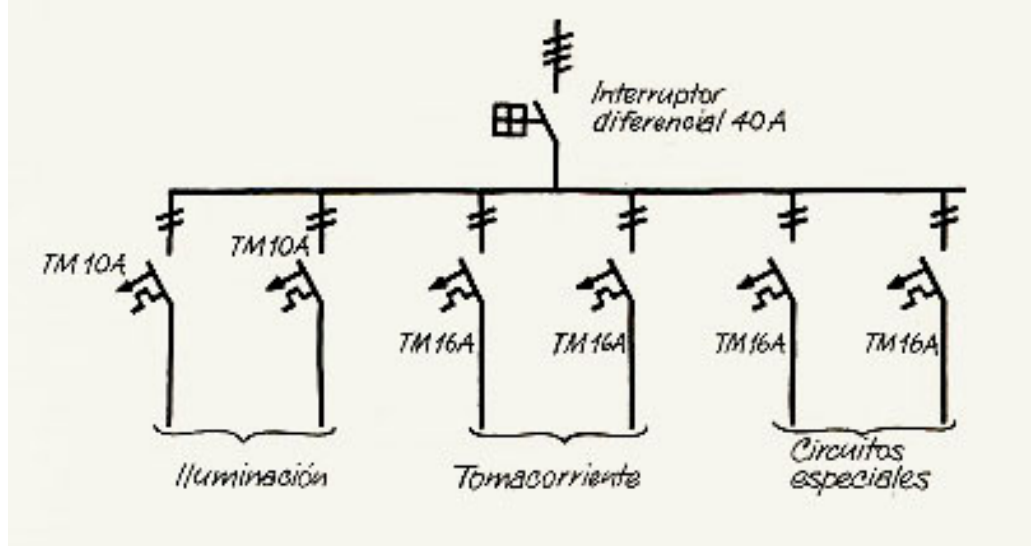
## 1) Vivienda con grado de electrificación mínima



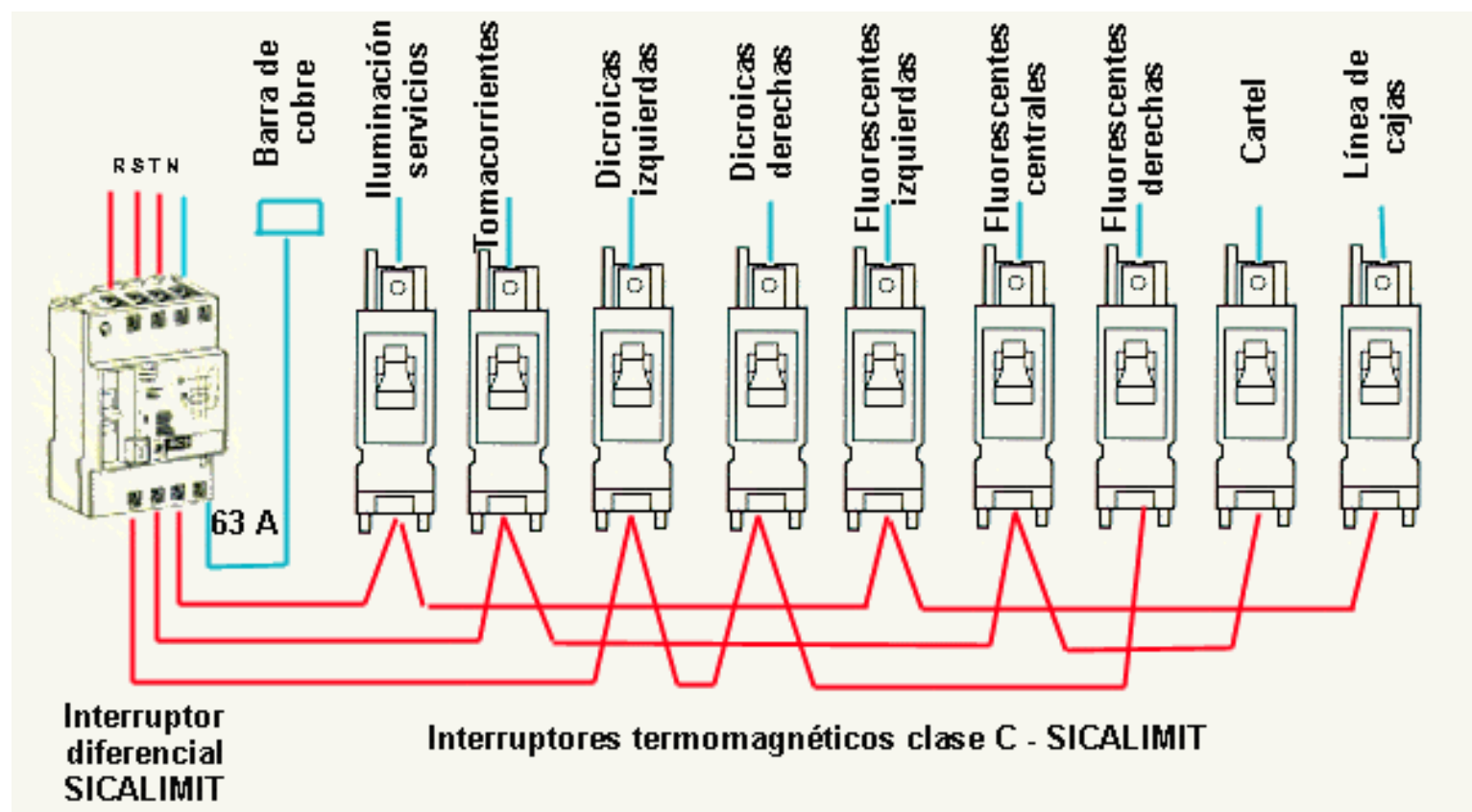
## 2) Vivienda con grado de electrificación media



## 3) Vivienda con grado de electrificación elevada



#### 4) Locales comerciales



[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

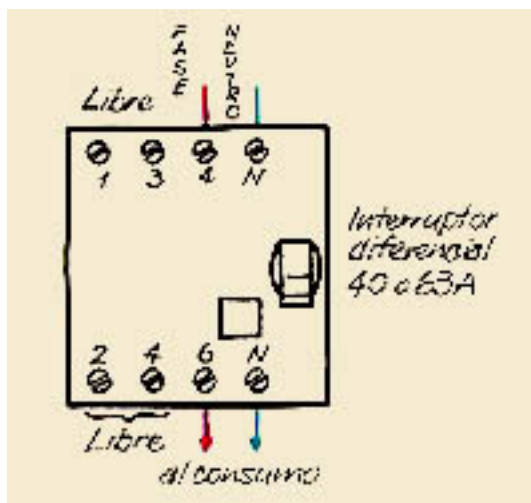
[8](#)

[9](#)

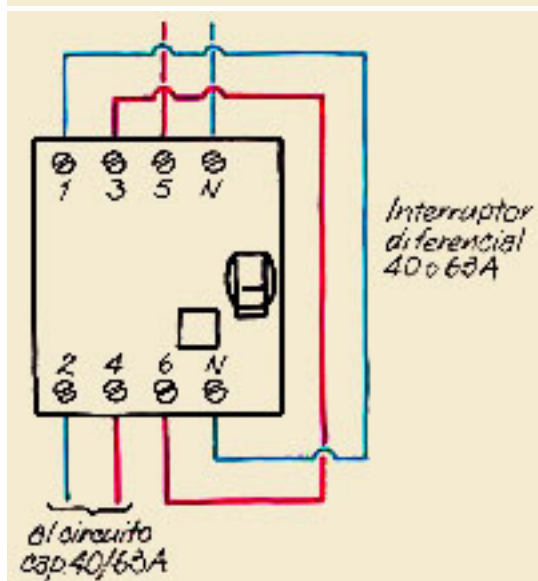
[10](#)

[11](#)

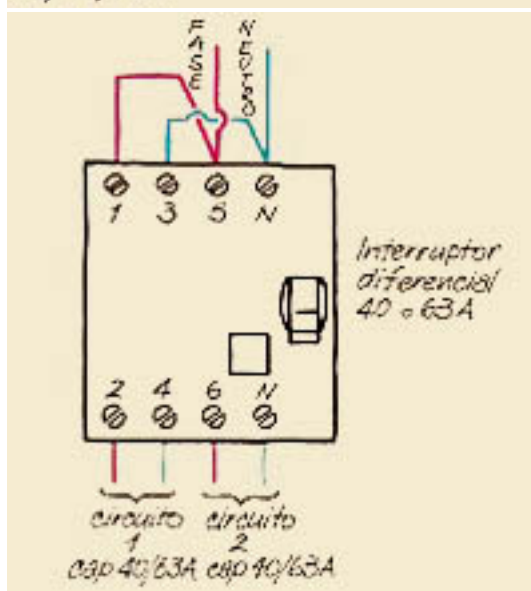
[12](#)



Conexión del diferencial tetrapolar como monofásico
















Conexión del diferencial tetrapolar como monofásico de dos circuitos



Conexión del diferencial tetrapolar 30 mA 40 A ó 63 A con sensibilidad aumentada a 15 mA.

## Reglas y Criterios para la construcción de una Instalación *Cap.3*

-  **1** Planeamiento de una instalación eléctrica - Conceptos generales
-  **2** Instalaciones de cables
-  **3** Conductores aislados colocados en cañerías
-  **4** Curvado de caños
-  **5** Conductores subterráneos - directamente enterrados
-  **6** Conductores subterráneos - en conductos
-  **7** Conductores en líneas aéreas exteriores
-  **8** Bandejas Portacables
-  **9** Recomendaciones para el tendido y montaje
-  **10** Prescripciones para locales especiales
-  **11** Instalaciones de Iluminación en interiores
-  **12** Proyecto de iluminación en inmuebles - normas prácticas
-  **13** Instalaciones temporarias en obras

Cualquier proyecto de diseño de una instalación eléctrica, ya sea de tipo residencial, comercial o industrial, debe partir de la base de una cuidadosa planificación que incluya principalmente:

- Verificar la conformidad de la instalación con los códigos, normas y estándares aplicables.
- Estudiar las necesidades eléctricas de la edificación.
- Determinar las características del suministro de energía para el sistema completo.
- Llevar a escala los detalles de toda la instalación verificando las limitaciones del presupuesto asignado a la obra.

El diseño propiamente dicho de una instalación eléctrica busca determinar la disposición de los conductores y equipos que transfieren la energía eléctrica desde la fuente de potencia hasta las cargas de la manera más segura y eficiente posible, que se pueden resumir en los siguientes pasos básicos:

- 1.- Seleccionar los conceptos y configuraciones básicas de cableado que suministrarán potencia eléctrica a cada punto de utilización.
- 2.- Implementar los conceptos de circuitería eléctrica con conductores y dispositivos reales, seleccionando tipos, tamaños, modelos, capacidades y otras características de los elementos requeridos.
- 3.- Responder por la instalación del sistema eléctrico completo, como se determinó en los primeros dos pasos, dentro de las dimensiones físicas y la composición estructural de la edificación, mostrando tan claramente como sea posible las localizaciones y detalles del montaje de los equipos, los trayectos de las canalizaciones, las conexiones a las líneas principales de suministro de potencia y otros elementos que requieran especial atención.

Resumiendo, el diseñador de una instalación eléctrica, además de los conocimientos propios de su profesión debe comprender claramente la relación que existe entre los aspectos puramente técnicos del proyecto y otros factores como la seguridad, la capacidad, la flexibilidad, la accesibilidad, la confiabilidad, la eficiencia y la economía del mismo, como se describe a continuación:

<b>Seguridad</b>	Una instalación segura es aquella que no presenta riesgos.
<b>Eficiencia</b>	Una instalación eficiente es aquella que evita consumos innecesarios.
<b>Economía</b>	El diseñador debe pensar la instalación eléctrica que se ejecute con la menor inversión posible, por ejemplo en horas hombre de dedicadas al proyecto.
<b>Capacidad</b>	La instalación debe tener capacidad suficiente para atender las cargas para las que está diseñada y una reserva para eventuales ampliaciones.
<b>Flexibilidad</b>	Se entiende por instalación flexible aquella que puede adaptarse a pequeños cambios.
<b>Accesibilidad</b>	Cualquier instalación eléctrica deberá ser fácilmente accesible, tanto para mantenimiento, reparaciones, ampliaciones o alteraciones del mismo.
<b>Confiabilidad</b>	Como parte de la confiabilidad la instalación debe garantizar la continuidad del servicio y el cumplimiento de requisitos mínimos como mantener el voltaje dentro de ciertos límites.

**Legalidad**

La instalación eléctrica debe respetar los requerimientos de las normas y códigos aplicables.

**Medio ambiente**

Se deben considerar las condiciones de humedad, salinidad y contaminación del medio ambiente donde se construye la instalación dada la influencia que tienen en la vida útil de la misma. No obstante, deben efectuarse revisiones periódicas.

El resultado del diseño de una instalación son los planos eléctricos, que contienen los diagramas de cableado (unifilares o multifilares), los diagramas de canalizaciones, dibujos isométricos, dibujos de detalles, descripciones técnicas y toda documentación necesaria para transmitir una visión de conjunto del proyecto.

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[1](#)

Cualquier proyecto de diseño de una instalación eléctrica, ya sea de tipo residencial, comercial o industrial, debe partir de la base de una cuidadosa planificación que incluya principalmente:

- Verificar la conformidad de la instalación con los códigos, normas y estándares aplicables.
- Estudiar las necesidades eléctricas de la edificación.
- Determinar las características del suministro de energía para el sistema completo.
- Llevar a escala los detalles de toda la instalación verificando las limitaciones del presupuesto asignado a la obra.

El diseño propiamente dicho de una instalación eléctrica busca determinar la disposición de los conductores y equipos que transfieren la energía eléctrica desde la fuente de potencia hasta las cargas de la manera más segura y eficiente posible, que se pueden resumir en los siguientes pasos básicos:

- 1.- Seleccionar los conceptos y configuraciones básicas de cableado que suministrarán potencia eléctrica a cada punto de utilización.
- 2.- Implementar los conceptos de circuitería eléctrica con conductores y dispositivos reales, seleccionando tipos, tamaños, modelos, capacidades y otras características de los elementos requeridos.
- 3.- Responder por la instalación del sistema eléctrico completo, como se determinó en los primeros dos pasos, dentro de las dimensiones físicas y la composición estructural de la edificación, mostrando tan claramente como sea posible las localizaciones y detalles del montaje de los equipos, los trayectos de las canalizaciones, las conexiones a las líneas principales de suministro de potencia y otros elementos que requieran especial atención.

Resumiendo, el diseñador de una instalación eléctrica, además de los conocimientos propios de su profesión debe comprender claramente la relación que existe entre los aspectos puramente técnicos del proyecto y otros factores como la seguridad, la capacidad, la flexibilidad, la accesibilidad, la confiabilidad, la eficiencia y la economía del mismo, como se describe a continuación:

<b>Seguridad</b>	Una instalación segura es aquella que no presenta riesgos.
<b>Eficiencia</b>	Una instalación eficiente es aquella que evita consumos innecesarios.
<b>Economía</b>	El diseñador debe pensar la instalación eléctrica que se ejecute con la menor inversión posible, por ejemplo en horas hombre de dedicadas al proyecto.
<b>Capacidad</b>	La instalación debe tener capacidad suficiente para atender las cargas para las que está diseñada y una reserva para eventuales ampliaciones.
<b>Flexibilidad</b>	Se entiende por instalación flexible aquella que puede adaptarse a pequeños cambios.
<b>Accesibilidad</b>	Cualquier instalación eléctrica deberá ser fácilmente accesible, tanto para mantenimiento, reparaciones, ampliaciones o alteraciones del mismo.

**Confiabilidad**

Como parte de la confiabilidad la instalación debe garantizar la continuidad del servicio y el cumplimiento de requisitos mínimos como mantener el voltaje dentro de ciertos límites.

**Legalidad**

La instalación eléctrica debe respetar los requerimientos de las normas y códigos aplicables.

**Medio ambiente**

Se deben considerar las condiciones de humedad, salinidad y contaminación del medio ambiente donde se construye la instalación dada la influencia que tienen en la vida útil de la misma. No obstante, deben efectuarse revisiones periódicas.

El resultado del diseño de una instalación son los planos eléctricos, que contienen los diagramas de cableado (unifilares o multifilares), los diagramas de canalizaciones, dibujos isométricos, dibujos de detalles, descripciones técnicas y toda documentación necesaria para transmitir una visión de conjunto del proyecto.



La determinación del tipo de instalación es de vital importancia dado que tiene gran influencia en la capacidad de conducción de corriente.

Los tipos de canalizaciones previstos en la reglamentación de la A.E.A. son:

- Conductores aislados colocados en cañerías: embutidas o a la vista.
- Conductores enterrados: directamente o en conductos.
- Conductores preensamblados en líneas aéreas exteriores.
- Bandejas portacables.
- Blindobarras.

No se permiten las instalaciones aéreas en interiores ni los conductores directamente enterrados en canaletas de madera o bajo listones del mismo material.

Las cañerías se calculan en base a la sección de los conductores que albergan y a la cantidad de los mismos, no debiendo ocupar más del 35% de la sección libre. Con ambos datos, en la tabla dada por el Reglamento se determina el diámetro de la cañería.

#### Dimensiones del conductor unipolar

Cantidad de Conductores	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	Secc. Cu mm <sup>2</sup>	Diam. ext. mm	Secc. total con aislación mm <sup>2</sup>
	2,7	3	3,5	4,2	5,2	6,5	7,9	9,6	11,1	13,5			
	5,5	7,1	9,4	13,9	21,3	33,2	48,4	72	97	150			
3	13	13	13	15	15	21	28	28	34	46		Diámetro interior del caño	
4	13	13	13	15	18	28	28	34	46	-			
5	13	13	15	18	21	28	34	46	46	-			
6	13	13	15	18	21	28	34	46	46	-			
7	13	15	18	21	28	34	46	46	-	-			
8	15	15	18	21	35	34	46	46	-	-			

A los efectos de calcular la cantidad de conductores que albergará una cañería es conveniente recordar las siguientes pautas:

- Del tablero seccional parten un conductor vivo y uno neutro por circuito.
- Las llaves se conectan exclusivamente al vivo (no se recomienda hacerlo al neutro).
- Las cajas de techo y de pared reciben un conductor vivo (previo paso del mismo por la llave) y un conductor neutro.



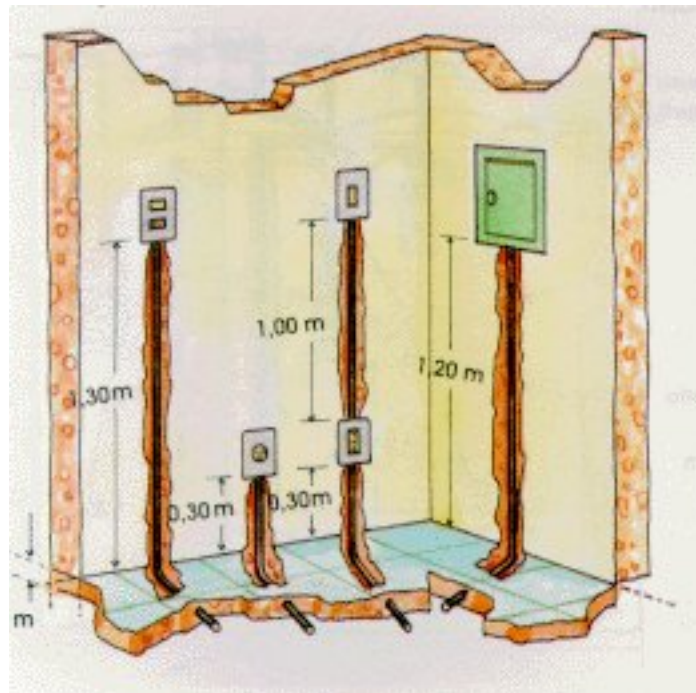
- Los tomas se conectan directamente a un conductor vivo y a uno neutro.
- Las líneas trifásicas deberán poseer canalizaciones independientes.
- Cada una de las líneas seccionales deberán poseer canalizaciones independientes.
- Se admiten en una cañería hasta tres líneas de circuito de tomacorriente y/o iluminación, siempre y cuando sean de una misma fase y no superen en conjunto 20 Ampere de carga o 15 puntos de iluminación.
- El diámetro mínimo admitido para los caños será de 13 mm. en líneas de circuitos y de 15 mm. en líneas seccionales y principales.
- La unión de los caños entre sí y de los caños a cajas deberá efectuarse mediante conectores adecuados.
- Los caños podrán ser de material termoplástico según norma IRAM 2206 ó de acero de acuerdo a normas IRAM 2100, 2005 y 2224.
- En su instalación los caños no deben curvarse en ángulos mayores a 90°, siendo el radio de curvatura mínimo de tres veces su diámetro exterior, no admitiéndose más de tres curvaturas entre cajas.
- En tramos rectos se colocará como mínimo una caja de paso cada 12 metros.

- Antes de instalar los conductores deberá haberse concluído el montaje de caños y cajas y completado los trabajos de mampostería.
- Los cables no podrán unirse dentro de la cañería, por lo que entre cajas deben instalarse tramos enteros de cables.
- En las cajas de paso y derivación de las columnas montantes deberá identificarse mediante letras y/o números cada una de las líneas seccionales. Además se evitará totalmente el entrecruzamiento de conductores de distintas líneas seccionales.

Los conductores se identificarán con los siguientes colores:

- Instalación monofásica: Neutro: celeste; Conductor de protección: verde/amarillo (bicolor).
- Instalación trifásica: Fase R: castaño; Fase S: negro; y Fase T: azul claro (celeste).
- Instalación monofásica: Fase: cualquier color excepto verde, amarillo y celeste.

Las alturas aconsejadas para la instalación de cajas de salida de llaves, toma corrientes y tableros son:



Las curvas a realizarse en caños metálicos no deberán efectuarse con ángulos menores a 90°. Además deberán tener como mínimo los radios de curvatura de la siguiente tabla.

<u>Designación comercial</u>	<u>Caño liviano</u> <u>Designación IRAM</u>	<u>Caño semipesado</u> <u>Designación IRAM</u>	<u>Radio de curvatura</u>
5/8"	RL 16/14	RS 16/13	47,5
3/4"	RL 19/17	RS 19/15	56
7/8"	RL 22/20	RS 22/18	67
1"	RL 25/23	RS 25/21	75
1 1/4"	RL 32/29	RS 32/28	95
1 1/2"	RL 38/35	RS 38/34	112
2"	RL 51/48	RS 51/46	150

La designación IRAM indica diámetro exterior / diámetro interior en mm.

Los cables subterráneos normalmente utilizados responden a la norma IRAM 2178 y se pueden instalar directamente enterrados o en conductos (cañerías metálicas cincadas, caños de fibrocemento o de PVC rígido pesado).

Las instalaciones enterradas presentan algunas ventajas como el hecho de estar menos expuestas a daños durante la instalación y tienen de 10 a 20% más de capacidad de conducción de corriente que los cables en cañerías por su facilidad de disipación térmica. Como contrapartida requieren un mayor tiempo de instalación y de reparación de fallas.

### Trayectoria

- Debe ser lo más rectilínea posible para ahorrar conductor.
- Debe tener en cuenta la edificación, las condiciones topográficas del lugar y las construcciones subterráneas (como gasoductos, conductos de agua, etc.)
- De seguirse una trayectoria curva se respetará el radio mínimo de curvatura del conductor.

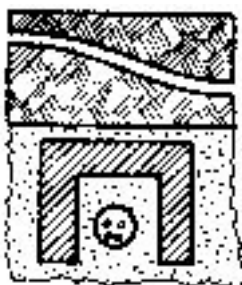
### Tipos de terrenos (según el material)

- Se evitará el cruce de terrenos inestables (pantanosos, corrosivos, etc.)
- **Tipo A:** material suelto y seco, como cal, arena, etc.
- **Tipo B:** conglomerado, que para extraerlo requiere el empleo de herramientas ligeras, como arcilla, etc.
- **Tipo C:** conglomerado cementado, que para extraerlo requiere el empleo de herramientas pesadas, de barrenación o explosivos, como rocas, muros de mampostería, etc.

### Excavación

- La excavación de zanjas en zonas urbanas o industriales se limita a una profundidad de 40 cm. para evitar dañar cualquier otro tipo de instalación subterránea, posteriormente se puede seguir la excavación con pala hasta alcanzar la profundidad recomendada (mín. 70 cm.), con un ancho acorde al número de cables a instalar.
- Si la ruta de instalación pasa a través de calles deben colocarse ductos de PVC u otros elementos para ese propósito. Si los cruces tienen tráfico pesado se debe colocar una losa de concreto.
- Se recomienda instalar por lo menos un ducto extra para dejarlo como reserva.
- Una vez alcanzada la profundidad de proyecto se limpiará el fondo de modo que quede libre de piedras, nivelado y compactado y, preferentemente con una capa de arena para mejorar la disipación térmica.

Como protección contra el deterioro mecánico se utilizarán ladrillos o cubiertas dispuestas como las siguientes ilustraciones:



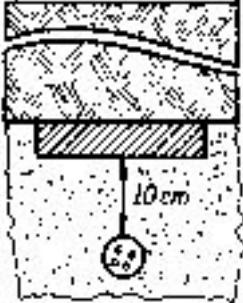
Recubrimiento de ladrillos y el espacio hueco recubierto con arena.

Factor de reducción de la corriente admisible: 0,84.



Recubrimiento con media caña de cemento y el espacio hueco relleno con arena.

Factor de reducción de la corriente admisible: 0,84.



Para cables armados se admite arena apisonada y recubrimiento de ladrillos.

Factor de reducción de la corriente admisible: 1.

Es la alternativa ideal cuando el sistema de cables tenga que atravesar zonas construidas, caminos u otros sitios donde no es posible abrir zanjas.

### Trayectoria

- Debe ser lo más rectilínea posible para ahorrar conductor.
- Si debe seguir una trayectoria paralela a otras canalizaciones o estructuras subterráneas no deben localizarse directamente arriba o abajo de ellas.
- Si existen cambios de dirección en la trayectoria deben realizarse por medio de pozos de inspección.
- *Relleno*: Es el porcentaje ocupado del ducto, y su objetivo es permitir un adecuado nivel de disipación del calor .

### Parámetros para la selección del ducto

- *Acuñamiento*: El acuñamiento de los cables se produce cuando se instalan tres cables en un conducto con curva.
- *Claro mínimo*: Es a efectos de evitar la presión de la parte superior del cable contra la parte superior del ducto.
- El número de ductos en cada banco depende del proyecto, siendo recomendable dejar ductos adicionales como reserva.

### Configuración

- La colocación de los ductos en la trinchera se hace por medio de separadores, dejando un espacio de un diámetro entre ductos. Normalmente los espacios entre ductos se rellenan con concreto.
- Deben ser resistentes a los esfuerzos mecánicos, a la humedad y al ataque de agentes químicos del medio.

### Materiales de los ductos

- Deben impedir que la falla de un cable en un ducto se propague a los otros ductos.
- Deben tener una pendiente mínima del 1% para permitir que el agua drene.
- La unión de los ductos se realizará por medio de acoples que no dejen escalones.
- Los ductos que atraviesen los muros de un edificio deben estar provistos de sellos que impidan la entrada de gases o líquidos al edificio.

- Deben evitarse las curvas, cuando ello no sea posible tendrán un radio de curvatura mínimo de 12 veces el diámetro del ducto.
- Deben preverse pozos de visita en los cambios de dirección y en las longitudes rectas superiores a 100 metros.

### Pozos de visita

- Cuando albergue empalmes debe tener lugar suficiente para las maniobras.
- Las tapas deben estar construidas de materiales que resistan las cargas que se le impongan con un amplio margen de seguridad.
- Deberán tener facilidad para drenar el agua mediante drenajes en su interior.

- Las canaletas son conductos con tapas removibles (macizas o ventiladas) a nivel del suelo. Los cables van directamente enterrados o en ductos.

### Canaletas y Galerías

- Las galerías se diferencian de las anteriores en que pueden ser recorridos en toda su extensión.

<b>Distancias mínimas exigidas:</b>	De azoteas transitables: <ul style="list-style-type: none"><li>● Hacia arriba: 2,75 m.</li><li>● Hacia abajo: 1,25 m.</li></ul>
<b>Distancias mínimas</b>	De ventanas o similares: <ul style="list-style-type: none"><li>● Hacia arriba desde el alfeizar: 2,50 m.</li><li>● Hacia abajo desde el alfeizar: 1,25 m.</li><li>● Lateralmente desde el marco: 1,25 m.</li></ul>
<b>Distancias mínimas</b>	Del suelo: <ul style="list-style-type: none"><li>● En líneas de acometidas de viviendas: 3,50 m.</li><li>● Idem, si atraviesan líneas de circulación de vehículos: 4,00 m.</li></ul>
<b>Distancias mínimas</b>	De accesos fijos como los previstos para la limpieza de chimeneas desde el exterior: <ul style="list-style-type: none"><li>● Hacia arriba: 2,50 m.</li><li>● Hacia abajo: 1,25 m.</li></ul>
<b>Distancias mínimas</b>	De instalación de telecomunicaciones: <ul style="list-style-type: none"><li>● Hacia arriba: 1,00 m.</li><li>● Hacia abajo: 1,00 m.</li><li>● Lateralmente: 1,00 m.</li></ul>
<b>Distancias mínimas</b>	De árboles y antenas: 1,00 m.
<b>No se permite</b>	El tendido de líneas aéreas por encima de chimeneas, pistas de juego, campos de deportes y piletas de natación.
<b>Tensión mecánica</b>	Las líneas serán tendidas de manera tal que en la condición más desfavorable la tensión mecánica resultante de los conductores no sea mayor de 60 N/mm <sup>2</sup> .
<b>Vanos máximos:</b>	Según la sección de los conductores serán: <ul style="list-style-type: none"><li>● Hasta 5 m. 4 mm<sup>2</sup></li><li>● Hasta 10 m. 6 mm<sup>2</sup></li></ul>
<b>Pases de paredes y entradas de conductores a un edificio</b>	Se deben realizar con pipetas de porcelana.



Las bandejas son estructuras rígidas y continuas especialmente construidas para soportar cables eléctricos, construidas en metal (acero galvanizado o aluminio) o materiales no combustibles (resina epoxi o PVC).

**Selección de bandejas**

- El ancho y la separación de los travesaños dependerá del número de cables y del peso de los mismos.
- Deben estar diseñadas para soportar todas las cargas estáticas (peso propio) o dinámicas (como del personal que ejecute la instalación) que puedan actuar sobre ellas.
- Las bandejas deben montarse de modo de quedar accesibles en todo su recorrido, con una altura mínima de 2,5 m. en interior, 3,5 m. en exterior y 4 m. donde exista paso vehicular, manteniendo una distancia mínima de 0,20 m. entre el borde superior y el techo del recinto.

**Montaje de bandejas**

- 1) Colgante, anclado de la losa o estructura.
  - 2) Empotrada sobre los muros, con una separación mínima de 30 cm. entre sí, cuando se instalan varias.
  - 3) En canalizaciones a la intemperie o en lugares húmedos deberán tener una pendiente mínima del 1% en la dirección de drenaje.
- Las uniones y derivaciones de los conductores dentro de las bandejas se deberá realizar utilizando métodos que aseguren la continuidad de las condiciones de aislación eléctrica del conductor de mayor tensión presente.

Todo el sistema de bandejas debe tener continuidad eléctrica y estar sólidamente conectado a tierra. No pueden considerarse como trayectoria de retorno para corrientes de falla.

Los elementos principales a tener en cuenta en la instalación de los cables son:

### Alimentación y estructura general de la instalación

El factor fundamental es la determinación de la potencia de alimentación para el diseño económico y seguro de una instalación en los límites de temperatura y caída de tensión. Para la determinación de la potencia puede tenerse en cuenta la no simultaneidad de las cargas.

### Influencias externas que sufrirá la instalación

#### **Debidas al medio Ambiente:**

- Temperatura ambiente
- Humedad del aire
- Altitud
- Presencia de agua
- Presencia de cuerpos sólidos
- Presencia de sustancias corrosivas
- Solicitaciones mecánicas (choques, vibraciones, etc.)
- Presencia de flora, fauna o moho.
- Influencias electromagnéticas, electrostáticas o ionizantes.
- Radiaciones solares.
- Efectos sísmicos.
- Riesgo de descargas atmosféricas.
- Efecto del viento.

#### **De acuerdo a su utilización:**

- Riesgo de contacto eléctrico con el potencial de tierra.
- Condiciones de evacuación en caso de emergencia.
- Naturaleza de los materiales elaborados o almacenados.

#### **Construcción de edificios:**

- Combustibilidad de los materiales de construcción.
- Riesgos por la estructura de los edificios.

### Compatibilidad con otros materiales o instalaciones

En caso de que los materiales instalados sean susceptibles de tener efectos nocivos sobre otros materiales o entorpecer el funcionamiento de otros servicios, se debe analizar como mínimo:

- Sobretensiones transitorias.
- Variaciones rápidas de potencia.
- Sobreintensidades de arranque.
- Presencia de armónicos.
- Componentes continuas.
- Oscilaciones de alta frecuencia.
- Intensidades de fuga.

- Necesidad de conexiones complementarias a tierra.

**Mantenimiento, seguridad y fiabilidad de las instalaciones**

Debe evaluarse la frecuencia y calidad de las instalaciones a lo largo de toda su vida útil, teniendo en cuenta los siguientes conceptos:

- Verificaciones periódicas, ensayos, mantenimientos o reformas que deban realizarse.
- Vigencia de las medidas de protección.
- Calidad y fiabilidad de los materiales.

**Alimentación de los servicios de seguridad**

Para la alimentación de estos servicios se deberá respetar las disposiciones reglamentarias específicas.

Los cables deben ser instalados con un radio de curvatura mínimo de 10 veces su diámetro exterior (6 veces en el caso de Sintenax Viper clase 5) y con un esfuerzo máximo a la tracción en los conductores de 6 kg/mm<sup>2</sup>. Dichos esfuerzos no deben aplicarse a los revestimientos de protección sino exclusivamente a los conductores.

Cuando el esfuerzo previsto exceda de los valores admisibles mencionados, se deberá recurrir al empleo de cables armados con alambres de acero; en este caso se aplicará el esfuerzo a la armadura, sin superar el 30% de la carga de rotura teórica de la misma.

Durante las operaciones de tendido, la temperatura del cable no debe ser inferior a 0°C. Esta temperatura se refiere a la del propio cable, no a la temperatura ambiente. Si el cable ha estado almacenado a bajas temperaturas durante cierto tiempo, antes del tendido deberá llevarse a una temperatura superior a los 0°C manteniéndose en un recinto caldeado durante varias horas inmediatamente antes del tendido

### Locales húmedos

- Son aquellos donde las instalaciones están sometidas, en forma permanente, a los efectos de la condensación de humedad con formación de gotas.
- Las cañerías y cajas serán preferentemente de material aislante y separadas como mínimo 0,02 m. de la pared.
- Los interruptores, toma corrientes, motores y artefactos en general deberán tener como protección mínima IPX1 (Norma IRAM 2444)
- Los gabinetes de los tableros, las cajas de derivación, de tomacorrientes y de alumbrado se sellarán en los puntos de entrada de los conductores. Estarán separadas, como mínimo, 0,008 m. de la pared.

### Locales mojados

- Son aquellos donde las instalaciones eléctricas están expuestas en forma permanente o intermitente a la acción del agua proveniente de salpicaduras y proyecciones. Las instalaciones subterráneas, si son accesibles, deberán considerarse como emplazamientos mojados.
- Para estos locales rigen los mismos requisitos que para los anteriores más los indicados a continuación.
- Las cañerías serán estancas utilizando para los empalmes y conexiones dispositivos de protección contra la penetración de agua.
- Los aparatos de protección y maniobra y tomacorrientes estarán ubicados preferentemente fuera de estos locales, si ello no fuera posible tendrán como mínimo protección IPX5. Los artefactos de alumbrado, motores y aparatos eléctricos también tendrán protección mínima IPX5.
- Si en los locales existieran vapores corrosivos todos los elementos de la instalación se protegerán con elementos resistentes a la acción de dichos vapores.

### Instalaciones en cuartos de baño

Para los cuartos de baño el Reglamento de la A.E.A. establece las siguientes zonas de seguridad en función del nivel de riesgo que ocasiona el uso de la electricidad, ellos son:



- Zona de peligro: es la delimitada por el perímetro de la bañera hasta una altura de 2,25 metros. Allí no se podrá instalar aparatos, cañerías ni instalaciones a la vista.

## **Locales en ambientes peligrosos**

- **Zona de protección:** delimitada por el perímetro que excede en 0,60 m. a la bañera hasta el cieloraso. Allí solo se pueden instalar artefactos de instalaciones fijas protegidas contra proyecciones de agua.
- **Zona sin restricciones:** la restante del cuarto de baño
- Son aquellos locales en los que se manipulan, procesan o almacenan materiales sólidos, líquidos o gaseosos susceptibles de inflamación o explosión.
- En la norma IRAM IAP A 20-1 se clasifican estos locales según su peligrosidad, en la 20-3 se cubren los requisitos para motores y generadores a ser utilizados en estos locales, en la 20-4 se tratan las condiciones de construcción de envolturas antideflagrantes y en la 20-5 las lámparas y artefactos de iluminación.
- Se procurará que los equipos estén situados en los lugares de riesgo mínimo o nulo.
- De ser necesario se puede reducir los riesgos por medio de ventilación con presión positiva.
- La temperatura superficial de los equipos y materiales eléctricos no debe sobrepasar la de inflamación de los elementos presentes. La instalación debe tener protección contra sobrecargas que aseguren no sobrepasar las temperaturas anteriores.
- Las canalizaciones deberán ser selladas herméticamente en los puntos de entrada a cajas y gabinetes donde se instalen dispositivos de protección y maniobra

Los factores que caracterizan a una buena iluminación interior son la cantidad y la calidad de la luz, para ello se deben cuidar los siguientes parámetros:

- Nivel de iluminación.
- Contraste.
- Sombras.
- Deslumbramiento.
- Características del color del ambiente.
- Los colores de los muebles y las paredes.
- El tipo de ambiente.
- Las actividades que allí se realizan.

El Nivel de iluminación es el factor fundamental dado que la capacidad visual depende del nivel de iluminación de la habitación. Cada actividad requiere una "iluminación media" sin la cual no se puede realizar los trabajos de forma correcta, segura y eficiente.

Se utiliza el termino iluminación media (durante la vida útil de la instalación) para contemplar el hecho de que existe una pérdida de emisión de las fuentes luminosas a lo largo del tiempo por cambio de las propiedades del material y por ensuciamiento. Por ello, para mantener los valores de servicio se debe proceder: al recambio de las fuentes luminosas antes de la finalización de su vida útil y a la limpieza periódica.

La medición del nivel de iluminación se realiza con un instrumento llamado "luxómetro", que transforma la señal luminosa recibida en una corriente eléctrica medible.

El Instituto IRAM, la Asociación Argentina de Luminotecnia y la Ley de Seguridad e Higiene del Trabajo definen los niveles mínimos de iluminación según el tipo de locales y de actividades.

Para evaluar la calidad de la iluminación se debe tener en cuenta que el círculo cromático está dividido en colores "cálidos"(amarillo, naranja, rojo, verde amarillento) y fríos ( verdes, azulados, azul, violeta). En base a ello surgen una serie de reglas prácticas, como ser:

- La luz fluorescente da una tonalidad azul que armoniza con los colores fríos y no con los cálidos. Por el contrario, la luz incandescente aviva los colores cálidos y sus combinaciones, mientras tiende a desvirtuar los tonos fríos, tornándolos grisáceos o verdosos.
- La iluminación debe concordar con la tonalidad dominante del ambiente.
- El color incide en el rendimiento lumínico, Por ejemplo, un cielorraso blanco refleja un 80%, uno oscuro del 20 al 30% y uno negro un 5%.
- Se debe evitar el deslumbramiento, para ello no colocar los artefactos en la línea visual o aquéllos que generen reflejos en superficies brillantes.
- Se debe armonizar la luz artificial con la natural, analizando la ubicación de ventanas, ventiluces, claraboyas, etc.

Los tipos más comunes de iluminación son:

**Directa**

El flujo luminoso se dirige directamente al plano de trabajo. El alumbrado es independiente del cielorraso y las paredes del local, pero tiene el inconveniente de que produce encandilamiento y origina brillos y sombras fuertes.

**Semidirecta**

La mayor parte del flujo luminoso es dirigida al plano de trabajo y el resto al techo que lo devuelve al ambiente. Los brillos y sombras son mayores que en el caso anterior.

**Difusa**

El flujo luminoso se reparte uniformemente en todas direcciones. Se reduce el brillo, pero las sombras son importantes.

**Semi-indirecta**

La mayor parte del flujo luminoso se dirige al techo y paredes que lo devuelven al plano de trabajo. Se consiguen sombras suaves y poco brillo pero es necesario que el cielorraso sea claro y no muy elevado.

**Indirecta**

Todo el flujo luminoso se dirige al techo y paredes que lo devuelven al plano de trabajo. Se obtiene un bajo rendimiento lumínico, requiriendo cielorrasos blancos, pero se consigue gran uniformidad, sin sombras ni brillos.

**Normas prácticas para un proyecto de iluminación:**

Para ensanchar un local demasiado estrecho conviene iluminar profusamente una de las paredes más largas.

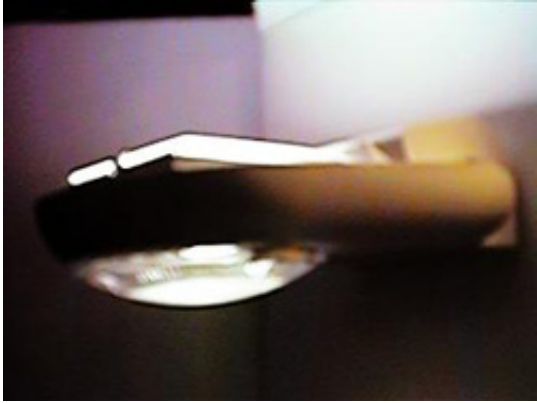
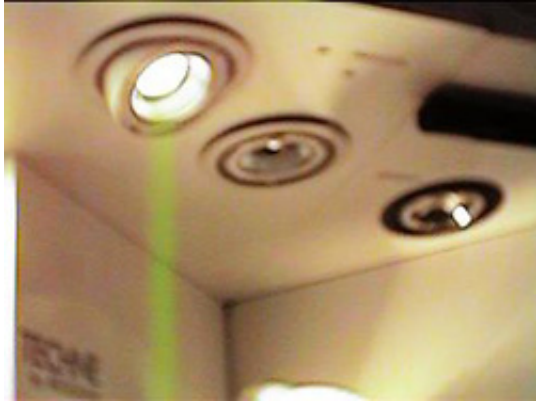
En el caso de techos altos, además de pintar los cielorrasos con colores oscuros conviene resaltar las paredes con focos, de modo que la parte superior del ambiente quede en penumbras. De esa forma se tiene la sensación de bajar la altura del local, destacándose además el diseño del revestimiento de las paredes.

Si los techos son demasiado bajos, el efecto inverso se obtiene dirigiendo los focos hacia arriba.

Otra forma de lograr dar la sensación de amplitud en los ambientes es colocando algunas luces a ras del suelo.

Cuando el espacio es muy amplio la iluminación conviene compartimentarla en sectores de acuerdo a su uso, dando la sensación de que el ambiente está dividido.

La Fima SICA comercializa en forma exclusiva en la Argentina los productos de la línea **REGGIANI** que cubren todas las aplicaciones habituales. Algunos de los artefactos son:





Las condiciones de trabajo en edificios en construcción en general son de elevado riesgo, por lo que se requiere prestar especial cuidado a las condiciones de seguridad.

La ejecución de las mismas se ajustará al Reglamento General y a lo dispuesto por los códigos de edificación del municipio correspondiente, pero básicamente las mismas establecen:

- Los puntos de alimentación de las empresas distribuidoras de electricidad se ubicarán en el interior del predio.
- El comando de la instalación se efectuará desde un tablero principal en el que se instalarán el interruptor, los portafusibles principales y el protector diferencial. Si existieran varios circuitos se colocarán interruptores y protecciones individuales para cada uno de ellos.
- Los tableros serán aptos para uso en intemperie, con protección al ingreso de polvo (IP5X). No está permitida la colocación de cerraduras.
- La línea de alimentación podrá colocarse en los muros mediante el empleo de aisladores.
- Se deberá realizar la conexión a tierra de todas las masas de la instalación.
- Los interruptores y tomacorrientes deberán protegerse contra daños mecánicos y como mínimo contra goteo de agua (IP43).
- Los motores tendrán cubiertas de material aislante.
- Los aparatos de alumbrado fijo deberán protegerse contra goteo de agua y los portátiles contra salpicadura de agua (IP44).
- Las lámparas tendrán protección mecánica a través de portalámparas de material no higroscópico.

En el inicio de la obra, se solicita al concesionario de energía la colocación de una caja de toma y un medidor provisorio. Una vez terminada la misma se retiran ambos elementos y se instala la alimentación del medidor o grupo de medidores necesarios.

La determinación del tipo de instalación es de vital importancia dado que tiene gran influencia en la capacidad de conducción de corriente.

Los tipos de canalizaciones previstos en la reglamentación de la A.E.A. son:

- Conductores aislados colocados en cañerías: embutidas o a la vista.
- Conductores enterrados: directamente o en conductos.
- Conductores preensamblados en líneas aéreas exteriores.
- Bandejas portacables.
- Blindobarras.

No se permiten las instalaciones aéreas en interiores ni los conductores directamente enterrados en canaletas de madera o bajo listones del mismo material.

Las cañerías se calculan en base a la sección de los conductores que albergan y a la cantidad de los mismos, no debiendo ocupar más del 35% de la sección libre. Con ambos datos, en la tabla dada por el Reglamento se determina el diámetro de la cañería.

### Dimensiones del conductor unipolar

Cantidad de Conductores	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	Secc. Cu mm <sup>2</sup> Diam. ext. mm Secc. total con aislación mm <sup>2</sup>
	2,7	3	3,5	4,2	5,2	6,5	7,9	9,6	11,1	13,5	
	5,5	7,1	9,4	13,9	21,3	33,2	48,4	72	97	150	
3	13	13	13	15	15	21	28	28	34	46	Diámetro interior del caño
4	13	13	13	15	18	28	28	34	46	-	
5	13	13	15	18	21	28	34	46	46	-	
6	13	13	15	18	21	28	34	46	46	-	
7	13	15	18	21	28	34	46	46	-	-	
8	15	15	18	21	35	34	46	46	-	-	

A los efectos de calcular la cantidad de conductores que albergará una cañería es conveniente recordar las siguientes pautas:

- Del tablero seccional parten un conductor vivo y uno neutro por circuito.
- Las llaves se conectan exclusivamente al vivo (no se recomienda hacerlo al neutro).
- Las cajas de techo y de pared reciben un conductor vivo (previo paso del mismo por la llave) y un conductor neutro.



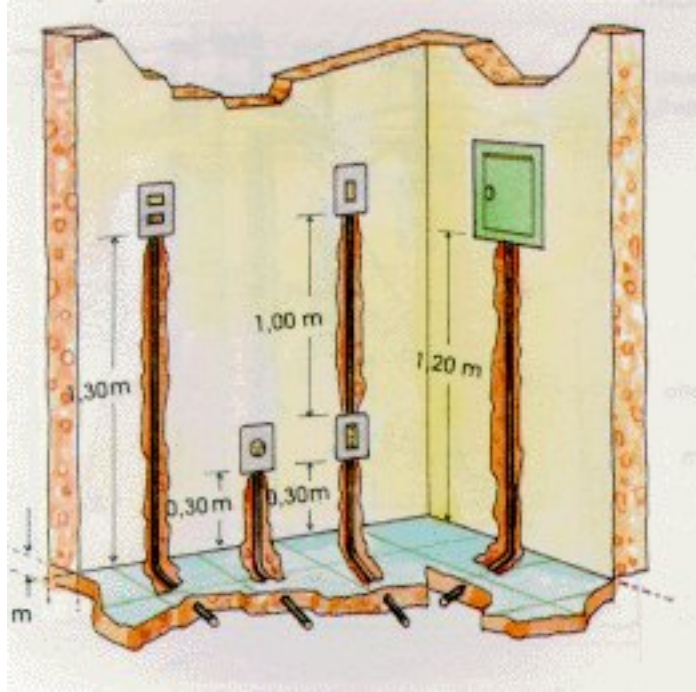
- Los tomas se conectan directamente a un conductor vivo y a uno neutro.
- Las líneas trifásicas deberán poseer canalizaciones independientes.
- Cada una de las líneas seccionales deberán poseer canalizaciones independientes.
- Se admiten en una cañería hasta tres líneas de circuito de tomacorriente y/o iluminación, siempre y cuando sean de una misma fase y no superen en conjunto 20 Ampere de carga o 15 puntos de iluminación.
- El diámetro mínimo admitido para los caños será de 13 mm. en líneas de circuitos y de 15 mm. en líneas seccionales y principales.
- La unión de los caños entre sí y de los caños a cajas deberá efectuarse mediante conectores adecuados.
- Los caños podrán ser de material termoplástico según norma IRAM 2206 ó de acero de acuerdo a normas IRAM 2100, 2005 y 2224.
- En su instalación los caños no deben curvarse en ángulos mayores a 90°, siendo el radio de curvatura mínimo de tres veces su diámetro exterior, no admitiéndose más de tres curvaturas entre cajas.
- En tramos rectos se colocará como mínimo una caja de paso cada 12 metros.
- Antes de instalar los conductores deberá haberse concluído el montaje de caños y cajas y completado los trabajos de mampostería.
- Los cables no podrán unirse dentro de la cañería, por lo que entre cajas deben instalarse tramos enteros de cables.

- En las cajas de paso y derivación de las columnas montantes deberá identificarse mediante letras y/o números cada una de las líneas seccionales. Además se evitará totalmente el entrecruzamiento de conductores de distintas líneas seccionales.

Los conductores se identificarán con los siguientes colores:

- Instalación monofásica: Neutro: celeste; Conductor de protección: verde/amarillo (bicolor).
- Instalación trifásica: Fase R: castaño; Fase S: negro; y Fase T: azul claro (celeste).
- Instalación monofásica: Fase: cualquier color excepto verde, amarillo y celeste.

Las alturas aconsejadas para la instalación de cajas de salida de llaves, toma corrientes y tableros son:



[menú](#) [índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[1](#)

Las curvas a realizarse en caños metálicos no deberán efectuarse con ángulos menores a 90°. Además deberán tener como mínimo los radios de curvatura de la siguiente tabla.

<u>Designación comercial</u>	<u>Caño liviano</u> <u>Designación IRAM</u>	<u>Caño semipesado</u> <u>Designación IRAM</u>	<u>Radio de curvatura</u>
5/8"	RL 16/14	RS 16/13	47,5
3/4"	RL 19/17	RS 19/15	56
7/8"	RL 22/20	RS 22/18	67
1"	RL 25/23	RS 25/21	75
1 1/4"	RL 32/29	RS 32/28	95
1 1/2"	RL 38/35	RS 38/34	112
2"	RL 51/48	RS 51/46	150

La designación IRAM indica diámetro exterior / diámetro interior en mm.

[menú](#)
[índice](#)
[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)
[9](#)
[10](#)
[11](#)
[1](#)

Los cables subterráneos normalmente utilizados responden a la norma IRAM 2178 y se pueden instalar directamente enterrados o en conductos (cañerías metálicas cincadas, caños de fibrocemento o de PVC rígido pesado).

Las instalaciones enterradas presentan algunas ventajas como el hecho de estar menos expuestas a daños durante la instalación y tienen de 10 a 20% más de capacidad de conducción de corriente que los cables en cañerías por su facilidad de disipación térmica. Como contrapartida requieren un mayor tiempo de instalación y de reparación de fallas.

### Trayectoria

- Debe ser lo más rectilínea posible para ahorrar conductor.
- Debe tener en cuenta la edificación, las condiciones topográficas del lugar y las construcciones subterráneas (como gasoductos, conductos de agua, etc.)
- De seguirse una trayectoria curva se respetará el radio mínimo de curvatura del conductor.

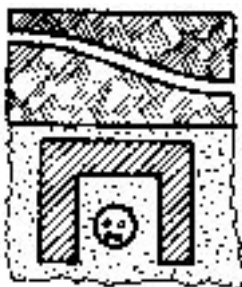
### Tipos de terrenos (según el material)

- Se evitará el cruce de terrenos inestables (pantanosos, corrosivos, etc.)
- **Tipo A:** material suelto y seco, como cal, arena, etc.
- **Tipo B:** conglomerado, que para extraerlo requiere el empleo de herramientas ligeras, como arcilla, etc.
- **Tipo C:** conglomerado cementado, que para extraerlo requiere el empleo de herramientas pesadas, de barrenación o explosivos, como rocas, muros de mampostería, etc.

### Excavación

- La excavación de zanjas en zonas urbanas o industriales se limita a una profundidad de 40 cm. para evitar dañar cualquier otro tipo de instalación subterránea, posteriormente se puede seguir la excavación con pala hasta alcanzar la profundidad recomendada (mín. 70 cm.), con un ancho acorde al número de cables a instalar.
- Si la ruta de instalación pasa a través de calles deben colocarse ductos de PVC u otros elementos para ese propósito. Si los cruces tienen tráfico pesado se debe colocar una losa de concreto.
- Se recomienda instalar por lo menos un ducto extra para dejarlo como reserva.
- Una vez alcanzada la profundidad de proyecto se limpiará el fondo de modo que quede libre de piedras, nivelado y compactado y, preferentemente con una capa de arena para mejorar la disipación térmica.

Como protección contra el deterioro mecánico se utilizarán ladrillos o cubiertas dispuestas como las siguientes ilustraciones:



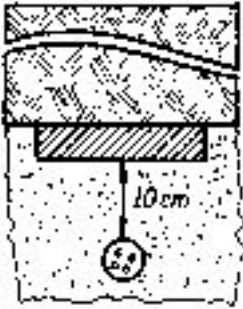
Recubrimiento de ladrillos y el espacio hueco recubierto con arena.

Factor de reducción de la corriente admisible: 0,84.

Recubrimiento con media caña de cemento y el espacio hueco relleno con arena.



Factor de reducción de la corriente admisible: 0,84.



Para cables armados se admite arena apisonada y recubrimiento de ladrillos.

Factor de reducción de la corriente admisible: 1.

[menú](#) [índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[1](#)

Es la alternativa ideal cuando el sistema de cables tenga que atravesar zonas construidas, caminos u otros sitios donde no es posible abrir zanjas.

### Trayectoria

- Debe ser lo más rectilínea posible para ahorrar conductor.
- Si debe seguir una trayectoria paralela a otras canalizaciones o estructuras subterráneas no deben localizarse directamente arriba o abajo de ellas.
- Si existen cambios de dirección en la trayectoria deben realizarse por medio de pozos de inspección.
- *Relleno*: Es el porcentaje ocupado del ducto, y su objetivo es permitir un adecuado nivel de disipación del calor .

### Parámetros para la selección del ducto

- *Acuñamiento*: El acuñamiento de los cables se produce cuando se instalan tres cables en un conducto con curva.
- *Claro mínimo*: Es a efectos de evitar la presión de la parte superior del cable contra la parte superior del ducto.

### Configuración

- El número de ductos en cada banco depende del proyecto, siendo recomendable dejar ductos adicionales como reserva.
- La colocación de los ductos en la trinchera se hace por medio de separadores, dejando un espacio de un diámetro entre ductos. Normalmente los espacios entre ductos se rellenan con concreto.

### Materiales de los ductos

- Deben ser resistentes a los esfuerzos mecánicos, a la humedad y al ataque de agentes químicos del medio.
- Deben impedir que la falla de un cable en un ducto se propague a los otros ductos.
- Deben tener una pendiente mínima del 1% para permitir que el agua drene.
- La unión de los ductos se realizará por medio de acoples que no dejen escalones.
- Los ductos que atraviesen los muros de un edificio deben estar provistos de sellos que impidan la entrada de gases o líquidos al edificio.

### Pozos de visita

- Deben evitarse las curvas, cuando ello no sea posible tendrán un radio de curvatura mínimo de 12 veces el diámetro del ducto.
- Deben preverse pozos de visita en los cambios de dirección y en las longitudes rectas superiores a 100 metros.
- Cuando albergue empalmes debe tener lugar suficiente para las maniobras.
- Las tapas deben estar construidas de materiales que resistan las cargas que se le impongan con un amplio margen de seguridad.
- Deberán tener facilidad para drenar el agua mediante drenajes en su interior.

### Canaletas y Galerías

- Las canaletas son conductos con tapas removibles (macizas o ventiladas) a nivel del suelo. Los cables van directamente enterrados o en ductos.
- Las galerías se diferencian de las anteriores en que pueden ser recorridos en toda su extensión.



<b>Distancias mínimas exigidas:</b>	De azoteas transitables: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Hacia arriba: 2,75 m.</li> <li>● Hacia abajo: 1,25 m.</li> </ul>
<b>Distancias mínimas</b>	De ventanas o similares: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Hacia arriba desde el alfeizar: 2,50 m.</li> <li>● Hacia abajo desde el alfeizar: 1,25 m.</li> <li>● Lateralmente desde el marco: 1,25 m.</li> </ul>
<b>Distancias mínimas</b>	Del suelo: <ul style="list-style-type: none"> <li>● En líneas de acometidas de viviendas: 3,50 m.</li> <li>● Idem, si atraviesan líneas de circulación de vehículos: 4,00 m.</li> </ul>
<b>Distancias mínimas</b>	De accesos fijos como los previstos para la limpieza de chimeneas desde el exterior: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Hacia arriba: 2,50 m.</li> <li>● Hacia abajo: 1,25 m.</li> </ul>
<b>Distancias mínimas</b>	De instalación de telecomunicaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Hacia arriba: 1,00 m.</li> <li>● Hacia abajo: 1,00 m.</li> <li>● Lateralmente: 1,00 m.</li> </ul>
<b>Distancias mínimas</b>	De árboles y antenas: 1,00 m.
<b>No se permite</b>	El tendido de líneas aéreas por encima de chimeneas, pistas de juego, campos de deportes y piletas de natación.
<b>Tensión mecánica</b>	Las líneas serán tendidas de manera tal que en la condición más desfavorable la tensión mecánica resultante de los conductores no sea mayor de 60 N/mm <sup>2</sup> .
<b>Vanos máximos:</b>	Según la sección de los conductores serán: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Hasta 5 m. 4 mm<sup>2</sup></li> <li>● Hasta 10 m. 6 mm<sup>2</sup></li> </ul>
<b>Pases de paredes y entradas de conductores a un edificio</b>	Se deben realizar con pipetas de porcelana.

Las bandejas son estructuras rígidas y continuas especialmente construidas para soportar cables eléctricos, construidas en metal (acero galvanizado o aluminio) o materiales no combustibles (resina epoxi o PVC).

### Selección de bandejas

- El ancho y la separación de los travesaños dependerá del número de cables y del peso de los mismos.
- Deben estar diseñadas para soportar todas las cargas estáticas (peso propio) o dinámicas (como del personal que ejecute la instalación) que puedan actuar sobre ellas.
- Las bandejas deben montarse de modo de quedar accesibles en todo su recorrido, con una altura mínima de 2,5 m. en interior, 3,5 m. en exterior y 4 m. donde exista paso vehicular, manteniendo una distancia mínima de 0,20 m. entre el borde superior y el techo del recinto.

### Montaje de bandejas

- 1) Colgante, anclado de la losa o estructura.
  - 2) Empotrada sobre los muros, con una separación mínima de 30 cm. entre sí, cuando se instalan varias.
  - 3) En canalizaciones a la intemperie o en lugares húmedos deberán tener una pendiente mínima del 1% en la dirección de drenaje.
- Las uniones y derivaciones de los conductores dentro de las bandejas se deberá realizar utilizando métodos que aseguren la continuidad de las condiciones de aislación eléctrica del conductor de mayor tensión presente.

Todo el sistema de bandejas debe tener continuidad eléctrica y estar sólidamente conectado a tierra. No pueden considerarse como trayectoria de retorno para corrientes de falla.

Los elementos principales a tener en cuenta en la instalación de los cables son:

### Alimentación y estructura general de la instalación

El factor fundamental es la determinación de la potencia de alimentación para el diseño económico y seguro de una instalación en los límites de temperatura y caída de tensión. Para la determinación de la potencia puede tenerse en cuenta la no simultaneidad de las cargas.

### Influencias externas que sufrirá la instalación

#### **Debidas al medio Ambiente:**

- Temperatura ambiente
- Humedad del aire
- Altitud
- Presencia de agua
- Presencia de cuerpos sólidos
- Presencia de sustancias corrosivas
- Solicitaciones mecánicas (choques, vibraciones, etc.)
- Presencia de flora, fauna o moho.
- Influencias electromagnéticas, electrostáticas o ionizantes.
- Radiaciones solares.
- Efectos sísmicos.
- Riesgo de descargas atmosféricas.
- Efecto del viento.

#### **De acuerdo a su utilización:**

- Riesgo de contacto eléctrico con el potencial de tierra.
- Condiciones de evacuación en caso de emergencia.
- Naturaleza de los materiales elaborados o almacenados.

#### **Construcción de edificios:**

- Combustibilidad de los materiales de construcción.
- Riesgos por la estructura de los edificios.

### Compatibilidad con otros materiales o instalaciones

En caso de que los materiales instalados sean susceptibles de tener efectos nocivos sobre otros materiales o entorpecer el funcionamiento de otros servicios, se debe analizar como mínimo:

- Sobretensiones transitorias.
- Variaciones rápidas de potencia.
- Sobreintensidades de arranque.
- Presencia de armónicos.
- Componentes continuas.
- Oscilaciones de alta frecuencia.
- Intensidades de fuga.
- Necesidad de conexiones complementarias a tierra.

**Mantenimiento, seguridad y fiabilidad de las instalaciones**

Debe evaluarse la frecuencia y calidad de las instalaciones a lo largo de toda su vida útil, teniendo en cuenta los siguientes conceptos:

- Verificaciones periódicas, ensayos, mantenimientos o reformas que deban realizarse.
- Vigencia de las medidas de protección.
- Calidad y fiabilidad de los materiales.

**Alimentación de los servicios de seguridad**

Para la alimentación de estos servicios se deberá respetar las disposiciones reglamentarias específicas.

Los cables deben ser instalados con un radio de curvatura mínimo de 10 veces su diámetro exterior (6 veces en el caso de Sintenax Viper clase 5) y con un esfuerzo máximo a la tracción en los conductores de 6 kg/mm<sup>2</sup>. Dichos esfuerzos no deben aplicarse a los revestimientos de protección sino exclusivamente a los conductores.

Cuando el esfuerzo previsto exceda de los valores admisibles mencionados, se deberá recurrir al empleo de cables armados con alambres de acero; en este caso se aplicará el esfuerzo a la armadura, sin superar el 30% de la carga de rotura teórica de la misma.

Durante las operaciones de tendido, la temperatura del cable no debe ser inferior a 0°C. Esta temperatura se refiere a la del propio cable, no a la temperatura ambiente. Si el cable ha estado almacenado a bajas temperaturas durante cierto tiempo, antes del tendido deberá llevarse a una temperatura superior a los 0°C manteniéndose en un recinto caldeado durante varias horas inmediatamente antes del tendido

<i>menú</i>	<i>índice</i>	<a href="#">1</a>	<a href="#">2</a>	<a href="#">3</a>	<a href="#">4</a>	<a href="#">5</a>	<a href="#">6</a>	<a href="#">7</a>	<a href="#">8</a>	<a href="#">9</a>	<a href="#">10</a>	<a href="#">11</a>	<a href="#">1</a>
-------------	---------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	-------------------

**Locales húmedos**

- Son aquellos donde las instalaciones están sometidas, en forma permanente, a los efectos de la condensación de humedad con formación de gotas.
- Las cañerías y cajas serán preferentemente de material aislante y separadas como mínimo 0,02 m. de la pared.
- Los interruptores, toma corrientes, motores y artefactos en general deberán tener como protección mínima IPX1 (Norma IRAM 2444)
- Los gabinetes de los tableros, las cajas de derivación, de tomacorrientes y de alumbrado se sellarán en los puntos de entrada de los conductores. Estarán separadas, como mínimo, 0,008 m. de la pared.

**Locales mojados**

- Son aquellos donde las instalaciones eléctricas están expuestas en forma permanente o intermitente a la acción del agua proveniente de salpicaduras y proyecciones. Las instalaciones subterráneas, si son accesibles, deberán considerarse como emplazamientos mojados.
- Para estos locales rigen los mismos requisitos que para los anteriores más los indicados a continuación.
- Las cañerías serán estancas utilizando para los empalmes y conexiones dispositivos de protección contra la penetración de agua.
- Los aparatos de protección y maniobra y tomacorrientes estarán ubicados preferentemente fuera de estos locales, si ello no fuera posible tendrán como mínimo protección IPX5. Los artefactos de alumbrado, motores y aparatos eléctricos también tendrán protección mínima IPX5.
- Si en los locales existieran vapores corrosivos todos los elementos de la instalación se protegerán con elementos resistentes a la acción de dichos vapores.

**Instalaciones en cuartos de baño**

Para los cuartos de baño el Reglamento de la A.E.A. establece las siguientes zonas de seguridad en función del nivel de riesgo que ocasiona el uso de la electricidad, ellos son:



- **Zona de peligro:** es la delimitada por el perímetro de la bañera hasta una altura de 2,25 metros. Allí no se podrá instalar aparatos, cañerías ni instalaciones a la vista.
- **Zona de protección:** delimitada por el perímetro que excede en 0,60 m. a la bañera hasta el cielo raso. Allí solo se pueden instalar artefactos de instalaciones fijas protegidas contra proyecciones de agua.

## Locales en ambientes peligrosos

- Zona sin restricciones: la restante del cuarto de baño
- Son aquellos locales en los que se manipulan, procesan o almacenan materiales sólidos, líquidos o gaseosos susceptibles de inflamación o explosión.
- En la norma IRAM IAP A 20-1 se clasifican estos locales según su peligrosidad, en la 20-3 se cubren los requisitos para motores y generadores a ser utilizados en estos locales, en la 20-4 se tratan las condiciones de construcción de envolturas antideflagrantes y en la 20-5 las lámparas y artefactos de iluminación.
- Se procurará que los equipos estén situados en los lugares de riesgo mínimo o nulo.
- De ser necesario se puede reducir los riesgos por medio de ventilación con presión positiva.
- La temperatura superficial de los equipos y materiales eléctricos no debe sobrepasar la de inflamación de los elementos presentes. La instalación debe tener protección contra sobrecargas que aseguren no sobrepasar las temperaturas anteriores.
- Las canalizaciones deberán ser selladas herméticamente en los puntos de entrada a cajas y gabinetes donde se instales dispositivos de protección y maniobra

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[1](#)

Los factores que caracterizan a una buena iluminación interior son la cantidad y la calidad de la luz, para ello se deben cuidar los siguientes parámetros:

- Nivel de iluminación.
- Contraste.
- Sombras.
- Deslumbramiento.
- Características del color del ambiente.
- Los colores de los muebles y las paredes.
- El tipo de ambiente.
- Las actividades que allí se realizan.

El Nivel de iluminación es el factor fundamental dado que la capacidad visual depende del nivel de iluminación de la habitación. Cada actividad requiere una "iluminación media" sin la cual no se puede realizar los trabajos de forma correcta, segura y eficiente.

Se utiliza el termino iluminación media (durante la vida útil de la instalación) para contemplar el hecho de que existe una pérdida de emisión de las fuentes luminosas a lo largo del tiempo por cambio de las propiedades del material y por ensuciamiento. Por ello, para mantener los valores de servicio se debe proceder: al recambio de las fuentes luminosas antes de la finalización de su vida útil y a la limpieza periódica.

La medición del nivel de iluminación se realiza con un instrumento llamado "luxómetro", que transforma la señal luminosa recibida en una corriente eléctrica medible.

El Instituto IRAM, la Asociación Argentina de Luminotecnia y la Ley de Seguridad e Higiene del Trabajo definen los niveles mínimos de iluminación según el tipo de locales y de actividades.

Para evaluar la calidad de la iluminación se debe tener en cuenta que el círculo cromático está dividido en colores "cálidos"(amarillo, naranja, rojo, verde amarillento) y fríos ( verdes, azulados, azul, violeta). En base a ello surgen una serie de reglas prácticas, como ser:

- La luz fluorescente da una tonalidad azul que armoniza con los colores fríos y no con los cálidos. Por el contrario, la luz incandescente aviva los colores cálidos y sus combinaciones, mientras tiende a desvirtuar los tonos fríos, tornándolos grisáceos o verdosos.
- La iluminación debe concordar con la tonalidad dominante del ambiente.
- El color incide en el rendimiento lumínico, Por ejemplo, un cielorraso blanco refleja un 80%, uno oscuro del 20 al 30% y uno negro un 5%.
- Se debe evitar el deslumbramiento, para ello no colocar los artefactos en la línea visual o aquéllos que generen reflejos en superficies brillantes.
- Se debe armonizar la luz artificial con la natural, analizando la ubicación de ventanas, ventiluces, claraboyas, etc.

Los tipos más comunes de iluminación son:

**Directa**

El flujo luminoso se dirige directamente al plano de trabajo. El alumbrado es independiente del cielorraso y las paredes del local, pero tiene el inconveniente de que produce encandilamiento y origina brillos y sombras fuertes.

**Semidirecta**

La mayor parte del flujo luminoso es dirigida al plano de trabajo y el resto al techo que lo devuelve al ambiente. Los brillos y sombras son mayores que en el caso anterior.

**Difusa**

El flujo luminoso se reparte uniformemente en todas direcciones. Se reduce el brillo, pero las sombras son importantes.

**Semi-indirecta**

La mayor parte del flujo luminoso se dirige al techo y paredes que lo devuelven al plano de trabajo. Se consiguen sombras suaves y poco brillo pero es necesario que el cielorraso sea claro y no muy elevado.

**Indirecta**

Todo el flujo luminoso se dirige al techo y paredes que lo devuelven al plano de trabajo. Se obtiene un bajo rendimiento lumínico, requiriendo cielorrasos blancos, pero se consigue gran uniformidad, sin sombras ni brillos.

**Normas prácticas para un proyecto de iluminación:**

Para ensanchar un local demasiado estrecho conviene iluminar profusamente una de las paredes más largas.

En el caso de techos altos, además de pintar los cielorrasos con colores oscuros conviene resaltar las paredes con focos, de modo que la parte superior del ambiente quede en penumbras. De esa forma se tiene la sensación de bajar la altura del local, destacándose además el diseño del revestimiento de las paredes.

Si los techos son demasiado bajos, el efecto inverso se obtiene dirigiendo los focos hacia arriba.

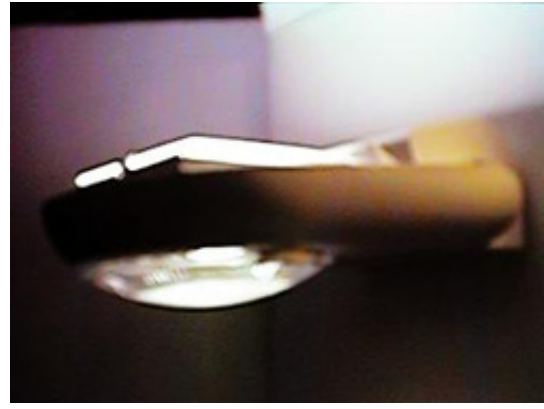
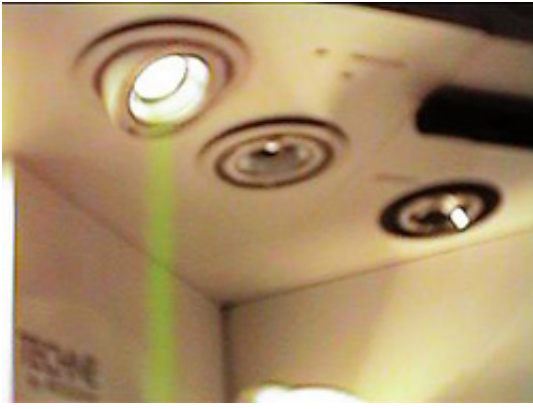
Otra forma de lograr dar la sensación de amplitud en los ambientes es colocando algunas luces a ras del suelo.

Cuando el espacio es muy amplio la iluminación conviene compartimentarla en sectores de acuerdo a su uso, dando la sensación de que el ambiente está dividido.

La Fima SICA comercializa en forma exclusiva en la Argentina las productos de la línea **REGGIANI** que cubren todas las aplicaciones habituales. Algunos de los artefactos son:







[menú](#) [índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[1](#)

Las condiciones de trabajo en edificios en construcción en general son de elevado riesgo, por lo que se requiere prestar especial cuidado a las condiciones de seguridad.

La ejecución de las mismas se ajustará al Reglamento General y a lo dispuesto por los códigos de edificación del municipio correspondiente, pero básicamente las mismas establecen:

- Los puntos de alimentación de las empresas distribuidoras de electricidad se ubicarán en el interior del predio.
- El comando de la instalación se efectuará desde un tablero principal en el que se instalarán el interruptor, los portafusibles principales y el protector diferencial. Si existieran varios circuitos se colocarán interruptores y protecciones individuales para cada uno de ellos.
- Los tableros serán aptos para uso en intemperie, con protección al ingreso de polvo (IP5X). No está permitida la colocación de cerraduras.
- La línea de alimentación podrá colocarse en los muros mediante el empleo de aisladores.
- Se deberá realizar la conexión a tierra de todas las masas de la instalación.
- Los interruptores y tomacorrientes deberán protegerse contra daños mecánicos y como mínimo contra goteo de agua (IP43).
- Los motores tendrán cubiertas de material aislante.
- Los aparatos de alumbrado fijo deberán protegerse contra goteo de agua y los portátiles contra salpicadura de agua (IP44).
- Las lámparas tendrán protección mecánica a través de portalámparas de material no higroscópico.

En el inicio de la obra, se solicita al concesionario de energía la colocación de una caja de toma y un medidor provisorio. Una vez terminada la misma se retiran ambos elementos y se instala la alimentación del medidor o grupo de medidores necesarios.



## Instalaciones de Muy Baja Tensión (MBT)

*Cap.4*



**1** Instalaciones de circuitos auxiliares de muy baja tensión (MBT) - generalidades



**2** Instalaciones de MBT - instalaciones de alarma contra incendios



**3** Instalaciones de MBT - instalaciones de seguridad contra robos



**4** Instalaciones de MBT - instalaciones de telecomunicaciones



**5** Instalaciones de MBT - porteros eléctricos



**6** Instalaciones de MBT - señalización y llamada (timbres)



**7** Instalaciones de MBT - antenas de televisión

Comprende los sistemas que se caracterizan por su baja tensión (inferiores a 24 VCC o VCA) y poco consumo energético. Los más frecuentes en los edificios son:

- Instalación de alarma y protección contra incendio.
- Instalación de seguridad contra robo.
- Instalación de telecomunicaciones.
- Instalación de portero eléctrico o intercomunicadores.
- Instalación de señalización, llamada (timbres) y similares.
- Instalación de sistemas de relojes.
- Instalación de circuitos de antenas de TV y de radio.

Los circuitos de MBT exigen condiciones especiales de seguridad, entre las que se puede mencionar:

- Para tensiones inferiores a 24 VCC o VCA no es necesario tomar medidas especiales de seguridad contra contactos directos o indirectos; no obstante es conveniente que estén protegidas contra sobretensiones para evitar que se deterioren por esta causa.
- La alimentación se efectuará mediante transformadores con separación eléctrica entre los bobinados primario y secundario, cuyos elementos metálicos y núcleo estarán adecuadamente conectados al sistema de puesta a tierra.
- Los conductores de muy baja tensión deberán disponer de canalizaciones independientes del resto de los circuitos.
- Ninguna de las partes conductoras ni de masa tendrán contacto con partes activas, neutros o masas de los circuitos de potencia.

Comprende los sistemas que se caracterizan por su baja tensión (inferiores a 24 VCC o VCA) y poco consumo energético. Los más frecuentes en los edificios son:

- Instalación de alarma y protección contra incendio.
- Instalación de seguridad contra robo.
- Instalación de telecomunicaciones.
- Instalación de portero eléctrico o intercomunicadores.
- Instalación de señalización, llamada (timbres) y similares.
- Instalación de sistemas de relojes.
- Instalación de circuitos de antenas de TV y de radio.

Los circuitos de MBT exigen condiciones especiales de seguridad, entre las que se puede mencionar:

- Para tensiones inferiores a 24 VCC o VCA no es necesario tomar medidas especiales de seguridad contra contactos directos o indirectos; no obstante es conveniente que estén protegidas contra sobrecorrientes para evitar que se deterioren por esta causa.
- La alimentación se efectuará mediante transformadores con separación eléctrica entre los bobinados primario y secundario, cuyos elementos metálicos y núcleo estarán adecuadamente conectados al sistema de puesta a tierra.
- Los conductores de muy baja tensión deberán disponer de canalizaciones independientes del resto de los circuitos.
- Ninguna de las partes conductoras ni de masa tendrán contacto con partes activas, neutros o masas de los circuitos de potencia.

Los sistemas de alarma tienen por objeto informar a una central y a otros repetidores que se está produciendo un siniestro, que debe combatirse antes que adquiera grandes proporciones. Las medidas de protección contra incendios que se pueden tomar son:

- Corte del circuito de aireación y cierre de la válvula de ventilación.
- Cierre de las puertas de protección contra incendios.
- Desconexión de máquinas y equipos.
- Puesta en marcha de una instalación de extracción de humos.
- Extinción automática con agua o gases especiales.

Los detectores automáticos más comunes que se pueden encontrar en el mercado son:

**Detector de ionización**

Determina la concentración de gases de combustión visibles e invisibles, actúa como pronto aviso.

**Detector de humos**

Efectúa una apreciación óptica del oscurecimiento del aire producido por la interposición de humos.

**Detector de llamas**

Evalúa la claridad variable de un fuego.

**Detector de temperatura máxima**

Reacciona al sobrepasar una temperatura dada; se dispara por medio de una placa bimetálica.

**Detector incremental**

Actúa cuando el incremento de temperatura por unidad de tiempo sobrepasa de cierto valor.

Ejemplos de algunos son:



**Detector Iónico de Humo Autónomo SICA**



**Detector de Gas Metano BRK by SICA**

Existen otros modelos que son una combinación de avisadores de temperatura máxima y diferencial.

Su función es evitar automáticamente la entrada de personas a locales que tienen vedados, para lo cual se instalan los detectores que están unidos a una central; esta central emite una alarma audio-luminosa, pudiendo tenerse repetidores en otros lugares.

Una instalación telefónica es un sistema que permite convertir el sonido en corriente eléctrica y ésta nuevamente en sonido.

El micrófono es el encargado de convertir la voz en corriente eléctrica; el mecanismo consiste en producir variaciones de una corriente eléctrica continua que concuerdan con las presiones y depresiones del aire originadas por cualquier sonido.

Para aprovechar esa vibración se coloca una membrana delgada cubriendo una cápsula con granos de carbón. Al hablar frente a la cápsula ésta se mueve y comprime más o menos los granos de carbón, variando la resistencia eléctrica de ese conjunto y por lo tanto la corriente que lo atraviesa.

Para reconstituir el sonido se emplea una membrana flexible frente a la cual se coloca un imán con un bobinado. Al llegar la corriente variable a la bobina se produce un campo magnético variable que refuerza o debilita al del imán, provocando el movimiento de la membrana según las variaciones de la corriente que recibe, con lo que produce un sonido audible.

Las instalaciones telefónicas en interior de edificios normalmente se ajustan a las disposiciones de la concesionaria telefónica de la zona, pudiendo efectuarse la acometida a la red mediante sistemas aéreos o subterráneos.

Las principales líneas de fichas cuentan con módulos especiales para las conexiones a líneas telefónicas, como ser:



**Módulo de Toma telefónico americano  
tipo RJ - 11 de la línea HABITAT de SICA**



Los circuitos de portero eléctrico en edificios constituyen un caso particular dentro de las instalaciones de comunicaciones en el cual la transmisión se realiza a través de un micrófono o altoparlante y la recepción mediante un altoparlante. Constan de tres partes principales:

- Circuito de accionamiento de puertas mediante cierrapuertas magnético y pulsador de piso.
- Circuito de timbre en los pisos mediante pulsador en planta baja.
- Circuito de comunicación mediante micrófono y receptor en puerta de planta baja y microteléfono en los pisos.
- Adicionalmente se puede incorporar un sistema de video que, mediante una cámara convenientemente orientada en las entradas permita la visualización de la misma desde los pisos.

La cerradura automática y los timbres están conectados a un transformador común de baja tensión en corriente alterna, en cambio el sistema telefónico y los parlantes requieren corriente continua de baja tensión. Para ello, sobre el mismo transformador se coloca un rectificador de corriente que alimenta esta salida.

Todo el sistema debe contar con interruptores generales y protección contra sobrecorrientes mediante fusibles o llave termomagnética.

Entre las líneas más corrientes encontramos:



**Sistema de cámara y monitor del video - portero SICA**

El sistema de intercomunicador es una variedad del anterior, que se emplea habitualmente para la comunicación entre distintas oficinas.

El timbre o campanilla consiste en un electroimán cuya armadura está unida a una lámina elástica de acero fijada a su soporte. Al cerrar el circuito con el pulsador circula corriente por el electroimán de modo que se forma un campo magnético que atrae la armadura hacia el núcleo.

La atracción brusca hace que el martillo dé un golpe produciendo un sonido corto. En ese momento se interrumpe la corriente, cesa el campo magnético y la lámina elástica vuelve a su posición original.

Las campanillas se alimentan de corriente continua o de alterna a través de un transformador con secundario de 24 V. como máximo.

La reglamentación de instalaciones eléctricas domiciliarias establece que las campanillas, sistemas de alarmas y de señalización se alimenten por medio de circuitos independientes desde el tablero.

Las principales líneas de productos eléctricos para instalaciones domiciliarias cuentan con módulos específicos para estas aplicaciones, como ser:



**Módulo de campanilla / zumbador de baja tensión de la línea HABITAT de SICA**

Las ondas radioeléctricas son una forma de propagación de la energía a través del espacio, siendo la antena el elemento que permite captar esas ondas. Para una correcta recepción debe tenerse en cuenta:

- La intensidad de campo disminuye en relación directa a la distancia desde el punto emisor o bien si existen obstáculos que intercepten las ondas. Ello ocasiona que si la ganancia de la antena no alcanza a la mínima requerida la imagen sea borrosa.
- Otro de los aspectos que inciden en la recepción son las interferencias procedentes de otros dispositivos eléctricos o vehículos, que se traducen en rayas intermitentes en la imagen.
- Para una correcta sintonía los factores más relevantes son: la altura y orientación de la antena, su ganancia y el tipo de conductor empleado.

Las antenas se clasifican en: individuales (para viviendas unifamiliares) y colectivas (para edificios de departamentos)

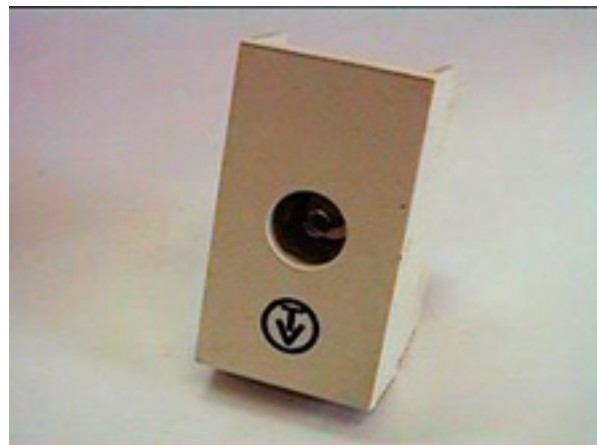
Las antenas colectivas requieren de la colocación en la parte superior del edificio de un sistema de captación y de un amplificador para distribuir la señal a los distintos receptores individuales. El empleo de redes de CATV hace que este tipo de antenas colectivas haya perdido actualidad.

Para la conexión de las antenas con los receptores se emplean cables de 300 ohm constituidos por dos conductores paralelos de 0,5 mm<sup>2</sup> aislados en forma plana con polietileno o cables coaxiales, para 75 ohm, con conductor central de metal cobreado, aislación de polietileno, malla de cobre o aluminio y vaina exterior de PVC. Se aconseja su instalación lejos de las paredes o en cañerías de PVC.

Las principales líneas de productos eléctricos para instalaciones domiciliarias cuentan con módulos específicos para estas aplicaciones, entre ellos:



**Módulo de toma de señal de TV de pin fino de la línea HABITAT de SICA**



**Módulo de toma de señal de TV de pin grueso de la línea HABITAT de SICA**

Los sistemas de alarma tienen por objeto informar a una central y a otros repetidores que se está produciendo un siniestro, que debe combatirse antes que adquiera grandes proporciones. Las medidas de protección contra incendios que se pueden tomar son:

- Corte del circuito de aireación y cierre de la válvula de ventilación.
- Cierre de las puertas de protección contra incendios.
- Desconexión de máquinas y equipos.
- Puesta en marcha de una instalación de extracción de humos.
- Extinción automática con agua o gases especiales.

Los detectores automáticos más comunes que se pueden encontrar en el mercado son:

**Detector de ionización**

Determina la concentración de gases de combustión visibles e invisibles, actúa como pronto aviso.

**Detector de humos**

Efectúa una apreciación óptica del oscurecimiento del aire producido por la interposición de humos.

**Detector de llamas**

Evalúa la claridad variable de un fuego.

**Detector de temperatura máxima**

Reacciona al sobrepasar una temperatura dada; se dispara por medio de una placa bimetálica.

**Detector incremental**

Actúa cuando el incremento de temperatura por unidad de tiempo sobrepasa de cierto valor.

Ejemplos de algunos son:



**Detector Iónico de Humo Autónomo SICA**



**Detector de Gas Metano BRK by SICA**

Existen otros modelos que son una combinación de avisadores de temperatura máxima y diferencial.

Su función es evitar automáticamente la entrada de personas a locales que tienen vedados, para lo cual se instalan los detectores que están unidos a una central; esta central emite una alarma audio-luminosa, pudiendo tenerse repetidores en otros lugares.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)

Una instalación telefónica es un sistema que permite convertir el sonido en corriente eléctrica y ésta nuevamente en sonido.

El micrófono es el encargado de convertir la voz en corriente eléctrica; el mecanismo consiste en producir variaciones de una corriente eléctrica continua que concuerdan con las presiones y depresiones del aire originadas por cualquier sonido.

Para aprovechar esa vibración se coloca una membrana delgada cubriendo una cápsula con granos de carbón. Al hablar frente a la cápsula ésta se mueve y comprime más o menos los granos de carbón, variando la resistencia eléctrica de ese conjunto y por lo tanto la corriente que lo atraviesa.

Para reconstituir el sonido se emplea una membrana flexible frente a la cual se coloca un imán con un bobinado. Al llegar la corriente variable a la bobina se produce un campo magnético variable que refuerza o debilita al del imán, provocando el movimiento de la membrana según las variaciones de la corriente que recibe, con lo que produce un sonido audible.

Las instalaciones telefónicas en interior de edificios normalmente se ajustan a las disposiciones de la concesionaria telefónica de la zona, pudiendo efectuarse la acometida a la red mediante sistemas aéreos o subterráneos.

Las principales líneas de fichas cuentan con módulos especiales para las conexiones a líneas telefónicas, como ser:



**Módulo de Toma telefónico americano**

**tipo RJ - 11 de la línea HABITAT de SICA**

Los circuitos de portero eléctrico en edificios constituyen un caso particular dentro de las instalaciones de comunicaciones en el cual la transmisión se realiza a través de un micrófono o altoparlante y la recepción mediante un altoparlante. Constan de tres partes principales:

- Circuito de accionamiento de puertas mediante cierrapuertas magnético y pulsador de piso.
- Circuito de timbre en los pisos mediante pulsador en planta baja.
- Circuito de comunicación mediante micrófono y receptor en puerta de planta baja y microteléfono en los pisos.
- Adicionalmente se puede incorporar un sistema de video que, mediante una cámara convenientemente orientada en las entradas permita la visualización de la misma desde los pisos.

La cerradura automática y los timbres están conectados a un transformador común de baja tensión en corriente alterna, en cambio el sistema telefónico y los parlantes requieren corriente continua de baja tensión. Para ello, sobre el mismo transformador se coloca un rectificador de corriente que alimenta esta salida.

Todo el sistema debe contar con interruptores generales y protección contra sobrecorrientes mediante fusibles o llave termomagnética.

Entre las líneas más corrientes encontramos:



**Sistema de cámara y monitor del video - portero SICA**

El sistema de intercomunicador es una variedad del anterior, que se emplea habitualmente para la comunicación entre distintas oficinas.

El timbre o campanilla consiste en un electroimán cuya armadura está unida a una lámina elástica de acero fijada a su soporte. Al cerrar el circuito con el pulsador circula corriente por el electroimán de modo que se forma un campo magnético que atrae la armadura hacia el núcleo.

La atracción brusca hace que el martillo dé un golpe produciendo un sonido corto. En ese momento se interrumpe la corriente, cesa el campo magnético y la lámina elástica vuelve a su posición original.

Las campanillas se alimentan de corriente continua o de alterna a través de un transformador con secundario de 24 V. como máximo.

La reglamentación de instalaciones eléctricas domiciliarias establece que las campanillas, sistemas de alarmas y de señalización se alimenten por medio de circuitos independientes desde el tablero.

Las principales líneas de productos eléctricos para instalaciones domiciliarias cuentan con módulos específicos para estas aplicaciones, como ser:



**Módulo de campanilla / zumbador de baja tensión de la línea HABITAT de SICA**

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)



Las ondas radioeléctricas son una forma de propagación de la energía a través del espacio, siendo la antena el elemento que permite captar esas ondas. Para una correcta recepción debe tenerse en cuenta:

- La intensidad de campo disminuye en relación directa a la distancia desde el punto emisor o bien si existen obstáculos que intercepten las ondas. Ello ocasiona que si la ganancia de la antena no alcanza a la mínima requerida la imagen sea borrosa.
- Otro de los aspectos que inciden en la recepción son las interferencias procedentes de otros dispositivos eléctricos o vehículos, que se traducen en rayas intermitentes en la imagen.
- Para una correcta sintonía los factores más relevantes son: la altura y orientación de la antena, su ganancia y el tipo de conductor empleado.

Las antenas se clasifican en: individuales (para viviendas unifamiliares) y colectivas (para edificios de departamentos)

Las antenas colectivas requieren de la colocación en la parte superior del edificio de un sistema de captación y de un amplificador para distribuir la señal a los distintos receptores individuales. El empleo de redes de CATV hace que este tipo de antenas colectivas haya perdido actualidad.

Para la conexión de las antenas con los receptores se emplean cables de 300 ohm constituidos por dos conductores paralelos de 0,5 mm<sup>2</sup> aislados en forma plana con polietileno o cables coaxiales, para 75 ohm, con conductor central de metal cobreado, aislación de polietileno, malla de cobre o aluminio y vaina exterior de PVC. Se aconseja su instalación lejos de las paredes o en cañerías de PVC.

Las principales líneas de productos eléctricos para instalaciones domiciliarias cuentan con módulos específicos para estas aplicaciones, entre ellos:



**Módulo de toma de señal de TV de pin fino de la línea HABITAT de SICA**



**Módulo de toma de señal de TV de pin grueso de la línea HABITAT de SICA**



**1** Diseño de una instalación con motores



**2** Aplicaciones de los motores



**3** Aplicaciones de los motores - instalaciones de bombeo de agua



**4** Aplicaciones de los motores - instalaciones de ascensores y montacargas (generalidades)



**5** Aplicaciones de los motores - Diseño de instalaciones de ascensores y montacargas en edificios

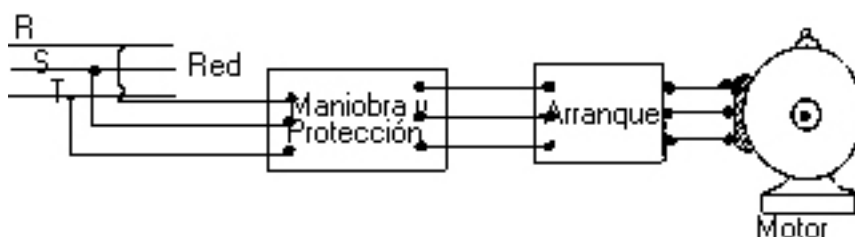


**6** Aplicaciones de los motores - grupos electrógenos

En general los motores tienen "chapas de características" en las que figuran las condiciones nominales de funcionamiento; no obstante, para la instalación deben considerarse otras características que normalmente no se indican, como ser:

- Temperatura ambiente máxima de 40°C.
- Variación de tensión de red +/- 10%.
- Correcto acoplamiento mecánico con la carga.
- Adecuación de la protección al medio ambiente donde se instale el motor.

En las chapas de características puede decir: 380V., 220V., 380/220V. ó 660/380V. Se debe tener cuidado de conectar cada bobinado de forma tal que reciba independientemente la menor tensión indicada en la chapa. Un esquema característico de conexión trifásica es:



**Cálculo de conductores en instalaciones con motores:**

Las alimentaciones de los motores deben diseñarse para evitar calentamientos o caídas de tensión excesivas. Para líneas cortas de alimentación de fuerza motriz se suelen utilizar tablas aproximadas como la siguiente:

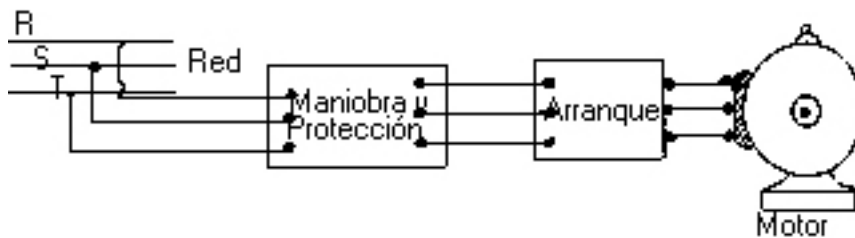
Potencia del motor		Monofásicos (1 x 220 V.)			Trifásicos (3 x 380 V.)		
HP	kW	I motor	I fusible	S del conduct.	I motor	I fusible	S del conduct.
		(A)	(A)	(mm2)	(A)	(A)	(mm2)
0,25	0,18	1,7	4	1,5	0,6	4	1,5
0,50	0,36	2,5	6	1,5	0,9	4	1,5
0,75	0,55	3,8	6	1,5	1,3	4	1,5
1	0,74	6,3	10	2,5	2	6	1,5
1,5	1,1	7,4	15	2,5	3	6	1,5
2	1,47	10,8	15	4	4	6	1,5
3	2,2	16	25	6	5,5	10	2,5
4	3	20	35	10	7,5	15	2,5
5	3,7	28	35	10	10	15	2,5
7,5	5,5	41	50	16	13	25	4
10	7,4	-	-	-	18	25	6
15	11	-	-	-	28	35	10
20	15	-	-	-	33	50	10

Para líneas de mayor extensión se deben considerar las caídas máximas de tensión, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la A.E.A.

En general los motores tienen "chapas de características" en las que figuran las condiciones nominales de funcionamiento; no obstante, para la instalación deben considerarse otras características que normalmente no se indican, como ser:

- Temperatura ambiente máxima de 40°C.
- Variación de tensión de red +/- 10%.
- Correcto acoplamiento mecánico con la carga.
- Adecuación de la protección al medio ambiente donde se instale el motor.

En las chapas de características puede decir: 380V., 220V., 380/220V. ó 660/380V. Se debe tener cuidado de conectar cada bobinado de forma tal que reciba independientemente la menor tensión indicada en la chapa. Un esquema característico de conexión trifásica es:



**Cálculo de conductores en instalaciones con motores:**

Las alimentaciones de los motores deben diseñarse para evitar calentamientos o caídas de tensión excesivas. Para líneas cortas de alimentación de fuerza motriz se suelen utilizar tablas aproximadas como la siguiente:

Potencia del motor		Monofásicos (1 x 220 V.)			Trifásicos (3 x 380 V.)		
HP	kW	I motor	I fusible	S del conduct.	I motor	I fusible	S del conduct.
		(A)	(A)	(mm2)	(A)	(A)	(mm2)
0,25	0,18	1,7	4	1,5	0,6	4	1,5
0,50	0,36	2,5	6	1,5	0,9	4	1,5
0,75	0,55	3,8	6	1,5	1,3	4	1,5
1	0,74	6,3	10	2,5	2	6	1,5
1,5	1,1	7,4	15	2,5	3	6	1,5
2	1,47	10,8	15	4	4	6	1,5
3	2,2	16	25	6	5,5	10	2,5
4	3	20	35	10	7,5	15	2,5
5	3,7	28	35	10	10	15	2,5
7,5	5,5	41	50	16	13	25	4
10	7,4	-	-	-	18	25	6
15	11	-	-	-	28	35	10
20	15	-	-	-	33	50	10

Para líneas de mayor extensión se deben considerar las caídas máximas de tensión, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la A.E.A.

Los motores eléctricos se utilizan en edificios para el accionamiento de:

- Bombas elevadoras de agua.
- Bombas elevadoras de líquidos cloacales.
- Ventiladores o extractores de aire.
- Ventiladores y bombas de quemadores de calderas.
- Ascensores y montacargas.
- Bombas circuladoras de agua para calefacción.

Entre otras muchas aplicaciones más.

Los mismos presentan algunas particularidades en cuanto a sus características y formas de instalación, por lo que se hará un breve análisis de los más importantes.

Normalmente los circuitos de agua de los edificios están compuestos por un tanque intermediario o de bombeo, ubicado en el sótano de los edificios y un tanque elevado colocado en las azoteas.

La elevación del agua se realiza a través de bombas, de las que se colocan dos por seguridad, estando activa una de ellas y la otra queda en reserva.

El cálculo de la bomba considerando dos parámetros, el caudal de circulación (c) y la presión o altura a vencer (h), en base a ellos la potencia de la misma será:

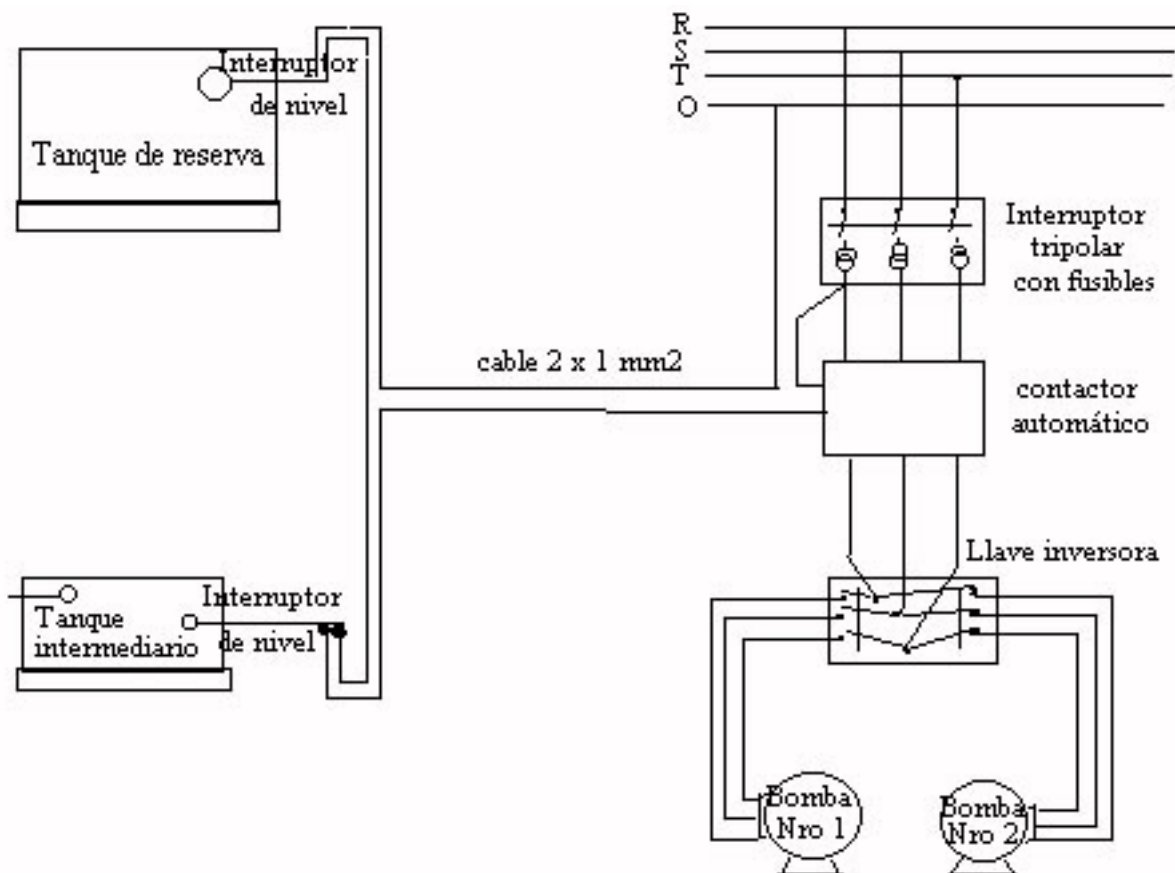
$$P = (c \cdot h \cdot g) / (3600 \cdot 75 \cdot \eta)$$

Donde:

- P = Potencia en HP
- c = caudal en litros hora
- g = peso específico del líquido en kg/litro (1 para el agua)
- $\eta$  = rendimiento de la bomba (0,6 a 0,8 en bombas centrífugas)
- h = altura manométrica (en metros)

Suele tomarse como seguridad un 20% más del valor de potencia calculado.

El esquema eléctrico típico es:



El funcionamiento de estas instalaciones se ajusta al siguiente criterio:

- El agua ingresa de la red al tanque intermediario, que cuenta con dispositivo de cierre cuando se alcanza la altura máxima establecida.
- Las bombas funcionan por contactos eléctricos que las accionan cuando el nivel del tanque superior desciende por debajo de un determinado valor y las interrumpe cuando llega al nivel tope; asimismo el tanque intermediario cuenta con un dispositivo de corte que interrumpe el servicio cuando el nivel del mismo desciende por debajo del nivel mínimo, para evitar el bombeo en vacío. Por tal motivo, se emplea un interruptor de doble comando (nivel del tanque inferior y del tanque superior).
- El interruptor mencionado se denomina automático, y se compone de un contactor que protege a la línea por sobreintensidades, bajas tensiones y falta de alguna fase.
- En la entrada de la línea se toman las medidas de prevención adecuadas, es decir llave termomagnética o interruptor y fusibles.
- El conmutador permite utilizar una u otra bomba según se desee, previo desvío del flujo de agua a través de las esclusas correspondientes.

Los ascensores y montacargas están constituidos por los siguientes elementos:

- Cabina para recibir las personas o cosas a transportar.
- Mecanismo con motor acoplado para producir la elevación o descenso.
- Dispositivos de seguridad.
- Sala de máquinas, foso, caja, hueco con guías fijas en las paredes por la cual se desliza la cabina.

Los elementos principales a tener en cuenta son:

### **Circuitos de alimentación**

La alimentación del circuito de cada ascensor debe ser independiente de todo otro servicio y partir directamente del tablero de servicios generales.

El circuito debe estar dimensionado para una caída de tensión máxima del 5% en régimen normal y 10% durante el arranque. Para ello se considera como corriente de arranque 3 veces la nominal en arranque estrella / triángulo y 6 veces la nominal para arranque directo.

Dentro del vano de la instalación de ascensores no debe existir ninguna otra instalación eléctrica.

Como medida de seguridad todas las partes metálicas estarán efectivamente conectadas al circuito de tierra.

La mayoría de los códigos de edificación (como el de la ciudad de Buenos Aires) exigen que la iluminación cuente con dos circuitos, uno conectado a la luz general de pasillos y otro a la entrada de fuerza motriz en forma permanente. Deberá contar con un sistema de maniobra y protección independientes, preferentemente con llaves termomagnéticas y protector diferencial.

### **Contactos eléctricos y trabas de puertas y de rellano**

Todas las puertas, tanto del coche como de rellano, poseerán contactos eléctricos intercalados en el circuito de maniobra, protegidos por los convenientes fusibles. La apertura del circuito provocará la inmediata detención del coche.

El contacto eléctrico y la traba mecánica de las puertas constituyen dispositivos combinados cuyo objetivo es:

- No permitir el funcionamiento de la máquina motriz si todas las puertas no están cerradas y trabadas mecánicamente (dispositivo eléctrico).
- No permitir la apertura de las puertas desde los rellanos a menos que el coche esté detenido o por detenerse en ellos (dispositivo mecánico). La apertura y el cierre del circuito se realiza por medio de elementos colocados en las puertas.



## **Sistemas de control de maniobra**

Existen dos tipos principales:

Sistemas de tensión constante: el control, arranque y regulación de velocidad del motor principal se obtiene por variación de la resistencia del mismo. Se utiliza en máquinas de 45 a 90 m / min.

Sistemas de tensión variable: La regulación de velocidad se efectúa variando la tensión aplicada al motor principal (de corriente continua) a fin de satisfacer las distintas condiciones de carga logrando una marcha suave de la cabina.

Para alimentar el motor de continua se emplean distintos dispositivos, siendo los más comunes los basados en tiristores y medios electrónicos.

## **Circuitos de alarma**

Para los ascensores es obligatorio contar con un sistema de alarma para el caso de que el habitáculo quede trabado o parado. El mismo contará con alimentación independiente mediante baterías con una tensión de 6 a 24 V. La carga de las baterías se puede obtener del circuito eléctrico principal, utilizando el equipo de transformación, y rectificación con protección electromagnética.

La sección mínima admitida para los conductores es de 1 mm<sup>2</sup> y deben estar instalados en canalizaciones independientes de cualquier otro circuito, en particular de los de fuerza motriz.

En los casos de edificios, oficinas de comercio, industria, espectáculos, etc. debe contar con un teléfono de emergencia conectado a la red pública.

Los datos básicos que se pueden aportar a fin de orientar al proyectista de un edificio de 10 plantas o más, son:

- |   |  |
|---|--|
| <b>Edificio de departamentos de 10 pisos:</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2 ascensores es lo recomendable</li> <li>● Fuerza de tracción: de 450 a 600 Kg.</li> <li>● Velocidad de 1,2 a 1,5 metros/segundo</li> <li>● 1 montacargas</li> </ul>  |
| <b>Hoteles de 10 pisos:</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fuerza de tracción: de 450 a 600 Kg.</li> <li>● Velocidad de 0,5 metros/segundo</li> <li>● 1 a 2 ascensores</li> <li>● Fuerza de tracción: de 450 a 600 Kg.</li> <li>● Velocidad de 1,2 a 1,5 metros/segundo</li> <li>● Varios montacargas</li> </ul>                           |
| <b>Edificios de Galerías comerciales</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fuerza de tracción: de 200 a 300 kg.</li> <li>● Velocidad 0,8 a 1,2 metros/segundo</li> <li>● 2 ó más ascensores</li> <li>● Fuerza de tracción: de 1200 a 1500 Kg</li> <li>● Velocidad 1,2 a 2,0 metros/segundo</li> <li>● 1 montacarga</li> </ul>                              |
| <b>Edificios para Oficinas (grandes)</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fuerza de tracción: 2000 Kg.</li> <li>● Velocidad 0,8 a 1,2 metros/segundo</li> <li>● 2 a 4 ascensores, en grupos</li> <li>● Fuerza de tracción: de 450 a 600 Kg.</li> <li>● Velocidad 1,2 a 1,8 metros/segundo</li> <li>● Varios montacargas, para usos especiales.</li> </ul> |
| <b>Hospitales o Sanatorios</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fuerza de tracción: 900 Kg.</li> <li>● Velocidad 1,0 a 1,8 metros/segundo</li> <li>● 1 a 4 ascensores</li> <li>● Fuerza de tracción: de 600 a 900 kg.</li> <li>● Velocidad 1,2 a 2,5 metros/segundo</li> </ul>  |

La potencia, que se prevee al instalar ascensores y montacargas, deberá ser tomada en cuenta en el cálculo del alimentador principal y en el alimentador seccional desde el tablero principal hasta la sala de máquinas, para ello se pueden considerar los siguientes valores prácticos:

- Velocidad de ascenso	<b>Potencia aparente en KVA</b>			
	<b>300 kg (4 personas)</b>	<b>600 kg (8 personas)</b>	<b>750 kg (10 personas)</b>	<b>1200 kg (16 personas)</b>
0,6 m/s	4	7	9	18
1,0 m/s	6	12	14	30
1,5 m/s	9	20	30	40
1,8 m/s	15	30	30	50
2,0 m/s	15	30	30	60

Potencia del motor en función de la carga para el cálculo de la sección del conductor.

Aproximadamente 2 HP por persona o tomar los datos de la tabla siguiente:

<b>Carga ( Kilogramos)</b>	<b>Velocidad ( metros/minuto)</b>	<b>Potencia ( Kw)</b>
30	30	1,5
50	30	2
200	48	4
400	48	6
1000	18	8
2000	15	9
3000	12	12

En cualquier caso la potencia necesaria se debe calcular teniendo en cuenta el coeficiente de simultaneidad de acuerdo al número de ascensores y el rendimiento en máquinas elevadores que vale alrededor del 35%.

Coeficientes de simultaneidad:

- 2 ascensores 0,85
- 3 ascensores 0,80
- 5 ascensores 0,75

**Corriente aparente consumida por un ascensor:**

$$I_a (A) = ( P * 1000 ) / ( 1,73 * 380 )$$

donde:

I<sub>a</sub> = corriente absorbida en A.

P= Potencia medida en KVA.

Un grupo electr6geno es un conjunto compacto motor-generator de corriente el6ctrica.

Los grupos standard est6n compuestos por una base trineo met6lica, un motor diesel y su radiador, un alternador (generator) y un tablero el6ctrico, formando un grupo compacto.

En los casos que estos grupos est6n ubicados en locales especiales se debe prever:

- Aislaci6n ac6stica.
- Bases antivibratorias.
- La ventilaci6n del local, dada la fuerte disipaci6n de calor que presentan.
- Eliminaci6n de los gases de escape.
- Iluminaci6n de emergencia del local para permitir efectuar la puesta en marcha del grupo electr6geno.
- Dep6sito de combustible.

Los motores eléctricos se utilizan en edificios para el accionamiento de:

- Bombas elevadoras de agua.
- Bombas elevadoras de líquidos cloacales.
- Ventiladores o extractores de aire.
- Ventiladores y bombas de quemadores de calderas.
- Ascensores y montacargas.
- Bombas circuladoras de agua para calefacción.

Entre otras muchas aplicaciones más.

Los mismos presentan algunas particularidades en cuanto a sus características y formas de instalación, por lo que se hará un breve análisis de los más importantes.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)

Normalmente los circuitos de agua de los edificios están compuestos por un tanque intermediario o de bombeo, ubicado en el sótano de los edificios y un tanque elevado colocado en las azoteas.

La elevación del agua se realiza a través de bombas, de las que se colocan dos por seguridad, estando activa una de ellas y la otra queda en reserva.

El cálculo de la bomba considerando dos parámetros, el caudal de circulación (c) y la presión o altura a vencer (h), en base a ellos la potencia de la misma será:

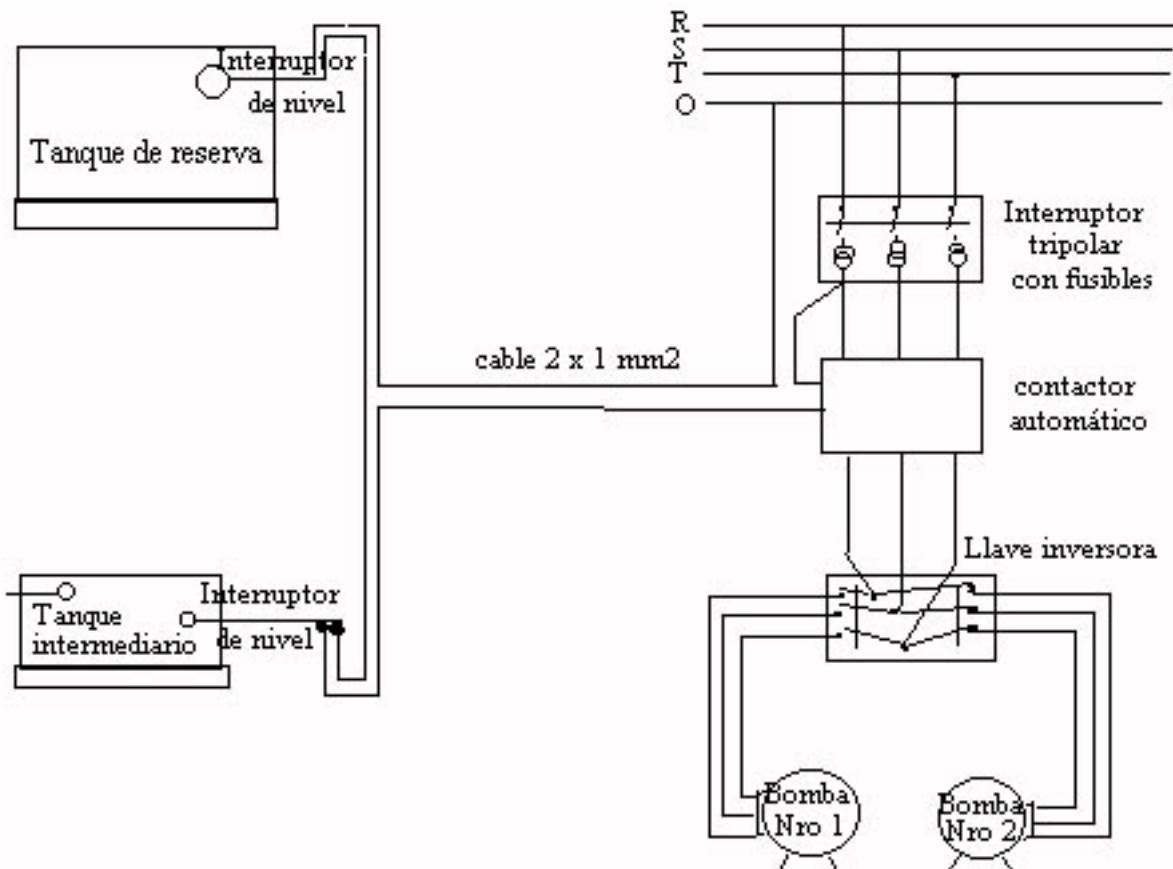
$$P = (c \cdot h \cdot g) / (3600 \cdot 75 \cdot \eta)$$

Donde:

- P = Potencia en HP
- c = caudal en litros hora
- g = peso específico del líquido en kg/litro (1 para el agua)
- η = rendimiento de la bomba (0,6 a 0,8 en bombas centrífugas)
- h = altura manométrica (en metros)

Suele tomarse como seguridad un 20% más del valor de potencia calculado.

El esquema eléctrico típico es:



El funcionamiento de estas instalaciones se ajusta al siguiente criterio:

- El agua ingresa de la red al tanque intermediario, que cuenta con dispositivo de cierre cuando se alcanza la altura máxima establecida.
- Las bombas funcionan por contactos eléctricos que las accionan cuando el nivel del tanque superior desciende por debajo de un determinado valor y las interrumpe cuando llega al nivel tope; asimismo el tanque intermediario cuenta con un dispositivo de corte que interrumpe el servicio cuando el nivel del mismo desciende por debajo del nivel mínimo, para evitar el bombeo en vacío. Por tal motivo, se emplea un interruptor de doble comando (nivel del tanque inferior y del tanque superior).
- El interruptor mencionado se denomina automático, y se compone de un contactor que protege a la línea por sobreintensidades, bajas tensiones y falta de alguna fase.
- En la entrada de la línea se toman las medidas de prevención adecuadas, es decir llave termomagnética o interruptor y fusibles.
- El conmutador permite utilizar una u otra bomba según se desee, previo desvío del flujo de agua a través de las esclusas correspondientes.

*memó*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

Los ascensores y montacargas están constituidos por los siguientes elementos:

- Cabina para recibir las personas o cosas a transportar.
- Mecanismo con motor acoplado para producir la elevación o descenso.
- Dispositivos de seguridad.
- Sala de máquinas, foso, caja, hueco con guías fijas en las paredes por la cual se desliza la cabina.

Los elementos principales a tener en cuenta son:

### **Circuitos de alimentación**

La alimentación del circuito de cada ascensor debe ser independiente de todo otro servicio y partir directamente del tablero de servicios generales.

El circuito debe estar dimensionado para una caída de tensión máxima del 5% en régimen normal y 10% durante el arranque. Para ello se considera como corriente de arranque 3 veces la nominal en arranque estrella / triángulo y 6 veces la nominal para arranque directo.

Dentro del vano de la instalación de ascensores no debe existir ninguna otra instalación eléctrica.

Como medida de seguridad todas las partes metálicas estarán efectivamente conectadas al circuito de tierra.

La mayoría de los códigos de edificación (como el de la ciudad de Buenos Aires) exigen que la iluminación cuente con dos circuitos, uno conectado a la luz general de pasillos y otro a la entrada de fuerza motriz en forma permanente. Deberá contar con un sistema de maniobra y protección independientes, preferentemente con llaves termomagnéticas y protector diferencial.

### **Contactos eléctricos y trabas de puertas y de rellano**

Todas las puertas, tanto del coche como de rellano, poseerán contactos eléctricos intercalados en el circuito de maniobra, protegidos por los convenientes fusibles. La apertura del circuito provocará la inmediata detención del coche.

El contacto eléctrico y la traba mecánica de las puertas constituyen dispositivos combinados cuyo objetivo es:

- No permitir el funcionamiento de la máquina motriz si todas las puertas no están cerradas y trabadas mecánicamente (dispositivo eléctrico).
- No permitir la apertura de las puertas desde los rellanos a menos que el coche esté detenido o por detenerse en ellos (dispositivo mecánico). La apertura y el cierre del circuito se realiza por medio de elementos colocados en las puertas.

### **Sistemas de control de maniobra**

Existen dos tipos principales:

Sistemas de tensión constante: el control, arranque y regulación de velocidad del motor principal se obtiene por variación de la resistencia del mismo. Se utiliza en máquinas de 45 a 90 m / min.

Sistemas de tensión variable: La regulación de velocidad se efectúa variando la tensión aplicada al motor principal (de corriente continua) a fin de satisfacer las distintas condiciones de carga logrando una marcha suave de la cabina.

Para alimentar el motor de continua se emplean distintos dispositivos, siendo los más comunes los basados en tiristores y medios electrónicos.



## Circuitos de alarma

Para los ascensores es obligatorio contar con un sistema de alarma para el caso de que el habitáculo quede trabado o parado. El mismo contará con alimentación independiente mediante baterías con una tensión de 6 a 24 V. La carga de las baterías se puede obtener del circuito eléctrico principal, utilizando el equipo de transformación, y rectificación con protección electromagnética.

La sección mínima admitida para los conductores es de 1 mm<sup>2</sup> y deben estar instalados en canalizaciones independientes de cualquier otro circuito, en particular de los de fuerza motriz.

En los casos de edificios, oficinas de comercio, industria, espectáculos, etc. debe contar con un teléfono de emergencia conectado a la red pública.

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

Los datos básicos que se pueden aportar a fin de orientar al proyectista de un edificio de 10 plantas o más, son:

- Edificio de departamentos de 10 pisos:**
  - 2 ascensores es lo recomendable
  - Fuerza de tracción: de 450 a 600 Kg.
  - Velocidad de 1,2 a 1,5 metros/segundo
  - 1 montacargas
- Hoteles de 10 pisos:**
  - Fuerza de tracción: de 450 a 600 Kg.
  - Velocidad de 0,5 metros/segundo
  - 1 a 2 ascensores
- Edificios de Galerías comerciales**
  - Fuerza de tracción: de 450 a 600 Kg.
  - Velocidad de 1,2 a 1,5 metros/segundo
  - Varios montacargas
- Edificios para Oficinas (grandes)**
  - Fuerza de tracción: de 200 a 300 kg.
  - Velocidad 0,8 a 1,2 metros/segundo
  - 2 ó más ascensores
  - Fuerza de tracción: de 1200 a 1500 Kg
  - Velocidad 1,2 a 2,0 metros/segundo
  - 1 montacarga
- Hospitales o Sanatorios**
  - Fuerza de tracción: 2000 Kg.
  - Velocidad 0,8 a 1,2 metros/segundo
  - 2 a 4 ascensores, en grupos
  - Fuerza de tracción: de 450 a 600 Kg.
  - Velocidad 1,2 a 1,8 metros/segundo
  - Varios montacargas, para usos especiales.
  - Fuerza de tracción: 900 Kg.
  - Velocidad 1,0 a 1,8 metros/segundo
  - 1 a 4 ascensores
  - Fuerza de tracción: de 600 a 900 kg.
  - Velocidad 1,2 a 2,5 metros/segundo

La potencia, que se prevee al instalar ascensores y montacargas, deberá ser tomada en cuenta en el cálculo del alimentador principal y en el alimentador seccional desde el tablero principal hasta la sala de máquinas, para ello se pueden considerar los siguientes valores prácticos:

- Velocidad de ascenso	Potencia aparente en KVA			
	300 kg (4 personas)	600 kg (8 personas)	750 kg (10 personas)	1200 kg (16 personas)
0,6 m/s	4	7	9	18
1,0 m/s	6	12	14	30
1,5 m/s	9	20	30	40
1,8 m/s	15	30	30	50
2,0 m/s	15	30	30	60

Potencia del motor en función de la carga para el cálculo de la sección del conductor. Aproximadamente 2 HP por persona o tomar los datos de la tabla siguiente:

Carga ( Kilogramos)	Velocidad ( metros/minuto)	Potencia ( Kw)
30	30	1,5

50	30	2
200	48	4
400	48	6
1000	18	8
2000	15	9
3000	12	12

En cualquier caso la potencia necesaria se debe calcular teniendo en cuenta el coeficiente de simultaneidad de acuerdo al número de ascensores y el rendimiento en máquinas elevadores que vale alrededor del 35%.

Coeficientes de simultaneidad:

- 2 ascensores 0,85
- 3 ascensores 0,80
- 5 ascensores 0,75

**Corriente aparente consumida por un ascensor:**

$$I_a (A) = (P * 1000) / (1,73 * 380)$$

donde:

I<sub>a</sub> = corriente absorbida en A.

P= Potencia medida en KVA.

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

Un grupo electr6geno es un conjunto compacto motor-generator de corriente el6ctrica.

Los grupos standard est6n compuestos por una base trineo met6lica, un motor diesel y su radiador, un alternador (generator) y un tablero el6ctrico, formando un grupo compacto.

En los casos que estos grupos est6n ubicados en locales especiales se debe prever:

- Aislaci6n ac6stica.
- Bases antivibratorias.
- La ventilaci6n del local, dada la fuerte disipaci6n de calor que presentan.
- Eliminaci6n de los gases de escape.
- Iluminaci6n de emergencia del local para permitir efectuar la puesta en marcha del grupo electr6geno.
- Dep6sito de combustible.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)



## Corrección del Factor de Potencia

*Cap.6*



**1** Corrección del factor de potencia - Generalidades



**2** Formas de calcular la corrección necesaria



**3** Procedimientos para Corrección del Factor de Potencia



**4** Corrección del Factor de Potencia en edificios



**5** Limitación de las corrientes de inserción



**6** Instrucciones de montaje de capacitores para corrección del Factor de Potencia



**7** Influencia de las armónicas

Debido a las particularidades de la tensión alterna, cuando entra en funcionamiento algún motor se produce un desfase en la intensidad con respecto a la tensión, debido a su naturaleza inductiva, haciendo así que el motor consuma más corriente de la que en realidad le estaría haciendo falta, bajo una potencia denominada potencia reactiva.

Un factor de potencia igual a uno es el ideal, pero se da en circuitos que sólo tienen resistencia pura, como las lámparas incandescentes o las estufas eléctricas.

En los motores de inducción, cuando trabajan con cargas parciales la potencia activa disminuye mientras que la aparente se mantiene constante, por lo que disminuye el factor de potencia. Como conclusión nunca deben sobredimensionarse los motores, sino que deben hacerse trabajar con cargas reales cercanas a la nominal.

Las compañías de electricidad exigen que el factor de potencia no baje de cierto valor mínimo (en general 0,85); ello se debe a que si el factor de potencia de la red es bajo la potencia útil realmente entregada se reduce en forma proporcional a ese factor de potencia, ocasionando líneas sobrecargadas o la necesidad de emplear secciones mayores para los conductores de dichas líneas.

Otros circuitos sobre el que debe prestarse atención son los de las lámparas fluorescentes, debido a que tienen gran reactancia inductiva, a las bobinas de los aparatos de telecomando, a los motores a los que llega una tensión superior a la prevista y en general a cualquier otro elemento inductivo.

Debido a las particularidades de la tensión alterna, cuando entra en funcionamiento algún motor se produce un desfase en la intensidad con respecto a la tensión, debido a su naturaleza inductiva, haciendo así que el motor consuma más corriente de la que en realidad le estaría haciendo falta, bajo una potencia denominada potencia reactiva.

Un factor de potencia igual a uno es el ideal, pero se da en circuitos que sólo tienen resistencia pura, como las lámparas incandescentes o las estufas eléctricas.

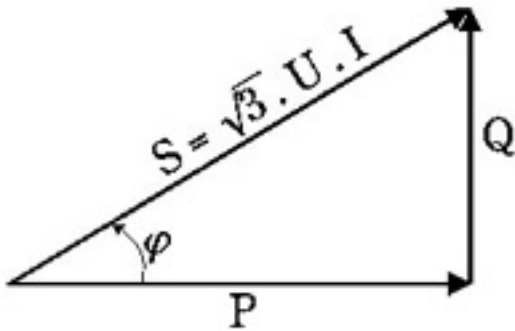
En los motores de inducción, cuando trabajan con cargas parciales la potencia activa disminuye mientras que la aparente se mantiene constante, por lo que disminuye el factor de potencia. Como conclusión nunca deben sobredimensionarse los motores, sino que deben hacerse trabajar con cargas reales cercanas a la nominal.

Las compañías de electricidad exigen que el factor de potencia no baje de cierto valor mínimo (en general 0,85); ello se debe a que si el factor de potencia de la red es bajo la potencia útil realmente entregada se reduce en forma proporcional a ese factor de potencia, ocasionando líneas sobrecargadas o la necesidad de emplear secciones mayores para los conductores de dichas líneas.

Otros circuitos sobre el que debe prestarse atención son los de las lámparas fluorescentes, debido a que tienen gran reactancia inductiva, a las bobinas de los aparatos de telecomando, a los motores a los que llega una tensión superior a la prevista y en general a cualquier otro elemento inductivo.

Para entender este problema desde un punto de vista técnico se deben analizar las expresiones que representan la potencia transportada en instalaciones de corriente alterna, es decir que se debe partir del esquema del triángulo de potencias:

Siendo:



$$Q = S \cdot \text{sen } \varphi$$

$$P = S \cdot \text{cos } \varphi$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Resulta:

$$\text{cos } \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}$$

Donde:

- P es la potencia en Watt.
- U es la tensión eficaz en Volt.
- I es la intensidad eficaz en Ampere.

- cos  $\varphi$  es el factor de potencia.
- S es la potencia aparente.
- Q es la potencia reactiva.

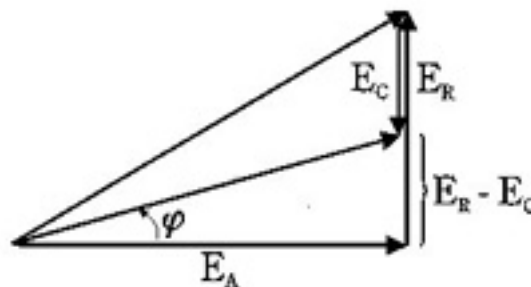
Por lo tanto:

Cos  $\varphi$  = Potencia activa / Potencia aparente.

Las distintas formas de calcular la corrección necesaria son:

**Corrección conociendo consumos de energía activa y reactiva**

Siendo:



El ángulo de  $\varphi$  corregido es:  $\text{tg } \varphi = \frac{E_R - E_C}{E_A}$

La energía capacitiva es:  $E_C = E_R - \text{tg } \varphi \cdot E_A$



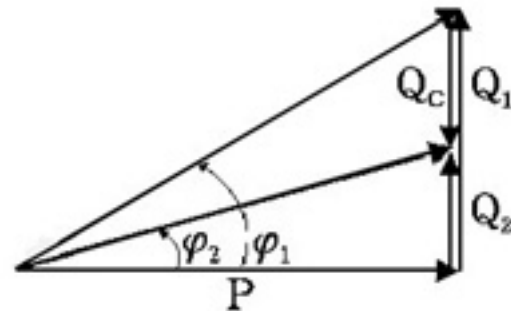
La potencia capacitiva es:  $Q_c = \frac{E_c \text{ (kVArh)}}{t \text{ (hs)}}$

Siendo t las horas de consumo en el período de facturación resulta:

$$\begin{aligned} \text{FP} = 0,85 & \implies \text{tg } \varphi = 0,62 \\ \text{FP} = 0,92 & \implies \text{tg } \varphi = 0,42 \\ \text{FP} = 0,95 & \implies \text{tg } \varphi = 0,33 \end{aligned}$$

**Corrección conociendo las potencias activa y reactiva**

Siendo:



Donde:

$$\begin{aligned} \text{tg } \varphi_1 &= \frac{Q_1}{P} & \text{tg } \varphi_2 &= \frac{Q_2}{P} \\ Q_1 &= P \cdot \text{tg } \varphi_1 & Q_2 &= P \cdot \text{tg } \varphi_2 \\ Q_c &= Q_1 - Q_2 = P \cdot \underbrace{(\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2)}_{\text{valor de tabla}} \end{aligned}$$

Resulta:

$$Q_c = P \cdot (\text{tabla})$$

**Corrección calculando las potencias activa y reactiva**

De la observación de los contadores de energía activa y reactiva:

$$P \text{ (kW)} = \frac{60 \text{ (min/h)} \cdot N \text{ (vueltas/min)}}{K \text{ (vueltas/kWh)}}$$

$$Q \text{ (kVAr)} = \frac{60 \text{ (min/h)} \cdot N \text{ (vueltas/min)}}{K \text{ (vueltas/kVArh)}}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Conociendo P, el cos  $\varphi$  inicial, el cos  $\varphi$  ideal y teniendo la

tabla de corrección:

$$Q_c = P \cdot (\text{tabla})$$

Se deben usar siempre valores promedio.

**Corrección calculando potencia activa y midiendo tensión y corriente**

De la observación del medidor:

$$P \text{ (kW)} = \frac{60 \text{ (min/h)} \cdot N \text{ (vueltas/min)}}{K \text{ (vueltas/kWh)}}$$

Se debe medir U con un voltímetro e I con pinza amperométrica:

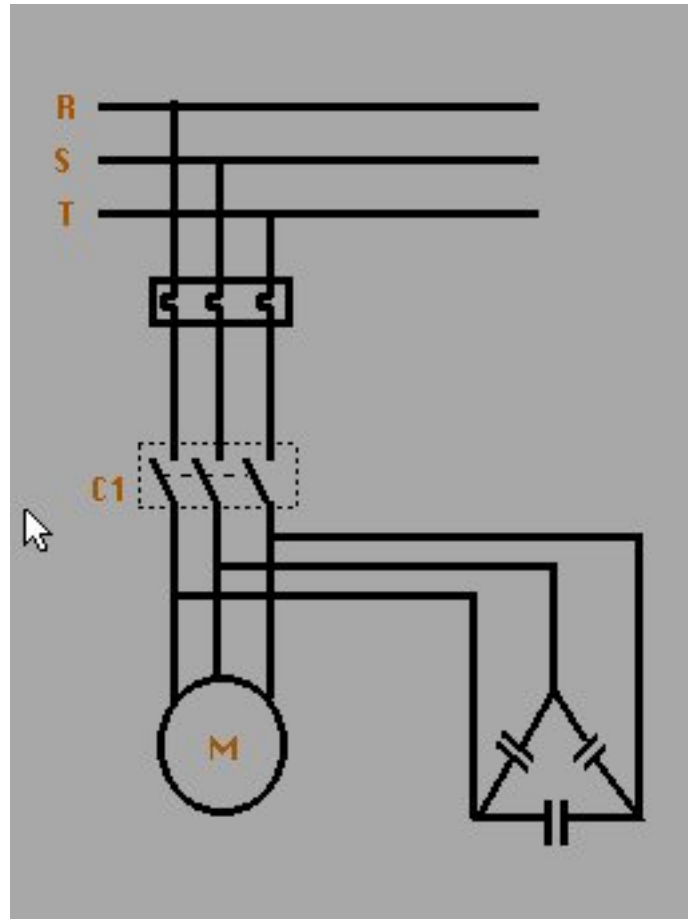
$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P \text{ (kW)} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U \text{ (V)} \cdot I \text{ (A)}}$$

$$Q_c = P \cdot (\text{tabla})$$

Se deben usar siempre valores promedio.

El procedimiento más común para la **corrección del factor de potencia** es el empleo de capacitores que originen una potencia capacitiva cuyo efecto es contrario a la potencia inductiva. Normalmente entran en acción en forma automática cuando el factor de potencia baja por debajo de un determinado valor.



La corrección puede realizarse en forma individual (en máquinas de gran potencia) o bien por grupos de motores o en forma centralizada (para máquinas de potencias reducidas).

Las características de los principales equipos utilizados son:

#### Capacitores

Los capacitores de última generación son de baja pérdida dieléctrica (menores a 0,2 W /kVAR), dieléctrico seco, autoregenerables, ecológicos y de construcción modular. En general están constituidos por un cierto número de capacitores monofásicos elementales.

#### Bancos automáticos de capacitores

Están constituidos por capacitores, reactores limitadores de las corrientes de inserción, contactores (especialmente diseñados para manejar cargas capacitivas), fusibles de alta capacidad de ruptura, un interruptor o seccionador principal apto para maniobrar "bajo carga" la potencia total del equipo, un relé varimétrico programable con protección para condiciones de sobrecarga armónica.

**Equipos provistos de reactores antiresonantes - filtros**

Actualmente se ha generalizado en la industria el uso de diversos equipos que son fuentes de corriente armónica más o menos importantes (hornos de inducción o de arco, lámparas de descarga, variadores de velocidad, rectificadores para distintos procesos industriales, etc.).

Para mejorar el factor de potencia de instalaciones en las que parte de la carga está constituida por tales equipos, se emplean usualmente bancos automáticos de capacitores provistos de reactores antiresonantes o filtros.

**Motores sincrónicos**

Los motores sincrónicos, al producir potencia reactiva, también se emplean para mejorar automáticamente el factor de potencia de la red a la cual están conectados.

Cuando se requiere corregir el factor de potencia en edificios deben realizarse varias consideraciones técnicas y prácticas debido a la variabilidad de las cargas, causada fundamentalmente por ascensores y bombas de agua.

Los ascensores tienen motores de aproximadamente 10 HP por lo que requieren capacitores de 3 kVAr, pero como pueden arrancar y parar en cuestión de segundos, y tienen cientos de operaciones por día, no es recomendable colocar el capacitor en bornes del motor porque la cantidad de maniobras diarias lo deterioraría en forma prematura. Se debe entonces recurrir a una corrección centralizada. También se debe tener en cuenta la simultaneidad de funcionamiento de los mismos ya que no todos los ascensores funcionan al mismo tiempo.

Como regla práctica, donde haya más de un ascensor conviene considerar que funcionan en forma permanente la cantidad total menos uno.

Con respecto a la corrección de bombas de agua trifásicas si son de 3 a 5 HP requieren 1 kVAr y si son de 6 a 10 HP 2 kVAr.

La corrección de luminarias con tubos fluorescentes requeriría 4uF para cada tubo de 40 W y 16 uF para cada tubo de 105 W.

La corrección individual en general resulta impráctica porque hay que desmontar todas las luminarias para colocarles el capacitor, por lo que resulta conveniente colocar la potencia en forma centralizada.

Por ejemplo, supongamos un edificio con dos ascensores, una bomba de agua de 5 HP y 16 tubos fluorescentes de 40 W. El cálculo de la corrección sería el siguiente:

- Ascensores ( $2 - 1 = 1$ ), 3 kVAr
- Bomba 5 HP, 1 kVAr
- Tubos ( $16 * 0,6$ ), 1 kVAr
- Total 5 kVAr

Los capacitores trifásicos de potencias hasta 25 kVAr se deben proteger con termomagnéticas de acuerdo a la siguiente tabla:

- hasta 3 kVAr: TM 3 x 10 A
- de 4 a 5 kVAr: TM 3 x 16 A
- de 6 a 9 kVAr: TM 3 x 25 A
- de 10 a 15 kVAr: TM 3 x 40 A
- de 16 a 25 kVAr: TM 3 x 63 A

El capacitor para corrección centralizada debe instalarse después del interruptor general, conectando un cable a cada fase hasta la termomagnética y de allí hasta el capacitor (la conexión es en paralelo). El neutro no se conecta.

Los cables deben ser de sección adecuada. Su dimensionamiento debe hacerse teniendo en cuenta que los capacitores trifásicos toman 1,5 A por cada kVAr. Por ej. 5 kVAr toman 7,5 A. por fase y por lo tanto debiera usarse cable de 4 mm<sup>2</sup>.

Es necesario colocar a tierra los capacitores con envase metálico a través de su tornillo de fijación, el cual se encuentra en la base del mismo. También es recomendable colocar la termomagnética y los capacitores en envase metálico dentro de un gabinete para evitar cualquier contacto accidental de personas que no están acostumbradas a manejar equipos eléctricos.

Los capacitores de pequeña potencia pueden permanecer conectados también de noche cuando hay poco consumo, pero es recomendable desconectarlos con un timer de reserva de marcha durante

este período, lo cual evita la sobrecompensación, pero requiere agregar un contactor y un timer al circuito.

Los capacitores no consumen energía y por lo tanto no causan un gasto adicional en la cuenta de electricidad.

Cuando se conectan capacitores a una red de corriente alterna se produce una elevada corriente transitoria que dura tan solo unos milisegundos. Si no se la limita, en equipos de 100 kVAr o más, puede causar el deterioro rápido del banco y de los equipos de protección y maniobra.

La aparición de una corriente elevada en el momento de la conexión de un capacitor es un fenómeno que se produce debido a una característica inherente al mismo, la de tratar de mantener su tensión constante.

Antes de la conexión el capacitor se encuentra descargado, es decir con tensión cero, y cuando es conectado a la red trata de mantenerse así, por lo tanto la diferencia de tensión genera una gran corriente transitoria hasta que el capacitor se carga y su corriente se estabiliza de acuerdo a la tensión de red aplicada.

La conexión de un capacitor descargado a la red es un cortocircuito momentáneo para la misma, y la intensidad de la corriente depende de la potencia del capacitor que se conecta, de la potencia de los capacitores que estaban conectados anteriormente, los cuales tienden a descargarse sobre el que está entrando, y de la potencia de cortocircuito en el punto de conexión (ya que también se comporta como un cortocircuito para el transformador que está proveyendo energía). Por lo tanto la corriente de inserción aumentará cuanto mayor sea la potencia del capacitor que entra, de los capacitores que ya estaban conectados y del transformador.

Esta corriente puede llegar a ser hasta 100 veces la nominal del capacitor que se conecta y, obviamente, ningún capacitor está diseñado para soportarla sin sufrir una disminución de su vida útil.

Para reducir la corriente de inserción a valores seguros existen contactores especiales para maniobra de capacitores que tienen un doble juego de contactos. Cada fase tiene un contacto principal y otro avanzado en el tiempo que tiene unas resistencias en serie cuya finalidad es limitar la corriente en el momento de la conexión. Una vez finalizado el transitorio, el contacto principal puentea al contacto avanzado y a las resistencias, dejando al capacitor conectado en forma directa a la red.

Este tipo de dispositivo de limitación sólo funciona cuando es necesario, es decir, en el momento de la conexión, por lo que no genera pérdidas permanentes de energía ni genera calor, ni ocupa espacio adicional y, por sobre todas las cosas, brinda un alto grado de protección a los capacitores que no se puede alcanzar con ningún otro dispositivo.

Otra técnica empleada para limitar las corrientes de inserción en equipos automáticos, donde los pasos son de gran potencia, consiste en subdividir la potencia de cada uno de los pasos en potencias menores, cada una de ellas manejada por un contactor, y conectar los contactores dentro del mismo paso en cascada a través de contactos auxiliares. De esta manera los distintos capacitores que forman un mismo paso entrarán con una mínima diferencia, con lo cual se logra desplazar en el tiempo la ocurrencia de las corrientes de inserción, Esto es equivalente a una reducción efectiva de la corriente de inserción total del paso.

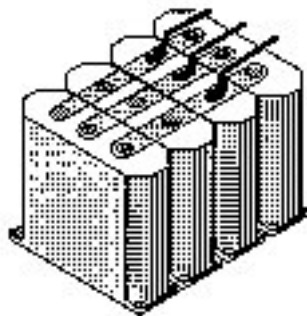
Una línea de capacitores standard del mercado es la Moduvar FP (Fuse Protection) de Elecond que se fabrica según la norma IEC 831, que está orientada a proporcionar absoluta seguridad de funcionamiento.

Poseen un dispositivo de desconexión interno que, ante alguna eventualidad es activado por la sobrepresión que se produce en el interior del envase, dejando a la unidad automáticamente desconectada de la red y eliminando el riesgo de rotura del envase.

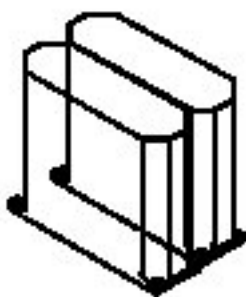
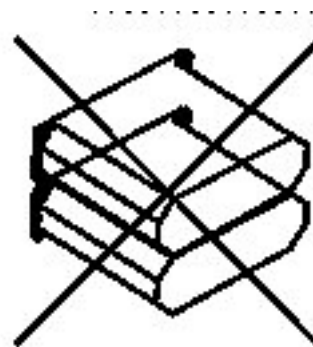
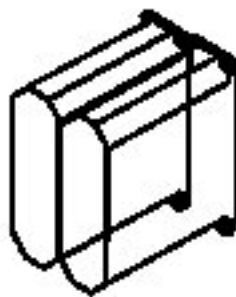
Estos capacitores se fabrican en dos modelos, uno para tensiones de servicio de 380 V. y otro para 400 V. Se debe instalar el modelo adecuado a la tensión real de servicio teniendo en cuenta la influencia de la presencia de los capacitores.

El diseño modular permite ensamblar unidades de 10 y 15 kVAr para formar baterías de hasta 60 kVAr.

Para la conexión a la red de baterías de tres unidades el cable se coloca en el capacitor central, en las de 4 unidades la conexión se realiza a alguna de las internas.



Los capacitores necesitan una buena ventilación, natural o forzada, para no exceder su límite máximo de operación (15°C entre unidades, durante 1 hora máximo). Para cumplir su expectativa de vida se recomienda no hacerlos funcionar a más de 40°C.

**CORRECTO****Permite la máxima ventilación****INCORRECTO**

Para la protección y maniobra debe usarse un interruptor y fusibles por cada batería.

Para instalaciones fijas los capacitores deben ser instalados fuera de los tableros de distribución, ya sea sobre ménsulas soporte o en gabinetes bien ventilados. Deben ser protegidos con fusibles de alta capacidad de ruptura y maniobrados con seccionadores rotativos bajo carga (en los cuales la velocidad de los contactos depende de un resorte interno) o con interruptores automáticos de gran capacidad de ruptura.

Sólo en instalaciones de baja potencia donde no se requiera más de 25 kVAr, y lejos del transformador de distribución, se puede usar como maniobra y protección termomagnéticas tipo DIN, de acuerdo a lo recomendado en la tabla siguiente:



<b>Potencia</b>	<b>In = 380 V.</b>	<b>In = 400 V.</b>	<b>Cable</b>	<b>Fusible</b>	<b>Seccionador</b>
<b>kVAr</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>mm2</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
10	15.2	14.4	6	25	TM40
15	22.8	21.6	10	35	TM40
20	30.4	28.9	10	63	TM63
25	38.0	36.1	16	63	TM63
30	45.6	43.3	16	63	63
35	53.2	50.5	16	100	125
40	60.8	57.8	25	100	125
45	68.5	65.0	25	125	125
50	76.0	72.2	25	125	200
55	83.6	79.4	35	160	200
60	91.2	86.7	35	160	200

La conexión a la red debe realizarse después del interruptor general, de manera que éste siga manteniendo su capacidad de desconectar todo aparato eléctrico de la red, incluyendo los capacitores.

En instalaciones con equipos automáticos: para corrección del factor de potencia deben estar armados en tableros aparte del de distribución y en gabinetes con ventilación forzada. Se sugiere colocar un contactor como máximo cada 25 kVAr y protegido con un juego de fusibles NH por cada contactor.

Como se dijo anteriormente, la conexión de un capacitor descargado a la red es un cortocircuito momentáneo para la misma, generándose una gran corriente de inserción que se debe limitar para no deteriorar rápidamente a capacitores y contactores.

Los capacitores tienen resistencias internas que los descargan hasta una tensión residual de 50 V en 1 minuto. Por lo tanto, los reguladores deben tener un tiempo de desconexión superior al minuto para evitar sobretensiones perjudiciales.

En caso de redes con alto contenido de corrientes armónicas tendrán que instalarse equipos de filtrado para evitar un deterioro prematuro de los capacitores y usar siempre capacitores de 400 V.

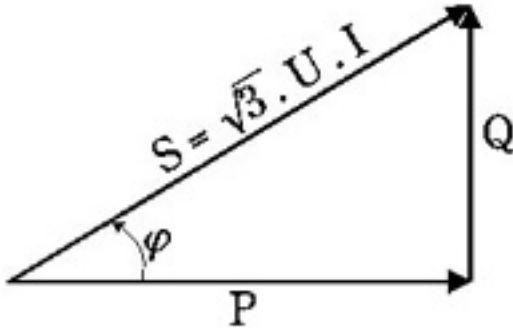
Cuando en una instalación hay una potencia instalada importante de aparatos electrónicos (variadores, UPS, etc.) se producen distorsiones en la forma de onda debido a las armónicas introducidas por ellos en la red, las que pueden perforar el dieléctrico de los condensadores.

Para reducir el efecto de las perturbaciones electromagnéticas se deberán tomar precauciones en la instalación de cables y aparatos, así como colocar filtros y condensadores adecuados.

No obstante, por ser un fenómeno relativamente nuevo es conveniente recurrir al asesoramiento de profesionales.

Para entender este problema desde un punto de vista técnico se deben analizar las expresiones que representan la potencia transportada en instalaciones de corriente alterna, es decir que se debe partir del esquema del triángulo de potencias:

Siendo:



$$Q = S \cdot \text{sen } \varphi$$

$$P = S \cdot \text{cos } \varphi$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Resulta:

$$\text{cos } \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}$$

Donde:

- P es la potencia en Watt.
- U es la tensión eficaz en Volt.
- I es la intensidad eficaz en Ampere.

- cos  $\varphi$  es el factor de potencia.
- S es la potencia aparente.
- Q es la potencia reactiva.

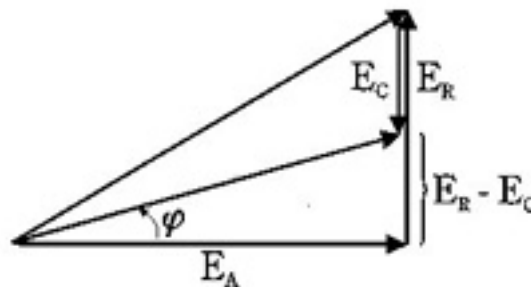
Por lo tanto:

Cos  $\varphi$  = Potencia activa / Potencia aparente.

Las distintas formas de calcular la corrección necesaria son:

**Corrección conociendo consumos de energía activa y reactiva**

Siendo:



El ángulo de  $\varphi$  corregido es:  $\text{tg } \varphi = \frac{E_R - E_C}{E_A}$

La energía capacitiva es:  $E_C = E_R - \text{tg } \varphi \cdot E_A$

La potencia capacitiva es:  $Q_C = \frac{E_C \text{ (kVArh)}}{t \text{ (hs)}}$

Siendo t las horas de consumo en el período de facturación

resulta:

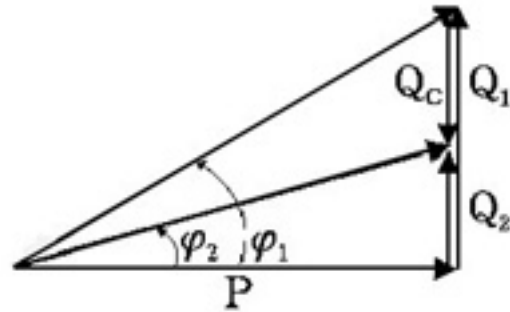
$$FP = 0.85 \implies \operatorname{tg} \varphi = 0.62$$

$$FP = 0.92 \implies \operatorname{tg} \varphi = 0.42$$

$$FP = 0.95 \implies \operatorname{tg} \varphi = 0.33$$

**Corrección conociendo las potencias activa y reactiva**

Siendo:



Donde:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{Q_1}{P}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{Q_2}{P}$$

$$Q_1 = P \cdot \operatorname{tg} \varphi_1$$

$$Q_2 = P \cdot \operatorname{tg} \varphi_2$$

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P \cdot \underbrace{(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)}_{\text{valor de la tabla}}$$

Resulta:

$$Q_c = P \cdot (\text{tabla})$$

**Corrección calculando las potencias activa y reactiva**

De la observación de los contadores de energía activa y reactiva:

$$P \text{ (kW)} = \frac{60 \text{ (min/h)} \cdot N \text{ (vueltas/min)}}{K \text{ (vueltas/kWh)}}$$

$$Q \text{ (kVAr)} = \frac{60 \text{ (min/h)} \cdot N \text{ (vueltas/min)}}{K \text{ (vueltas/kVArh)}}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Conociendo  $P$ , el  $\cos \varphi$  inicial, el  $\cos \varphi$  ideal y teniendo la tabla de corrección:

$$Q_c = P \cdot (\text{tabla})$$

Se deben usar siempre valores promedio.

**Corrección calculando potencia activa y midiendo tensión y corriente**

De la observación del medidor:

$$P \text{ (kW)} = \frac{60 \text{ (min/h)} \cdot N \text{ (vueltas/min)}}{K \text{ (vueltas/kWh)}}$$

Se debe medir U con un voltímetro e I con pinza amperométrica:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P \text{ (kW)} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U \text{ (V)} \cdot I \text{ (A)}}$$

$$Q_c = P \cdot (\text{tabla})$$

Se deben usar siempre valores promedio.

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

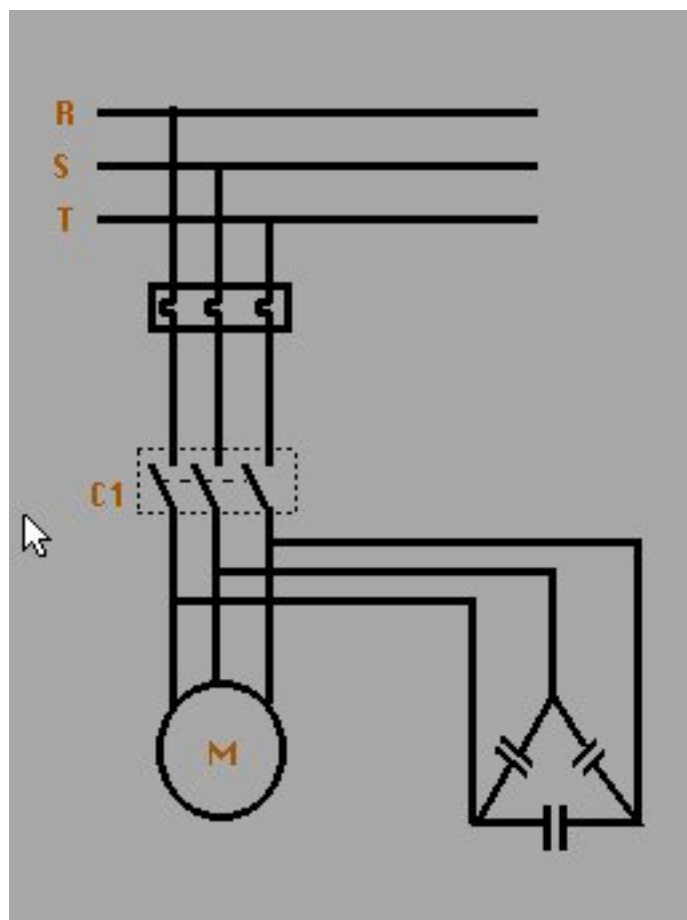
[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

El procedimiento más común para la **corrección del factor de potencia** es el empleo de capacitores que originen una potencia capacitiva cuyo efecto es contrario a la potencia inductiva. Normalmente entran en acción en forma automática cuando el factor de potencia baja por debajo de un determinado valor.



La corrección puede realizarse en forma individual (en máquinas de gran potencia) o bien por grupos de motores o en forma centralizada (para máquinas de potencias reducidas).

Las características de los principales equipos utilizados son:

#### Capacitores

Los capacitores de última generación son de baja pérdida dieléctrica (menores a 0,2 W /kVAR), dieléctrico seco, autoregenerables, ecológicos y de construcción modular. En general están constituidos por un cierto número de capacitores monofásicos elementales.

#### Bancos automáticos de capacitores

Están constituidos por capacitores, reactores limitadores de las corrientes de inserción, contactores (especialmente diseñados para manejar cargas capacitivas), fusibles de alta capacidad de ruptura, un interruptor o seccionador principal apto para maniobrar "bajo carga" la potencia total del equipo, un relé varimétrico programable con protección para condiciones de sobrecarga armónica.

#### Equipos provistos de reactores antiresonantes - filtros

Actualmente se ha generalizado en la industria el uso de diversos equipos que son fuentes de corriente armónica más o menos importantes (hornos de inducción o de arco, lámparas de descarga, variadores de velocidad, rectificadores para distintos procesos industriales, etc.).

Para mejorar el factor de potencia de instalaciones en las que parte de la carga está constituida por tales equipos, se emplean usualmente bancos automáticos de capacitores provistos de reactores antiresonantes o filtros.

## Motores sincrónicos

Los motores sincrónicos, al producir potencia reactiva, también se emplean para mejorar automáticamente el factor de potencia de la red a la cual están conectados.

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

Cuando se requiere corregir el factor de potencia en edificios deben realizarse varias consideraciones técnicas y prácticas debido a la variabilidad de las cargas, causada fundamentalmente por ascensores y bombas de agua.

Los ascensores tienen motores de aproximadamente 10 HP por lo que requieren capacitores de 3 kVAr, pero como pueden arrancar y parar en cuestión de segundos, y tienen cientos de operaciones por día, no es recomendable colocar el capacitor en bornes del motor porque la cantidad de maniobras diarias lo deterioraría en forma prematura. Se debe entonces recurrir a una corrección centralizada. También se debe tener en cuenta la simultaneidad de funcionamiento de los mismos ya que no todos los ascensores funcionan al mismo tiempo.

Como regla práctica, donde haya más de un ascensor conviene considerar que funcionan en forma permanente la cantidad total menos uno.

Con respecto a la corrección de bombas de agua trifásicas si son de 3 a 5 HP requieren 1 kVAr y si son de 6 a 10 HP 2 kVAr.

La corrección de luminarias con tubos fluorescentes requeriría 4uF para cada tubo de 40 W y 16 uF para cada tubo de 105 W.

La corrección individual en general resulta impráctica porque hay que desmontar todas las luminarias para colocarles el capacitor, por lo que resulta conveniente colocar la potencia en forma centralizada.

Por ejemplo, supongamos un edificio con dos ascensores, una bomba de agua de 5 HP y 16 tubos fluorescentes de 40 W. El cálculo de la corrección sería el siguiente:

- Ascensores ( $2 - 1 = 1$ ), 3 kVAr
- Bomba 5 HP, 1 kVAr
- Tubos ( $16 * 0,6$ ), 1 kVAr
- Total 5 kVAr

Los capacitores trifásicos de potencias hasta 25 kVAr se deben proteger con termomagnéticas de acuerdo a la siguiente tabla:

- hasta 3 kVAr: TM 3 x 10 A
- de 4 a 5 kVAr: TM 3 x 16 A
- de 6 a 9 kVAr: TM 3 x 25 A
- de 10 a 15 kVAr: TM 3 x 40 A
- de 16 a 25 kVAr: TM 3 x 63 A

El capacitor para corrección centralizada debe instalarse después del interruptor general, conectando un cable a cada fase hasta la termomagnética y de allí hasta el capacitor (la conexión es en paralelo). El neutro no se conecta.

Los cables deben ser de sección adecuada. Su dimensionamiento debe hacerse teniendo en cuenta que los capacitores trifásicos toman 1,5 A por cada kVAr. Por ej. 5 kVAr toman 7,5 A. por fase y por lo tanto debiera usarse cable de 4 mm<sup>2</sup>.

Es necesario colocar a tierra los capacitores con envase metálico a través de su tornillo de fijación, el cual se encuentra en la base del mismo. También es recomendable colocar la termomagnética y los capacitores en envase metálico dentro de un gabinete para evitar cualquier contacto accidental de personas que no están acostumbradas a manejar equipos eléctricos.

Los capacitores de pequeña potencia pueden permanecer conectados también de noche cuando hay poco consumo, pero es recomendable desconectarlos con un timer de reserva de marcha durante este período, lo cual evita la sobrecompensación, pero requiere agregar un contactor y un timer al circuito.

Los capacitores no consumen energía y por lo tanto no causan un gasto adicional en la cuenta de electricidad.





Cuando se conectan capacitores a una red de corriente alterna se produce una elevada corriente transitoria que dura tan solo unos milisegundos. Si no se la limita, en equipos de 100 kVAr o más, puede causar el deterioro rápido del banco y de los equipos de protección y maniobra.

La aparición de una corriente elevada en el momento de la conexión de un capacitor es un fenómeno que se produce debido a una característica inherente al mismo, la de tratar de mantener su tensión constante.

Antes de la conexión el capacitor se encuentra descargado, es decir con tensión cero, y cuando es conectado a la red trata de mantenerse así, por lo tanto la diferencia de tensión genera una gran corriente transitoria hasta que el capacitor se carga y su corriente se estabiliza de acuerdo a la tensión de red aplicada.

La conexión de un capacitor descargado a la red es un cortocircuito momentáneo para la misma, y la intensidad de la corriente depende de la potencia del capacitor que se conecta, de la potencia de los capacitores que estaban conectados anteriormente, los cuales tienden a descargarse sobre el que está entrando, y de la potencia de cortocircuito en el punto de conexión (ya que también se comporta como un cortocircuito para el transformador que está proveyendo energía). Por lo tanto la corriente de inserción aumentará cuanto mayor sea la potencia del capacitor que entra, de los capacitores que ya estaban conectados y del transformador.

Esta corriente puede llegar a ser hasta 100 veces la nominal del capacitor que se conecta y, obviamente, ningún capacitor está diseñado para soportarla sin sufrir una disminución de su vida útil.

Para reducir la corriente de inserción a valores seguros existen contactores especiales para maniobra de capacitores que tienen un doble juego de contactos. Cada fase tiene un contacto principal y otro avanzado en el tiempo que tiene unas resistencias en serie cuya finalidad es limitar la corriente en el momento de la conexión. Una vez finalizado el transitorio, el contacto principal puentea al contacto avanzado y a las resistencias, dejando al capacitor conectado en forma directa a la red.

Este tipo de dispositivo de limitación sólo funciona cuando es necesario, es decir, en el momento de la conexión, por lo que no genera pérdidas permanentes de energía ni genera calor, ni ocupa espacio adicional y, por sobre todas las cosas, brinda un alto grado de protección a los capacitores que no se puede alcanzar con ningún otro dispositivo.

Otra técnica empleada para limitar las corrientes de inserción en equipos automáticos, donde los pasos son de gran potencia, consiste en subdividir la potencia de cada uno de los pasos en potencias menores, cada una de ellas manejada por un contactor, y conectar los contactores dentro del mismo paso en cascada a través de contactos auxiliares. De esta manera los distintos capacitores que forman un mismo paso entrarán con una mínima diferencia, con lo cual se logra desplazar en el tiempo la ocurrencia de las corrientes de inserción, Esto es equivalente a una reducción efectiva de la corriente de inserción total del paso.

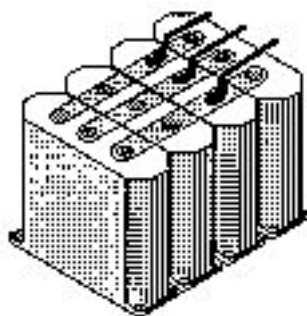
Una línea de capacitores standard del mercado es la Moduvar FP (Fuse Protection) de Elecond que se fabrica según la norma IEC 831, que está orientada a proporcionar absoluta seguridad de funcionamiento.

Poseen un dispositivo de desconexión interno que, ante alguna eventualidad es activado por la sobrepresión que se produce en el interior del envase, dejando a la unidad automáticamente desconectada de la red y eliminando el riesgo de rotura del envase.

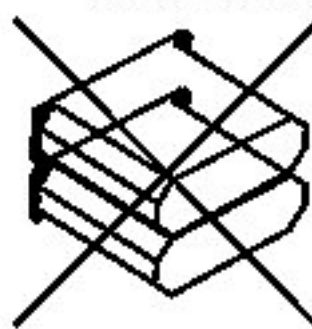
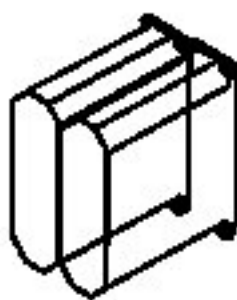
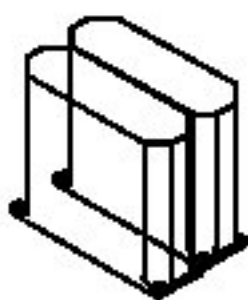
Estos capacitores se fabrican en dos modelos, uno para tensiones de servicio de 380 V. y otro para 400 V. Se debe instalar el modelo adecuado a la tensión real de servicio teniendo en cuenta la influencia de la presencia de los capacitores.

El diseño modular permite ensamblar unidades de 10 y 15 kVAr para formar baterías de hasta 60 kVAr.

Para la conexión a la red de baterías de tres unidades el cable se coloca en el capacitor central, en las de 4 unidades la conexión se realiza a alguna de las internas.



Los capacitores necesitan una buena ventilación, natural o forzada, para no exceder su límite máximo de operación (15°C entre unidades, durante 1 hora máximo). Para cumplir su expectativa de vida se recomienda no hacerlos funcionar a más de 40°C.



**CORRECTO**

**INCORRECTO**

Permite la máxima ventilación

Para la protección y maniobra debe usarse un interruptor y fusibles por cada batería.

Para instalaciones fijas los capacitores deben ser instalados fuera de los tableros de distribución, ya sea sobre ménsulas soporte o en gabinetes bien ventilados. Deben ser protegidos con fusibles de alta capacidad de ruptura y maniobrados con seccionadores rotativos bajo carga (en los cuales la velocidad de los contactos depende de un resorte interno) o con interruptores automáticos de gran capacidad de ruptura.

Sólo en instalaciones de baja potencia donde no se requiera más de 25 kVAr, y lejos del transformador de distribución, se puede usar como maniobra y protección termomagnéticas tipo DIN, de acuerdo a lo recomendado en la tabla siguiente:

<b>Potencia</b> kVAr	<b>In = 380 V.</b> A	<b>In = 400 V.</b> A	<b>Cable</b> mm2	<b>Fusible</b> A	<b>Seccionador</b> A
10	15.2	14.4	6	25	TM40

15	22.8	21.6	10	35	TM40
20	30.4	28.9	10	63	TM63
25	38.0	36.1	16	63	TM63
30	45.6	43.3	16	63	63
35	53.2	50.5	16	100	125
40	60.8	57.8	25	100	125
45	68.5	65.0	25	125	125
50	76.0	72.2	25	125	200
55	83.6	79.4	35	160	200
60	91.2	86.7	35	160	200

La conexión a la red debe realizarse después del interruptor general, de manera que éste siga manteniendo su capacidad de desconectar todo aparato eléctrico de la red, incluyendo los capacitores.

En instalaciones con equipos automáticos: para corrección del factor de potencia deben estar armados en tableros aparte del de distribución y en gabinetes con ventilación forzada. Se sugiere colocar un contactor como máximo cada 25 kVAr y protegido con un juego de fusibles NH por cada contactor.

Como se dijo anteriormente, la conexión de un capacitor descargado a la red es un cortocircuito momentáneo para la misma, generándose una gran corriente de inserción que se debe limitar para no deteriorar rápidamente a capacitores y contactores.

Los capacitores tienen resistencias internas que los descargan hasta una tensión residual de 50 V en 1 minuto. Por lo tanto, los reguladores deben tener un tiempo de desconexión superior al minuto para evitar sobretensiones perjudiciales.

En caso de redes con alto contenido de corrientes armónicas tendrán que instalarse equipos de filtrado para evitar un deterioro prematuro de los capacitores y usar siempre capacitores de 400 V.

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

Cuando en una instalación hay una potencia instalada importante de aparatos electrónicos (variadores, UPS, etc.) se producen distorsiones en la forma de onda debido a las armónicas introducidas por ellos en la red, las que pueden perforar el dieléctrico de los condensadores.

Para reducir el efecto de las perturbaciones electromagnéticas se deberán tomar precauciones en la instalación de cables y aparatos, así como colocar filtros y condensadores adecuados.

No obstante, por ser un fenómeno relativamente nuevo es conveniente recurrir al asesoramiento de profesionales.

[memú](#) [índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)



## Ensayos sobre las instalaciones

*Cap.7*



**1 Herramientas para el trabajo eléctrico**



**2 Instrumentos de medición**



**3 Inspección Inicial de las instalaciones**



**4 Ensayos sobre las instalaciones - Prueba de continuidad eléctrica**



**5 Ensayos sobre las instalaciones - Prueba de la aislación**



**6 Ensayos sobre las instalaciones - Prueba de caída de tensión**



**7 Ensayos sobre las instalaciones - Ensayo al calentamiento**



**8 Ensayos sobre las instalaciones - Resistencia del electrodo de tierra**

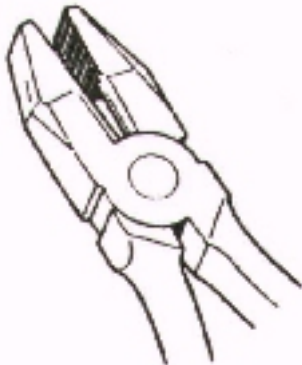


**9 Reparaciones en instalaciones eléctricas**

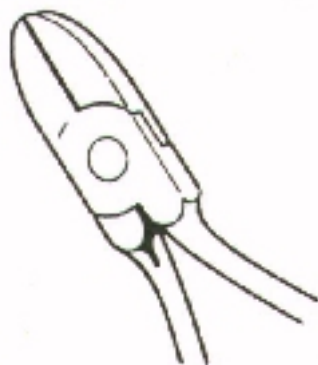
La mayor parte de los trabajos eléctricos se puede realizar con herramientas comunes como alicates, destornilladores, martillos, etc., sin embargo, para un trabajo profesional es conveniente recurrir a herramientas especialmente diseñadas para trabajos específicos, entre ellas podemos mencionar:

<b>De uso general</b>	Pinzas, destornilladores, martillos, llaves, pruebasfases, etc.
<b>Para pelar alambres y cables</b>	Cuchillos, rasgadores y pinzas pelacables.
<b>Para soldar</b>	Soldadores de llama y soldadores eléctricos.
<b>Para guiar alambres y cables</b>	Guías de acero o plásticas.
<b>Para agujerear</b>	Taladros, cinceles, barrenas, etc.
<b>Para doblar conductos o caños</b>	Dobladoras de tubos.
<b>Para cortar conductos o caños</b>	Cortadoras de tubos.
<b>Para roscar conductos o caños</b>	Terrajas
<b>Para usos varios</b>	Metros, trazadores, plomadas, niveles, tenazas, limas, escaleras, etc.

Por tratarse en general de herramientas ampliamente conocidas sólo haremos una breve descripción de las pinzas o alicates, que de acuerdo a su forma pueden servir para apretar, cortar o doblar. Las más comunes son:

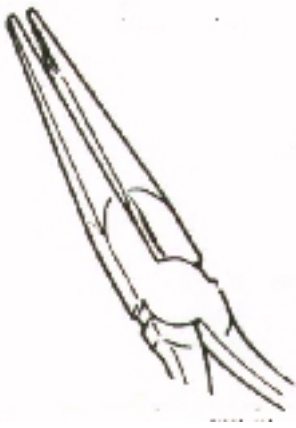


Las pinzas universales o de electricista sirven para apretar, cortar o doblar. Tienen también mangos recubiertos con aislante grueso para comodidad y seguridad en el trabajo. Las mandíbulas de las pinzas universales son grandes a efectos de sostener firmemente los alambres que se deben torcer para efectuar amarres o empalmes.



Las pinzas de corte (diagonal o lateral) son alicates con superficies acuñadas para cortar y pelar hilos y alambres cuando se quiere realizar la operación con herramientas de tipo general.

Las pinzas de punta plana (largas o cortas) son alicates con superficie de contacto totalmente planas



*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)



La mayor parte de los trabajos eléctricos se puede realizar con herramientas comunes como alicates, destornilladores, martillos, etc., sin embargo, para un trabajo profesional es conveniente recurrir a herramientas especialmente diseñadas para trabajos específicos, entre ellas podemos mencionar:

**De uso general** Pinzas, destornilladores, martillos, llaves, pruebasfases, etc.

**Para pelar alambres y cables** Cuchillos, rasgadores y pinzas pelacables.

**Para soldar** Soldadores de llama y soldadores eléctricos.

**Para guiar alambres y cables** Guías de acero o plásticas.

**Para agujerear** Taladros, cinceles, barrenas, etc.

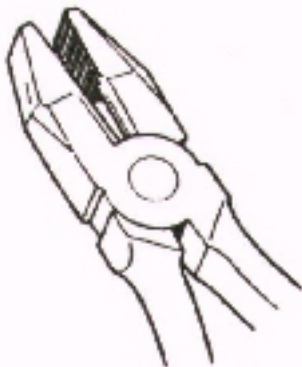
**Para doblar conductos o caños** Dobladoras de tubos.

**Para cortar conductos o caños** Cortadoras de tubos.

**Para roscar conductos o caños** Terrajas

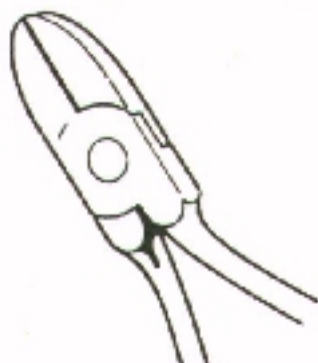
**Para usos varios** Metros, trazadores, plomadas, niveles, tenazas, limas, escaleras, etc.

Por tratarse en general de herramientas ampliamente conocidas sólo haremos una breve descripción de las pinzas o alicates, que de acuerdo a su forma pueden servir para apretar, cortar o doblar. Las más comunes son:

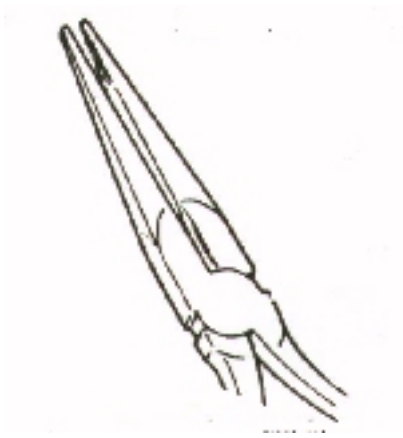


Las pinzas universales o de electricista sirven para apretar, cortar o doblar. Tienen también mangos recubiertos con aislante grueso para comodidad y seguridad en el trabajo.

Las mandíbulas de las pinzas universales son grandes a efectos de sostener firmemente los alambres que se deben torcer para efectuar amarres o empalmes.



Las pinzas de corte (diagonal o lateral) son alicates con superficies acuñadas para cortar y pelar hilos y alambres cuando se quiere realizar la operación con herramientas de tipo general.



Las pinzas de punta plana (largas o cortas) son alicates con superficie de contacto totalmente planas

Anteriormente decíamos que la electricidad no podemos verla, no obstante, magnitudes eléctricas como la tensión, la corriente, la resistencia y la potencia pueden medirse con instrumentos llamados medidores. Se emplean, principalmente, tres instrumentos de medición:

- **Amperímetro**, para medir intensidad de corriente (Ampere).
- **Voltímetro**, para medir tensiones eléctricas (Volt).
- **Ohmetro**, para medir resistencia (ohm).

Estos pueden venir como instrumentos individuales o formar parte de un multímetro, que es un instrumento con un indicador único, pero diferentes circuitos internos para medir voltaje, corriente y resistencia. Los multímetros pueden ser tanto analógicos como digitales.

Los instrumentos especificados para corriente continua se utilizan solamente con circuitos eléctricos de continua (DC). Uno de los bornes tiene una marca (+) que indica que debe conectarse al polo positivo del circuito, el otro lleva la marca (-) y debe conectarse al polo negativo del circuito.

De la misma manera, los instrumentos especificados para corriente alterna se emplean sólo con corriente alterna (AC). Sus bornes no necesitan ninguna indicación de polaridad. Existen instrumentos especificados para ambos tipos de corrientes.

Las características de los instrumentos de uso más corriente son:

#### **Multímetros digitales**

Se caracterizan por poseer una pantalla numérica que da automáticamente la lectura en forma numérica, la polaridad y la unidad de medida. En muchos modelos se puede medir también frecuencia, capacitancias, inductancias y otras magnitudes. Se componen básicamente de un display LCD, una perilla selectora y los bornes para conectar las puntas de prueba. Si bien son más modernos que los analógicos, éstos aún continúan siendo muy comunes por su sencillez, portabilidad y tamaño compacto.

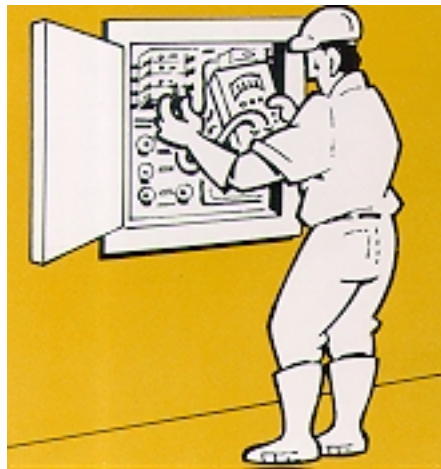
#### **Pinza voltamperométrica**

Permite efectuar con facilidad mediciones de tensión o corriente (alterna o continua) sin necesidad de abrir o interrumpir los circuitos. Consta básicamente de una pinza, un dispositivo indicador, un selector de escala y unas puntas de prueba. La pinza se compone de dos piezas metálicas o mordazas recubiertas por material aislante que se mantienen unidas por la acción de un resorte; una de las piezas es móvil y se separa de la parte fija mediante un botón o palanca, permitiendo rodear el conductor cuya corriente se desea medir.

#### **Ohmetros**

Sirve para medir resistencias (ohm) y consta básicamente de una caja que aloja todos los componentes, un instrumento con escala digital o analógica calibrada en ohm, un conmutador de rangos de selección, una perilla reguladora de ajuste en cero (en el caso de los analógicos) y dos bornes de conexión con puntas de prueba. Los ohmetros se conectan luego de desconectar la fuente de energía.

Las instalaciones eléctricas deberán ser objeto de una inspección inicial previa a su puesta en servicio o al realizar una alteración y revisiones periódicas a intervalos preestablecidos.



Durante la realización de los mismos se deben tomar precauciones que garanticen la seguridad de las personas y que eviten daños a los equipamientos y propiedades. Las mismas se dividen en tres grandes grupos:

### **1. Inspección visual**

Comprende:

- Cumplimiento de las normas IRAM de todos los elementos componentes de la instalación, a través del grabado que presentan los materiales o de los catálogos de los fabricantes. Por ejemplo la verificación de que en los conductores embutidos se indique la norma IRAM 2183.
- Correcto conexionado de la instalación de puesta a tierra (Iram 2281).
- Existencia en todos los toma - corrientes de la conexión del conductor de protección de su borne de puesta a tierra (IRAM 2071).
- Operación mecánica correcta de los aparatos de maniobra y protección.
- Acción eficaz de los enclavamientos de los aparatos de maniobra y protección.
- Comprobación de la correcta ejecución de las uniones eléctricas de los conductores.
- Correspondencia entre los colores de los conductores activos, neutro y de protección con los establecidos en el código de colores, es decir colores castaño, negro, rojo y celeste para las fases R, S, T y Neutro, respectivamente y color verde/amarillo para el conductor de protección. La reglamentación permite otros colores para los conductores de fase que no sean celeste verde o amarillo, los que están expresamente prohibidos.
- Comprobación de la ubicación, características constructivas e inscripciones indicativas del tablero principal y tableros seccionales.

## **2. Conformidad con el proyecto**

Es un tipo de inspección visual que apunta a verificar la correspondencia de los elementos instalados con los indicados en los planos y las correspondientes memorias técnicas. Entre ellas se puede mencionar:

- Verificación de la ubicación y destino de los circuitos, secciones de los conductores activos.
- Dimensiones y características de los materiales de las canalizaciones.
- Sección del conductor de protección.
- Características nominales de los aparatos de maniobra, seccionamiento y protección.

## **3. Mediciones**

Permiten asegurar la confiabilidad de las instalaciones así como comparar los valores obtenidos con los calculados.

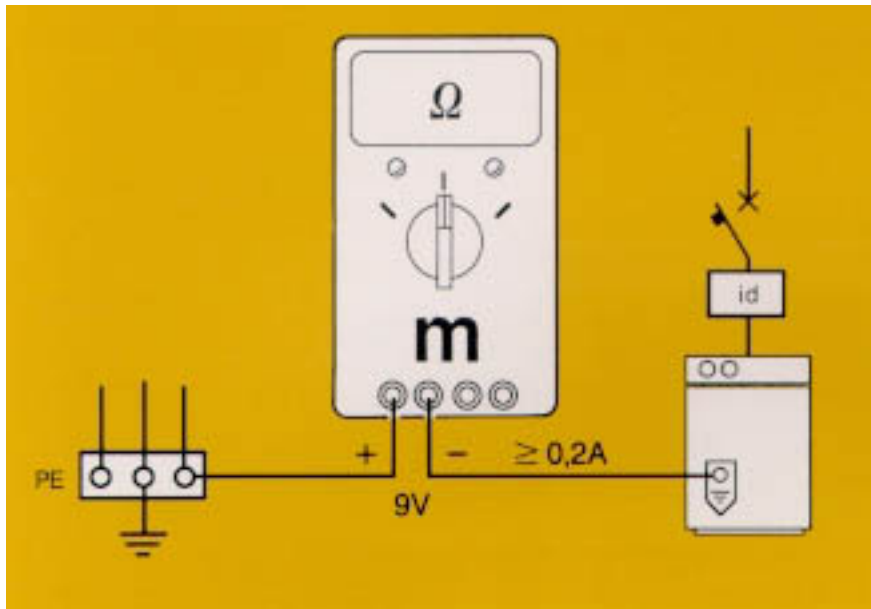
Las mediciones propuestas en el Reglamento de la A. E. A. y otros Reglamentos internacionales son:

- Continuidad eléctrica de los conductores activos y de protección.
- Resistencia de aislación de la instalación eléctrica. Permite constatar el estado de los conductores luego del cableado y conexión, previniendo así eventuales fallas de aislación. Adicionalmente se recomienda verificar la resistencia eléctrica de pisos y paredes.
- Caída de tensión.
- Ensayo al calentamiento.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.

### Frecuencia recomendada para las inspecciones:

- Viviendas unifamiliares o en propiedad horizontal: cada 5 años.
- Edificios comerciales o de oficinas: cada 3 años.
- Cines, teatros u otros destinados a concentraciones de personas: cada 2 años.
- Edificios o locales con peligro de incendio: cada año.

Debe verificarse que los conductores no se hayan cortado durante su instalación y que las cañerías y cajas tengan continuidad metálica para su puesta a tierra. Este ensayo se realiza con un ohmetro (también llamado multímetro) de tensión menor a 12 V., con una corriente superior a 0,2 A, debiendo verificarse que, colocando las puntas de prueba de dicho instrumento, en ambos extremos del circuito a medir, la lectura sea igual a cero.



En el ejemplo el ensayo se realiza con un multímetro alimentado con una batería de 9 V., corriente superior a 0,2 A y medición con fondo de escala de 0,1 ohm.

Debe comprobarse si los conductores con respecto a tierra o a otro conductor están dentro de las normas, que establecen que la aislación debe tener una resistencia de 1000 veces la tensión de servicio (por ej. una tensión de 220 V. debe tener una resistencia de 220000 Ohm). Estas mediciones se hacen con un megóhmetro, que da directamente la medición de la resistencia.

Normalmente se verifica que una instalación, para estar correctamente realizada, tenga una resistencia de aislación de 500000 Ohm. (0,5 M Ohm).

Las mediciones a efectuar en sistemas trifásicos incluyen:

- Entre conductores de fase.
- Entre conductores de fase unidos entre sí y neutro.
- Entre conductores de fase unidos entre sí y conductor de protección.
- Entre conductor neutro y conductor de protección.

Para instalaciones monofásicas se realizan:

- Entre fase y neutro.
- Entre fase y conductor de protección.
- Entre neutro y conductor de protección.

Debe verificarse a lo largo de las líneas seccionales. Se hace midiendo con un voltímetro la tensión de una fase con respecto a tierra o entre fases, primero en las cercanías del medidor y luego a lo largo de toda la línea hasta el final de los circuitos.

Esta prueba debe hacerse a plena carga, o sea con todos los aparatos funcionando y, como ya se dijo, no debe superar al 5 % en instalaciones domiciliarias.



Debe efectuarse a plena carga con todos los equipos conectados, a fin de verificar si se produce calentamiento en los conductores y en los interruptores como consecuencia de mal cálculo o de falsos contactos.

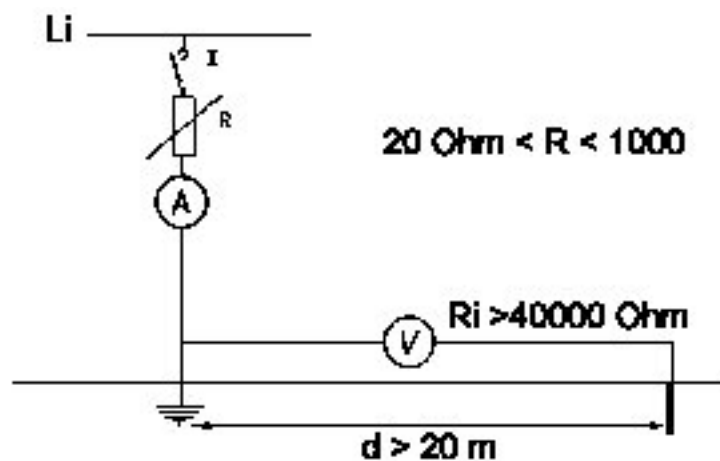
El calentamiento, cuando es excesivo deteriora rápidamente las aislaciones, siendo necesario proceder al recambio de los conductores afectados. El control se realiza con un termómetro, aunque normalmente se realiza al tacto, con la palma de la mano.

Debe comprobarse si la resistencia con respecto a tierra está dentro de las normas, esto es  $< 10$  Ohm (preferentemente no mayor de 5 Ohm)

La medición de la resistencia de puesta a tierra se efectuará preferentemente de acuerdo a la norma IRAM 2281 - Parte I. Alternativamente se podrá utilizar el método que se esquematiza en la figura, empleando una resistencia variable entre 20 y 100 Ohm, un amperímetro, un voltímetro con resistencia interna superior a 40000 Ohm (apto para medir una tensión entre 0 y 5 V) y una sonda enterrada a una profundidad de 0,5 m. y a una distancia no menor de 20 m. de la puesta a tierra.

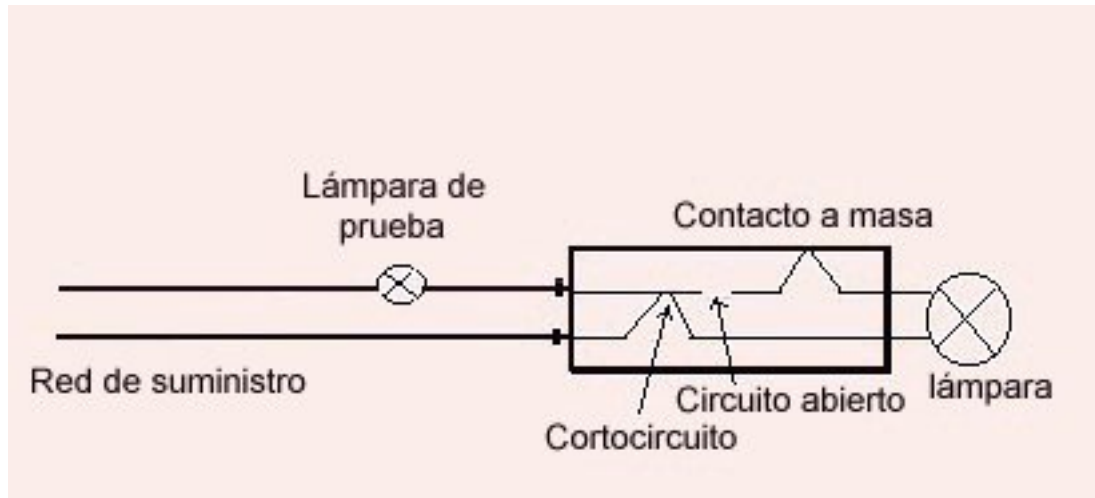
El valor de la puesta a tierra se obtiene mediante el cociente entre la tensión y la intensidad de corriente, medidas con el voltímetro y el amperímetro respectivamente.

Cuando se aplica este método se debe tener en cuenta que pueden existir tensiones espurias provocadas por corrientes vagabundas en el terreno, capaces de alterar la medición. Por ello, abriendo el interruptor debe verificarse que la lectura del voltímetro sea nula o despreciable; si no es el método no es aplicable.



.Para partes de la instalación no cubiertas por protección diferencial se deben arbitrar los medios para que la tensión de contacto directo no supere los 24 V.

En forma elemental pueden detectarse fallas mediante un elemento denominado probador, consistente en una lámpara (del mismo voltaje que la fuente de alimentación) que se conecta a la instalación, las distintas fallas que se pueden dar son:



- Circuito normal: la lámpara queda conectada en serie por lo que enciende a medio brillo.
- Cortocircuito: la lámpara enciende a pleno.
- Circuito abierto: la lámpara no enciende.
- Contacto a masa: uniendo el cable y la cubierta metálica la lámpara enciende.

Para detectar una falla (cortocircuito) en ese circuito se puede reemplazar al fusible quemado por la lámpara de prueba; partiendo de dicho punto se abre el circuito sucesivamente en los puntos accesibles, pudiendo pasar que:

- Hasta no pasar del punto en corto cada desconexión de un terminal hará que se apague la lámpara.
- Tan pronto se pase del cortocircuito toda apertura de los terminales siguientes no hará que se apague la lámpara.

Por el contrario, si al reconectar el interruptor principal la lámpara enciende totalmente, ello significa que el cortocircuito se produjo en el caño principal.

Anteriormente decíamos que la electricidad no podemos verla, no obstante, magnitudes eléctricas como la tensión, la corriente, la resistencia y la potencia pueden medirse con instrumentos llamados medidores. Se emplean, principalmente, tres instrumentos de medición:

- **Amperímetro**, para medir intensidad de corriente (Ampere).
- **Voltímetro**, para medir tensiones eléctricas (Volt).
- **Ohmetro**, para medir resistencia (ohm).

Estos pueden venir como instrumentos individuales o formar parte de un multímetro, que es un instrumento con un indicador único, pero diferentes circuitos internos para medir voltaje, corriente y resistencia. Los multímetros pueden ser tanto analógicos como digitales.

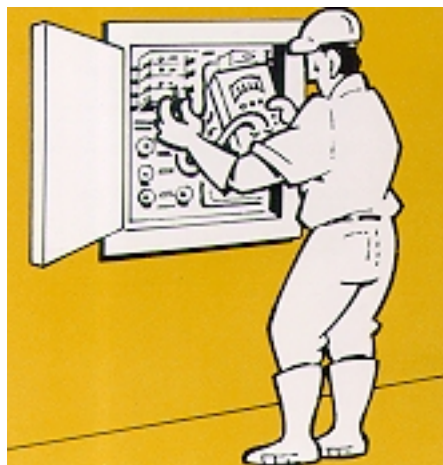
Los instrumentos especificados para corriente continua se utilizan solamente con circuitos eléctricos de continua (DC). Uno de los bornes tiene una marca (+) que indica que debe conectarse al polo positivo del circuito, el otro lleva la marca (-) y debe conectarse al polo negativo del circuito.

De la misma manera, los instrumentos especificados para corriente alterna se emplean sólo con corriente alterna (AC). Sus bornes no necesitan ninguna indicación de polaridad. Existen instrumentos especificados para ambos tipos de corrientes.

Las características de los instrumentos de uso más corriente son:

- Multímetros digitales** Se caracterizan por poseer una pantalla numérica que da automáticamente la lectura en forma numérica, la polaridad y la unidad de medida. En muchos modelos se puede medir también frecuencia, capacitancias, inductancias y otras magnitudes. Se componen básicamente de un display LCD, una perilla selectora y los bornes para conectar las puntas de prueba. Si bien son más modernos que los analógicos, éstos aún continúan siendo muy comunes por su sencillez, portabilidad y tamaño compacto.
- Pinza voltamperométrica** Permite efectuar con facilidad mediciones de tensión o corriente (alterna o continua) sin necesidad de abrir o interrumpir los circuitos. Consta básicamente de una pinza, un dispositivo indicador, un selector de escala y unas puntas de prueba. La pinza se compone de dos piezas metálicas o mordazas recubiertas por material aislante que se mantienen unidas por la acción de un resorte; una de las piezas es móvil y se separa de la parte fija mediante un botón o palanca, permitiendo rodear el conductor cuya corriente se desea medir.
- Ohmetros** Sirve para medir resistencias (ohm) y consta básicamente de una caja que aloja todos los componentes, un instrumento con escala digital o analógica calibrada en ohm, un conmutador de rangos de selección, una perilla reguladora de ajuste en cero (en el caso de los analógicos) y dos bornes de conexión con puntas de prueba. Los ohmetros se conectan luego de desconectar la fuente de energía.

Las instalaciones eléctricas deberán ser objeto de una inspección inicial previa a su puesta en servicio o al realizar una alteración y revisiones periódicas a intervalos preestablecidos.



Durante la realización de los mismos se deben tomar precauciones que garanticen la seguridad de las personas y que eviten daños a los equipamientos y propiedades. Las mismas se dividen en tres grandes grupos:

### **1. Inspección visual**

Comprende:

- Cumplimiento de las normas IRAM de todos los elementos componentes de la instalación, a través del grabado que presentan los materiales o de los catálogos de los fabricantes. Por ejemplo la verificación de que en los conductores embutidos se indique la norma IRAM 2183.
- Correcto conexionado de la instalación de puesta a tierra (Iram 2281).
- Existencia en todos los toma - corrientes de la conexión del conductor de protección de su borne de puesta a tierra (IRAM 2071).
- Operación mecánica correcta de los aparatos de maniobra y protección.
- Acción eficaz de los enclavamientos de los aparatos de maniobra y protección.
- Comprobación de la correcta ejecución de las uniones eléctricas de los conductores.
- Correspondencia entre los colores de los conductores activos, neutro y de protección con los establecidos en el código de colores, es decir colores castaño, negro, rojo y celeste para las fases R, S, T y Neutro, respectivamente y color verde/amarillo para el conductor de protección. La reglamentación permite otros colores para los conductores de fase que no sean celeste verde o amarillo, los que están expresamente prohibidos.
- Comprobación de la ubicación, características constructivas e inscripciones indicativas del tablero principal y tableros seccionales.

### **2. Conformidad con el proyecto**

Es un tipo de inspección visual que apunta a verificar la correspondencia de los elementos instalados con los indicados en los planos y las correspondientes memorias técnicas. Entre ellas se puede mencionar:

- Verificación de la ubicación y destino de los circuitos, secciones de los conductores activos.
- Dimensiones y características de los materiales de las canalizaciones.
- Sección del conductor de protección.
- Características nominales de los aparatos de maniobra, seccionamiento y protección.

### 3. Mediciones

Permiten asegurar la confiabilidad de las instalaciones así como comparar los valores obtenidos con los calculados.

Las mediciones propuestas en el Reglamento de la A. E. A. y otros Reglamentos internacionales son:

- Continuidad eléctrica de los conductores activos y de protección.
- Resistencia de aislación de la instalación eléctrica. Permite constatar el estado de los conductores luego del cableado y conexión, previniendo así eventuales fallas de aislación. Adicionalmente se recomienda verificar la resistencia eléctrica de pisos y paredes.
- Caída de tensión.
- Ensayo al calentamiento.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.

Frecuencia recomendada para las inspecciones:

- Viviendas unifamiliares o en propiedad horizontal: cada 5 años.
- Edificios comerciales o de oficinas: cada 3 años.
- Cines, teatros u otros destinados a concentraciones de personas: cada 2 años.
- Edificios o locales con peligro de incendio: cada año.

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

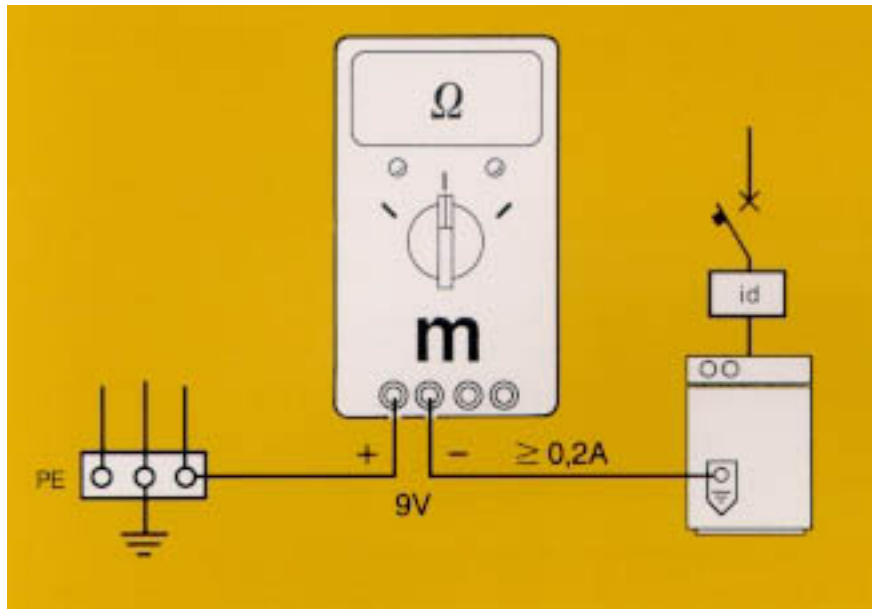
[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

Debe verificarse que los conductores no se hayan cortado durante su instalación y que las cañerías y cajas tengan continuidad metálica para su puesta a tierra. Este ensayo se realiza con un ohmetro (también llamado multímetro) de tensión menor a 12 V., con una corriente superior a 0,2 A, debiendo verificarse que, colocando las puntas de prueba de dicho instrumento, en ambos extremos del circuito a medir, la lectura sea igual a cero.



En el ejemplo el ensayo se realiza con un multímetro alimentado con una batería de 9 V., corriente superior a 0,2 A y medición con fondo de escala de 0,1 ohm.

Debe comprobarse si los conductores con respecto a tierra o a otro conductor están dentro de las normas, que establecen que la aislación debe tener una resistencia de 1000 veces la tensión de servicio (por ej. una tensión de 220 V. debe tener una resistencia de 220000 Ohm). Estas mediciones se hacen con un megómetro, que da directamente la medición de la resistencia.

Normalmente se verifica que una instalación, para estar correctamente realizada, tenga una resistencia de aislación de 500000 Ohm. (0,5 M Ohm).

Las mediciones a efectuar en sistemas trifásicos incluyen:

- Entre conductores de fase.
- Entre conductores de fase unidos entre sí y neutro.
- Entre conductores de fase unidos entre sí y conductor de protección.
- Entre conductor neutro y conductor de protección.

Para instalaciones monofásicas se realizan:

- Entre fase y neutro.
- Entre fase y conductor de protección.
- Entre neutro y conductor de protección.



Debe verificarse a lo largo de las líneas seccionales. Se hace midiendo con un voltímetro la tensión de una fase con respecto a tierra o entre fases, primero en las cercanías del medidor y luego a lo largo de toda la línea hasta el final de los circuitos.

Esta prueba debe hacerse a plena carga, o sea con todos los aparatos funcionando y, como ya se dijo, no debe superar al 5 % en instalaciones domiciliarias.

[menú](#) [índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)

Debe efectuarse a plena carga con todos los equipos conectados, a fin de verificar si se produce calentamiento en los conductores y en los interruptores como consecuencia de mal cálculo o de falsos contactos.

El calentamiento, cuando es excesivo deteriora rápidamente las aislaciones, siendo necesario proceder al recambio de los conductores afectados. El control se realiza con un termómetro, aunque normalmente se realiza al tacto, con la palma de la mano.

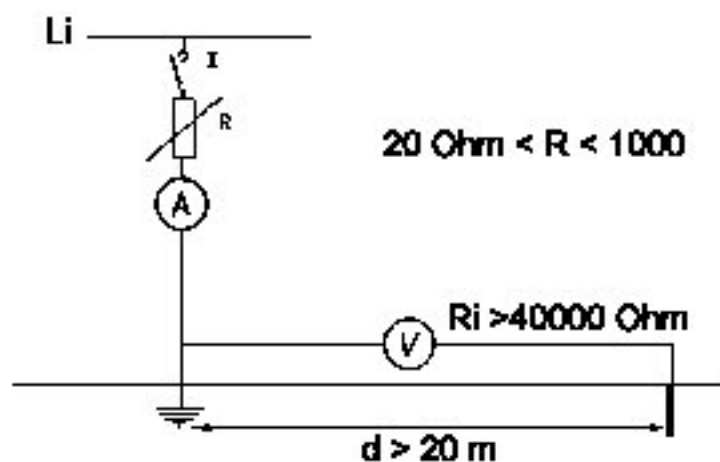
[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)

Debe comprobarse si la resistencia con respecto a tierra está dentro de las normas, esto es  $< 10$  Ohm (preferentemente no mayor de 5 Ohm)

La medición de la resistencia de puesta a tierra se efectuará preferentemente de acuerdo a la norma IRAM 2281 - Parte I. Alternativamente se podrá utilizar el método que se esquematiza en la figura, empleando una resistencia variable entre 20 y 100 Ohm, un amperímetro, un voltímetro con resistencia interna superior a 40000 Ohm (apto para medir una tensión entre 0 y 5 V) y una sonda enterrada a una profundidad de 0,5 m. y a una distancia no menor de 20 m. de la puesta a tierra.

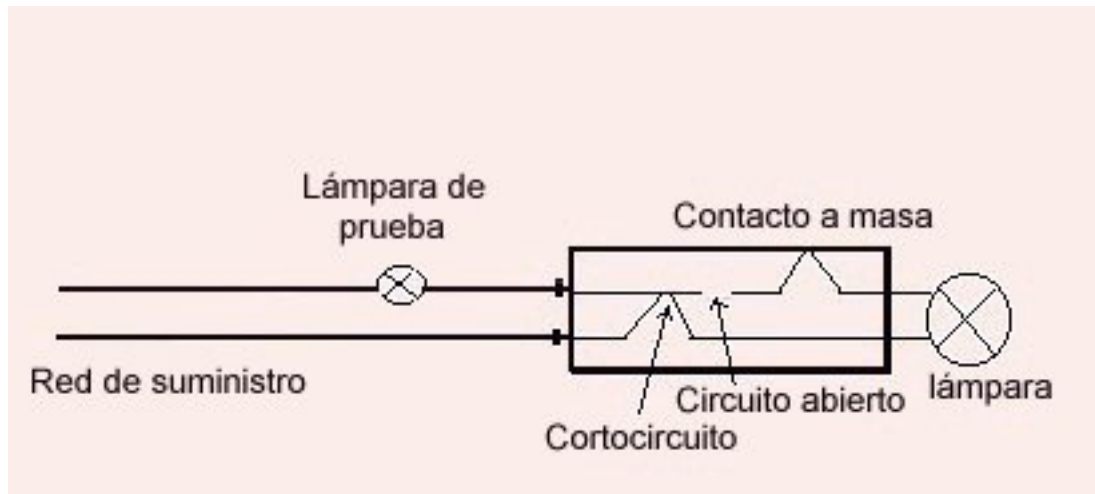
El valor de la puesta a tierra se obtiene mediante el cociente entre la tensión y la intensidad de corriente, medidas con el voltímetro y el amperímetro respectivamente.

Cuando se aplica este método se debe tener en cuenta que pueden existir tensiones espurias provocadas por corrientes vagabundas en el terreno, capaces de alterar la medición. Por ello, abriendo el interruptor debe verificarse que la lectura del voltímetro sea nula o despreciable; si no lo es el método no es aplicable.



.Para partes de la instalación no cubiertas por protección diferencial se deben arbitrar los medios para que la tensión de contacto directo no supere los 24 V.

En forma elemental pueden detectarse fallas mediante un elemento denominado probador, consistente en una lámpara (del mismo voltaje que la fuente de alimentación) que se conecta a la instalación, las distintas fallas que se pueden dar son:



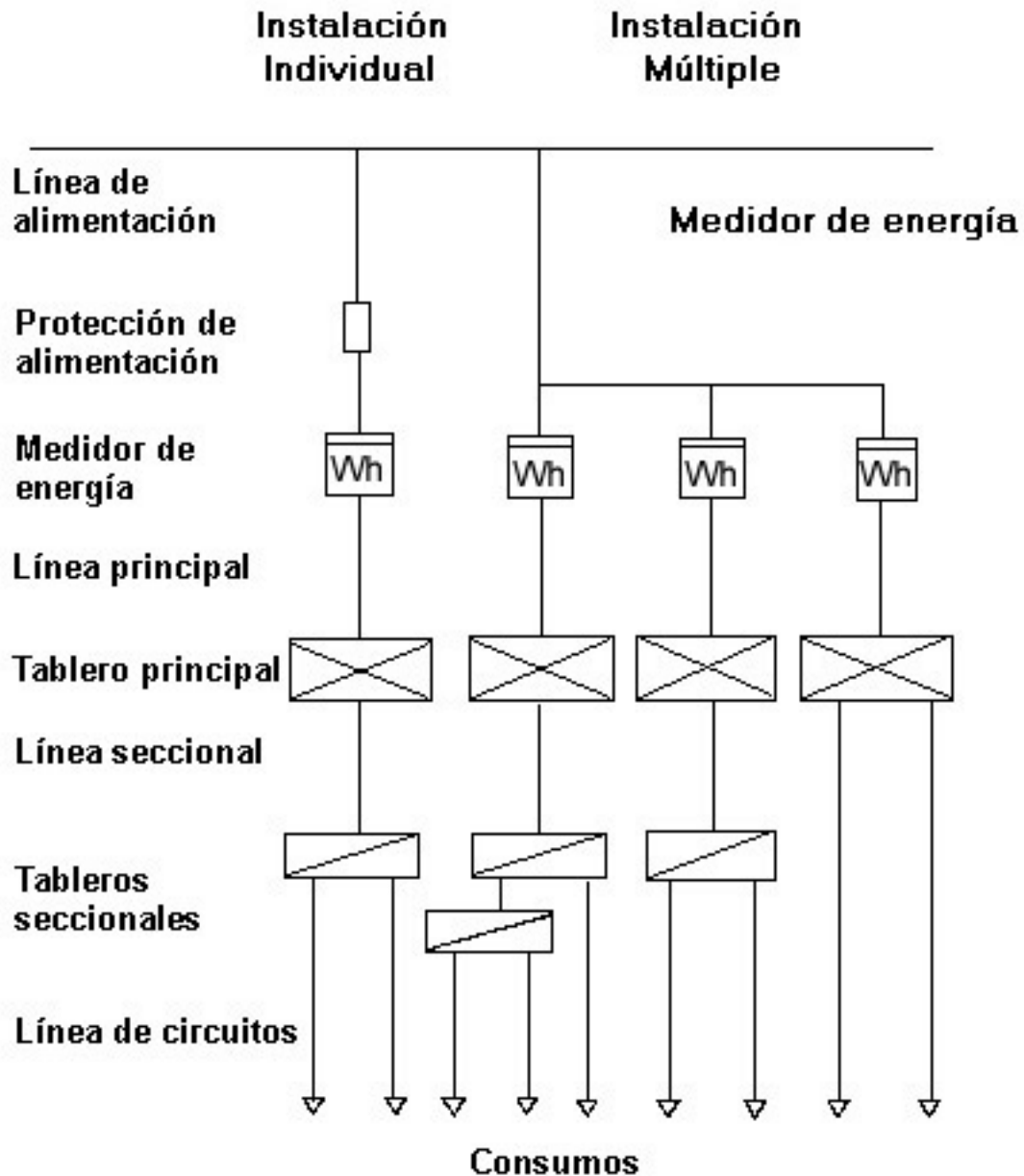
- Circuito normal: la lámpara queda conectada en serie por lo que enciende a medio brillo.
- Cortocircuito: la lámpara enciende a pleno.
- Circuito abierto: la lámpara no enciende.
- Contacto a masa: uniendo el cable y la cubierta metálica la lámpara enciende.

Para detectar una falla (cortocircuito) en ese circuito se puede reemplazar al fusible quemado por la lámpara de prueba; partiendo de dicho punto se abre el circuito sucesivamente en los puntos accesibles, pudiendo pasar que:

- Hasta no pasar del punto en corto cada desconexión de un terminal hará que se apague la lámpara.
- Tan pronto se pase del cortocircuito toda apertura de los terminales siguientes no hará que se apague la lámpara.

Por el contrario, si al reconectar el interruptor principal la lámpara enciende totalmente, ello significa que el cortocircuito se produjo en el caño principal.

El Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina dispone el siguiente esquema general al que deben ajustarse las instalaciones eléctricas en inmuebles



Para el cálculo de la instalación el citado Reglamento prevee una serie de reglas, entre las que se puede citar:

- El "Grado de Electrificación".
- El "Número de Circuitos Necesarios".
- Los "Puntos Mínimos de Utilización".

De acuerdo a los consumos previstos y a la demanda de potencia máxima simultánea, la reglamentación prevee tres grados de electrificación para una unidad de vivienda:

<b>Grado de electrificación</b>	<b>Consumo</b>	<b>Tipo de inmueble al que se corresponde</b>
Mínimo	< a 3000 V A	Hasta 60 m2
Medio	de 3000 a 6000 V A	Hasta 150 m2
Elevado	> a 6000 V A	Mayores de 150 m2

El número mínimo de circuitos que se deben prever también está determinado por el grado de electrificación, según el siguiente detalle:

<b>Grado de Electrificación</b>	<b>Circuitos necesarios</b>		
	<b>Bocas de alumbrado</b>	<b>Tomacorrientes</b>	<b>Usos especiales</b>
Mínima	1	1	-
Media	1	1	1
Elevada	2	2	2

Se advierte que aún en el caso mínimo se solicitan dos circuitos, uno para alumbrado y otro para toma corrientes. Ello permite que en caso de falla de alguno de ellos el local siempre pueda ser alimentado por el otro.

Asimismo, permite reforzar el circuito de toma corrientes, en donde generalmente existe una indefinición en el tipo de aparatos que se van a conectar. No obstante, a efectos de no recargar las líneas no se admiten más de 15 bocas de salida por circuito.

Se permite que las líneas de los circuitos de alumbrado y toma corrientes estén alojadas en una misma cañería, pero no deben alimentar una misma boca de salida. Por lo tanto, en bocas de salida mixtas (interruptor y toma corriente) cada una de ellas debe estar conectada al circuito de alimentación correspondiente.

Se consideran casos especiales, y deberán estar en cañerías independientes, aquellos con cargas individuales superiores a 8 A en 220 V c a. (Ej. los de aire acondicionado). Se deben proyectar todos los toma corrientes necesarios para los lugares de empleo de equipos.

Dentro de cada cañería se pueden colocar hasta tres líneas de circuitos de uso general siempre que pertenezcan a la misma fase y que la suma de sus cargas no supere los 20 A y el número de bocas de salida las 15.

Según el grado de electrificación se deben prever como mínimo los siguientes puntos de utilización por ambiente:

<u>Tipo de ambiente</u>	<u>Electrificación Mínima</u>		<u>Electrificación Media y elevada</u>	
	<b>Bocas de alumbrado</b>	<b>Tomacorrientes</b>	<b>Bocas de alumbrado</b>	<b>Tomacorrientes</b>
Sala de estar	1 c/20 m2	1 c/6 m2	1 c/20 m2	1 c/6 m2
Comedor	1 c/20 m2	1 c/6 m2	1 c/20 m2	1 c/6 m2
Dormitorios	1	2	1	3
Cocina	1	3	2	3
Baño	1	1	2	1
Vestíbulos	1	1	2	1 c/12 m2
Pasillos	1	-	1	1 c/5 m2



Para su cálculo se debe efectuar el siguiente procedimiento:

- Cálculo de la cantidad de bocas de iluminación y de toma corrientes por cada ambiente.
- Determinación del número de circuitos necesarios.
- Cálculo de la carga probable según un coeficiente de simultaneidad.

Cálculo de la carga de cada circuito:

La carga de cada circuito se determinará tomando como base los siguientes valores mínimos para los coeficientes de simultaneidad, establecidos de acuerdo al tipo de circuito y uso.

<u>Tipo de circuito</u>	<u>Uso habitacional</u>	<u>Tipo de uso</u>	<u>Oficinas, Negocios Espacios comunes con iluminación permanente</u>
<b>Circuitos de alumbrado</b>		<b>Hoteles Escuelas Hospitales</b>	
Potencia por circuito	66% de la suma de todos los puntos de utilización previstos. Sin datos se considerará 125 VA c/u.	75% de la suma de las potencias requeridas por todos los puntos de utilización.	90% de la suma de las potencias requeridas por todos los puntos de utilización.

La potencia por circuito para tomacorrientes se puede calcular con la siguiente tabla:

<b>Tipo de circuito</b>	<b>Uso habitacional (Electrificación mínima)</b>	<b>Uso habitacional (Electrificación media o elevada)</b>	<b>Hoteles Hospitales Escuelas</b>	<b>Oficinas Negocios</b>
Comunes	2200 V A en un toma corriente	2200 V A en un toma corriente	2200 V A en el 50% de los toma corriente	2200 V A en el 50% de los toma corriente
Especiales	-	3520 V A en un toma corriente (1)	3520 V A en el 50% de los toma corriente (1)	35200 V A en el 50% de los toma corriente (1)

(1) La norma exige 2750 VA (12,5 A en 220 V c a) pero se considera conveniente adoptar 3520 VA (16 A en 220 V c a).

Se obtiene como la suma de la potencia requerida por el conjunto de unidades de vivienda, más la de servicios generales, espacios comunes y locales comerciales.

La carga del conjunto de viviendas se obtiene aplicando a la suma de potencias unitarias simultáneas de cada una de las viviendas los siguientes coeficientes de simultaneidad en función del grado de electrificación y la cantidad de viviendas.

<u>Número de viviendas</u>	<u>Coeficiente de simultaneidad (Electrificación mínima y media)</u>	<u>Coeficiente de simultaneidad (Electrificación elevada)</u>
2 a 4	1	0,8
5 a 15	0,8	0,7
15 a 25	0,6	0,5
> 25	0,5	0,4

La carga de los servicios generales del edificio se obtiene sumando a la carga de iluminación de espacios comunes la carga de bombas, ascensores y otros servicios generales.

Para el cálculo de la carga de la iluminación de espacios comunes se suele utilizar un coeficiente de simultaneidad del 90% de la sumatoria de todos los puntos de utilización, para los motores de bombas y ascensores se tomará un coeficiente de simultaneidad de uno para dos ascensores y de 0,7 por cada unidad adicional.

La carga de los locales comerciales se obtiene de acuerdo a lo indicado precedentemente, tomando como mínimo 3750 V A por local.

Se denomina Alimentador Principal al conductor que une la acometida con el tablero principal (denominado en los edificios Tablero General de Medidores).

En grandes instalaciones de edificios de departamentos, el alimentador Principal se calcula según la potencia total instalada multiplicada por un coeficiente de simultaneidad según recomendación AEA. En otros casos, se recomiendan los siguientes coeficientes:

<b><u>Destino del Inmueble</u></b>	<b><u>Consumo</u></b>	<b><u>Coeficiente</u></b>
<b>Hospitales</b>	hasta 50.000 W	0,40
<b>Hospitales</b>	más de 50.000 W	0,20
<b>Hoteles</b>	hasta 20.000 W	0,50
<b>Hoteles</b>	20.000 a 100.000 W	0,40
<b>Hoteles</b>	más de 100.000 W	0,30
<b>Oficinas</b>	hasta 20.000 W	1,00
<b>Oficinas</b>	más de 20.000 W	0,80
<b>Escuelas</b>	hasta 15.000 W	1,00
<b>Escuelas</b>	más de 15.000 W	0,50
<b>Almacenes, depósitos</b>	hasta 125.000 W	1,00
<b>Almacenes, depósitos</b>	más de 125.000 W	0,50

Se denomina Alimentador Seccional al conductor que une el tablero general de medidores con el tablero de cada departamento. La sección de este conductor se calcula teniendo en cuenta el grado de electrificación del departamento; luego deberá verificarse esta sección por caída de tensión según la altura del piso considerado.

Este conductor Alimentador Seccional llega hasta los departamentos a través de la denominada Columna Montante, que puede estar realizada con cañería independiente para cada departamento o bien una cañería amplia, común para todos. La AEA permite hasta 3 líneas de 220 V. que sean de la misma fase.

<b><u>Electrodomésticos</u></b>	<b><u>Potencia (Watts)</u></b>
Lámpara incandescente	60 - 100
Televisor	60 - 300
Heladera	400 - 800
Acondicionador de aire	4000 - 6000
Microondas	800 - 1500
Cafeteras	500 - 1200
Computadores pesonales	200 - 600
Equipos de sonido	30 - 100
Motores grandes (más de 1/2 hp)	1000 por HP
Motores medianos (1/2 hp)	450 - 600
Motores pequeños (1/4 hp)	300 - 400
Planchas de ropa	600 - 1200
Secadores de cabello	250 - 1200
Ventiladores	50 - 200

Para calcular el costo de funcionamiento de cada equipamiento se divide la potencia en Watt por 1000 para obtenerla en kilowatt; luego se multiplica por el costo del Kilowatt hora para saber el costo de operación de una hora.

Como ejemplo una carga de 1000 Watt = 1 kW con una tarifa de 0,08 \$ / kW hora nos daría un costo de consumo de 8 centavos por hora.

(\*) 1 M Pa = 1 N / mm<sup>2</sup>

	<u>Convertir de</u>	<u>Convertir a</u>	<u>Multiplicar por</u>
Longitud	in	mm	25,4
Longitud	mm	in	0,03937
Longitud	ft	m	0,3048
Longitud	m	ft	3,2808
Area	in <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	645,16
Area	mm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	0,00155
Area	in <sup>2</sup>	circular mil	1273240
Area	circular mil	in <sup>2</sup>	7,854 x 10 <sup>-7</sup>
Area	circular mil	mm <sup>2</sup>	5,0671 x 10 <sup>-4</sup>
Area	mm <sup>2</sup>	circular mil	1973,51
Masa	lbs	kg	0,4536
Masa	kg	lbs	2,2046
Masa	lbs / 1000ft	kg / km	1,4882
Masa	kg / km	lbs / 1000 ft	0,6720
Eléctricas	ohms / 1000 ft	ohms / km	3,2808
Eléctricas	ohms / km	ohms / 1000 ft	0,3048
Mecánicas	lbs / in <sup>2</sup>	k Pascal (*)	6,895
Mecánicas	k Pascal (*)	lbs / in <sup>2</sup>	0,1451

De acuerdo a los consumos previstos y a la demanda de potencia máxima simultánea, la reglamentación prevee tres grados de electrificación para una unidad de vivienda:

<b>Grado de electrificación</b>	<b>Consumo</b>	<b>Tipo de inmueble al que se corresponde</b>
Mínimo	< a 3000 V A	Hasta 60 m2
Medio	de 3000 a 6000 V A	Hasta 150 m2
Elevado	> a 6000 V A	Mayores de 150 m2

*memi*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

El número mínimo de circuitos que se deben prever también está determinado por el grado de electrificación, según el siguiente detalle:

Grado de Electrificación	Circuitos necesarios		
	Bocas de alumbrado	Tomacorrientes	Usos especiales
Mínima	1	1	-
Media	1	1	1
Elevada	2	2	2

Se advierte que aún en el caso mínimo se solicitan dos circuitos, uno para alumbrado y otro para toma corrientes. Ello permite que en caso de falla de alguno de ellos el local siempre pueda ser alimentado por el otro.

Asimismo, permite reforzar el circuito de toma corrientes, en donde generalmente existe una indefinición en el tipo de aparatos que se van a conectar. No obstante, a efectos de no recargar las líneas no se admiten más de 15 bocas de salida por circuito.

Se permite que las líneas de los circuitos de alumbrado y toma corrientes estén alojadas en una misma cañería, pero no deben alimentar una misma boca de salida. Por lo tanto, en bocas de salida mixtas (interruptor y toma corriente) cada una de ellas debe estar conectada al circuito de alimentación correspondiente.

Se consideran casos especiales, y deberán estar en cañerías independientes, aquellos con cargas individuales superiores a 8 A en 220 V c a. (Ej. los de aire acondicionado). Se deben proyectar todos los toma corrientes necesarios para los lugares de empleo de equipos.

Dentro de cada cañería se pueden colocar hasta tres líneas de circuitos de uso general siempre que pertenezcan a la misma fase y que la suma de sus cargas no supere los 20 A y el número de bocas de salida las 15.

Según el grado de electrificación se deben prever como mínimo los siguientes puntos de utilización por ambiente:

Tipo de ambiente	Electrificación Mínima		Electrificación Media y elevada	
	Bocas de alumbrado	Tomacorrientes	Bocas de alumbrado	Tomacorrientes
Sala de estar	1 c/20 m2	1 c/6 m2	1 c/20 m2	1 c/6 m2
Comedor	1 c/20 m2	1 c/6 m2	1 c/20 m2	1 c/6 m2
Dormitorios	1	2	1	3
Cocina	1	3	2	3
Baño	1	1	2	1
Vestíbulos	1	1	2	1 c/12 m2
Pasillos	1	-	1	1 c/5 m2

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)



Para su cálculo se debe efectuar el siguiente procedimiento:

- Cálculo de la cantidad de bocas de iluminación y de toma corrientes por cada ambiente.
- Determinación del número de circuitos necesarios.
- Cálculo de la carga probable según un coeficiente de simultaneidad.

Cálculo de la carga de cada circuito:

La carga de cada circuito se determinará tomando como base los siguientes valores mínimos para los coeficientes de simultaneidad, establecidos de acuerdo al tipo de circuito y uso.

<u>Tipo de circuito</u>	<u>Uso habitacional</u>	<u>Tipo de uso</u>	<u>Oficinas, Negocios Espacios comunes con iluminación permanente</u>
<b>Circuitos de alumbrado</b>		<b>Hoteles Escuelas Hospitales</b>	
Potencia por circuito	66% de la suma de todos los puntos de utilización previstos. Sin datos se considerará 125 VA c/u.	75% de la suma de las potencias requeridas por todos los puntos de utilización.	90% de la suma de las potencias requeridas por todos los puntos de utilización.

La potencia por circuito para tomacorrientes se puede calcular con la siguiente tabla:

<u>Tipo de circuito</u>	<u>Uso habitacional (Electrificación mínima)</u>	<u>Uso habitacional (Electrificación media o elevada)</u>	<u>Hoteles Hospitales Escuelas</u>	<u>Oficinas Negocios</u>
Comunes	2200 V A en un toma corriente	2200 V A en un toma corriente	2200 V A en el 50% de los toma corriente	2200 V A en el 50% de los toma corriente
Especiales	-	3520 V A en un toma corriente (1)	3520 V A en el 50% de los toma corriente (1)	35200 V A en el 50% de los toma corriente (1)

(1) La norma exige 2750 VA (12,5 A en 220 V c a) pero se considera conveniente adoptar 3520 VA (16 A en 220 V c a).

Se obtiene como la suma de la potencia requerida por el conjunto de unidades de vivienda, más la de servicios generales, espacios comunes y locales comerciales.

La carga del conjunto de viviendas se obtiene aplicando a la suma de potencias unitarias simultáneas de cada una de las viviendas los siguientes coeficientes de simultaneidad en función del grado de electrificación y la cantidad de viviendas.

<u>Número de viviendas</u>	<u>Coefficiente de simultaneidad (Electrificación mínima y media)</u>	<u>Coefficiente de simultaneidad (Electrificación elevada)</u>
2 a 4	1	0,8
5 a 15	0,8	0,7
15 a 25	0,6	0,5
> 25	0,5	0,4

La carga de los servicios generales del edificio se obtiene sumando a la carga de iluminación de espacios comunes la carga de bombas, ascensores y otros servicios generales.

Para el cálculo de la carga de la iluminación de espacios comunes se suele utilizar un coeficiente de simultaneidad del 90% de la sumatoria de todos los puntos de utilización, para los motores de bombas y ascensores se tomará un coeficiente de simultaneidad de uno para dos ascensores y de 0,7 por cada unidad adicional.

La carga de los locales comerciales se obtiene de acuerdo a lo indicado precedentemente, tomando como mínimo 3750 V A por local.

Se denomina Alimentador Principal al conductor que une la acometida con el tablero principal (denominado en los edificios Tablero General de Medidores).

En grandes instalaciones de edificios de departamentos, el alimentador Principal se calcula según la potencia total instalada multiplicada por un coeficiente de simultaneidad según recomendación AEA. En otros casos, se recomiendan los siguientes coeficientes:

<u>Destino del Inmueble</u>	<u>Consumo</u>	<u>Coeficiente</u>
Hospitales	hasta 50.000 W	0,40
Hospitales	más de 50.000 W	0,20
Hoteles	hasta 20.000 W	0,50
Hoteles	20.000 a 100.000 W	0,40
Hoteles	más de 100.000 W	0,30
Oficinas	hasta 20.000 W	1,00
Oficinas	más de 20.000 W	0,80
Escuelas	hasta 15.000 W	1,00
Escuelas	más de 15.000 W	0,50
Almacenes, depósitos	hasta 125.000 W	1,00
Almacenes, depósitos	más de 125.000 W	0,50

Se denomina Alimentador Seccional al conductor que une el tablero general de medidores con el tablero de cada departamento. La sección de este conductor se calcula teniendo en cuenta el grado de electrificación del departamento; luego deberá verificarse esta sección por caída de tensión según la altura del piso considerado.

Este conductor Alimentador Seccional llega hasta los departamentos a través de la denominada Columna Montante, que puede estar realizada con cañería independiente para cada departamento o bien una cañería amplia, común para todos. La AEA permite hasta 3 líneas de 220 V. que sean de la misma fase.

<b>Electrodomésticos</b>	<b>Potencia (Watts)</b>
Lámpara incandescente	60 - 100
Televisor	60 - 300
Heladera	400 - 800
Acondicionador de aire	4000 - 6000
Microondas	800 - 1500
Cafeteras	500 - 1200
Computadores pesonales	200 - 600
Equipos de sonido	30 - 100
Motores grandes (más de 1/2 hp)	1000 por HP
Motores medianos (1/2 hp)	450 - 600
Motores pequeños (1/4 hp)	300 - 400
Planchas de ropa	600 - 1200
Secadores de cabello	250 - 1200
Ventiladores	50 - 200

Para calcular el costo de funcionamiento de cada equipamiento se divide la potencia en Watt por 1000 para obtenerla en kilowatt; luego se multiplica por el costo del Kilowatt hora para saber el costo de operación de una hora.

Como ejemplo una carga de 1000 Watt = 1 kW con una tarifa de 0,08 \$ / kW hora nos daría un costo de consumo de 8 centavos por hora.

(\* ) 1 M Pa = 1 N / mm<sup>2</sup>

	<u>Convertir de</u>	<u>Convertir a</u>	<u>Multiplicar por</u>
Longitud	in	mm	25,4
Longitud	mm	in	0,03937
Longitud	ft	m	0,3048
Longitud	m	ft	3,2808
Area	in <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	645,16
Area	mm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	0,00155
Area	in <sup>2</sup>	circular mil	1273240
Area	circular mil	in <sup>2</sup>	7,854 x 10 <sup>-7</sup>
Area	circular mil	mm <sup>2</sup>	5,0671 x 10 <sup>-4</sup>
Area	mm <sup>2</sup>	circular mil	1973,51
Masa	lbs	kg	0,4536
Masa	kg	lbs	2,2046
Masa	lbs / 1000ft	kg / km	1,4882
Masa	kg / km	lbs / 1000 ft	0,6720
Eléctricas	ohms / 1000 ft	ohms / km	3,2808
Eléctricas	ohms / km	ohms / 1000 ft	0,3048
Mecánicas	lbs / in <sup>2</sup>	k Pascal (*)	6,895
Mecánicas	k Pascal (*)	lbs / in <sup>2</sup>	0,1451

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)



**1** Materiales de Baja Tensión - Requisitos de seguridad



**2** Grados de seguridad dados por la primera cifra característica



**3** Grados de seguridad dados por la segunda cifra característica



Grados de seguridad dados por la tercera cifra característica



**5** Clase térmica

Una de las formas de proveer protección contra contactos es la utilización de cubiertas o envolturas que aislen o separen de las partes con tensión. En esos casos es importante determinar la eficacia de esa protección ante influencias externas y para ello es necesario clasificarlas adecuadamente.

Aparte de los efectos eléctricos, térmicos o químicos que pueden atacar esas envolturas se debe analizar las influencias mecánicas que pueden llegar a disminuir o anular las propiedades de aislación o separación que ellas proveen.

Siguiendo los lineamientos internacionales, la norma IRAM 2444 especifica las envolturas de equipo eléctrico sobre la base del grado de protección que proporciona. En tal sentido establece una clasificación en función del grado de protección en:

- a) Protección de las personas contra contactos o cercanías de partes bajo tensión y contactos con piezas en movimiento interiores a la envoltura y protección del equipo contra penetración de cuerpos sólidos extraños.
- b) Protección del equipo contra los efectos de la penetración de líquidos.
- c) Protección proporcionada por las envolturas contra daños mecánicos producidos por impactos.

La designación para indicar los grados de protección está constituida por las siglas IP seguida de tres cifras (denominadas cifras características) que indican el nivel de protección a los puntos a) b) y c) anteriores y cuya interpretación se desarrollará a continuación.

En ocasiones se emplea una letra adicional al final que determina condiciones suplementarias.

A título de ejemplo, una denominación IP 21 indicaría protegido contra caída vertical de gotas de agua, contra cuerpos mayores de 12 mm. como ser los dedos de una mano.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)

# manual

*capítulo*

*tema desarrollado*



**1**

**Requisitos Generales para Materiales Eléctricos**

---



**2**

**Conductores Eléctricos**

---



**3**

**Dimensionamiento de Conductores Eléctricos**

---



**4**

**Caños y Tableros eléctricos**

---



**5**

**Elementos de protección y maniobra de uso domiciliario**

---



**6**

**Instalaciones con motores**

---



**7**

**Elementos de protección y maniobra de uso industrial**

---















**8**

**Materiales de Iluminación**

---







- 
-  **1** [Conductores eléctricos aislados - Generalidades](#)
  -  **2** [Conductores eléctricos aislados - Clasificación](#)
  -  **3** [Elementos componentes de los cables eléctricos - Conductores](#)
  -  **4** [Elementos componentes de los cables eléctricos - Aislantes](#)
  - [Elementos componentes de los cables eléctricos - Protecciones](#)
  -  **6** [Conductores eléctricos - Parámetros característicos](#)
  -  **7** [Conductores eléctricos aislados - Comportamiento frente al fuego](#)
  -  **8** [Forma de solicitar los cables eléctricos](#)
  -  **9** [La línea Pirelli de conductores eléctricos aislados](#)
  -  **10** [Trabajos con conductores eléctricos - pelar conductores](#)
  -  **11** [Trabajos con conductores eléctricos - empalmes](#)
  -  **12** [Trabajos con conductores eléctricos - conectores y terminales](#)
  -  **13** [Trabajos con conductores eléctricos subterráneos](#)

En su aspecto más general, un cable es un elemento destinado al transporte de energía eléctrica en las condiciones más favorables. Esto es, con las menores pérdidas de potencia posibles en el caso de los cables de energía, o con las menores alteraciones en la codificación de la señal enviada en los cables de transmisión de datos o comunicaciones.

Para instalación en cañerías embutidas los cables habitualmente empleados son los de la línea **PIRASTIC ECOPLUS** de **PIRELLI**, cuyas características principales son:

### CARACTERISTICAS DEL CABLE

									
Temp. de funcionamiento	Temperatura de cortocircuito	r min. de tendido =4 D	Resistente a golpes leves	Resistente a las radiaciones solares ocasionales	Resistente a la inmersión ocasional	Resistente al contacto ocasional con sust. químicas	Resistente a la propagación del incendio (BWF)	Sin plomo	Extra-Flexible

Cables diseñados para instalaciones de iluminación y distribución de energía en el interior de edificios civiles o industriales.

### DESCRIPCION DEL CABLE

#### ALMAS:

**Metal:** cobre electrolítico.

**Forma:** redonda.

**Flexibilidad:** clase 5 de la norma IRAM 2022.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70°C en servicio continuo, 160°C en cortocircuito.

#### AISLACION:

PVC ecológico

**Colores de aislación:** .

blanco - negro - gris - celeste - rojo - marrón y verde / amarillo

#### Marcación:

- PIRELLI **PIRASTIC ECOPLUS**® Sección BWF 750 V. NBR 6148 IRAM 2183 RIN 300668/7 IND. ARGENTINA.



### CONDICIONES DE INSTALACION



En cañerías.



Tableros.



Cableado a la vista

Por sus características de extradeslizante y extraflexible los cables **PIRATIC ECOPLUS** están especialmente diseñados para facilitar el tendido en situaciones difíciles como curvas y codos; colocados en cañerías, bandejas o soportes aislados.

Para instalaciones subterráneas se emplean cables con aislación y vaina como los de la línea **SINTENAX VIPER** de **PIRELLI**, cuyos datos principales son:

### CARACTERISTICAS DEL CABLE

Temperatura de servicio	Temperatura de cortocircuito	r min. de tendido = 6 D (flexibles) = 10 D (rígidos)	Resistente a golpes importantes	Resistente a las radiaciones solares frecuentes	Resistente a la inmersión ocasional	Resistente al contacto ocasional con sust. químicas	Resistente a la propagación del incendio IRAM 2289 Cat C	Sin plomo	Flexible (hasta 16 mm <sup>2</sup> ) Rígido (secciones superiores)

Cables diseñados para alimentación de potencia y distribución de energía en baja tensión, en edificios civiles o industriales.

### DESCRIPCION DEL CABLE

#### ALMAS:

**Metal:** cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico.

**Forma:** redonda (flexible o compacta) y sectorial para secciones desde 70 mm<sup>2</sup>.

**Flexibilidad:** clase 5 de la norma IRAM 2022 (hasta 16 mm<sup>2</sup>) y clase 2 para secciones superiores.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70°C en servicio continuo, 160°C en cortocircuito.

#### AISLACION:

PVC ecológico

#### Identificación de los conductores:



Ma



Ma/Ne



Ma/Ne/Ro



Ma/Ne/Ro/Ce

#### RELLENOS:

De material extruido no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas

**Protecciones y blindajes (eventuales):** como protección mecánica se emplea una armadura metálica de cintas de acero en cables multipolares y de aluminio en cables unipolares; como protección electromagnética



se aplican blindajes de alambres de Cu o una cinta de cobre corrugada aplicada longitudinalmente.

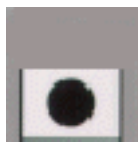
## VAINA:

PVC ecológico de color violeta

### Marcación:

- **SINTENAX VIPER®** PIRELLI Ind. Argentina 1,1 kV. Cat. II Nro. de conductores \* Sección

## CONDICIONES DE INSTALACION



En bandejas



Al aire libre.



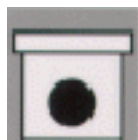
Directamente enterrados.

Los cables **SINTENAX VIPER** son aptos para tendidos en bandejas, al aire libre o subterráneos directamente enterrados, protegidos, en trincheras o ductos.

Especialmente indicados para instalaciones en grandes centros comerciales (shoppings, supermercados, etc.) y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios.



Enterrados con protección.



En trincheras o ductos.

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[12](#)

[13](#)

En su aspecto más general, un cable es un elemento destinado al transporte de energía eléctrica en las condiciones más favorables. Esto es, con las menores pérdidas de potencia posibles en el caso de los cables de energía, o con las menores alteraciones en la codificación de la señal enviada en los cables de transmisión de datos o comunicaciones.

Para instalación en cañerías embutidas los cables habitualmente empleados son los de la línea **PIRASTIC ECOPLUS** de **PIRELLI**, cuyas características principales son:

### CARACTERISTICAS DEL CABLE

Temp. de funcionamiento	Temperatura de cortocircuito	r min. de tendido =4 D	Resistente a golpes leves	Resistente a las radiaciones solares ocasionales	Resistente a la inmersión ocasional	Resistente al contacto ocasional con sust. químicas	Resistente a la propagación del incendio (BWF)	Sin plomo	Extra-Flexible

Cables diseñados para instalaciones de iluminación y distribución de energía en el interior de edificios civiles o industriales.

### DESCRIPCION DEL CABLE

#### ALMAS:

**Metal:** cobre electrolítico.

**Forma:** redonda.

**Flexibilidad:** clase 5 de la norma IRAM 2022.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70°C en servicio continuo, 160°C en cortocircuito.

#### AISLACION:

PVC ecológico

**Colores de aislación:** .

blanco - negro - gris - celeste - rojo - marrón y verde / amarillo

#### Marcación:

- PIRELLI **PIRASTIC ECOPLUS**® Sección BWF 750 V. NBR 6148 IRAM 2183 RIN 300668/7 IND. ARGENTINA.



### CONDICIONES DE INSTALACION



En cañerías.



Tableros.



Cableado a la vista

Por sus características de extradeslizante y extraflexible los cables **PIRASTIC ECOPLUS** están especialmente diseñados para facilitar el tendido en situaciones difíciles como curvas y codos; colocados en cañerías, bandejas o soportes aislados.

Para instalaciones subterráneas se emplean cables con aislación y vaina como los de la línea **SINTENAX VIPER** de **PIRELLI**, cuyos datos principales son:

### CARACTERISTICAS DEL CABLE

Temperatura de servicio	Temperatura de cortocircuito	r min. de tendido = 6 D (flexibles) = 10 D (rígidos)	Resistente a golpes importantes	Resistente a las radiaciones solares frecuentes	Resistente a la inmersión ocasional	Resistente al contacto ocasional con sust. químicas	Resistente a la propagación del incendio IRAM 2289 Cat C	Sin plomo	Flexible (hasta 16 mm <sup>2</sup> ) Rígido (secciones superiores)

Cables diseñados para alimentación de potencia y distribución de energía en baja tensión, en edificios civiles o industriales.

### DESCRIPCION DEL CABLE

#### ALMAS:

**Metal:** cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico.

**Forma:** redonda (flexible o compacta) y sectorial para secciones desde 70 mm<sup>2</sup>.

**Flexibilidad:** clase 5 de la norma IRAM 2022 (hasta 16 mm<sup>2</sup>) y clase 2 para secciones superiores.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70°C en servicio continuo, 160°C en cortocircuito.

## AISLACION:

PVC ecológico

### Identificación de los conductores:



Ma



Ma/Ne



Ma/Ne/Ro



Ma/Ne/Ro/Ce



## RELLENOS:

De material extruido no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas

**Protecciones y blindajes (eventuales):** como protección mecánica se emplea una armadura metálica de cintas de acero en cables multipolares y de aluminio en cables unipolares; como protección electromagnética se aplican blindajes de alambres de Cu o una cinta de cobre corrugada aplicada longitudinalmente.

## VAINA:

PVC ecológico de color violeta

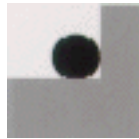
### Marcación:

- **SINTENAX VIPER®** PIRELLI Ind. Argentina 1,1 kV. Cat. II Nro. de conductores \* Sección

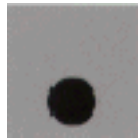
## CONDICIONES DE INSTALACION



En bandejas



Al aire libre.



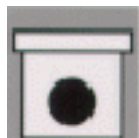
Directamente enterrados.

Los cables **SINTENAX VIPER** son aptos para tendidos en bandejas, al aire libre o subterráneos directamente enterrados, protegidos, en trincheras o ductos.

Especialmente indicados para instalaciones en grandes centros comerciales (shoppings, supermercados, etc.) y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios.



Enterrados con protección.



En trincheras o ductos.

**Por su función**

- Cables para el transporte de energía
- Cables de control y para transmisión de señales codificadas

**Por su tensión de servicio**

- De muy baja tensión (menos de 50 V.)
- Baja tensión (entre 50 y hasta 1100 V.)
- Media tensión (más de 1100 y hasta 35000V.)
- Alta tensión (más de 35000 V. y hasta 150000 V.)
- Muy alta tensión (por encima de 150000 V.)

**Por la naturaleza de sus componentes**

- Con conductores de cobre o aluminio.
- Aislados con plástico, goma o papel impregnado
- Armados, apantallados, etc.

**Por sus aplicaciones específicas**

- Para instalaciones interiores en edificios
- Para redes de distribución de energía, urbanas o rurales
- De señalización, telefonía, radiofrecuencia, etc.
- Para minas, construcción naval, ferrocarriles, etc.



Son los elementos metálicos, generalmente cobre o aluminio, permeables al paso de la corriente eléctrica y que, por lo tanto, cumplen la función de transportar la "presión electrónica" de un extremo a otro del cable. Los metales mencionados se han elegido por su alta conductividad, característica necesaria para optimizar la transmisión de energía.

Los alambres y cuerdas se conforman a partir de estas materias primas y se realizan de acuerdo con las respectivas normas nacionales e internacionales, tales como las IRAM 2176, 2177, 2022, 2004 y la norma de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 228.

Además de su naturaleza material, que como ya se mencionó suele ser cobre o aluminio, los cables deben ser capaces de ajustarse a las características de la instalación donde van destinados. En ocasiones el recorrido de la línea es más o menos sinuoso, o inclusive puede ser necesario que acompañe al equipo que alimenta en su desplazamiento durante el servicio.

Por esta razón, los conductores pueden estar constituidos por hilos metálicos de distinto diámetro, según la mayor o menor flexibilidad exigida al cable. La mayoría de las normas de conductores para cables aislados clasifica a los conductores desde el más rígido (clase 1), constituido por un solo alambre, al más flexible (clase 6), formado por haces de hilos extremadamente finos.

Para secciones superiores a 10 mm<sup>2</sup> suelen utilizarse cuerdas compactas que permiten obtener cables de inferiores dimensiones y menor peso.

Un material aislante es aquel que, debido a que los electrones de sus átomos están fuertemente unidos a sus núcleos, prácticamente no permite su desplazamiento y, por ende, el paso de la corriente eléctrica cuando se aplica una diferencia de tensión entre dos puntos del mismo. En estos materiales para conseguir una determinada corriente sería necesario aplicar una tensión muchísimo más elevada que en el conductor; ello no ocurre dado que se produce antes la perforación de la aislación que el paso de una corriente eléctrica detectable. Se dice entonces que su resistividad es mucho mayor.

Las características de los aislantes más comunes son:

- Aislantes estratificados** Básicamente el papel, requiere, en los cables de potencia, la impregnación con un aceite fluido o masa aislante y prácticamente está en desuso excepto para transmisión en altísima tensión (132, 220, 500 ó 750 kV) por su gran confiabilidad.
- Aislantes sólidos** Son normalmente compuestos del tipo termoplástico o termoestable (reticulados) con distintas características, que fueron evolucionando a través del tiempo hasta nuestros días, entre ellos están:
- Policloruro de vinilo (PVC): material termoplástico utilizado masivamente para la mayoría de los cables de uso domiciliario e industrial en baja tensión. Con el agregado de aditivos especiales en su formulación se logran variedades con resistencia a la propagación del incendio; reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos. La temperatura de funcionamiento normal de este aislante es de 70° C y con una formulación especial se llega a los 105° C.
  - Polietileno reticulado (XLPE): Material termoestable (una vez reticulado no se ablanda con el calor) presenta mejores características eléctricas y térmicas que el PVC por lo que se lo utiliza en la construcción de cables de baja, media y alta tensión. La ausencia de halógenos en su composición hace que los gases, producto de su eventual combustión no sean tóxicos o corrosivos. Su termoestabilidad hace que puedan funcionar en forma permanente con temperaturas de 90° C en los conductores y 250° C durante 5 segundos en caso de cortocircuito.
  - Goma etilenpropilénica (EPR): material termoestable de características similares al XLPE.

Los cables aislados en PVC y en XLPE responden a las Normas IRAM 2178 y IEC 502 para baja y media tensión e IRAM 2381 para alta tensión.

**Gomas silicónicas** Materiales termoestables con excelentes características eléctricas y de flexibilidad y una muy alta resistencia a la temperatura, lo que permite alcanzar los 250° C en funcionamiento continuo.

**Gomas Afumex** Materiales termoestables con excelentes características eléctricas y de flexibilidad con temperatura de funcionamiento de 90° C para servicio continuo y 250° C durante 5 segundos para el cortocircuito. Además, debido a su composición en caso de combustión emiten muy poco humo y cero gases halogenados (tóxicos y corrosivos).

Las protecciones en los cables pueden cumplir funciones eléctricas y/o mecánicas y se dividen en cuatro tipos diferentes:

**Protecciones eléctricas**

Se trata de delgadas capas de material sintético conductor que se coloca en los cables de aislación seca de XLPE de tensión superior o igual a 3,3 kV. y en los de EPR a partir de 6,6 kV. La capa inferior, colocada entre el conductor y el aislante, tiene por objeto hacer perfectamente cilíndrico el campo eléctrico en contacto con el conductor, rellenando los huecos dejados por los alambres que constituyen las cuerdas. La capa externa cumple análoga función en la parte exterior de aislamiento y se mantiene al potencial de tierra.

**Pantallas o blindajes**

Son los elementos metálicos generalmente de cobre, materializados como cintas aplicadas en forma helicoidal o, cintas corrugadas que tienen como objeto proteger al cable contra interferencias exteriores, darle forma cilíndrica al campo eléctrico, derivar a tierra una corriente de falla, etc.

**Protecciones mecánicas**

Son las armaduras metálicas formadas por alambres o flejes de acero o aluminio (para cables unipolares).

**Vainas exteriores**

La mayoría de los cables poseen vainas exteriores que forman una barrera contra la humedad y las agresiones mecánicas externas. Normalmente son de PVC o polietileno, pero cuando se requiera a la vez flexibilidad y gran resistencia a las agresiones mecánicas se usa el policloropreno (Neoprene)

<b>Resistividad de un conductor</b>	<p>Es la pérdida de potencia que sufre una corriente eléctrica de un amperio de intensidad al atravesar un conductor de longitud y sección unitaria. Se mide en <math>\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}</math>.</p> <p>Es una característica intrínseca del material, como podría ser la densidad, y depende de su pureza, estructura molecular y cristalina, así como de la temperatura. Al concepto inverso, esto es, la facilidad que presenta un material al paso de la corriente eléctrica se le denomina conductividad.</p> <p>La resistividad nominal, a la temperatura de 20°C es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● para el cobre de <math>17,241 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}</math></li> <li>● para el aluminio de <math>28,264 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}</math></li> </ul>
<b>Resistencia del conductor</b>	<p>Lo mismo que ocurre con el agua que atraviesa una tubería, al aumentar la longitud aumenta el rozamiento y se pierde presión, y al aumentar su sección pasa el líquido con mayor facilidad, las pérdidas que se producen cuando un cable es atravesado por una corriente eléctrica son directamente proporcionales a su longitud e inversamente proporcionales a la sección, por lo que se calcula multiplicando la resistividad nominal, antes citada, por la longitud en km y se divide el producto por la sección en <math>\text{mm}^2</math>. El resultado se expresa en ohmios (<math>\Omega</math>) y como antes, sería la potencia disipada en el cable en forma de calor, al ser recorrido por una corriente de un amperio.</p> <p>En la práctica, se especifican siempre a la temperatura de 20°C y en corriente continua. Por consiguiente, es preciso referir la resistencia de las muestras a la citada temperatura de 20°C y a la longitud de un km. a través de las fórmulas correspondientes</p>
<b>Equivalencia eléctrica entre conductores de Cu y Al</b>	<p>Se entiende por secciones equivalentes las que admiten la misma intensidad de corriente ocasionando las mismas pérdidas. Consecuentemente existe una proporcionalidad directa entre las resistividades y las secciones, ya que es preciso compensar con una mayor sección una mayor resistividad.</p> <p>Como la relación entre las resistividades del cobre y del aluminio es de 1,64, un conductor de aluminio será equivalente a otro de cobre si tiene una sección 1,64 veces superior.</p>
<b>Resistencia de aislación</b>	<p>Es la resistencia que ofrece la aislación al paso de una corriente eléctrica, y se mide en <math>\text{M}\Omega \cdot \text{km}</math>.</p> <p>En la práctica, se determina multiplicando una constante característica de cada material aislante, denominada "Constante de Aislación", <math>K_i</math>, por una función de los diámetros sobre la aislación (<math>d_e</math>) y sobre el conductor (<math>d_i</math>).</p>
<b>Constante dieléctrica</b>	<p>Es la relación de la densidad de flujo eléctrico que, en presencia de un campo eléctrico, atraviesa un aislante determinado y la que se obtendría si el dieléctrico fuera el vacío.</p> <p>Es un factor determinante de la capacidad electrostática de un condensador, cuyas armaduras son el propio conductor y el medio conductor que rodea el aislamiento: pantallas, armaduras, o incluso el propio suelo, por lo que presenta una capacidad que, en ocasiones, es determinante.</p>
<b>Rigidez dieléctrica - Gradiente eléctrico</b>	<p>Rigidez dieléctrica es la máxima tensión que soporta un aislante de espesor unidad sin perforarse; es un gradiente eléctrico que se mide en <math>\text{V/m}</math>.</p> <p>Cada material aislante presenta un gradiente de potencial límite, en base al cual se determina el gradiente máximo de servicio al que puede trabajar el cable sin daño.</p> <p>Se define el gradiente eléctrico como el cociente de dividir la diferencia de potencial aplicada entre las dos caras de un material aislante por su espesor. En el caso de un cable, la aislación está limitada por dos superficies cilíndricas concéntricas, por lo que el gradiente eléctrico no tiene un valor constante, sino que es inversamente proporcional al radio de curvatura del campo eléctrico, y responde a la expresión:</p>

$$G = \frac{0,434 * E_0}{r * \log(d_e / d_i)} \quad (\text{en KV / mm})$$

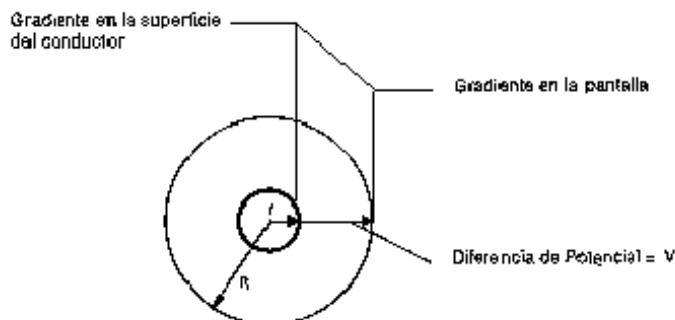
Donde:

G es el gradiente en kV/mm

$E_0$  es el potencial respecto a tierra del cable (kV)

r es el radio de curvatura del campo eléctrico, en mm (que generalmente coincide con la distancia desde el centro del conductor al punto considerado), y

$d_e$  y  $d_i$  son los diámetros exterior e interior de la aislación (mm).



## Descargas parciales

La eventual presencia de burbujas ocluidas en el seno de la aislación de un cable, generalmente de aire o vapor de agua, al ser sometidas a un gradiente de tensión superior al requerido para su ionización, provoca la formación de iones a partir de los átomos de dicho gas. Estos iones, acelerados por el campo eléctrico presente, adquieren velocidad y, en consecuencia, energía cinética que, si el diámetro de la burbuja o, la intensidad del campo es de la magnitud adecuada, puede ser suficiente para arrancar nuevos átomos de las paredes de la burbuja que, a su vez, se ionizarán, provocando una avalancha de partículas cargadas que se conoce con el nombre de descargas parciales.

Las mismas pueden producirse entre conductor y aislación (efecto corona), en el interior de la aislación (descargas parciales interiores) o en el exterior de la aislación (descargas superficiales).

En caso de producirse, esta ionización ataca el aislante, en mayor o menor grado, según las características de cada material, e irá progresando con el tiempo formando diminutos canales hasta producir la perforación de la aislación. A estos defectos se los conoce como "arborescencias de origen eléctrico", para diferenciarlas de otras de origen químico o electroquímico ocasionadas por la presencia de contaminantes y humedad.

En baja tensión el problema no es relevante pues no se suele alcanzar el potencial de ionización del aire, pero es especialmente grave en los cables de media y alta tensión con aislación seca, pues su estructura molecular sólida hace que, si se presenta un punto de ionización se mantenga siempre en el mismo lugar hasta provocar la perforación del aislante.

## Pérdidas en el dieléctrico

Por el sólo hecho de poner un cable en tensión, aún cuando no se alimente ninguna otra carga, se producen tres fenómenos:

1. una corriente de fuga, en fase con la tensión aplicada, que provoca pérdidas reales que se disipan en forma de calor.
2. el campo alterno aplicado al cable hace oscilar las cargas de los átomos del aislante, produciendo un rozamiento que también calienta al cable produciendo pérdidas reales.
3. una corriente capacitiva de carga del cable como condensador cilíndrico. Esta corriente no se convierte en calor, ya que es una corriente reactiva, y está desfasada  $90^\circ$  con respecto a la tensión.

La corriente activa ( $I_w$ ) que alimenta las pérdidas a) y b) está en fase con la tensión aplicada ( $U_0$ ), mientras que la corriente reactiva ( $I_c$ ) que alimenta al condensador está en cuadratura. A la relación entre ambas corrientes ( $I_w / I_c$ ) se la denomina  $\text{tg } \delta$ , y a  $\delta$  ángulo de pérdidas.

El factor de pérdidas ( $\text{tg } \delta$ ) es una característica de cada material. Cuanto mayor sea la  $\text{tg } \delta$  mayores serán las pérdidas en la aislación y el calentamiento del cable no ocasionado por el paso de la corriente útil o pérdidas por efecto Joule.

Las pérdidas dieléctricas del PVC son 5 veces mayores que el EPR y 25 veces más que el XLPE, por lo que el PVC debe ser desestimado como aislante en los cables de media y alta tensión.



Las estadísticas demuestran que un elevado porcentaje de los incendios que se producen se deben a causas eléctricas y, aproximadamente la mitad de estos se inician en las canalizaciones eléctricas. Una instalación eléctrica bien diseñada y realizada con los materiales adecuados permite:

- Disminuir de una manera importante el riesgo de incendio,
- En caso de producirse el mismo por causas ajenas a la instalación, reducir sus efectos colaterales (emisión de gases corrosivos, emisión de gases tóxicos y emisión de humos opacos).

En orden creciente de seguridad frente al fuego se definen las siguientes categorías:

**No propagación de la llama** Fue el primer nivel de seguridad frente al fuego, y es adecuado para instalaciones con un reducido número de cables en las canalizaciones. Actualmente la potencia requerida, incluso para las instalaciones domésticas, supone una mayor cantidad de cables en las canalizaciones, por lo que esta característica resulta insuficiente.

**No propagación del incendio** Este ensayo, mucho más representativo de las condiciones reales de una instalación eléctrica actual, permite determinar si un conjunto de cables es o no capaz de servir de cauce a la propagación de un incendio. El ensayo consiste en comprobar que un determinado número de cables, dispuestos verticalmente, no propaga un incendio más allá de la altura especificada en la norma.

**Reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos** Los usuarios de cables han expresado su preocupación sobre la cantidad de ácidos halogenados, principalmente el ácido clorhídrico, que se desprenden cuando arden mezclas corrientes para cables de cloruro de polivinilo (PVC), policloropreno (PCP) o polietileno clorosulfonado (CSP), por su peligrosidad para las personas. Además, dicho ácido puede originar daños importantes a equipos eléctricos aunque no hayan sido alcanzados por el propio fuego e, incluso, puede afectar la estructura de hormigón del propio edificio. Los cables que cumplen estas dos propiedades son libres de halógenos y cuando arden, por razones exógenas emiten gases con índices de toxicidad muy reducidos debido a su prácticamente nula toxicidad.

**Baja emisión de humos opacos** Los cables que cumplen esta propiedad cuando arden emiten gases transparentes, manteniendo un alto nivel de transmitancia. Esta característica es fundamental dado que permite conservar un alto grado de visibilidad y evitar, en lugares de pública concurrencia, el pánico entre las personas, y poder encontrar las salidas de evacuación, así como una rápida intervención de los servicios de extinción.

**Resistencia al fuego** Los cables que cumplen esta característica aseguran el servicio y funcionamiento durante el incendio de los circuitos de alarma, alumbrado de emergencia, alumbrado de señalización, aparatos automáticos que intervengan en la extinción, etc.

Además de las características dadas por sus distintas clasificaciones existen ciertos elementos a tener en cuenta en el momento de especificar un conductor, entre ellos:

**Características constructivas**

Se pueden mencionar las siguientes características:

- Conductor desnudo: alambres o cuerdas sin aislación.
- Conductor aislado: alambres o cuerdas con aislación.
- Cable unipolar: conductor aislado o con aislación y vaina.
- Conductor multipolar: dos o más conductores aislados, reunidos y con una vaina exterior.
- Conductor multiplexado: dos o más conductores aislados dispuestos helicoidalmente (sin cubierta exterior).
- Conductores pre reunidos: conductores multiplexados con un cordón de sustentación.

**Sección**

Se debe tener en cuenta que cuando se define una determinada sección en un conductor se está hablando de:

- Una sección nominal (aproximada).
- De una sección eléctrica y no de una sección geométrica.

La sección eléctrica queda definida por las normas en base al nivel de flexibilidad de las cuerdas en:

- Cuerdas de clase 1: Resistencia máxima a 20°C, en  $\Omega / km$
- Cuerdas de clase 2 y 3: Resistencia máxima a 20°C, en  $\Omega / km$  y número mínimo de alambres en el conductor.
- Cuerdas de clase 4, 5 y 6: Resistencia máxima a 20°C, en  $\Omega / km$  y número máximo de alambres en el conductor.

**Temperaturas**

Otro de los parámetros para definir un cable son las distintas temperaturas máximas a las cuales puede funcionar el cable en su operación, esto es:

- Temperatura máxima para servicio continuo (Qz)
- Temperatura máxima para sobrecargas (Qsc)
- Temperatura máxima en cortocircuitos (Qcc)

Al definir estas temperaturas estamos definiendo el tipo de material que es factible utilizar para las aislaciones, ya que cada uno de ellos tiene temperaturas características; las de los materiales más usuales son:

<u>Material</u>	<b>(Qz)</b>	<b>(Qsc)</b>	<b>(Qcc)</b>
PVC	70	100	160
XLPE	90	130	250
EPR	90	130	250



**PIRASTIC ECOPLUS**

Cuerda flexible de cobre aislada en PVC sin plomo, antillama. Para instalaciones fijas interiores en inmuebles y cableado de aparatos eléctricos hasta tensiones de 750 V. entre fases. Fabricado bajo normas IRAM 2183 y NBR 6148.

**VN - 202 ANTILLAMA**

Dos cuerdas flexibles de cobre dispuestas paralelas y aisladas con una vaina de PVC sin plomo. Para alimentación de lámparas, veladores y pequeños aparatos domésticos. Tensión de 300 V. en secciones 0,5 y 0,75 mm<sup>2</sup> y 500 V. en secciones 1 a 2,5 mm<sup>2</sup>. Fabricado bajo normas IRAM 2158.

**PVN FLEXIBLE**

Cuerdas flexibles de cobre aisladas en PVC sin plomo, puestas paralelas y protegidas con una vaina chata de PVC. Para instalaciones en gral., colocados directamente sobre paredes o estructuras. Fabricado bajo normas IRAM 2158. Tensión 300 V.

**SOLDADURA - N**

Cuerda extraflexible formada por alambres de cobre electrolítico recocido, protegida con una vaina exterior de goma termoplástica. Para equipos de soldadura eléctrica. Fabricados bajo normas internas.



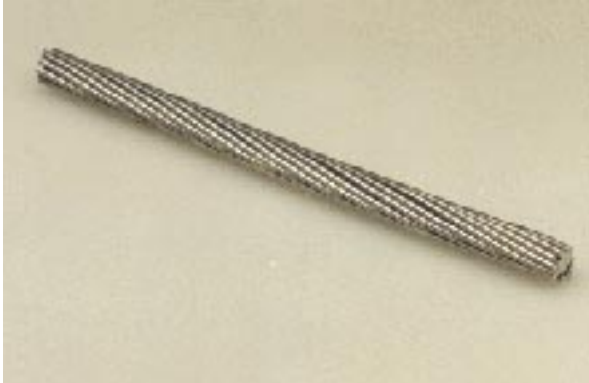
### **TPR**

Cuerda flexible de cobre aislada en PVC sin plomo, cableadas y con vaina exterior de PVC. Para alimentación de aparatos electrodomésticos y motores industriales para 500 V. Fabricado bajo norma IRAM 2158.



### **SINTENAX VIPER**

Conductores de cobre electrolítico recocido aislados en PVC sin plomo, bajo vaina de PVC especial sin plomo, apto para 70°C de temp. de servicio en los conductores. Para 1,1 kv (CAT II) de tensión nominal de servicio entre fases. Fabricado bajo norma IRAM 2178 (cuerdas clase 5 de norma IRAM 2022 hasta 16 mm<sup>2</sup> y clase 2 para el secciones mayores).



### **PIRAL**

Cuerda de aleación de aluminio. Para líneas aéreas de transmisión de energía. Fabricado bajo norma IRAM 2212.



### **PIRAL VN PROTEGIDO**

Cuerda desnuda de aleación de aluminio protegida con una envoltura de Policloruro de Vinilo especial color negro. Para líneas aéreas de transmisión de energía en BT, sobre aisladores. Fabricado bajo norma IRAM 2212 para el conductor e IRAM 2307 parte I para envoltura de PVC.



### **CU DESNUDO**

Cuerda desnuda de cobre duro. Para líneas aéreas de distribución de energía y puestas a tierra. Fabricado bajo norma IRAM 2004.



### **PREENSAMBLADO**

Tres cables unipolares de Al puro aislados con polietileno reticulado, cableados sobre un neutro portante de aleación de Al, aislado con el mismo material. Para líneas aéreas de distribución de energía en BT. Fabricado bajo norma IRAM 2263. Tensión 1,1 kV.



### **ACOMETIDA CU o AL**

Conductores de cobre o aluminio aislados con polietileno reticulado. Para derivaciones a usuarios desde líneas aéreas preensambladas. Fabricado bajo norma IRAM 2164. Tensión 1,1 kV.



### **COAXIALES 50 OHM**

Alambre o cuerda de cobre, aislación de PE compacto o celular, blindaje de malla de cobre y vaina de PVC. Para comunicaciones e informática. Fabricado bajo norma IRAM 4045.



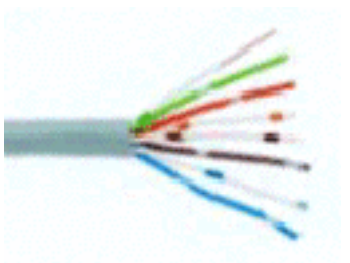
### **COAXIALES 75 OHM**

Alambre o cuerda de cobre, aislación de PE compacto, blindaje de malla de cobre y vaina de PVC. Para video e informática. Fabricado bajo norma IRAM 4045.



### **COAXIALES 75 OHM PARA CIRCUITOS CERRADOS DE TV**

Alambre o cuerda de cobre, aislación de PE compacto o celular, blindaje de malla de cobre y vaina de PVC. Para comunicaciones e informática. Fabricado bajo norma IRAM 4045.



### **CABLE UTP Cat. 5 PARA REDES LOCALES (LAN)**

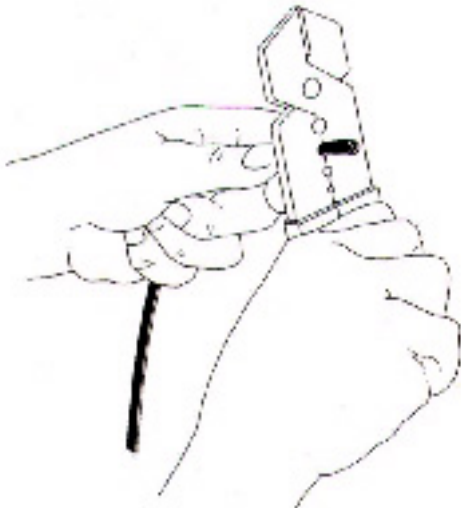
Alambres de cobre aislados en PE, cableados a pares reunidos bajo vaina exterior de PVC. Fabricado bajo especificaciones EIA/TIA 568.

Los conductores eléctricos necesitan ser empalmados entre sí o conectados a interruptores, tomacorrientes y otros dispositivos, en todos esos casos es necesario remover el revestimiento exterior, eliminar todos los materiales de separación y retirar la aislación de los extremos de los conductores.

Si bien se trata de operaciones sencillas con frecuencia se realizan incorrectamente o sin el debido cuidado, por lo que daremos las explicaciones mínimas requeridas:



Para quitar la cubierta exterior de los cables envainados se pueden usar cuchillos o bien un raspacables. Este está constituido por una pieza flexible en forma de U y una pequeña cuchilla triangular que penetra la vaina cuando se presionan las mandíbulas; al arrastrar la herramienta se produce el corte que permite separar la cubierta.



Para retirar la aislación de los cables individuales puede recurrirse a cualquiera de las pinzas pelacables de uso en plaza, cuidando de no fracturar los alambres, dado que ellos se romperán fácilmente. Si un alambre es lastimado conviene rehacer íntegramente el pelado.

Para quitar la aislación en los cables gruesos se debe trabajar en ángulo para reducir el riesgo de fracturar la parte metálica.

Incorrecta

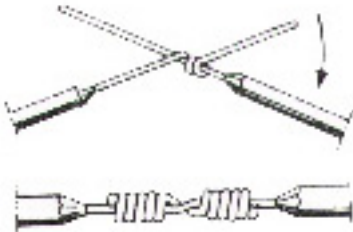


Correcta

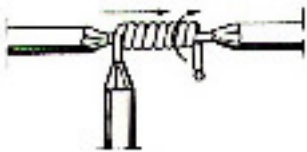


Para los empalmes y derivaciones de cables hasta 2,5 mm<sup>2</sup> inclusive puede recurrirse al método de intercalar y retorcer las hebras de los cables. Para secciones mayores se debe recurrir a borneras, manguitos de indentar o soldar u otro tipo de conexiones que aseguren una conductibilidad eléctrica similar a la original.

**Tipos más frecuentes de empalmes mediante técnicas de amarre**



**Unión western:** se emplea para conductores de hasta 6 mm<sup>2</sup> y es particularmente resistente a las acciones mecánicas. Los conductores se deben pelar en una longitud igual a 50 veces el diámetro.



**Unión en T:** se emplea para conductores de hasta 6 mm<sup>2</sup> cuando es necesario unir el extremo de un conductor, llamado derivado, a un sitio intermedio de otro, llamado principal. Es decir que se utiliza para suministrar energía eléctrica a un circuito ramal desde uno principal. Los conductores se deben pelar en una longitud igual a 50 y 10 veces su diámetro.



**Unión cola de rata:** se realiza con dos o más conductores y se utiliza para prolongar o derivar líneas en las instalaciones eléctricas. Se efectúa principalmente dentro de cajas metálicas en instalaciones en conductos. Los conductores se deben pelar en una longitud igual a 20 veces su diámetro.



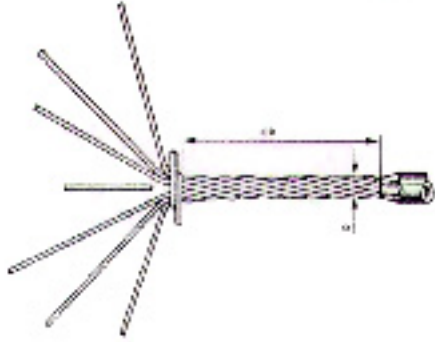
**Unión y derivación Britania:** se emplea para cables de secciones gruesas (de 6 a 16 mm<sup>2</sup>). El amarre se utiliza utilizando un alambre más delgado llamado alambre de atadura. Los conductores se deben pelar en una longitud igual a 20 veces su diámetro.



**Unión y derivación de alambres gruesos:** Se utiliza para prolongar líneas eléctricas, cuando no alcanza un solo cable para cubrir la distancia que se quiere interconectar. Los conductores se deben pelar en una longitud igual a 20 veces su diámetro.

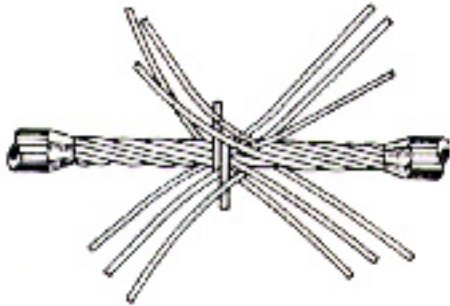
Cuando deba efectuarse un agrupamiento múltiple de tres o más cables debe recurrirse a una bornera de conexión.

Cuando se debe efectuar un empalmes con cables gruesos los pasos a seguir son:

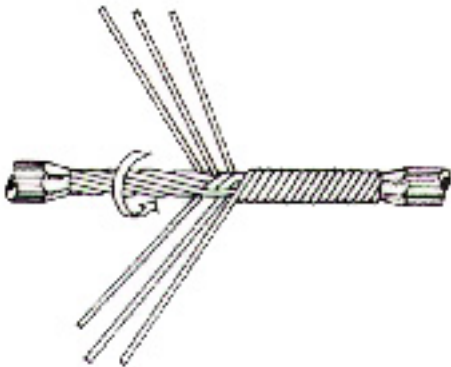


1.- Pelar las puntas en una longitud igual a 20 veces su diámetro. Luego se ata un alambre fino en la longitud pelada de cada cable a una distancia del aislante igual a 10 o 15 veces el diámetro del cable.

Luego se abren y enderezan los alambres y se corta el alambre central de cada uno de los cables, junto a la atadura.



2.- Arrolle los alambres; quite la atadura de uno de los cables, enfrente los cables entrecruzando los alambres abiertos y se arrolla en espiras en sentido contrario al del cableado del conductor del que se quitó la atadura.

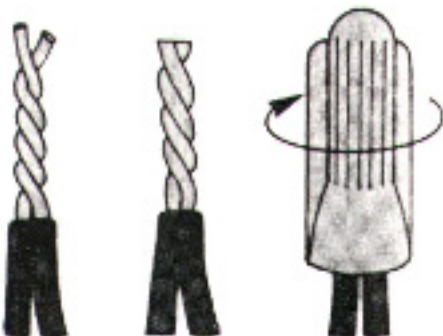


3.- A continuación se quita la otra atadura y se enrollan los alambres del otro lado, igual que en el paso anterior.

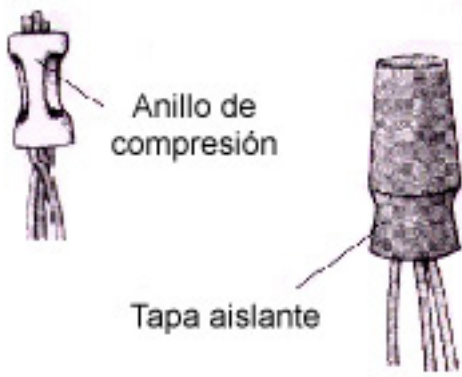


4.- Se afirman los arrollamientos con alicates y se rematan los extremos hasta que queden como en la figura.

Otras formas de realizar empalmes:



Empalmes con conectores tipo Wirenut.

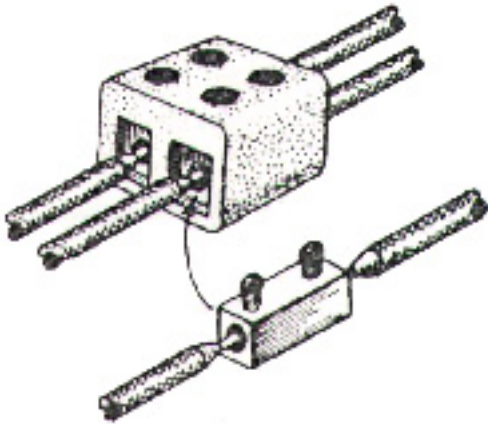


Empalmes con anillos de compresión.

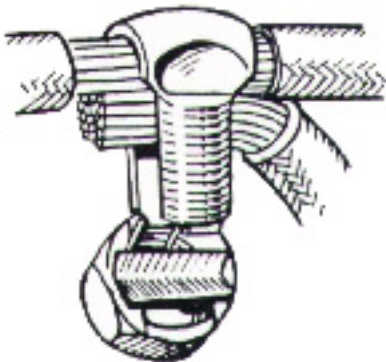
Las uniones y derivaciones no deben someterse a sollicitaciones mecánicas.



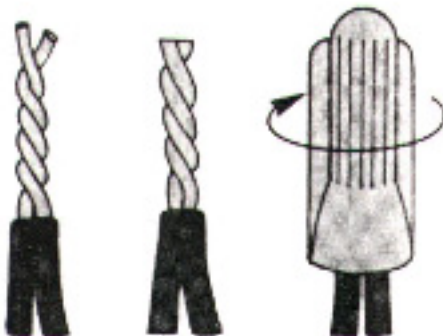
Los dispositivos mecánicos de unión que evitan las soldaduras se denominan **Conectores**, pudiendo ser de tres tipos:



Conectores de prolongación, que como su nombre lo indica prolongan las líneas eléctricas y están formados por un cuerpo de baquelita o porcelana dentro del cual se alojan los contactos y tornillos de bronce.

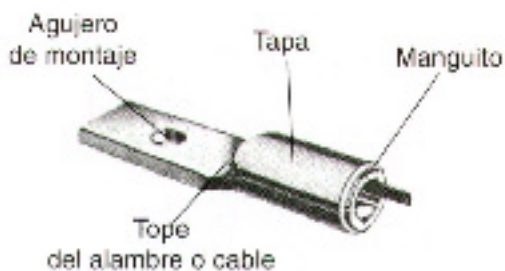


Los **conectores de derivación**, como el de la figura, son empleados en instalaciones a la vista con prensahilos.

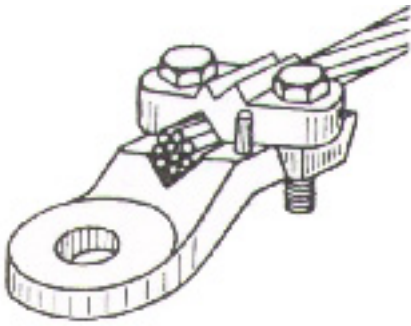


Los **conectores de empalme** pueden ser de dos tipos, los wirenuts o tuercas ciegas, que tienen la ventaja de no requerir cintas aislantes, y los anillos de compresión, que son estructura metálicas que requieren una herramienta especial para su remachado.

Los terminales pueden ser soldados o no soldados, de los cuales sólo desarrollaremos estos últimos:



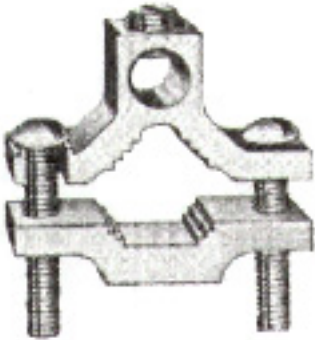
Los terminales a presión se denominan genéricamente "orejas" (lugs) y proporcionan un método rápido y satisfactorio para realizar uniones, en aquellos casos que no existan esfuerzos mecánicos.



Los terminales de sujeción por tornillo pueden ser sencillos o dobles, según acepten uno o dos conductores.



Un caso particular de terminales no soldables lo constituyen los utilizados para hacer conexiones a tierra. Las mordazas se diseñan para mantener el contacto y el alineamiento adecuado entre el alambre y la varilla de tierra.



También se encuentran versiones duales (para cobre y aluminio)

Los conductores eléctricos necesitan ser empalmados entre sí o conectados a interruptores, tomacorrientes y otros dispositivos, en todos esos casos es necesario remover el revestimiento exterior, eliminar todos los materiales de separación y retirar la aislación de los extremos de los conductores.

Si bien se trata de operaciones sencillas con frecuencia se realizan incorrectamente o sin el debido cuidado, por lo que daremos las explicaciones mínimas requeridas:

**Herramienta P.C.V.E.: para retiro de vainas exteriores de cables de aislación seca de baja y media tensión.**



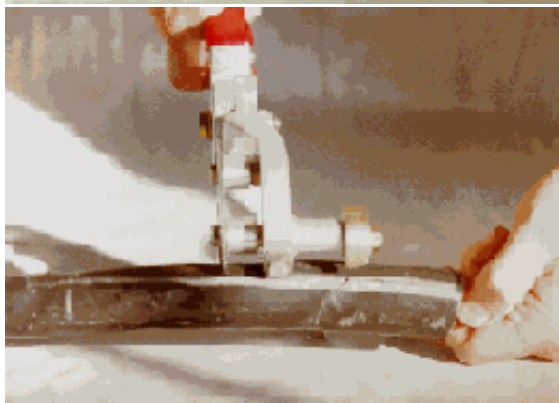
### 1) Corte circular

- Ubicar la pinza en la longitud deseada.
- Cerrar la pinza sobre el cable, ejerciendo una ligera presión que asegure la penetración de las ruedas de corte, hasta que apoyen sobre la vaina, los cilindros de tope.
- Girar la pinza en un movimiento de vaivén 1/3 de vuelta, de forma de controlar el corte.



### 2) Corte Longitudinal

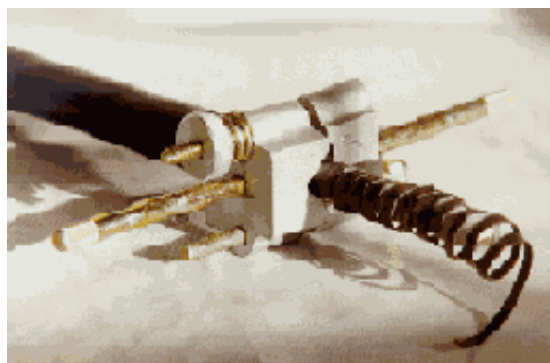
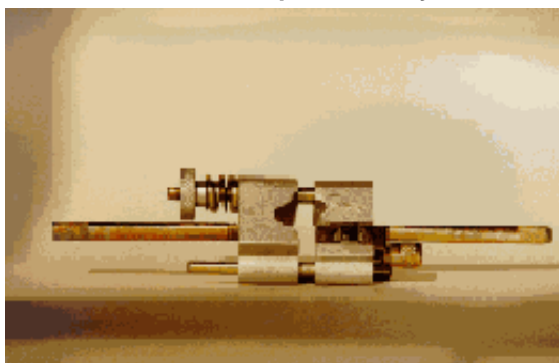
- Posicionar la pinza en forma longitudinal sobre el cable, a partir del corte radial.
- Deslizar la pinza hacia el extremo del cable ejerciendo una pequeña presión.



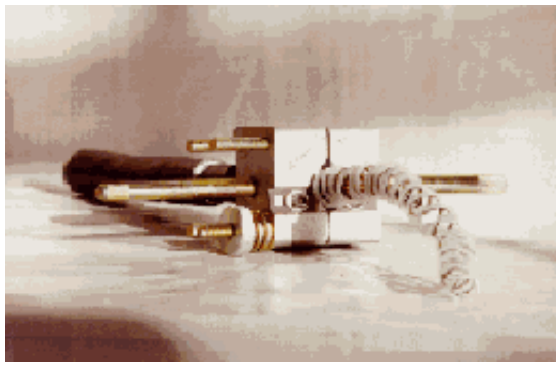
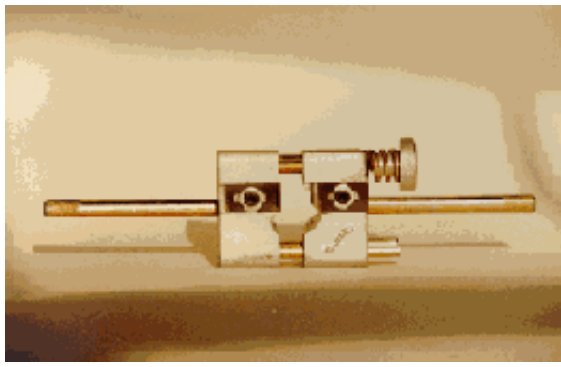
### 3) Retiro de vaina

- Posicionar la pinza en forma transversal al cable.
- Con la pestaña correspondiente abra la vaina por el corte longitudinal y proceda a su retiro.

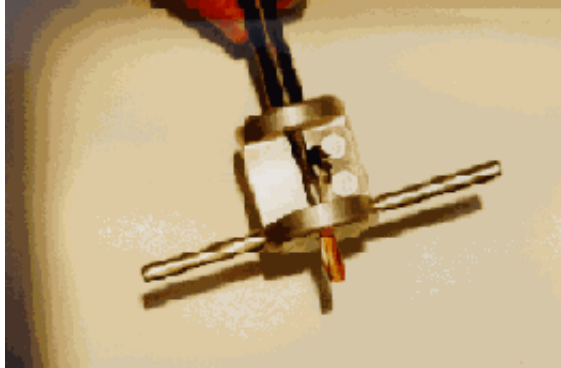
**Herramienta H.C.S.C.: para cortar y retirar la semiconductora extruída en cables con aislación seca de media tensión.**



**Herramienta C.D.A.: para corte recto de aislación en cables con aislación seca de media tensión.**



**Herramienta Sacapuntas:** para efectuar el cono de lápiz sobre la aislación de cables con aislación seca de media tensión.



**Por su función**

- Cables para el transporte de energía
- Cables de control y para transmisión de señales codificadas

**Por su tensión de servicio**

- De muy baja tensión (menos de 50 V.)
- Baja tensión (entre 50 y hasta 1100 V.)
- Media tensión (más de 1100 y hasta 35000V.)
- Alta tensión (más de 35000 V. y hasta 150000 V.)
- Muy alta tensión (por encima de 150000 V.)

**Por la naturaleza de sus componentes**

- Con conductores de cobre o aluminio.
- Aislados con plástico, goma o papel impregnado
- Armados, apantallados, etc.

**Por sus aplicaciones específicas**

- Para instalaciones interiores en edificios
- Para redes de distribución de energía, urbanas o rurales
- De señalización, telefonía, radiofrecuencia, etc.
- Para minas, construcción naval, ferrocarriles, etc.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

Son los elementos metálicos, generalmente cobre o aluminio, permeables al paso de la corriente eléctrica y que, por lo tanto, cumplen la función de transportar la "presión electrónica" de un extremo a otro del cable. Los metales mencionados se han elegido por su alta conductividad, característica necesaria para optimizar la transmisión de energía.

Los alambres y cuerdas se conforman a partir de estas materias primas y se realizan de acuerdo con las respectivas normas nacionales e internacionales, tales como las IRAM 2176, 2177, 2022, 2004 y la norma de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 228.

Además de su naturaleza material, que como ya se mencionó suele ser cobre o aluminio, los cables deben ser capaces de ajustarse a las características de la instalación donde van destinados. En ocasiones el recorrido de la línea es más o menos sinuoso, o inclusive puede ser necesario que acompañe al equipo que alimenta en su desplazamiento durante el servicio.

Por esta razón, los conductores pueden estar constituidos por hilos metálicos de distinto diámetro, según la mayor o menor flexibilidad exigida al cable. La mayoría de las normas de conductores para cables aislados clasifica a los conductores desde el más rígido (clase 1), constituido por un solo alambre, al más flexible (clase 6), formado por haces de hilos extremadamente finos.

Para secciones superiores a 10 mm<sup>2</sup> suelen utilizarse cuerdas compactas que permiten obtener cables de inferiores dimensiones y menor peso.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

Un material aislante es aquel que, debido a que los electrones de sus átomos están fuertemente unidos a sus núcleos, prácticamente no permite su desplazamiento y, por ende, el paso de la corriente eléctrica cuando se aplica una diferencia de tensión entre dos puntos del mismo. En estos materiales para conseguir una determinada corriente sería necesario aplicar una tensión muchísimo más elevada que en el conductor; ello no ocurre dado que se produce antes la perforación de la aislación que el paso de una corriente eléctrica detectable. Se dice entonces que su resistividad es mucho mayor.

Las características de los aislantes más comunes son:

- Aislantes estratificados** Básicamente el papel, requiere, en los cables de potencia, la impregnación con un aceite fluido o masa aislante y prácticamente está en desuso excepto para transmisión en altísima tensión (132, 220, 500 ó 750 kV) por su gran confiabilidad.
- Aislantes sólidos** Son normalmente compuestos del tipo termoplástico o termoestable (reticulados) con distintas características, que fueron evolucionando a través del tiempo hasta nuestros días, entre ellos están:
- Policloruro de vinilo (PVC): material termoplástico utilizado masivamente para la mayoría de los cables de uso domiciliario e industrial en baja tensión. Con el agregado de aditivos especiales en su formulación se logran variedades con resistencia a la propagación del incendio; reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos. La temperatura de funcionamiento normal de este aislante es de 70° C y con una formulación especial se llega a los 105° C.
  - Polietileno reticulado (XLPE): Material termoestable (una vez reticulado no se ablanda con el calor) presenta mejores características eléctricas y térmicas que el PVC por lo que se lo utiliza en la construcción de cables de baja, media y alta tensión. La ausencia de halógenos en su composición hace que los gases, producto de su eventual combustión no sean tóxicos o corrosivos. Su termoestabilidad hace que puedan funcionar en forma permanente con temperaturas de 90° C en los conductores y 250° C durante 5 segundos en caso de cortocircuito.
  - Goma etilenpropilénica (EPR): material termoestable de características similares al XLPE.
- Los cables aislados en PVC y en XLPE responden a las Normas IRAM 2178 y IEC 502 para baja y media tensión e IRAM 2381 para alta tensión.
- Gomas silicónicas** Materiales termoestables con excelentes características eléctricas y de flexibilidad y una muy alta resistencia a la temperatura, lo que permite alcanzar los 250° C en funcionamiento continuo.
- Gomas Afumex** Materiales termoestables con excelentes características eléctricas y de flexibilidad con temperatura de funcionamiento de 90° C para servicio continuo y 250° C durante 5 segundos para el cortocircuito. Además, debido a su composición en caso de combustión emiten muy poco humo y cero gases halogenados (tóxicos y corrosivos).

Las protecciones en los cables pueden cumplir funciones eléctricas y/o mecánicas y se dividen en cuatro tipos diferentes:

**Protecciones eléctricas** Se trata de delgadas capas de material sintético conductor que se coloca en los cables de aislación seca de XLPE de tensión superior o igual a 3,3 kV. y en los de EPR a partir de 6,6 kV. La capa inferior, colocada entre el conductor y el aislante, tiene por objeto hacer perfectamente cilíndrico el campo eléctrico en contacto con el conductor, rellenando los huecos dejados por los alambres que constituyen las cuerdas. La capa externa cumple análoga función en la parte exterior de aislamiento y se mantiene al potencial de tierra.

**Pantallas o blindajes** Son los elementos metálicos generalmente de cobre, materializados como cintas aplicadas en forma helicoidal o, cintas corrugadas que tienen como objeto proteger al cable contra interferencias exteriores, darle forma cilíndrica al campo eléctrico, derivar a tierra una corriente de falla, etc.

**Protecciones mecánicas** Son las armaduras metálicas formadas por alambres o flejes de acero o aluminio (para cables unipolares).

**Vainas exteriores** La mayoría de los cables poseen vainas exteriores que forman una barrera contra la humedad y las agresiones mecánicas externas. Normalmente son de PVC o polietileno, pero cuando se requiera a la vez flexibilidad y gran resistencia a las agresiones mecánicas se usa el policloropreno (Neoprene)



**Resistividad de un conductor** Es la pérdida de potencia que sufre una corriente eléctrica de un amperio de intensidad al atravesar un conductor de longitud y sección unitaria. Se mide en  $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}$ . Es una característica intrínseca del material, como podría ser la densidad, y depende de su pureza, estructura molecular y cristalina, así como de la temperatura. Al concepto inverso, esto es, la facilidad que presenta un material al paso de la corriente eléctrica se le denomina conductividad.

La resistividad nominal, a la temperatura de 20°C es:

- para el cobre de  $17,241 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}$
- para el aluminio de  $28,264 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}$

**Resistencia del conductor** Lo mismo que ocurre con el agua que atraviesa una tubería, al aumentar la longitud aumenta el rozamiento y se pierde presión, y al aumentar su sección pasa el líquido con mayor facilidad, las pérdidas que se producen cuando un cable es atravesado por una corriente eléctrica son directamente proporcionales a su longitud e inversamente proporcionales a la sección, por lo que se calcula multiplicando la resistividad nominal, antes citada, por la longitud en km y se divide el producto por la sección en  $\text{mm}^2$ . El resultado se expresa en ohmios ( $\Omega$ ) y como antes, sería la potencia disipada en el cable en forma de calor, al ser recorrido por una corriente de un amperio.

En la práctica, se especifican siempre a la temperatura de 20°C y en corriente continua. Por consiguiente, es preciso referir la resistencia de las muestras a la citada temperatura de 20°C y a la longitud de un km. a través de las fórmulas correspondientes

**Equivalencia eléctrica entre conductores de Cu y Al** Se entiende por secciones equivalentes las que admiten la misma intensidad de corriente ocasionando las mismas pérdidas. Consecuentemente existe una proporcionalidad directa entre las resistividades y las secciones, ya que es preciso compensar con una mayor sección una mayor resistividad.

Como la relación entre las resistividades del cobre y del aluminio es de 1,64, un conductor de aluminio será equivalente a otro de cobre si tiene una sección 1,64 veces superior.

**Resistencia de aislación** Es la resistencia que ofrece la aislación al paso de una corriente eléctrica, y se mide en  $\text{M}\Omega \cdot \text{km}$ .

En la práctica, se determina multiplicando una constante característica de cada material aislante, denominada "Constante de Aislación",  $K_i$ , por una función de los diámetros sobre la aislación ( $d_e$ ) y sobre el conductor ( $d_i$ ).

**Constante dieléctrica** Es la relación de la densidad de flujo eléctrico que, en presencia de un campo eléctrico, atraviesa un aislante determinado y la que se obtendría si el dieléctrico fuera el vacío.

Es un factor determinante de la capacidad electrostática de un condensador, cuyas armaduras son el propio conductor y el medio conductor que rodea el aislamiento: pantallas, armaduras, o incluso el propio suelo, por lo que presenta una capacidad que, en ocasiones, es determinante.

**Rigidez dieléctrica - Gradiente eléctrico** Rigidez dieléctrica es la máxima tensión que soporta un aislante de espesor unidad sin perforarse; es un gradiente eléctrico que se mide en  $\text{V/m}$ .

Cada material aislante presenta un gradiente de potencial límite, en base al cual se determina el gradiente máximo de servicio al que puede trabajar el cable sin daño.

Se define el gradiente eléctrico como el cociente de dividir la diferencia de potencial aplicada entre las dos caras de un material aislante por su espesor. En el caso de un cable, la aislación está limitada por dos superficies cilíndricas concéntricas, por lo que el gradiente eléctrico no tiene un valor constante, sino que es inversamente proporcional al radio de curvatura del campo eléctrico, y responde a la expresión:

$$G = \frac{0,434 * E_0}{r * \log(d_e / d_i)} \quad (\text{en KV / mm})$$

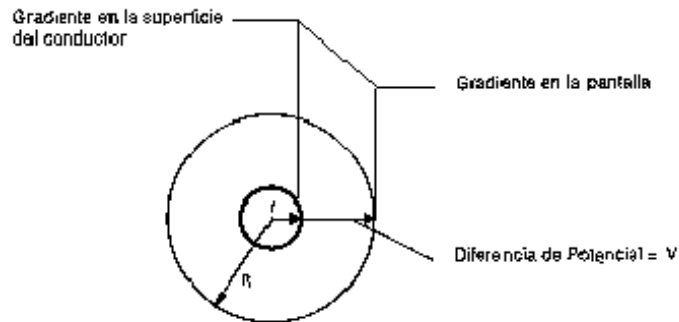
Donde:

G es el gradiente en kV/mm

$E_0$  es el potencial respecto a tierra del cable (kV)

r es el radio de curvatura del campo eléctrico, en mm (que generalmente coincide con la distancia desde el centro del conductor al punto considerado), y

de y di son los diámetros exterior e interior de la aislación (mm).



## Descargas parciales

La eventual presencia de burbujas ocluidas en el seno de la aislación de un cable, generalmente de aire o vapor de agua, al ser sometidas a un gradiente de tensión superior al requerido para su ionización, provoca la formación de iones a partir de los átomos de dicho gas. Estos iones, acelerados por el campo eléctrico presente, adquieren velocidad y, en consecuencia, energía cinética que, si el diámetro de la burbuja o, la intensidad del campo es de la magnitud adecuada, puede ser suficiente para arrancar nuevos átomos de las paredes de la burbuja que, a su vez, se ionizarán, provocando una avalancha de partículas cargadas que se conoce con el nombre de descargas parciales.

Las mismas pueden producirse entre conductor y aislación (efecto corona), en el interior de la aislación (descargas parciales interiores) o en el exterior de la aislación (descargas superficiales).

En caso de producirse, esta ionización ataca el aislante, en mayor o menor grado, según las características de cada material, e irá progresando con el tiempo formando diminutos canales hasta producir la perforación de la aislación. A estos defectos se los conoce como "arborescencias de origen eléctrico", para diferenciarlas de otras de origen químico o electroquímico ocasionadas por la presencia de contaminantes y humedad.

En baja tensión el problema no es relevante pues no se suele alcanzar el potencial de ionización del aire, pero es especialmente grave en los cables de media y alta tensión con aislación seca, pues su estructura molecular sólida hace que, si se presenta un punto de ionización se mantenga siempre en el mismo lugar hasta provocar la perforación del aislante.

## Pérdidas en el dieléctrico

Por el sólo hecho de poner un cable en tensión, aún cuando no se alimente ninguna otra carga, se producen tres fenómenos:

1. una corriente de fuga, en fase con la tensión aplicada, que provoca pérdidas reales que se disipan en forma de calor.
2. el campo alterno aplicado al cable hace oscilar las cargas de los átomos del aislante, produciendo un rozamiento que también calienta al cable produciendo pérdidas reales.
3. una corriente capacitiva de carga del cable como condensador cilíndrico. Esta corriente no se convierte en calor, ya que es una corriente reactiva, y está desfasada  $90^\circ$  con respecto a la tensión.

La corriente activa ( $I_w$ ) que alimenta las pérdidas a) y b) está en fase con la tensión aplicada ( $U_0$ ), mientras que la corriente reactiva ( $I_c$ ) que alimenta al condensador está en cuadratura. A

la relación entre ambas corrientes ( $I_w / I_c$ ) se la denomina  $\text{tg } \delta$ , y a  $\delta$  ángulo de pérdidas.

El factor de pérdidas ( $\text{tg } \delta$ ) es una característica de cada material. Cuanto mayor sea la  $\text{tg}$  mayores serán las pérdidas en la aislación y el calentamiento del cable no ocasionado por el paso de la corriente útil o pérdidas por efecto Joule.

Las pérdidas dieléctricas del PVC son 5 veces mayores que el EPR y 25 veces más que el XLPE, por lo que el PVC debe ser desestimado como aislante en los cables de media y alta tensión.

Las estadísticas demuestran que un elevado porcentaje de los incendios que se producen se deben a causas eléctricas y, aproximadamente la mitad de estos se inician en las canalizaciones eléctricas. Una instalación eléctrica bien diseñada y realizada con los materiales adecuados permite:

- Disminuir de una manera importante el riesgo de incendio,
- En caso de producirse el mismo por causas ajenas a la instalación, reducir sus efectos colaterales (emisión de gases corrosivos, emisión de gases tóxicos y emisión de humos opacos).

En orden creciente de seguridad frente al fuego se definen las siguientes categorías:

**No propagación de la llama** Fue el primer nivel de seguridad frente al fuego, y es adecuado para instalaciones con un reducido número de cables en las canalizaciones. Actualmente la potencia requerida, incluso para las instalaciones domésticas, supone una mayor cantidad de cables en las canalizaciones, por lo que esta característica resulta insuficiente.

**No propagación del incendio** Este ensayo, mucho más representativo de las condiciones reales de una instalación eléctrica actual, permite determinar si un conjunto de cables es o no capaz de servir de cauce a la propagación de un incendio. El ensayo consiste en comprobar que un determinado número de cables, dispuestos verticalmente, no propaga un incendio más allá de la altura especificada en la norma.

**Reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos** Los usuarios de cables han expresado su preocupación sobre la cantidad de ácidos halogenados, principalmente el ácido clorhídrico, que se desprenden cuando arden mezclas corrientes para cables de cloruro de polivinilo (PVC), policloropreno (PCP) o polietileno clorosulfonado (CSP), por su peligrosidad para las personas. Además, dicho ácido puede originar daños importantes a equipos eléctricos aunque no hayan sido alcanzados por el propio fuego e, incluso, puede afectar la estructura de hormigón del propio edificio. Los cables que cumplen estas dos propiedades son libres de halógenos y cuando arden, por razones exógenas emiten gases con índices de toxicidad muy reducidos debido a su prácticamente nula toxicidad.

**Baja emisión de humos opacos** Los cables que cumplen esta propiedad cuando arden emiten gases transparentes, manteniendo un alto nivel de transmitancia. Esta característica es fundamental dado que permite conservar un alto grado de visibilidad y evitar, en lugares de pública concurrencia, el pánico entre las personas, y poder encontrar las salidas de evacuación, así como una rápida intervención de los servicios de extinción.

**Resistencia al fuego** Los cables que cumplen esta característica aseguran el servicio y funcionamiento durante el incendio de los circuitos de alarma, alumbrado de emergencia, alumbrado de señalización, aparatos automáticos que intervengan en la extinción, etc.

Además de las características dadas por sus distintas clasificaciones existen ciertos elementos a tener en cuenta en el momento de especificar un conductor, entre ellos:

**Características constructivas**

Se pueden mencionar las siguientes características:

- Conductor desnudo: alambres o cuerdas sin aislación.
- Conductor aislado: alambres o cuerdas con aislación.
- Cable unipolar: conductor aislado o con aislación y vaina.
- Conductor multipolar: dos o más conductores aislados, reunidos y con una vaina exterior.
- Conductor multiplexado: dos o más conductores aislados dispuestos helicoidalmente (sin cubierta exterior).
- Conductores pre reunidos: conductores multiplexados con un cordón de sustentación.

**Sección**

Se debe tener en cuenta que cuando se define una determinada sección en un conductor se está hablando de:

- Una sección nominal (aproximada).
- De una sección eléctrica y no de una sección geométrica.

La sección eléctrica queda definida por las normas en base al nivel de flexibilidad de las cuerdas en:

- Cuerdas de clase 1: Resistencia máxima a 20°C, en  $\Omega / km$
- Cuerdas de clase 2 y 3: Resistencia máxima a 20°C, en  $\Omega / km$  y número mínimo de alambres en el conductor.
- Cuerdas de clase 4, 5 y 6: Resistencia máxima a 20°C, en  $\Omega / km$  y número máximo de alambres en el conductor.

**Temperaturas**

Otro de los parámetros para definir un cable son las distintas temperaturas máximas a las cuales puede funcionar el cable en su operación, esto es:

- Temperatura máxima para servicio continuo (Qz)
- Temperatura máxima para sobrecargas (Qsc)
- Temperatura máxima en cortocircuitos (Qcc)

Al definir estas temperaturas estamos definiendo el tipo de material que es factible utilizar para las aislaciones, ya que cada uno de ellos tiene temperaturas características; las de los materiales más usuales son:

Material	(Qz)	(Qsc)	(Qcc)
PVC	70	100	160
XLPE	90	130	250
EPR	90	130	250

**PIRASTIC ECOPLUS**

Cuerda flexible de cobre aislada en PVC sin plomo, antillama. Para instalaciones fijas interiores en inmuebles y cableado de aparatos eléctricos hasta tensiones de 750 V. entre fases. Fabricado bajo normas IRAM 2183 y NBR 6148.

**VN - 202 ANTILLAMA**

Dos cuerdas flexibles de cobre dispuestas paralelas y aisladas con una vaina de PVC sin plomo. Para alimentación de lámparas, veladores y pequeños aparatos domésticos. Tensión de 300 V. en secciones 0,5 y 0,75 mm<sup>2</sup> y 500 V. en secciones 1 a 2,5 mm<sup>2</sup>. Fabricado bajo normas IRAM 2158.

**PVN FLEXIBLE**

Cuerdas flexibles de cobre aisladas en PVC sin plomo, puestas paralelas y protegidas con una vaina chata de PVC. Para instalaciones en gral., colocados directamente sobre paredes o estructuras. Fabricado bajo normas IRAM 2158. Tensión 300 V.

**SOLDADURA - N**

Cuerda extraflexible formada por alambres de cobre electrolítico recocido, protegida con una vaina exterior de goma termoplástica. Para equipos de soldadura eléctrica. Fabricados bajo normas internas.

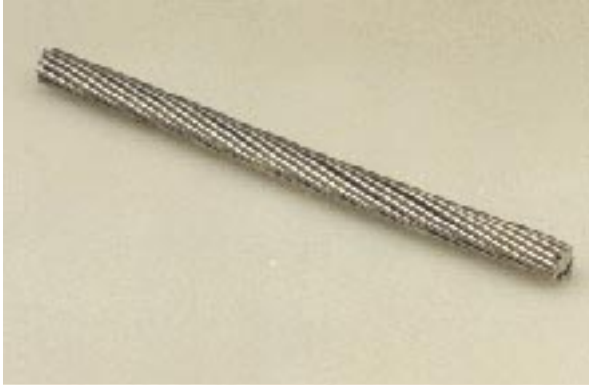
**TPR**

Cuerda flexible de cobre aislada en PVC sin plomo, cableadas y con vaina exterior de PVC. Para alimentación de aparatos electrodomésticos y motores industriales para 500 V. Fabricado bajo norma IRAM 2158.



### **SINTENAX VIPER**

Conductores de cobre electrolítico recocido aislados en PVC sin plomo, bajo vaina de PVC especial sin plomo, apto para 70°C de temp. de servicio en los conductores. Para 1,1 kv (CAT II) de tensión nominal de servicio entre fases. Fabricado bajo norma IRAM 2178 (cuerdas clase 5 de norma IRAM 2022 hasta 16 mm<sup>2</sup> y clase 2 para el secciones mayores).



### **PIRAL**

Cuerda de aleación de aluminio. Para líneas aéreas de transmisión de energía. Fabricado bajo norma IRAM 2212.



### **PIRAL VN PROTEGIDO**

Cuerda desnuda de aleación de aluminio protegida con una envoltura de Policloruro de Vinilo especial color negro. Para líneas aéreas de transmisión de energía en BT, sobre aisladores. Fabricado bajo norma IRAM 2212 para el conductor e IRAM 2307 parte I para envoltura de PVC.



### **CU DESNUDO**

Cuerda desnuda de cobre duro. Para líneas aéreas de distribución de energía y puestas a tierra. Fabricado bajo norma IRAM 2004.



### **PREENSAMBLADO**

Tres cables unipolares de Al puro aislados con polietileno reticulado, cableados sobre un neutro portante de aleación de Al, aislado con el mismo material. Para líneas aéreas de distribución de energía en BT. Fabricado bajo norma IRAM 2263. Tensión 1,1 kV.



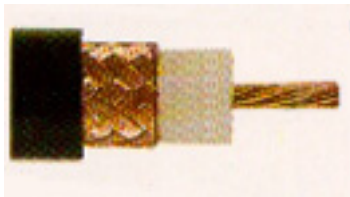
### **ACOMETIDA CU o AL**

Conductores de cobre o aluminio aislados con polietileno reticulado. Para derivaciones a usuarios desde líneas aéreas preensambladas. Fabricado bajo norma IRAM 2164. Tensión 1,1 kV.



### **COAXIALES 50 OHM**

Alambre o cuerda de cobre, aislación de PE compacto o celular, blindaje de malla de cobre y vaina de PVC. Para comunicaciones e informática. Fabricado bajo norma IRAM 4045.



### **COAXIALES 75 OHM**

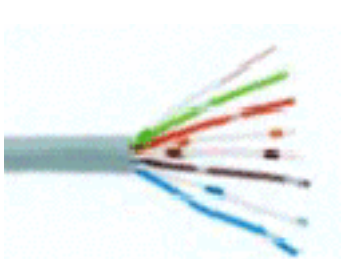
Alambre o cuerda de cobre, aislación de PE compacto, blindaje de malla de cobre y vaina de PVC. Para video e informática. Fabricado bajo norma IRAM 4045.



### **COAXIALES 75 OHM**

#### **PARA CIRCUITOS CERRADOS DE TV**

Alambre o cuerda de cobre, aislación de PE compacto o celular, blindaje de malla de cobre y vaina de PVC. Para comunicaciones e informática. Fabricado bajo norma IRAM 4045.



### **CABLE UTP Cat. 5**

#### **PARA REDES LOCALES (LAN)**

Alambres de cobre aislados en PE, cableados a pares reunidos bajo vaina exterior de PVC. Fabricado bajo especificaciones EIA/TIA 568.

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

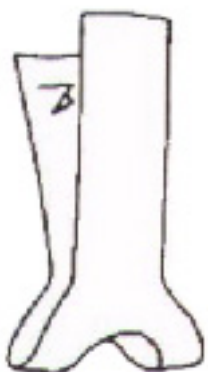
[11](#)

[12](#)

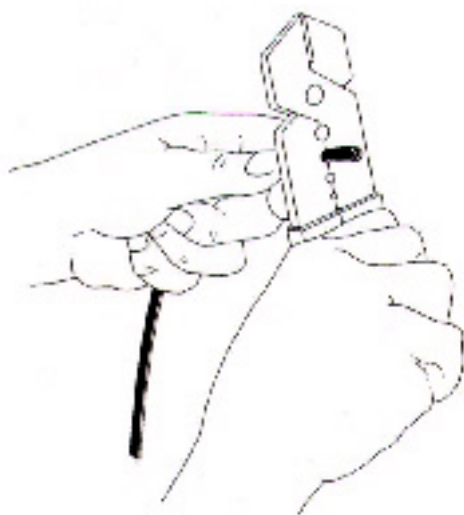
[13](#)

Los conductores eléctricos necesitan ser empalmados entre sí o conectados a interruptores, tomacorrientes y otros dispositivos, en todos esos casos es necesario remover el revestimiento exterior, eliminar todos los materiales de separación y retirar la aislación de los extremos de los conductores.

Si bien se trata de operaciones sencillas con frecuencia se realizan incorrectamente o sin el debido cuidado, por lo que daremos las explicaciones mínimas requeridas:



Para quitar la cubierta exterior de los cables envainados se pueden usar cuchillos o bien un rasgacables. Este está constituido por una pieza flexible en forma de U y una pequeña cuchilla triangular que penetra la vaina cuando se presionan las mandíbulas; al arrastrar la herramienta se produce el corte que permite separar la cubierta.



Para retirar la aislación de los cables individuales puede recurrirse a cualquiera de las pinzas pelacables de uso en plaza, cuidando de no fracturar los alambres, dado que ellos se romperán fácilmente.

Si un alambre es lastimado conviene rehacer íntegramente el pelado.

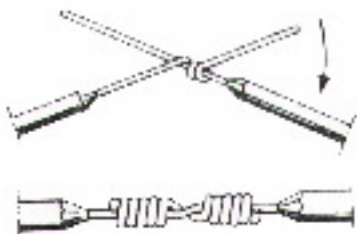


Para quitar la aislación en los cables gruesos se debe trabajar en ángulo para reducir el riesgo de fracturar la parte metálica.



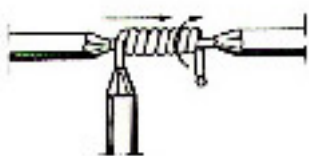
Para los empalmes y derivaciones de cables hasta 2,5 mm<sup>2</sup> inclusive puede recurrirse al método de intercalar y retorcer las hebras de los cables. Para secciones mayores se debe recurrir a borneras, manguitos de indentar o soldar u otro tipo de conexiones que aseguren una conductibilidad eléctrica similar a la original.

### Tipos más frecuentes de empalmes mediante técnicas de amarre



**Unión western:** se emplea para conductores de hasta 6 mm<sup>2</sup> y es particularmente resistente a las acciones mecánicas.

Los conductores se deben pelar en una longitud igual a 50 veces el diámetro.



**Unión en T:** se emplea para conductores de hasta 6 mm<sup>2</sup> cuando es necesario unir el extremo de un conductor, llamado derivado, a un sitio intermedio de otro, llamado principal. Es decir que se utiliza para suministrar energía eléctrica a un circuito ramal desde uno principal.

Los conductores se deben pelar en una longitud igual a 50 y 10 veces su diámetro.



**Unión cola de rata:** se realiza con dos o más conductores y se utiliza para prolongar o derivar líneas en las instalaciones eléctricas. Se efectúa principalmente dentro de cajas metálicas en instalaciones en conductos.

Los conductores se deben pelar en una longitud igual a 20 veces su diámetro.



**Unión y derivación Britania:** se emplea para cables de secciones gruesas (de 6 a 16 mm<sup>2</sup>). El amarre se utiliza utilizando un alambre más delgado llamado alambre de atadura.

Los conductores se deben pelar en una longitud igual a 20 veces su diámetro.

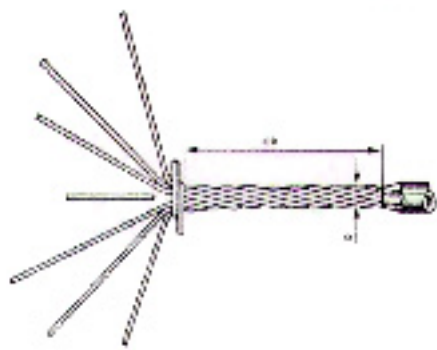


**Unión y derivación de alambres gruesos:** Se utiliza para prolongar líneas eléctricas, cuando no alcanza un solo cable para cubrir la distancia que se quiere interconectar.

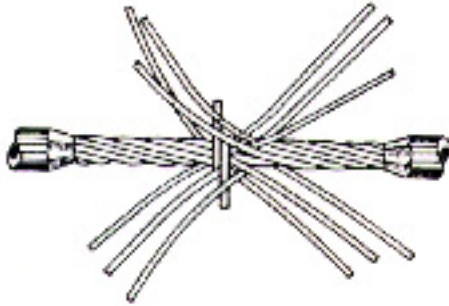
Los conductores se deben pelar en una longitud igual a 20 veces su diámetro.

Cuando deba efectuarse un agrupamiento múltiple de tres o más cables debe recurrirse a una bornera de conexión.

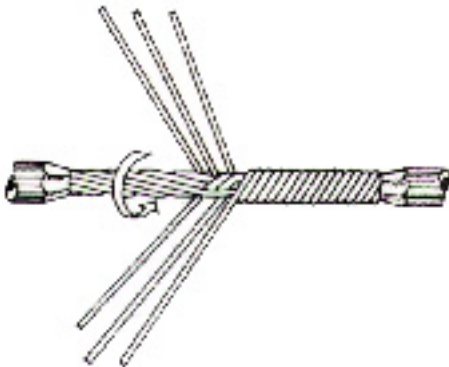
Cuando se debe efectuar un empalmes con cables gruesos los pasos a seguir son:



1.- Pelar las puntas en una longitud igual a 20 veces su diámetro. Luego se ata un alambre fino en la longitud pelada de cada cable a una distancia del aislante igual a 10 o 15 veces el diámetro del cable. Luego se abren y enderezan los alambres y se corta el alambre central de cada uno de los cables, junto a la atadura.



2.- Arrolle los alambres; quite la atadura de uno de los cables, enfrente los cables entrecruzando los alambres abiertos y se arrolla en espiras en sentido contrario al del cableado del conductor del que se quitó la atadura.

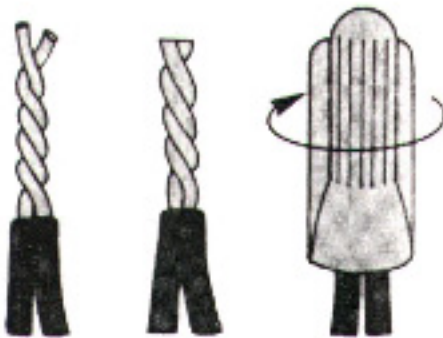


3.- A continuación se quita la otra atadura y se enrollan los alambres del otro lado, igual que en el paso anterior.

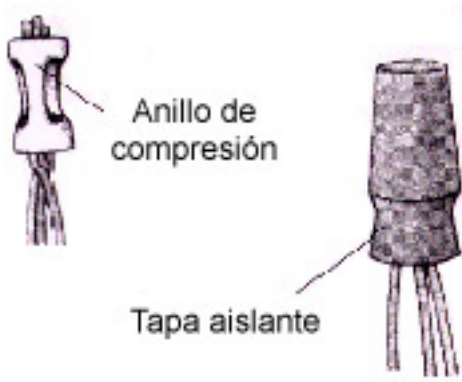


4.- Se afirman los arrollamientos con alicates y se rematan los extremos hasta que queden como en la figura.

Otras formas de realizar empalmes:



Empalmes con conectores tipo Wirenut.



Empalmes con anillos de compresión.

Las uniones y derivaciones no deben someterse a sollicitaciones mecánicas.

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

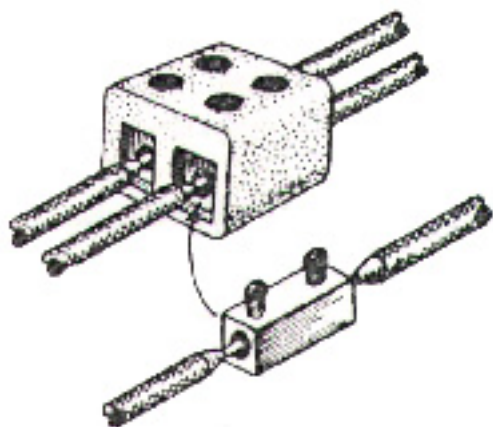
[10](#)

[11](#)

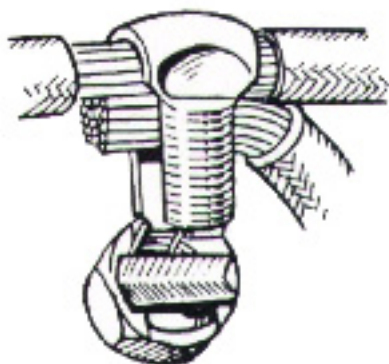
[12](#)

[13](#)

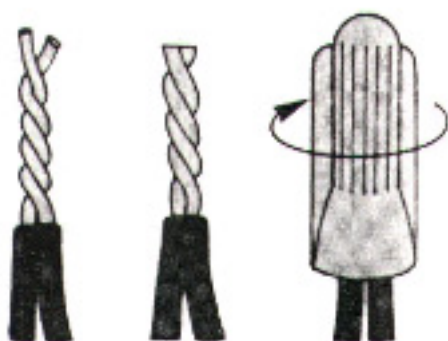
Los dispositivos mecánicos de unión que evitan las soldaduras se denominan **Conectores**, pudiendo ser de tres tipos:



Conectores de prolongación, que como su nombre lo indica prolongan las líneas eléctricas y están formados por un cuerpo de baquelita o porcelana dentro del cual se alojan los contactos y tornillos de bronce.

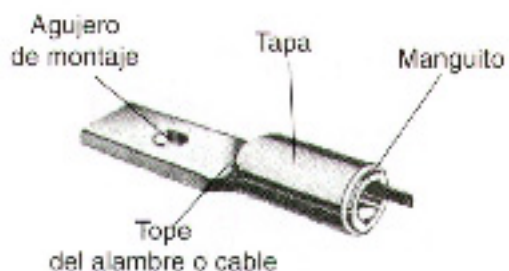


Los **conectores de derivación**, como el de la figura, son empleados en instalaciones a la vista con prensahilos.

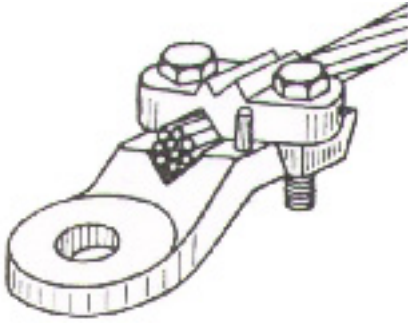


Los **conectores de empalme** pueden ser de dos tipos, los wirenuts o tuercas ciegas, que tienen la ventaja de no requerir cintas aislantes, y los anillos de compresión, que son estructura metálicas que requieren una herramienta especial para su remachado.

Los terminales pueden ser soldados o no soldados, de los cuales sólo desarrollaremos estos últimos:



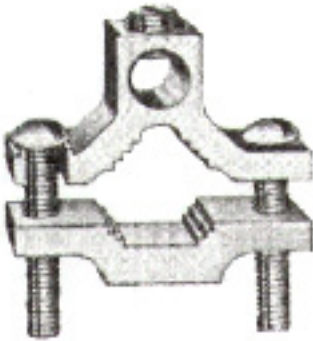
Los terminales a presión se denominan genéricamente "orejas" (lugs) y proporcionan un método rápido y satisfactorio para realizar uniones, en aquellos casos que no existan esfuerzos mecánicos.



Los terminales de sujeción por tornillo pueden ser sencillos o dobles, según acepten uno o dos conductores.



Un caso particular de terminales no soldables lo constituyen los utilizados para hacer conexiones a tierra. Las mordazas se diseñan para mantener el contacto y el alineamiento adecuado entre el alambre y la varilla de tierra.



También se encuentran versiones duales (para cobre y aluminio)

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[12](#)

[13](#)

Los conductores eléctricos necesitan ser empalmados entre sí o conectados a interruptores, tomacorrientes y otros dispositivos, en todos esos casos es necesario remover el revestimiento exterior, eliminar todos los materiales de separación y retirar la aislación de los extremos de los conductores.

Si bien se trata de operaciones sencillas con frecuencia se realizan incorrectamente o sin el debido cuidado, por lo que daremos las explicaciones mínimas requeridas:

**Herramienta P.C.V.E.:** para retiro de vainas exteriores de cables de aislación seca de baja y media tensión.



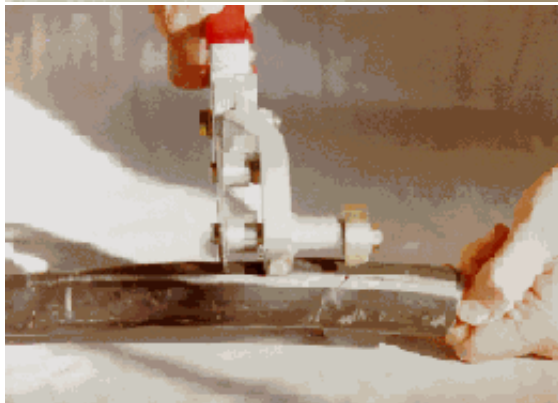
### 1) Corte circular

- a) Ubicar la pinza en la longitud deseada.
- b) Cerrar la pinza sobre el cable, ejerciendo una ligera presión que asegure la penetración de las ruedas de corte, hasta que apoyen sobre la vaina, los cilindros de tope.
- c) Girar la pinza en un movimiento de vaivén 1/3 de vuelta, de forma de controlar el corte.



### 2) Corte Longitudinal

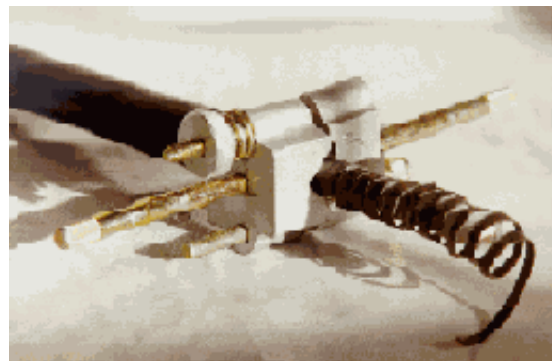
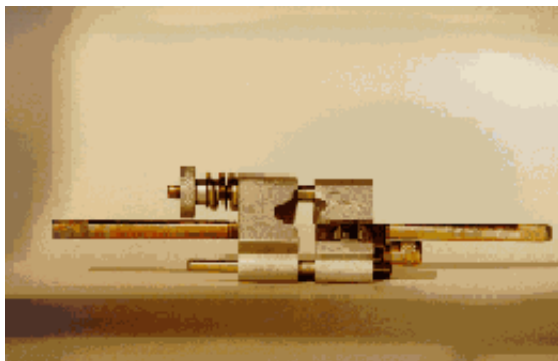
- a) Posicionar la pinza en forma longitudinal sobre el cable, a partir del corte radial.
- b) Deslizar la pinza hacia el extremo del cable ejerciendo una pequeña presión.



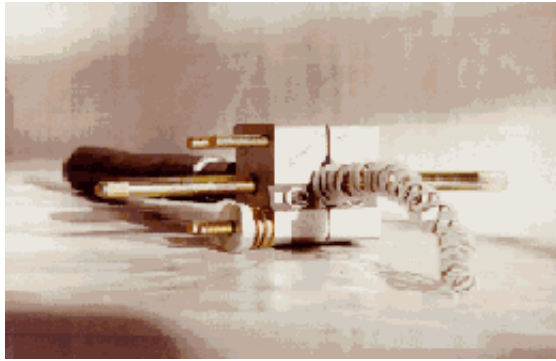
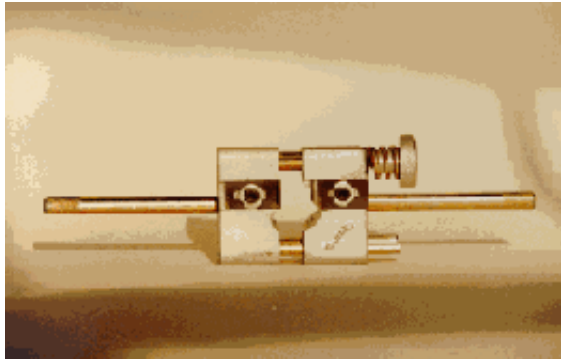
### 3) Retiro de vaina

- a) Posicionar la pinza en forma transversal al cable.
- b) Con la pestaña correspondiente abra la vaina por el corte longitudinal y proceda a su retiro.

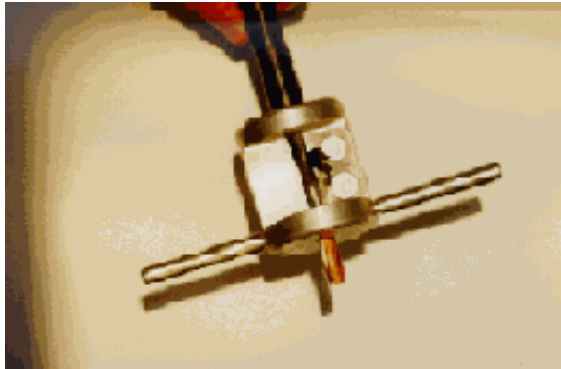
**Herramienta H.C.S.C.:** para cortar y retirar la semiconductora extruída en cables con aislación seca de media tensión.



**Herramienta C.D.A.:** para corte recto de aislación en cables con aislación seca de media tensión.



Herramienta Sacapuntas: para efectuar el cono de lápiz sobre la aislación de cables con aislación seca de media tensión.



	<a href="#">memó</a>		<a href="#">índice</a>	<a href="#">1</a>	<a href="#">2</a>	<a href="#">3</a>	<a href="#">4</a>	<a href="#">5</a>	<a href="#">6</a>	<a href="#">7</a>	<a href="#">8</a>	<a href="#">9</a>	<a href="#">10</a>	<a href="#">11</a>	<a href="#">12</a>	<a href="#">13</a>
--	----------------------	--	------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

-  **1** Dimensionamiento de conductores - Generalidades
-  **2** Dimensionamiento de conductores - Tensión nominal de los cables
-  **3** Dimensionamiento de conductores - Corriente de Proyecto
-  **4** Dimensionamiento de conductores - Cálculo de la capacidad de conducción de corriente
-  **5** Dimensionamiento de conductores - Uso de Tablas
-  **6** Dimensionamiento de conductores - Verificación de la corriente de cortocircuito
-  **7** Dimensionamiento de conductores - Verificación por caída de tensión
-  **8** Dimensionamiento de conductores - Verificación de las secciones mínimas exigidas



Dimensionar un circuito, terminal o de distribución, es determinar la sección de los conductores y, a corriente nominal, el dispositivo de protección contra sobrecorrientes.

En el caso más general, el dimensionamiento de un circuito sigue las siguientes etapas:

- Definir la tensión nominal del cable.
- Determinar la corriente de proyecto.
- Escoger el tipo de conductor y la forma de instalación.
- Determinar la sección por el criterio de "Capacidad de Conducción de Corriente".
- Verificar la sección por el criterio de "Corriente de cortocircuito".
- Verificar la sección por el criterio de "Caída de tensión".
- Verificar el cumplimiento de las secciones mínimas exigidas.
- Escoger la protección contra "Corrientes de Sobrecarga".
- Escoger la protección contra "Corrientes de Cortocircuito".

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)

Dimensionar un circuito, terminal o de distribución, es determinar la sección de los conductores y, a corriente nominal, el dispositivo de protección contra sobrecorrientes.

En el caso más general, el dimensionamiento de un circuito sigue las siguientes etapas:

- Definir la tensión nominal del cable.
- Determinar la corriente de proyecto.
- Escoger el tipo de conductor y la forma de instalación.
- Determinar la sección por el criterio de "Capacidad de Conducción de Corriente".
- Verificar la sección por el criterio de "Corriente de cortocircuito".
- Verificar la sección por el criterio de "Caída de tensión".
- Verificar el cumplimiento de las secciones mínimas exigidas.
- Escoger la protección contra "Corrientes de Sobrecarga".
- Escoger la protección contra "Corrientes de Cortocircuito".

La tensión nominal del cable debe ser apropiada para las condiciones de operación de la red en la que el cable va a ser instalado.

En las designaciones de tensiones de cables se consideran:

- U<sub>o</sub>** la tensión nominal a frecuencia industrial entre el conductor y el conductor de protección a tierra o pantalla metálica para la cual está diseñado el cable.
- U** la tensión nominal a frecuencia industrial entre los conductores para la cual está diseñado el cable.
- U<sub>m</sub>** la tensión máxima para el equipamiento (ver IRAM 2 211-Parte I).

Para cada valor de la tensión U, los valores correspondientes de U<sub>o</sub> en función de las características de la red se definen de la forma siguiente:

**Categoría I** Comprenderá las redes en que, en el caso de falla de una fase contra tierra, el cable es retirado de servicio en un tiempo no mayor de 1 h. Cuando se utilicen cables con conductores aislados, individualmente apantallado, podrán ser toleradas duraciones más prolongadas, pero en ningún caso dichos períodos serán mayores de 8 hs. Se preverá que estas situaciones anormales no se presenten frecuentemente.

**Categoría II** Comprenderá todas las redes que no están incluidas en la categoría.

**Categorías del cable de acuerdo con la tensión de la red**

Tensión nominal de la red U (V)	Tensión máxima de la red U <sub>m</sub> (V)	Categoría	Tensión entre conductor y tierra U <sub>o</sub> (V)
1100	1200	II	600
3300	3600	II	2300
6600	7200	I	3800
		II	5200
13200	14500	I	7600
		II	10500
33000	36000	I	19000

**Nota:** Para redes cuya tensión máxima permanente no esté incluida en la tabla, se considerará el valor inmediato mayor.

**Nota:** Si el cable es usado en un sistema donde una falla a tierra no es automática y rápidamente eliminada, el esfuerzo dieléctrico adicional sobre la aislación del cable durante la falla a tierra, reduce en cierto grado la vida útil de la aislación.

Por ello, si el sistema está previsto para operar regularmente con una falla a tierra, se deberá adoptar la categoría II.

Es la corriente máxima permanente considerando las potencias nominales de las cargas.

En caso de existir fluctuaciones de carga importantes, se deberá disponer del diagrama de cargas correspondiente, esto es, la curva de variación de la corriente en función del tiempo.

La corriente transportada por un conductor produce, por el llamado efecto Joule, energía térmica. Esa energía se gasta, en parte, para elevar la temperatura del conductor, y el resto se disipa como calor. Luego de cierto tiempo de circular corriente la temperatura del conductor se estabiliza, produciéndose el "equilibrio térmico".

La corriente que, circulando continuamente por el conductor produce el equilibrio térmico a la temperatura máxima de servicio continuo es denominada "capacidad de conducción de corriente", Iz.

Una vez conocida ésta, se determina la sección por el criterio de "Intensidad máxima admisible por calentamiento" o bien, dada la complejidad de estos cálculos, se recurre a las tablas incluidas en las hojas técnicas de los fabricantes de cables.

Las mismas están referidas a la tensión nominal y a los casos de instalación más corrientes: la instalación en cañerías embutidas para los cables unipolares y al aire o en instalación enterrada para los subterráneos, en las siguientes condiciones:

**Instalación al aire**

- Temperatura del aire 40°C.
- Una terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo o un cable tripolar
- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.
- Temperatura del terreno 25°C.

**Instalación enterrada**

- Una terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo o un cable tripolar
- Terreno de resistividad térmica normal (100°C x cm/W)
- Profundidad de la instalación: Hasta 6,6 kV 70 cm, entre 13,2 y 33 kV 1 metro, para más de 33 kV 1,2 metros.

En el caso de otras disposiciones o que se deba instalar a lo largo del recorrido previsto más de un cable tripolar o más de una terna de cables unipolares, es preciso considerar el calentamiento mutuo y reducir la intensidad admisible de los cables mediante la aplicación de coeficientes de reducción.

La complejidad de los cálculos ha popularizado el empleo de tablas de dimensionamiento, provistas por los fabricantes de conductores o las incluidas en el Reglamento de la A.E.A.

Para cables en cañerías embutidas o a la vista Pirelli Cables fabrica la línea Pirastic Ecoplus. Se trata de cables unipolares aislados en PVC según norma IRAM 2183, cuyos datos principales son:

<b>Sección nominal</b>	<b>Diametro máximo de alambres del conductor</b>	<b>Espesor de aislación nominal</b>	<b>Diámetro exterior aprox.</b>	<b>Peso aprox.</b>	<b>Intensidad de corriente admisible en cañerías (2)</b>	<b>Intensidad de corriente admisible al aire libre (2)</b>	<b>Caída de Tensión (3)</b>	<b>Resist. eléctrica máxima a 20°C y CC</b>
<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>Kg/Km</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>V/A km</b>	<b>Ohm/km</b>
0,75	0,21	0,6	2,4	12	8	10	50	26
1,0	0,21	0,7	2,8	16	10,5	12	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	21	13	15,5	26	13,3
2 (1)	0,26	0,7	3,3	25	15,5	18	18	9,51
2,5	0,26	0,8	3,7	32	18	21	15	7,98
3 (1)	0,26	0,8	3,9	37	20	24	12	6,07
4	0,31	0,8	4,2	46	24	28	10	4,95
6	0,31	0,8	4,8	65	31	36	6,5	3,3
10	0,41	1,0	6,1	110	42	50	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,9	185	56	68	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,8	290	73	89	1,54	0,78
35	0,41	1,2	11,1	390	89	111	1,2	0,554
50	0,41	1,4	13,6	550	108	134	0,83	0,386
70	0,51	1,4	16,1	785	136	171	0,61	0,272
95	0,51	1,6	18,3	1000	164	207	0,48	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1250	188	239	0,39	0,161

(1) Secciones no contempladas por la norma IRAM 2183.

(2) 3 cables en cañerías embutidas en mampostería o en aire libre dispuestos en plano, temperatura ambiente 30°C (no se considera el de protección).

(3) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz.,  $\cos \phi = 0,8$  (no se considera el de protección).

Coeficientes de corrección de la corriente admisible:

- Para dos cables en cañería los valores de intensidad admisible se deberán multiplicar por 1,10; si los cables instalados son de 4 a 6 multiplicar por 0,8 y si son de 7 a 9 cables el coeficiente de multiplicación será 0,7.

- En aire libre multiplicar por 1,12

- Para temperatura ambiente de 40°C multiplicar por 0,89

Para cables de uso subterráneo de BT Pirelli Cables elabora la línea SINTENAX VIPER (bajo norma IRAM 2178) cuyos datos principales son:

**Cables con conductores de Cu.**

Sección nominal	Diám. Cond.	Espesor aislante nominal.	Espesor de vaina nominal.	Diám. exterior aprox.	Peso aprox.	Intensidad de corriente admisible en servicio continuo en aire en reposo.	Intensidad de corriente admisible en serv. continuo enterrado a 70 cm	Resistencia máxima a 70°C y 50 Hz.	Reactancia a 50 Hz.
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A	Ohm/km	Ohm/Km
<b>Unipolares (almas de color marrón)</b>									
4	2,5	1,0	1,4	8	95	41	54	5,92	0,300
6	3	1,0	1,4	9,5	140	53	68	3,95	0,280
10	3,9	1,0	1,4	10,5	190	69	89	2,29	0,269
16	5,0	1,0	1,4	11	250	97	116	1,45	0,248
25	6,0	1,2	1,4	11,7	350	121	148	0,873	0,242
35	7,0	1,2	1,4	12,7	450	149	177	0,628	0,234
50	8,1	1,4	1,4	14,1	580	181	209	0,464	0,224
70	9,8	1,4	1,4	16	790	221	258	0,324	0,215
95	11,5	1,6	1,5	18	1070	272	307	0,232	0,206
120	13,0	1,6	1,5	20	1300	316	349	0,184	0,200
150	14,4	1,8	1,6	22	1600	360	390	0,150	0,194
185	16,1	2,0	1,7	24	2000	415	440	0,121	0,189
240	18,5	2,2	1,8	27	2600	492	510	0,0911	0,182
300	20,7	2,4	1,9	30	3250	564	574	0,0730	0,176
400	23,3	2,6	2,0	33	4100	700	700	0,0581	0,171
500	26,4	2,8	2,1	37	5200	758	744	0,0462	0,165
630	30,0	2,8	2,2	41	6500	879	848	0,0369	0,159
<b>Bipolares (almas de color marrón y negro)</b>									
1,5	1,5	0,8	1,8	11,5	180	15	25	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	12,5	215	21	35	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	14	295	28	44	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	16	360	37	56	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	500	50	72	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	22	780	64	94	1,45	0,0813
25	6,0	1,2	1,8	23	1030	86	120	0,873	0,0803
35	7,0	1,2	1,8	25	1300	107	144	0,628	0,0779
<b>Tripolares (alma de color marrón, negro y rojo)</b>									
1,5	1,5	0,8	1,8	12	200	15	25	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	13	245	21	35	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	15	345	28	44	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	16	425	37	56	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	18	500	50	77	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	23	950	64	94	1,45	0,0813
25	6,0	1,2	1,8	25	1300	86	120	0,873	0,0803
35	7,0	1,2	1,8	27	1650	107	144	0,628	0,0779
50	8,1	1,4	1,8	30	2150	128	176	0,464	0,0777
70	10,9	1,4	2,0	29	2400	160	214	0,321	0,0736
95	12,7	1,6	2,1	33	3250	196	254	0,232	0,0733
120	14,2	1,6	2,2	36	3950	227	289	0,184	0,0729
150	15,9	1,8	2,4	40	4900	261	325	0,150	0,0720
185	17,7	2,0	2,5	44	6000	300	368	0,121	0,0720
240	20,1	2,2	2,7	49	7800	358	428	0,0911	0,0716
300	22,5	2,4	2,9	56	9750	418	486	0,0730	0,0714
<b>Tetrapolares (almas de color marrón, negro, rojo y azul claro)</b>									

1,5	1,5	0,8	1,8	13	230	15	25	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	14	290	21	35	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	16	410	28	44	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	18	510	37	56	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	20	730	50	72	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	24	1149	64	94	1,45	0,0813
25/16	6,0/4,8	1,2/1,0	1,8	26	1500	86	120	0,873	0,0803
35/16	7,0/4,8	1,2/1,0	1,8	28	1800	107	144	0,628	0,0779
50/25	8,1/6,0	1,4/1,2	1,9	32	2400	128	176	0,464	0,0777
70/35	10,9/7,2	1,4/1,2	2,0	31	2800	160	214	0,321	0,0736
95/50	12,7/9,2	1,6/1,4	2,2	36	3800	196	234	0,232	0,0733
120/70	14,2/10,9	1,6/1,4	2,3	39	4700	227	289	0,184	0,0729
150/70	15,9/10,9	1,8/1,4	2,4	43	5600	261	325	0,150	0,0720
185/95	17,7/12,7	2,0/1,6	2,6	47	7050	300	368	0,121	0,0720
240/120	20,1/14,2	2,2/1,6	2,8	53	9050	358	428	0,0911	0,0716
300/150	22,5/15,9	2,4/1,8	3,0	60	10300	418	486	0,0730	0,0714

- Cables en aire: se considera tres cables unipolares en un plano sobre bandeja y distanciados un diámetro o un cable multipolar sólo, en un ambiente a 40°C.

- Cables enterrados: tres cables unipolares colocados en un plano horizontal y distanciados 7 cm. o un cable multipolar solo, enterrado a 0,70 m. de profundidad en un terreno a 25°C. y 100 °C.cm/W de resistividad térmica.

- Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.



A continuación se verifica la viabilidad de la sección calculada de acuerdo a las secciones admisibles en cortocircuito. Las mismas surgen de las tablas de los fabricantes o bien con la fórmula:

$$I_{cc} = K * S$$

Donde K es un coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al principio y al final del cortocircuito y S es la sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

- **K = 115 en cables de cobre aislados en PVC**
- **K = 74 en cables de aluminio aislados en PVC**
- **K = 143 en cables de cobre aislados en XLPE**
- **K = 92 en cables de aluminio aislados en XLPE**

La caída de tensión se origina porque el conductor opone una resistencia al pasaje de la corriente que es función del material, la longitud y la sección (2da. ley de Ohm); por ello, la sección calculada debe verificarse por caída de tensión en la línea, en base a las siguientes fórmulas aproximadas:

Para circuitos monofásicos:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varnothing + X \cdot \sen \varnothing) \cdot 100}{U_f}$$

**Donde  $U_f$  es la tensión de fase (V), es decir la tensión entre tierra y fase.**

Para circuitos trifásicos:

$$\Delta U = \frac{1,73 \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varnothing + X \cdot \sen \varnothing) \cdot 100}{U_L}$$

**Donde  $U_L$  es la tensión de fase (V), es decir la tensión entre fases.**

Donde:

- $\Delta U$  es la caída de tensión en %,
- $U_f$  es la tensión de fase (V),
- $U_L$  es la tensión de línea (V),
- L es la longitud del circuito (km),
- I es la intensidad de corriente de fase del tramo del circuito (Ampere),
- R es la resistencia del conductor (ohm / km) en c. a. a la temperatura de servicio.
- X es la reactancia del conductor (ohm / km)
- $\cos \varnothing$  es el factor de potencia de la instalación.

La caída de tensión provocada por el pasaje de corriente en los conductores de un circuito debe mantenerse dentro de límites prefijados a fin de no perjudicar el funcionamiento de los equipos ligados a los mismos. La caída de tensión se considera entre el origen de la instalación y el último punto de utilización.

Según la reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina las caídas máximas admisibles son:

- Circuitos de alumbrado:  $\Delta U = 3\%$
- Circuitos fuerza motriz:  $\Delta U = 5\%$  (en régimen)
- $\Delta U = 15\%$  (en arranque), aunque se estima conveniente limitarlo al 10%.
- Circuitos alimentados en MT:  $\Delta U = 7\%$

La caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.-

La AEA no es taxativa respecto al tramo total de cálculo de la caída de tensión, generalmente se interpreta que basta con verificar DESDE LA ACOMETIDA HASTA TABLERO DE USUARIO, TABLERO DE ASCENSOR, TABLERO DE BOMBA, etc.

A los efectos prácticos se debe considerar el valor de la reactancia sólo para conductores de sección

mayor a 25 mm<sup>2</sup>; el cos Ø puede tomarse igual a 0,9 en primera aproximación.

Para cables unipolares de simple vaina (IRAM 2183) los valores aproximados de resistencia efectiva a 70°C y 50 Hz, considerando una separación del orden de un diámetro de conductor entre ellos es:

**Sección conductor de Cu**  
**(mm<sup>2</sup>)**

**Resistencia en c.a. a 70°C**  
**(ohm/m x 10<sup>-3</sup>)**

**Reactancia inductiva a 50 Hz**  
**(ohm/m x10<sup>-3</sup>)**

1	19.5	0.35
1.5	13.3	0.33
2.5	7.98	0.31
4	4.95	0.29
6	3.3	0.28
10	1.91	0.27
16	1.21	0.25
25	0.78	0.24
35	0.554	0.23
50	0.386	0.22
70	0.272	0.21
95	0.206	0.20

De acuerdo a la ubicación de los circuitos, el Reglamento de la AEA prevé las siguientes secciones mínimas (para conductores de cobre):

<b>Tipo de línea</b>	<b>Tramo</b>	<b>Sección mínima (mm<sup>2</sup>)</b>
Líneas principales	Medidor - Tablero principal.	4
Líneas seccionales	Tablero principal - Tablero seccional - otros tableros seccionales.	2,5
Líneas de circuito	Tableros seccionales - Tomas corrientes - Bocas de luz.	1,5
Derivaciones y retornos a los interruptores de efecto	Bocas de luz - llave interruptora.	1
Conductor de protección	Todos los circuitos.	2,5

La tensión nominal del cable debe ser apropiada para las condiciones de operación de la red en la que el cable va a ser instalado.

En las designaciones de tensiones de cables se consideran:

- U<sub>o</sub>** la tensión nominal a frecuencia industrial entre el conductor y el conductor de protección a tierra o pantalla metálica para la cual está diseñado el cable.
- U** la tensión nominal a frecuencia industrial entre los conductores para la cual está diseñado el cable.
- U<sub>m</sub>** la tensión máxima para el equipamiento (ver IRAM 2 211-Parte I).

Para cada valor de la tensión U, los valores correspondientes de U<sub>o</sub> en función de las características de la red se definen de la forma siguiente:

**Categoría I** Comprenderá las redes en que, en el caso de falla de una fase contra tierra, el cable es retirado de servicio en un tiempo no mayor de 1 h. Cuando se utilicen cables con conductores aislados, individualmente apantallado, podrán ser toleradas duraciones más prolongadas, pero en ningún caso dichos períodos serán mayores de 8 hs. Se preverá que estas situaciones anormales no se presenten frecuentemente.

**Categoría II** Comprenderá todas las redes que no están incluídas en la categoría.

**Categorías del cable de acuerdo con la tensión de la red**

Tensión nominal de la red U (V)	Tensión máxima de la red U <sub>m</sub> (V)	Categoría	Tensión entre conductor y tierra U <sub>o</sub> (V)
1100	1200	II	600
3300	3600	II	2300
6600	7200	I	3800
		II	5200
13200	14500	I	7600
		II	10500
33000	36000	I	19000

**Nota:** Para redes cuya tensión máxima permanente no esté incluída en la tabla, se considerará el valor inmediato mayor.

**Nota:** Si el cable es usado en un sistema donde una falla a tierra no es automática y rápidamente eliminada, el esfuerzo dieléctrico adicional sobre la aislación del cable durante la falla a tierra, reduce en cierto grado la vida útil de la aislación.

Por ello, si el sistema está previsto para operar regularmente con una falla a tierra, se deberá adoptar la categoría II.

Es la corriente máxima permanente considerando las potencias nominales de las cargas.

En caso de existir fluctuaciones de carga importantes, se deberá disponer del diagrama de cargas correspondiente, esto es, la curva de variación de la corriente en función del tiempo.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)

La corriente transportada por un conductor produce, por el llamado efecto Joule, energía térmica. Esa energía se gasta, en parte, para elevar la temperatura del conductor, y el resto se disipa como calor. Luego de cierto tiempo de circular corriente la temperatura del conductor se estabiliza, produciéndose el "equilibrio térmico".

La corriente que, circulando continuamente por el conductor produce el equilibrio térmico a la temperatura máxima de servicio continuo es denominada "capacidad de conducción de corriente", Iz.

Una vez conocida ésta, se determina la sección por el criterio de "Intensidad máxima admisible por calentamiento" o bien, dada la complejidad de estos cálculos, se recurre a las tablas incluidas en las hojas técnicas de los fabricantes de cables.

Las mismas están referidas a la tensión nominal y a los casos de instalación más corrientes: la instalación en cañerías embutidas para los cables unipolares y al aire o en instalación enterrada para los subterráneos, en las siguientes condiciones:

#### Instalación al aire

- Temperatura del aire 40°C.
- Una terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo o un cable tripolar
- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.
- Temperatura del terreno 25°C.

#### Instalación enterrada

- Una terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo o un cable tripolar
- Terreno de resistividad térmica normal (100°C x cm/W)
- Profundidad de la instalación: Hasta 6,6 kV 70 cm, entre 13,2 y 33 kV 1 metro, para más de 33 kV 1,2 metros.

En el caso de otras disposiciones o que se deba instalar a lo largo del recorrido previsto más de un cable tripolar o más de una terna de cables unipolares, es preciso considerar el calentamiento mutuo y reducir la intensidad admisible de los cables mediante la aplicación de coeficientes de reducción.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)

La complejidad de los cálculos ha popularizado el empleo de tablas de dimensionamiento, provistas por los fabricantes de conductores o las incluidas en el Reglamento de la A.E.A.

Para cables en cañerías embutidas o a la vista Pirelli Cables fabrica la línea Pirastic Ecoplus. Se trata de cables unipolares aislados en PVC según norma IRAM 2183, cuyos datos principales son:

Sección nominal	Diametro máximo de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Peso aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (2)	Intensidad de corriente admisible al aire libre (2)	Caída de Tensión (3)	Resist. eléctrica máxima a 20°C y CC
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A	V/A km	Ohm/km
0,75	0,21	0,6	2,4	12	8	10	50	26
1,0	0,21	0,7	2,8	16	10,5	12	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	21	13	15,5	26	13,3
2 (1)	0,26	0,7	3,3	25	15,5	18	18	9,51
2,5	0,26	0,8	3,7	32	18	21	15	7,98
3 (1)	0,26	0,8	3,9	37	20	24	12	6,07
4	0,31	0,8	4,2	46	24	28	10	4,95
6	0,31	0,8	4,8	65	31	36	6,5	3,3
10	0,41	1,0	6,1	110	42	50	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,9	185	56	68	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,8	290	73	89	1,54	0,78
35	0,41	1,2	11,1	390	89	111	1,2	0,554
50	0,41	1,4	13,6	550	108	134	0,83	0,386
70	0,51	1,4	16,1	785	136	171	0,61	0,272
95	0,51	1,6	18,3	1000	164	207	0,48	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1250	188	239	0,39	0,161

(1) Secciones no contempladas por la norma IRAM 2183.

(2) 3 cables en cañerías embutidas en mampostería o en aire libre dispuestos en plano, temperatura ambiente 30°C (no se considera el de protección).

(3) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz.,  $\cos \phi = 0,8$  (no se considera el de protección).

Coeficientes de corrección de la corriente admisible:

- Para dos cables en cañería los valores de intensidad admisible se deberán multiplicar por 1,10; si los cables instalados son de 4 a 6 multiplicar por 0,8 y si son de 7 a 9 cables el coeficiente de multiplicación será 0,7.
- En aire libre multiplicar por 1,12
- Para temperatura ambiente de 40°C multiplicar por 0,89

Para cables de uso subterráneo de BT Pirelli Cables elabora la línea SINTENAX VIPER (bajo norma IRAM 2178) cuyos datos principales son:

**Cables con conductores de Cu.**

Sección nominal	Diám. Cond.	Espesor aislante nominal.	Espesor de vaina nominal.	Diám. exterior aprox.	Peso aprox.	Intensidad de corriente admisible en servicio continuo en aire en reposo.	Intensidad de corriente admisible en serv. continuo enterrado a 70 cm	Resistencia máxima a 70°C y 50 Hz.	Reactancia a 50 Hz.
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A	Ohm/km	Ohm/Km



Unipolares (almas de color marrón)									
4	2,5	1,0	1,4	8	95	41	54	5,92	0,300
6	3	1,0	1,4	9,5	140	53	68	3,95	0,280
10	3,9	1,0	1,4	10,5	190	69	89	2,29	0,269
16	5,0	1,0	1,4	11	250	97	116	1,45	0,248
25	6,0	1,2	1,4	11,7	350	121	148	0,873	0,242
35	7,0	1,2	1,4	12,7	450	149	177	0,628	0,234
50	8,1	1,4	1,4	14,1	580	181	209	0,464	0,224
70	9,8	1,4	1,4	16	790	221	258	0,324	0,215
95	11,5	1,6	1,5	18	1070	272	307	0,232	0,206
120	13,0	1,6	1,5	20	1300	316	349	0,184	0,200
150	14,4	1,8	1,6	22	1600	360	390	0,150	0,194
185	16,1	2,0	1,7	24	2000	415	440	0,121	0,189
240	18,5	2,2	1,8	27	2600	492	510	0,0911	0,182
300	20,7	2,4	1,9	30	3250	564	574	0,0730	0,176
400	23,3	2,6	2,0	33	4100	700	700	0,0581	0,171
500	26,4	2,8	2,1	37	5200	758	744	0,0462	0,165
630	30,0	2,8	2,2	41	6500	879	848	0,0369	0,159

Bipolares (almas de color marrón y negro)									
1,5	1,5	0,8	1,8	11,5	180	15	25	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	12,5	215	21	35	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	14	295	28	44	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	16	360	37	56	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	500	50	72	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	22	780	64	94	1,45	0,0813
25	6,0	1,2	1,8	23	1030	86	120	0,873	0,0803
35	7,0	1,2	1,8	25	1300	107	144	0,628	0,0779

Tripolares (alma de color marrón, negro y rojo)									
1,5	1,5	0,8	1,8	12	200	15	25	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	13	245	21	35	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	15	345	28	44	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	16	425	37	56	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	18	500	50	77	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	23	950	64	94	1,45	0,0813
25	6,0	1,2	1,8	25	1300	86	120	0,873	0,0803
35	7,0	1,2	1,8	27	1650	107	144	0,628	0,0779
50	8,1	1,4	1,8	30	2150	128	176	0,464	0,0777
70	10,9	1,4	2,0	29	2400	160	214	0,321	0,0736
95	12,7	1,6	2,1	33	3250	196	254	0,232	0,0733
120	14,2	1,6	2,2	36	3950	227	289	0,184	0,0729
150	15,9	1,8	2,4	40	4900	261	325	0,150	0,0720
185	17,7	2,0	2,5	44	6000	300	368	0,121	0,0720
240	20,1	2,2	2,7	49	7800	358	428	0,0911	0,0716
300	22,5	2,4	2,9	56	9750	418	486	0,0730	0,0714

Tetrapolares (almas de color marrón, negro, rojo y azul claro)									
1,5	1,5	0,8	1,8	13	230	15	25	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	14	290	21	35	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	16	410	28	44	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	18	510	37	56	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	20	730	50	72	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	24	1149	64	94	1,45	0,0813
25/16	6,0/4,8	1,2/1,0	1,8	26	1500	86	120	0,873	0,0803
35/16	7,0/4,8	1,2/1,0	1,8	28	1800	107	144	0,628	0,0779
50/25	8,1/6,0	1,4/1,2	1,9	32	2400	128	176	0,464	0,0777
70/35	10,9/7,2	1,4/1,2	2,0	31	2800	160	214	0,321	0,0736
95/50	12,7/9,2	1,6/1,4	2,2	36	3800	196	234	0,232	0,0733
120/70	14,2/10,9	1,6/1,4	2,3	39	4700	227	289	0,184	0,0729
150/70	15,9/10,9	1,8/1,4	2,4	43	5600	261	325	0,150	0,0720
185/95	17,7/12,7	2,0/1,6	2,6	47	7050	300	368	0,121	0,0720

240/120	20,1/14,2	2,2/1,6	2,8	53	9050	358	428	0,0911	0,0716
300/150	22,5/15,9	2,4/1,8	3,0	60	10300	418	486	0,0730	0,0714

- Cables en aire: se considera tres cables unipolares en un plano sobre bandeja y distanciados un diámetro o un cable multipolar sólo, en un ambiente a 40°C.

- Cables enterrados: tres cables unipolares colocados en un plano horizontal y distanciados 7 cm. o un cable multipolar solo, enterrado a 0,70 m. de profundidad en un terreno a 25°C. y 100 °C.cm/W de resistividad térmica.

- Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

A continuación se verifica la viabilidad de la sección calculada de acuerdo a las secciones admisibles en cortocircuito. Las mismas surgen de las tablas de los fabricantes o bien con la fórmula:

$$I_{cc} = K * S$$

Donde K es un coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al principio y al final del cortocircuito y S es la sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

- **K = 115 en cables de cobre aislados en PVC**
- **K = 74 en cables de aluminio aislados en PVC**
- **K = 143 en cables de cobre aislados en XLPE**
- **K = 92 en cables de aluminio aislados en XLPE**

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)

La caída de tensión se origina porque el conductor opone una resistencia al pasaje de la corriente que es función del material, la longitud y la sección (2da. ley de Ohm); por ello, la sección calculada debe verificarse por caída de tensión en la línea, en base a las siguientes fórmulas aproximadas:

Para circuitos monofásicos:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varnothing + X \cdot \sen \varnothing) \cdot 100}{U_f}$$

Donde  $U_f$  es la tensión de fase (V), es decir la tensión entre tierra y fase.

Para circuitos trifásicos:

$$\Delta U = \frac{1,73 \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varnothing + X \cdot \sen \varnothing) \cdot 100}{U_L}$$

Donde  $U_L$  es la tensión de fase (V), es decir la tensión entre fases.

Donde:

- $\Delta U$  es la caída de tensión en %,
- $U_f$  es la tensión de fase (V),
- $U_L$  es la tensión de línea (V),
- L es la longitud del circuito (km),
- I es la intensidad de corriente de fase del tramo del circuito (Ampere),
- R es la resistencia del conductor (ohm / km) en c. a. a la temperatura de servicio.
- X es la reactancia del conductor (ohm / km)
- $\cos \varnothing$  es el factor de potencia de la instalación.

La caída de tensión provocada por el pasaje de corriente en los conductores de un circuito debe mantenerse dentro de límites prefijados a fin de no perjudicar el funcionamiento de los equipos ligados a los mismos. La caída de tensión se considera entre el origen de la instalación y el último punto de utilización.

Según la reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina las caídas máximas admisibles son:

- Circuitos de alumbrado:  $\Delta U = 3\%$
- Circuitos fuerza motriz:  $\Delta U = 5\%$  (en régimen)
- $\Delta U = 15\%$  (en arranque), aunque se estima conveniente limitarlo al 10%.
- Circuitos alimentados en MT:  $\Delta U = 7\%$

La caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.-

La AEA no es taxativa respecto al tramo total de cálculo de la caída de tensión, generalmente se interpreta que basta con verificar DESDE LA ACOMETIDA HASTA TABLERO DE USUARIO, TABLERO DE ASCENSOR, TABLERO DE BOMBA, etc.

A los efectos prácticos se debe considerar el valor de la reactancia sólo para conductores de sección mayor a 25 mm<sup>2</sup>; el  $\cos \varnothing$  puede tomarse igual a 0,9 en primera aproximación.

Para cables unipolares de simple vaina (IRAM 2183) los valores aproximados de resistencia efectiva a 70°C y 50 Hz, considerando una separación del orden de un diámetro de conductor entre ellos es:

**Sección conductor de Cu**  
**(mm<sup>2</sup>)**

**Resistencia en c.a. a 70°C**  
**(ohm/m x 10<sup>-3</sup>)**

**Reactancia inductiva a 50 Hz**  
**(ohm/m x10<sup>-3</sup>)**

1	19.5	0.35
1.5	13.3	0.33
2.5	7.98	0.31
4	4.95	0.29
6	3.3	0.28
10	1.91	0.27
16	1.21	0.25
25	0.78	0.24
35	0.554	0.23
50	0.386	0.22
70	0.272	0.21
95	0.206	0.20

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

De acuerdo a la ubicación de los circuitos, el Reglamento de la AEA prevé las siguientes secciones mínimas (para conductores de cobre):

<b>Tipo de línea</b>	<b>Tramo</b>	<b>Sección mínima (mm2)</b>
Líneas principales	Medidor - Tablero principal.	4
Líneas seccionales	Tablero principal - Tablero seccional - otros tableros seccionales.	2,5
Líneas de circuito	Tableros seccionales - Tomas corrientes - Bocas de luz.	1,5
Derivaciones y retornos a los interruptores de efecto	Bocas de luz - llave interruptora.	1
Conductor de protección	Todos los circuitos.	2,5

*memi*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)



## Caños y Tableros eléctricos

*Cap.4*



**1** [Caños eléctricos - Generalidades](#)



**2** [Características de caños metálicos, incluyendo curvas y cuplas](#)

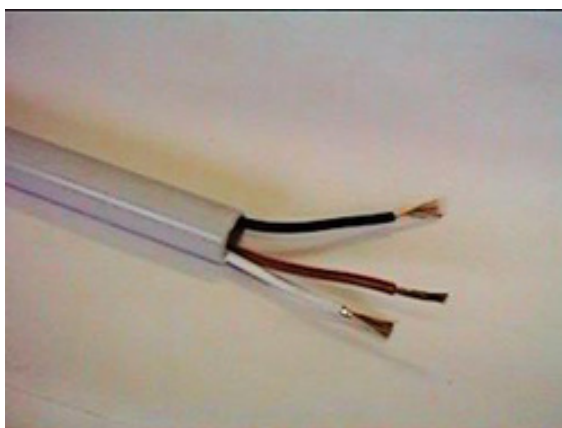


**3** [Características de caños de PVC, incluyendo curvas y cuplas](#)



**4** [Tableros eléctricos](#)

Llamamos **caño eléctrico**, a un elemento en forma de tubo destinado a contener conductores eléctricos (líneas embutidas); permiten la colocación y el retiro de los conductores. Pueden ser metálicas (acero o aluminio) o aislantes (plástico) como la línea SICA - ELECTROSYSTEM.



**Caño plástico (PVC) SICA - ELECTROSYSTEM**

Su función principal es proteger a los conductores eléctricos contra influencias externas (choques mecánicos, agentes químicos, etc.), pudiendo asimismo proteger al medio ambiente contra peligros de incendio o de explosión resultantes de fallas en los conductores eléctricos.

Según la IEC se clasifican en:

**Rígidos** cuando no pueden ser curvados sin una herramienta especial.

**Curvables** pueden ser doblados con la mano usando una fuerza razonable.

**Flexibles** pueden ser doblados con la mano usando una fuerza reducida.

**Transversalmente rígidos** son aquellos que deformados con una fuerza transversal aplicada en un intervalo de tiempo reducido retoman su forma original luego de cesar la fuerza.

Para la unión entre caños se emplean elementos de unión, con sus distintas variantes: macho - macho, macho - hembra, etc.



Las cañerías se complementan con cajas de derivación, algunas de las cuales se representan en la figura siguiente:



Las normas que cubren estos productos son la norma IRAM 2206 para caños de material termoplástico y las normas IRAM 2100, 2005 y 2224 para caños de acero.



Los bloques alveolados son un caso especial de cañerías, están constituidas por bloques de material de construcción con uno o más agujeros, que por yuxtaposición con otros bloques forman un conducto cerrado.

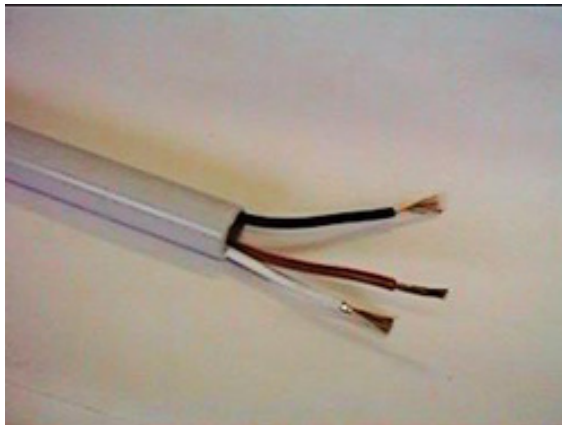


Los conductos bajo piso también constituyen un caso particular y normalmente se instalan en el contrapiso; pueden ser simples, dobles o triples para poder canalizar hasta tres servicios diferentes. Las salidas hacia los locales se hacen a través de periscopios que normalmente se encuentran en lugares cercanos a su utilización (Ej. escritorios) y no en los lugares de paso.

Su mayor aplicación es en oficinas, donde se requiere cierta versatilidad en las probables salidas de los toma corrientes o telefónicos.

	<a href="#">menú</a>		<a href="#">índice</a>	<a href="#">1</a>	<a href="#">2</a>	<a href="#">3</a>	<a href="#">4</a>
--	----------------------	--	------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Llamamos caño eléctrico, a un elemento en forma de tubo destinado a contener conductores eléctricos (líneas embutidas); permiten la colocación y el retiro de los conductores. Pueden ser metálicas (acero o aluminio) o aislantes (plástico) como la línea SICA - ELECTROSYSTEM.



**Caño plástico (PVC) SICA - ELECTROSYSTEM**

Su función principal es proteger a los conductores eléctricos contra influencias externas (choques mecánicos, agentes químicos, etc.), pudiendo asimismo proteger al medio ambiente contra peligros de incendio o de explosión resultantes de fallas en los conductores eléctricos.

Según la IEC se clasifican en:

**Rígidos** cuando no pueden ser curvados sin una herramienta especial.

**Curvables** pueden ser doblados con la mano usando una fuerza razonable.

**Flexibles** pueden ser doblados con la mano usando una fuerza reducida.

**Transversalmente rígidos** son aquellos que deformados con una fuerza transversal aplicada en un intervalo de tiempo reducido retoman su forma original luego de cesar la fuerza.

Para la unión entre caños se emplean elementos de unión, con sus distintas variantes: macho - macho, macho - hembra, etc.



Las cañerías se complementan con cajas de derivación, algunas de las cuales se representan en la figura siguiente:



Las normas que cubren estos productos son la norma IRAM 2206 para caños de material termoplástico y las normas IRAM 2100, 2005 y 2224 para caños de acero.

Los bloques alveolados son un caso especial de cañerías, están constituidas por bloques de material de construcción con uno o más agujeros, que por yuxtaposición con otros bloques forman un conducto cerrado.



Los conductos bajo piso también constituyen un caso particular y normalmente se instalan en el contrapiso; pueden ser simples, dobles o triples para poder canalizar hasta tres servicios diferentes. Las salidas hacia los locales se hacen a través de periscopios que normalmente se encuentran en lugares cercanos a su utilización (Ej. escritorios) y no en los lugares de paso.

Su mayor aplicación es en oficinas, donde se requiere cierta versatilidad en las probables salidas de los toma corrientes o telefónicos.

Los caños metálicos para instalaciones eléctricas deberán cumplir con las prescripciones de las normas IRAM 2100-2005-2224.

<b>Caños metálicos</b>								
<u>Designación comercial</u>	<u>Diám. exterior medio</u>	<u>Espesor pared mínimo</u>	<u>Cantidad de caños por atado</u>		<u>Cantidad de metros por atado</u>		<u>Peso mínimo por cada atado Kg</u>	
			Liviano	Semi pesado	Liviano	Semi pesado	Liviano	Semi pesado
--	mm	mm						
1/2"	12,566	1	40	35	120	105	36.000	38.885
5/8"	15,741	1	34	25	102	75	37.750	40.737
3/4"	18,907	1	30	20	90	60	40.950	44.430
7/8"	22,082	1	20	20	60	60	33.600	52.690
1"	25,257	1	20	15	60	45	39.300	45.785
1¼"	31,607	1,25	10	10	30	30	28.200	38.880
1½"	37,948	1,25	10	10	30	30	33.000	52.820
2"	50,648	1,50	5	5	15	15	27.000	40.950

<b>Cuplas metálicas</b>				
<u>Designación</u>	<u>Longitud L</u>		<u>Diámetro exterior</u>	<u>Espesor</u>
	máximo (mm)	mínimo (mm)	máximo (mm)	mínimo (mm)
IRAM				
RS 16/13	31,5	28	21,2	1,60
RS 19/15	33,5	31,5	25,0	1,80
RS 22/18	37,5	33,5	28,0	1,80
RS 25/21	40,0	37,5	31,5	1,80
RS 32/28	42,5	40,0	40,0	1,80
RS 38/34	47,5	45,0	47,5	2,00
RS 51/46	53,0	50,0	60,0	2,25

<b>Curvas metálicas</b>				
<u>Designación IRAM</u>	<u>Longitud (L1) mínimo (mm)</u>	<u>Radio de curva (r2) mínimo (mm)</u>	<u>Longitud roscada (L1)</u>	<u>Longitud roscada (L1)</u>
			máximo (mm)	mínimo (mm)
RS 16/13	19,0	40,0	12,5	11,0
RS 19/15	20,0	47,5	15,0	12,5
RS 22/18	22,0	56,0	16,0	14,0
RS 25/21	23,6	67,0	18,0	16,0
RS 32/28	25,0	80,0	19,0	17,0
RS 38/34	26,5	95,0	21,2	19,0
RS 51/46	30,0	125,0	25,0	22,0

Los caños de PVC para instalaciones eléctricas deberán cumplir con las prescripciones de las normas IRAM 2206 tanto en el caso de los rígidos como en el de los flexibles.

La línea ELECTROSYSTEM de SICA, con sello de conformidad con la norma IRAM-IEC 1386, incluye:



Caños rígidos de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm x 3 metros



Caños flexibles de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm x 30 metros

Los accesorios con protección IP 40 de esta línea son:



Curva 90° de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño rígido a caño rígidos de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño rígido a caja de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm

La gama de accesorios con protección IP 65 incluye:



Curva 90° de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño rígido a caño rígidos de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño rígido a caja de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño flexible a caño rígido de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño flexible a caja (rosca métrica) de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño flexible a caja (rosca gas) de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm

Los accesorios para montaje de caños son:



Grampa de fijación para caños



Barra plástica para fijar grampas

La gama de accesorios para el corte y curvado de caños incluye:



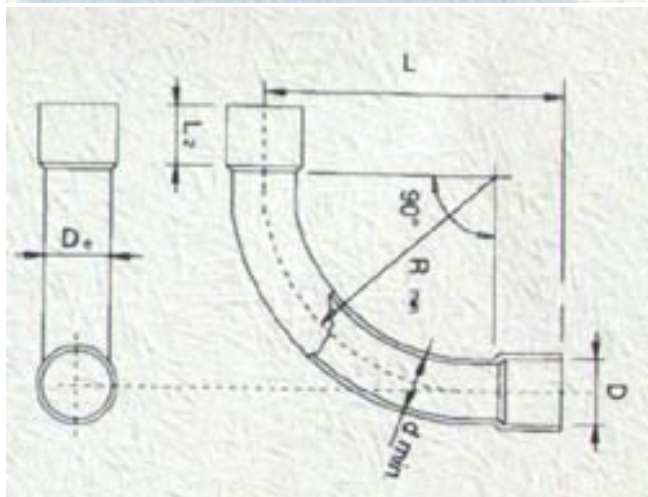
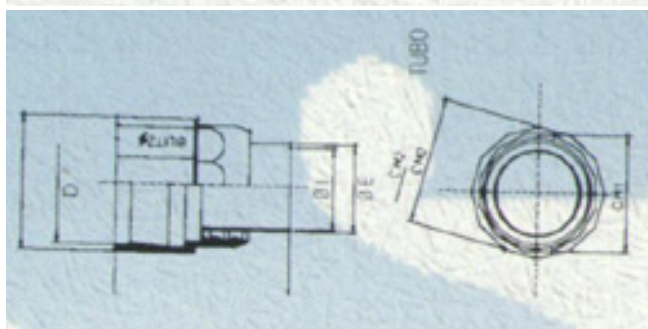
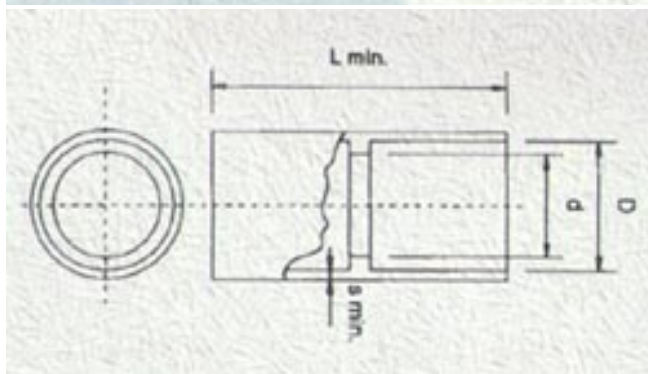
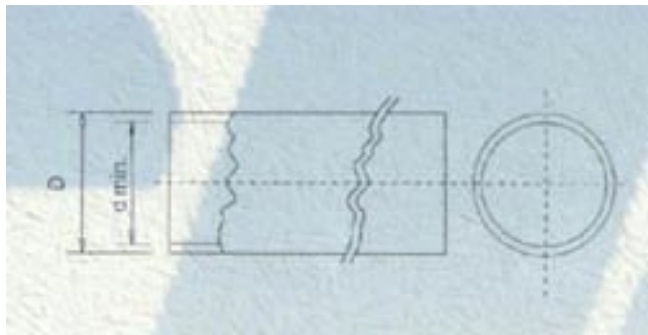
Resorte para doblar caños



Cortador de caños giratorio

[Datos técnicos:](#)

Datos Técnicos



**Caño Rígido**

Diámetro	D	d mín
20	20	16.9
25	25	21.4

**Caño Fléxible**

Diámetro	D	d mín
20	20	24.7
25	25	30.3

**Unión Caño Rígido a Caño Rígido IP40**

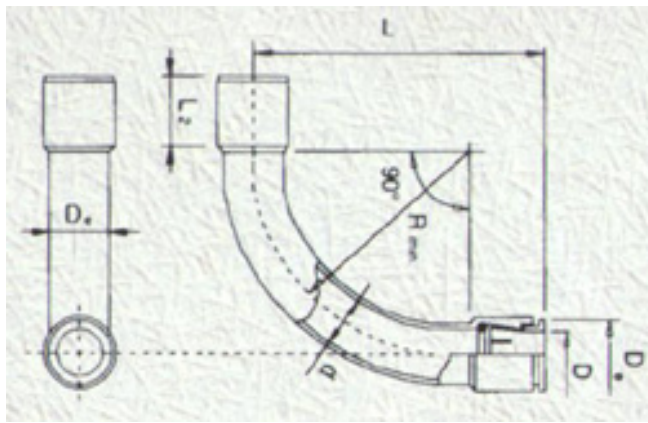
Diámetro	D	d	s min	L min
20	20.1	17.5	1.2	80
25	25.1	22.0	1.4	80

**Unión Caño Rígido a Caño Rígido IP40**

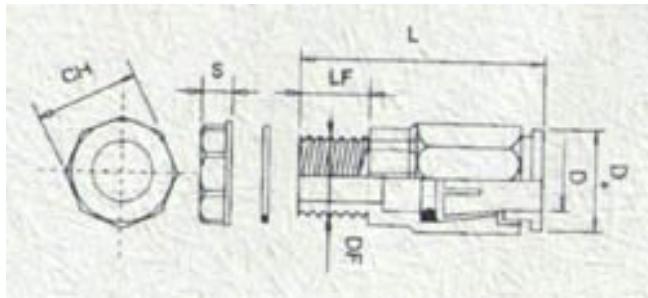
Diámetro	D	De	DI	DE	L	CH
20	20.1	28.5	14.5	16	63	29
25	25.1	33.5	18.5	20	64.5	33.5

**Curva 90ª IP40**

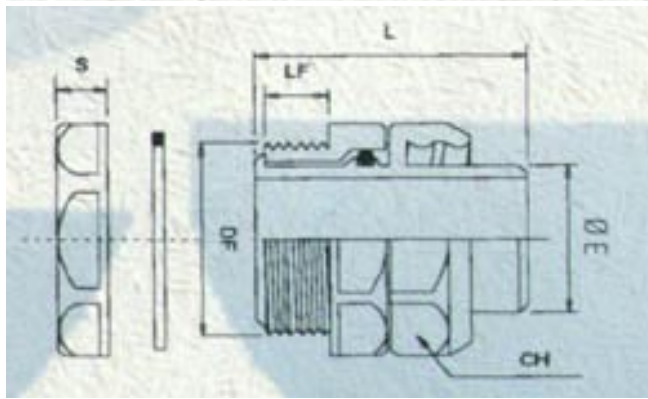
Diámetro	D	De	d min	R min	Lmin
20	20.1	20	16.9	50	20
25	25.1	25	21.4	62.5	25



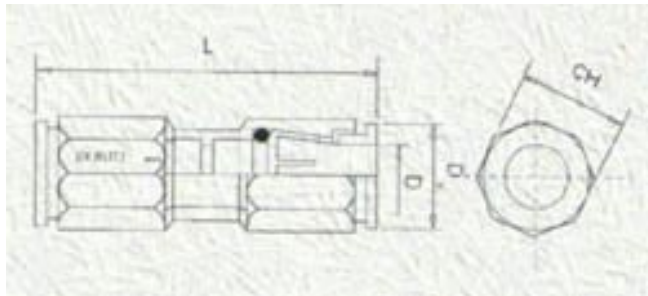
<b>Curva 90° IP65</b>							
Diámetro	D	De	De <sub>2</sub>	d	L	Rmin	L <sub>2</sub> min
20	20.1	20	30	17	88.8	70	32
25	25.1	25	34	20	124	88	32



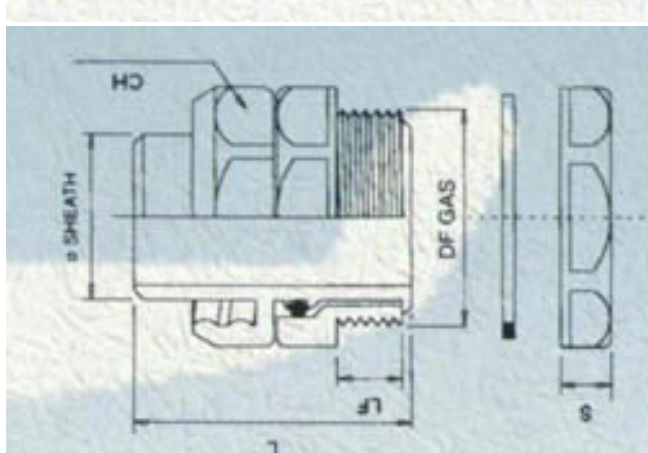
<b>Unión Caño Rígido a Caja IP65</b>								
Diámetro	D	De	L	CH	DF	LF	S	CH
20	20.1	28.5	54	29	M20x1,5	12	7.5	27
25	25.1	33.5	58	34	M25x1,5	13	8.5	32



<b>Unión Caño Flexible a Caja Rosca Métrica IP 65</b>					
Diámetro	DF	LF	L	S	CH
20	M25x1,5	13.5	48.5	8.5	32
25	M32x1,5	15.5	54	8.5	41



<b>Unión Caño Rígido a Caño Rígido IP65</b>				
Diámetro	D	De	L	CH
20	20.1	28.5	80	29
25	25.1	33.5	80	34



<b>Unión Caño Flexible a Caja Rosca Gas IP65</b>					
Diámetro	DF	LF	L	S	CH
20	3/4"	13.5	48.5	7	34
25	1"	15.5	55	8	40

[Volver](#)



Están constituidos por cajas o gabinetes que contienen los dispositivos de conexión, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus soportes correspondientes.

Podrán ser metálicos o de materiales plásticos que, además de rigidez mecánica, presenten características de ininflamabilidad, no higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas. No deben tener partes bajo tensión accesibles desde el exterior.

El tablero más común está constituido por un gabinete dentro del cual se coloca una base de mármol y sobre la misma se fija una llave interruptora y un juego de fusibles. No obstante, existen distintos modelos de acuerdo a su uso (para piso, pared o de embutir), su tamaño (15 x 20 cm hasta 40 x 40 cm); también se pueden mencionar los de frente fijo o móvil para interruptores termomagnéticos comunes, los de puerta y marco interior giratorio, los de puerta de vidrio, etc.

Los elementos que se suelen instalar en los tableros son:

- Aparatos de protección: se utilizan fusibles o protectores automáticos.
- Aparatos de maniobra: llaves interruptoras, conmutadoras, etc.
- Aparatos de medición: en tableros de cierta importancia se suele colocar voltímetros, amperímetros, etc.

A efectos de simplificar la ejecución de tableros se suele emplear tableros modulares como los de las líneas PRESTIGE y ELECTROSYSTEM de SICA, donde los elementos eléctricos se montan sobre soportes desmontables con ajuste de posición. Permite realizar ampliaciones, combinaciones y modificaciones futuras con facilidad.

Los centros de control de motores son tableros destinados al comando y protección de motores de baja y media potencia. Suelen estar formados por un conjunto de secciones divididos en compartimentos con bandejas extraíbles en las que se instalan los aparatos de maniobra y protección (contactores y/o arrancadores) con sus respectivas protecciones electromagnéticas.

En las puertas se suelen agregar elementos de señalización, botoneras de distinto tipo y el interruptor general de corriente.

En ambientes húmedos, polvorientos, expuestos a la intemperie o ambientes excesivamente corrosivos se hace necesario que el gabinete proteja a los elementos instalados en su interior y al operador que maniobra con ellos. El material que se adecua a estas condiciones sin que implique una disminución de sus propiedades mecánicas y eléctricas es el "Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio" (PRFV), cuyas características son:

**Resistencia a la corrosión**

Las resinas poliéster resisten a la acción de la mayoría de los productos químicos de uso industrial, especialmente en fábricas alimenticias, frigoríficas, curtiembres, químicas, textiles, galvanoplásticas, embarcaciones, etc.

**Resistencia mecánica**

Además de tener una alta resistencia específica soportan altos impactos y malos tratos industriales sin deformaciones.

**Resistencia a las altas temperaturas ambientales**

La resina poliéster es un termorígido y esto le brinda como propiedad la estabilidad dimensional a temperaturas de hasta 135°C.

**Autoextinguibilidad**

En estos materiales es factible agregar retardantes de la llama que le confieren al PRFV la autoextinguibilidad.

**Elevada rigidez dieléctrica**

Su valor es de 8 a 12 kV/mm, lo que lo convierte en un material seguro para el personal que maniobra con él.

La aplicación de los PRFV redonda significativamente en el aspecto económico ya que se reducen notablemente los "fuera de servicio" de los elementos instalados en el gabinete, por deterioro del mismo.

Los caños metálicos para instalaciones eléctricas deberán cumplir con las prescripciones de las normas IRAM 2100-2005-2224.

<b>Caños metálicos</b>								
<u>Designación comercial</u>	<u>Diám. exterior medio</u>	<u>Espesor pared mínimo</u>	<u>Cantidad de caños por atado</u>		<u>Cantidad de metros por atado</u>		<u>Peso mínimo por cada atado Kg</u>	
			Liviano	Semi pesado	Liviano	Semi pesado	Liviano	Semi pesado
--	mm	mm						
1/2"	12,566	1	40	35	120	105	36.000	38.885
5/8"	15,741	1	34	25	102	75	37.750	40.737
3/4"	18,907	1	30	20	90	60	40.950	44.430
7/8"	22,082	1	20	20	60	60	33.600	52.690
1"	25,257	1	20	15	60	45	39.300	45.785
1¼"	31,607	1,25	10	10	30	30	28.200	38.880
1½"	37,948	1,25	10	10	30	30	33.000	52.820
2"	50,648	1,50	5	5	15	15	27.000	40.950

<b>Cuplas metálicas</b>				
<u>Designación</u>	<u>Longitud L</u>		<u>Diámetro exterior</u>	<u>Espesor</u>
	máximo (mm)	mínimo (mm)	máximo (mm)	mínimo (mm)
IRAM				
RS 16/13	31,5	28	21,2	1,60
RS 19/15	33,5	31,5	25,0	1,80
RS 22/18	37,5	33,5	28,0	1,80
RS 25/21	40,0	37,5	31,5	1,80
RS 32/28	42,5	40,0	40,0	1,80
RS 38/34	47,5	45,0	47,5	2,00
RS 51/46	53,0	50,0	60,0	2,25

<b>Curvas metálicas</b>				
<u>Designación IRAM</u>	<u>Longitud (L1) mínimo (mm)</u>	<u>Radio de curva (r2) mínimo (mm)</u>	<u>Longitud roscada (L1) máximo (mm)</u>	<u>Longitud roscada (L1) mínimo (mm)</u>
RS 16/13	19,0	40,0	12,5	11,0
RS 19/15	20,0	47,5	15,0	12,5
RS 22/18	22,0	56,0	16,0	14,0
RS 25/21	23,6	67,0	18,0	16,0
RS 32/28	25,0	80,0	19,0	17,0
RS 38/34	26,5	95,0	21,2	19,0
RS 51/46	30,0	125,0	25,0	22,0

Los caños de PVC para instalaciones eléctricas deberán cumplir con las prescripciones de las normas IRAM 2206 tanto en el caso de los rígidos como en el de los flexibles.

La línea ELECTROSYSTEM de SICA, con sello de conformidad con la norma IRAM-IEC 1386, incluye:



Caños rígidos de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm x 3 metros



Caños flexibles de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm x 30 metros

Los accesorios con protección IP 40 de esta línea son:



Curva 90° de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño rígido a caño rígidos de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño rígido a caja de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm

La gama de accesorios con protección IP 65 incluye:



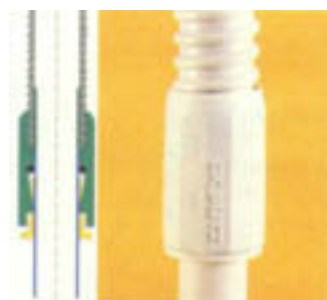
Curva 90° de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño rígido a caño rígidos de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño rígido a caja de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño flexible a caño rígido de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño flexible a caja (rosca métrica) de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm



Unión caño flexible a caja (rosca gas) de  $\varnothing$  20 y  $\varnothing$  25 mm

Los accesorios para montaje de caños son:



Grampa de fijación para caños



Barra plástica para fijar grampas

La gama de accesorios para el corte y curvado de caños incluye:



Resorte para doblar caños



Cortador de caños giratorio

[Datos técnicos:](#)

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

Están constituidos por cajas o gabinetes que contienen los dispositivos de conexión, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus soportes correspondientes.

Podrán ser metálicos o de materiales plásticos que, además de rigidez mecánica, presenten características de ininflamabilidad, no higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas. No deben tener partes bajo tensión accesibles desde el exterior.

El tablero más común está constituido por un gabinete dentro del cual se coloca una base de mármol y sobre la misma se fija una llave interruptora y un juego de fusibles. No obstante, existen distintos modelos de acuerdo a su uso (para piso, pared o de embutir), su tamaño (15 x 20 cm hasta 40 x 40 cm); también se pueden mencionar los de frente fijo o móvil para interruptores termomagnéticos comunes, los de puerta y marco interior giratorio, los de puerta de vidrio, etc.

Los elementos que se suelen instalar en los tableros son:

- Aparatos de protección: se utilizan fusibles o protectores automáticos.
- Aparatos de maniobra: llaves interruptoras, conmutadoras, etc.
- Aparatos de medición: en tableros de cierta importancia se suele colocar voltímetros, amperímetros, etc.

A efectos de simplificar la ejecución de tableros se suele emplear tableros modulares como los de las líneas PRESTIGE y ELECTROSYSTEM de SICA, donde los elementos eléctricos se montan sobre soportes desmontables con ajuste de posición. Permite realizar ampliaciones, combinaciones y modificaciones futuras con facilidad.

Los centros de control de motores son tableros destinados al comando y protección de motores de baja y media potencia. Suelen estar formados por un conjunto de secciones divididos en compartimentos con bandejas extraíbles en las que se instalan los aparatos de maniobra y protección (contactores y/o arrancadores) con sus respectivas protecciones electromagnéticas.

En las puertas se suelen agregar elementos de señalización, botoneras de distinto tipo y el interruptor general de corriente.

En ambientes húmedos, polvorientos, expuestos a la intemperie o ambientes excesivamente corrosivos se hace necesario que el gabinete proteja a los elementos instalados en su interior y al operador que maniobra con ellos. El material que se adecua a estas condiciones sin que implique una disminución de sus propiedades mecánicas y eléctricas es el "Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio" (PRFV), cuyas características son:

<b>Resistencia a la corrosión</b>	Las resinas poliéster resisten a la acción de la mayoría de los productos químicos de uso industrial, especialmente en fábricas alimenticias, frigoríficas, curtiembres, químicas, textiles, galvanoplásticas, embarcaciones, etc.
<b>Resistencia mecánica</b>	Además de tener una alta resistencia específica soportan altos impactos y malos tratos industriales sin deformaciones.
<b>Resistencia a las altas temperaturas ambientales</b>	La resina poliéster es un termorígido y esto le brinda como propiedad la estabilidad dimensional a temperaturas de hasta 135°C.
<b>Autoextinguibilidad</b>	En estos materiales es factible agregar retardantes de la llama que le confieren al PRFV la autoextinguibilidad.
<b>Elevada rigidez dieléctrica</b>	Su valor es de 8 a 12 kV/mm, lo que lo convierte en un material seguro para el personal que maniobra con él.

La aplicación de los PRFV redunda significativamente en el aspecto económico ya que se reducen notablemente los "fuera de servicio" de los elementos instalados en el gabinete, por deterioro del

mismo.

*menú*

*índice*






1

2

3

4

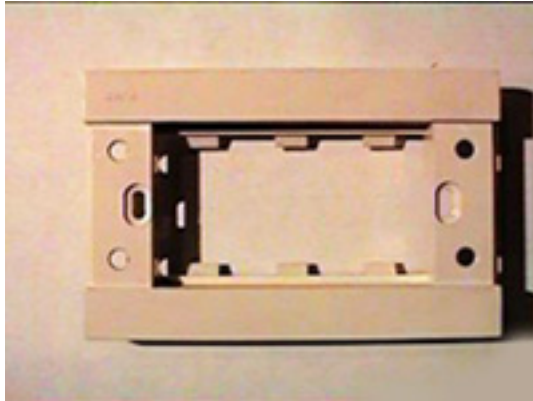


-  1 [Sistemas modulares para instalaciones eléctricas de embutir](#)
-  2 [Llaves y Dimmers de uso domiciliario](#)
-  3 [Tomacorrientes de uso domiciliario](#)
-  4 [Otros tipos de módulos](#)
-  5 [Fusibles de Baja Tensión](#)
-  6 [Aplicaciones de los fusibles](#)
-  7 [Protectores automáticos](#)
-  8 [Criterios de selección de interruptores termomagnéticos](#)
-  9 [Modelos usuales de interruptores termomagnéticos](#)
-  10 [Interruptores diferenciales](#)
-  11 [Coordinación de las protecciones](#)



La posibilidad de brindar una línea de embutir para todos los usos es el punto de partida que da origen a los nuevos sistemas modulares de alto estilo, que satisfacen todos los requerimientos actuales de una instalación eléctrica.

Un ejemplo de ello es la línea HABITAT de SICA que muestra una ilimitada capacidad de módulos y accesorios, resueltos en marcos y soportes con tapa de 1, 2, 3 y 6 módulos para instalar en las cajas de embutir de 5 x 5 cm., de 10 x 5 cm. y de 20 x 5 cm.



Con las mismas se trata de elevar y jerarquizar la función que debe cumplir una instalación eléctrica dentro del proyecto global, presentando al usuario más y mejores servicios, acordes con la época en que vivimos. Estas líneas están inspiradas en los nuevos conceptos de instalaciones eléctricas otorgando una solución total a las mismas en los siguientes aspectos:

- Funcionalidad
- Buena performance Calidad / Precio
- Estética
- Modularidad
- Tecnologías de avanzada

La amplia gama de módulos ofrecidos posibilita su empleo en una amplia gama de lugares, desde su uso doméstico hasta el comercial o industrial.

De esta forma se consigue una total uniformidad de estos elementos en los ambientes en que serán utilizados.

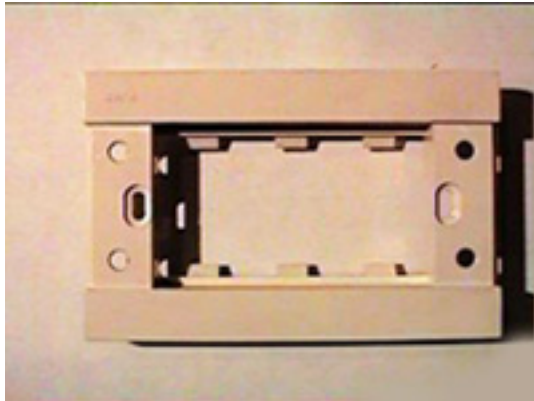
Mediante el empleo de diversos sistemas de montaje queda resuelto el problema de la integración de los módulos al ambiente en forma armónica y estética.

Esta línea tiende a la mimetización, pero deteniéndose al punto de que la misma no desaparezca y sea difícil encontrarla.

Todas las partes accesibles de estos productos están realizadas en materiales aislantes e ignífugos que garantizan la máxima seguridad de las instalaciones. Los tornillos de fijación están ocultos al posible contacto gracias al uso de placas aislantes que los cubren.

La posibilidad de brindar una línea de embutir para todos los usos es el punto de partida que da origen a los nuevos sistemas modulares de alto estilo, que satisfacen todos los requerimientos actuales de una instalación eléctrica.

Un ejemplo de ello es la línea HABITAT de SICA que muestra una ilimitada capacidad de módulos y accesorios, resueltos en marcos y soportes con tapa de 1, 2, 3 y 6 módulos para instalar en las cajas de embutir de 5 x 5 cm., de 10 x 5 cm. y de 20 x 5 cm.



Con las mismas se trata de elevar y jerarquizar la función que debe cumplir una instalación eléctrica dentro del proyecto global, presentando al usuario más y mejores servicios, acordes con la época en que vivimos. Estas líneas están inspiradas en los nuevos conceptos de instalaciones eléctricas otorgando una solución total a las mismas en los siguientes aspectos:

- Funcionalidad
- Buena performance Calidad / Precio
- Estética
- Modularidad
- Tecnologías de avanzada

La amplia gama de módulos ofrecidos posibilita su empleo en una amplia gama de lugares, desde su uso doméstico hasta el comercial o industrial.

De esta forma se consigue una total uniformidad de estos elementos en los ambientes en que serán utilizados.

Mediante el empleo de diversos sistemas de montaje queda resuelto el problema de la integración de los módulos al ambiente en forma armónica y estética.

Esta línea tiende a la mimetización, pero deteniéndose al punto de que la misma no desaparezca y sea difícil encontrarla.

Todas las partes accesibles de estos productos están realizadas en materiales aislantes e ignífugos que garantizan la máxima seguridad de las instalaciones. Los tornillos de fijación están ocultos al posible contacto gracias al uso de placas aislantes que los cubren.

Los interruptores son dispositivos que permiten el encendido y apagado de fuentes luminosas u otros equipos y siempre deben cortar el conductor vivo.

Se especifican por sus capacidades de tensión y corriente (indicadas sobre su cuerpo) y se ofrecen en una variedad de configuraciones. Es importante seleccionar el tipo de interruptor adecuado para una determinada aplicación, no solamente para prevenir arcos y calentamiento, sino para evitar que los contactos se dañen después de unos pocos accionamientos.

Los interruptores para instalaciones domiciliarias responden a la norma IRAM 2007, que especifica las siguientes condiciones a cumplir:

**Por seguridad**

- Protección de bornes: 3 mm.
- Autoextinguibilidad (sobre bornes): 850°C
- Deformación por calor: 125°C, 1 hora con 2 kg. de presión.
- 20000 accionamientos con  $I_n$  y  $\cos \psi = 0,60$

**Por funcionamiento**

- Comunes de interior: IP21 o IP51

**Por su grado de seguridad**

- Contra goteo: IP22

Pueden venir solos o combinadas con tomacorrientes, tomas por teléfono, tomas para señales y otros dispositivos. Luego de su instalación vienen protegidos por cubiertas plásticas.

Entre los modelos más utilizados se encuentran:



**Módulo interruptor bipolar de la línea HABITAT 2 x 16 A - 250 V.**



**Módulo interruptor de combinación simple de la línea HABITAT 16 A - 250 V.**



**Módulo interruptor simple luminoso de la línea HABITAT 16 A - 250 V.**

Los dimmers o reguladores electrónicos de luminosidad se utilizan para controlar en forma continua y gradual la cantidad de luz emitida por fuentes luminosas, generalmente incandescentes o halógenas. También se emplean como interruptores de encendido y apagado convencionales.

Bajo determinadas condiciones pueden utilizarse para regular la potencia de cargas resistivas como calefactores, hornos, calentadores, ventiladores, etc.

Algunos ejemplos de estos módulos son los siguientes:



**Módulos Dimmers para lámparas dicroicas  
de 100 W. y 400 W. máximos de la línea  
HABITAT**



**Módulo de variador electrónico de velocidad  
para ventiladores de techo de la línea  
HABITAT**

Los tomacorrientes son dispositivos que permiten conectar a la red de alimentación aparatos o equipos eléctricos como lámparas, electrodomésticos, herramientas, etc.

En Argentina los tomacorrientes y fichas responden a las siguientes normas:

- IRAM 2006: Exigencias generales.
- IRAM 2071: Tomacorrientes con tierra (10 A.)
- IRAM 2073: Ficha con tierra (10 A.)
- IRAM 2063: Ficha sin tierra (10 A.)

Las características fundamentales de estos elementos son:

**Por seguridad**

- Mínimas distancias aislantes.
- No empleo de materiales ferrosos en partes conductoras de corriente.
- Autoextinguibilidad: 850°C
- Deformación por calor: 125°C, 1 hora con 2 kg. de presión.
- Protección contra contacto accidental.
- 5000 accionamientos con  $\text{In}$  y  $\text{cos } \psi = 0,60$

**Por funcionamiento**

Se especifican por sus capacidades de tensión y corriente, tipo de corriente, símbolo de los bornes (tierra, neutro, vivo) y marca del fabricante, ofreciéndose en una variedad de configuraciones y contactos, de acuerdo al tipo de servicio que presten.

Entre los modelos más utilizados se encuentran:



Módulo de tomacorriente Euro - USA de la línea HABITAT 10 A - 250 V.



Módulo de tomacorriente bi-norma de la línea HABITAT 10 A - 250 V.



Módulo de tomacorriente bipolar con tierra según norma IRAM 2071 de la línea HABITAT 10 A - 250 V.


























**Módulo de tomacorriente bipolar sin tierra de la línea HABITAT 10 A - 250 V.**

**Módulo tomacorriente americano según normas UL de la línea HABITAT 10 A - 110 / 220 V.**

**Módulos de toma Shuko para 16 A - 250 V.**

En la figura siguiente se incluyen otras configuraciones típicas de tomacorrientes y fichas para diferentes sistemas monofásicos de dos y tres hilos y su designación de acuerdo al standard americano (NEMA):

		15 amperios		20 amperios		30 amperios		50 amperios	
		Tomacorriente	Clavija	Tomacorriente	Clavija	Tomacorriente	Clavija	Tomacorriente	Clavija
2 polos 2 hilos	1 125 V								
	2 250 V								
2 polos 3 hilos, con tierra	5 125 V								
	6 250 V								

En un sistema de modularidad global surgen nuevas aplicaciones y tecnologías que permiten que las instalaciones eléctricas puedan proveer al usuario, sea éste el que habita una vivienda unifamiliar, fábrica, hospital, escuela, etc. los siguientes servicios:

**Confort**

**En:**

Iluminación

Audio, telefonía, video

Control remoto

LLamadores y timbres

**Elementos disponibles:**

Interruptores a tecla, dimmers, luz vigía

Variadores de volumen, toma TV, TE

Transmisores y receptores por onda de radio

Pulsadores y accesorios

**Protección**

**Contra:**

Sobrecargas y cortocircuitos

Contactos directos e indirectos

Sobre tensiones y radio interferencias

**Protege a:**

La instalación eléctrica

Personas y animales

Equipos y aparatos eléctricos

**Elementos disponibles:**

Interruptores automáticos, indicador visual de fallas

Interruptores diferenciales

Filtros antidisturbio, Limitadores de sobretensión, Protectores de alta y baja tensión

**Emergencias**

**Producidas por:**

Incendios de diversos orígenes

Escapes de gas

**Protege a:**

Personas, animales y bienes

Personas, animales y bienes

**Elementos disponibles:**

Detector de humo, detector de temperatura y accesorios de señalización y alarma

Detector de gas y accesorios de señalización y alarma

**Seguridad**

**Contra:**

Intrusos

Falta de energía

**Protege a:**

Personas y bienes

Personas

**Elementos disponibles:**

Detector I. R. pasivo y accesorios de señalización y alarma

Luz de emergencia

**Ahorro de energía**

**En:**

Iluminación

**Elementos disponibles:**

Temporizador, media luz, luz vigía, fotocontrol

Calefacción, refrigeración

Reloj programador

Iluminación de negocios

Reloj programador

Algunos ejemplos de los elementos mencionados son:

### Denominación



#### **Memo recorder:**

Diminuto grabador / reproductor de mensajes para dar tranquilidad ante situaciones imprevistas



#### **Detector infrarrojo pasivo y "Luz amiga"**

Línea de detectores de movimiento para sistemas de seguridad o para comandar el encendido de luces en forma inteligente



#### **Cámara de TV y transformador modular**

Sistema compacto de observación, para brindar seguridad y confort



#### **Módulo para comando de luces audiorrítmicas, variador de volumen y toma para baffle**

Línea de accesorios para instalaciones de audio



#### **Receptor de control remoto por ondas de radio, tomas de medio módulo y transmisor de control remoto por ondas de radio**

Sistema de control remoto de múltiples aplicaciones y variadas funciones para implementar sistemas de confort, seguridad y accionamiento.





### **Tomas para señal de TV y TE y bloqueador telefónico**

Tomas para señales de TV individuales o colectivas, de telefonía y bloqueador para escuchas indiscretas



### **Protector de alta y baja tensión por disparo del interruptor diferencial y campanilla**

Eficaz protección de toda la instalación por intervención del interruptor diferencial y aviso por campanilla



### **Tomacorriente tipo Shuko (para 16 A.) y tomacorriente múltiple**

Todo tipo de tomacorrientes para conectar cualquier equipo eléctrico.



### **Detector y alarma de gas**

Módulo para detección y aviso de alarma de fugas de gas.

Los **fusibles** son elementos de protección constituídos por un alambre o una lámina metálica dimensionados para fundirse a partir de una determinada intensidad de corriente.

Su capacidad de ruptura debe ser igual o mayor a la calculada para su punto de utilización, a la tensión de servicio. En todos los casos el fusible estará encapsulado y debe ser desechado luego de su fusión (nunca reparado).

Existen fusibles rápidos, para que la fusión ocurra en forma instantánea cuando se llega a una determinada intensidad y fusibles retardados para que la fusión ocurra en un plazo más prolongado; éstos se emplean generalmente para protección de motores con corrientes de arranque muy superiores a la nominal.

Los fusibles más conocidos son:

Los de **Tipo tapón**, que están compuestos por un cuerpo de porcelana donde se aloja un trozo de alambre. En él circula la corriente a proteger y es el que se funde en caso de sobrecargas o cortocircuitos.



### **Fusibles a rosca (tapón) y a cartucho tipo Diazed con cuerpo de porcelana y partes metálicas en bronce**

Los fusibles de rosca Edison se permiten hasta intensidades de 30 Ampere; por otra parte se especifica que los fusibles hasta 60 Ampere serán del tipo cerrado y para mayores intensidades del tipo cerrado o abierto.

Los **de alta capacidad de ruptura (NH)** se emplean en casos de elevados consumos y proveen protección para cortocircuitos de alta intensidad y para sobrecargas, con acción rápida o retardada.



**Cartucho fusible de alto poder de ruptura tipo NH tamaños 1 y 2 hasta 500 V. según normas DIN 636 o IEC 269**

Los de **tipo lámina** se emplean en instalaciones de mayor envergadura y consisten en una lámina recambiable colocada dentro de un cartucho de material aislante.

Otros de tipos de fusibles para BT son:

**Denominación**

**Protección**

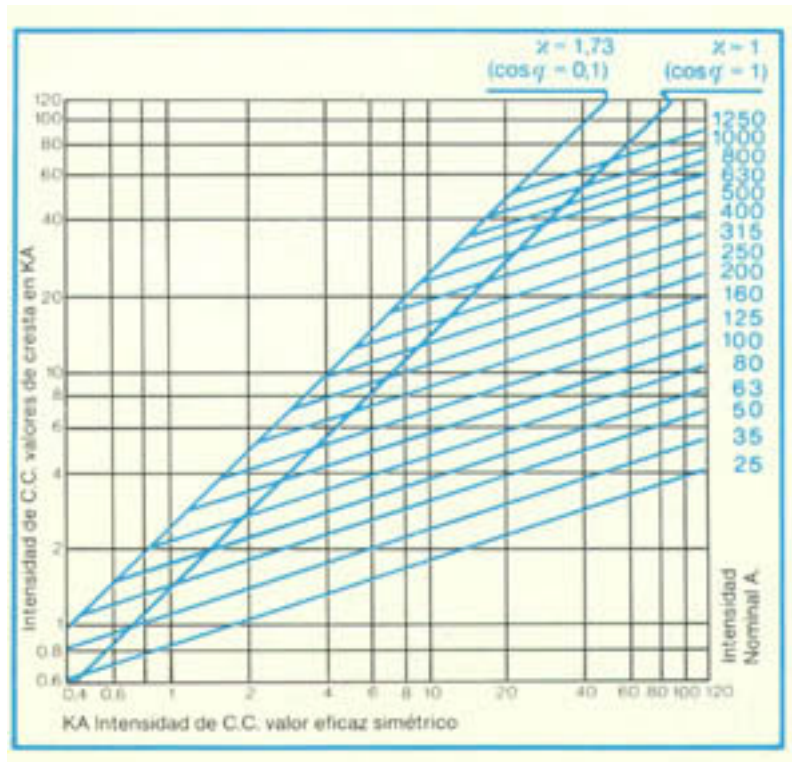
<b>gL</b>	para protección de conductores y dispositivos de maniobra en general; accionamiento de limitación entre 4-8 In, accionamiento por sobrecarga en el orden > 1,6 In.
<b>aM</b>	para protección de respaldo de tierra de motores, accionamiento por sobrecarga en el orden > 2,3 In.
<b>aR</b>	para protección de semiconductores.
<b>gTr</b>	para protección de transformadores de distribución.
<b>gC</b>	para protección completa de capacitores.
<b>gR</b>	para protección completa de semiconductores.
<b>gB</b>	para protección de equipos de instalaciones mineras.

De acuerdo al elemento protegido la combinación de fusibles habitualmente empleada es:

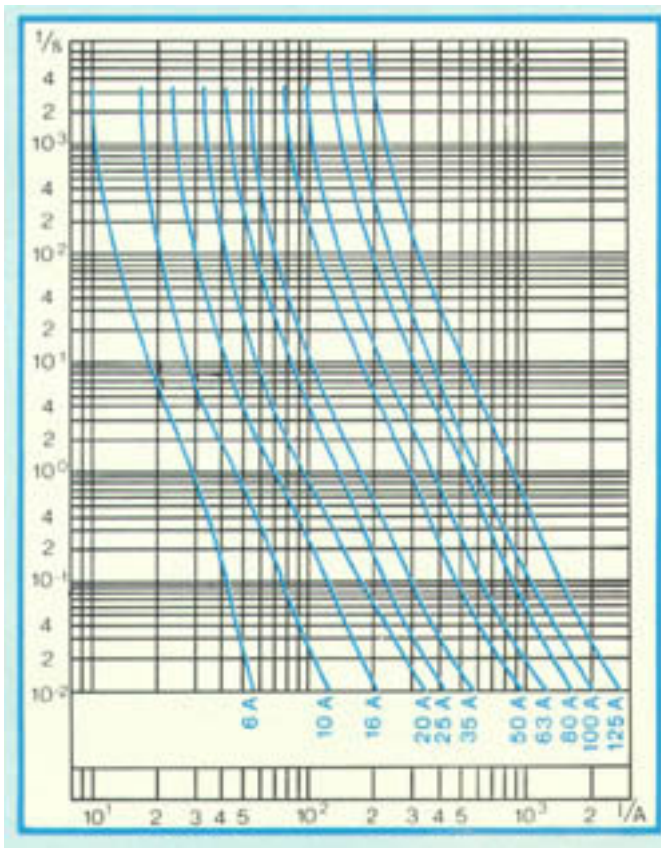
<b>Elemento protegido</b>	<b>Tipo de fusible (MT)</b>	<b>Tipo de fusible (BT)</b>	<b>Protección adicional</b>	<b>Respuesta obtenida</b>
Transformador de distribución	HH propósito gral.	NH gTr	-	Protección completa, sobrecarga y cortocircuito. Soporta transitorios normales.
Transformador de tensión	HH para trafos	-	-	Protección al sistema por falla en el transformador. Elimina riesgo de explosión. Capacidad de ruptura ilimitada.
Motores	HH respaldo (back up)	NH aM	Relevo térmico	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos. No interfiere el arranque. Coordinación con el contactor, cable y relevo térmico.
Capacitores	HH propósito gral. o NH gC	NH gC	Detector de desequilibrio	Evita explosión, protege al capacitor contra las sobretensiones.
Semiconductores	-	NH aR ó NH gR	Contra sobrecargas	Protección completa.
Conductores	HH propósito Gral	NH clase gL	-	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
Corriente continua	-	NH especial	-	-
Interruptores y/o seccionadores	HH respaldo (back up)	NH clase aM	-	Respaldo al interruptor de corrientes mayores a su capacidad de interrupción.

Los **Parámetros de funcionamiento** para cada tipo de fusible están especificados por las normas IEC 269 y VDE 636 para los de baja tensión y en la IEC 620 para los de alta tensión.

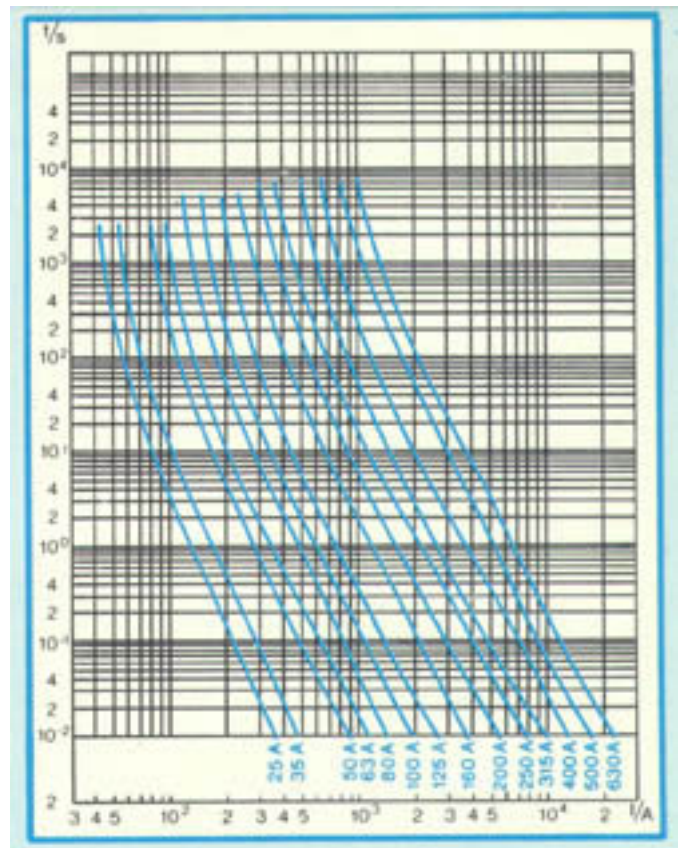
Características de limitación de corrientes:



Características tiempo / corriente para cartuchos NH - 500 V.:



Para tamaño 00 (hasta 100 A.)



Para tamaños 1, 2 y 3 (hasta 250, 400 y 630 A. respectivamente)

Para la graduación selectiva, en el caso de empleo de fusibles antepuesto y pospuesto, se puede consultar la siguiente tabla:

<u>Intensidad Nominal del fusible antepuesto</u>	<u>Intensidad Nominal del fusible pospuesto</u>
6	10

10	20
16	25
20	35
25	50
35	63
50	80
63	100
80	125
100	160
125	200
160	250
200	315
250	400
315	500
400	630
500	1000
630	1250

Los elementos que combinan las características de protección y maniobra pueden ser de tipo térmicos, magnéticos o termomagnéticos.

Los protectores magnéticos se utilizan para cortes rápidos y están constituidos por una bobina con un núcleo de hierro que acciona un interruptor de la instalación cuando recibe la sobreintensidad.

Los protectores térmicos se emplean para cortes lentos y están constituidos por dos metales con distinto coeficiente de dilatación, soldados entre ellos en toda su superficie, que por efecto Joule sufren una curvatura que produce la desconexión de la instalación.

Los interruptores automáticos termomagnéticos son los de empleo más común; son una combinación de las protecciones magnéticas con las térmicas, actuando ante cualquiera de los casos que se presenten.

La ventaja de este tipo de dispositivos es la facilidad de reposición del servicio y que evita el posible empleo de fusibles improvisados en caso de tener que reponerlos.

Los interruptores termomagnéticos del tipo "C" se utilizan para proteger circuitos exclusivos de iluminación, y los tipo "D" en circuitos con motores de arranque directo de red. Algunos fabricantes utilizan otra designación, de acuerdo a las normas VDE 0641.

En el caso donde se instalan motores de arranque directo, la corriente y el tiempo de arranque no deben producir la actuación del interruptor automático. Las normas IRAM 2169 e IEC 898 normalizan los tipo "B" (magnético no regulables entre 3 y 5 veces la corriente nominal), los tipo "C" (magnéticos no regulables entre 5 y 10 veces la corriente nominal) y los tipo "D" (magnéticos no regulables entre 10 y 20 veces la corriente nominal).

Para la selección del interruptor se deben considerar los siguientes parámetros característicos:

**Tensión nominal del circuito a proteger (Ue)**

Es la tensión a la cual el interruptor estará sometido durante su uso en la instalación eléctrica. La tensión nominal del interruptor no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito eléctrico.

**Cantidad de polos**

Pueden ser unipolares, bipolares, tripolares o tetrapolares, de acuerdo al circuito involucrado.

**Corriente nominal (In)**

Es la corriente que soporta el interruptor en forma ininterumpida con una temperatura ambiente de hasta 30°C; este valor no deberá exceder en más de un 25% a la corriente de carga nominal del circuito a proteger. Los valores típicos de corriente nominal para este tipo de interruptores son de 3, 5, 10, 15, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 100 y 125 Ampere.

**Valor de la corriente de cortocircuito**

La capacidad de ruptura del interruptor deberá ser mayor o al menos igual a la corriente de cortocircuito presunta o calculada en el punto a proteger. Los valores normalizados son: 1500, 3000, 4500, 6000 y 10000 Ampere.

**Utilización de termomagnéticos con limitadores de corriente**

En las instalaciones donde la corriente de cortocircuito exceda la capacidad de interrupción del interruptor termomagnético, deberá considerarse el uso asociado al mismo de limitadores de corriente (fusibles de alta capacidad de ruptura) para reducir la magnitud y duración de la corriente de cortocircuito.

**Marcación de los valores característicos**

En el frente de los interruptores automáticos, como mínimo, deberán figurar los siguientes datos:

- Marca y tipo
- Tensión de servicio
- Capacidad de ruptura, expresada en Ampere dentro de un rectángulo.
- Tipo de curva y corriente nominal, por ej. B10 significa curva "B" y 10 Ampere de corriente nominal.

**Condiciones de operación**

Los interruptores termomagnéticos normalmente están calificados para operar a una temperatura ambiente de 20 °C. Si ésta fuere distinta deberá corregirse la corriente nominal según tablas provistas por los fabricantes.

Para el caso de interruptores se considera adecuada una capacidad de corte de 5 KA eficaces en 380 V. o 3 KA en 220V., siempre que se disponga de fusibles de  $I_n < 200$  A ó  $I_n < 160$  A. respectivamente, como protección de respaldo. Puede considerarse como protección de respaldo la instalada por la empresa prestataria siempre y cuando se materialice con fusibles.



Para el caso de la protección térmica el criterio de selección es:

Una vez elegida la sección del conductor que forma el circuito en base a la corriente de carga del circuito, la selección de la corriente nominal del interruptor debe ser tal que cumpla las siguientes condiciones:

$$I_c < I_n \text{ y } I_{ft} < 1,45 I_{adc}$$

Donde:  $I_c$  = corriente de carga del circuito

$I_n$  = corriente nominal del interruptor de protección

$I_{adc}$  = corriente admisible en el conductor del circuito

$I_{ft}$  = corriente de funcionamiento de la protección térmica (en un tiempo menor de una hora).

La actuación de la protección térmica obedece a una banda (dependiendo la operación de la temperatura ambiente y del estado de carga previo) que está acotada por una curva de funcionamiento de mínima y otra de máxima. A modo de ejemplo se indica, para las secciones de cables más usuales funcionando a su capacidad nominal, la intensidad nominal del interruptor aconsejable:

<u>Sección del conductor de Cu (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Capacidad de corriente admisible del conductor</u>	<u>Rango de intensidad nominal del interruptor adecuado</u>
1	9,6	6 - 10
1,5	13	10 - 15
2,5	18	15 - 20
4	24	20 - 25
6	31	30 - 35
10	43	40 - 45
16	59	50 - 60
25	77	70 - 80
35	96	90 - 100
50	116	100 - 120

La línea Sicalimit de Sica es una de las de uso corriente en plaza:

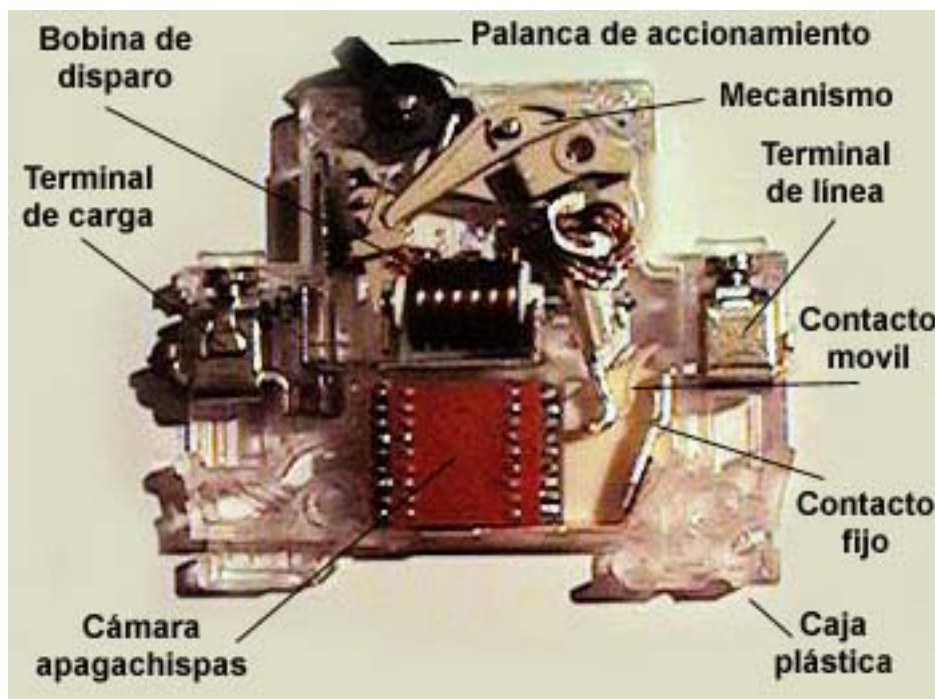


Interruptores termomagnéticos automáticos para montaje sobre riel DIN



Interruptor termomagnético tripolar de 32 A

En la Fig. siguiente se puede observar un corte de estos dispositivos:



Sus características principales son:

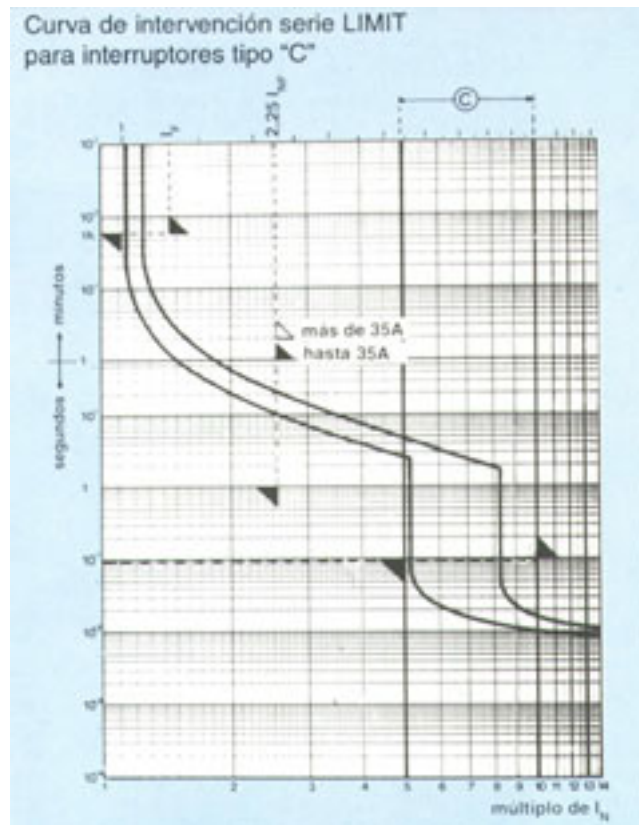
**Construcción**

Tienen disparador térmico para la protección contra sobrecargas y disparador magnético para la protección contra cortocircuitos. Ambos tienen desconexión libre, es decir que si se produce el disparo (por sobrecarga o cortocircuito) el interruptor desconecta aunque se sujete la palanca de accionamiento.

Son de color gris (RAL 7035) con palanca de accionamiento de color azul, la que a su vez es precintable en cualquiera de sus dos posiciones.

## Curvas características de desconexión

Los interruptores se construyen con las características de disparo "C" y "D" de las normas IRAM, lo que los hace adecuados para la protección de todos los componentes de la instalación.



Soporta la corriente de conexión de las lámparas sin interrupciones no deseadas así como la conexión de motores.

## Capacidad de ruptura

Prácticamente sin excepción el nivel de cortocircuito de una instalación en los bornes del interruptor no supera los 3000 A., debido a la impedancia propia del transformador y de los elementos de conexión entre la fuente y el interruptor. Este valor de corriente es compatible con el poder de ruptura de los interruptores SICALIMIT.

Si el nivel de cortocircuito excede la capacidad de interrupción del interruptor, pueden colocarse fusibles como protección de respaldo.

## Selectividad

La generalidad de las fallas ocurre en la carga o en sus cercanías, lo que equivale a una distancia considerable al interruptor. Estas fallas son considerablemente menores que la capacidad de interrupción del interruptor, por lo que éste actuará individualmente, sin la intervención del fusible.

## Influencia de la temperatura ambiente

El disparador de sobreintensidad (bimetal) está ajustado para una temperatura ambiente de 20°C + / - 5°C. Por lo que temperaturas ambientes más elevadas obligan a una corrección de la carga según los gráficos o tablas respectivos.

## Poder de corte

Superan las condiciones de corte exigidas por las principales normas para 6000 y 10000 A.

### **Cargabilidad en circuitos de alumbrado**

Las lámparas incandescentes absorben, en la conexión, hasta 12 veces su intensidad nominal; algo similar ocurre con las lámparas fluorescentes compensadas y con las de descarga. Sin embargo, estos interruptores con característica C son capaces de conectar este tipo de carga sin disminución de su capacidad nominal.

### **Datos constructivos**

Están dotados de un sistema de fijación a presión para rieles DIN; son utilizables para temperaturas ambiente de hasta 50°C y con conductores hasta 25 mm<sup>2</sup> sin necesidad de terminales y su vida media supera las 15000 operaciones, tanto eléctricas como mecánicas.

### **Circuitos con termomagnéticas**

En general no es conveniente la colocación de circuitos con termomagnéticas en cascada pues las corrientes de cortocircuito podrían ordenar la apertura de todos los interruptores al mismo tiempo si no existe un criterio de selectividad. En este caso se recomienda el empleo de fusibles antepuestos.

Los interruptores termomagnéticos se pueden montar sobre riel DIN, como se puede observar en la figura siguiente:



El interruptor diferencial es un aparato destinado a producir el corte de la corriente eléctrica cuando por causas accidentales, desperfectos o maniobras defectuosas una persona queda bajo los efectos de aquélla; se emplea para complementar las medidas clásicas de protección contra contactos directos.



**Interruptor diferencial bipolar**  
**SICALIMIT 2 x 25A -  $I_{\Delta} = 0,03A$**

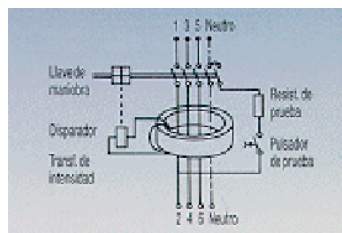


**Interruptor diferencial tetrapolar**  
**SICALIMIT 4 x 40A -  $I_{\Delta} = 0,03A$**

Los interruptores diferenciales para uso en instalaciones domiciliarias deberán estar diseñados para funcionar automáticamente cuando la corriente de fuga exceda un valor de 30 mA y en 0,03 segundos. Deberán cumplir con las normas IRAM 2301 e IEC 1008 y su [Curva Característica](#) de Funcionamiento responde a la Figura adjunta.

Los fabricados por INDUSTRIAS SICA son del tipo de desenganche directo, esto quiere decir que la apertura del mismo está comandada directamente por la intensidad de la corriente de fuga.

Los interruptores diferenciales están compuestos esencialmente por el transformador toroidal de intensidad, el disparador y el órgano de maniobra. Los conductores necesarios para el paso de la corriente, incluyendo el neutro, se pasan a través del transformador (ver fig. siguiente):



Su principio de funcionamiento se basa en que al producirse un contacto casual a través de la persona se produce una descarga que genera de manera instantánea un desequilibrio entre las intensidades de entrada y salida de la instalación. Ese desequilibrio, constituido por una pequeña diferencia de intensidad que queda libre, es el que pone en accionamiento un circuito auxiliar que actuará sobre el interruptor desconectando la instalación.

También existen interruptores diferenciales con disparo electrónico, cuyo principio básico siempre es el mismo, pero carecen de la seguridad intrínseca del otro modelo. El uso de los disyuntores diferenciales electrónicos no está permitido por la legislación nacional.

Otra interpretación posible de su funcionamiento está dada por el análisis vectorial, esto es:

a) Funcionamiento de los disyuntores bipolares (de 220 V): la suma vectorial de las corrientes de línea (fase y neutro) de un circuito eléctrico, en condiciones normales (aislación perfecta), es igual a cero. Cuando se presenta una falla, se establece una corriente de fuga a tierra que hace que esa suma vectorial sea distinta de cero, y el interruptor entre en la zona de operación (ver Fig. 1 y 2).

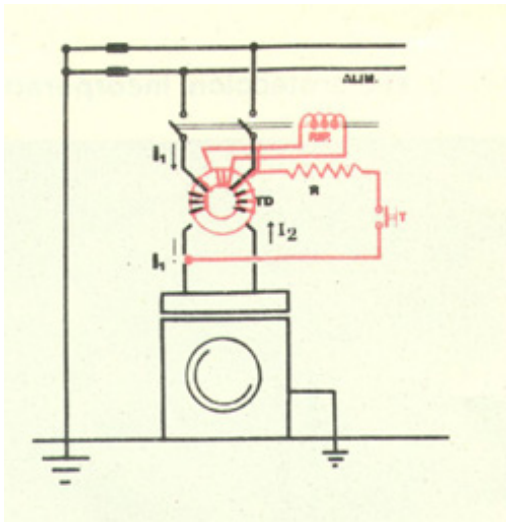


Fig. 1

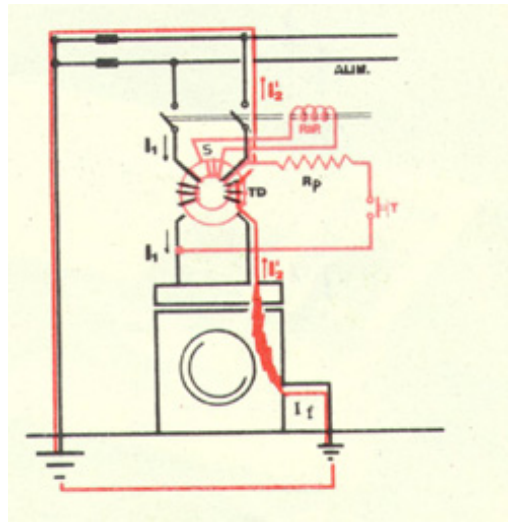
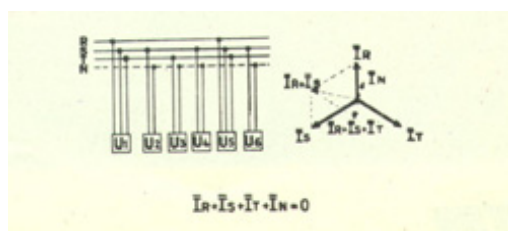
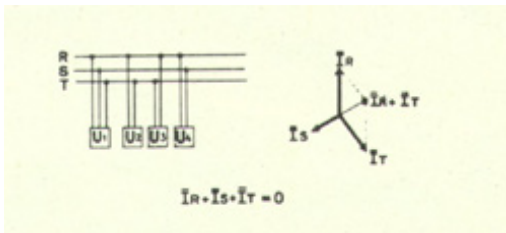


Fig. 2

b) Funcionamiento de los disyuntores tetrapolares: en los sistemas trifásicos sin neutro, en condiciones normales, la suma vectorial de las tres corrientes es igual a cero, incluso en el caso de que las tres fases estén desequilibradas (ver Fig. 3 y 4).



En los sistemas trifásicos con neutro (caso más común en Argentina), también en condiciones normales la suma vectorial de la corriente de las tres fases es igual y opuesta a la corriente que circula por el neutro, por lo que la suma vectorial es cero. Cuando por una fuga a tierra esta suma vectorial es distinta de cero, el interruptor entra en zona de operación.

Las instalaciones eléctricas siempre presentan corrientes de fuga. El valor de tales corrientes, que fluyen a tierra, depende de diversos factores como ser la calidad del equipamiento empleado, la calidad de la mano de obra de ejecución de la instalación, etc. Varían entre unos pocos miliamperes hasta algunas centésimas de amperes. Por lo tanto, para poder instalar un disyuntor diferencial como protección de un circuito o de una instalación, las respectivas corrientes de fuga deben ser inferiores al límite de actuación del dispositivo.

Es importante observar que pequeñas corrientes de fuga aumentan la eficacia de los disyuntores diferenciales. En efecto, si consideramos una instalación protegida por un diferencial con  $I_{\Delta n} = 0,03$  A, cuyo límite de actuación sea de 0,025 A y que presente una corriente de fuga permanente de 0,08 A, un incremento de corriente diferencial (provocado por una persona tocando una parte viva, o por una falla fase - masa en un equipo) de 0,017 A será suficiente para hacer actuar la protección.

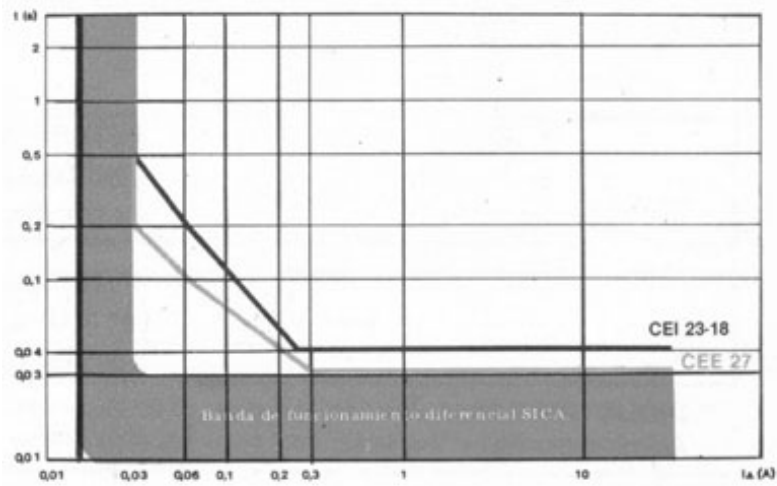
También debe tenerse presente que los disyuntores no actúan en caso de fallas simétricas, como pueden ser sobrecargas o cortocircuitos. Además este sistema no evita los accidentes provocados por contactos simultáneos con dos partes conductoras activas de diferentes potenciales.

Muchas veces se requiere una protección diferencial combinada con una protección combinada contra sobrecargas y cortocircuitos. Para estos casos puede utilizarse un interruptor diferencial con protección termomagnética incorporada, que ofrece una protección integral en un mismo producto. En estos casos deberá especificarse el valor de corriente nominal del interruptor termomagnético incorporado, en base al valor calculado para la instalación a proteger.

Curva Característica

CARACTERÍSTICA DE FUNCIONAMIENTO DIFERENCIAL  $I\Delta_n = 0,03 \text{ A}$ .

Característica de funcionamiento diferencial  $I\Delta_n = 0,03 \text{ A}$ .



[Volver](#)

La continuidad del servicio es una exigencia de una instalación moderna. La falta de una adecuada selectividad puede provocar la apertura simultánea de más de un elemento de protección situado aguas arriba de la falla.

Las protecciones de sobrecarga y cortocircuito instaladas en las cajas de acometida, tableros principales y seccionales deben tener una actuación selectiva frente a los ocasionales cortocircuitos o sobrecargas, es decir que debe accionarse la protección correspondiente al circuito o la más próxima ubicada aguas arriba del lugar donde se localiza la falla, y sólo por ella.

Las técnicas de selectividad empleadas se basan en la utilización de los parámetros de disparo, siendo las más comunes las siguientes:

**Selectividad amperométrica** Se obtiene separando los umbrales de los relés instantáneos (o de corto retardo) de los interruptores automáticos sucesivos. Es decir que se actúa sobre el valor de las corrientes de disparo  $I_m$ .  
Se puede obtener una selectividad total mediante la utilización de interruptores limitadores.  
Se usa, sobre todo, en distribución terminal.

**Selectividad cronométrica** Se obtiene por el escalonamiento de los tiempos de disparo ( $T_d$ ) de los interruptores; por lo que éstos deben estar equipados con relé de disparo de corto retardo.  
Las temporizaciones pueden ser de varios tipos, por ejemplo:

- a tiempo inverso
- a tiempo constante
- a una o varias etapas selectivas entre ellas, etc

Las reglas prácticas para la coordinación de protecciones son:

**1. Para la coordinación de fusible con fusible se debe cumplir con:**

$$I_{nfa} > 1,6 I_{nfp}, \text{ aunque se recomienda } I_{nfa} > 2 I_{nfp}$$

Siendo:

$I_{nfa}$  la corriente nominal del fusible antepuesto.

$I_{nfp}$  la corriente nominal del fusible pospuesto

Por ejemplo sería fusible antepuesto 16 A. y pospuesto 25 A.

**2. Para la coordinación de fusible antepuesto con interruptor termomagnético pospuesto se debe cumplir con:**

$$I_{nf} > 1,2 I_{nfi}$$

Siendo:

$I_{nf}$  la corriente nominal del fusible.

$I_{nfi}$  la corriente nominal del interruptor termo-magnético.

**3.- Para la coordinación de interruptores termomagnéticos se debe cumplir con:**

$$I_{na} > 2 I_{np}$$

Siendo:



$I_{na}$  la corriente nominal del interruptor antepuesto.

$I_{np}$  la corriente nominal del interruptor pospuesto

Si los térmicos fueran ajustables valdrá la corriente térmica ajustada en cada uno de los interruptores. La protección magnética sólo puede coordinarse en corrientes bajas frente a las de cortocircuito, ya que al ser de actuación instantánea (no dispone de temporizaciones) una vez que se establece una corriente superior a la de actuación de ambos interruptores el funcionamiento puede ser simultáneo e incluso no selectivo. Por esta circunstancia debe tratarse de separar lo más posible la corriente de intervención magnética, a efectos de dar lugar a una corriente de actuación de la protección pospuesta para los cortocircuitos más frecuentes, que normalmente son de bajo valor.

Los interruptores son dispositivos que permiten el encendido y apagado de fuentes luminosas u otros equipos y siempre deben cortar el conductor vivo.

Se especifican por sus capacidades de tensión y corriente (indicadas sobre su cuerpo) y se ofrecen en una variedad de configuraciones. Es importante seleccionar el tipo de interruptor adecuado para una determinada aplicación, no solamente para prevenir arcos y calentamiento, sino para evitar que los contactos se dañen después de unos pocos accionamientos.

Los interruptores para instalaciones domiciliarias responden a la norma IRAM 2007, que especifica las siguientes condiciones a cumplir:

**Por seguridad**

- Protección de bornes: 3 mm.
- Autoextinguibilidad (sobre bornes): 850°C
- Deformación por calor: 125°C, 1 hora con 2 kg. de presión.
- 20000 accionamientos con  $I_n$  y  $\cos \psi = 0,60$

**Por funcionamiento**

- Comunes de interior: IP21 o IP51
- Contra goteo: IP22

**Por su grado de seguridad**

Pueden venir solos o combinadas con tomacorrientes, tomas por teléfono, tomas para señales y otros dispositivos. Luego de su instalación vienen protegidos por cubiertas plásticas.

Entre los modelos más utilizados se encuentran:



**Módulo interruptor bipolar de la línea HABITAT 2 x 16 A - 250 V.**



**Módulo interruptor de combinación simple de la línea HABITAT 16 A - 250 V.**



**Módulo interruptor simple luminoso de la línea HABITAT 16 A - 250 V.**

Los dimmers o reguladores electrónicos de luminosidad se utilizan para controlar en forma continua y gradual la cantidad de luz emitida por fuentes luminosas, generalmente incandescentes o halógenas. También se emplean como interruptores de encendido y apagado convencionales.

Bajo determinadas condiciones pueden utilizarse para regular la potencia de cargas resistivas como calefactores, hornos, calentadores, ventiladores, etc.

Algunos ejemplos de estos módulos son los siguientes:



*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

Los tomacorrientes son dispositivos que permiten conectar a la red de alimentación aparatos o equipos eléctricos como lámparas, electrodomésticos, herramientas, etc.

En Argentina los tomacorrientes y fichas responden a las siguientes normas:

- IRAM 2006: Exigencias generales.
- IRAM 2071: Tomacorrientes con tierra (10 A.)
- IRAM 2073: Ficha con tierra (10 A.)
- IRAM 2063: Ficha sin tierra (10 A.)

Las características fundamentales de estos elementos son:

**Por seguridad**

- Mínimas distancias aislantes.
- No empleo de materiales ferrosos en partes conductoras de corriente.
- Autoextinguibilidad: 850°C
- Deformación por calor: 125°C, 1 hora con 2 kg. de presión.
- Protección contra contacto accidental.

**Por funcionamiento**

- 5000 accionamientos con  $I_n$  y  $\cos \varphi = 0,60$

Se especifican por sus capacidades de tensión y corriente, tipo de corriente, símbolo de los bornes (tierra, neutro, vivo) y marca del fabricante, ofreciéndose en una variedad de configuraciones y contactos, de acuerdo al tipo de servicio que presten.

Entre los modelos más utilizados se encuentran:



**Módulo de tomacorriente Euro - USA de la línea HABITAT 10 A - 250 V.**



**Módulo de tomacorriente bi-norma de la línea HABITAT 10 A - 250 V.**



**Módulo de tomacorriente bipolar con tierra según norma IRAM 2071 de la línea HABITAT 10 A - 250 V.**



**Módulo de tomacorriente bipolar sin tierra de la línea HABITAT 10 A - 250 V.**


























**Módulo tomacorriente americano según normas UL de la línea HABITAT 10 A - 110 / 220 V.**



**Módulos de toma Shuko para 16 A - 250 V.**

En la figura siguiente se incluyen otras configuraciones típicas de tomacorrientes y fichas para diferentes sistemas monofásicos de dos y tres hilos y su designación de acuerdo al standard americano (NEMA):

		15 amperios		20 amperios		30 amperios		50 amperios	
		Tomacorriente	Clavija	Tomacorriente	Clavija	Tomacorriente	Clavija	Tomacorriente	Clavija
2 polos 2 hilos	125 V								
	250 V								
2 polos 3 hilos, con tierra	125 V								
	250 V								

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

En un sistema de modularidad global surgen nuevas aplicaciones y tecnologías que permiten que las instalaciones eléctricas puedan proveer al usuario, sea éste el que habita una vivienda unifamiliar, fábrica, hospital, escuela, etc. los siguientes servicios:

**Confort**

**En:**

Iluminación

Audio, telefonía, video

Control remoto

LLamadores y timbres

**Elementos disponibles:**

Interruptores a tecla, dimmers, luz vigía

Variadores de volumen, toma TV, TE

Transmisores y receptores por onda de radio

Pulsadores y accesorios

**Protección**

**Contra:**

Sobrecargas y cortocircuitos

Contactos directos e indirectos

Sobre tensiones y radio interferencias

**Protege a:**

La instalación eléctrica

Personas y animales

Equipos y aparatos eléctricos

**Elementos disponibles:**

Interruptores automáticos, indicador visual de fallas

Interruptores diferenciales

Filtros antiodisturbio, Limitadores de sobretensión, Protectores de alta y baja tensión

**Emergencias**

**Producidas por:**

Incendios de diversos orígenes

Escapes de gas

**Protege a:**

Personas, animales y bienes

Personas, animales y bienes

**Elementos disponibles:**

Detector de humo, detector de temperatura y accesorios de señalización y alarma

Detector de gas y accesorios de señalización y alarma

**Seguridad**

**Contra:**

Intrusos

Falta de energía

**Protege a:**

Personas y bienes

Personas

**Elementos disponibles:**

Detector I. R. pasivo y accesorios de señalización y alarma

Luz de emergencia

**Ahorro de energía**

**En:**

Iluminación

Calefacción, refrigeración

Iluminación de negocios

**Elementos disponibles:**

Temporizador, media luz, luz vigía, fotocontrol

Reloj programador

Reloj programador

Algunos ejemplos de los elementos mencionados son:

### Denominación



#### **Memo recorder:**

Diminuto grabador / reproductor de mensajes para dar tranquilidad ante situaciones imprevistas



#### **Detector infrarojo pasivo y "Luz amiga"**

Línea de detectores de movimiento para sistemas de seguridad o para comandar el encendido de luces en forma inteligente



#### **Cámara de TV y transformador modular**

Sistema compacto de observación, para brindar seguridad y confort



#### **Módulo para comando de luces audiorrítmicas, variador de volumen y toma para baffle**

Línea de accesorios para instalaciones de audio



#### **Receptor de control remoto por ondas de radio, tomas de medio módulo y transmisor de control remoto por ondas de radio**

Sistema de control remoto de múltiples aplicaciones y variadas funciones para implementar sistemas de confort, seguridad y accionamiento.



#### **Tomas para señal de TV y TE y bloqueador telefónico**

Tomas para señales de TV individuales o colectivas, de telefonía y bloqueador para escuchas indiscretas



### Protector de alta y baja tensión por disparo del interruptor diferencial y campanilla

Eficaz protección de toda la instalación por intervención del interruptor diferencial y aviso por campanilla



### Tomacorriente tipo Shuko (para 16 A.) y tomacorriente múltiple

Todo tipo de tomacorrientes para conectar cualquier equipo eléctrico.



### Detector y alarma de gas

Módulo para detección y aviso de alarma de fugas de gas.



Los **fusibles** son elementos de protección constituídos por un alambre o una lámina metálica dimensionados para fundirse a partir de una determinada intensidad de corriente.

Su capacidad de ruptura debe ser igual o mayor a la calculada para su punto de utilización, a la tensión de servicio. En todos los casos el fusible estará encapsulado y debe ser desechado luego de su fusión (nunca reparado).

Existen fusibles rápidos, para que la fusión ocurra en forma instantánea cuando se llega a una determinada intensidad y fusibles retardados para que la fusión ocurra en un plazo más prolongado; éstos se emplean generalmente para protección de motores con corrientes de arranque muy superiores a la nominal.

Los fusibles más conocidos son:

Los de **Tipo tapón**, que están compuestos por un cuerpo de porcelana donde se aloja un trozo de alambre. En él circula la corriente a proteger y es el que se funde en caso de sobrecargas o cortocircuitos.



#### **Fusibles a rosca (tapón) y a cartucho tipo Diazed con cuerpo de porcelana y partes metálicas en bronce**

Los fusibles de rosca Edison se permiten hasta intensidades de 30 Ampere; por otra parte se especifica que los fusibles hasta 60 Ampere serán del tipo cerrado y para mayores intensidades del tipo cerrado o abierto.

Los **de alta capacidad de ruptura (NH)** se emplean en casos de elevados consumos y proveen protección para cortocircuitos de alta intensidad y para sobrecargas, con acción rápida o retardada.



**Cartucho fusible de alto poder de ruptura tipo NH tamaños 1 y 2 hasta 500 V. según normas DIN 636 o IEC 269**

Los de **tipo lámina** se emplean en instalaciones de mayor envergadura y consisten en una lámina recambiable colocada dentro de un cartucho de material aislante.

Otros de tipos de fusibles para BT son:

**Denominación**

**Protección**

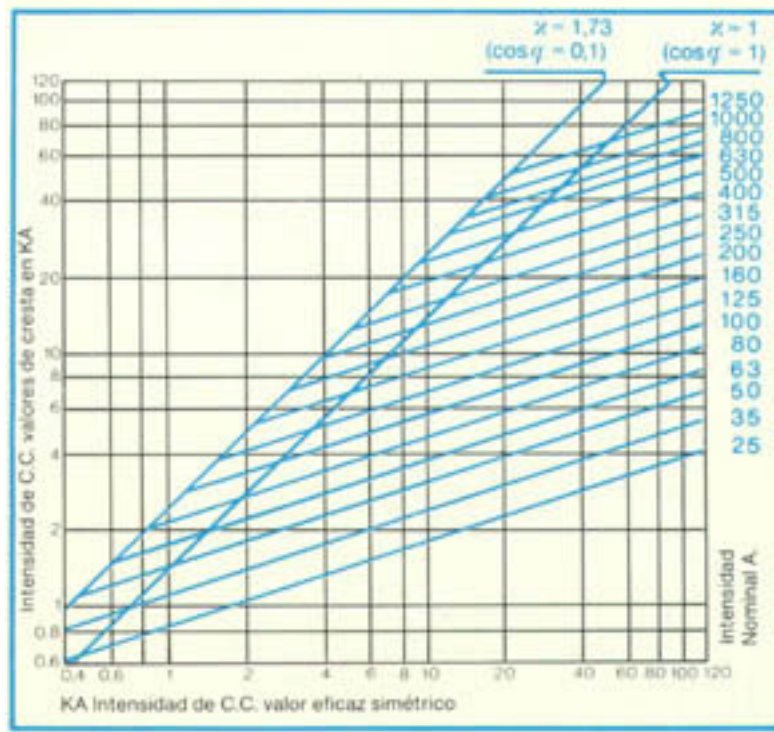
<b>gL</b>	para protección de conductores y dispositivos de maniobra en general; accionamiento de limitación entre 4-8 I <sub>n</sub> , accionamiento por sobrecarga en el orden > 1,6 I <sub>n</sub> .
<b>aM</b>	para protección de respaldo de tierra de motores, accionamiento por sobrecarga en el orden > 2,3 I <sub>n</sub> .
<b>aR</b>	para protección de semiconductores.
<b>gTr</b>	para protección de transformadores de distribución.
<b>gC</b>	para protección completa de capacitores.
<b>gR</b>	para protección completa de semiconductores.
<b>gB</b>	para protección de equipos de instalaciones mineras.

De acuerdo al elemento protegido la combinación de fusibles habitualmente empleada es:

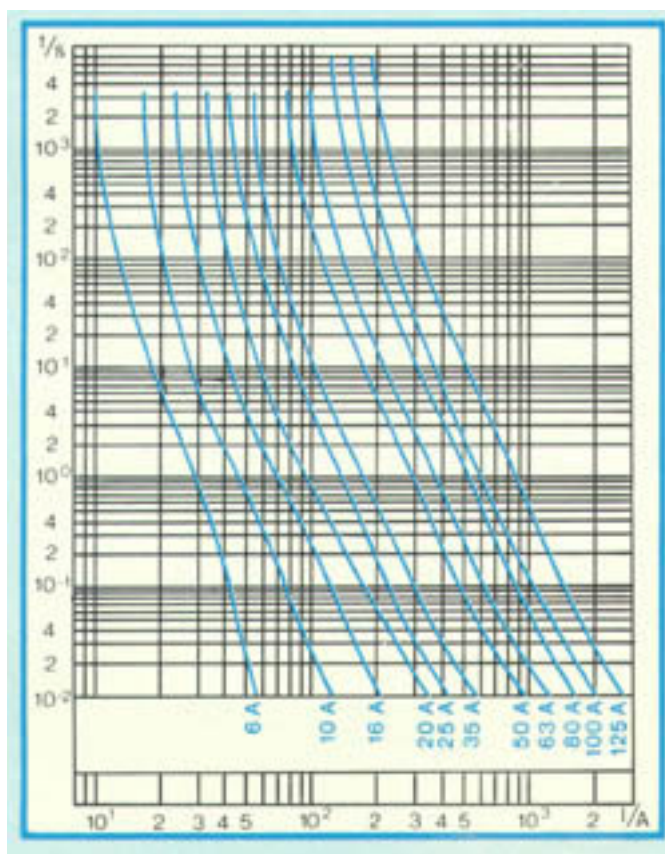
Elemento protegido	Tipo de fusible (MT)	Tipo de fusible (BT)	Protección adicional	Respuesta obtenida
Transformador de distribución	HH propósito gral.	NH gTr	-	Protección completa, sobrecarga y cortocircuito. Soporta transitorios normales.
Transformador de tensión	HH para trafos	-	-	Protección al sistema por falla en el transformador. Elimina riesgo de explosión. Capacidad de ruptura ilimitada.
Motores	HH respaldo (back up)	NH aM	Relevo térmico	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos. No interfiere el arranque. Coordinación con el contactor, cable y relevo térmico.
Capacitores	HH propósito gral. o NH gC	NH gC	Detector de desequilibrio	Evita explosión, protege al capacitor contra las sobretensiones.
Semiconductores	-	NH aR ó NH gR	Contra sobrecargas	Protección completa.
Conductores	HH propósito Gral	NH clase gL	-	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
Corriente continua	-	NH especial	-	-
Interruptores y/o seccionadores	HH respaldo (back up)	NH clase aM	-	Respaldo al interruptor de corrientes mayores a su capacidad de interrupción.

Los **Parámetros de funcionamiento** para cada tipo de fusible están especificados por las normas IEC 269 y VDE 636 para los de baja tensión y en la IEC 620 para los de alta tensión.

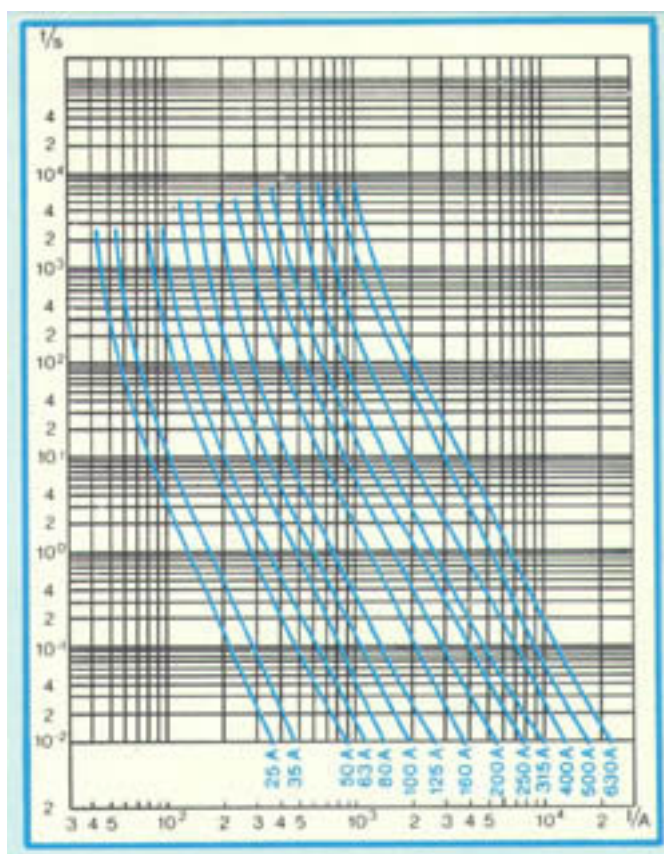
Características de limitación de corrientes:



Características tiempo / corriente para cartuchos NH - 500 V.:



Para tamaño 00 (hasta 100 A.)



Para tamaños 1, 2 y 3 (hasta 250, 400 y 630 A. respectivamente)

Para la graduación selectiva, en el caso de empleo de fusibles antepuesto y pospuesto, se puede consultar la siguiente tabla:

Intensidad Nominal del fusible antepuesto	Intensidad Nominal del fusible pospuesto
6	10
10	20
16	25
20	35
25	50
35	63
50	80

63	100
80	125
100	160
125	200
160	250
200	315
250	400
315	500
400	630
500	1000
630	1250

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

Los elementos que combinan las características de protección y maniobra pueden ser de tipo térmicos, magnéticos o termomagnéticos.

Los protectores magnéticos se utilizan para cortes rápidos y están constituídos por una bobina con un núcleo de hierro que acciona un interruptor de la instalación cuando recibe la sobreintensidad.

Los protectores térmicos se emplean para cortes lentos y están constituídos por dos metales con distinto coeficiente de dilatación, soldados entre ellos en toda su superficie, que por efecto Joule sufren una curvatura que produce la desconexión de la instalación.

Los interruptores automáticos termomagnéticos son los de empleo más común; son una combinación de las protecciones magnéticas con las térmicas, actuando ante cualquiera de los casos que se presenten.

La ventaja de este tipo de dispositivos es la facilidad de reposición del servicio y que evita el posible empleo de fusibles improvisados en caso de tener que reponerlos.

Los interruptores termomagnéticos del tipo "C" se utilizan para proteger circuitos exclusivos de iluminación, y los tipo "D" en circuitos con motores de arranque directo de red. Algunos fabricantes utilizan otra designación, de acuerdo a las normas VDE 0641.

En el caso donde se instalan motores de arranque directo, la corriente y el tiempo de arranque no deben producir la actuación del interruptor automático. Las normas IRAM 2169 e IEC 898 normalizan los tipo "B" (magnético no regulables entre 3 y 5 veces la corriente nominal), los tipo "C" (magnéticos no regulables entre 5 y 10 veces la corriente nominal) y los tipo "D" (magnéticos no regulables entre 10 y 20 veces la corriente nominal).

Para la selección del interruptor se deben considerar los siguientes parámetros característicos:

<b><u>Tensión nominal del circuito a proteger (Ue)</u></b>	Es la tensión a la cual el interruptor estará sometido durante su uso en la instalación eléctrica. La tensión nominal del interruptor no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito eléctrico.
<b><u>Cantidad de polos</u></b>	Pueden ser unipolares, bipolares, tripolares o tetrapolares, de acuerdo al circuito involucrado.
<b><u>Corriente nominal (In)</u></b>	Es la corriente que soporta el interruptor en forma ininterumpida con una temperatura ambiente de hasta 30°C; este valor no deberá exceder en más de un 25% a la corriente de carga nominal del circuito a proteger. Los valores típicos de corriente nominal para este tipo de interruptores son de 3, 5, 10, 15, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 100 y 125 Ampere.
<b><u>Valor de la corriente de cortocircuito</u></b>	La capacidad de ruptura del interruptor deberá ser mayor o al menos igual a la corriente de cortocircuito presunta o calculada en el punto a proteger. Los valores normalizados son: 1500, 3000, 4500, 6000 y 10000 Ampere.
<b><u>Utilización de termomagnéticos con limitadores de corriente</u></b>	En las instalaciones donde la corriente de cortocircuito exceda la capacidad de interrupción del interruptor termomagnético, deberá considerarse el uso asociado al mismo de limitadores de corriente (fusibles de alta capacidad de ruptura) para reducir la magnitud y duración de la corriente de cortocircuito.
<b><u>Marcación de los valores característicos</u></b>	En el frente de los interruptores automáticos, como mínimo, deberán figurar los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"><li>● Marca y tipo</li><li>● Tensión de servicio</li><li>● Capacidad de ruptura, expresada en Ampere dentro de un rectángulo.</li><li>● Tipo de curva y corriente nominal, por ej. B10 significa curva "B" y 10 Ampere de corriente nominal.</li></ul>
<b><u>Condiciones de operación</u></b>	Los interruptores termomagnéticos normalmente están calificados para operar a una temperatura ambiente de 20 °C. Si ésta fuere distinta deberá corregirse la corriente nominal según tablas provistas por los fabricantes. Para el caso de interruptores se considera adecuada una capacidad de corte de 5 KA eficaces en 380 V. o 3 KA en 220V., siempre que se disponga de fusibles de $I_n < 200$ A ó $I_n < 160$ A. respectivamente, como protección de respaldo. Puede considerarse como protección de respaldo la instalada por la empresa prestataria siempre y cuando se materialice con fusibles.

Para el caso de la protección térmica el criterio de selección es:  
Una vez elegida la sección del conductor que forma el circuito en base a la corriente de carga del circuito, la selección de la corriente nominal del interruptor debe ser tal que cumpla las siguientes condiciones:

$$I_c < I_n \text{ y } I_{ft} < 1,45 I_{adc}$$

Donde:  $I_c$  = corriente de carga del circuito

$I_n$  = corriente nominal del interruptor de protección

$I_{adc}$  = corriente admisible en el conductor del circuito

$I_{ft}$  = corriente de funcionamiento de la protección térmica (en un tiempo menor de una hora).

La actuación de la protección térmica obedece a una banda (dependiendo la operación de la temperatura ambiente y del estado de carga previo) que está acotada por una curva de funcionamiento de mínima y otra de máxima. A modo de ejemplo se indica, para las secciones de cables más usuales funcionando a su capacidad nominal, la intensidad nominal del interruptor aconsejable:

<b><u>Sección del conductor de Cu (mm<sup>2</sup>)</u></b>	<b><u>Capacidad de corriente admisible del conductor</u></b>	<b><u>Rango de intensidad nominal del interruptor adecuado</u></b>
1	9,6	6 - 10
1,5	13	10 - 15
2,5	18	15 - 20
4	24	20 - 25
6	31	30 - 35
10	43	40 - 45
16	59	50 - 60
25	77	70 - 80
35	96	90 - 100
50	116	100 - 120

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)



La línea Sicalimit de Sica es una de las de uso corriente en plaza:

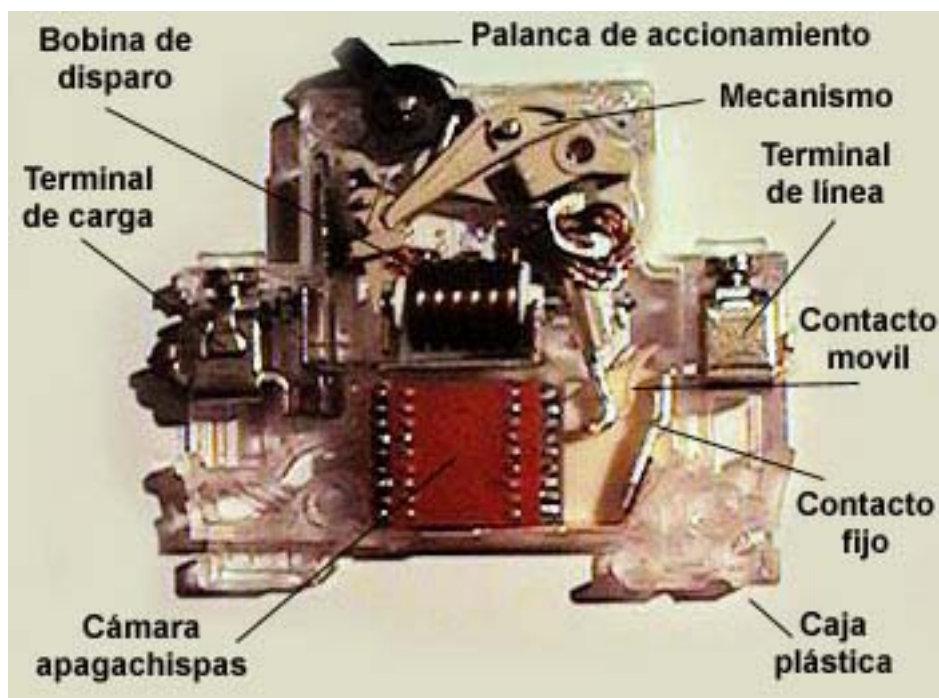


Interruptores termomagnéticos automáticos para montaje sobre riel DIN



Interruptor termomagnético tripolar de 32 A

En la Fig. siguiente se puede observar un corte de estos dispositivos:



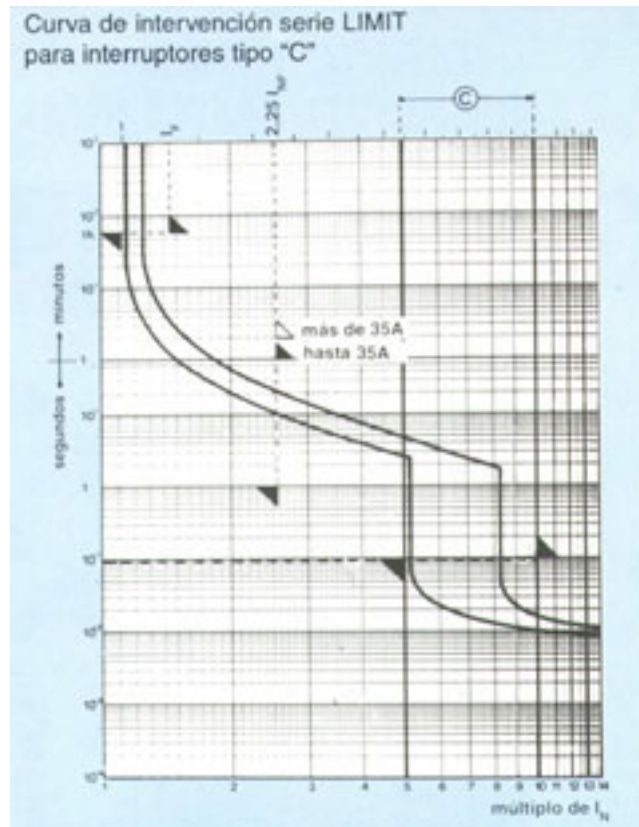
Sus características principales son:

### Construcción

Tienen disparador térmico para la protección contra sobrecargas y disparador magnético para la protección contra cortocircuitos. Ambos tienen desconexión libre, es decir que si se produce el disparo (por sobrecarga o cortocircuito) el interruptor desconecta aunque se sujete la palanca de accionamiento. Son de color gris (RAL 7035) con palanca de accionamiento de color azul, la que a su vez es precintable en cualquiera de sus dos posiciones.

## Curvas características de desconexión

Los interruptores se construyen con las características de disparo "C" y "D" de las normas IRAM, lo que los hace adecuados para la protección de todos los componentes de la instalación.



Soporta la corriente de conexión de las lámparas sin interrupciones no deseadas así como la conexión de motores.

## Capacidad de ruptura

Prácticamente sin excepción el nivel de cortocircuito de una instalación en los bornes del interruptor no supera los 3000 A., debido a la impedancia propia del transformador y de los elementos de conexión entre la fuente y el interruptor. Este valor de corriente es compatible con el poder de ruptura de los interruptores SICALIMIT.

Si el nivel de cortocircuito excede la capacidad de interrupción del interruptor, pueden colocarse fusibles como protección de respaldo.

## Selectividad

La generalidad de las fallas ocurre en la carga o en sus cercanías, lo que equivale a una distancia considerable al interruptor. Estas fallas son considerablemente menores que la capacidad de interrupción del interruptor, por lo que éste actuará individualmente, sin la intervención del fusible.

## Influencia de la temperatura ambiente

El disparador de sobreintensidad (bimetal) está ajustado para una temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Por lo que temperaturas ambientes más elevadas obligan a una corrección de la carga según los gráficos o tablas respectivos.

## Poder de corte

Superan las condiciones de corte exigidas por las principales normas para 6000 y 10000 A.

## Cargabilidad en circuitos de alumbrado

Las lámparas incandescentes absorben, en la conexión, hasta 12 veces su intensidad nominal; algo similar ocurre con las lámparas fluorescentes compensadas y con las de descarga. Sin embargo, estos interruptores con característica C son capaces de conectar este tipo de carga sin disminución de su capacidad nominal.

## Datos constructivos

Están dotados de un sistema de fijación a presión para rieles DIN; son utilizables para temperaturas ambiente de hasta 50°C y con conductores hasta 25 mm<sup>2</sup> sin necesidad de terminales y su vida media supera las 15000 operaciones, tanto eléctricas como mecánicas.

## Circuitos con termomagnéticas

En general no es conveniente la colocación de circuitos con termomagnéticas en cascada pues las corrientes de cortocircuito podrían ordenar la apertura de todos los interruptores al mismo tiempo si no existe un criterio de selectividad. En este caso se recomienda el empleo de fusibles antepuestos.

Los interruptores termomagnéticos se pueden montar sobre riel DIN, como se puede observar en la figura siguiente:



El interruptor diferencial es un aparato destinado a producir el corte de la corriente eléctrica cuando por causas accidentales, desperfectos o maniobras defectuosas una persona queda bajo los efectos de aquélla; se emplea para complementar las medidas clásicas de protección contra contactos directos.



**Interruptor diferencial bipolar**  
**SICALIMIT 2 x 25A -  $I_{\Delta} = 0,03A$**

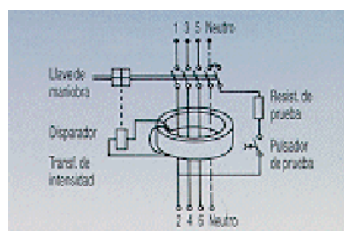


**Interruptor diferencial tetrapolar**  
**SICALIMIT 4 x 40A -  $I_{\Delta} = 0,03A$**

Los interruptores diferenciales para uso en instalaciones domiciliarias deberán estar diseñados para funcionar automáticamente cuando la corriente de fuga exceda un valor de 30 mA y en 0,03 segundos. Deberán cumplir con las normas IRAM 2301 e IEC 1008 y su [Curva Característica](#) de Funcionamiento responde a la Figura adjunta.

Los fabricados por INDUSTRIAS SICA son del tipo de desenganche directo, esto quiere decir que la apertura del mismo está comandada directamente por la intensidad de la corriente de fuga.

Los interruptores diferenciales están compuestos esencialmente por el transformador toroidal de intensidad, el disparador y el órgano de maniobra. Los conductores necesarios para el paso de la corriente, incluyendo el neutro, se pasan a través del transformador (ver fig. siguiente):



Su principio de funcionamiento se basa en que al producirse un contacto casual a través de la persona se produce una descarga que genera de manera instantánea un desequilibrio entre las intensidades de entrada y salida de la instalación. Ese desequilibrio, constituido por una pequeña diferencia de intensidad que queda libre, es el que pone en accionamiento un circuito auxiliar que actuará sobre el interruptor desconectando la instalación.

También existen interruptores diferenciales con disparo electrónico, cuyo principio básico siempre es el mismo, pero carecen de la seguridad intrínseca del otro modelo. El uso de los disyuntores diferenciales electrónicos no está permitido por la legislación nacional.

Otra interpretación posible de su funcionamiento está dada por el análisis vectorial, esto es:

a) Funcionamiento de los disyuntores bipolares (de 220 V): la suma vectorial de las corrientes de línea (fase y neutro) de un circuito eléctrico, en condiciones normales (aislación perfecta), es igual a cero. Cuando se presenta una falla, se establece una corriente de fuga a tierra que hace que esa suma vectorial sea distinta de cero, y el interruptor entra en la zona de operación (ver Fig. 1 y 2).

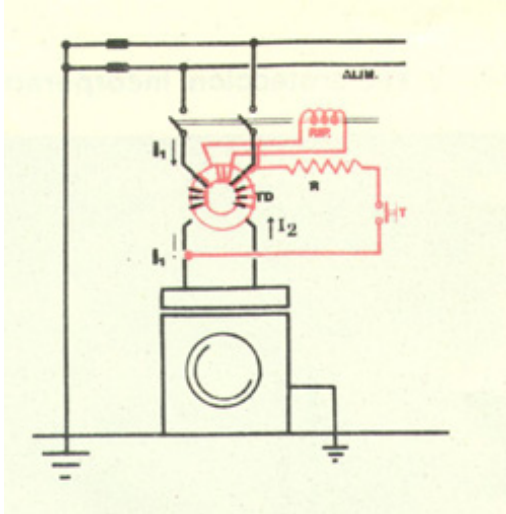


Fig. 1

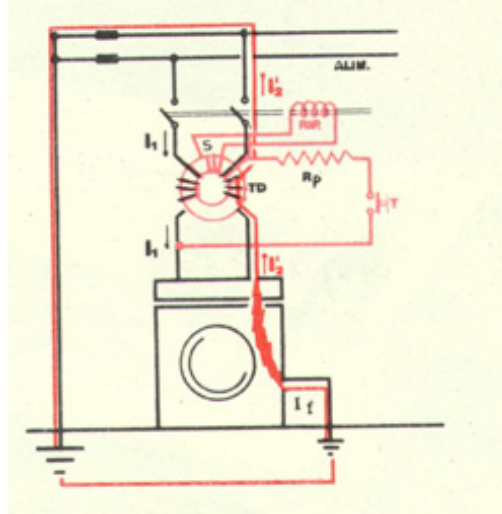
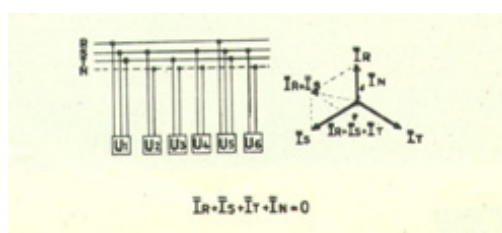
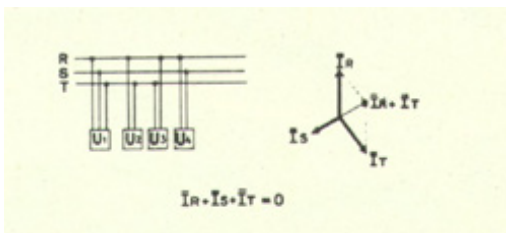


Fig. 2

b) Funcionamiento de los disyuntores tetrapolares: en los sistemas trifásicos sin neutro, en condiciones normales, la suma vectorial de las tres corrientes es igual a cero, incluso en el caso de que las tres fases estén desequilibradas (ver Fig. 3 y 4).



En los sistemas trifásicos con neutro (caso más común en Argentina), también en condiciones normales la suma vectorial de la corriente de las tres fases es igual y opuesta a la corriente que circula por el neutro, por lo que la suma vectorial es cero. Cuando por una fuga a tierra esta suma vectorial es distinta de cero, el interruptor entra en zona de operación.

Las instalaciones eléctricas siempre presentan corrientes de fuga. El valor de tales corrientes, que fluyen a tierra, depende de diversos factores como ser la calidad del equipamiento empleado, la calidad de la mano de obra de ejecución de la instalación, etc. Varían entre unos pocos miliamperes hasta algunas centésimas de amperes. Por lo tanto, para poder instalar un disyuntor diferencial como protección de un circuito o de una instalación, las respectivas corrientes de fuga deben ser inferiores al límite de actuación del dispositivo.

Es importante observar que pequeñas corrientes de fuga aumentan la eficacia de los disyuntores diferenciales. En efecto, si consideramos una instalación protegida por un diferencial con  $I_{\Delta n} = 0,03$  A, cuyo límite de actuación sea de 0,025 A y que presente una corriente de fuga permanente de 0,08 A, un incremento de corriente diferencial (provocado por una persona tocando una parte viva, o por una falla fase - masa en un equipo) de 0,017 A será suficiente para hacer actuar la protección.

También debe tenerse presente que los disyuntores no actúan en caso de fallas simétricas, como pueden ser sobrecargas o cortocircuitos. Además este sistema no evita los accidentes provocados por contactos simultáneos con dos partes conductoras activas de diferentes potenciales.

Muchas veces se requiere una protección diferencial combinada con una protección combinada contra sobrecargas y cortocircuitos. Para estos casos puede utilizarse un interruptor diferencial con protección termomagnética incorporada, que ofrece una protección integral en un mismo producto. En estos casos deberá especificarse el valor de corriente nominal del interruptor termomagnético incorporado, en base al valor calculado para la instalación a proteger.

La continuidad del servicio es una exigencia de una instalación moderna. La falta de una adecuada selectividad puede provocar la apertura simultánea de más de un elemento de protección situado aguas arriba de la falla.

Las protecciones de sobrecarga y cortocircuito instaladas en las cajas de acometida, tableros principales y seccionales deben tener una actuación selectiva frente a los ocasionales cortocircuitos o sobrecargas, es decir que debe accionarse la protección correspondiente al circuito o la más próxima ubicada aguas arriba del lugar donde se localiza la falla, y sólo por ella.

Las técnicas de selectividad empleadas se basan en la utilización de los parámetros de disparo, siendo las más comunes las siguientes:

**Selectividad amperométrica** Se obtiene separando los umbrales de los relés instantáneos (o de corto retardo) de los interruptores automáticos sucesivos. Es decir que se actúa sobre el valor de las corrientes de disparo  $I_m$ .  
Se puede obtener una selectividad total mediante la utilización de interruptores limitadores.  
Se usa, sobre todo, en distribución terminal.

**Selectividad cronométrica** Se obtiene por el escalonamiento de los tiempos de disparo ( $T_d$ ) de los interruptores; por lo que éstos deben estar equipados con relé de disparo de corto retardo.  
Las temporizaciones pueden ser de varios tipos, por ejemplo:

- a tiempo inverso
- a tiempo constante
- a una o varias etapas selectivas entre ellas, etc

Las reglas prácticas para la coordinación de protecciones son:

### 1. Para la coordinación de fusible con fusible se debe cumplir con:

$$I_{nfa} > 1,6 I_{nfp}, \text{ aunque se recomienda } I_{nfa} > 2 I_{nfp}$$

Siendo:

$I_{nfa}$  la corriente nominal del fusible antepuesto.

$I_{nfp}$  la corriente nominal del fusible pospuesto

Por ejemplo sería fusible antepuesto 16 A. y pospuesto 25 A.

### 2. Para la coordinación de fusible antepuesto con interruptor termomagnético pospuesto se debe cumplir con:

$$I_{nf} > 1,2 I_{nfi}$$

Siendo:

$I_{nf}$  la corriente nominal del fusible.

$I_{nfi}$  la corriente nominal del interruptor termo-magnético.

### 3.- Para la coordinación de interruptores termomagnéticos se debe cumplir con:

$$I_{na} > 2 I_{np}$$

Siendo:

$I_{na}$  la corriente nominal del interruptor antepuesto.

$I_{np}$  la corriente nominal del interruptor pospuesto

Si los térmicos fueran ajustables valdrá la corriente térmica ajustada en cada uno de los interruptores. La protección magnética sólo puede coordinarse en corrientes bajas frente a las de cortocircuito, ya

que al ser de actuación instantánea (no dispone de temporizaciones) una vez que se establece una corriente superior a la de actuación de ambos interruptores el funcionamiento puede ser simultáneo e incluso no selectivo. Por esta circunstancia debe tratarse de separar lo más posible la corriente de intervención magnética, a efectos de dar lugar a una corriente de actuación de la protección pospuesta para los cortocircuitos más frecuentes, que normalmente son de bajo valor.

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

- 1 Particularidades de las cargas - Instalaciones de fuerza motriz
- 2 Motores eléctricos - características
- 3 Motores trifásicos
- 4 Motores monofásicos
- 5 Sistemas de arranque de motores de c.a.- Generalidades
- 6 Dispositivos de arranque de motores de c.a. a tensión nominal
- 7 Dispositivos de arranque de motores de c.a. a tensión reducida - Generalidades
- 8 Dispositivos de arranque de motores de c.a. a tensión reducida - Arrancador estrella triángulo
- 9 Dispositivos de arranque de motores de c.a. a tensión reducida - Autotransformador de arranque
- 10 Dispositivos de arranque de motores de c.a. a tensión reducida - Arrancadores electrónicos
- 11 Variadores de frecuencia
- 12 Motores de corriente continua
- 13 Arranque en motores de corriente continua



**Circuitos de fuerza motriz**

son los que realizan la transmisión de energía para el accionamiento de motores de capacidades relativamente altas, generalmente trifásicos. En edificios es el caso de los de ascensores, bombas de agua, aire acondicionado, etc. El Reglamento exige que los conductores de fuerza motriz sean independientes de los de alumbrado, separando cajas de paso y de distribución. Cada uno de los circuitos que la componen debe tener su sistema de protección.

**Caída de tensión**

La máxima caída de tensión admisible según la Asociación Electrotécnica Argentina es, para el caso de los motores, del 5% durante la operación y del 15 % para el arranque.

**Distribución**

La distribución de fuerza motriz se efectúa mediante redes trifásicas, generalmente de corriente alterna de 3x220 ó 3x380 V. La distribución monofásica en potencias elevadas no es aconsejable porque requiere conductores de sección más elevada. El cálculo del ramal alimentador de fuerza motriz es similar al correspondiente a cualquier línea seccional, por lo tanto será necesario conocer la corriente nominal (que se obtiene de la potencia y de la tensión de servicio) y la longitud del recorrido de los conductores. Se calcula la sección de los conductores a corriente nominal y se verifica a la caída de tensión.

**Factor de potencia**

Se define como factor de potencia ó "cos Ø" al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, o sea:

$$\text{Cos } \emptyset = \text{Potencia activa} / \text{Potencia aparente}$$

Donde:

- Potencia activa es la real que toman los motores (en Watt).
- Potencia aparente es la máxima para la que están diseñados los motores (en Volt Ampere).

Un factor de potencia igual a uno es el ideal. Las compañías eléctricas establecen un factor de potencia mínimo (normalmente 0,85 ó 0,90), por debajo del cual se cobran recargos en las tarifas. Para mejorar el factor de potencia se utilizan los condensadores estáticos o los capacitores.

**Corriente de arranque**

En estos casos las corrientes de arranque son muy elevadas (mucho mayores que la nominal), pudiendo llegar a provocar perturbaciones en la red de suministro.

**Circuitos de fuerza motriz**

son los que realizan la transmisión de energía para el accionamiento de motores de capacidades relativamente altas, generalmente trifásicos. En edificios es el caso de los de ascensores, bombas de agua, aire acondicionado, etc. El Reglamento exige que los conductores de fuerza motriz sean independientes de los de alumbrado, separando cajas de paso y de distribución. Cada uno de los circuitos que la componen debe tener su sistema de protección.

**Caída de tensión**

La máxima caída de tensión admisible según la Asociación Electrotécnica Argentina es, para el caso de los motores, del 5% durante la operación y del 15 % para el arranque.

**Distribución**

La distribución de fuerza motriz se efectúa mediante redes trifásicas, generalmente de corriente alterna de 3x220 ó 3x380 V. La distribución monofásica en potencias elevadas no es aconsejable porque requiere conductores de sección más elevada. El cálculo del ramal alimentador de fuerza motriz es similar al correspondiente a cualquier línea seccional, por lo tanto será necesario conocer la corriente nominal (que se obtiene de la potencia y de la tensión de servicio) y la longitud del recorrido de los conductores. Se calcula la sección de los conductores a corriente nominal y se verifica a la caída de tensión.

**Factor de potencia**

Se define como factor de potencia ó "cos Ø" al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, o sea:

$$\text{Cos } \emptyset = \text{Potencia activa} / \text{Potencia aparente}$$

Donde:

- Potencia activa es la real que toman los motores (en Watt).
- Potencia aparente es la máxima para la que están diseñados los motores (en Volt Ampere).

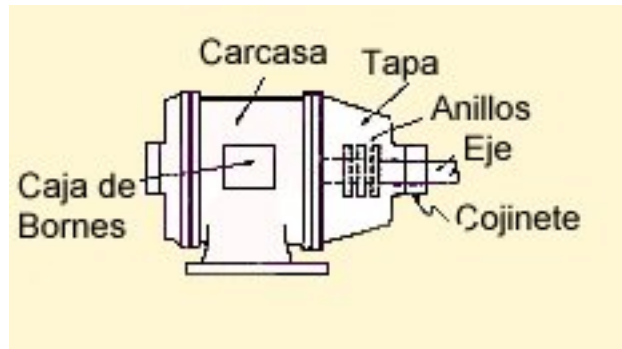
Un factor de potencia igual a uno es el ideal. Las compañías eléctricas establecen un factor de potencia mínimo (normalmente 0,85 ó 0,90), por debajo del cual se cobran recargos en las tarifas. Para mejorar el factor de potencia se utilizan los condensadores estáticos o los capacitores.

**Corriente de arranque**

En estos casos las corrientes de arranque son muy elevadas (mucho mayores que la nominal), pudiendo llegar a provocar perturbaciones en la red de suministro.

Un motor es una máquina capaz de producir movimiento mediante la transformación de la energía eléctrica en fuerza mecánica. Ello se debe a que cuando la corriente eléctrica circula por un conductor se crea alrededor del mismo un campo magnético que es función directa de la intensidad de esa corriente.

Si a ese conductor por el cual circula corriente se lo introduce dentro de un campo magnético se origina una fuerza que tiende a desplazarlo. Este es el principio básico de los motores eléctricos.



Los motores se componen básicamente de dos partes principales: el estator que es la parte fija y el rotor o inducido, que es la parte móvil.

Sobre la carcasa de los motores se coloca, en un lugar visible, una placa que lleva impresas sus características principales, como ser:

- Marca del fabricante.
- Número de serie de fabricación.
- Tensión o tensiones de trabajo.
- Intensidad o intensidades de trabajo.
- Potencia del motor.
- Velocidad a la que se obtiene la potencia señalada.
- Factor de potencia.
- Clase de servicio.
- Clase de aislamiento.

Los motores se pueden clasificar de acuerdo a:

- Su tamaño**
  - Potencia fraccionaria o menor a 1 HP (1/4, 1/2, etc.)
  - Potencia integral o mayor a 1 HP (1; 1,5; 2; etc).
- Según su forma de fabricación**
  - De serie: fabricados en cantidad y a bajo costo.
  - Especiales: fabricados a pedido y de alto costo.
- Por la corriente de suministro**
  - De corriente continua: derivación, serie y compuestos.
  - De corriente alterna trifásica: asíncronos y síncronos.
  - De corriente alterna monofásica: asíncronos, a colector, etc.
- Según el tipo de servicio**
  - Permanente: funcionan por largos períodos con sus parámetros nominales sin exceder la temperatura máxima calculada.
  - Temporarios: funcionan cierto tiempo con sus parámetros nominales hasta alcanzar la temperatura máxima y luego se paran hasta enfriarse a temperatura ambiente.

**De acuerdo a la forma de refrigeración**

- Con ventilador incorporado: montado sobre el eje del motor, sirve para refrigerar la carcasa.
- Autoenfriantes: Con disipadores de calor en la carcasa.
- Con ventilador independiente: ajeno al motor.
- Refrigerados por agua: sólo para usos muy especiales.

**Según su protección (según las condiciones ambientales)**

El grado de protección se indica por las normas IP (1era. y 2da. cifras significativas), que indican, por ej.:

- Contra agua (goteos, salpicaduras, chorros, lluvias, etc.)
- Contra objetos sólidos.
- Contra polvo, etc.

Dos casos muy comunes son el motor blindado, para locales saturados de vapores y/o gases corrosivos y el de protección antiexplosiva, para locales donde se fabrican o manipulan materiales peligrosos.

**Por su protección contra explosión**

- "e": clase de protección "seguridad aumentada".
- "d": clase de protección "blindaje antideflagrante".
- "p": clase de protección "presurizada".
- "o": clase de protección "blindaje de aceite".
- "i": clase de protección "seguridad propia".
- "s": clase de protección "especial".
- "T": temperatura máxima 90°C.
- "A": temperatura máxima 105°C.
- "E": temperatura máxima 120°C.
- "B": temperatura máxima 130°C.
- "F": temperatura máxima 155°C.
- "N": temperatura máxima 180°C.
- "C": temperatura máxima más de 180°C.
- Constante: independientemente de la carga.

**De acuerdo a su clase de aislación**

**Por la velocidad de rotación (rpm):**

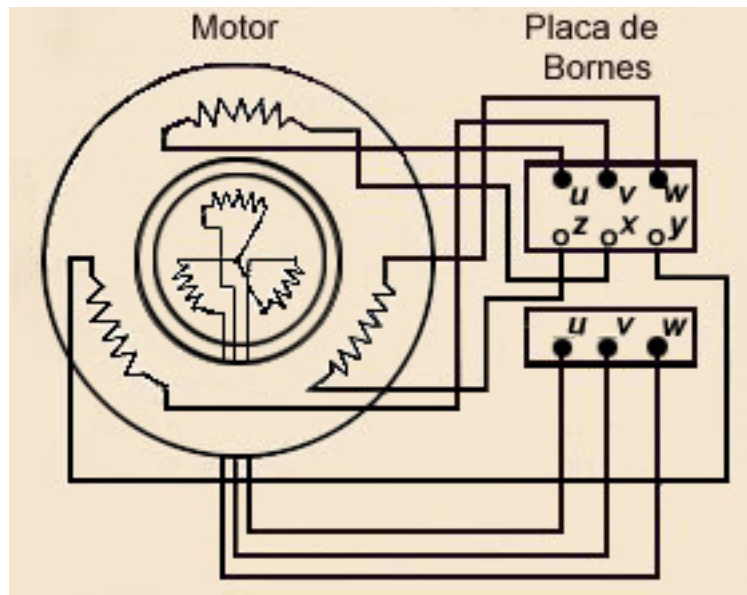
- Variable: con la variación de la carga.
- Ajustable: independientemente de la carga.

Existen dos tipos básicos de motores trifásicos, cuyas características son:

### Motor asincrónico

Es el más fácil de arrancar y el más económico. Consiste en un mecanismo al cual ingresa energía eléctrica en forma de un conjunto de corrientes trifásicas y se convierte en energía mecánica bajo la forma de un movimiento giratorio de velocidad ligeramente variable con la carga.

El estator está constituido por un núcleo de hierro laminado en cuyo interior existen tres arrollamientos o bobinas, uno por fase, colocados simétricamente formando un ángulo de 120°.



Funcionamiento: Sometido a una corriente alterna, los polos del estator se trasladan continuamente creando un campo móvil llamado "campo giratorio". Si un cilindro de material conductor se introduce en el espacio libre que queda en el interior del estator, las líneas de fuerza magnéticas cortarán dicho cilindro induciendo fuerzas electromotrices en el mismo, haciendo girar el cilindro en el mismo sentido que giran los polos.

La velocidad de giro del motor se mide en revoluciones por minuto (RPM) y cumple con la siguiente fórmula:

$$\text{RPM} = (f / 2n) * 60$$

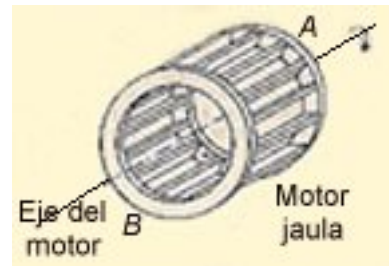
Donde: f = ciclos por segundo (es la frecuencia de la red) y n = número de polos.

Si el cilindro girara a la misma velocidad que los polos, el flujo magnético dejaría de cortar transversalmente al cilindro, desapareciendo la corriente inducida y por lo tanto el "par motor". Por este motivo se llama a este motor "asincrónico", en contraposición con el "sincrónico", que gira a la misma velocidad de la red.

La pequeña diferencia se denomina "resbalamiento", y es del orden del 3 al 5% de la frecuencia de la red. Si el cilindro (rotor) efectúa un trabajo mecánico el resbalamiento aumentará, siendo mayor el número de líneas de fuerza que lo corten, con lo que el par motor aumentará para adecuarse a dicho trabajo.

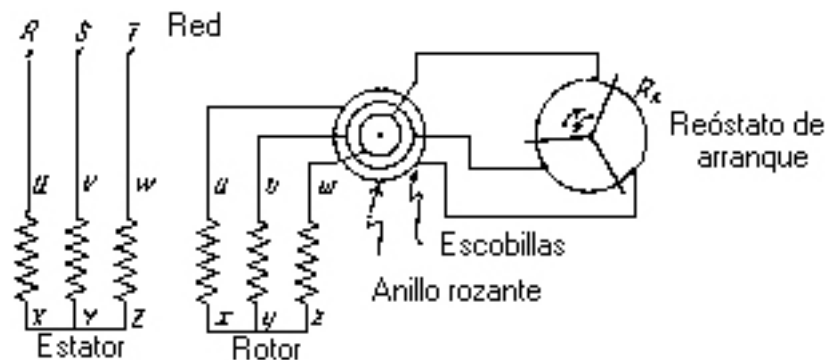
Tipos de motores de acuerdo a las características del rotor:

a) De jaula de ardilla: Es el más común, consiste en un núcleo de hierro laminado, en cuya periferia se efectúan ranuras donde se colocan conductores o barras de cobre, que se ponen en cortocircuito en sus extremos soldándolas a anillos de cobre. Al no tener colectores, escobillas, etc, son muy simples y están prácticamente libres de fallas. Funcionan a velocidad prácticamente constante y se utilizan para el accionamiento de compresores, ventiladores, bombas, etc.



b) De rotor bobinado: El motor de jaula de ardilla tiene el inconveniente de que la resistencia del conjunto es invariable, no son adecuados cuando se debe regular la velocidad durante la marcha.

En estos casos se utiliza el motor de rotor bobinado que, como su nombre lo indica, está constituido por un bobinado trifásico similar al del estator, cuyos arrollamientos aislados terminan en anillos rozantes que se conectan por medio de escobillas a un dispositivo de control.



Este dispositivo permite:

- aumentar la cupla de arranque.
- variar la velocidad del motor en marcha.

Estas características los hacen útiles para aplicaciones en máquinas de gran inercia inicial y variación de velocidad, como grúas, elevadores, mecanismos pesados, etc.

## **Motor sincrónico**

Su principio de funcionamiento se basa en el acoplamiento magnético entre el campo magnético giratorio creado por los arrollamientos del estator y el campo magnético fijo creado por el arrollamiento del rotor que es recorrido por una corriente continua. La velocidad del motor depende de la frecuencia y de la cantidad de polos del campo magnético.

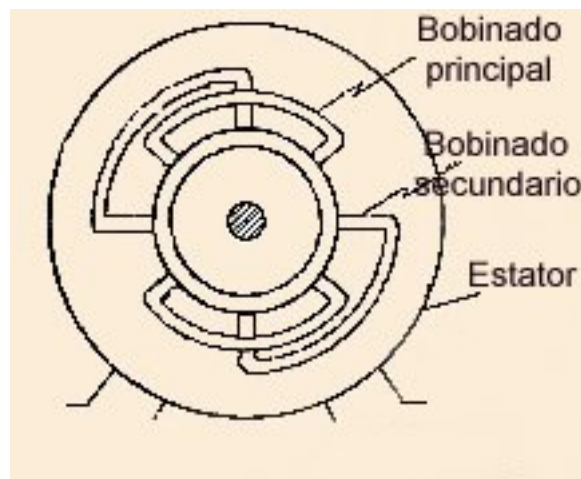
Para que este tipo de motores pueda funcionar, por la bobina del rotor debe circular una corriente continua para que reaccione el campo producido por la misma con el campo del estator. Es decir, que se produzca una reacción o fuerza que obligue a girar al rotor. Para el arranque, como en general no se dispone de una fuente de corriente continua que permita arrancar al motor por sí mismo, se lo hace trabajar como motor de inducción hasta que alcance su velocidad de régimen, en ese momento se aplica a los arrollamientos del rotor un corriente continua suplementaria que lo obliga a pasar al sincronismo y funcionar a velocidad constante. Si en un motor sincrónico se sobreexcita el circuito inductor el campo de los polos es superior al requerido y el motor comienza a suministrar a la red energía eléctrica reactiva, o sea que permite corregir el factor de potencia.

Se utilizan para pequeñas potencias, generalmente hasta 7,5 HP, y se clasifican en:

### De inducción

Se han impuesto, por su simplicidad, como la solución ideal para los usos domésticos. Tienen un solo juego de devanados en el estator que produce un campo magnético de polaridad alternativa, pero que no es giratorio.

Si por algún procedimiento se imprime al rotor un movimiento inicial éste cortará las líneas de fuerza, produciendo una fuerza electromotriz que origina un movimiento. Es decir que una vez que arranca en una dirección el motor continuará su giro en esa dirección.



Para el movimiento inicial es necesario recurrir a algún medio auxiliar; pero una vez que arranca funciona como un motor trifásico en cuanto a su rendimiento, deslizamiento y factor de potencia. Los motores monofásicos de inducción se pueden clasificar de acuerdo a su forma de arranque en:

a) De fase dividida: El sistema de arranque consiste en colocar un segundo devanado en el estator para permitir arrancar el motor bajo carga.

El circuito del devanado auxiliar es de gran reactancia y poca resistencia y el principal de poca resistencia y gran reactancia. Ello produce el efecto de dos fases y un campo rotatorio bajo el cual arranca el motor (aunque con un par reducido).

Cuando la velocidad es cercana a la nominal se desconecta el arrollamiento auxiliar y el motor sigue funcionando como motor monofásico con un solo devanado.

Se aplica para pequeños artefactos como ventiladores, bombas, heladeras, etc.

b) De arranque con capacitor: El estator es similar al caso anterior en cuanto a que incluye un arrollamiento auxiliar para el arranque, pero en lugar de la reactancia y resistencia se utiliza un capacitor que provoca el desfasaje de la corriente y origina el par giratorio de arranque.

Se los utiliza para compresores pequeños de heladeras y mecanismos con mucha inercia en el arranque.



## **De repulsión**

Tienen un devanado monofásico en el estator y un rotor bobinado, con conmutador y escobillas. Las escobillas se conectan en cortocircuito generando corrientes inducidas que provocan una repulsión entre las bobinas del estator y las del rotor, originando el movimiento de rotación.

Estos motores sólo se utilizan cuando se requiere una gran cupla de arranque y el ruido del conmutador y las escobillas no resultan un inconveniente.

Se clasifican en:

- Arranque directo (a tensión nominal).
- Arranque a tensión reducida.

Para la elección del sistema debe tenerse en cuenta que en el arranque el motor toma una corriente mayor que la normal produciendo perturbaciones en la red de distribución, como caída de tensión (muy notables en los elementos de iluminación) y que pueden afectar el funcionamiento de otros elementos conectados a la misma. Estos inconvenientes no son tan importantes en motores pequeños que pueden arrancar a tensión nominal.

El código municipal fija los límites de corriente en el arranque según la tabla siguiente:

<b><u>Potencia nominal (CV)</u></b>	<b><u>Intensidad de arranque</u></b>
Hasta 3	4 veces la intensidad nominal
mas de 3 hasta 6	3,5 "
mas de 6 hasta 9	3,1 "
mas de 9 hasta 12	2,8 "
mas de 12 hasta 15	2,5 "
mas de 15 hasta 18	2,3 "
mas de 18 hasta 21	2,1 "
mas de 21 hasta 24	1,9 "
mas de 24 hasta 27	1,7 "
mas de 27 hasta 30	1,5 "
mas de 30	1,4 "

La máxima caída de tensión en la red no debe superar el 15% en el arranque.

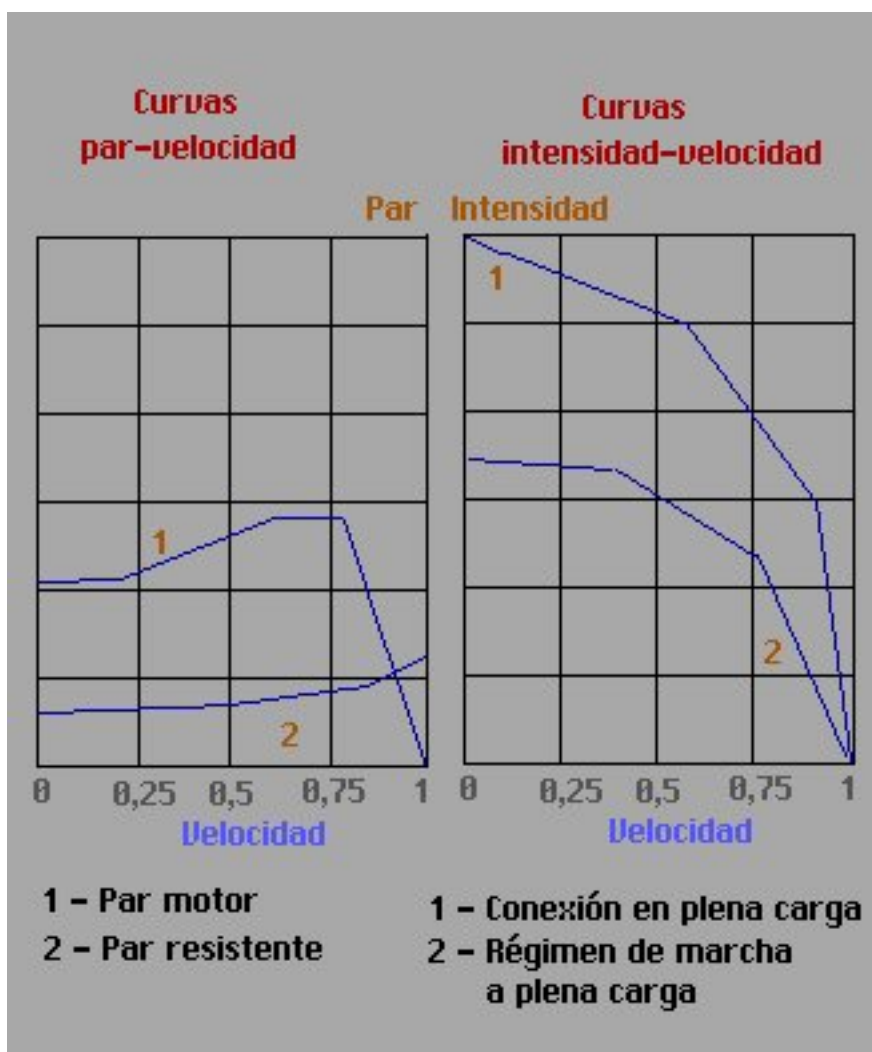
Los circuitos con motores deben contar con interruptores que corten todas las fases o polos simultáneamente y con protecciones que corten automáticamente cuando la corriente adquiera valores peligrosos.

En los motores trifásicos debe colocarse una protección automática adicional que corte el circuito cuando falte una fase o la tensión baje de un valor determinado.

Un motor arranca en forma directa cuando a sus bornes se aplica directamente la tensión a la que debe trabajar.

Suponiendo que el motor arranca a plena carga el bobinado tiende a absorber una cantidad de corriente muy superior a la nominal, lo que hace que las líneas incrementen considerablemente su carga y como consecuencia directa una caída de tensión. La intensidad de corriente durante la fase de arranque puede estar entre 6 a 8 veces la corriente nominal del motor.

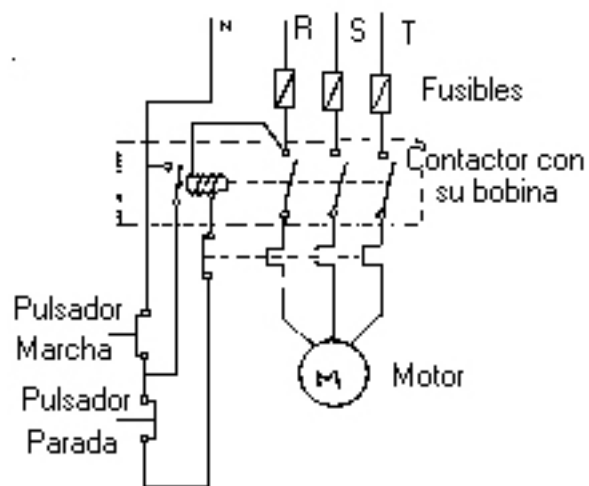
Su principal ventaja es el elevado par de arranque: 1,5 veces el nominal. Cuando se igualan el par motor y el par resistente, la velocidad del motor se estabiliza y con ella la intensidad absorbida por el motor.



Si se tuvieran muchos motores que paran y arrancan de forma intermitente, se tendrá un gran problema de perturbaciones en la red eléctrica, si los motores son de media y gran potencia. Por lo tanto, el arranque directo sólo se utiliza para motores pequeños que no necesiten de una gran cupla de arranque.

Los dispositivos de arranque pueden ser manuales o los denominados "contactores" que presentan las siguientes ventajas:

- Efectuar el mando a distancia del motor con cables de secciones pequeñas (sólo se requiere la corriente necesaria para la bobina de arranque).
- Facilitar el accionamiento y diseño del dispositivo de control por trabajar con intensidades reducidas.



Esquema de arranque directo

Siempre que sea posible conviene arrancar los motores a plena tensión, pero de existir algún inconveniente para ello se debe recurrir a alguno de los métodos de arranque por tensión reducida. También se los utiliza para motores grandes o con gran "cupla de arranque".

El procedimiento consiste en producir en el momento del arranque en los arrollamientos del motor una tensión menor que la nominal. Al reducirse la tensión se reduce proporcionalmente la corriente, la intensidad del campo magnético y la cupla motriz.

Entre los dispositivos de arranque por tensión reducida más utilizados podemos mencionar:

- Arrancador estrella - triángulo.
- Autotransformador de arranque.
- Arrancadores electrónicos.

Es el procedimiento más empleado para arranque a tensión reducida, debido a:

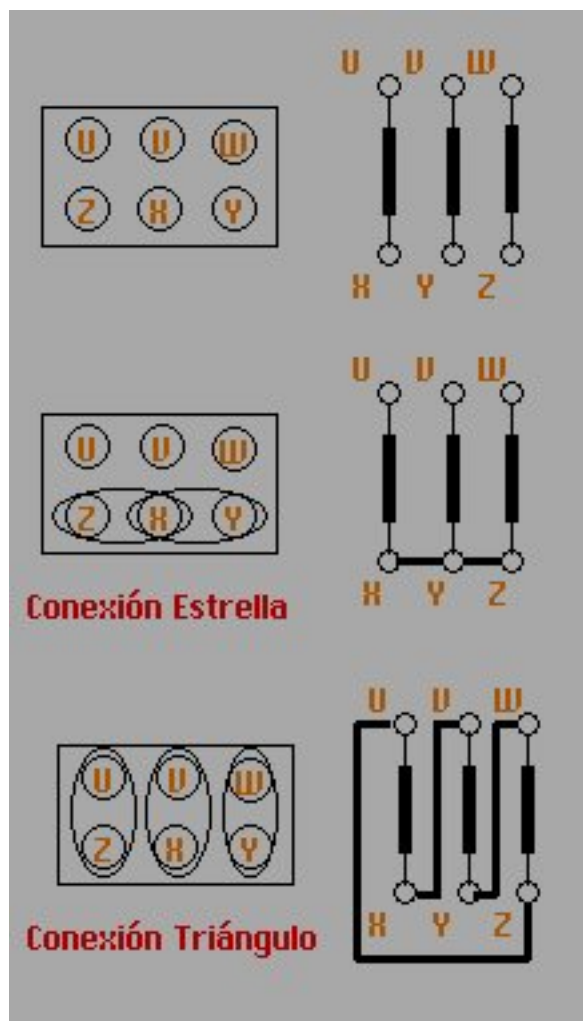
- Su construcción simple
- Su precio reducido
- Su confiabilidad

El procedimiento para reducir la tensión en el arranque consiste en permutar las conexiones de los arrollamientos en los motores trifásicos previstos para la red de 3 x 380 V.

Primero se conectan en estrella, o sea que reciben la tensión de fase de 220 V. y luego se conecta en triángulo a la tensión de 380 V.; es decir que la tensión durante el arranque se reduce 1,73 veces.

Por ser ésta una relación fija, y dado que la influencia de la tensión sobre la corriente y la cupla es potencial, tanto la corriente como el par de arranque del motor se reducen en tres veces. Además, es necesario que el motor esté construido para funcionar en triángulo con la tensión de la línea (380 / 660V.). Si no es así, no se lo puede conectar; además el motor debe tener sus seis bornes accesibles (situación que no se da en las bombas sumergibles).

La permutación se hace en forma automática luego que el motor alcanza determinada velocidad. Para ello se abren las bobinas del estator y se las conecta al conmutador. En este caso al motor ingresan 6 cables más el de puesta a tierra. El esquema típico de conexionado es:



En el caso más simple tres contactores realizan la tarea de maniobrar el motor. Se decide en qué instante se realiza el pasaje de estrella a triángulo. La protección del motor se hace por medio de un relé térmico

El térmico debe estar colocado en las fases del motor. La regulación del mismo debe hacerse a un valor que resulta de multiplicar la corriente de línea por 0,58.

La protección del circuito más adecuada también es el fusible. Los valores de ajuste del circuito se pueden consultar de la tabla siguiente:

<b>Pot. 3 x 400V en AC 3 1500 rpm</b>		<b>Intensidad nominal</b>		<b>Termicos y Reg. instalado en</b>		<b>Fusible NH</b>
<b>kW</b>	<b>CV</b>	<b>Línea</b>	<b>Fase</b>	<b>Rango</b>		<b>A</b>
0.75	1	1.95	1.13	1	1.6	4
1	1.5	2.8	1.62	1.6	2.5	6
1.5	2	3.7	2.14	1.6	2.5	6
2.2	3	5.2	3	2.5	4	10
3	4	6.8	3.9	2.5	4	10
4	5.5	8.9	5.2	4	6.3	16
5.5	11	11.7	6.8	6.3	10	25
11	15	22	12.8	8	12.5	25
15	20	31	18	16	25	50
18.5	25	38	22	20	32	63
22	30	45	26	20	32	63
30	40	60	35	25	35	63
37	50	72	37	32	50	100
45	60	85	49.3	32	50	100
55	75	103	60	50	63	160
75	100	140	81	63	90	200
90	125	168	97.5	90	120	200
110	150	205	119	90	120	250
132	180	238	138	120	150	250
160	220	290	168	150	180	250
200	270	350	203	160	250	315
250	340	440	255	250	400	315
315	430	540	313	250	400	500
630	860	980	566	400	630	630

Algunas indicaciones que se deben tener en cuenta sobre el punto de conmutación son:

- El pico de corriente que toma el motor al conectar a plena tensión (etapa de triángulo) debe ser el menor posible; por ello, la conmutación debe efectuarse cuando el motor esté cercano a su velocidad nominal (95% de la misma), es decir cuando la corriente de arranque baje prácticamente a su valor normal en la etapa de estrella.
- El relé de tiempo debe ajustarse para conmutar en este momento, no antes ni mucho después. Un arranque normal puede durar hasta 10 seg., si supera los 12 seg. se debe consultar al proveedor del equipo. Si no se cumple con lo anterior, el pico de corriente que se produce al pasar a la etapa de triángulo es muy alto, perjudicando a los contactores, al motor y a la máquina accionada. El efecto es similar al de un arranque directo.

Con el fin de aumentar el grado de seguridad en las instalaciones y la rapidez en el armado de tableros de mando, en los aparatos de maniobra se ha incorporado la técnica de conexionado de bornes abiertos, con tornillos imperdibles y guías para cables y atornillado.

Los bornes se entregan con sus tornillos flojos, de esta manera no es necesario perder tiempo para realizar las conexiones. Los tornillos son imperdibles, lo que garantiza la reducción del riesgo de falla por caída de tornillos o arandelas durante el transporte o servicio.

Asimismo, los bornes están claramente identificados y las guías para el atornillado evitarán las fallas de cableado y acelerarán su instalación. Los cables tienen un alojamiento bien preciso que impide los cortocircuitos internos.

El riel DIN de 35 mm. aporta ventajas muy importantes para reducir tiempos y costos y aumenta seguridad, prestación y calidad.

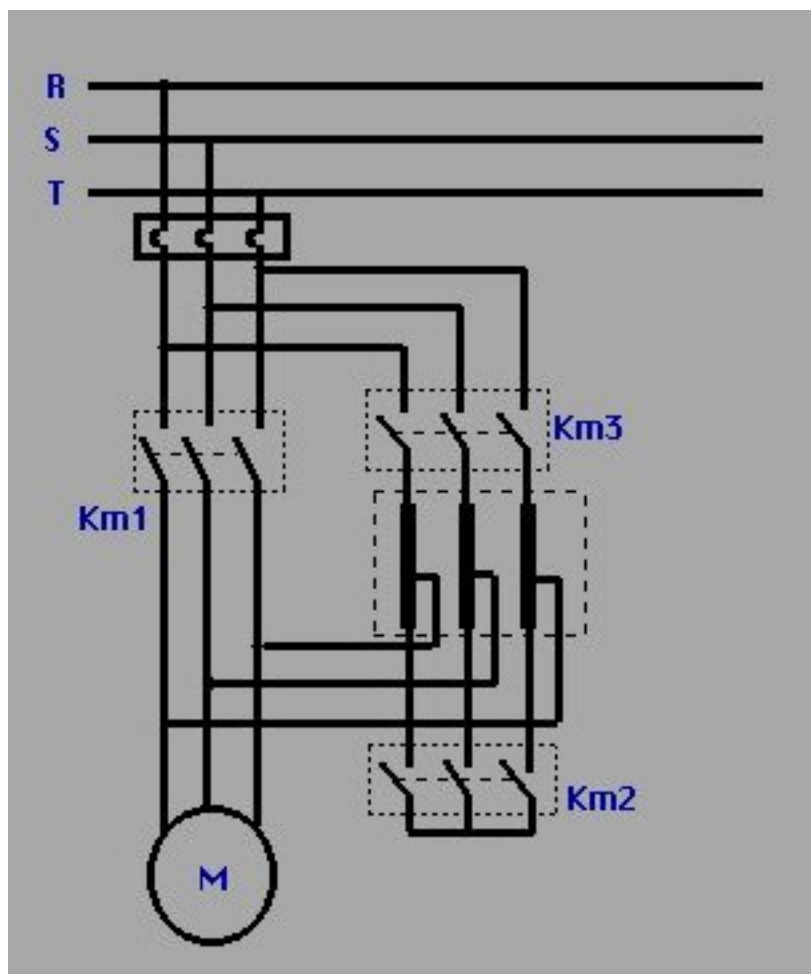


El dispositivo estrella - triángulo tiene el inconveniente de que la cupla de arranque que se obtiene a veces no es suficiente para hacer arrancar máquinas con mucha inercia. Para ello se emplean dos alternativas:

- autotransformadores de arranque
- arrancadores electrónicos

Ambos permiten conectar motores trifásicos con motor de jaula, los cuales traccionan, por ejemplo, bombas sumergibles.

El **Autotransformador de arranque** es un dispositivo similar al estrella-triángulo, salvo por el hecho de que la tensión reducida en el arranque se logra mediante bobinas auxiliares que permiten aumentar la tensión en forma gradual, permitiendo un arranque suave.

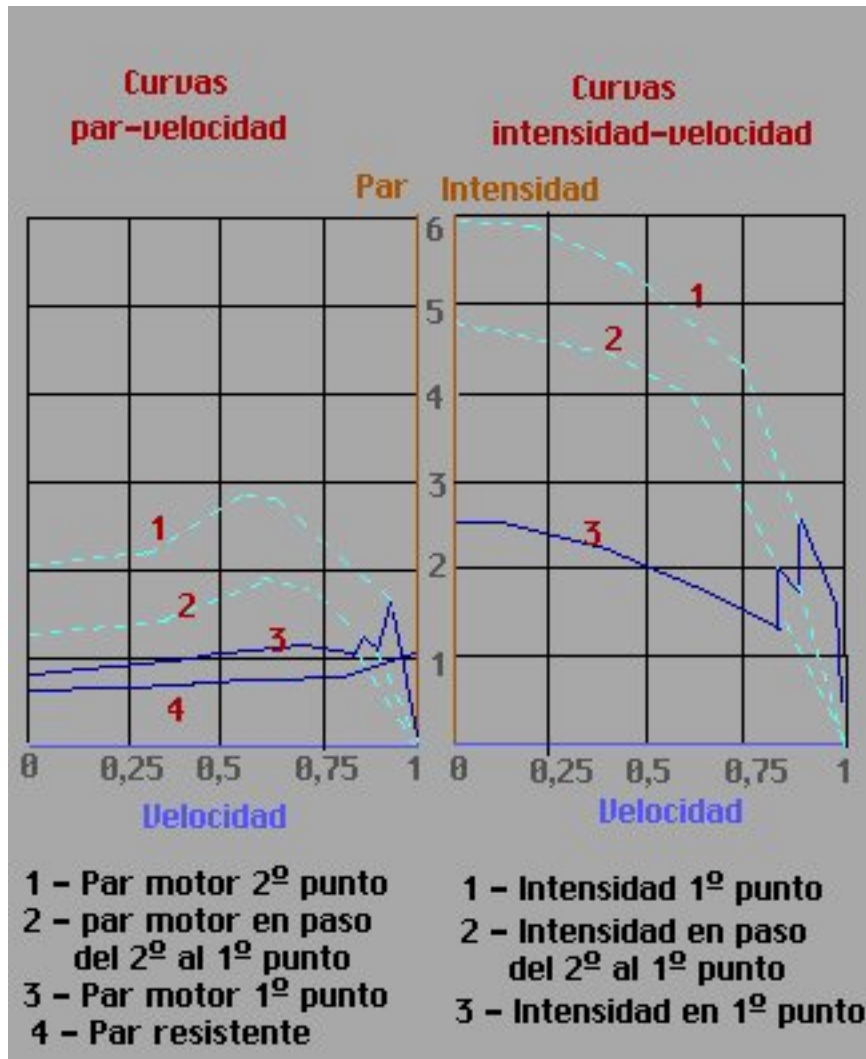


Su único inconveniente son las conmutaciones de las etapas que se realizan bruscamente, produciendo en algunas ocasiones daños perjudiciales al sistema mecánico o a la máquina traccionada. Por ejemplo, desgaste prematuro en los acoplamientos (correas, cadenas, engranajes o embragues de acoplamiento) o en casos extremos roturas por fatiga del eje o rulemanes del motor, producidos por los grandes esfuerzos realizados en el momento del arranque.

Las características más comunes son:

<u>Nro. de puntos de arranque</u>	<u>Tensión en el motor (1er. punto)</u>	<u>Corriente absorbida (1er. punto)</u>	<u>Par de arranque (1er. punto)</u>
2	65% de UI	42% de la	42% del par
3	55% de UI	30% de la	33% del par

Donde:  $U_l$  es la tensión de la línea e  $I_a$  es la intensidad de arranque, si éste fuera hecho en arranque directo.



Las fórmulas de cálculo que se aplican son:

$U_b = K * U_l$	Tensión en bornes del motor
$C_m = k_2 * U_l$	Par motor
$I_l = K_2 * C$	Intensidad de línea
$I_m = k_2 * I_a$	Intensidad motor
$K = U_s / U_l$	Relación de tensiones

Donde:  $U_l$  = Intensidad de línea,  $I_a$  = Intensidad de arranque directo,  $C$  = Par de arranque directo y  $U_s$  = Tensión de salida del transformador

Los arrancadores electrónicos son una mejor solución que los autotransformadores gracias a la posibilidad de su arranque suave, permitiendo un aumento en la vida útil de todas las partes involucradas.

Consisten básicamente en un convertidor estático, alterna - alterna, generalmente de tiristores, que permiten el arranque de motores en c. a. con aplicación progresiva de tensión con la consiguiente limitación de corriente y par de arranque.

Al iniciar el arranque, los tiristores dejan pasar la corriente que alimenta el motor según la programación realizada en el circuito de maniobra, que irá aumentando hasta alcanzar los valores nominales de la tensión de servicio.

La posibilidad de arranque progresivo, se puede realizar para detener el motor, de manera que vaya reduciendo la tensión a un valor del 60% del valor nominal y en ese momento hacer el paro.

Ellos ofrecen:

- Selección de parada suave evitando, por ejemplo, los dañinos golpes de ariete en las cañerías durante la parada de las bombas.
- "Detención" por inyección de corriente continua para la parada más rápida de las masas en movimiento.
- Protecciones incorporadas:
  - Por asimetría.
  - Contra sobretensión y sobrecarga.
  - Contra falla de tiristores.
  - Vigilancia del tiempo de arranque con limitación de la corriente.
- Control de servicio con inversión de marcha.
- Optimización del  $\cos \varphi$  a carga parcial, maximizando el ahorro de energía durante el proceso.
- Instalación más simple que un arrancador convencional.
- Menores dimensiones y, por lo tanto, necesidad de un gabinete más pequeño que para un autotransformador.
- Ahorro en el mantenimiento por ausencia de partes en movimiento que sufran desgastes.

En la mayoría de los casos en que se aplica la variación de velocidad se requiere un par constante, sin que influyan las variaciones de velocidad.

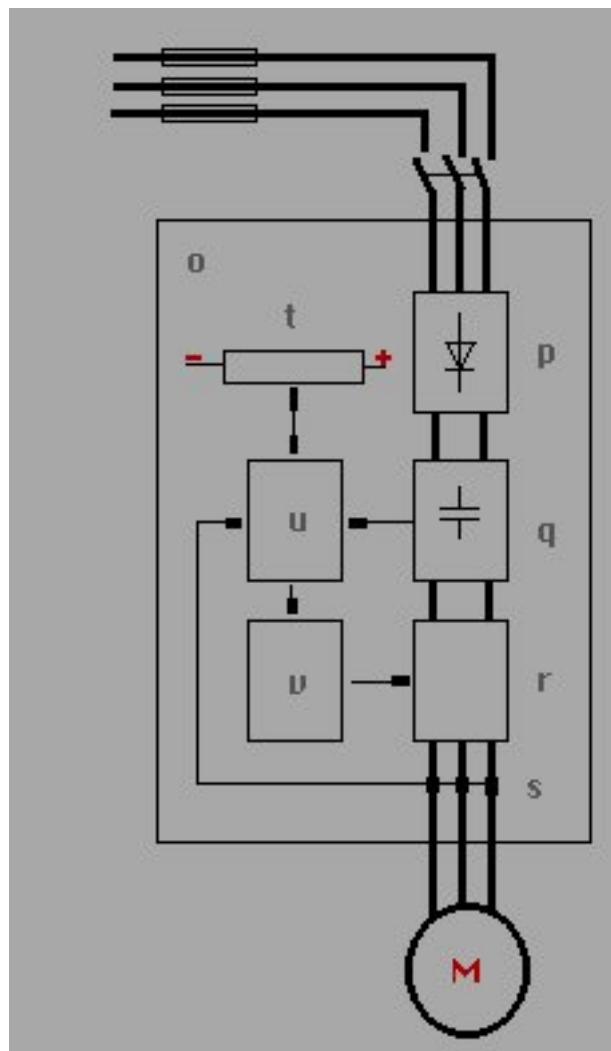
En corriente alterna la velocidad dada por un motor trifásico de tipo jaula de ardilla, es fija y no tiene posibilidad de variación. Su valor viene dado por la fórmula:

$$n = (60 * F) / p$$

Siendo:  $n$  = velocidad del motor (rpm),  $F$  = frecuencia y  $p$  = pares de polos ( $N + S$ )

Por lo tanto, sólo se puede variar la velocidad variando la frecuencia de alimentación.

Un variador de frecuencia consiste básicamente en un convertidor estático a tiristores, cuya misión es variar la frecuencia de alimentación del motor, consiguiendo así diferentes velocidades a diferentes frecuencias.



Con los medios de rectificación de que se dispone actualmente resulta fácil y práctico la utilización de motores de corriente continua, debido a la facilidad que tienen para regular su velocidad.

En la práctica se utilizan diversos motores de c.c. como ser:

- De excitación independiente.
- De excitación serie.
- De excitación derivación (shunt).
- De excitación compuesta (compound).
- Motor universal.
- Motor de imanes.
- Motores especiales.

Dentro de los motores de excitación independiente, serie, derivación y compuesta, se distinguen los siguientes bobinados cuya denominación y marcaje señalamos:

- AB - Inducido
- GH - Polos auxiliares y de compensación.
- JK - Bobinado inductor independiente.
- EF - Bobinado inductor serie.
- CD - Bobinado inductor derivación.

Los motores de corriente continua pueden variar su velocidad por diferentes procedimientos actuando sobre la tensión de excitación. Los más utilizados son el reóstato de regulación y los variadores electrónicos de velocidad.

Un motor de corriente continua queda definido por:

- Red que alimenta al variador (tensión y sistema de c.a.).
- Tipo de motor en función de la c. c.
- Potencia en kW.
- Velocidad máxima en rpm.
- Gama de trabajo, mínima y máxima.
- Par a transmitir, en Nm.
- Tensión del inducido, en V.
- Tensión del inductor, en V.
- Intensidad del inducido, en A
- Intensidad del inductor, en A.
- Grado de protección IP
- Tipo de fijación y salida del eje.

El tipo de convertidor necesario depende de la clase de servicio que se requiera, las que pueden ser:

**Servicio clase I** Empleo al 100% de  $I_n$ , sin posibilidad de sobrecarga.

**Servicio clase II** Empleo al 100% de  $I_n$ , con posibilidad de 150% de  $I_n$  durante 1 minuto, que puede repetirse cada hora.

**Servicio clase III**

Empleo al 100% de  $I_n$ , sin posibilidad de 125% de  $I_n$  durante 2 hs. y del 200% de  $I_n$  durante 10s.

A cada sobrecarga debe seguir el tiempo para que el motor adquiera su temperatura de régimen.

Los sistemas más comunes para arranque de motores en corriente continua son:

**Motor de excitación independiente**

- Par de arranque muy elevado.
- Fácil control de velocidad en forma automática.
- Requiere reóstato de arranque.
- Se utiliza en motores pequeños.
- Par de arranque muy elevado.

**Motor de excitación serie**

- Difícil control de velocidad.
- Requiere reóstato de arranque.
- Se utiliza para tracción eléctrica.
- Par de arranque menor que en el motor serie.

**Motor con excitación derivación (shunt)**

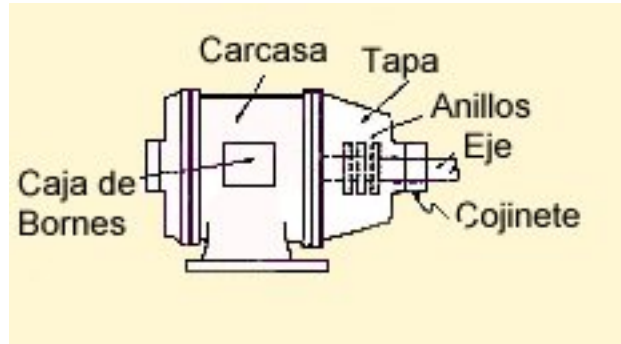
- Muy estable.
- Requiere reóstato de arranque en el inducido.
- Utilizado en máquinas herramientas.
- Par de arranque más elevado que el motor en derivación

**Motor con excitación compuesta**

- Muy estable.
- Requiere reóstato de arranque en el inducido.
- Utilizado en máquinas herramientas y para tracción.

Un motor es una máquina capaz de producir movimiento mediante la transformación de la energía eléctrica en fuerza mecánica. Ello se debe a que cuando la corriente eléctrica circula por un conductor se crea alrededor del mismo un campo magnético que es función directa de la intensidad de esa corriente.

Si a ese conductor por el cual circula corriente se lo introduce dentro de un campo magnético se origina una fuerza que tiende a desplazarlo. Este es el principio básico de los motores eléctricos.



Los motores se componen básicamente de dos partes principales: el estator que es la parte fija y el rotor o inducido, que es la parte móvil.

Sobre la carcasa de los motores se coloca, en un lugar visible, una placa que lleva impresas sus características principales, como ser:

- Marca del fabricante.
- Número de serie de fabricación.
- Tensión o tensiones de trabajo.
- Intensidad o intensidades de trabajo.
- Potencia del motor.
- Velocidad a la que se obtiene la potencia señalada.
- Factor de potencia.
- Clase de servicio.
- Clase de aislamiento.

Los motores se pueden clasificar de acuerdo a:

#### Su tamaño

- Potencia fraccionaria o menor a 1 HP (1/4, 1/2, etc.)
- Potencia integral o mayor a 1 HP (1; 1,5; 2; etc).

#### Según su forma de fabricación

- De serie: fabricados en cantidad y a bajo costo.
- Especiales: fabricados a pedido y de alto costo.

#### Por la corriente de suministro

- De corriente continua: derivación, serie y compuestos.
- De corriente alterna trifásica: asíncronos y síncronos.
- De corriente alterna monofásica: asíncronos, a colector, etc.

#### Según el tipo de servicio

- Permanente: funcionan por largos períodos con sus parámetros nominales sin exceder la temperatura máxima calculada.
- Temporarios: funcionan cierto tiempo con sus parámetros nominales hasta alcanzar la temperatura máxima y luego se paran hasta enfriarse a temperatura ambiente.

#### De acuerdo a la forma de refrigeración

- Con ventilador incorporado: montado sobre el eje del motor, sirve para refrigerar la carcasa.
- Autoenfriantes: Con disipadores de calor en la carcasa.
- Con ventilador independiente: ajeno al motor.
- Refrigerados por agua: sólo para usos muy especiales.



**Según su protección (según las condiciones ambientales)** El grado de protección se indica por las normas IP (1era. y 2da. cifras significativas), que indican, por ej.:

- Contra agua (goteos, salpicaduras, chorros, lluvias, etc.)
- Contra objetos sólidos.
- Contra polvo, etc.

Dos casos muy comunes son el motor blindado, para locales saturados de vapores y/o gases corrosivos y el de protección antiexplosiva, para locales donde se fabrican o manipulan materiales peligrosos.

**Por su protección contra explosión**

- "e": clase de protección "seguridad aumentada".
- "d": clase de protección "blindaje antideflagrante".
- "p": clase de protección "presurizada".
- "o": clase de protección "blindaje de aceite".
- "i": clase de protección "seguridad propia".
- "s": clase de protección "especial".
- "T": temperatura máxima 90°C.

**De acuerdo a su clase de aislación**

- "A": temperatura máxima 105°C.
- "E": temperatura máxima 120°C.
- "B": temperatura máxima 130°C.
- "F": temperatura máxima 155°C.
- "N": temperatura máxima 180°C.
- "C": temperatura máxima más de 180°C.
- Constante: independientemente de la carga.

**Por la velocidad de rotación (rpm):**

- Variable: con la variación de la carga.
- Ajustable: independientemente de la carga.

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[12](#)

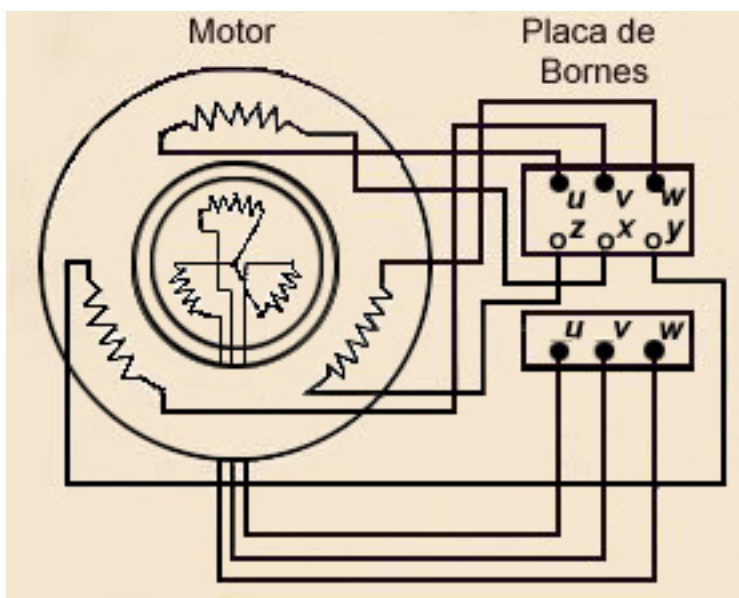
[13](#)

Existen dos tipos básicos de motores trifásicos, cuyas características son:

### Motor asincrónico

Es el más fácil de arrancar y el más económico. Consiste en un mecanismo al cual ingresa energía eléctrica en forma de un conjunto de corrientes trifásicas y se convierte en energía mecánica bajo la forma de un movimiento giratorio de velocidad ligeramente variable con la carga.

El estator está constituido por un núcleo de hierro laminado en cuyo interior existen tres arrollamientos o bobinas, uno por fase, colocados simétricamente formando un ángulo de 120°.



Funcionamiento: Sometido a una corriente alterna, los polos del estator se trasladan continuamente creando un campo móvil llamado "campo giratorio". Si un cilindro de material conductor se introduce en el espacio libre que queda en el interior del estator, las líneas de fuerza magnéticas cortarán dicho cilindro induciendo fuerzas electromotrices en el mismo, haciendo girar el cilindro en el mismo sentido que giran los polos.

La velocidad de giro del motor se mide en revoluciones por minuto (RPM) y cumple con la siguiente fórmula:

$$\text{RPM} = (f / 2n) * 60$$

Donde: f = ciclos por segundo (es la frecuencia de la red) y n = número de polos.

Si el cilindro girara a la misma velocidad que los polos, el flujo magnético dejaría de cortar transversalmente al cilindro, desapareciendo la corriente inducida y por lo tanto el "par motor".

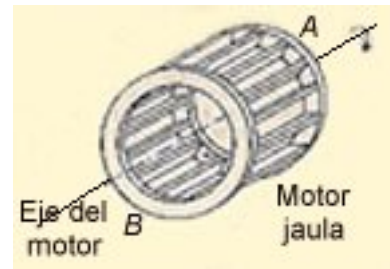
Por este motivo se llama a este motor "asincrónico", en contraposición con el "sincrónico", que gira a la misma velocidad de la red.

La pequeña diferencia se denomina "resbalamiento", y es del orden del 3 al 5% de la frecuencia de la red. Si el cilindro (rotor) efectúa un trabajo mecánico el resbalamiento aumentará, siendo mayor el número de líneas de fuerza que lo corten, con lo que el par motor aumentará para adecuarse a dicho trabajo.

Tipos de motores de acuerdo a las características del rotor:

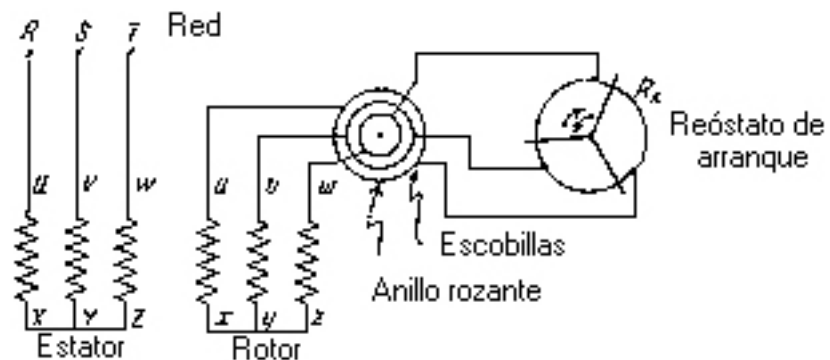
a) De jaula de ardilla: Es el más común, consiste en un núcleo de hierro laminado, en cuya periferia se efectúan ranuras donde se colocan conductores o barras de cobre, que se ponen en cortocircuito en sus extremos soldándolas a anillos de cobre.

Al no tener colectores, escobillas, etc, son muy simples y están prácticamente libres de fallas. Funcionan a velocidad prácticamente constante y se utilizan para el accionamiento de compresores, ventiladores, bombas, etc.



b) De rotor bobinado: El motor de jaula de ardilla tiene el inconveniente de que la resistencia del conjunto es invariable, no son adecuados cuando se debe regular la velocidad durante la marcha.

En estos casos se utiliza el motor de rotor bobinado que, como su nombre lo indica, está constituido por un bobinado trifásico similar al del estator, cuyos arrollamientos aislados terminan en anillos rozantes que se conectan por medio de escobillas a un dispositivo de control.



Este dispositivo permite:

- aumentar la cupla de arranque.
- variar la velocidad del motor en marcha.

Estas características los hacen útiles para aplicaciones en máquinas de gran inercia inicial y variación de velocidad, como grúas, elevadores, mecanismos pesados, etc.

## Motor sincrónico

Su principio de funcionamiento se basa en el acoplamiento magnético entre el campo magnético giratorio creado por los arrollamientos del estator y el campo magnético fijo creado por el arrollamiento del rotor que es recorrido por una corriente continua. La velocidad del motor depende de la frecuencia y de la cantidad de polos del campo magnético.

Para que este tipo de motores pueda funcionar, por la bobina del rotor debe circular una corriente continua para que reaccione el campo producido por la misma con el campo del estator. Es decir, que se produzca una reacción o fuerza que obligue a girar al rotor. Para el arranque, como en general no se dispone de una fuente de corriente continua que permita arrancar al motor por sí mismo, se lo hace trabajar como motor de inducción hasta que alcance su velocidad de régimen, en ese momento se aplica a los arrollamientos del rotor un corriente continua suplementaria que lo obliga a pasar al sincronismo y funcionar a velocidad constante. Si en un motor sincrónico se sobreexcita el circuito inductor el campo de los polos es superior al requerido y el motor comienza a suministrar a la red energía eléctrica reactiva, o sea que permite corregir el factor de potencia.

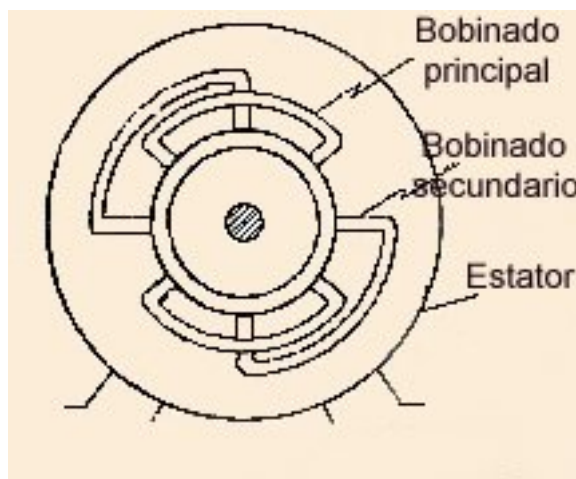


Se utilizan para pequeñas potencias, generalmente hasta 7,5 HP, y se clasifican en:

### De inducción

Se han impuesto, por su simplicidad, como la solución ideal para los usos domésticos. Tienen un solo juego de devanados en el estator que produce un campo magnético de polaridad alternativa, pero que no es giratorio.

Si por algún procedimiento se imprime al rotor un movimiento inicial éste cortará las líneas de fuerza, produciendo una fuerza electromotriz que origina un movimiento. Es decir que una vez que arranca en una dirección el motor continuará su giro en esa dirección.



Para el movimiento inicial es necesario recurrir a algún medio auxiliar; pero una vez que arranca funciona como un motor trifásico en cuanto a su rendimiento, deslizamiento y factor de potencia. Los motores monofásicos de inducción se pueden clasificar de acuerdo a su forma de arranque en:

a) De fase dividida: El sistema de arranque consiste en colocar un segundo devanado en el estator para permitir arrancar el motor bajo carga.

El circuito del devanado auxiliar es de gran reactancia y poca resistencia y el principal de poca resistencia y gran reactancia. Ello produce el efecto de dos fases y un campo rotatorio bajo el cual arranca el motor (aunque con un par reducido).

Cuando la velocidad es cercana a la nominal se desconecta el arrollamiento auxiliar y el motor sigue funcionando como motor monofásico con un solo devanado.

Se aplica para pequeños artefactos como ventiladores, bombas, heladeras, etc.

b) De arranque con capacitor: El estator es similar al caso anterior en cuanto a que incluye un arrollamiento auxiliar para el arranque, pero en lugar de la reactancia y resistencia se utiliza un capacitor que provoca el desfasaje de la corriente y origina el par giratorio de arranque.

Se los utiliza para compresores pequeños de heladeras y mecanismos con mucha inercia en el arranque.

### De repulsión

Tienen un devanado monofásico en el estator y un rotor bobinado, con conmutador y escobillas. Las escobillas se conectan en cortocircuito generando corrientes inducidas que provocan una repulsión entre las bobinas del estator y las del rotor, originando el movimiento de rotación.

Estos motores sólo se utilizan cuando se requiere una gran cupla de arranque y el ruido del conmutador y las escobillas no resultan un inconveniente.



Se clasifican en:

- Arranque directo (a tensión nominal).
- Arranque a tensión reducida.

Para la elección del sistema debe tenerse en cuenta que en el arranque el motor toma una corriente mayor que la normal produciendo perturbaciones en la red de distribución, como caída de tensión (muy notables en los elementos de iluminación) y que pueden afectar el funcionamiento de otros elementos conectados a la misma. Estos inconvenientes no son tan importantes en motores pequeños que pueden arrancar a tensión nominal.

El código municipal fija los límites de corriente en el arranque según la tabla siguiente:

<u>Potencia nominal (CV)</u>	<u>Intensidad de arranque</u>
Hasta 3	4 veces la intensidad nominal
mas de 3 hasta 6	3,5 "
mas de 6 hasta 9	3,1 "
mas de 9 hasta 12	2,8 "
mas de 12 hasta 15	2,5 "
mas de 15 hasta 18	2,3 "
mas de 18 hasta 21	2,1 "
mas de 21 hasta 24	1,9 "
mas de 24 hasta 27	1,7 "
mas de 27 hasta 30	1,5 "
mas de 30	1,4 "

La máxima caída de tensión en la red no debe superar el 15% en el arranque.

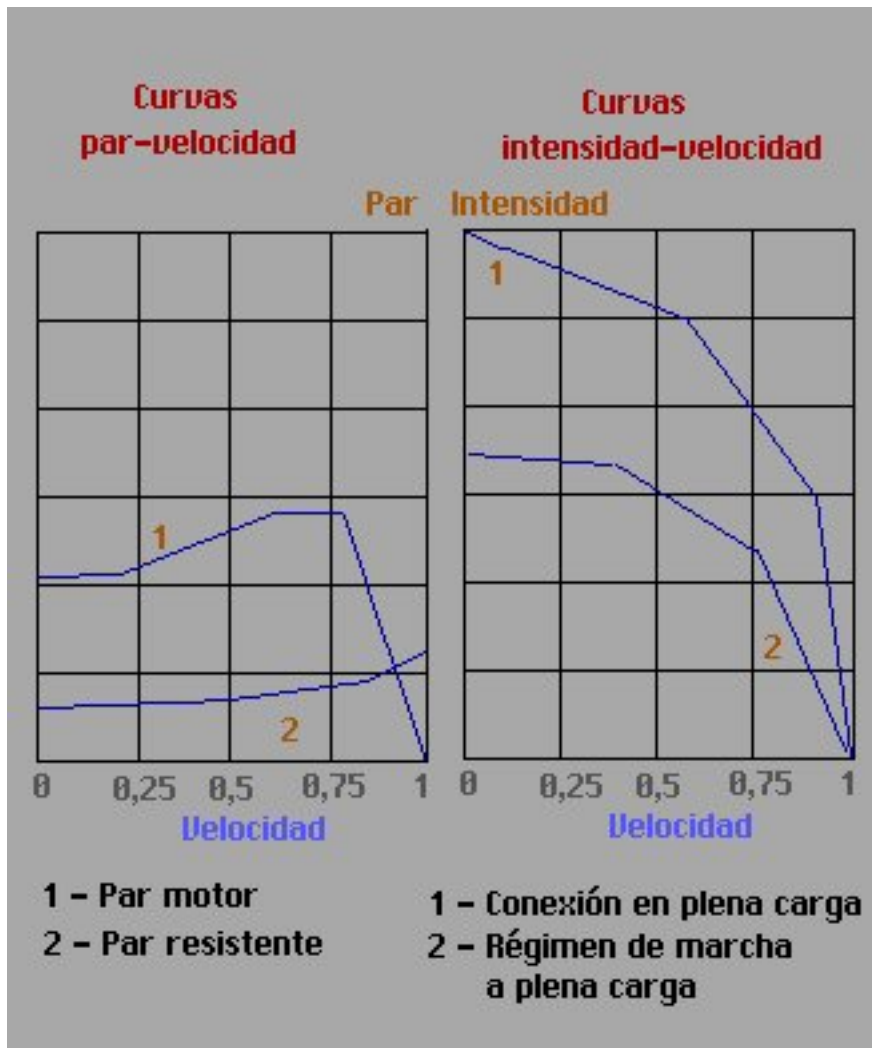
Los circuitos con motores deben contar con interruptores que corten todas las fases o polos simultáneamente y con protecciones que corten automáticamente cuando la corriente adquiera valores peligrosos.

En los motores trifásicos debe colocarse una protección automática adicional que corte el circuito cuando falte una fase o la tensión baje de un valor determinado.

Un motor arranca en forma directa cuando a sus bornes se aplica directamente la tensión a la que debe trabajar.

Suponiendo que el motor arranca a plena carga el bobinado tiende a absorber una cantidad de corriente muy superior a la nominal, lo que hace que las líneas incrementen considerablemente su carga y como consecuencia directa una caída de tensión. La intensidad de corriente durante la fase de arranque puede estar entre 6 a 8 veces la corriente nominal del motor.

Su principal ventaja es el elevado par de arranque: 1,5 veces el nominal. Cuando se igualan el par motor y el par resistente, la velocidad del motor se estabiliza y con ella la intensidad absorbida por el motor.

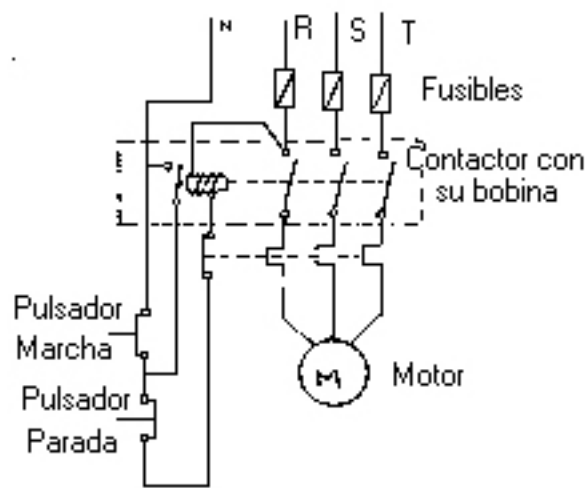


Si se tuvieran muchos motores que paran y arrancan de forma intermitente, se tendrá un gran problema de perturbaciones en la red eléctrica, si los motores son de media y gran potencia. Por lo tanto, el arranque directo sólo se utiliza para motores pequeños que no necesiten de una gran cupla de arranque.

Los dispositivos de arranque pueden ser manuales o los denominados "contactores" que presentan las siguientes ventajas:

- Efectuar el mando a distancia del motor con cables de secciones pequeñas (sólo se requiere la corriente necesaria para la bobina de arranque).
- Facilitar el accionamiento y diseño del dispositivo de control por trabajar con intensidades reducidas.





Esquema de arranque directo

Siempre que sea posible conviene arrancar los motores a plena tensión, pero de existir algún inconveniente para ello se debe recurrir a alguno de los métodos de arranque por tensión reducida. También se los utiliza para motores grandes o con gran "cupla de arranque".

El procedimiento consiste en producir en el momento del arranque en los arrollamientos del motor una tensión menor que la nominal. Al reducirse la tensión se reduce proporcionalmente la corriente, la intensidad del campo magnético y la cupla motriz.

Entre los dispositivos de arranque por tensión reducida más utilizados podemos mencionar:

- Arrancador estrella - triángulo.
- Autotransformador de arranque.
- Arrancadores electrónicos.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

Es el procedimiento más empleado para arranque a tensión reducida, debido a:

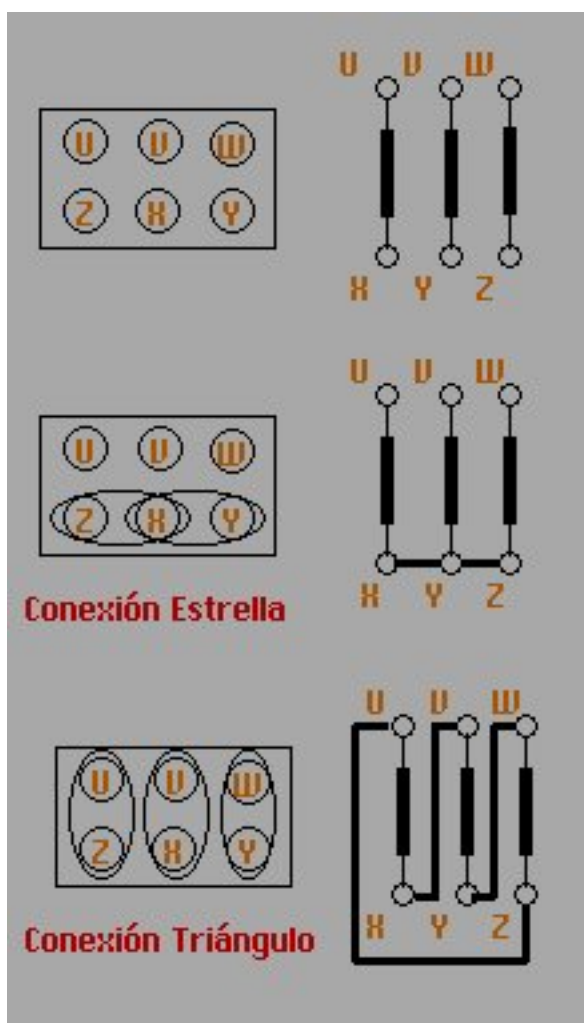
- Su construcción simple
- Su precio reducido
- Su confiabilidad

El procedimiento para reducir la tensión en el arranque consiste en permutar las conexiones de los arrollamientos en los motores trifásicos previstos para la red de 3 x 380 V.

Primero se conectan en estrella, o sea que reciben la tensión de fase de 220 V. y luego se conecta en triángulo a la tensión de 380 V.; es decir que la tensión durante el arranque se reduce 1,73 veces.

Por ser ésta una relación fija, y dado que la influencia de la tensión sobre la corriente y la cupla es potencial, tanto la corriente como el par de arranque del motor se reducen en tres veces. Además, es necesario que el motor esté construido para funcionar en triángulo con la tensión de la línea (380 / 660V.). Si no es así, no se lo puede conectar; además el motor debe tener sus seis bornes accesibles (situación que no se da en las bombas sumergibles).

La permutación se hace en forma automática luego que el motor alcanza determinada velocidad. Para ello se abren las bobinas del estator y se las conecta al conmutador. En este caso al motor ingresan 6 cables más el de puesta a tierra. El esquema típico de conexionado es:



En el caso más simple tres contactores realizan la tarea de maniobrar el motor. Se decide en qué instante se realiza el pasaje de estrella a triángulo. La protección del motor se hace por medio de un relé térmico

El térmico debe estar colocado en las fases del motor. La regulación del mismo debe hacerse a un valor que resulta de multiplicar la corriente de línea por 0,58.

La protección del circuito más adecuada también es el fusible. Los valores de ajuste del circuito se

pueden consultar de la tabla siguiente:

<b>Pot. 3 x 400V en AC 3 1500 rpm</b>		<b>Intensidad nominal</b>		<b>Termicos y Reg. instalado en</b>		<b>Fusible NH</b>
<b>kW</b>	<b>CV</b>	<b>Línea</b>	<b>Fase</b>	<b>Rango</b>		<b>A</b>
0.75	1	1.95	1.13	1	1.6	4
1	1.5	2.8	1.62	1.6	2.5	6
1.5	2	3.7	2.14	1.6	2.5	6
2.2	3	5.2	3	2.5	4	10
3	4	6.8	3.9	2.5	4	10
4	5.5	8.9	5.2	4	6.3	16
5.5	11	11.7	6.8	6.3	10	25
11	15	22	12.8	8	12.5	25
15	20	31	18	16	25	50
18.5	25	38	22	20	32	63
22	30	45	26	20	32	63
30	40	60	35	25	35	63
37	50	72	37	32	50	100
45	60	85	49.3	32	50	100
55	75	103	60	50	63	160
75	100	140	81	63	90	200
90	125	168	97.5	90	120	200
110	150	205	119	90	120	250
132	180	238	138	120	150	250
160	220	290	168	150	180	250
200	270	350	203	160	250	315
250	340	440	255	250	400	315
315	430	540	313	250	400	500
630	860	980	566	400	630	630

Algunas indicaciones que se deben tener en cuenta sobre el punto de conmutación son:

- El pico de corriente que toma el motor al conectar a plena tensión (etapa de triángulo) debe ser el menor posible; por ello, la conmutación debe efectuarse cuando el motor esté cercano a su velocidad nominal (95% de la misma), es decir cuando la corriente de arranque baje prácticamente a su valor normal en la etapa de estrella.
- El relé de tiempo debe ajustarse para conmutar en este momento, no antes ni mucho después. Un arranque normal puede durar hasta 10 seg., si supera los 12 seg. se debe consultar al proveedor del equipo. Si no se cumple con lo anterior, el pico de corriente que se produce al pasar a la etapa de triángulo es muy alto, perjudicando a los contactores, al motor y a la máquina accionada. El efecto es similar al de un arranque directo.

Con el fin de aumentar el grado de seguridad en las instalaciones y la rapidez en el armado de tableros de mando, en los aparatos de maniobra se ha incorporado la técnica de conexionado de bornes abiertos, con tornillos imperdibles y guías para cables y atornillado.

Los bornes se entregan con sus tornillos flojos, de esta manera no es necesario perder tiempo para realizar las conexiones. Los tornillos son imperdibles, lo que garantiza la reducción del riesgo de falla por caída de tornillos o arandelas durante el transporte o servicio.

Asimismo, los bornes están claramente identificados y las guías para el atornillado evitarán las fallas de cableado y acelerarán su instalación. Los cables tienen un alojamiento bien preciso que impide los cortocircuitos internos.

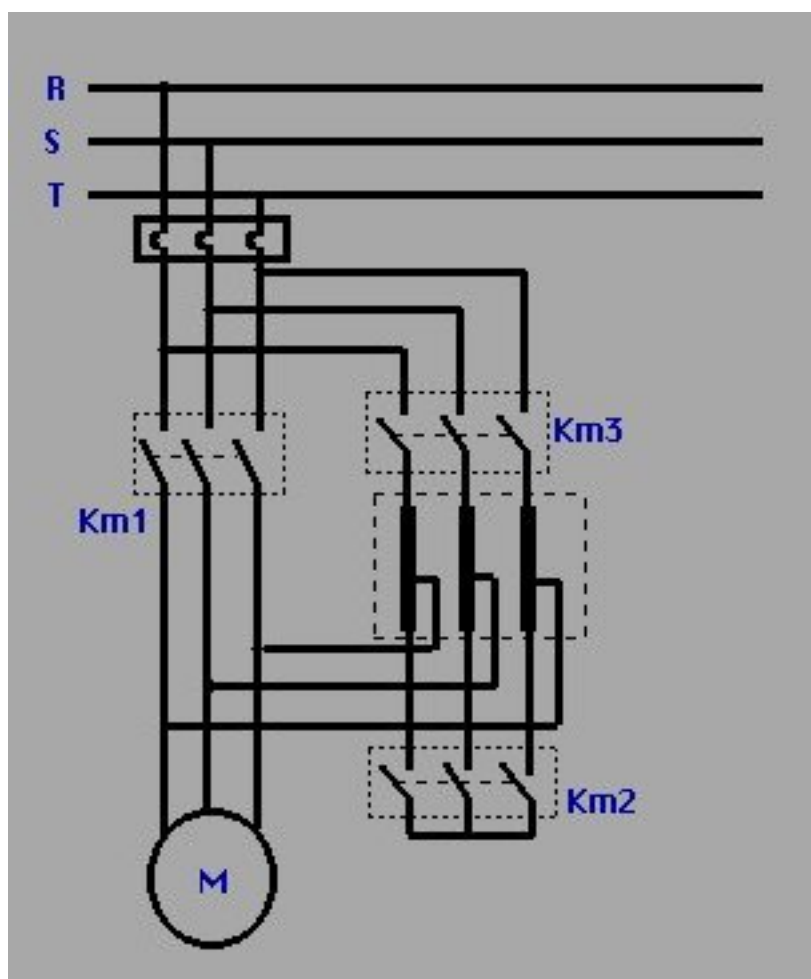
El riel DIN de 35 mm. aporta ventajas muy importantes para reducir tiempos y costos y aumenta seguridad, prestación y calidad.

El dispositivo estrella - triángulo tiene el inconveniente de que la cupla de arranque que se obtiene a veces no es suficiente para hacer arrancar máquinas con mucha inercia. Para ello se emplean dos alternativas:

- autotransformadores de arranque
- arrancadores electrónicos

Ambos permiten conectar motores trifásicos con motor de jaula, los cuales traccionan, por ejemplo, bombas sumergibles.

El **Autotransformador de arranque** es un dispositivo similar al estrella-triángulo, salvo por el hecho de que la tensión reducida en el arranque se logra mediante bobinas auxiliares que permiten aumentar la tensión en forma gradual, permitiendo un arranque suave.

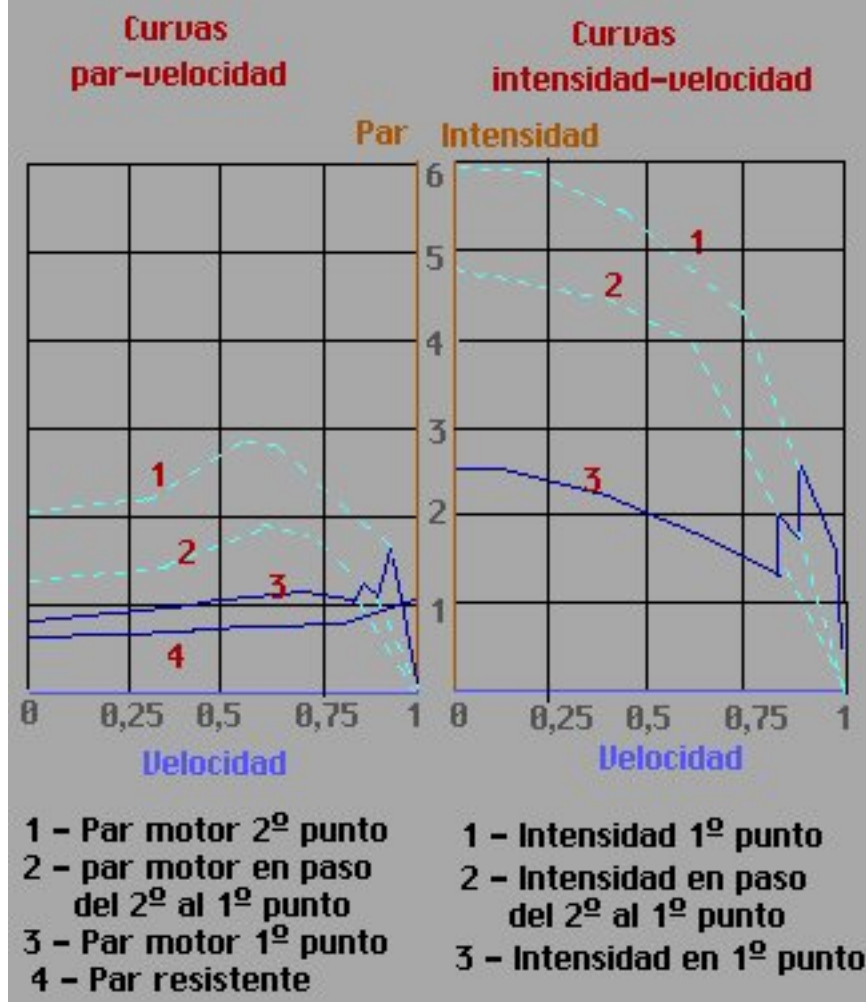


Su único inconveniente son las conmutaciones de las etapas que se realizan bruscamente, produciendo en algunas ocasiones daños perjudiciales al sistema mecánico o a la máquina traccionada. Por ejemplo, desgaste prematuro en los acoplamientos (correas, cadenas, engranajes o embragues de acoplamiento) o en casos extremos roturas por fatiga del eje o rulemanes del motor, producidos por los grandes esfuerzos realizados en el momento del arranque.

Las características más comunes son:

<u>Nro. de puntos de arranque</u>	<u>Tensión en el motor (1er. punto)</u>	<u>Corriente absorbida (1er. punto)</u>	<u>Par de arranque (1er. punto)</u>
2	65% de UI	42% de la	42% del par
3	55% de UI	30% de la	33% del par

Donde: UI es la tensión de la línea e la es la intensidad de arranque, si éste fuera hecho en arranque directo.



Las fórmulas de cálculo que se aplican son:

$U_b = K * U_i$	Tensión en bornes del motor
$C_m = k_2 * U_i$	Par motor
$I_l = K_2 * C$	Intensidad de línea
$I_m = k_2 * I_a$	Intensidad motor
$K = U_s / U_i$	Relación de tensiones

Donde:  $U_i$  = Intensidad de línea,  $I_a$  = Intensidad de arranque directo,  $C$  = Par de arranque directo y  $U_s$  = Tensión de salida del transformador

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[12](#)

[13](#)

Los arrancadores electrónicos son una mejor solución que los autotransformadores gracias a la posibilidad de su arranque suave, permitiendo un aumento en la vida útil de todas las partes involucradas.

Consisten básicamente en un convertidor estático, alterna - alterna, generalmente de tiristores, que permiten el arranque de motores en c. a. con aplicación progresiva de tensión con la consiguiente limitación de corriente y par de arranque.

Al iniciar el arranque, los tiristores dejan pasar la corriente que alimenta el motor según la programación realizada en el circuito de maniobra, que irá aumentando hasta alcanzar los valores nominales de la tensión de servicio.

La posibilidad de arranque progresivo, se puede realizar para detener el motor, de manera que vaya reduciendo la tensión a un valor del 60% del valor nominal y en ese momento hacer el paro.

Ellos ofrecen:

- Selección de parada suave evitando, por ejemplo, los dañinos golpes de ariete en las cañerías durante la parada de las bombas.
- "Detención" por inyección de corriente continua para la parada más rápida de las masas en movimiento.
- Protecciones incorporadas:
  - Por asimetría.
  - Contra sobretensión y sobrecarga.
  - Contra falla de tiristores.
  - Vigilancia del tiempo de arranque con limitación de la corriente.
- Control de servicio con inversión de marcha.
- Optimización del  $\cos \phi$  a carga parcial, maximizando el ahorro de energía durante el proceso.
- Instalación más simple que un arrancador convencional.
- Menores dimensiones y, por lo tanto, necesidad de un gabinete más pequeño que para un autotransformador.
- Ahorro en el mantenimiento por ausencia de partes en movimiento que sufran desgastes.

En la mayoría de los casos en que se aplica la variación de velocidad se requiere un par constante, sin que influyan las variaciones de velocidad.

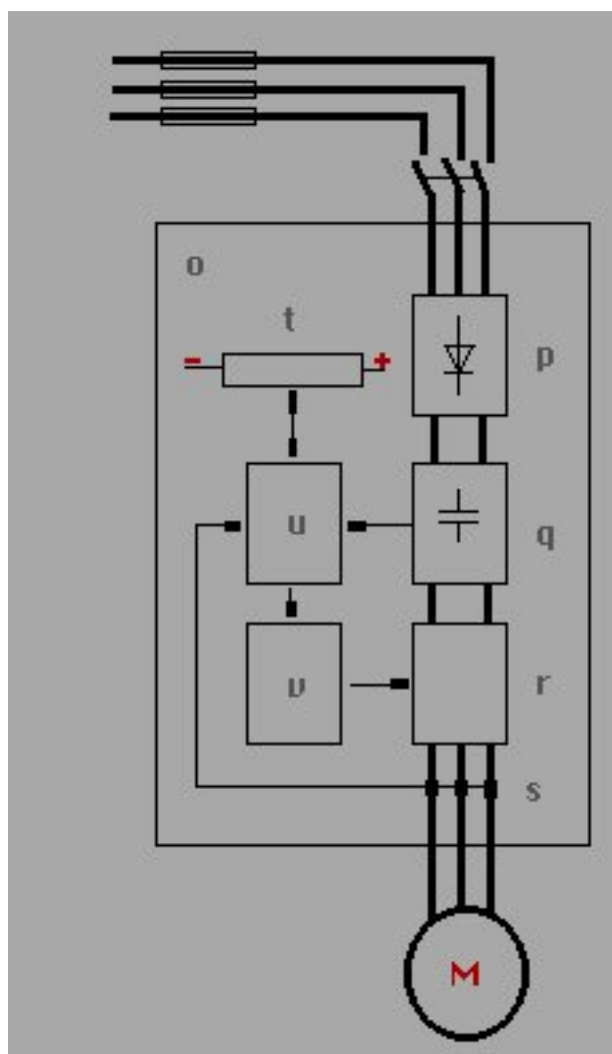
En corriente alterna la velocidad dada por un motor trifásico de tipo jaula de ardilla, es fija y no tiene posibilidad de variación. Su valor viene dado por la fórmula:

$$n = (60 * F) / p$$

Siendo: n = velocidad del motor (rpm), F = frecuencia y p = pares de polos (N + S)

Por lo tanto, sólo se puede variar la velocidad variando la frecuencia de alimentación.

Un variador de frecuencia consiste básicamente en un convertidor estático a tiristores, cuya misión es variar la frecuencia de alimentación del motor, consiguiendo así diferentes velocidades a diferentes frecuencias.





Con los medios de rectificación de que se dispone actualmente resulta fácil y práctico la utilización de motores de corriente continua, debido a la facilidad que tienen para regular su velocidad.

En la práctica se utilizan diversos motores de c.c. como ser:

- De excitación independiente.
- De excitación serie.
- De excitación derivación (shunt).
- De excitación compuesta (compound).
- Motor universal.
- Motor de imanes.
- Motores especiales.

Dentro de los motores de excitación independiente, serie, derivación y compuesta, se distinguen los siguientes bobinados cuya denominación y marcaje señalamos:

- AB - Inducido
- GH - Polos auxiliares y de compensación.
- JK - Bobinado inductor independiente.
- EF - Bobinado inductor serie.
- CD - Bobinado inductor derivación.

Los motores de corriente continua pueden variar su velocidad por diferentes procedimientos actuando sobre la tensión de excitación. Los más utilizados son el reóstato de regulación y los variadores electrónicos de velocidad.

Un motor de corriente continua queda definido por:

- Red que alimenta al variador (tensión y sistema de c.a.).
- Tipo de motor en función de la c. c.
- Potencia en kW.
- Velocidad máxima en rpm.
- Gama de trabajo, mínima y máxima.
- Par a transmitir, en Nm.
- Tensión del inducido, en V.
- Tensión del inductor, en V.
- Intensidad del inducido, en A
- Intensidad del inductor, en A.
- Grado de protección IP
- Tipo de fijación y salida del eje.

El tipo de convertidor necesario depende de la clase de servicio que se requiera, las que pueden ser:

<b>Servicio clase I</b>	Empleo al 100% de $I_n$ , sin posibilidad de sobrecarga.
<b>Servicio clase II</b>	Empleo al 100% de $I_n$ , con posibilidad de 150% de $I_n$ durante 1 minuto, que puede repetirse cada hora.
<b>Servicio clase III</b>	Empleo al 100% de $I_n$ , sin posibilidad de 125% de $I_n$ durante 2 hs. y del 200% de $I_n$ durante 10s. A cada sobrecarga debe seguir el tiempo para que el motor adquiera su temperatura de régimen.



Los sistemas más comunes para arranque de motores en corriente continua son:

**Motor de excitación independiente**

- Par de arranque muy elevado.
- Fácil control de velocidad en forma automática.
- Requiere reóstato de arranque.
- Se utiliza en motores pequeños.
- Par de arranque muy elevado.

**Motor de excitación serie**

- Difícil control de velocidad.
- Requiere reóstato de arranque.
- Se utiliza para tracción eléctrica.
- Par de arranque menor que en el motor serie.

**Motor con excitación derivación (shunt)**

- Muy estable.
- Requiere reóstato de arranque en el inducido.
- Utilizado en máquinas herramientas.
- Par de arranque más elevado que el motor en derivación

**Motor con excitación compuesta**

- Muy estable.
- Requiere reóstato de arranque en el inducido.
- Utilizado en máquinas herramientas y para tracción.



## Elementos de protección y maniobra de uso industrial

*Cap. 7*



**1** Maniobra de motores - Contactores



**2** Protecciones para los motores - Generalidades



**3** Protecciones para los motores - Relé térmico



**4** Protecciones para los motores - Fusibles



**5** Protecciones para los motores - Guardamotores



**6** Seccionadores bajo carga



**7** Motorreductores



**8** Frenado de motores

El **Contactador** es el aparato de conexión y maniobras más utilizado en la industria y en las instalaciones eléctricas de edificios.

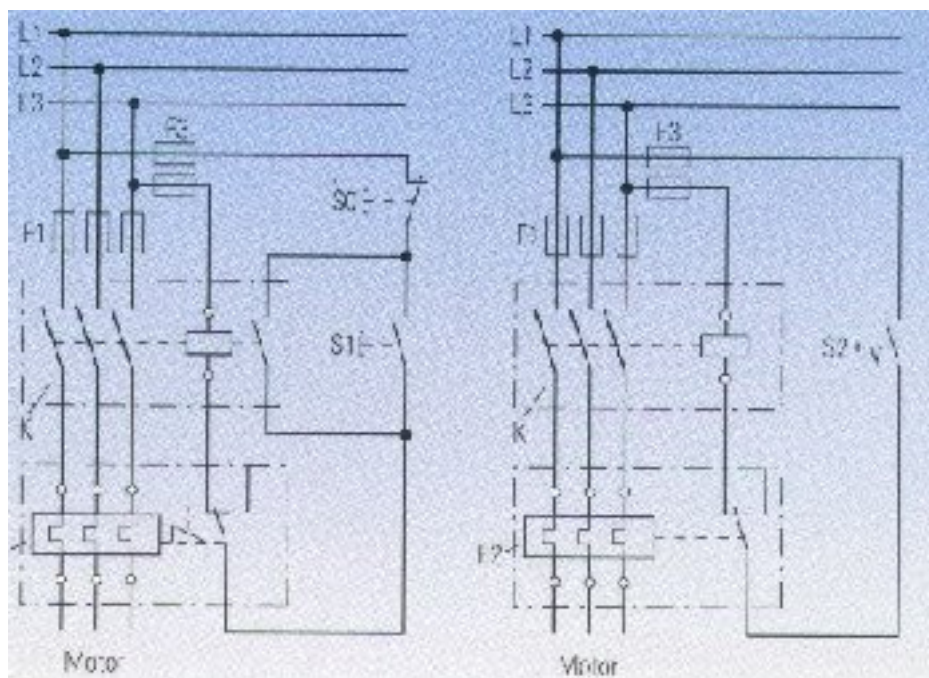
Es básicamente un interruptor que abre o cierra un circuito alternativamente por la acción de una corriente de mando que activa un electroimán.

El contactor permite el arranque directo de motores trifásicos, es decir que admite corrientes de arranque 6 u 8 veces las normales, siendo su mayor particularidad la sencillez de su accionamiento.

Este consta de un electroimán y un portacontactos accionado por éste. Se tiene así un aparato de maniobras con las características de un relé, con el cual podemos realizar tareas de automatización, mando a distancia y protección.

Debido al accionamiento por electroimán el contactor es un aparato ágil, con una muy larga vida útil y con alta capacidad de maniobras.

El electroimán consta de dos partes: el núcleo magnético (parte móvil y parte fija) o núcleo y la bobina. Como muestra la figura siguiente la bobina recibe la tensión de accionamiento del contactor, conformando el denominado circuito de comando. En él también se incluyen los pulsadores de arranque, de parada, lámparas de señales, etc.



Donde:

- K = Contactador
- F1 = Fusibles principales
- T = Térmico
- F2 = Fusibles de comando

La tensión de la bobina se debe elegir según la tensión disponible en el lugar del montaje.

Los contactos de maniobra del contactor realizan la conexión o no del circuito y están incluidos en el portacontactos, que es movido por la bobina. Los contactos son la parte más delicada del contactor y están fabricados con aleaciones de plata desarrolladas por distintos fabricantes.

Los contactores hasta 22 A. de corriente nominal pueden no tener cámaras apagachispas. Para corrientes mayores es difícil manejar el arco de desconexión; por eso se incluyen las cámaras apagachispas.

Por último, el otro elemento constitutivo del contactor son los contactos auxiliares que, también sujetos al portacontacto, se mueven cuando la bobina del contactor es activada. Como su nombre lo

indica no sirven sino para cumplir funciones auxiliares como la autoretención en el comando por pulsadores, el enclavamiento en un inversor de marcha, o la señalización del estado de marcha o no de un motor por medio de lámparas de señalización y ojos de buey.

El contactor, además de ser un elemento muy ágil y seguro prácticamente no requiere mantenimiento durante su vida útil; no obstante se pueden suministrar algunos consejos:

<b>Núcleo</b>	<p>Nunca lavarlos con solventes ya que les quitarían los lubricantes colocados en fábrica. Si están muy sucios con polvo o virutas se deben limpiar con un trapo.</p> <p>Nunca se debe limar el núcleo, si está muy dañado se lo debe descartar ya que el contactor llegó al límite de su vida útil.</p> <p>Se debe verificar que el núcleo cierre bien, ya que si no la bobina se quemará por presencia de un entrehierro que aumentará la corriente absorbida por ella.</p>
<b>Bobina</b>	<p>Si se quemó cambiarla, cuidando que el núcleo cierre bien y que los contactos no traben los portacontactos.</p> <p>Otra causa de destrucción de las bobinas es cuando se las conecta a una tensión de accionamiento mayor que la nominal. Una tensión muy baja no permite el correcto cierre del contactor y puede destruir los contactos.</p>
<b>Contactos principales</b>	<p>Hay que cambiarlos sólo si están gastados y se puede ver el material del portacontactos, o si han sido destruidos por un cortocircuito.</p> <p>Si los contactos están negros no significa que estén gastados, se los puede seguir usando; eventualmente se pueden limpiar con un trapo. Si se han formado cráteres no se los debe limar.</p>
<b>Cámara apagachispas</b>	<p>Hay que cambiarlas con cada cambio de contactos principales para asegurar que el contactor aún posee todas sus características aislantes y es capaz de soportar una maniobra exigente.</p>
<b>Contactos auxiliares</b>	<p>No se pueden reparar, en caso de falla se debe cambiar el bloque.</p>

Para la elección del contactor se deberán considerar:

- La corriente de empleo  $I_e$ , que es la corriente a la que un contactor puede operar y está definida para la tensión nominal, la categoría de empleo y la temperatura ambiente.
- La corriente  $I_{th}$ , que es aquella que un contactor puede soportar en condición cerrado por un mínimo de 8 horas, sin que su temperatura exceda los límites dados por las normas.
- La vida eléctrica, expresada en ciclos de maniobra, es una condición adicional para la elección del contactor y permite prever su ciclo de mantenimiento.

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

El **Contactador** es el aparato de conexión y maniobras más utilizado en la industria y en las instalaciones eléctricas de edificios.

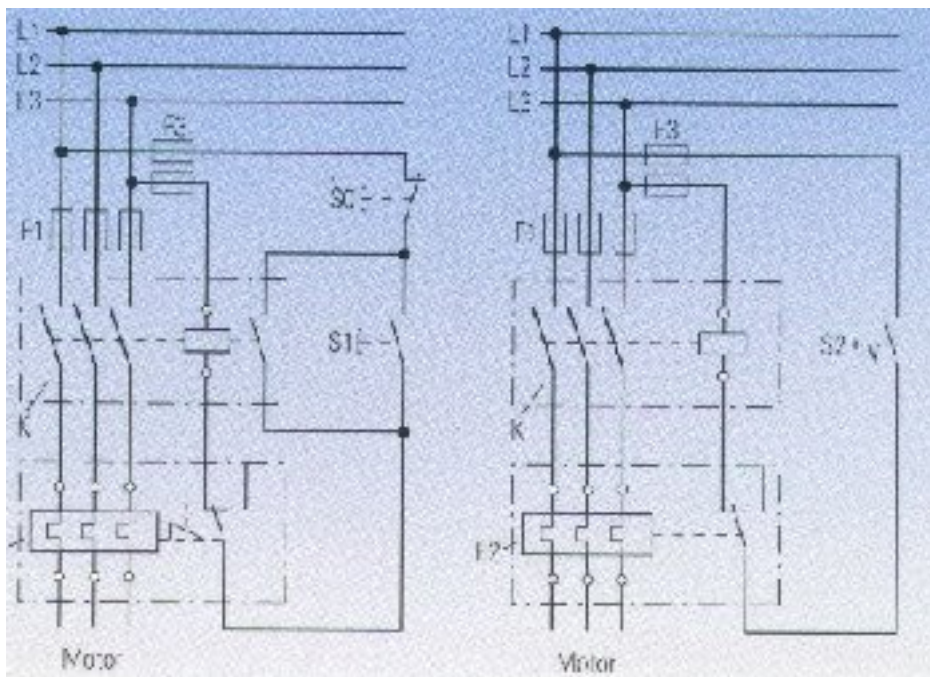
Es básicamente un interruptor que abre o cierra un circuito alternativamente por la acción de una corriente de mando que activa un electroimán.

El contactor permite el arranque directo de motores trifásicos, es decir que admite corrientes de arranque 6 u 8 veces las normales, siendo su mayor particularidad la sencillez de su accionamiento.

Este consta de un electroimán y un portacontactos accionado por éste. Se tiene así un aparato de maniobras con las características de un relé, con el cual podemos realizar tareas de automatización, mando a distancia y protección.

Debido al accionamiento por electroimán el contactor es un aparato ágil, con una muy larga vida útil y con alta capacidad de maniobras.

El electroimán consta de dos partes: el núcleo magnético (parte móvil y parte fija) o núcleo y la bobina. Como muestra la figura siguiente la bobina recibe la tensión de accionamiento del contactor, conformando el denominado circuito de comando. En él también se incluyen los pulsadores de arranque, de parada, lámparas de señales, etc.



Donde:

- K = Contactador
- F1 = Fusibles principales
- T = Térmico
- F2 = Fusibles de comando

La tensión de la bobina se debe elegir según la tensión disponible en el lugar del montaje.

Los contactos de maniobra del contactor realizan la conexión o no del circuito y están incluidos en el portacontactos, que es movido por la bobina. Los contactos son la parte más delicada del contactor y están fabricados con aleaciones de plata desarrolladas por distintos fabricantes.

Los contactores hasta 22 A. de corriente nominal pueden no tener cámaras apagachispas. Para corrientes mayores es difícil manejar el arco de desconexión; por eso se incluyen las cámaras

apagachispas.

Por último, el otro elemento constitutivo del contactor son los contactos auxiliares que, también sujetos al portacontacto, se mueven cuando la bobina del contactor es activada. Como su nombre lo indica no sirven sino para cumplir funciones auxiliares como la autoretención en el comando por pulsadores, el enclavamiento en un inversor de marcha, o la señalización del estado de marcha o no de un motor por medio de lámparas de señalización y ojos de buey.

El contactor, además de ser un elemento muy ágil y seguro prácticamente no requiere mantenimiento durante su vida útil; no obstante se pueden suministrar algunos consejos:

<b>Núcleo</b>	<p>Nunca lavarlos con solventes ya que les quitarían los lubricantes colocados en fábrica. Si están muy sucios con polvo o virutas se deben limpiar con un trapo.</p> <p>Nunca se debe limar el núcleo, si está muy dañado se lo debe descartar ya que el contactor llegó al límite de su vida útil.</p> <p>Se debe verificar que el núcleo cierre bien, ya que si no la bobina se quemará por presencia de un entrehierro que aumentará la corriente absorbida por ella.</p>
<b>Bobina</b>	<p>Si se quemó cambiarla, cuidando que el núcleo cierre bien y que los contactos no traben los portacontactos.</p> <p>Otra causa de destrucción de las bobinas es cuando se las conecta a una tensión de accionamiento mayor que la nominal. Una tensión muy baja no permite el correcto cierre del contactor y puede destruir los contactos.</p>
<b>Contactos principales</b>	<p>Hay que cambiarlos sólo si están gastados y se puede ver el material del portacontactos, o si han sido destruidos por un cortocircuito.</p> <p>Si los contactos están negros no significa que estén gastados, se los puede seguir usando; eventualmente se pueden limpiar con un trapo. Si se han formado cráteres no se los debe limar.</p>
<b>Cámara apagachispas</b>	<p>Hay que cambiarlas con cada cambio de contactos principales para asegurar que el contactor aún posee todas sus características aislantes y es capaz de soportar una maniobra exigente.</p>
<b>Contactos auxiliares</b>	<p>No se pueden reparar, en caso de falla se debe cambiar el bloque.</p>

Para la elección del contactor se deberán considerar:

- La corriente de empleo  $I_e$ , que es la corriente a la que un contactor puede operar y está definida para la tensión nominal, la categoría de empleo y la temperatura ambiente.
- La corriente  $I_{th}$ , que es aquella que un contactor puede soportar en condición cerrado por un mínimo de 8 horas, sin que su temperatura exceda los límites dados por las normas.
- La vida eléctrica, expresada en ciclos de maniobra, es una condición adicional para la elección del contactor y permite prever su ciclo de mantenimiento.



Así como los contactores son los encargados de maniobrar los motores, para la protección de los mismos se emplean:

- los relé térmicos.
- los fusibles.
- los guardamotores.

Las protecciones deben mantener un nivel jerárquico según un orden lógico de protección (deben estar coordinadas). Por ej. si en el tablero general los fusibles son de 50 A., los de los tableros seccionales deberán ser de un rango menor, por Ej. 36A.

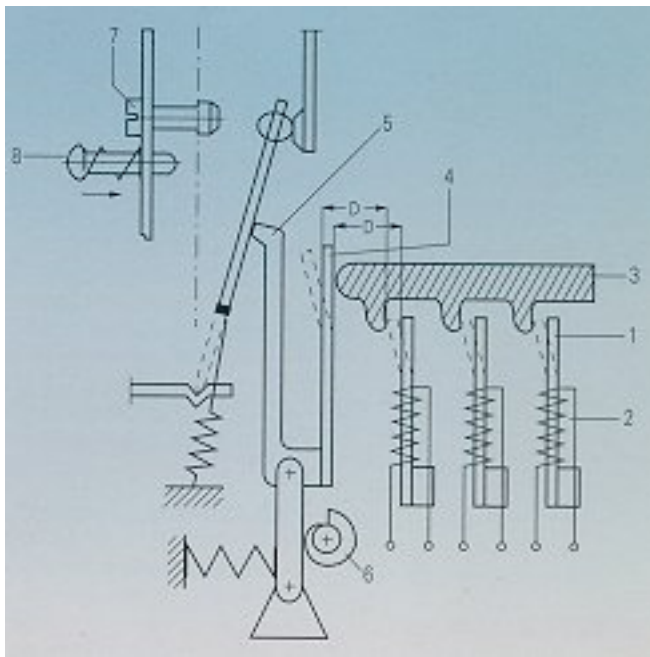
Para los motores, los fusibles y los protectores térmicos, se considera una protección contra cortocircuitos, debiendo preverse protectores para las corrientes máximas de arranque.

Para el diseño de los fusibles puede emplearse una tabla que da la intensidad de los mismos en función de la intensidad de los motores a plena carga. Asimismo, deberá tenerse en cuenta que los fusibles deberán admitir la corriente de arranque, que en algunos casos llega a 4 veces la intensidad nominal.

Los relé térmicos (o simplemente térmicos) constituyen un método indirecto de protección ya que miden la corriente que el motor está tomando de la red. En base a ella supone un determinado estado de calentamiento del arrollamiento del motor.

Se basan en la particularidad que tienen los bimetales, de doblarse según la temperatura que tengan y en la ley física de Joule o del calentamiento por efecto de la corriente eléctrica.

El relé térmico es un excelente medio de protección pero no protege al motor cuando el calentamiento de éste se produce por causas ajenas a la corriente que está tomando de la red. En esos casos, se recomienda el uso de sensores en los bobinados del motor, capaces de medir exactamente la temperatura interna del mismo y de un equipo que analice el estado de temperatura del motor y decida en consecuencia.



Donde:

- 1) es el bimetal
- 2) resistencia calefactora
- 3) barra de disparo
- 4) compensador de temperatura ambiente
- 5) áncora de disparo
- 6) regulación
- 8) botón de reset

En el caso particular de **Falta de Fase**, y cuando el motor se calienta hay un aumento en el consumo de corriente lo cual hace actuar al térmico.

Un ingenioso dispositivo de doble barra actuadora permite aumentar la sensibilidad del disparo en el momento que falta una fase. De esta manera se logra reducir a la mitad los tiempos de actuación y proteger así muy efectivamente al motor también en el caso de falta de fase.

El relé térmico siempre debe estar regulado al valor de funcionamiento del motor; sólo si está a plena carga al valor de chapa del motor y nunca a un valor superior al nominal.

Los térmicos pueden tener señalización de relé disparado, botón de disparo, botón de reposición automática o bloqueo de reconexión, y dos contactos auxiliares para desconexión del contactor y para señalar a distancia la falla.

En resumen, si la corriente del equipo (ej. motor) sobrepasa los valores admitidos, el térmico acciona a un contacto auxiliar, éste a su vez desconecta el contactor que desconecta de la red al equipo sobreexigido.

El alto nivel de protección que ofrece el relé térmico depende de sus cualidades técnicas, entre ellas se puede mencionar:

<b>Las curvas de desconexión</b>	Estas curvas deben seguir lo más cerca posible las variaciones de la temperatura del motor, midiéndola a través de la corriente que éste toma de la red. Cuanto mayor es esta corriente más rápido actúan estos relés (característica denominada de tiempo inverso).
<b>Protección contra falta de fase</b>	Este dispositivo, incluido en algunas líneas ofrecidas en plaza, ofrece una notable mejora respecto de los térmicos convencionales. El mecanismo acelera la desconexión del motor cuando falta una fase, o sea, detecta con seguridad esta falla. El térmico no solo actúa por el aumento de corriente en las fases que quedan.
<b>Compensación de temperatura</b>	Para lograr una correcta desconexión debe eliminarse la influencia de la temperatura ambiente sobre los bimetales; esto se logra por un dispositivo compensador. Las curvas de desconexión son independientes de la temperatura ambiente entre -25°C y +55°C.
<b>Contactos auxiliares</b>	Los relés de primera marca disponen de contactos auxiliares galvánicamente separados y altamente resistentes a vibraciones. El contacto normalmente cerrado se desconecta del contactor al actuar el térmico. El contacto normalmente abierto permite generar un aviso óptico o acústico de la falla en el motor.
<b>Térmico con o sin reset</b>	Generalmente es conveniente que el térmico no vuelva automáticamente a su posición de "conectado" una vez que haya actuado; sobre todo en automatismos que puedan llevar a una serie de maniobras no deseadas (por ej. en bombas de elevación de agua). Cuando el motor es accionado vía pulsadores, de cualquier forma debe ser puesto en marcha vía su pulsador de arranque. En este caso es práctico que el relé vuelva solo a su posición de conectado automáticamente. Ambas variantes están incluidas en algunos modelos. Una traba o botón permite conectarlo en automático (o sea sin reset), o bien conectarlo en manual (es decir con reset). El mismo botón permite reconectar el contactor.
<b>Pulsador de prueba</b>	Un botón permite accionar sobre el contacto normalmente cerrado y así probar si el conjunto está perfectamente cableado. Además puede usarse como pulsador de desconexión.
<b>Indicador del estado del relé</b>	Un indicador suele mostrar si el térmico se disparó o no.

## **Medidas y montaje**

Las medidas del térmico corresponden en su ancho a las del contactor correspondiente, esto permite ganar espacio en el montaje.

Generalmente son fácilmente acoplables a su correspondiente contactor, sin cableados adicionales, formando un conjunto homogéneo y compacto; no obstante, de ser necesario pueden montarse en forma separada (como ser sobre riel DIN).

Al montar el relé sobre el contactor el borne inferior de la bobina es de difícil acceso; para ello se suele proveer un cablecito que lleva a un borne de repetición sobre el frente del térmico, el que debe ser conectado antes de montar el relé. De esta forma el borne inferior de la bobina es accesible desde el frente del térmico.

## **Manejo y regulación del térmico**

Como se ha dicho, el relé debe ser ajustado al valor real de consumo del motor; dicho ajuste puede realizarse durante el funcionamiento del equipo.

Tanto los contactores como los térmicos son aparatos valiosos, por ello deben ser protegidos para el caso de que exista una falla. El mejor medio para lograrlo, por su velocidad de actuación y por su capacidad de ruptura elevada, es usar fusibles.

La segunda función del fusible, y muy importante, es la de seleccionar cuál es el circuito con fallas y separarlo de la red para permitir que se continúe en servicio.

Se debe recordar que los fusibles "no se pueden reparar".



Para la elección de los fusibles como protección de relé térmicos en arranque directo se puede emplear la siguiente tabla:

<u>Regulación (A)</u>	<u>Calibre fusible tipo 1 (*)</u>	<u>Calibre fusible tipo 2 (**)</u>
0.16 - 0.25	35 A	1 A
0.25 - 0.40	35 A	1,6 A
0.40 - 0.63	35 A	2 A

0.63 - 1.0	35 A	4 A
1.0 - 1.6	35 A	6 A
2.5 - 4.0	35 A	6 A
4.0 - 6.3	35 A	10 A
6.3 - 10	35 A	16 A
8 - 12.5	35 A	16 A
10 - 16	63 A	25 A
16 - 25	63 A	25 A
12.5 - 20	80 A	50 A
20 - 32	80 A	63 A
25 - 36	80 A	63 A
20 - 32	160 A	63 A
32 - 50	160 A	100 A
50 - 63	160 A	100 A
63 - 80	250 A	160 A
63 - 90	250 A	160 A
90 - 120	315 A	224 A
120 - 150	315 A	224 A
150 - 180	355 A	224 A
160 - 250	500 A	315 A
200 - 320	500 A	400 A
250 - 400	800 A	500 A
320 - 500	800 A	500 A
400 - 630	1000 A	630 A

(\*) Se permite la destrucción del térmico, es posible que sea necesario cambiar contactor y térmico.

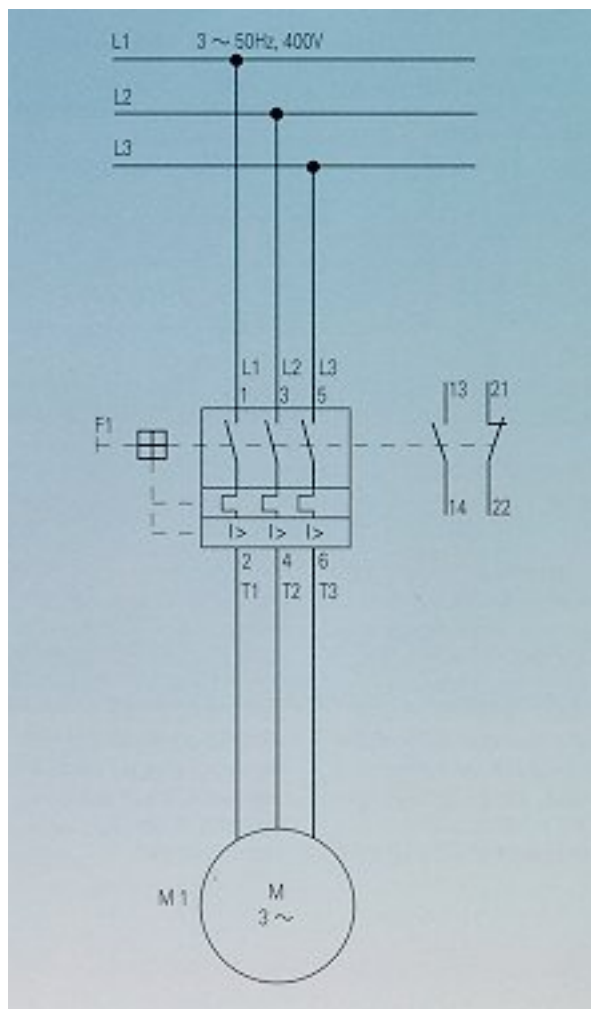
(\*\*) En el térmico no puede haber daños, en el contactor pueden aparecer pequeños puntos de soldadura, fácilmente separables.

Es un dispositivo que permite reunir todas las necesidades de un arranque directo en un solo aparato.

Se trata de un interruptor automático cuya característica de disparo es exactamente igual a la del relé térmico. Puede incluir el disparo por la falta de fase, la compensación de temperatura ambiente y un disparo magnético ajustado para proteger adecuadamente al térmico. Por eso el guardamotor, dentro de ciertos límites, reemplaza al conjunto contactor + térmico + fusibles.

Si bien logra reunir en un solo aparato las cualidades de tres, con las consecuentes ventajas de espacio, tiempo de armado y cableado, tiene una limitada capacidad de ruptura, que le impide ser colocado en cualquier instalación. Para instalaciones domiciliarias, inclusive edificios, el guardamotor satisface todos los requerimientos.

Su condición de interruptor le da una reducida vida útil con una limitada frecuencia de maniobras. Su accionamiento es manual, por lo que es necesario accionarlo de frente. Son muy limitadas las posibilidades de realizar automatismos con él.



Para evitar la destrucción de alguno de los elementos de la instalación se puede efectuar una combinación de dispositivos para aprovechar las bondades de cada uno de ellos. Estas combinaciones sólo son factibles con algunos guardamotors ya que éstos tienen la propiedad de limitar las corrientes de cortocircuito, protegiendo de esta manera al contactor.

**Acción**

- Maniobra del motor
- Protección del Motor
- Protección del circuito

- Contactor
- Térmico
- Fusibles

**Combinación**

- Guardamotor
- Guardamotor
- Guardamotor
- Contactor
- Guardamotor
- Guardamotor

**Maniobra:**

Frecuencia de maniobras	elevada	Reducido	Elevado
Vida útil	elevada	Reducido	Reducido
Mando a distancia	Si	No	Si
Enclavamiento / señalización	Si	Limitado	Si

**Protección del motor:**

Contra sobrecargas	Optima	Optima	Optima
Falta de fase	Si	Si	Si

**Protección del circuito:**

Corto circuito	Excelente	Limitado	Limitado
Limitación corriente	Si	Si	Si

**Costo:**

Precio	Normal	Reducido	Normal
Montaje	Complejo	Simple	Regular
Espacio	Grande	Pequeño	Reducido
Mantenimiento	Algo	Poco	Poco
Ingeniería	Poca	Mucha	Mucha





Los seccionadores fusibles NH permiten conectar y desconectar sin peligro, en forma tripolar y bajo carga, los consumos eléctricos a ellos conectados. En combinación con fusibles sirven para protección contra sobrecarga y cortocircuito de máquinas y aparatos.

Responden a las prescripciones de las normas VDE 0660 e IEC 947-1 y -3. Están previstos para servicio en ambientes cerrados en los cuales no se presenten condiciones extremas por polvo en suspensión, vapores nocivos o gases.

Estos seccionadores se componen de un bastidor y una placa - manija aislante. El bastidor soporta las tres bases unipolares con sus contactos tipo pinza. En dichas bases se insertan las cuchillas de los fusibles NH. Estos aparatos están equipados con cámaras apagachispas y poseen protección contra contacto casual, de manera que estando abierta la placa-manija todas las partes bajo tensión se hallan cerradas.

El accionamiento es del tipo puerta, es decir, que puede ser montado en ella permitiendo su libre desplazamiento. Por razones de seguridad no es posible abrir la puerta con el interruptor en la posición "cerrado". Por su construcción de corte en cuatro puntos se trata de seccionadores de alta capacidad de interrupción.

Los motores de corriente alterna dan una velocidad fija, generalmente alta, que no se suele aplicar directamente a la máquina, sino a través de reductores.

El reductor es un elemento mecánico mediante el cual se consigue aumentar o disminuir la velocidad de un motor de acuerdo a las necesidades del equipamiento.

Si el reductor tiene una entrada de velocidad fija, la salida también lo es.

En toda transformación de velocidad se da una relación de transformación; por ej. un motor que gira a 1500 rpm en que a la salida del reductor se obtienen 100 rpm tiene una relación de transformación de  $1500 / 100 = 15$ , es decir que por cada 15 vueltas a la entrada se obtiene una a la salida.

Utilizando motores de 2, 3 o 4 velocidades se consiguen diferentes velocidades a la salida del reductor, según la relación de transformación.

Otra forma de conseguir varias velocidades es con un variador mecánico; éste permite variar el diámetro de las poleas que mueven al reductor.

En los reductores se debe tener en cuenta:

- La potencia y el par a transmitir.
- La relación de transformación.

Además hay que considerar la forma que tiene el reductor, si es de colocación vertical u horizontal, etc..

En muchos casos resulta imprescindible y necesario el paro instantáneo de los elementos en rotación, como motores que mueven máquinas, transfers, etc.

Se pueden distinguir tres clases de frenado:

- Frenos mecánicos: constan de un disco con una bobina que está atrapado en reposo por un conjunto de resortes que bloquean la rotación del motor. Al dar corriente al motor también se alimenta a la bobina de freno, que al excitarse y por el campo magnético atrae al disco liberando así al motor. Al dejar de alimentar al motor y a su vez a la bobina, el disco vuelve a bloquear al motor.
- Frenado por contracorriente: en este tipo de freno cuando se quiere parar al motor se le realiza un cambio de fases en su alimentación, logrando así que al girar al revés el motor se frene asimismo. Este tipo de freno se utiliza en motores trifásicos de pequeña potencia.
- Frenado por inyección de corriente continua.

Así como los contactores son los encargados de maniobrar los motores, para la protección de los mismos se emplean:

- los relé térmicos.
- los fusibles.
- los guardamotores.

Las protecciones deben mantener un nivel jerárquico según un orden lógico de protección (deben estar coordinadas). Por ej. si en el tablero general los fusibles son de 50 A., los de los tableros seccionales deberán ser de un rango menor, por Ej. 36A.

Para los motores, los fusibles y los protectores térmicos, se considera una protección contra cortocircuitos, debiendo preverse protectores para las corrientes máximas de arranque.

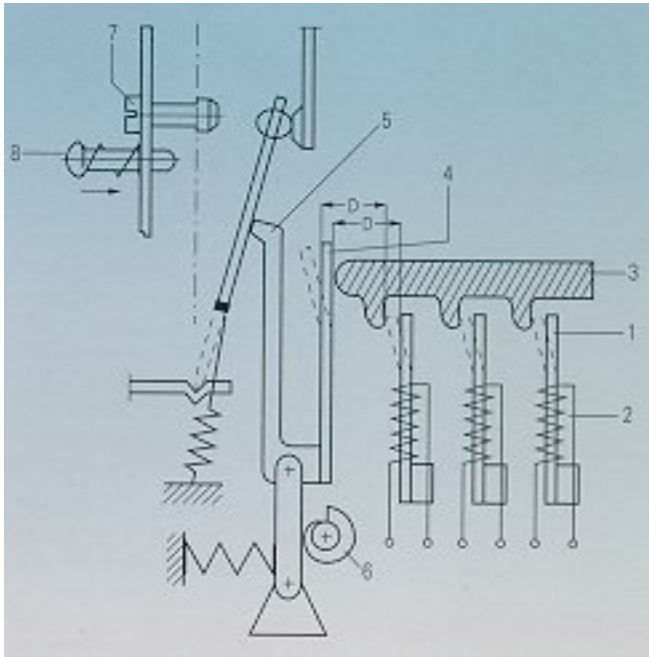
Para el diseño de los fusibles puede emplearse una tabla que da la intensidad de los mismos en función de la intensidad de los motores a plena carga. Asimismo, deberá tenerse en cuenta que los fusibles deberán admitir la corriente de arranque, que en algunos casos llega a 4 veces la intensidad nominal.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)

Los relé térmicos (o simplemente térmicos) constituyen un método indirecto de protección ya que miden la corriente que el motor está tomando de la red. En base a ella supone un determinado estado de calentamiento del arrollamiento del motor.

Se basan en la particularidad que tienen los bimetales, de doblarse según la temperatura que tengan y en la ley física de Joule o del calentamiento por efecto de la corriente eléctrica.

El relé térmico es un excelente medio de protección pero no protege al motor cuando el calentamiento de éste se produce por causas ajenas a la corriente que está tomando de la red. En esos casos, se recomienda el uso de sensores en los bobinados del motor, capaces de medir exactamente la temperatura interna del mismo y de un equipo que analice el estado de temperatura del motor y decida en consecuencia.



Donde:

- 1) es el bimetalo
- 2) resistencia calefactora
- 3) barra de disparo
- 4) compensador de temperatura ambiente
- 5) áncora de disparo
- 6) regulación
- 8) botón de reset

En el caso particular de **Falta de Fase**, y cuando el motor se calienta hay un aumento en el consumo de corriente lo cual hace actuar al térmico.

Un ingenioso dispositivo de doble barra actuadora permite aumentar la sensibilidad del disparo en el momento que falta una fase. De esta manera se logra reducir a la mitad los tiempos de actuación y proteger así muy efectivamente al motor también en el caso de falta de fase.

El relé térmico siempre debe estar regulado al valor de funcionamiento del motor; sólo si está a plena carga al valor de chapa del motor y nunca a un valor superior al nominal.

Los térmicos pueden tener señalización de relé disparado, botón de disparo, botón de reposición automática o bloqueo de reconexión, y dos contactos auxiliares para desconexión del contactor y para señalar a distancia la falla.

En resumen, si la corriente del equipo (ej. motor) sobrepasa los valores admitidos, el térmico acciona a un contacto auxiliar, éste a su vez desconecta el contactor que desconecta de la red al equipo sobreexigido.

El alto nivel de protección que ofrece el relé térmico depende de sus cualidades técnicas, entre ellas se puede mencionar:

#### Las curvas de desconexión

Estas curvas deben seguir lo más cerca posible las variaciones de la temperatura del motor, midiéndola a través de la corriente que éste toma de la red. Cuanto mayor es esta corriente más rápido actúan estos relés (característica denominada de tiempo inverso).

**Protección contra falta de fase**

Este dispositivo, incluido en algunas líneas ofrecidas en plaza, ofrece una notable mejora respecto de los térmicos convencionales. El mecanismo acelera la desconexión del motor cuando falta una fase, o sea, detecta con seguridad esta falla.  
El térmico no solo actúa por el aumento de corriente en las fases que quedan.

**Compensación de temperatura**

Para lograr una correcta desconexión debe eliminarse la influencia de la temperatura ambiente sobre los bimetales; esto se logra por un dispositivo compensador. Las curvas de desconexión son independientes de la temperatura ambiente entre -25°C y +55°C.

**Contactos auxiliares**

Los relés de primera marca disponen de contactos auxiliares galvánicamente separados y altamente resistentes a vibraciones. El contacto normalmente cerrado se desconecta del contactor al actuar el térmico.  
El contacto normalmente abierto permite generar un aviso óptico o acústico de la falla en el motor.

**Térmico con o sin reset**

Generalmente es conveniente que el térmico no vuelva automáticamente a su posición de "conectado" una vez que haya actuado; sobre todo en automatismos que puedan llevar a una serie de maniobras no deseadas (por ej. en bombas de elevación de agua).  
Cuando el motor es accionado vía pulsadores, de cualquier forma debe ser puesto en marcha vía su pulsador de arranque. En este caso es práctico que el relé vuelva solo a su posición de conectado automáticamente.  
Ambas variantes están incluidas en algunos modelos. Una traba o botón permite conectarlo en automático (o sea sin reset), o bien conectarlo en manual (es decir con reset). El mismo botón permite reconectar el contactor.

**Pulsador de prueba**

Un botón permite accionar sobre el contacto normalmente cerrado y así probar si el conjunto está perfectamente cableado. Además puede usarse como pulsador de desconexión.

**Indicador del estado del relé**

Un indicador suele mostrar si el térmico se disparó o no.

**Medidas y montaje**

Las medidas del térmico corresponden en su ancho a las del contactor correspondiente, esto permite ganar espacio en el montaje.  
Generalmente son fácilmente acoplables a su correspondiente contactor, sin cableados adicionales, formando un conjunto homogéneo y compacto; no obstante, de ser necesario pueden montarse en forma separada (como ser sobre riel DIN).  
Al montar el relé sobre el contactor el borne inferior de la bobina es de difícil acceso; para ello se suele proveer un cablecito que lleva a un borne de repetición sobre el frente del térmico, el que debe ser conectado antes de montar el relé. De esta forma el borne inferior de la bobina es accesible desde el frente del térmico.

**Manejo y regulación del térmico**

Como se ha dicho, el relé debe ser ajustado al valor real de consumo del motor; dicho ajuste puede realizarse durante el funcionamiento del equipo.

Tanto los contactores como los térmicos son aparatos valiosos, por ello deben ser protegidos para el caso de que exista una falla. El mejor medio para lograrlo, por su velocidad de actuación y por su capacidad de ruptura elevada, es usar fusibles.

La segunda función del fusible, y muy importante, es la de seleccionar cuál es el circuito con fallas y separarlo de la red para permitir que se continúe en servicio.

Se debe recordar que los fusibles "no se pueden reparar".



Para la elección de los fusibles como protección de relé térmicos en arranque directo se puede emplear la siguiente tabla:

Regulación (A)	Calibre fusible tipo 1 (*)	Calibre fusible tipo 2 (**)
0.16 - 0.25	35 A	1 A
0.25 - 0.40	35 A	1,6 A
0.40 - 0.63	35 A	2 A
0.63 - 1.0	35 A	4 A
1.0 - 1.6	35 A	6 A
2.5 - 4.0	35 A	6 A
4.0 - 6.3	35 A	10 A

6.3 - 10	35 A	16 A
8 - 12.5	35 A	16 A
10 - 16	63 A	25 A
16 - 25	63 A	25 A
12.5 - 20	80 A	50 A
20 - 32	80 A	63 A
25 - 36	80 A	63 A
20 - 32	160 A	63 A
32 - 50	160 A	100 A
50 - 63	160 A	100 A
63 - 80	250 A	160 A
63 - 90	250 A	160 A
90 - 120	315 A	224 A
120 - 150	315 A	224 A
150 - 180	355 A	224 A
160 - 250	500 A	315 A
200 - 320	500 A	400 A
250 - 400	800 A	500 A
320 - 500	800 A	500 A
400 - 630	1000 A	630 A

(\*) Se permite la destrucción del térmico, es posible que sea necesario cambiar contactor y térmico.

(\*\*) En el térmico no puede haber daños, en el contactor pueden aparecer pequeños puntos de soldadura, fácilmente separables.

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

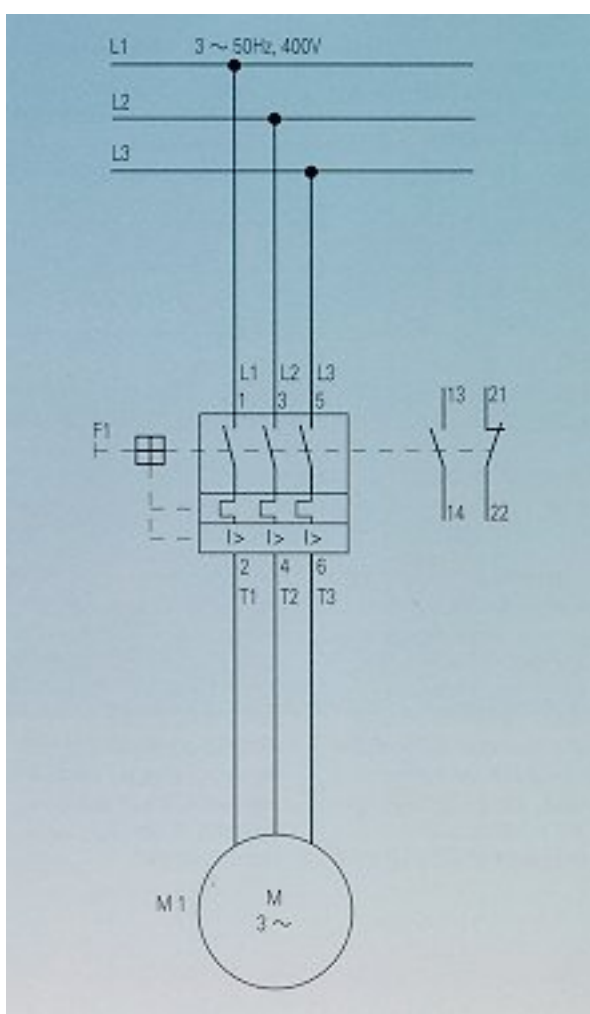


Es un dispositivo que permite reunir todas las necesidades de un arranque directo en un solo aparato.

Se trata de un interruptor automático cuya característica de disparo es exactamente igual a la del relé térmico. Puede incluir el disparo por la falta de fase, la compensación de temperatura ambiente y un disparo magnético ajustado para proteger adecuadamente al térmico. Por eso el guardamotor, dentro de ciertos límites, reemplaza al conjunto contactor + térmico + fusibles.

Si bien logra reunir en un solo aparato las cualidades de tres, con las consecuentes ventajas de espacio, tiempo de armado y cableado, tiene una limitada capacidad de ruptura, que le impide ser colocado en cualquier instalación. Para instalaciones domiciliarias, inclusive edificios, el guardamotor satisface todos los requerimientos.

Su condición de interruptor le da una reducida vida útil con una limitada frecuencia de maniobras. Su accionamiento es manual, por lo que es necesario accionarlo de frente. Son muy limitadas las posibilidades de realizar automatismos con él.



Para evitar la destrucción de alguno de los elementos de la instalación se puede efectuar una combinación de dispositivos para aprovechar las bondades de cada uno de ellos. Estas combinaciones sólo son factibles con algunos guardamotores ya que éstos tienen la propiedad de limitar las corrientes de cortocircuito, protegiendo de esta manera al contactor.

**Acción**

- Maniobra del motor
- Protección del Motor
- Protección del circuito

- Contactor
- Térmico
- Fusibles

**Combinación**

- Guardamotor      Contactor
- Guardamotor      Guardamotor
- Guardamotor      Guardamotor

**Maniobra:**

Frecuencia de maniobras	elevada	Reducido	Elevado
Vida útil	elevada	Reducido	Reducido
Mando a distancia	Si	No	Si
Enclavamiento / señalización	Si	Limitado	Si
<b>Protección del motor:</b>			
Contra sobrecargas	Optima	Optima	Optima
Falta de fase	Si	Si	Si
<b>Protección del circuito:</b>			
Corto circuito	Excelente	Limitado	Limitado
Limitación corriente	Si	Si	Si
<b>Costo:</b>			
Precio	Normal	Reducido	Normal
Montaje	Complejo	Simple	Regular
Espacio	Grande	Pequeño	Reducido
Mantenimiento	Algo	Poco	Poco
Ingeniería	Poca	Mucha	Mucha

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)



Los seccionadores fusibles NH permiten conectar y desconectar sin peligro, en forma tripolar y bajo carga, los consumos eléctricos a ellos conectados. En combinación con fusibles sirven para protección contra sobrecarga y cortocircuito de máquinas y aparatos.

Responden a las prescripciones de las normas VDE 0660 e IEC 947-1 y -3. Están previstos para servicio en ambientes cerrados en los cuales no se presenten condiciones extremas por polvo en suspensión, vapores nocivos o gases.

Estos seccionadores se componen de un bastidor y una placa - manija aislante. El bastidor soporta las tres bases unipolares con sus contactos tipo pinza. En dichas bases se insertan las cuchillas de los fusibles NH. Estos aparatos están equipados con cámaras apagachispas y poseen protección contra contacto casual, de manera que estando abierta la placa-manija todas las partes bajo tensión se hallan cerradas.

El accionamiento es del tipo puerta, es decir, que puede ser montado en ella permitiendo su libre desplazamiento. Por razones de seguridad no es posible abrir la puerta con el interruptor en la posición "cerrado". Por su construcción de corte en cuatro puntos se trata de seccionadores de alta capacidad de interrupción.

Los motores de corriente alterna dan una velocidad fija, generalmente alta, que no se suele aplicar directamente a la máquina, sino a través de reductores.

El reductor es un elemento mecánico mediante el cual se consigue aumentar o disminuir la velocidad de un motor de acuerdo a las necesidades del equipamiento.

Si el reductor tiene una entrada de velocidad fija, la salida también lo es.

En toda transformación de velocidad se da una relación de transformación; por ej. un motor que gira a 1500 rpm en que a la salida del reductor se obtienen 100 rpm tiene una relación de transformación de  $1500 / 100 = 15$ , es decir que por cada 15 vueltas a la entrada se obtiene una a la salida.

Utilizando motores de 2, 3 o 4 velocidades se consiguen diferentes velocidades a la salida del reductor, según la relación de transformación.

Otra forma de conseguir varias velocidades es con un variador mecánico; éste permite variar el diámetro de las poleas que mueven al reductor.

En los reductores se debe tener en cuenta:

- La potencia y el par a transmitir.
- La relación de transformación.

Además hay que considerar la forma que tiene el reductor, si es de colocación vertical u horizontal, etc..














[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)

En muchos casos resulta imprescindible y necesario el paro instantáneo de los elementos en rotación, como motores que mueven máquinas, transfers, etc.

Se pueden distinguir tres clases de frenado:

- Frenos mecánicos: constan de un disco con una bobina que está atrapado en reposo por un conjunto de resortes que bloquean la rotación del motor. Al dar corriente al motor también se alimenta a la bobina de freno, que al excitarse y por el campo magnético atrae al disco liberando así al motor. Al dejar de alimentar al motor y a su vez a la bobina, el disco vuelve a bloquear al motor.
- Frenado por contracorriente: en este tipo de freno cuando se quiere parar al motor se le realiza un cambio de fases en su alimentación, logrando así que al girar al revés el motor se frene asimismo. Este tipo de freno se utiliza en motores trifásicos de pequeña potencia.
- Frenado por inyección de corriente continua.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)

-  **1** [Naturaleza de la luz y Fuentes Luminosas](#)
-  **2** [Fuentes Luminosas - Características](#)
-  **3** [Lámparas incandescentes](#)
-  **4** [Lámparas fluorescentes - Generalidades](#)
-  **5** [Lámparas fluorescentes - Tipos de tubos de acuerdo a su forma de encendido](#)
-  **6** [Lámparas fluorescentes - Balastos](#)
-  **7** [Lámparas fluorescentes - Arrancadores](#)
-  **8** [Lámparas de alta intensidad de descarga - Generalidades](#)
-  **9** [Lámparas de alta intensidad de descarga - Lámparas de mercurio de alta presión](#)
-  **10** [Lámparas de alta intensidad de descarga - Lámparas de sodio de alta presión](#)
-  **11** [Lámparas de alta intensidad de descarga - Lámparas de mercurio halogenado](#)
-  **12** [Lámparas de alta intensidad de descarga - Balastos e Ignitores](#)
-  **13** [Iluminación electrónica](#)

La luz es una manifestación de energía en forma de radiaciones electromagnéticas que afectan el órgano visual.

La luz visible se encuentra en una gama de frecuencias del espectro electromagnético que va desde los 380 a los 780 nanómetros, que se corresponde a los colores que van del violeta al rojo.

La luz se transmite a través del espacio mediante ondas electro-magnéticas. Por tratarse de un fenómeno de radiación presenta dos características fundamentales:

- Longitud de onda característica.
- Propagación en todas direcciones a partir de una fuente luminosa, a una velocidad de 300000 km/seg.

### Unidades

**Intensidad luminosa (I)** Es un parámetro que mide el brillo que emana de una fuente de luz, se mide en "candela" (brillo emitido por el platino a la temperatura de solidificación).

**Flujo luminoso ( $\Phi$ )** Da idea de la potencia lumínica que emite una fuente, su unidad es el "lumen" (flujo incidente sobre un casquete esférico de 1 m<sup>2</sup>, perteneciente a una esfera de 1 m. de radio en cuyo centro hay un foco de una candela)

Los diferentes tipos de producción de la luz (transformación de energía eléctrica en lumínica) dan origen a los distintos tipos de luminarias (básicamente incandescentes o de descarga).

A través del tiempo las lámparas han seguido un desarrollo constante con 3 objetivos básicos:

- Mejorar el rendimiento lumínico.
- Optimizar la reproducción cromática.
- Reducir su tamaño

Este avance se produjo en las siguientes etapas:

- 1879 - Lámpara incandescente con filamento de carbono.
- 1910 - Lámpara con filamento de tungsteno.
- 1930 - Lámpara de vapor de mercurio a alta presión.
- 1932 - Lámpara de vapor de sodio a baja presión.
- 1937 - Lámpara fluorescente.
- 1938 - Lámpara mezcladora.
- 1960 - Lámpara incandescente halógena.
- 1964 - Lámpara de halogenuros metálicos.
- 1965 - Lámpara de vapor de sodio a alta presión.
- 1972 - Lámpara incandescente halógena.
- 1977 - Lámpara fluorescente de alta eficiencia (a tres bandas).
- 1982 - Lámpara fluorescente compacta .
- 1986 - Lámpara compacta de halogenuros metálicos.

De todas las lámparas mencionadas salvo las incandescentes y las mezcladoras el resto necesita de un equipamiento auxiliar para su funcionamiento.

Algunas lámparas tubulares fluorescentes requieren para su arranque (iniciación del arco) condiciones de precalentamiento y pulsos de alta tensión, lo que hace necesario utilizar un elemento adicional denominado arrancador.

Las lámparas de sodio de alta presión y mercurio halogenado necesitan de alta tensión para producir la primera descarga. El equipo necesario para producir las condiciones necesarias se denomina ignitor.





La luz es una manifestación de energía en forma de radiaciones electromagnéticas que afectan el órgano visual.

La luz visible se encuentra en una gama de frecuencias del espectro electromagnético que va desde los 380 a los 780 nanómetros, que se corresponde a los colores que van del violeta al rojo.

La luz se transmite a través del espacio mediante ondas electro-magnéticas. Por tratarse de un fenómeno de radiación presenta dos características fundamentales:

- Longitud de onda característica.
- Propagación en todas direcciones a partir de una fuente luminosa, a una velocidad de 300000 km/seg.

### Unidades

**Intensidad luminosa (I)** Es un parámetro que mide el brillo que emana de una fuente de luz, se mide en "candela" (brillo emitido por el platino a la temperatura de solidificación).

**Flujo luminoso ( $\Phi$ )** Da idea de la potencia lumínica que emite una fuente, su unidad es el "lumen" (flujo incidente sobre un casquete esférico de 1 m<sup>2</sup>, perteneciente a una esfera de 1 m. de radio en cuyo centro hay un foco de una candela)

Los diferentes tipos de producción de la luz (transformación de energía eléctrica en lumínica) dan origen a los distintos tipos de luminarias (básicamente incandescentes o de descarga).

A través del tiempo las lámparas han seguido un desarrollo constante con 3 objetivos básicos:

- Mejorar el rendimiento lumínico.
- Optimizar la reproducción cromática.
- Reducir su tamaño

Este avance se produjo en las siguientes etapas:

- 1879 - Lámpara incandescente con filamento de carbono.
- 1910 - Lámpara con filamento de tungsteno.
- 1930 - Lámpara de vapor de mercurio a alta presión.
- 1932 - Lámpara de vapor de sodio a baja presión.
- 1937 - Lámpara fluorescente.
- 1938 - Lámpara mezcladora.
- 1960 - Lámpara incandescente halógena.
- 1964 - Lámpara de halogenuros metálicos.
- 1965 - Lámpara de vapor de sodio a alta presión.
- 1972 - Lámpara incandescente halógena.
- 1977 - Lámpara fluorescente de alta eficiencia (a tres bandas).
- 1982 - Lámpara fluorescente compacta .
- 1986 - Lámpara compacta de halogenuros metálicos.

De todas las lámparas mencionadas salvo las incandescentes y las mezcladoras el resto necesita de un equipamiento auxiliar para su funcionamiento.

Algunas lámparas tubulares fluorescentes requieren para su arranque (iniciación del arco) condiciones de precalentamiento y pulsos de alta tensión, lo que hace necesario utilizar un elemento adicional denominado arrancador.

Las lámparas de sodio de alta presión y mercurio halogenado necesitan de alta tensión para producir

la primera descarga. El equipo necesario para producir las condiciones necesarias se denomina ignitor.

Además del Flujo y la Potencia Eléctrica las distintas fuentes luminosas tienen diversas características que es importante conocer, entre ellas se puede mencionar:

<b>Eficacia</b>	Las lámparas incandescentes son las que presentan una menor eficacia mientras que las de sodio a baja presión son las que poseen mayor eficacia.
<b>Vida útil</b>	Es el número de horas en que la lámpara emite un flujo luminoso económicamente rentable.
<b>Color de la luz</b>	Es una consecuencia de la longitud de onda de la luz emitida. En general es blanca, excepto en las de sodio que es amarillenta.
<b>Rendimiento en color</b>	Es una medida de la fidelidad en la reproducción de colores bajo distintas fuentes de luz.
<b>Pérdida de flujo luminoso</b>	Es la variación en las propiedades lumínicas a medida que transcurren las horas de uso; esta disminución es particularmente notable en las lámparas de sodio de alta presión.
<b>Conexión a la red</b>	Indican si se pueden conectar directamente o requieren un limitador de corriente como en el caso de las lámparas fluorescentes.
<b>Tamaño</b>	Se tiende a que las lámparas tengan el menor tamaño posible, destacándose las halógenas, por sus pequeñas dimensiones.
<b>Tiempo de encendido</b>	Es el tiempo que transcurre hasta que las lámparas emiten su flujo máximo.
<b>Posición de funcionamiento</b>	Casi todas las lámparas funcionan en cualquier posición excepto las de sodio a baja presión que deben instalarse horizontalmente.
<b>Reencendido</b>	Indica el tiempo que debe transcurrir desde un corte de energía hasta que la lámpara pueda volver a encenderse estando aún caliente.

Las lámparas incandescentes se usan principalmente para alumbrado interior (casas, oficinas, negocios) debido a su bajo costo, la facilidad de su instalación y a que funcionan en cualquier posición. No obstante su rendimiento es bajo debido a que parte de la energía consumida se transforma en calor.

Su funcionamiento se basa en el hecho de que un conductor atravesado por una corriente y calentado así a altas temperaturas emite radiaciones luminosas.

Cuanto mayor es la temperatura mayor es la emisión, por lo que el material se lleva hasta una temperatura cercana a la de fusión.

La más común es la lámpara de filamento, compuesta por tres partes: el bulbo, la base y el filamento. El filamento, que es de hilos de tungsteno arrollados permite alcanzar los 2100°C, y está colocado dentro de una ampolla al vacío.

Este tipo de lámparas se especifican por su potencia nominal y la cantidad de luz que producen

Se componen de un tubo de vidrio que contiene una pequeña cantidad de mercurio y de gas argón.

Se produce una descarga eléctrica entre dos electrodos situados en extremos opuestos, al pasar a través del vapor de mercurio se produce radiación ultravioleta. Esta radiación ejerce una fuerte acción luminosa sobre una sustancia con la que se recubre internamente el tubo (sustancia fluorescente).

Requieren un equipo complementario ya que el proceso de conducción eléctrica que se produce le confiere una característica de resistencia eléctrica negativa que llevaría a la inmediata destrucción de la lámpara por absorción de corriente ilimitada si se le aplicara una tensión distinta a la propia del arco.

Por lo tanto se debe colocar en serie un dispositivo que limite la corriente pico, para ello se usa una impedancia inductiva denominado balasto. Este reactor producirá una corriente en atraso con bajo factor de potencia, por lo que se requerirá un capacitor en paralelo con la línea para mejorar el factor de potencia.

Para la radiación del mercurio alcanza la tensión normal de 220 V., pero cuando la lámpara está fría se recurre a un dispositivo para iniciar la descarga denominado "arrancador". Consiste en una cápsula dentro de la cual hay dos electrodos y que permite, junto con el balasto, generar la alta tensión necesaria para el encendido de la lámpara.

La vida útil de estas lámparas es del orden de las 2500 horas, pero depende fundamentalmente del número de veces que se enciende y apaga. Por lo tanto, no debe utilizarse para servicios intermitentes.

El diseño de una instalación de iluminación con lámparas fluorescentes requiere el conocimiento de ciertas características de los distintos tipos disponibles, como el denominado "**efecto estroboscópico**".

El mismo consiste en un parpadeo que hace molesta la observación de piezas móviles iluminadas con luz fluorescente y es debido a la sinusoidalidad de la corriente alterna. En las lámparas incandescentes este efecto no se nota debido a la inercia térmica de los filamentos pero en las fluorescentes no existe esa inercia.

Para objetos fijos el ojo humano no alcanza a percibir el parpadeo, pero si iluminan un objeto en movimiento se produce una descomposición de la visión aparente. En el extremo, si la velocidad del objeto estuviera sincronizada con la variación lumínica, el objeto parecería detenido.

Para corregirlo se utiliza la conexión "TWO-LAMP", que consiste en colocar dos lámparas juntas con reactancias de distinto valor para desfazar la corriente. Si la red fuese trifásica se conectan 3 lámparas: una a cada fase de la red

Los fabricantes de tubos fluorescentes suelen contar con distintas alternativas de tonos de luz de acuerdo a la zona que se debe iluminar. Como ejemplo podemos mencionar a la línea Lumilux de Osram, que incluye:

**Color de la luz**

**Empleos**

**Blanco frío (cool white)**

para iluminar zonas de trabajos manuales

**Blanco de lujo (deluxe cool white)**

Usos similares al anterior, pero al contener más rojo se enfatizan los tonos de la piel y se favorece la apariencia de las personas. También se utilizan para mejorar la presentación de vegetales verdes, carnes, etc.

**Blanco cálido**

Para ambientes con iluminación general más agradable

**Blanco (white)**

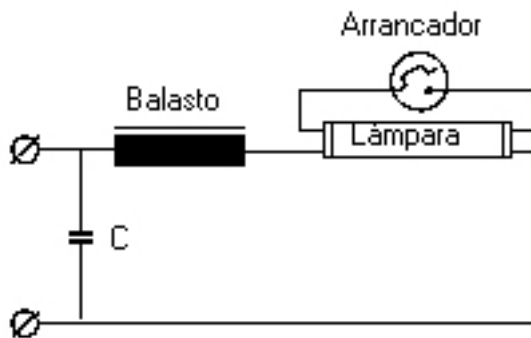
Para aplicaciones generales de iluminación en oficinas, escuelas, almacenes y casas donde la atmósfera de trabajo no es crítica. Enfatizan los colores amarillos, verdes y naranjas; sin embargo son usadas muy raramente.

**Luz día (daylight)**

Para iluminar actividades que requieran gran precisión en el manejo de los colores.

El tipo de blanco a utilizar depende de los efectos deseados. Las versiones "de lujo" emplean una segunda capa de fósforo, lo que permite colores más naturales, pero a costa de una menor eficiencia.

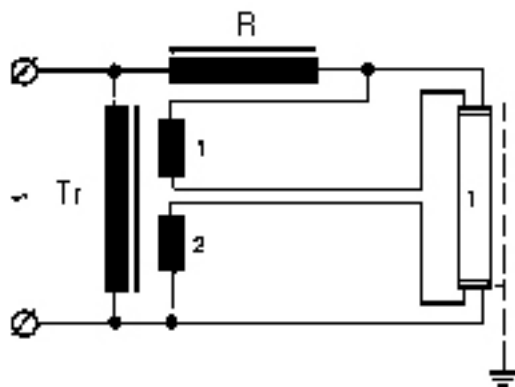
También existen lámparas fluorescentes de colores especiales (verdes, rojos, etc) que se emplean para espectáculos, avisos, etc.



**Encendido con**

**arrancador:** un precalentamiento inicial de cátodos proporcionado por la corriente de encendido que se establece al cerrar el circuito del arrancador. Cuando éste se abre salta el arco en la lámpara y la corriente queda limitada por el balasto.

El capacitor no tiene más finalidad que corregir el factor de potencia del conjunto y su colocación es opcional.



**Arranque rápido sin**

**arrancador:** El precalentamiento de cátodos se obtiene a través de bajas tensiones creadas en arrollamientos incluidos en el balasto.

Otros tipos de lámparas fluorescentes son:

**Arranque instantáneo:** Fue desarrollada para eliminar los dispositivos de arranque y lograr un encendido más rápido. No necesita precalentamiento de cátodos, produciéndose el arranque en frío, provocada por la elevada tensión de encendido que proporciona el balasto. Se las conoce con el nombre de "Slimline".

**Lámparas compactas:** Si bien no están normalizadas, han adquirido gran difusión por su bajo consumo. Tienen el mismo fundamento constructivo y se caracterizan por su forma reducida, haciendo el tubo de descarga en dos o cuatro tramos, lo que permite colocarlas en alojamientos en los que la lámpara rectilínea de igual potencia no era posible.

Considerando la forma de realizar el calentamiento de los cátodos los balastos pueden ser:

- De encendido por arrancador.
- De encendido sin arrancador o arranque rápido.
- De arranque instantáneo.

Considerando la tensión necesaria para encender las lámparas se tienen:

- Reactancias de choque o Reactor, cuando la tensión de la red es suficiente para encender la lámpara y el balasto sólo limita la corriente.
- Reactancia de dispersión o Autotransformador de dispersión, cuando es necesario elevar la tensión de la red además de limitar la corriente.



Los arrancadores son dispositivos auxiliares para el encendido de las lámparas, existiendo tres tipos principales:

**De destellos**

Está formado por una ampolla de vidrio llena de un gas inerte a baja presión (normalmente neón o argón), dentro de la cual hay dos electrodos, uno de los cuales o ambos son laminillas bimetálicas, que forman un interruptor normalmente abierto. En paralelo con los electrodos se halla conectado un capacitor para eliminar las radiointerferencias. Todo el conjunto se aloja en un recipiente cilíndrico de aluminio o de material aislante en el que se incluye una placa con dos contactos para su fijación. El arrancador se intercala en serie con los electrodos de la lámpara (en el medio de ellos).

**De destellos con botón de reposición (reset)**

Tienen incorporado un micro relé con reset. En funcionamiento normal es equivalente al anterior, pero cuando el tubo no enciende produce la desconexión del circuito de la lámpara evitando peligrosas sobrecorrientes sobre el balasto.

**Electrónicos**

Es un dispositivo electrónico de estado sólido cuyo funcionamiento se basa en abrir y cerrar el circuito para que el balasto produzca picos de alta tensión y encienda la lámpara.

Son aquéllas en las que el gas contenido en el tubo de descarga opera a presiones y densidades de corriente suficientes para producir la radiación visible deseada. Su evolución y amplia aplicación se debe a:

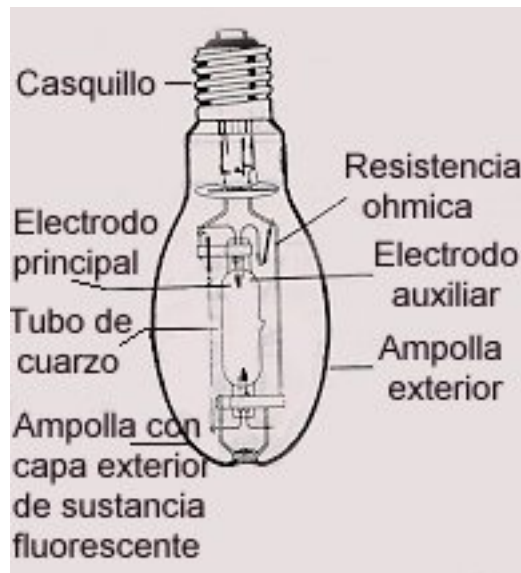
- Alta eficiencia luminosa.
- Fuente de luz compacta, lo que permite un buen control de la luz con el uso de sistemas reflectores adecuados.
- Mayor vida útil y mantenimiento del flujo luminoso que en los tubos fluorescentes.

Los tipos que actualmente se utilizan son:

- Mercurio de alta presión.
- Sodio de alta presión.
- Mercurio halogenado.
- Sodio de baja presión.

Su principio de funcionamiento es similar al de los tubos fluorescentes, pero su rendimiento luminoso es superior (60 lm/W) debido principalmente a la mayor presión en el tubo de descarga.

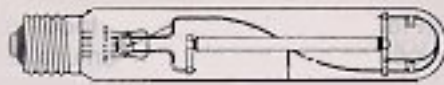
La lámpara está constituida por una ampolla interior de cuarzo que por su elevado punto de fusión puede soportar la temperatura del arco de descarga. En los extremos de este tubo se encuentran los electrodos de wolframio impregnados de sustancia emisora de electrones y próximo a uno de ellos hay un tercer electrodo auxiliar de encendido, conectado a través de una resistencia óhmica de alto valor.



Están constituídas por un tubo de descarga de óxido de aluminio capaz de resistir temperaturas de 1000°C y la acción química del vapor de sodio a esas temperaturas que permite transmitir el 90% de la luz visible producida por la descarga eléctrica en su interior. Está cerrado mediante tapones de corindón sintético en los que se soportan los electrodos. En su interior se encuentra una amalgama de sodio y mercurio en atmósfera de xenón a elevada presión.

El tubo de descarga se aloja en el interior de una ampolla de vidrio duro resistente a la intemperie, que le sirve de protección y de aislamiento eléctrico y térmico.

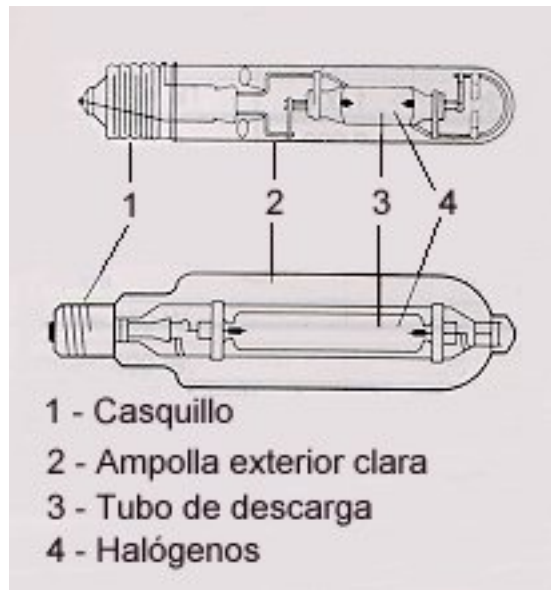
Constitución de un lámpara de vapor de sodio de alta presión



La constitución de estas lámparas es similar a las de vapor de mercurio, de las que se diferencian en que además del mercurio contienen halógenos de tierras raras, como Disproseo, Holmio y Tulio, con lo que se obtienen mayores rendimientos luminosos (95 Lm/W) y, sobre todo, una mejor reproducción cromática.

El tubo de descarga es de cristal de cuarzo con un electrodo de Wolframio, recubierto de un material emisor de electrones.

El bulbo exterior es de vidrio duro y sirve de aislamiento eléctrico y térmico al igual que en los otros tipos de lámparas de descarga. En algunos tipos este bulbo se encuentra recubierto interiormente de una capa fluorescente similar a las de vapor de mercurio de alta presión, pero en este caso la influencia luminosa de este recubrimiento es muy pequeña.



La adición de halógenos hace necesaria una tensión de encendido superior a la que las redes normales pueden suministrar, por lo que necesitan, salvo raras excepciones un ignitor que proporcione tensiones de pico entre 0,8 y 5 kV.

El período de arranque es de 3 a 5 minutos, hasta que la lámpara da el flujo luminoso previsto y el de reencendido de 10 a 20 minutos, dependiendo del tipo de luminaria y de la potencia de la lámpara. Para el reencendido instantáneo es necesario aplicar tensiones de pico superiores a 25 kV., por lo que sólo son adecuadas las lámparas previstas para ello; se debe tener en cuenta esta tensión al seleccionar los equipos y materiales de la instalación.



Todas las lámparas de descarga tienen resistencia negativa por lo que necesitan un dispositivo externo que limite la corriente cuando se les aplica tensión; el dispositivo empleado es el **balasto**.

a) Cuando la tensión de la red es suficiente para arrancar y mantener el arco de la lámpara se utilizan reactores serie formados por una simple bobina con un núcleo magnético; pero la regulación de potencia no es muy buena, y una variación de tensión del orden del 10% ocasiona una variación de potencia del 20/25%.

Agregando un capacitor en paralelo con la línea se consigue mejorar el factor de potencia a aproximadamente 0,9.

b) Para zonas en donde la tensión de red es inestable se emplean circuitos con capacitores en serie; permite funcionar con tensiones de red de hasta 140 V.

c) Cuando la tensión de la red es insuficiente para lograr el arranque de la lámpara se hace necesario utilizar balastos autotransformadores, los cuales elevan la tensión hasta el valor preciso para arrancar y mantener el arco de la lámpara. Para la corrección del factor de potencia se emplean capacitores de gran capacidad.

Las lámparas de sodio de alta presión, las de sodio de baja presión y las de mercurio halogenado necesitan que se les aplique una tensión mayor que la de la red para provocar la descarga, para ello se emplea el **ignitor**.

Su función es superponer uno o más pulsos de alta tensión (normalmente de 1 a 5 kV.) sobre la tensión de la lámpara para que se produzca la descarga. Una vez que encendió, el ignitor deja de emitir pulsos inmediatamente.

Siempre que sea posible se debe colocar el conjunto Balasto + Ignitor junto a la lámpara a una distancia no mayor de 2 metros para evitar tener en cuenta las capacidades que provocan los cables de conexión.

Acercándonos al año 2000 nuevos desarrollos y nuevas técnicas elevan la relación confort - hombre - iluminación. Lámparas compactas, tubos fluorescentes de última generación, lámparas de descarga de baja potencia para uso domiciliario, sensores de presencia aplicados a la iluminación, sensores de luz ambiente con dimming inteligente, transformadores y balastos electrónicos, edificios inteligentes y la domótica.

Los balastos electrónicos reemplazan al conjunto convencional balasto + arrancador, adquiriendo el sistema completo: balasto + tubo las siguientes ventajas respecto al sistema anterior:

- Elimina el efecto estroboscópico al funcionar en alta frecuencia.
- No produce zumbido ni vibraciones audibles.
- Funciona y arranca con distintos márgenes de tensión de línea y en diferentes condiciones de temperatura, presión y humedad.
- Ahorro de energía del 30 al 40% con el mismo nivel de iluminación.
- Alarga la vida útil de los tubos en un 30%.
- Arranca instantáneamente sin parpadeos en los tubos.

Se consiguen en plaza elementos para uso profesional o industrial que además de las ventajas anteriores corrigen el factor de potencia de los equipos a valores superiores a 0,95.

Además del Flujo y la Potencia Eléctrica las distintas fuentes luminosas tienen diversas características que es importante conocer, entre ellas se puede mencionar:

<b>Eficacia</b>	Las lámparas incandescentes son las que presentan una menor eficacia mientras que las de sodio a baja presión son las que poseen mayor eficacia.
<b>Vida útil</b>	Es el número de horas en que la lámpara emite un flujo luminoso económicamente rentable.
<b>Color de la luz</b>	Es una consecuencia de la longitud de onda de la luz emitida. En general es blanca, excepto en las de sodio que es amarillenta.
<b>Rendimiento en color</b>	Es una medida de la fidelidad en la reproducción de colores bajo distintas fuentes de luz.
<b>Pérdida de flujo luminoso</b>	Es la variación en las propiedades lumínicas a medida que transcurren las horas de uso; esta disminución es particularmente notable en las lámparas de sodio de alta presión.
<b>Conexión a la red</b>	Indican si se pueden conectar directamente o requieren un limitador de corriente como en el caso de las lámparas fluorescentes.
<b>Tamaño</b>	Se tiende a que las lámparas tengan el menor tamaño posible, destacándose las halógenas, por sus pequeñas dimensiones.
<b>Tiempo de encendido</b>	Es el tiempo que transcurre hasta que las lámparas emiten su flujo máximo.
<b>Posición de funcionamiento</b>	Casi todas las lámparas funcionan en cualquier posición excepto las de sodio a baja presión que deben instalarse horizontalmente.
<b>Reencendido</b>	Indica el tiempo que debe transcurrir desde un corte de energía hasta que la lámpara pueda volver a encenderse estando aún caliente.



Las lámparas incandescentes se usan principalmente para alumbrado interior (casas, oficinas, negocios) debido a su bajo costo, la facilidad de su instalación y a que funcionan en cualquier posición. No obstante su rendimiento es bajo debido a que parte de la energía consumida se transforma en calor.

Su funcionamiento se basa en el hecho de que un conductor atravesado por una corriente y calentado así a altas temperaturas emite radiaciones luminosas.

Cuanto mayor es la temperatura mayor es la emisión, por lo que el material se lleva hasta una temperatura cercana a la de fusión.

La más común es la lámpara de filamento, compuesta por tres partes: el bulbo, la base y el filamento. El filamento, que es de hilos de tungsteno arrollados permite alcanzar los 2100°C, y está colocado dentro de una ampolla al vacío.

Este tipo de lámparas se especifican por su potencia nominal y la cantidad de luz que producen

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

Se componen de un tubo de vidrio que contiene una pequeña cantidad de mercurio y de gas argón.

Se produce una descarga eléctrica entre dos electrodos situados en extremos opuestos, al pasar a través del vapor de mercurio se produce radiación ultravioleta. Esta radiación ejerce una fuerte acción luminosa sobre una sustancia con la que se recubre internamente el tubo (sustancia fluorescente).

Requieren un equipo complementario ya que el proceso de conducción eléctrica que se produce le confiere una característica de resistencia eléctrica negativa que llevaría a la inmediata destrucción de la lámpara por absorción de corriente ilimitada si se le aplicara una tensión distinta a la propia del arco.

Por lo tanto se debe colocar en serie un dispositivo que limite la corriente pico, para ello se usa una impedancia inductiva denominado balasto. Este reactor producirá una corriente en atraso con bajo factor de potencia, por lo que se requerirá un capacitor en paralelo con la línea para mejorar el factor de potencia.

Para la radiación del mercurio alcanza la tensión normal de 220 V., pero cuando la lámpara está fría se recurre a un dispositivo para iniciar la descarga denominado "arrancador". Consiste en una cápsula dentro de la cual hay dos electrodos y que permite, junto con el balasto, generar la alta tensión necesaria para el encendido de la lámpara.

La vida útil de estas lámparas es del orden de las 2500 horas, pero depende fundamentalmente del número de veces que se enciende y apaga. Por lo tanto, no debe utilizarse para servicios intermitentes.

El diseño de una instalación de iluminación con lámparas fluorescentes requiere el conocimiento de ciertas características de los distintos tipos disponibles, como el denominado "**efecto estroboscópico**".

El mismo consiste en un parpadeo que hace molesta la observación de piezas móviles iluminadas con luz fluorescente y es debido a la sinusidad de la corriente alterna. En las lámparas incandescentes este efecto no se nota debido a la inercia térmica de los filamentos pero en las fluorescentes no existe esa inercia.

Para objetos fijos el ojo humano no alcanza a percibir el parpadeo, pero si iluminan un objeto en movimiento se produce una descomposición de la visión aparente. En el extremo, si la velocidad del objeto estuviera sincronizada con la variación lumínica, el objeto parecería detenido.

Para corregirlo se utiliza la conexión "TWO-LAMP", que consiste en colocar dos lámparas juntas con reactancias de distinto valor para desfazar la corriente. Si la red fuese trifásica se conectan 3 lámparas: una a cada fase de la red

Los fabricantes de tubos fluorescentes suelen contar con distintas alternativas de tonos de luz de acuerdo a la zona que se debe iluminar. Como ejemplo podemos mencionar a la línea Lumilux de Osram, que incluye:

#### **Color de la luz**

#### **Empleos**

##### **Blanco frío (cool white)**

para iluminar zonas de trabajos manuales

##### **Blanco de lujo (deluxe cool white)**

Usos similares al anterior, pero al contener más rojo se enfatizan los tonos de la piel y se favorece la apariencia de las personas. También se utilizan para mejorar la presentación de vegetales verdes, carnes, etc.

##### **Blanco cálido**

Para ambientes con iluminación general más agradable

##### **Blanco (white)**

Para aplicaciones generales de iluminación en oficinas, escuelas, almacenes y casas donde la atmósfera de trabajo no es crítica. Enfatizan los colores amarillos, verdes y naranjas; sin embargo son usadas muy raramente.

## Luz día (daylight)

Para iluminar actividades que requieran gran precisión en el manejo de los colores.

El tipo de blanco a utilizar depende de los efectos deseados. Las versiones "de lujo" emplean una segunda capa de fósforo, lo que permite colores más naturales, pero a costa de una menor eficiencia.

También existen lámparas fluorescentes de colores especiales (verdes, rojos, etc) que se emplean para espectáculos, avisos, etc.

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

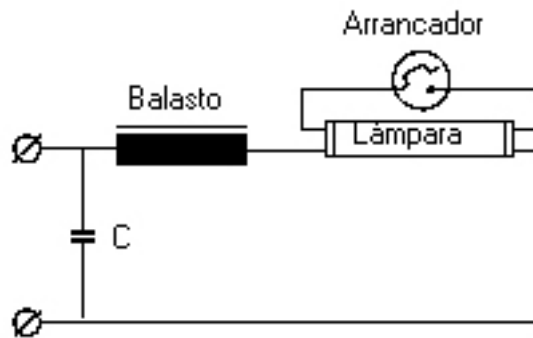
[9](#)

[10](#)

[11](#)

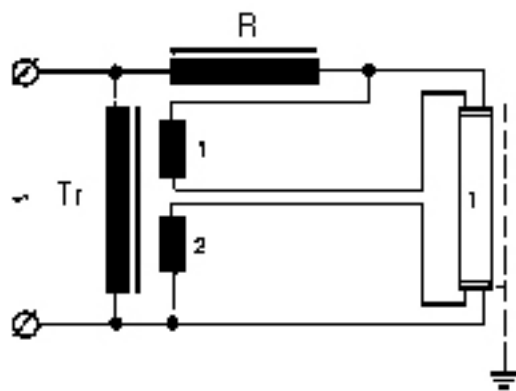
[12](#)

[13](#)

**Encendido con****arrancador:**

un precalentamiento inicial de cátodos proporcionado por la corriente de encendido que se establece al cerrar el circuito del arrancador. Cuando éste se abre salta el arco en la lámpara y la corriente queda limitada por el balasto.

El capacitor no tiene más finalidad que corregir el factor de potencia del conjunto y su colocación es opcional.

**Arranque rápido sin****arrancador:**

El precalentamiento de cátodos se obtiene a través de bajas tensiones creadas en arrollamientos incluidos en el balasto.

Otros tipos de lámparas fluorescentes son:

**Arranque instantáneo:** Fue desarrollada para eliminar los dispositivos de arranque y lograr un encendido más rápido. No necesita precalentamiento de cátodos, produciéndose el arranque en frío, provocada por la elevada tensión de encendido que proporciona el balasto. Se las conoce con el nombre de "Slimline".

**Lámparas compactas:** Si bien no están normalizadas, han adquirido gran difusión por su bajo consumo. Tienen el mismo fundamento constructivo y se caracterizan por su forma reducida, haciendo el tubo de descarga en dos o cuatro tramos, lo que permite colocarlas en alojamientos en los que la lámpara rectilínea de igual potencia no era posible.

Considerando la forma de realizar el calentamiento de los cátodos los balastos pueden ser:

- De encendido por arrancador.
- De encendido sin arrancador o arranque rápido.
- De arranque instantáneo.

Considerando la tensión necesaria para encender las lámparas se tienen:

- Reactancias de choque o Reactor, cuando la tensión de la red es suficiente para encender la lámpara y el balasto sólo limita la corriente.
- Reactancia de dispersión o Autotransformador de dispersión, cuando es necesario elevar la tensión de la red además de limitar la corriente.

Los arrancadores son dispositivos auxiliares para el encendido de las lámparas, existiendo tres tipos principales:

**De destellos**

Está formado por una ampolla de vidrio llena de un gas inerte a baja presión (normalmente neón o argón), dentro de la cual hay dos electrodos, uno de los cuales o ambos son laminillas bimetálicas, que forman un interruptor normalmente abierto. En paralelo con los electrodos se halla conectado un capacitor para eliminar las radiointerferencias. Todo el conjunto se aloja en un recipiente cilíndrico de aluminio o de material aislante en el que se incluye una placa con dos contactos para su fijación. El arrancador se intercala en serie con los electrodos de la lámpara (en el medio de ellos).

**De destellos con botón de reposición (reset)**

Tienen incorporado un micro relé con reset. En funcionamiento normal es equivalente al anterior, pero cuando el tubo no enciende produce la desconexión del circuito de la lámpara evitando peligrosas sobrecorrientes sobre el balasto.

**Electrónicos**

Es un dispositivo electrónico de estado sólido cuyo funcionamiento se basa en abrir y cerrar el circuito para que el balasto produzca picos de alta tensión y encienda la lámpara.

Son aquéllas en las que el gas contenido en el tubo de descarga opera a presiones y densidades de corriente suficientes para producir la radiación visible deseada. Su evolución y amplia aplicación se debe a:

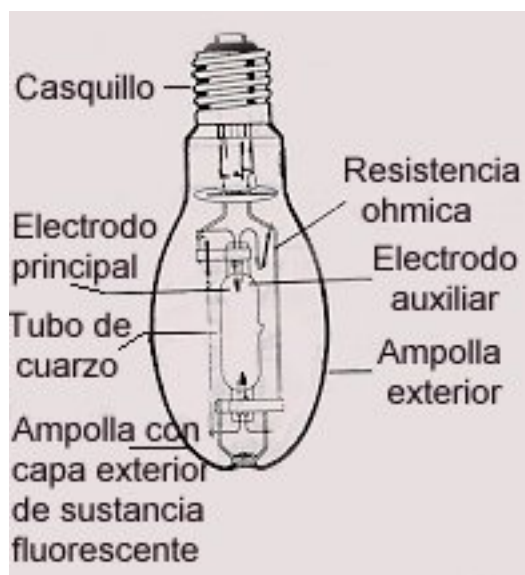
- Alta eficiencia luminosa.
- Fuente de luz compacta, lo que permite un buen control de la luz con el uso de sistemas reflectores adecuados.
- Mayor vida útil y mantenimiento del flujo luminoso que en los tubos fluorescentes.

Los tipos que actualmente se utilizan son:

- Mercurio de alta presión.
- Sodio de alta presión.
- Mercurio halogenado.
- Sodio de baja presión.

Su principio de funcionamiento es similar al de los tubos fluorescentes, pero su rendimiento luminoso es superior (60 lm/W) debido principalmente a la mayor presión en el tubo de descarga.

La lámpara está constituida por una ampolla interior de cuarzo que por su elevado punto de fusión puede soportar la temperatura del arco de descarga. En los extremos de este tubo se encuentran los electrodos de wolframio impregnados de sustancia emisora de electrones y próximo a uno de ellos hay un tercer electrodo auxiliar de encendido, conectado a través de una resistencia óhmica de alto valor.

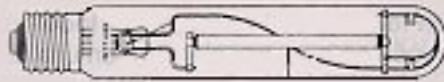




Están constituídas por un tubo de descarga de óxido de aluminio capaz de resistir temperaturas de 1000°C y la acción química del vapor de sodio a esas temperaturas que permite transmitir el 90% de la luz visible producida por la descarga eléctrica en su interior. Está cerrado mediante tapones de corindón sintético en los que se soportan los electrodos. En su interior se encuentra una amalgama de sodio y mercurio en atmósfera de xenón a elevada presión.

El tubo de descarga se aloja en el interior de una ampolla de vidrio duro resistente a la intemperie, que le sirve de protección y de aislamiento eléctrico y térmico.

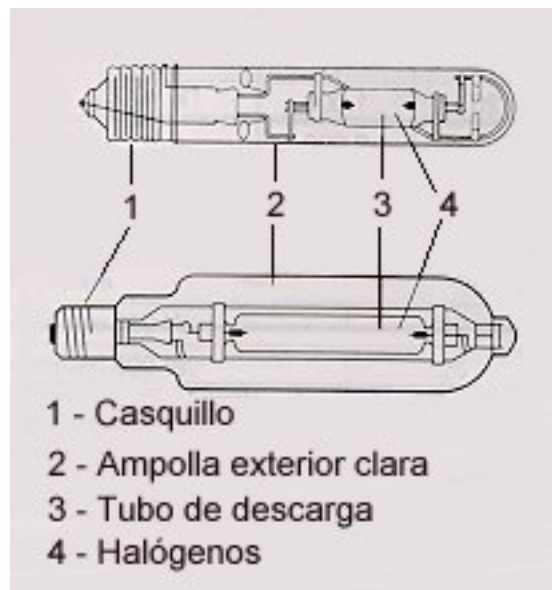
Constitución de un lámpara de vapor de sodio de alta presión



La constitución de estas lámparas es similar a las de vapor de mercurio, de las que se diferencian en que además del mercurio contienen halógenos de tierras raras, como Disproseo, Holmio y Tulio, con lo que se obtienen mayores rendimientos luminosos (95 Lm/W) y, sobre todo, una mejor reproducción cromática.

El tubo de descarga es de cristal de cuarzo con un electrodo de Wolframio, recubierto de un material emisor de electrones.

El bulbo exterior es de vidrio duro y sirve de aislamiento eléctrico y térmico al igual que en los otros tipos de lámparas de descarga. En algunos tipos este bulbo se encuentra recubierto interiormente de una capa fluorescente similar a las de vapor de mercurio de alta presión, pero en este caso la influencia luminosa de este recubrimiento es muy pequeña.



La adición de halógenos hace necesaria una tensión de encendido superior a la que las redes normales pueden suministrar, por lo que necesitan, salvo raras excepciones un ignitor que proporcione tensiones de pico entre 0,8 y 5 kV.

El período de arranque es de 3 a 5 minutos, hasta que la lámpara da el flujo luminoso previsto y el de reencendido de 10 a 20 minutos, dependiendo del tipo de luminaria y de la potencia de la lámpara. Para el reencendido instantáneo es necesario aplicar tensiones de pico superiores a 25 kV., por lo que sólo son adecuadas las lámparas previstas para ello; se debe tener en cuenta esta tensión al seleccionar los equipos y materiales de la instalación.



Todas las lámparas de descarga tienen resistencia negativa por lo que necesitan un dispositivo externo que limite la corriente cuando se les aplica tensión; el dispositivo empleado es el **balasto**.

a) Cuando la tensión de la red es suficiente para arrancar y mantener el arco de la lámpara se utilizan reactores serie formados por una simple bobina con un núcleo magnético; pero la regulación de potencia no es muy buena, y una variación de tensión del orden del 10% ocasiona una variación de potencia del 20/25%.

Agregando un capacitor en paralelo con la línea se consigue mejorar el factor de potencia a aproximadamente 0,9.

b) Para zonas en donde la tensión de red es inestable se emplean circuitos con capacitores en serie; permite funcionar con tensiones de red de hasta 140 V.

c) Cuando la tensión de la red es insuficiente para lograr el arranque de la lámpara se hace necesario utilizar balastos autotransformadores, los cuales elevan la tensión hasta el valor preciso para arrancar y mantener el arco de la lámpara. Para la corrección del factor de potencia se emplean capacitores de gran capacidad.

Las lámparas de sodio de alta presión, las de sodio de baja presión y las de mercurio halogenado necesitan que se les aplique una tensión mayor que la de la red para provocar la descarga, para ello se emplea el **ignitor**.

Su función es superponer uno o más pulsos de alta tensión (normalmente de 1 a 5 kV.) sobre la tensión de la lámpara para que se produzca la descarga. Una vez que encendió, el ignitor deja de emitir pulsos inmediatamente.

Siempre que sea posible se debe colocar el conjunto Balasto + Ignitor junto a la lámpara a una distancia no mayor de 2 metros para evitar tener en cuenta las capacidades que provocan los cables de conexión.

Acercándonos al año 2000 nuevos desarrollos y nuevas técnicas elevan la relación confort - hombre - iluminación. Lámparas compactas, tubos fluorescentes de última generación, lámparas de descarga de baja potencia para uso domiciliario, sensores de presencia aplicados a la iluminación, sensores de luz ambiente con dimming inteligente, transformadores y balastos electrónicos, edificios inteligentes y la domótica.

Los balastos electrónicos reemplazan al conjunto convencional balasto + arrancador, adquiriendo el sistema completo: balasto + tubo las siguientes ventajas respecto al sistema anterior:

- Elimina el efecto estroboscópico al funcionar en alta frecuencia.
- No produce zumbido ni vibraciones audibles.
- Funciona y arranca con distintos márgenes de tensión de línea y en diferentes condiciones de temperatura, presión y humedad.
- Ahorro de energía del 30 al 40% con el mismo nivel de iluminación.
- Alarga la vida útil de los tubos en un 30%.
- Arranca instantáneamente sin parpadeos en los tubos.

Se consiguen en plaza elementos para uso profesional o industrial que además de las ventajas anteriores corrigen el factor de potencia de los equipos a valores superiores a 0,95.

Una de las formas de proveer protección contra contactos es la utilización de cubiertas o envolturas que aíslen o separen de las partes con tensión. En esos casos es importante determinar la eficacia de esa protección ante influencias externas y para ello es necesario clasificarlas adecuadamente.

Aparte de los efectos eléctricos, térmicos o químicos que pueden atacar esas envolturas se debe analizar las influencias mecánicas que pueden llegar a disminuir o anular las propiedades de aislación o separación que ellas proveen.

Siguiendo los lineamientos internacionales, la norma IRAM 2444 especifica las envolturas de equipo eléctrico sobre la base del grado de protección que proporciona. En tal sentido establece una clasificación en función del grado de protección en:

- a)** Protección de las personas contra contactos o cercanías de partes bajo tensión y contactos con piezas en movimiento interiores a la envoltura y protección del equipo contra penetración de cuerpos sólidos extraños.
- b)** Protección del equipo contra los efectos de la penetración de líquidos.
- c)** Protección proporcionada por las envolturas contra daños mecánicos producidos por impactos.

La designación para indicar los grados de protección está constituida por las siglas IP seguida de tres cifras (denominadas cifras características) que indican el nivel de protección a los puntos a) b) y c) anteriores y cuya interpretación se desarrollará a continuación.

En ocasiones se emplea una letra adicional al final que determina condiciones suplementarias.

A título de ejemplo, una denominación IP 21 indicaría protegido contra caída vertical de gotas de agua, contra cuerpos mayores de 12 mm. como ser los dedos de una mano.

**Primera cifra característica****Descripción abreviada****Definición del grado de protección:**

<b>0</b>	No protegido	No tiene protección especial.
<b>1</b>	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 50 mm.	Una gran superficie del cuerpo humano (ej. la mano) o cuerpos sólidos mayores de 50 mm de diámetro.
<b>2</b>	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 12 mm.	Una superficie del cuerpo humano (ej. los dedos) o cuerpos sólidos análogos que no superen los 12 mm de diámetro.
<b>3</b>	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 2,5 mm.	Herramientas, alambres, etc. de espesor mayor de 2,5 mm. Cuerpos sólidos mayores de 2,5 mm de diámetro.
<b>4</b>	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 1 mm.	Alambres o tiras de espesor mayor de 1 mm. Cuerpos sólidos mayores de 1 mm de diámetro.
<b>5</b>	Protegido contra el polvo.	Sólo se admite la penetración de polvo que no perjudique el buen funcionamiento del equipo.
<b>6</b>	Totalmente protegido contra el polvo.	No hay penetración de polvo.

**Segunda cifra característica****Descripción abreviada****Definición del grado de protección:**

0	No protegido	No tiene protección especial.
1	Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua (goteo).	Las gotas de agua (que caen verticalmente) no deben tener efectos nocivos.
2	Protegido contra las caídas de gotas de agua (goteo), en superficies inclinadas.	Las caídas verticales de gotas de agua no deben tener efectos nocivos cuando la envoltura está inclinada hasta 15° respecto de su posición normal.
3	Protegido contra lluvia de agua.	El agua, cayendo en forma de lluvia en un ángulo menor a 60° respecto de la vertical, no debe tener efectos nocivos.
4	Protegido contra las proyecciones de agua.	El agua, proyectada en todas las direcciones contra la envoltura, no debe tener efectos nocivos.
5	Protegido contra chorros de agua.	El agua, proyectada con una lanza en todas las direcciones contra la envoltura, no debe tener efectos nocivos.
6	Protegido contra golpes de mar.	Bajo el efecto de chorros potentes, el agua no debe entrar en la envoltura en cantidad nociva.
7	Protegido contra los efectos de la inmersión.	Sometida la envoltura a agua bajo presión no debe ser posible la penetración de agua en cantidad nociva.
8	Protegido contra la inmersión prolongada.	El equipo se usará en inmersión prolongada en agua en las condiciones fijadas por el fabricante.

La tercera cifra característica escrita después de las letras IP y las dos primeras cifras características indica el grado de protección proporcionados por las envolturas contra daños mecánicos producidos por impactos. Los diferentes grados de protección se designan con los números 0 (sin protección), 1,3,5,7 y 9.



Es un concepto utilizado habitualmente para definir la temperatura para la que están diseñados los alambres esmaltados empleados en los bobinados de motores, siendo:

- Clase A - 105°C.
- Clase B - 130°C.
- Clase F - 155°C.
- Clase H - 180°C.

<b>Primera cifra característica</b>	<b>Descripción abreviada</b>	<b>Definición del grado de protección:</b>
<b>0</b>	No protegido	No tiene protección especial.
<b>1</b>	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 50 mm.	Una gran superficie del cuerpo humano (ej. la mano) o cuerpos sólidos mayores de 50 mm de diámetro.
<b>2</b>	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 12 mm.	Una superficie del cuerpo humano (ej. los dedos) o cuerpos sólidos análogos que no superen los 12 mm de diámetro.
<b>3</b>	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 2,5 mm.	Herramientas, alambres, etc. de espesor mayor de 2,5 mm. Cuerpos sólidos mayores de 2,5 mm de diámetro.
<b>4</b>	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 1 mm.	Alambres o tiras de espesor mayor de 1 mm. Cuerpos sólidos mayores de 1 mm de diámetro.
<b>5</b>	Protegido contra el polvo.	Sólo se admite la penetración de polvo que no perjudique el buen funcionamiento del equipo.
<b>6</b>	Totalmente protegido contra el polvo.	No hay penetración de polvo.

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

**Segunda cifra característica**

**Descripción abreviada**

**Definición del grado de protección:**

0	No protegido	No tiene protección especial.
1	Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua (goteo).	Las gotas de agua (que caen verticalmente) no deben tener efectos nocivos.
2	Protegido contra las caídas de gotas de agua (goteo), en superficies inclinadas.	Las caídas verticales de gotas de agua no deben tener efectos nocivos cuando la envoltura está inclinada hasta 15° respecto de su posición normal.
3	Protegido contra lluvia de agua.	El agua, cayendo en forma de lluvia en un ángulo menor a 60° respecto de la vertical, no debe tener efectos nocivos.
4	Protegido contra las proyecciones de agua.	El agua, proyectada en todas las direcciones contra la envoltura, no debe tener efectos nocivos.
5	Protegido contra chorros de agua.	El agua, proyectada con una lanza en todas las direcciones contra la envoltura, no debe tener efectos nocivos.
6	Protegido contra golpes de mar.	Bajo el efecto de chorros potentes, el agua no debe entrar en la envoltura en cantidad nociva.
7	Protegido contra los efectos de la inmersión.	Sometida la envoltura a agua bajo presión no debe ser posible la penetración de agua en cantidad nociva.
8	Protegido contra la inmersión prolongada.	El equipo se usará en inmersión prolongada en agua en las condiciones fijadas por el fabricante.

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)



La tercera cifra característica escrita después de las letras IP y las dos primeras cifras características indica el grado de protección proporcionados por las envolturas contra daños mecánicos producidos por impactos. Los diferentes grados de protección se designan con los números 0 (sin protección), 1,3,5,7 y 9.

*menú*

*índice*

1

2

3

4

5

Es un concepto utilizado habitualmente para definir la temperatura para la que están diseñados los alambres esmaltados empleados en los bobinados de motores, siendo:

- Clase A - 105°C.
- Clase B - 130°C.
- Clase F - 155°C.
- Clase H - 180°C.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)



## Nociones Básicas de Electricidad

*Cap. 1*



**1** Electricidad - Generalidades



**2** Relación entre la potencia, la tensión y la corriente eléctrica



**3** Fórmulas Básicas - Ley de Ohm



**4** Tipos de Corrientes



**5** Circuitos con cargas en serie y en paralelo - Resistencia equivalente



**6** Definiciones de Términos eléctricos



**7** Instalaciones de BT - Generalidades



**8** Instalaciones de BT - Líneas o Circuitos Eléctricos



**9** Instalaciones de BT - Equipamientos



**10** Instalaciones de BT - Elementos de Maniobra y Protección



**11** Sistemas de Distribución - Tensiones



**12** Generación, transmisión y distribución



**13** Símbolos eléctricos

La electricidad es una forma de energía que sólo se percibe por sus efectos, y los mismos son posibles debido a dos factores: la **Tensión** y la **Corriente eléctrica**.

En los conductores existen partículas invisibles llamadas electrones libres que están en constante movimiento en forma desordenada.

Para que estos electrones libres pasen a tener un movimiento ordenado es necesario ejercer una fuerza que los mueva. Esta fuerza recibe el nombre de tensión eléctrica (U), medida en Volt (V).

Ese movimiento ordenado de los electrones libres dentro de los cables, provocado por la acción de la tensión, forma una corriente de electrones llamada corriente eléctrica (I), medida en Ampere (A).

Decíamos anteriormente que la tensión eléctrica produce un movimiento de los electrones en forma ordenada, dando origen a la corriente eléctrica. Con esa corriente una lámpara se enciende y produce calor con una cierta intensidad.

Esa intensidad de luz y calor son los efectos que percibimos al transformarse la potencia eléctrica en potencia luminosa (luz) y potencia térmica (calor).

Cómo conclusión podemos decir que para haber potencia eléctrica debe haber tensión y corriente eléctrica.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

# manual

*capítulo*

*tema desarrollado*

 **1**

**Nociones Básicas de Electricidad**

---

 **2**

**Seguridad y Protección Eléctrica**

---

 **3**

**Medidas de protección a las personas y a los edificios**

---





## Seguridad y Protección Eléctricas

*Cap. 2*



### **1 Seguridad en Trabajos y Maniobras Eléctricas**



### **2 Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas**



### **3 Elementos de Protección para el Personal**



### **4 Peligros de la Corriente eléctrica**



### **5 Peligros de la Corriente eléctrica - Influencia de la corriente**



### **6 Peligros de la Corriente eléctrica - Influencia del tiempo de contacto**



### **7 Peligros de la Corriente eléctrica - Influencia de la tensión**



### **8 Peligros de la Corriente eléctrica - Influencia de la frecuencia de la corriente**



### **9 Peligros de la Corriente eléctrica - Influencia del recorrido**



### **10 Peligros de la Corriente eléctrica - Distancias de seguridad**



### **11 Modo de actuar en accidentes eléctricos**

<b>Seguridad en el trabajo</b>	Es el conjunto de medidas y procedimientos que se adoptan para evitar accidentes que pongan en peligro la integridad física de las personas. Para ello se planifica el trabajo de modo de eliminar las operaciones peligrosas o sustituirlas por otras que no lo son.
<b>Situación de peligro</b>	Es aquella que excede el límite de riesgo aceptable (es grave) y es inminente (existe alta probabilidad).
<b>Riesgo aceptable</b>	En contraposición con el caso anterior es el riesgo no inminente, poco grave y de escasa frecuencia.
<b>Riesgo de electrocución</b>	Existe riesgo de electrocución cuando puede circular corriente a través del cuerpo humano (ver efectos del paso de la corriente).
<b>Accidentes</b>	Es todo acontecimiento indeseado que interrumpe el desarrollo normal de una actividad.
<b>Daños</b>	Son las pérdidas materiales o consecuencias negativas de los accidentes.

<b>Seguridad en el trabajo</b>	Es el conjunto de medidas y procedimientos que se adoptan para evitar accidentes que pongan en peligro la integridad física de las personas. Para ello se planifica el trabajo de modo de eliminar las operaciones peligrosas o sustituirlas por otras que no lo son.
<b>Situación de peligro</b>	Es aquella que excede el límite de riesgo aceptable (es grave) y es inminente (existe alta probabilidad).
<b>Riesgo aceptable</b>	En contraposición con el caso anterior es el riesgo no inminente, poco grave y de escasa frecuencia.
<b>Riesgo de electrocución</b>	Existe riesgo de electrocución cuando puede circular corriente a través del cuerpo humano (ver efectos del paso de la corriente).
<b>Accidentes</b>	Es todo acontecimiento indeseado que interrumpe el desarrollo normal de una actividad.
<b>Daños</b>	Son las pérdidas materiales o consecuencias negativas de los accidentes.

**Tareas preliminares**

- Identificar el conductor o instalación sobre los que se debe trabajar.
- Considerar a toda la instalación bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario.
- No emplear escaleras metálicas, u otros elementos de material conductor en instalaciones con tensión.
- Siempre que sea posible dejar sin tensión la parte de la instalación sobre la que deba trabajarse.

**Material de seguridad**

- Además del equipo de protección personal que debe utilizarse en cada caso particular (casco, visera, calzado, etc.) se recomienda el empleo del siguiente material de seguridad:
  - Guantes aislantes.
  - Protectores faciales.
  - Pértigas de maniobra aisladas.
  - Vainas aislantes.
  - Detectores o verificadores de tensión.
  - Herramientas aisladas.
  - Materiales de señalización (discos, vallas, cintas, banderines, etc.)
  - Lámparas portátiles.
  - Transformadores de seguridad para 24 V. de salida (máximo).
  - Interruptores diferenciales de alta sensibilidad.

**Ejecución de trabajos sin tensión**

- En los puntos de alimentación se deberá seccionar la parte de la instalación sobre la que se va a trabajar, verificar la ausencia de tensión en cada una de las partes de la instalación en que ha quedado seccionada y descargar a tierra la instalación. Los mismos cuidados se tomarán en los lugares de trabajo.
- La reposición de tensión se efectuará una vez que se hayan retirado todas las puestas a tierra y en cortocircuito colocadas para los trabajos y se hayan retirado las herramientas y elementos de señalización.

**Ejecución de trabajos con tensión o próximos a instalaciones en servicio**

Se suelen emplear tres métodos de trabajo:

- A contacto: usado en instalaciones de BT y MT, consiste en separar al operario de las partes con tensión y de tierra con elementos y herramientas aisladas.
- A distancia: consiste en la aplicación de técnicas, elementos y disposiciones de seguridad, tendientes a alejar los puntos con tensión del operario, empleando equipos adecuados.
- A potencial: Usado para líneas de transmisión de más de 33 kV., consiste en aislar al operario del potencial de tierra y ponerlo al mismo potencial del conductor.

El personal que realice trabajos bajo tensión deberá conocer la modalidad de empleo de todos los materiales de seguridad requeridos.

## **Trabajos en líneas aéreas**

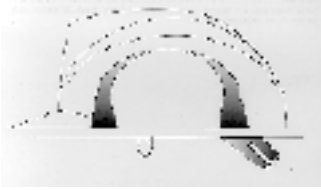
- En trabajos con líneas aéreas de diferentes tensiones se considerará, a efectos de las medidas de seguridad, observar la tensión más elevada que exista.
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormentas.
- En las líneas de dos o más circuitos, no se realizarán trabajos en uno de ellos estando los otros en tensión, si para su ejecución es necesario mover los conductores de forma que puedan entrar en contacto o acercarse excesivamente.
- En los trabajos a efectuarse en postes debe utilizarse casco, trepadores y cinturones de seguridad y, si se utilizan escaleras, serán de material aislante en todas sus partes.
- Para interrumpir la continuidad del circuito de una red a tierra en servicio, se colocará previamente un puente conductor a tierra en el lugar de corte y la persona estará perfectamente aislada.
- Deberán colocarse obstáculos y señalizarse los lugares de trabajo.
- En previsión de atmósfera peligrosa o cuando exista riesgo de incendio en la instalación subterránea se utilizarán máscara protectora y cinturón de seguridad con cable sujetado desde el exterior por otro operario.
- En las redes generales de puesta a tierra de las instalaciones eléctricas se suspenderá el trabajo al probar las líneas y en caso de tormentas.
- En las celdas y locales para instalaciones se debe dejar sin tensión la instalación antes de quitar las puertas o rejillas; del mismo modo, sólo se dará tensión luego de cerrarlas.
- En los aparatos de corte y seccionamiento los seccionadores se abrirán después de haberse extraído o abierto el interruptor correspondiente; del mismo modo, para reponer el servicio primero se cerrarán los seccionadores y luego se cerrarán los interruptores. Los aparatos de corte con mando manual deberán poseer un enclavamiento que evite su funcionamiento intempestivo.
- Para sacar de servicio un transformador se abrirá el interruptor correspondiente a la carga conectada, o bien se abrirán primero las salidas del secundario y luego el aparato de corte del primario; a continuación se procederá a descargar la instalación. El secundario de un transformador de intensidad nunca deberá quedar abierto.
- En el caso de transformadores con protección fija contra incendios deberá asegurarse que la misma no funcionará intempestivamente durante las operaciones, y que su funcionamiento se podrá efectuar en forma manual.
- En el caso de trabajarse en aparatos con sistemas de control remoto, los mismos deberán bloquearse en posición de apertura antes de iniciar los trabajos. Asimismo, deberán abrirse las válvulas de escape de los depósitos de aire comprimido pertenecientes a comandos neumáticos.
- En el caso de existir condensadores estáticos en los puntos de alimentación deberán ponerse a tierra y en cortocircuito con elementos apropiados, después de haber sido desconectados de su alimentación. En el lugar de trabajo deberá esperarse el tiempo suficiente para que se descarguen los condensadores y luego se los pondrá a tierra.
- En los alternadores y motores eléctricos antes de manipular en

## **Trabajos en canalizaciones subterráneas**

## **Trabajos y maniobras en dispositivos y locales eléctricos**

su interior deberá asegurarse que:

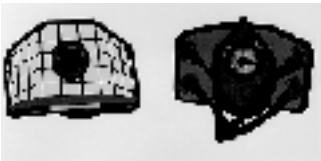
- la máquina no está en funcionamiento,
  - los bornes de salida estén en cortocircuito y puestos a tierra,
  - esté bloqueada la protección contra incendios,
  - se hayan retirado los fusibles de la alimentación del rotor cuando éste mantenga en tensión permanente la máquina,
  - la atmósfera no sea inflamable o explosiva.
- En las salas de baterías, cuando puedan existir riesgos, no se debe trabajar con tensión, fumar o utilizar fuentes calóricas peligrosas.



**Casco de seguridad aislante:** Es el elemento de protección de la cabeza frente a los riesgos de choques, golpes, caídas o proyecciones de objetos, descargas eléctricas y otros riesgos derivados del tipo de trabajo. Se recomienda su uso en todos los casos que se realicen trabajos a distinto nivel y en las maniobras eléctricas (tanto en baja, media o alta tensión) por su condición de aislante eléctrico.



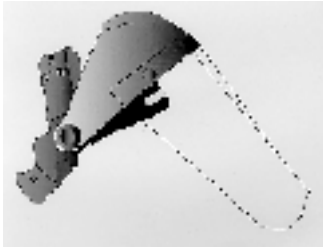
**Protectores auditivos:** Constituyen una protección simple pero eficaz para la atenuación del ruido ambiente. Los de material sintético esponjoso se emplean en lugares ruidosos hasta 90 dB., a partir de los cuales se utilizan los de copa, constituídos por dos casquetes.



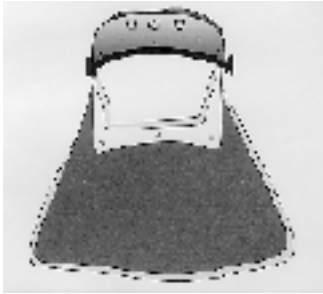
**Máscara antipolvo:** Es la protección de las vías respiratorias para ambientes con polvo en suspensión y humos de escasa toxicidad. Se emplearán en los lugares de trabajo donde se generen polvos en suspensión o neblinas por manipulación de productos polvorientos o pulverización por medios mecánicos.



**Máscara antigas:** Se diferencia de las anteriores por llevar incorporados dos portafiltros intercambiables y una válvula de exhalación descargando al exterior. Deben emplearse cuando se trabaje o permanezca en ambientes nocivos cuyo contaminante gaseoso, neblina o polvo sea de riesgo tóxico no inmediato.



**Protector facial levadizo:** Se emplea para la protección del rostro frente al riesgo de salpicaduras e impactos de partículas. Se emplea en trabajos que ofrecen riesgos de proyecciones, tanto de sólidos (partículas activas o inertes) como de líquidos (salpicaduras de ácidos o de resinas como las empleadas en la confección de empalmes).



**Máscara parallamas:** Es el elemento de seguridad empleado para la protección del rostro frente a un arco voltaico. Debe emplearse ante el riesgo de cortocircuitos o arcos voltaicos (manipulación de medidores, reposición de fusibles, medición de magnitudes, etc.); se pueden usar en combinación con los anteojos recetados.



**Anteojos de seguridad contra impacto:** Tiene por función lograr una eficaz protección de los ojos frente a los riesgos de impactos de objetos o partículas sólidas. Se emplean en trabajos en que puede haber proyecciones de partículas sólidas, líquidas o gaseosas, trabajos con tela esmeril, empleo de pistola fijaclavos y en general, ante un posible contacto de los ojos con cuerpos fijos o móviles, cuando exista ambiente polvígeno o riesgo de arco voltaico.

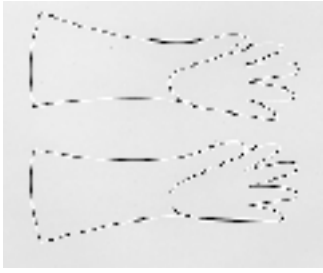


**Antiparras para soldadura autógena:** Deben emplearse para la protección en trabajos de soldadura y corte oxiacetilénico. Además de ser ópticamente neutros deben ofrecer un grado de protección adecuado al tipo de trabajo que se realice, por lo que existen distintos tipos de oculares.



**Guantes de protección para trabajos mecánicos:** Se utilizan en los trabajos de manipulación de materiales que pueden producir cortes, pinchazos o abrasión, como hierros, postes, piedras y cascotes, cables, embalajes, maderas, vidrios, cementos. Se emplean en todo tipo de trabajos de construcción en los que no intervengan máquinas en movimiento que puedan atrapar el guante y la mano. Tampoco son aptos para la manipulación de ácidos ni como sustitutos de los guantes dieléctricos.

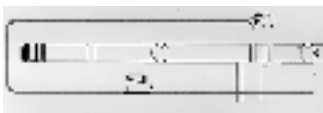




**Guantes dieléctricos:** Se recomiendan para maniobras en las que exista o pudiera existir tensión, como empalmes, conexiones, derivaciones, etc. Existen diferentes tipos para su empleo en baja, media o alta tensión. Antes de su empleo se debe verificar la ausencia de poros, perforaciones o cortes no visibles, así como que estén exentos de humedad u otras sustancias que alteren sus propiedades aislantes.



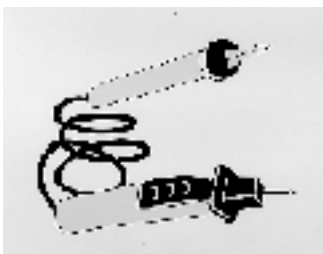
**Guantes ignífugos:** Están confeccionados en tejido de Kevlar y son resistentes al calor e incombustibles a la llama directa de poca duración. Protegen contra el efecto de arcos voltaicos o aparición súbita de temperaturas elevadas. En operaciones con tensión se colocan por encima de los guantes dieléctricos.



**Cinturón de seguridad:** Es un equipo de seguridad cuya finalidad es sostener el cuerpo del usuario en determinados trabajos con riesgos de caídas, evitando los peligros derivados de las mismas. Debe utilizarse en cualquier tipo de trabajo en altura, como reparación de líneas aéreas, trabajos en escaleras, etc. Se debe prestar atención al punto de anclaje donde se va a sujetar la cuerda.



**Pértiga aislante:** Aptas para trabajos con tensión en líneas, como las operaciones en cajas seccionadoras, desenganches, recambios de fusibles y detección.



**Detector de baja tensión:** Indicador acústico y luminoso de la tensión medida, distingue fase y neutro y permite comprobar el orden de sucesión de fases. Debe utilizarse para comprobar la ausencia de tensión en todos los trabajos que se realicen sin tensión antes del comienzo de los mismos y para discriminar qué tensión hay en la red antes de conectar cualquier equipo eléctrico a una instalación desconocida.

Los accidentes eléctricos, también llamados choques eléctricos, se producen cuando el hombre toca partes de una instalación eléctrica bajo tensión, encontrándose a la vez sobre un suelo de buena conductividad, o estando en contacto con cualquier elemento conductor conectado a tierra, se forma un circuito eléctrico entre el hombre y la tierra.

Los efectos fisiológicos de la corriente que circula por el organismo, dependen de los siguientes factores:

- Intensidad de corriente
- Tiempo de contacto
- Tensión
- Resistencia del cuerpo entre los puntos de contacto
- Recorrido de la corriente por el cuerpo
- Frecuencia de la corriente
- Condiciones fisiológicas del accidentado

Considerando el cuerpo humano como una resistencia eléctrica, la intensidad de corriente que recibe un accidentado es, de acuerdo a la ley de Ohm, función de la tensión y de la resistencia eléctrica, a saber:

$$\text{Intensidad} = \text{Tensión} / \text{Resistencia}$$

Por lo tanto, cuanto mayor sea la tensión mayor será la intensidad, siempre que haya suficiente potencia de alimentación. Voltajes considerados como de baja tensión, como 220 V. y 380 V. pueden producir intensidades que provoquen la electrocución.

Los efectos fisiológicos producidos por la corriente eléctrica en el organismo humano, en situaciones normales para personas adultas con un peso mínimo de 50 kg., suponiendo que la corriente circula al tocar la parte externa de dos extremidades y para la frecuencia de 50/60 Hz., son las siguientes:

**De 0 a 10 mA.**

Movimientos reflejos musculares y calambres

**De 10 a 25 mA.**

Se producen contracciones musculares y comienza la tetanización (parálisis) de los músculos de brazos y manos, que se oponen a soltar los objetos que se tienen asidos. La corriente se superpone a los impulsos de comando de la mente produciendo su anulación, pudiendo bloquear un miembro o el cuerpo entero. De nada vale en esos casos la conciencia de los individuos y su voluntad de interrumpir el contacto. También se produce una dificultad en la respiración y un aumento de la presión arterial.

**De 25 a 30 mA**

Se producen irregularidades cardíacas y fuerte efecto de tetanización. Cuando se afectan los músculos pectorales, se bloquean los pulmones y se interrumpe la función vital de la respiración. Se trata de una situación de emergencia dado que a partir de los 4 minutos aparecen los síntomas de asfixia. El pasaje de la corriente eléctrica es acompañada por el desarrollo de calor que produce el efecto Joule, pudiendo generar quemaduras. En los puntos de entrada y salida de la corriente la situación es más crítica en razón de la resistencia de la piel y la mayor densidad de corriente en esos puntos. Las quemaduras producidas por la corriente eléctrica son muy profundas y difíciles de curar, pudiendo producir la muerte por insuficiencia renal.

**De 40 mA a 10 A**

Se produce la fibrilación ventricular del corazón. Si la corriente afecta directamente el músculo cardíaco puede perturbar su funcionamiento regular. Los impulsos periódicos, que en condiciones normales regulan las contracciones (sístole) y las expansiones (diástole) son alteradas; el corazón vibra desordenadamente y, en términos técnicos "pierde el paso". Es una situación de emergencia extrema dado que cesa el flujo de sangre en el cuerpo. Debe tenerse en cuenta que éste es un proceso irreversible que continúa aún cuando cesa el flujo de corriente. Sólo puede ser anulado con un equipo denominado desfibrilador, disponible en hospitales y en equipos de socorro.

**Superior a 10 A.**

El corazón sufre una parada durante la circulación de la corriente y si el tiempo es corto, menos de 1 minuto, puede recuperar su actividad normal. La corriente actúa a la vez como agente de fibrilación y desfibrilación. Las quemaduras eléctricas se producen por efecto térmico desarrollado en la trayectoria de la corriente. La cantidad de calor desprendido está ligada a los parámetros físicos de la Ley de Joule:

$$Q = 0,24 * R * I^2 * t$$

$$\text{Cantidad de Calor} = 0,24 * \text{Resistencia} * \text{intensidad}^2 * \text{Tiempo}$$

Diversas normas, como la CEI 479-2, de la Comisión Electrotécnica Internacional, han establecido curvas que delimitan las zonas de peligro de la corriente eléctrica en función del tiempo. En dichos diagramas (que corresponden al efecto del paso de la corriente eléctrica de 50 Hz., a través de las extremidades del cuerpo humano con un peso superior a los 50 kg.) se marcan las siguientes zonas:

**Zona 1** No aparece ninguna reacción. Está limitada superiormente por los 0,5 mA (0,0005 A) y es independiente del tiempo de actuación.

**Zona 2** La corriente "se nota", produciendo cosquilleo e incluso dolor, pudiendo el sujeto soltarse del electrodo. Generalmente no es de esperar ningún efecto fisiopatológico. Esta zona está limitada por la recta  $I=0,5$  mA y una curva (denominada de seguridad) que responde a la expresión:

$$I_m = 10 + 10 / t$$

siendo:

$I_m$ . = corriente de seguridad en mA.

$I_0$  = corriente límite de tetanización muscular (10 mA).

$t$  = tiempo en segundos.

Por ejemplo: tiempo de contacto 0,1 segundo:

$$I_m = 10 + 10/0,1 = 110 \text{ mA.}$$

**Zona 3** No representa habitualmente riesgo de fibrilación ventricular. Existe riesgo de asfixia y de tetanización.

**Zona 4** Existe riesgo de fibrilación ventricular. Los riesgos en el interior de cada zona se agravan en función de la intensidad de corriente y del tiempo de circulación de ésta. Los efectos de la corriente continua son, en general, cuatro veces menos peligrosos que los efectos de la corriente alterna de 50 Hz., en igualdad de tensión e intensidad, ya que hay que tener en cuenta los fenómenos electrolíticos que, sobre el cuerpo humano, puede ocasionar la corriente continua.

Estos valores son aplicables para corriente alterna hasta 100 Hz. y corriente continua. Las mejores condiciones se han efectuado entre extremidades, de mano a mano y de mano a pie. Debe considerarse que estos valores se aceptan como mínimos y normalmente con la piel seca. De acuerdo con estas cifras se puede calcular la tensión de seguridad en locales húmedos o secos, sin que aparezcan intensidades superiores a 10 mA., considerada como valor que no produce ningún efecto fisiológico nocivo.

Tensión de contacto = 25 Voltios. Resistencia piel mojada = 2500  $\Omega$ .

$$I = V / R = 25 / 2500 = 10 \text{ mA}$$

Tensión de contacto = 50 Voltios. Resistencia piel normal = 5000 Ohm.

$$I = V / R = 50 / 5000 = 10 \text{ mA}$$

Luego se pueden considerar como tensiones de seguridad:

- $V_s = 25$  Volt en locales húmedos o mojados.
- $V_s = 50$  Volt en locales secos o no conductores.

La influencia de la tensión se manifiesta por cuanto de ella depende la intensidad de la corriente que pase por el cuerpo, ya que:

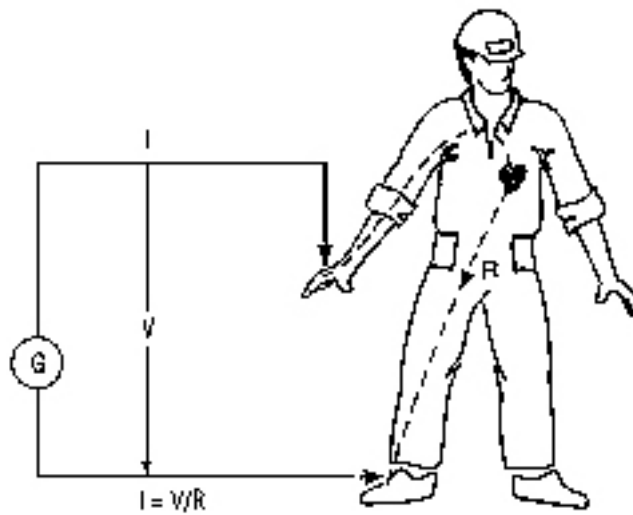
$$I = V / R = \text{Tensión} / \text{Resistencia}$$

Cuanto mayor sea la tensión, mayor podrá ser el valor de la corriente eléctrica, es decir, una tensión de 380 V. es más peligrosa que una de 220 V., pero se pueden producir efectos desconcertantes.

Para una tensión fija aplicada al cuerpo humano, la corriente que circula depende de la resistencia que presenta el organismo. Sin embargo ésta es muy variable y depende de una multitud de circunstancias, tanto internas como externas, tales como:

- Condiciones fisiológicas y estado de la piel.
- Tensión de contacto.
- Espesor y dureza de la piel.
- Presión de contacto.
- Superficie de contacto.
- Recorrido de la corriente por el cuerpo.
- Estado fisiológico del organismo.

La piel es un órgano que aísla al cuerpo humano del medio exterior.



Efectivamente, ofrece una determinada resistencia al paso de la corriente porque los tejidos que la componen son muy malos conductores. Estos tejidos pueden ser comparados con un dieléctrico, formando el conjunto de la dermis y la epidermis un sistema capacitivo análogo a un condensador. Frente a una corriente continua, la piel opone mayor resistencia que ante una corriente alterna. Una piel rugosa y seca puede ofrecer una resistencia de 50000  $\Omega$ . Sin embargo, una piel fina y húmeda por su sudor o por el agua, puede presentar una resistencia de sólo 1000  $\Omega$ . La resistencia de los tejidos internos es muy pequeña, debido a que están impregnados de líquidos conductores, y no depende de la longitud del camino recorrido. Se estima una resistencia media de 500  $\Omega$ . La presión sobre el punto de contacto influye negativamente en la resistencia, en último caso, lo decisivo en el accidente eléctrico es la densidad de corriente en las zonas de contacto.

#### **D = Intensidad / Superficie.**

En baja tensión, cuando el contacto es puntiforme, actúa sobre la piel una gran densidad de corriente. El intenso desarrollo de calor conduce a las típicas marcas en la piel; si el contacto es más amplio en su superficie, no hay destrucción de la piel y faltan las marcas por quemaduras, solamente queda la resistencia de los tejidos internos. Se puede pasar de valores de resistencia de 50000  $\Omega$  en la piel seca a unos 500  $\Omega$  al ser destruída ésta y quedar solamente la resistencia interna. El valor de la resistencia del cuerpo varía en función de la tensión que se aplica al mismo, debido al mayor número de puntos de éste que sufren perforación eléctrica, según va aumentando la tensión. De numerosos exámenes realizados en determinadas condiciones, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

<b>Tensión de contacto</b>	<b>Valor de resistencia</b>	<b>Valor de resistencia</b>
Volt	Piel mojada	Piel normal
25 V.	2500 Ohm	10000 Ohm
50 V.	2000 Ohm	5000 Ohm
250 V.	1000 Ohm	2000 Ohm
Valor asintónico.	650 Ohm	1000 Ohm

Estos valores son aplicables para corriente alterna hasta 100 Hz. y corriente continua. Las mejores condiciones se han efectuado entre extremidades, de mano a mano y de mano a pie. Debe considerarse que estos valores se aceptan como mínimos y normalmente con la piel seca. De acuerdo con estas cifras se puede calcular la tensión de seguridad en locales húmedos o secos, sin que aparezcan intensidades superiores a 10 mA., considerada como valor que no produce ningún efecto fisiológico nocivo.

Tensión de contacto = 25 Voltios. Resistencia piel mojada = 2500  $\Omega$ .

$$I = V / R = 25 / 2500 = 10 \text{ mA}$$

Tensión de contacto = 50 Voltios. Resistencia piel normal = 5000 Ohm.

$$I = V / R = 50 / 5000 = 10 \text{ mA}$$

Luego se pueden considerar como tensiones de seguridad:

- $V_s = 25$  Volt en locales húmedos o mojados.
- $V_s = 50$  Volt en locales secos o no conductores.



En todo cuanto llevamos expuesto sobre los efectos fisiológicos de la corriente eléctrica nos hemos referido a corriente alterna de baja frecuencia y a corriente continua. Si se trata de corriente alterna de alta frecuencia, harán falta intensidades mayores para producir los mismos efectos.

Cualitativamente la afirmación anterior es exacta, ya que debido al efecto Kelvin o pelicular de la corriente alterna, la corriente eléctrica tiende a circular por la piel sin atravesar órganos internos. A partir de una frecuencia de 100000 Hz. se empieza a tener efecto pelicular apreciable, no produciéndose en el organismo más efecto que el calentamiento de los tejidos, por efecto Joule.

Se trabaja con altas frecuencias en aparatos electroquirúrgicos o electrobisturíes (del orden de los 450000 Hz.) en los que la corriente eléctrica se aprovecha como fuente calorífica y no afecta órganos vitales. De trabajar con frecuencias industriales, del orden de los 50 / 60 Hz. los efectos serían mortales.

La corriente eléctrica se establece entre los puntos de contacto, por la trayectoria más corta dentro del cuerpo, o de menor resistencia. Evidentemente los accidentes serán mucho más graves si en el trayecto de la corriente están órganos vitales como el corazón, los pulmones o el cerebro, que si se producen entre dos de los dedos de una mano, puestos en los contactos de una toma de corriente. En el primer caso, y si la intensidad y tiempo es suficiente, se producirá la electrocución y en el segundo caso, generalmente, todo se reducirá a un calambre y una quemadura entre los dedos. Con respecto a la naturaleza del accidentado, se pone de manifiesto por que todas las personas no soportan igual una descarga eléctrica. La edad, el sexo, la fatiga, el alcohol y el miedo afectan la sensibilidad a los efectos de la corriente eléctrica. Las personas dormidas resisten mejor la corriente eléctrica que las despiertas.



Huella eléctrica en el pulgar izquierdo

De acuerdo a la ley 19587 - decreto 351/79, para prevenir descargas disruptivas en trabajos efectuados en la proximidad de partes no aisladas de instalaciones eléctricas en servicio, las separaciones mínimas medidas entre cualquier punto con tensión y la parte más próxima del cuerpo del operario o de las herramientas no aisladas por él utilizadas son, en la situación más desfavorable:

<u>Nivel de Tensión</u>	<u>Distancia mínima</u>
0 a 50 V.	ninguna
más de 50 V. hasta 1 kV.	0,80 m.
más de 1 kV. hasta 33 kV.	0,80 m.
más de 33 kV. hasta 66 kV.	0,90 m.
más de 66 kV. hasta 132 kV.	1,50 m.
más de 132 kV. hasta 150 kV.	1,65 m.
más de 150 kV. hasta 220 kV.	2,10 m.
más de 220 kV. hasta 330 kV.	2,90 m.
más de 330 kV. hasta 500 kV.	3,60 m.

- 1. Desconectar la corriente** En el momento del accidente la actitud instintiva es ir directamente en su auxilio. Ello es causa de nuevos y lamentables accidentes.  
En realidad, se debe desconectar la corriente por medio de la herramienta aislada que corresponda, o la que se tenga más a mano. De ser posible deberá intentarse llegar al interruptor con un objeto aislante, por ejemplo una pértiga.
  
- 2. Alejar al accidentado de la zona de peligro** Nunca tocar al accidentado sino a través de herramientas aislantes, las que permitirán por su longitud mantenerse alejados de la zona de peligro.  
Verificar con el detector si hay o no tensión. En caso de no poseer pértigas de longitud adecuada, se haya o no logrado desconectar la corriente, el que pretenda prestar ayuda deberá aislarse de tierra, mediante el taburete aislado o las alfombras aislantes que hubiere en el lugar.
  
- 3. Apagar el fuego** En los accidentes eléctricos se producen con frecuencia arcos voltaicos que provocan incendios. Deberán apagarse con extintores adecuados. Sólo podrá utilizarse agua cuando se tenga la certeza de que se ha interrumpido la energía.  
Si el lesionado tiene quemaduras podrán enfriarse con agua pero jamás se deberá utilizar talcos o pomadas salvo que sean específicamente indicados para su uso.
  
- 4. Llamar al médico** Antes de pasar a otras medidas se deberá llamar al médico o a una ambulancia. Mientras se espera su llegada se deberán realizar algunas tareas.
  
- 5. Determinar las lesiones** Hay que determinar si además de las posibles lesiones externas (por ejemplo quemaduras) existen dificultades respiratorias o cardíacas.
  
- 6. Paro respiratorio** Frente a la boca o nariz se coloca un espejo, si no se empaña existe un paro respiratorio. Otra alternativa es colocar un trozo de papel sobre la boca o nariz del accidentado, si respira se debe mover.  
En el caso del paro respiratorio realizar respiración artificial, es necesario darse prisa ya que la falta de oxígeno provoca que las células cerebrales mueran al cabo de 4 minutos.  
Todo operario o técnico deberá haber realizado un curso de primeros auxilios, con clases especiales sobre reanimación del corazón y pulmones.
  
- 7. Shock** El pulso del accidentado se acelera y debilita simultáneamente. El accidentado tiene frío y la frente sudorosa. Deberá colocarse de espaldas sobre el piso y levantarle las piernas para que la sangre fluya al cuerpo.

**8. Colocar al accidentado sobre un costado** Luego que se ha comprobado que la respiración y la circulación funcionan y que no existe shock, el accidentado se deberá apoyar en el piso sobre un costado, la cabeza deberá quedar ligeramente hacia atrás.

**9. Hacer examinar al accidentado por un médico** En cualquier caso el accidentado deberá ser examinado por un médico ya que las lesiones internas pueden tener al cabo de un tiempo, y en determinadas condiciones, efectos mortales. La persona que ayuda deberá encargarse de que esto se cumpla aunque el accidentado no lo crea conveniente.

- Tareas preliminares**
- Identificar el conductor o instalación sobre los que se debe trabajar.
  - Considerar a toda la instalación bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario.
  - No emplear escaleras metálicas, u otros elementos de material conductor en instalaciones con tensión.
  - Siempre que sea posible dejar sin tensión la parte de la instalación sobre la que deba trabajarse.
- Material de seguridad**
- Además del equipo de protección personal que debe utilizarse en cada caso particular (casco, visera, calzado, etc.) se recomienda el empleo del siguiente material de seguridad:
    - Guantes aislantes.
    - Protectores faciales.
    - Pértigas de maniobra aisladas.
    - Vainas aislantes.
    - Detectores o verificadores de tensión.
    - Herramientas aisladas.
    - Materiales de señalización (discos, vallas, cintas, banderines, etc.)
    - Lámparas portátiles.
    - Transformadores de seguridad para 24 V. de salida (máximo).
    - Interruptores diferenciales de alta sensibilidad.
- Ejecución de trabajos sin tensión**
- En los puntos de alimentación se deberá seccionar la parte de la instalación sobre la que se va a trabajar, verificar la ausencia de tensión en cada una de las partes de la instalación en que ha quedado seccionada y descargar a tierra la instalación. Los mismos cuidados se tomarán en los lugares de trabajo.
  - La reposición de tensión se efectuará una vez que se hayan retirado todas las puestas a tierra y en cortocircuito colocadas para los trabajos y se hayan retirado las herramientas y elementos de señalización.
- Ejecución de trabajos con tensión o próximos a instalaciones en servicio**
- Se suelen emplear tres métodos de trabajo:
- A contacto: usado en instalaciones de BT y MT, consiste en separar al operario de las partes con tensión y de tierra con elementos y herramientas aisladas.
  - A distancia: consiste en la aplicación de técnicas, elementos y disposiciones de seguridad, tendientes a alejar los puntos con tensión del operario, empleando equipos adecuados.
  - A potencial: Usado para líneas de transmisión de más de 33 kV., consiste en aislar al operario del potencial de tierra y ponerlo al mismo potencial del conductor.

El personal que realice trabajos bajo tensión deberá conocer la modalidad de empleo de todos los materiales de seguridad requeridos.

## **Trabajos en líneas aéreas**

- En trabajos con líneas aéreas de diferentes tensiones se considerará, a efectos de las medidas de seguridad, observar la tensión más elevada que exista.
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormentas.
- En las líneas de dos o más circuitos, no se realizarán trabajos en uno de ellos estando los otros en tensión, si para su ejecución es necesario mover los conductores de forma que puedan entrar en contacto o acercarse excesivamente.

## **Trabajos en canalizaciones subterráneas**

- En los trabajos a efectuarse en postes debe utilizarse casco, trepadores y cinturones de seguridad y, si se utilizan escaleras, serán de material aislante en todas sus partes.
- Para interrumpir la continuidad del circuito de una red a tierra en servicio, se colocará previamente un puente conductor a tierra en el lugar de corte y la persona estará perfectamente aislada.
- Deberán colocarse obstáculos y señalizarse los lugares de trabajo.
- En previsión de atmósfera peligrosa o cuando exista riesgo de incendio en la instalación subterránea se utilizarán máscara protectora y cinturón de seguridad con cable sujetado desde el exterior por otro operario.

## **Trabajos y maniobras en dispositivos y locales eléctricos**

- En las redes generales de puesta a tierra de las instalaciones eléctricas se suspenderá el trabajo al probar las líneas y en caso de tormentas.
- En las celdas y locales para instalaciones se debe dejar sin tensión la instalación antes de quitar las puertas o rejas; del mismo modo, sólo se dará tensión luego de cerrarlas.
- En los aparatos de corte y seccionamiento los seccionadores se abrirán después de haberse extraído o abierto el interruptor correspondiente; del mismo modo, para reponer el servicio primero se cerrarán los seccionadores y luego se cerrarán los interruptores. Los aparatos de corte con mando manual deberán poseer un enclavamiento que evite su funcionamiento intempestivo.
- Para sacar de servicio un transformador se abrirá el interruptor correspondiente a la carga conectada, o bien se abrirán primero las salidas del secundario y luego el aparato de corte del primario; a continuación se procederá a descargar la instalación. El secundario de un transformador de intensidad nunca deberá quedar abierto.
- En el caso de transformadores con protección fija contra incendios deberá asegurarse que la misma no funcionará intempestivamente durante las operaciones, y que su funcionamiento se podrá efectuar en forma manual.
- En el caso de trabajarse en aparatos con sistemas de control remoto, los mismos deberán bloquearse en posición de apertura antes de iniciar los trabajos. Asimismo, deberán abrirse las válvulas de escape de los depósitos de aire comprimido pertenecientes a comandos neumáticos.
- En el caso de existir condensadores estáticos en los puntos de alimentación deberán ponerse a tierra y en cortocircuito con elementos apropiados, después de haber sido desconectados de su alimentación. En el lugar de trabajo deberá esperarse el tiempo suficiente para que se descarguen los condensadores y luego se los pondrá a tierra.
- En los alternadores y motores eléctricos antes de manipular en su interior deberá asegurarse que:
  - la máquina no está en funcionamiento,
  - los bornes de salida estén en cortocircuito y puestos a tierra,
  - esté bloqueada la protección contra incendios,

- se hayan retirado los fusibles de la alimentación del rotor cuando éste mantenga en tensión permanente la máquina,  
- la atmósfera no sea inflamable o explosiva.

- En las salas de baterías, cuando puedan existir riesgos, no se debe trabajar con tensión, fumar o utilizar fuentes calóricas peligrosas.

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

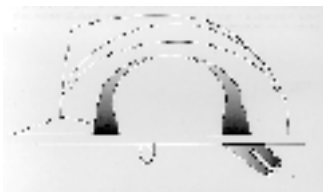
[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

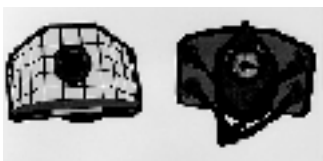




**Casco de seguridad aislante:** Es el elemento de protección de la cabeza frente a los riesgos de choques, golpes, caídas o proyecciones de objetos, descargas eléctricas y otros riesgos derivados del tipo de trabajo. Se recomienda su uso en todos los casos que se realicen trabajos a distinto nivel y en las maniobras eléctricas (tanto en baja, media o alta tensión) por su condición de aislante eléctrico.



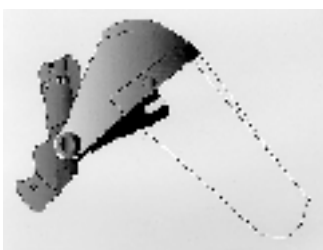
**Protectores auditivos:** Constituyen una protección simple pero eficaz para la atenuación del ruido ambiente. Los de material sintético esponjoso se emplean en lugares ruidosos hasta 90 dB., a partir de los cuales se utilizan los de copa, constituídos por dos casquetes.



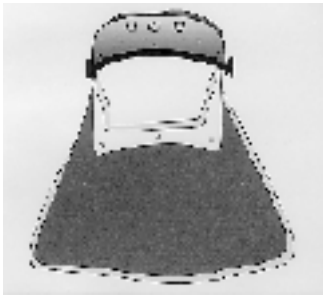
**Máscara antipolvo:** Es la protección de las vías respiratorias para ambientes con polvo en suspensión y humos de escasa toxicidad. Se emplearán en los lugares de trabajo donde se generen polvos en suspensión o neblinas por manipulación de productos polvorientos o pulverización por medios mecánicos.



**Máscara antigas:** Se diferencia de las anteriores por llevar incorporados dos portafiltros intercambiables y una válvula de exhalación descargando al exterior. Deben emplearse cuando se trabaje o permanezca en ambientes nocivos cuyo contaminante gaseoso, neblina o polvo sea de riesgo tóxico no inmediato.



**Protector facial levadizo:** Se emplea para la protección del rostro frente al riesgo de salpicaduras e impactos de partículas. Se emplea en trabajos que ofrecen riesgos de proyecciones, tanto de sólidos (partículas activas o inertes) como de líquidos (salpicaduras de ácidos o de resinas como las empleadas en la confección de empalmes).



**Máscara parallamas:** Es el elemento de seguridad empleado para la protección del rostro frente a un arco voltaico. Debe emplearse ante el riesgo de cortocircuitos o arcos voltaicos (manipulación de medidores, reposición de fusibles, medición de magnitudes, etc.); se pueden usar en combinación con los anteojos recetados.



**Anteojos de seguridad contra impacto:** Tiene por función lograr una eficaz protección de los ojos frente a los riesgos de impactos de objetos o partículas sólidas. Se emplean en trabajos en que puede haber proyecciones de partículas sólidas, líquidas o gaseosas, trabajos con tela esmeril, empleo de pistola fijaclavos y en general, ante un posible contacto de los ojos con cuerpos fijos o móviles, cuando exista ambiente polvígeno o riesgo de arco voltaico.



**Antiparras para soldadura autógena:** Deben emplearse para la protección en trabajos de soldadura y corte oxiacetilénico. Además de ser ópticamente neutros deben ofrecer un grado de protección adecuado al tipo de trabajo que se realice, por lo que existen distintos tipos de oculares.



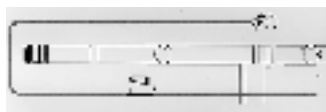
**Guantes de protección para trabajos mecánicos:** Se utilizan en los trabajos de manipulación de materiales que pueden producir cortes, pinchazos o abrasión, como hierros, postes, piedras y cascotes, cables, embalajes, maderas, vidrios, cementos. Se emplean en todo tipo de trabajos de construcción en los que no intervengan máquinas en movimiento que puedan atrapar el guante y la mano. Tampoco son aptos para la manipulación de ácidos ni como sustitutos de los guantes dieléctricos.



**Guantes dieléctricos:** Se recomiendan para maniobras en las que exista o pudiera existir tensión, como empalmes, conexiones, derivaciones, etc. Existen diferentes tipos para su empleo en baja, media o alta tensión. Antes de su empleo se debe verificar la ausencia de poros, perforaciones o cortes no visibles, así como que estén exentos de humedad u otras sustancias que alteren sus propiedades aislantes.



**Guantes ignífugos:** Están confeccionados en tejido de Kevlar y son resistentes al calor e incombustibles a la llama directa de poca duración. Protegen contra el efecto de arcos voltaicos o aparición súbita de temperaturas elevadas. En operaciones con tensión se colocan por encima de los guantes dieléctricos.

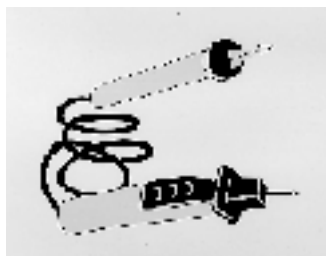


**Cinturón de seguridad:** Es un equipo de seguridad cuya finalidad es sostener el cuerpo del usuario en determinados trabajos con riesgos de caídas, evitando los peligros derivados de las mismas.

Debe utilizarse en cualquier tipo de trabajo en altura, como reparación de líneas aéreas, trabajos en escaleras, etc. Se debe prestar atención al punto de anclaje donde se va a sujetar la cuerda.



**Pértiga aislante:** Aptas para trabajos con tensión en líneas, como las operaciones en cajas seccionadoras, desenganches, recambios de fusibles y detección.



**Detector de baja tensión:** Indicador acústico y luminoso de la tensión medida, distingue fase y neutro y permite comprobar el orden de sucesión de fases. Debe utilizarse para comprobar la ausencia de tensión en todos los trabajos que se realicen sin tensión antes del comienzo de los mismos y para discriminar qué tensión hay en la red antes de conectar cualquier equipo eléctrico a una instalación desconocida.

Los accidentes eléctricos, también llamados choques eléctricos, se producen cuando el hombre toca partes de una instalación eléctrica bajo tensión, encontrándose a la vez sobre un suelo de buena conductividad, o estando en contacto con cualquier elemento conductor conectado a tierra, se forma un circuito eléctrico entre el hombre y la tierra.

Los efectos fisiológicos de la corriente que circula por el organismo, dependen de los siguientes factores:

- Intensidad de corriente
- Tiempo de contacto
- Tensión
- Resistencia del cuerpo entre los puntos de contacto
- Recorrido de la corriente por el cuerpo
- Frecuencia de la corriente
- Condiciones fisiológicas del accidentado

Considerando el cuerpo humano como una resistencia eléctrica, la intensidad de corriente que recibe un accidentado es, de acuerdo a la ley de Ohm, función de la tensión y de la resistencia eléctrica, a saber:

### **Intensidad = Tensión / Resistencia**

Por lo tanto, cuanto mayor sea la tensión mayor será la intensidad, siempre que haya suficiente potencia de alimentación. Voltajes considerados como de baja tensión, como 220 V. y 380 V. pueden producir intensidades que provoquen la electrocución.

Los efectos fisiológicos producidos por la corriente eléctrica en el organismo humano, en situaciones normales para personas adultas con un peso mínimo de 50 kg., suponiendo que la corriente circula al tocar la parte externa de dos extremidades y para la frecuencia de 50/60 Hz., son las siguientes:

- |                        |   |
|------------------------|---|
| <b>De 0 a 10 mA.</b>   | Movimientos reflejos musculares y calambres   |
| <b>De 10 a 25 mA.</b>  | Se producen contracciones musculares y comienza la tetanización (parálisis) de los músculos de brazos y manos, que se oponen a soltar los objetos que se tienen asidos. La corriente se superpone a los impulsos de comando de la mente produciendo su anulación, pudiendo bloquear un miembro o el cuerpo entero. De nada vale en esos casos la conciencia de los individuos y su voluntad de interrumpir el contacto. También se produce una dificultad en la respiración y un aumento de la presión arterial.  |
| <b>De 25 a 30 mA</b>   | Se producen irregularidades cardíacas y fuerte efecto de tetanización. Cuando se afectan los músculos pectorales, se bloquean los pulmones y se interrumpe la función vital de la respiración. Se trata de una situación de emergencia dado que a partir de los 4 minutos aparecen los síntomas de asfixia. El pasaje de la corriente eléctrica es acompañada por el desarrollo de calor que produce el efecto Joule, pudiendo generar quemaduras. En los puntos de entrada y salida de la corriente la situación es más crítica en razón de la resistencia de la piel y la mayor densidad de corriente en esos puntos. Las quemaduras producidas por la corriente eléctrica son muy profundas y difíciles de curar, pudiendo producir la muerte por insuficiencia renal. |
| <b>De 40 mA a 10 A</b> | Se produce la fibrilación ventricular del corazón. Si la corriente afecta directamente el músculo cardíaco puede perturbar su funcionamiento regular. Los impulsos periódicos, que en condiciones normales regulan las contracciones (sístole) y las expansiones (diástole) son alteradas; el corazón vibra desordenadamente y, en términos técnicos "pierde el paso". Es una situación de emergencia extrema dado que cesa el flujo de sangre en el cuerpo. Debe tenerse en cuenta que éste es un proceso irreversible que continúa aún cuando cesa el flujo de corriente. Sólo puede ser anulado con un equipo denominado desfibrilador, disponible en hospitales y en equipos de socorro.  |

Superior a 10 A.

El corazón sufre una parada durante la circulación de la corriente y si el tiempo es corto, menos de 1 minuto, puede recuperar su actividad normal. La corriente actúa a la vez como agente de fibrilación y desfibrilación. Las quemaduras eléctricas se producen por efecto térmico desarrollado en la trayectoria de la corriente. La cantidad de calor desprendido está ligada a los parámetros físicos de la Ley de Joule:

$$Q = 0,24 * R * I^2 * t$$

**Cantidad de Calor = 0,24 \* Resistencia \* intensidad<sup>2</sup> \*  
Tiempo**

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

Diversas normas, como la CEI 479-2, de la Comisión Electrotécnica Internacional, han establecido curvas que delimitan las zonas de peligro de la corriente eléctrica en función del tiempo. En dichos diagramas (que corresponden al efecto del paso de la corriente eléctrica de 50 Hz., a través de las extremidades del cuerpo humano con un peso superior a los 50 kg.) se marcan las siguientes zonas:

**Zona 1** No aparece ninguna reacción. Está limitada superiormente por los 0,5 mA (0,0005 A) y es independiente del tiempo de actuación.

**Zona 2** La corriente "se nota", produciendo cosquilleo e incluso dolor, pudiendo el sujeto soltarse del electrodo. Generalmente no es de esperar ningún efecto fisiopatológico. Esta zona está limitada por la recta  $I=0,5$  mA y una curva (denominada de seguridad) que responde a la expresión:

$$I_m = 10 + 10 / t$$

siendo:

$I_m$ . = corriente de seguridad en mA.

$I_0$  = corriente límite de tetanización muscular (10 mA).

t = tiempo en segundos.

Por ejemplo: tiempo de contacto 0,1 segundo:

$$I_m = 10 + 10/0,1 = 110 \text{ mA.}$$

**Zona 3** No representa habitualmente riesgo de fibrilación ventricular. Existe riesgo de asfixia y de tetanización.

**Zona 4** Existe riesgo de fibrilación ventricular. Los riesgos en el interior de cada zona se agravan en función de la intensidad de corriente y del tiempo de circulación de ésta. Los efectos de la corriente continua son, en general, cuatro veces menos peligrosos que los efectos de la corriente alterna de 50 Hz., en igualdad de tensión e intensidad, ya que hay que tener en cuenta los fenómenos electrofisiológicos que, sobre el cuerpo humano, puede ocasionar la corriente continua.

Estos valores son aplicables para corriente alterna hasta 100 Hz. y corriente continua. Las mejores condiciones se han efectuado entre extremidades, de mano a mano y de mano a pie. Debe considerarse que estos valores se aceptan como mínimos y normalmente con la piel seca. De acuerdo con estas cifras se puede calcular la tensión de seguridad en locales húmedos o secos, sin que aparezcan intensidades superiores a 10 mA., considerada como valor que no produce ningún efecto fisiológico nocivo.

Tensión de contacto = 25 Voltios. Resistencia piel mojada = 2500 Ω .

$$I = V / R = 25 / 2500 = 10 \text{ mA}$$

Tensión de contacto = 50 Voltios. Resistencia piel normal = 5000 Ohm.

$$I = V / R = 50 / 5000 = 10 \text{ mA}$$

Luego se pueden considerar como tensiones de seguridad:

- Vs = 25 Volt en locales húmedos o mojados.
- Vs = 50 Volt en locales secos o no conductores.

La influencia de la tensión se manifiesta por cuanto de ella depende la intensidad de la corriente que pase por el cuerpo, ya que:

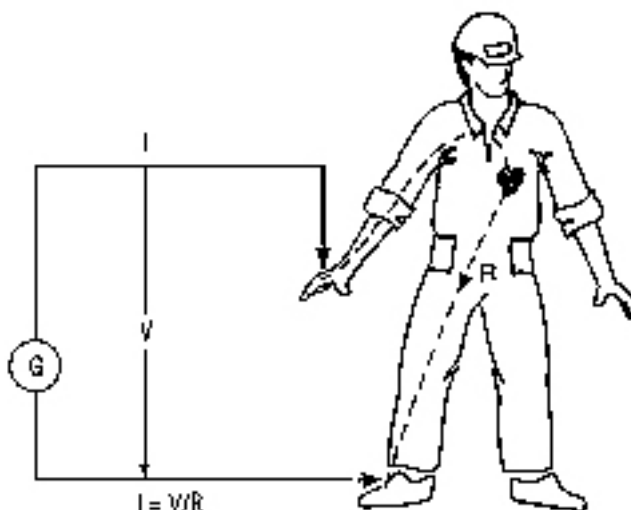
$$I = V / R = \text{Tensión} / \text{Resistencia}$$

Cuanto mayor sea la tensión, mayor podrá ser el valor de la corriente eléctrica, es decir, una tensión de 380 V. es más peligrosa que una de 220 V., pero se pueden producir efectos desconcertantes.

Para una tensión fija aplicada al cuerpo humano, la corriente que circula depende de la resistencia que presenta el organismo. Sin embargo ésta es muy variable y depende de una multitud de circunstancias, tanto internas como externas, tales como:

- Condiciones fisiológicas y estado de la piel.
- Tensión de contacto.
- Espesor y dureza de la piel.
- Presión de contacto.
- Superficie de contacto.
- Recorrido de la corriente por el cuerpo.
- Estado fisiológico del organismo.

La piel es un órgano que aísla al cuerpo humano del medio exterior.



Efectivamente, ofrece una determinada resistencia al paso de la corriente porque los tejidos que la



componen son muy malos conductores. Estos tejidos pueden ser comparados con un dieléctrico, formando el conjunto de la dermis y la epidermis un sistema capacitivo análogo a un condensador. Frente a una corriente continua, la piel opone mayor resistencia que ante una corriente alterna. Una piel rugosa y seca puede ofrecer una resistencia de 50000  $\Omega$ . Sin embargo, una piel fina y húmeda por su sudor o por el agua, puede presentar una resistencia de sólo 1000  $\Omega$ . La resistencia de los tejidos internos es muy pequeña, debido a que están impregnados de líquidos conductores, y no depende de la longitud del camino recorrido. Se estima una resistencia media de 500  $\Omega$ . La presión sobre el punto de contacto influye negativamente en la resistencia, en último caso, lo decisivo en el accidente eléctrico es la densidad de corriente en las zonas de contacto.

### **D = Intensidad / Superficie.**

En baja tensión, cuando el contacto es puntiforme, actúa sobre la piel una gran densidad de corriente. El intenso desarrollo de calor conduce a las típicas marcas en la piel; si el contacto es más amplio en su superficie, no hay destrucción de la piel y faltan las marcas por quemaduras, solamente queda la resistencia de los tejidos internos. Se puede pasar de valores de resistencia de 50000  $\Omega$  en la piel seca a unos 500  $\Omega$  al ser destruída ésta y quedar solamente la resistencia interna. El valor de la resistencia del cuerpo varía en función de la tensión que se aplica al mismo, debido al mayor número de puntos de éste que sufren perforación eléctrica, según va aumentando la tensión. De numerosos exámenes realizados en determinadas condiciones, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

<b>Tensión de contacto</b>	<b>Valor de resistencia</b>	<b>Valor de resistencia</b>
Volt	Piel mojada	Piel normal
25 V.	2500 Ohm	10000 Ohm
50 V.	2000 Ohm	5000 Ohm
250 V.	1000 Ohm	2000 Ohm
Valor asintónico.	650 Ohm	1000 Ohm

Estos valores son aplicables para corriente alterna hasta 100 Hz. y corriente continua. Las mejores condiciones se han efectuado entre extremidades, de mano a mano y de mano a pie. Debe considerarse que estos valores se aceptan como mínimos y normalmente con la piel seca. De acuerdo con estas cifras se puede calcular la tensión de seguridad en locales húmedos o secos, sin que aparezcan intensidades superiores a 10 mA., considerada como valor que no produce ningún efecto fisiológico nocivo.

Tensión de contacto = 25 Voltios. Resistencia piel mojada = 2500  $\Omega$ .

$$I = V / R = 25 / 2500 = 10 \text{ mA}$$

Tensión de contacto = 50 Voltios. Resistencia piel normal = 5000 Ohm.

$$I = V / R = 50 / 5000 = 10 \text{ mA}$$

Luego se pueden considerar como tensiones de seguridad:

- Vs = 25 Volt en locales húmedos o mojados.
- Vs = 50 Volt en locales secos o no conductores.

En todo cuanto llevamos expuesto sobre los efectos fisiológicos de la corriente eléctrica nos hemos referido a corriente alterna de baja frecuencia y a corriente continua. Si se trata de corriente alterna de alta frecuencia, harán falta intensidades mayores para producir los mismos efectos.

Cualitativamente la afirmación anterior es exacta, ya que debido al efecto Kelvin o pelicular de la corriente alterna, la corriente eléctrica tiende a circular por la piel sin atravesar órganos internos. A partir de una frecuencia de 100000 Hz. se empieza a tener efecto pelicular apreciable, no produciéndose en el organismo más efecto que el calentamiento de los tejidos, por efecto Joule.

Se trabaja con altas frecuencias en aparatos electroquirúrgicos o electrobisturíes (del orden de los 450000 Hz.) en los que la corriente eléctrica se aprovecha como fuente calorífica y no afecta órganos vitales. De trabajar con frecuencias industriales, del orden de los 50 / 60 Hz. los efectos serían mortales.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)

La corriente eléctrica se establece entre los puntos de contacto, por la trayectoria más corta dentro del cuerpo, o de menor resistencia. Evidentemente los accidentes serán mucho más graves si en el trayecto de la corriente están órganos vitales como el corazón, los pulmones o el cerebro, que si se producen entre dos de los dedos de una mano, puestos en los contactos de una toma de corriente. En el primer caso, y si la intensidad y tiempo es suficiente, se producirá la electrocución y en el segundo caso, generalmente, todo se reducirá a un calambre y una quemadura entre los dedos. Con respecto a la naturaleza del accidentado, se pone de manifiesto por que todas las personas no soportan igual una descarga eléctrica. La edad, el sexo, la fatiga, el alcohol y el miedo afectan la sensibilidad a los efectos de la corriente eléctrica. Las personas dormidas resisten mejor la corriente eléctrica que las despiertas.



Huella eléctrica en el pulgar izquierdo

De acuerdo a la ley 19587 - decreto 351/79, para prevenir descargas disruptivas en trabajos efectuados en la proximidad de partes no aisladas de instalaciones eléctricas en servicio, las separaciones mínimas medidas entre cualquier punto con tensión y la parte más próxima del cuerpo del operario o de las herramientas no aisladas por él utilizadas son, en la situación más desfavorable:

<b><u>Nivel de Tensión</u></b>	<b><u>Distancia mínima</u></b>
0 a 50 V.	ninguna
más de 50 V. hasta 1 kV.	0,80 m.
más de 1 kV. hasta 33 kV.	0,80 m.
más de 33 kV. hasta 66 kV.	0,90 m.
más de 66 kV. hasta 132 kV.	1,50 m.
más de 132 kV. hasta 150 kV.	1,65 m.
más de 150 kV. hasta 220 kV.	2,10 m.
más de 220 kV. hasta 330 kV.	2,90 m.
más de 330 kV. hasta 500 kV.	3,60 m.

- 1. Desconectar la corriente** En el momento del accidente la actitud instintiva es ir directamente en su auxilio. Ello es causa de nuevos y lamentables accidentes.  
En realidad, se debe desconectar la corriente por medio de la herramienta aislada que corresponda, o la que se tenga más a mano. De ser posible deberá intentarse llegar al interruptor con un objeto aislante, por ejemplo una pértiga.
  
- 2. Alejar al accidentado de la zona de peligro** Nunca tocar al accidentado sino a través de herramientas aislantes, las que permitirán por su longitud mantenerse alejados de la zona de peligro.  
Verificar con el detector si hay o no tensión. En caso de no poseer pértigas de longitud adecuada, se haya o no logrado desconectar la corriente, el que pretenda prestar ayuda deberá aislarse de tierra, mediante el taburete aislado o las alfombras aislantes que hubiere en el lugar.
  
- 3. Apagar el fuego** En los accidentes eléctricos se producen con frecuencia arcos voltaicos que provocan incendios. Deberán apagarse con extintores adecuados. Sólo podrá utilizarse agua cuando se tenga la certeza de que se ha interrumpido la energía.  
Si el lesionado tiene quemaduras podrán enfriarse con agua pero jamás se deberá utilizar talcos o pomadas salvo que sean específicamente indicados para su uso.
  
- 4. Llamar al médico** Antes de pasar a otras medidas se deberá llamar al médico o a una ambulancia. Mientras se espera su llegada se deberán realizar algunas tareas.
  
- 5. Determinar las lesiones** Hay que determinar si además de las posibles lesiones externas (por ejemplo quemaduras) existen dificultades respiratorias o cardíacas.
  
- 6. Paro respiratorio** Frente a la boca o nariz se coloca un espejo, si no se empaña existe un paro respiratorio. Otra alternativa es colocar un trozo de papel sobre la boca o nariz del accidentado, si respira se debe mover.  
En el caso del paro respiratorio realizar respiración artificial, es necesario darse prisa ya que la falta de oxígeno provoca que las células cerebrales mueran al cabo de 4 minutos.  
Todo operario o técnico deberá haber realizado un curso de primeros auxilios, con clases especiales sobre reanimación del corazón y pulmones.
  
- 7. Shock** El pulso del accidentado se acelera y debilita simultáneamente. El accidentado tiene frío y la frente sudorosa. Deberá colocarse de espaldas sobre el piso y levantarle las piernas para que la sangre fluya al cuerpo.
  
- 8. Colocar al accidentado sobre un costado** Luego que se ha comprobado que la respiración y la circulación funcionan y que no existe shock, el accidentado se deberá apoyar en el piso sobre un costado, la cabeza deberá quedar ligeramente hacia atrás.

**9. Hacer  
examinar al  
accidentado por  
un médico**

En cualquier caso el accidentado deberá ser examinado por un médico ya que las lesiones internas pueden tener al cabo de un tiempo, y en determinadas condiciones, efectos mortales. La persona que ayuda deberá encargarse de que esto se cumpla aunque el accidentado no lo crea conveniente.

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)














[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)



-  **1** Medidas de protección a las personas - Generalidades
-  **2** Medidas de protección contra contactos directos - Protección Completa
-  **3** Medidas de protección contra contactos directos - Protección Parcial
-  **4** Medidas de protección contra contactos indirectos - Diferentes métodos
-  **5** Medidas de protección contra contactos indirectos - Uso de la muy baja tensión de seguridad (MBTS)
-  **6** Medidas de protección contra contactos indirectos - Puestas a tierra
-  **7** Tipos de puestas a tierra
-  **8** Puestas a tierra de servicio
-  **9** Puestas a tierra de protección
-  **10** Tipos de electrodos para puestas a tierra
-  **11** Aplicación de los disyuntores y puestas a tierra
-  **12** Indicaciones para el empleo de los disyuntores
-  **13** Protección de edificios - Pararrayos

En la protección de las personas contra choques eléctricos se deben considerar 3 elementos fundamentales:

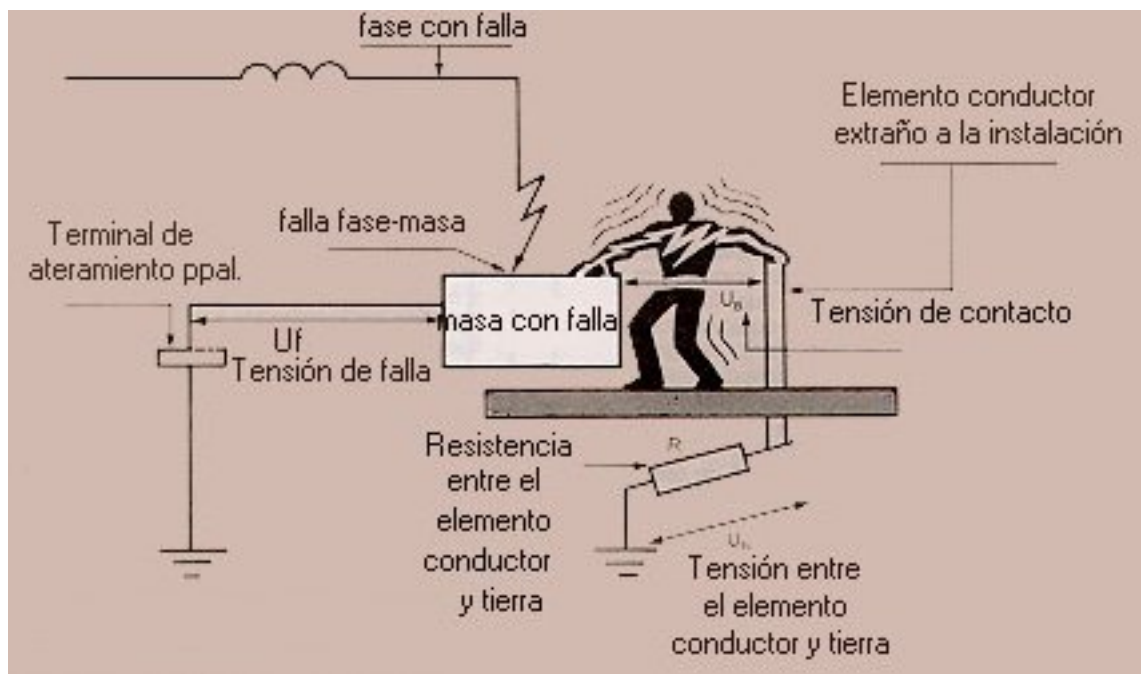
- Parte viva** es la parte conductora de un componente o una instalación; presenta una diferencia de potencial respecto de tierra. En una línea hablamos de conductor vivo para designar a los conductores de fase y el neutro.
- Masa** es la parte conductora de un componente o una instalación que puede ser tocada fácilmente o que normalmente no está viva, pero que puede volverse viva en condiciones de falla o defecto. Como ejemplos de masa tenemos las carcazas metálicas de los aparatos o los conductos metálicos.
- Conductores extraños a la instalación** son los elementos conductores que no forman parte de la misma pero que pueden introducir un potencial, generalmente el de tierra.

Los choques eléctricos pueden provenir de contactos directos e indirectos, sus características son:

- Contactos directos** Los contactos directos (con partes vivas o bajo tensión), causan innumerables accidentes, y son provocados por fallas de aislación, por ruptura o remoción indebida de partes aislantes o por actitudes imprudentes de personas sobre partes vivas. Un ejemplo de este último caso es el hábito de desconectar la alimentación de equipos portátiles (enceradoras, secadores de cabello, etc.) tirando del cable.
- Contactos indirectos** Los contactos indirectos son aquellos que se establecen con piezas conductoras (elementos inactivos) que, sin estar bajo tensión, pueden estarlo si es defectuoso el aislamiento de puesta a tierra. Su peligrosidad estriba en que los usuarios se acercan a las masas sin sospechar de su eventual energización.

En condiciones normales una persona está parada en contacto con el suelo (a menos que utilice un calzado aislante), por lo tanto tiene el potencial del mismo. Ello significa que el contacto con cualquier elemento con un potencial distinto puede ser peligroso.

La tensión a la que una persona puede ser sometida al tocar simultáneamente un objeto colocado bajo tensión y otro elemento que se encuentre a un potencial diferente se denomina Tensión de contacto.





La tensión de contacto límite que no resulta peligrosa para las personas es de 50 V., no obstante se suele hablar de una menor que ella, denominada Muy Baja Tensión de Seguridad (conocida por sus siglas MBTS), establecida en 24 V.

*menú*

*índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[12](#)

[13](#)

En la protección de las personas contra choques eléctricos se deben considerar 3 elementos fundamentales:

**Parte viva**

es la parte conductora de un componente o una instalación; presenta una diferencia de potencial respecto de tierra. En una línea hablamos de conductor vivo para designar a los conductores de fase y el neutro.

**Masa**

es la parte conductora de un componente o una instalación que puede ser tocada fácilmente o que normalmente no está viva, pero que puede volverse viva en condiciones de falla o defecto. Como ejemplos de masa tenemos las carcasas metálicas de los aparatos o los conductos metálicos.

**Conductores extraños a la instalación**

son los elementos conductores que no forman parte de la misma pero que pueden introducir un potencial, generalmente el de tierra.

Los choques eléctricos pueden provenir de contactos directos e indirectos, sus características son:

**Contactos directos**

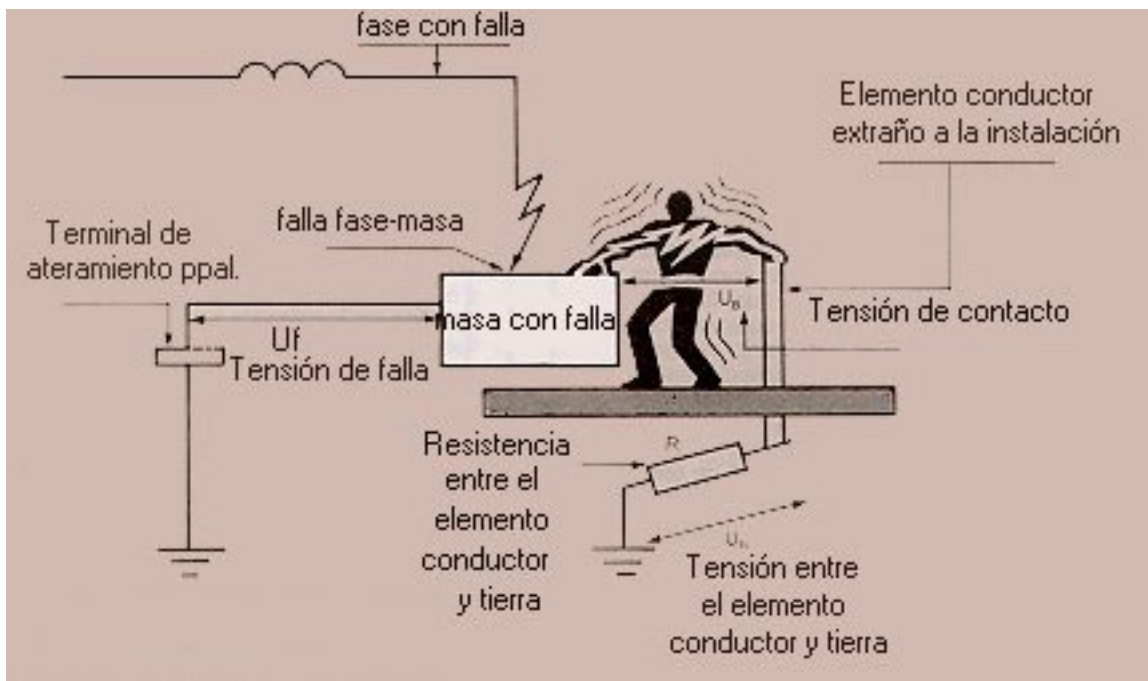
Los contactos directos (con partes vivas o bajo tensión), causan innumerables accidentes, y son provocados por fallas de aislación, por ruptura o remoción indebida de partes aislantes o por actitudes imprudentes de personas sobre partes vivas. Un ejemplo de este último caso es el hábito de desconectar la alimentación de equipos portátiles (enceradoras, secadores de cabello, etc.) tirando del cable.

**Contactos indirectos**

Los contactos indirectos son aquellos que se establecen con piezas conductoras (elementos inactivos) que, sin estar bajo tensión, pueden estarlo si es defectuoso el aislamiento de puesta a tierra. Su peligrosidad estriba en que los usuarios se acercan a las masas sin sospechar de su eventual energización.

En condiciones normales una persona está parada en contacto con el suelo (a menos que utilice un calzado aislante), por lo tanto tiene el potencial del mismo. Ello significa que el contacto con cualquier elemento con un potencial distinto puede ser peligroso.

La tensión a la que una persona puede ser sometida al tocar simultáneamente un objeto colocado bajo tensión y otro elemento que se encuentre a un potencial diferente se denomina Tensión de contacto.



La tensión de contacto límite que no resulta peligrosa para las personas es de 50 V., no obstante se suele hablar de una menor que ella, denominada Muy Baja Tensión de Seguridad (conocida por sus siglas MBTS), establecida en 24 V.

Los elementos que, durante el servicio de la instalación se encuentran sometidos a tensión (elementos activos) deben protegerse contra el contacto directo durante el manejo o mantenimiento de la instalación. La protección puede conseguirse mediante el aislamiento de todos los aparatos, denominado **Protección completa** o aislamiento de servicio.

Este aislamiento, que sólo puede quedar sin efecto destruyéndolo, es necesario también fuera del alcance de la mano cuando es posible el contacto directo de los receptores con objetos no aislados, como ser escaleras metálicas.

Las partes activas de la instalación metálica pueden protegerse también contra el contacto directo, por medio de chapas perforadas, rejillas u otras protecciones mecánicas. Estos dispositivos mecánicos de protección tienen que ser suficientemente estables para que, ni por golpes ni por presiones, puedan llegar a estar en contacto con los elementos activos.

Si estas protecciones tienen orificios, como las chapas perforadas, debe impedirse que las piezas activas puedan llegar a tocarse con los dedos, para ello los orificios deben cumplir con las condiciones establecidas por el grado IP2X de la norma IRAM 2444. El aparato de comprobación se denomina, según IRAM, dedo de prueba.

Las medidas de protección antes descritas pueden ser imposibles de realizar en determinados locales durante el servicio o mantenimiento de la instalación.

Entre ellos están los recintos industriales eléctricos, que son instalaciones eléctricas en locales que no sirven exclusivamente para el servicio de las instalaciones eléctricas, por ejemplo: instalaciones de maniobra y tableros de distribución en naves de fabricación y depósito. Como por regla general, a los recintos industriales eléctricos sólo tienen acceso las personas que conocen los peligros de la energía eléctrica, basta con efectuar una **Protección Parcial**, separando las partes activas del resto del local por medio de cadenas o barandas, con lo que se evitan los contactos casuales. Una placa de aviso debe advertir de las medidas de precaución necesarias.

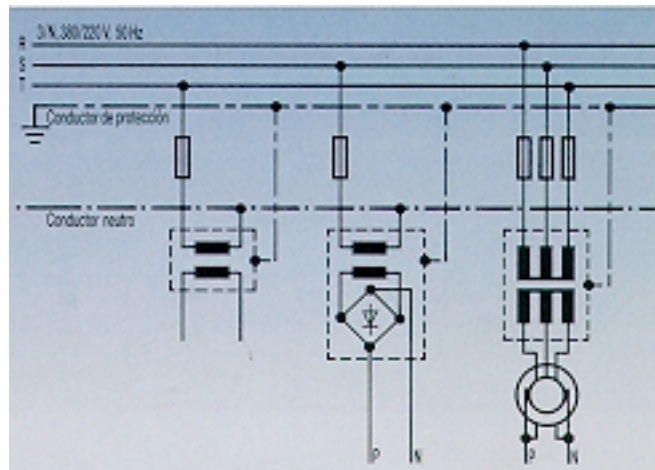
En los recintos industriales eléctricos cerrados, donde sólo pueden entrar personas especializadas, puede faltar incluso la protección parcial. Es decir, que dentro de un recinto industrial eléctrico cerrado puede prescindirse de dispositivos mecánicos de protección, si dificultan o impiden el servicio o el mantenimiento.

Los métodos empleados para la protección contra contactos indirectos incluyen:

- **Tensión extra - baja de protección.**
- **Medidas de protección con conductor de protección:**
  - **Puesta a tierra de protección.**
  - **Circuito de protección por corriente de fuga**

Según el reglamento de instalaciones eléctricas, la tensión extra - baja de protección es la gama de tensiones que quedan por debajo de los 24 V. Se trata de asegurar que no pueda presentarse ninguna tensión de contacto excesiva en los circuitos sometidos a la tensión extra - baja de protección.

La figura siguiente muestra ejemplos sobre el establecimiento de tensiones extra bajas de protección. En todos estos casos se exige una protección galvánica entre la tensión más alta y la más baja, por medio de un transformador de seguridad.



Ejemplo para establecer tensión extra - baja:

El aislamiento de estos transformadores ha de cumplir condiciones muy estrictas para impedir, con toda seguridad, una transmisión de la tensión más alta al circuito de la tensión extra - baja de protección. Para que no pueda transmitirse ningún potencial elevado a la zona de tensión extra - baja de protección, sus conductores activos no deben estar conectados a tierra ni a instalaciones de tensión más elevada. Por regla general, la tensión extra - baja de protección tiene un valor máximo de 24 V. aunque, en algunos casos especiales se limita a 12 V.

Esto último se aplica, por ejemplo, a los trenes eléctricos de juguetes o a los aparatos calentados eléctricamente para tratamiento de la piel, con los que puede entrar en contacto el cuerpo humano durante su uso, y también en determinadas instalaciones agrícolas o locales destinados a fines médicos.

Las medidas de seguridad apuntan a evitar la aparición o permanencia de una tensión de contacto "Us" peligrosa para las personas; entendiéndose por tal a las tensiones superiores a 24 V. La decisión de fijar el límite de 24 V. como "tensión excesiva de contacto" se funda en lo siguiente: Los efectos de la energía eléctrica dependen, ante todo, del valor de la intensidad de la corriente  $I_M$  que, en caso de accidente, circula a través del cuerpo humano. Este tiene, por término medio, y prescindiendo de circunstancias especiales, una resistencia  $R_M$  del orden de 1300 a 3000  $\Omega$ . De este modo, a una tensión de contacto de 24 V. resulta una intensidad de:

$$I_m = U_s / R_m = 24 \text{ V.} / 1300 \ \Omega < R_m < 3000 \ \Omega = 10 \text{ mA} < I_m < 20 \text{ mA}$$

Por regla general estos valores no son peligrosos para la vida.

Para obtener una MBTS la fuente de alimentación debe ser una fuente de seguridad como las que se describen a continuación:

1. Transformador con separación eléctrica entre los circuitos primario y secundario, protegido contra cortocircuitos por medio de fusible, salida de 24 V. y 150 VA, montados sobre caja metálica que los proteja de caída de agua vertical y conector bipolar a la salida.
2. Otras fuentes con un grado de protección no inferior, como motor y generador o dispositivos electrónicos.

Los circuitos de MBTS no deberán unirse eléctricamente a partes bajo tensión o a los conductores de protección pertenecientes a otros circuitos.

Los conductores de los circuitos de MBTS deben estar preferentemente separados de cualquier conductor de otro circuito.

Las fichas empleadas deben tener un diseño tal que no les permita su inserción en circuitos de mayor tensión.

Las fuentes de MBTS se emplean habitualmente en aquellos trabajos que deban realizarse en lugares húmedos como pozos, galerías, zanjas, hormigonados o en grandes masas conductoras como calderas, tanques, depósitos o estructuras metálicas, en los que se empleen alumbrados o aparatos eléctricos portátiles.



Se entiende por puesta a tierra la vinculación intencional de un conductor a tierra. Si esa unión se realiza sin interposición de impedancia (o resistencia) alguna, decimos que es una puesta a tierra directa, en caso contrario sería una vinculación indirecta.

La importancia de la puesta a tierra en instalaciones domiciliarias, radica en la seguridad contra tensiones peligrosas para las personas por contactos indirectos.

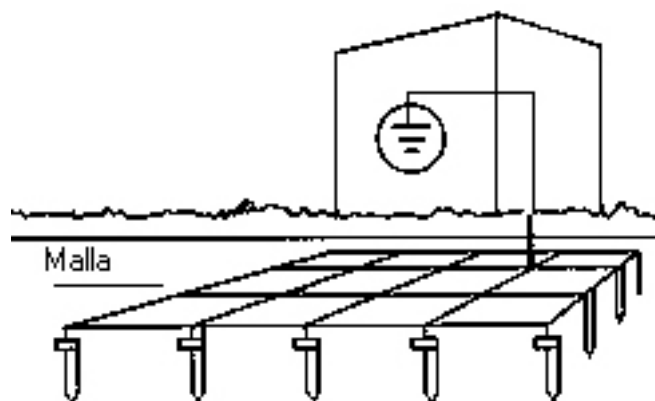
Las protecciones eléctricas deben, en estos casos de fallas, actuar desconectando la alimentación en tiempos que estén vinculados a los efectos fisiológicos sobre el cuerpo humano.

Fijada una determinada tensión de contacto ( $V_c$ ) se puede establecer el valor de la resistencia de puesta a tierra ( $R_t$ ) que garantice la suficiente corriente  $I_t$  que produzca el accionamiento de la protección asociada. La AEA establece que con  $V_c = 24 \text{ V}$ . las protecciones deben operar en tiempos menores a 0,65 seg. de donde surge:

**$R_t = 10 \text{ Ohm}$  para viviendas unitarias.**

**$R_t = 2 \text{ Ohm}$  para viviendas colectivas (Edificios o Complejos).**

Un sistema de puesta a tierra está compuesto por:



Donde:

**Electrodo de tierra**

Es el conductor (astas, perfiles, cables desnudos, cintas, etc.) o conjunto de conductores en contacto con la tierra que garantizan una unión íntima con ella. Cuando los electrodos de tierra están lo suficientemente distantes como para que la corriente máxima susceptible de pasar por uno de ellos no modifique sensiblemente el potencial de los otros se dice que los electrodos de tierra son independientes.

**Conductor de protección**

Deben estar presentes en todas las instalaciones de baja tensión, sea cual fuere el esquema de tierra adoptado, y sirven para garantizar la continuidad del circuito de tierra, siendo designados internacionalmente por sus siglas en inglés PE (Protection Earth).

En un circuito terminal el conductor de protección liga las masas de los equipos de utilización y, si fuera el caso, el terminal de tierra de las alimentaciones de corriente; en un circuito de distribución, el conductor de protección vincula el terminal de tierra del tablero de donde parte el circuito al terminal de tierra del tablero de alimentación del circuito.

Existen distintos tipos de puestas a tierra, de acuerdo al objetivo de las mismas, entre ellas se puede mencionar:

- Puesta a tierra de servicio** (también llamada funcional) Es la que mantiene el potencial de tierra de alguna parte de los circuitos de alimentación, como ser los centros de estrella de generadores y transformadores
- Puesta a tierra de protección** Consiste en la puesta a tierra de los elementos conductores extraños a la instalación para brindar protección contra contactos indirectos; es decir que permite derivar las corrientes de falla peligrosas para las personas.
- Puesta a tierra de referencia.** Es la destinada a brindar un potencial constante, que podrá ser empleado para tener una referencia a tierra de diversos equipos. Se emplea para garantizar el funcionamiento correcto, seguro y confiable de una instalación.
- Puesta a tierra para pararrayos** Es la encargada de llevar a tierra las sobretensiones producidas por las descargas atmosféricas.

En algunas ocasiones se realizan puestas a tierra conjuntas, funcionales y de protección.

Los sistemas usuales de puesta a tierra en las redes trifásicas están definidos como tales por las normas IEC 364 e IRAM 2281/3; se describen con letras identificatorias que representan:

- Primera letra: Condiciones de puesta a tierra de la fuente de energía  
T = puesta a tierra directa de un punto de la red  
I = aislamiento de todas las partes activas con respecto a tierra o puesta a tierra de un punto de la red a través de una impedancia.
- Segunda letra: Condiciones de puesta a tierra de las masas en la instalación eléctrica.  
T = masas puestas a tierra directamente, independientemente de la fuente de energía.  
N = masas unidas directamente a la puesta a tierra funcional.
- Tercera letra: (válida para los sistemas TN) disposiciones de los conductores de protección y neutro.  
S = conductores separados para el de protección y neutro.  
C = conductor único con funciones de protección y de neutro, denominado conductor PEN.

**Sistema IT** El esquema de distribución consta de las tres fases activas (RST). En ellas el neutro no está rígidamente conectado a tierra (está aislado o conectado a tierra por medio de impedancias de elevado valor).

**Sistema TNS** Son redes en las que además de las tres fases (RST) existen otros dos conductores (el neutro y el conductor de protección). Es decir que los usuarios no realizan puestas a tierra de las instalaciones ya que la misma se ejecuta mediante el último conductor mencionado, que es suministrada por la compañía distribuidora.

**Sistema TNC** En este sistema de distribución se emplean 4 conductores, tres para las fases y un cuarto que realiza las funciones de neutro y de conductor de protección.

**Sistema TT** Consiste de una puesta a tierra de servicio conectada rígidamente a tierra de la cual tomaremos el conductor neutro, es decir que la distribución emplea 4 conductores, tres para las fases y uno para el neutro, mientras que el conductor de protección es provisto por el usuario, derivándolo de su puesta a tierra de seguridad. Este sistema es de gran importancia dado que es el actualmente empleado en nuestro país para la distribución eléctrica en baja tensión, constituyendo el denominado sistema trifásico de tensiones de 3 x 380 / 220 V.

Como hemos dicho anteriormente, en los sistemas TT, el centro de estrella de los transformadores de alimentación está conectado al neutro y a la vez puesto rígidamente a tierra en ese punto. En las condiciones reales de una red se producen desequilibrios en los consumos y circulación de corrientes por terceras armónicas que ocasionan que este conductor suela tener potenciales respecto de tierra superiores a la máxima tensión de contacto admitida (24 V.). Por esta razón nunca se debe emplear el neutro de la compañía distribuidora de electricidad como conductor de protección, es decir que no se deben conectar al mismo las puestas a tierra de nuestra instalación.

Como se mencionó anteriormente, la puesta a tierra de protección es la que se realiza normalmente en los edificios, de allí la importancia de conocer sus características. La A.E.A. establece para los mismos las siguientes disposiciones generales:

- El conductor de protección (denominado comúnmente conductor de tierra) será eléctricamente continuo y no será eléctricamente seccionado en punto alguno de la instalación ni pasará por el disyuntor diferencial. Tendrá la capacidad de soportar la corriente de cortocircuito máxima coordinada con las protecciones instaladas en el circuito.
- Como conductores de protección en instalaciones domiciliarias deben utilizarse cables unipolares aislados, similares al tipo PIRASTIC ECOPLUS de Pirelli, con sección no menor a 2,5 mm<sup>2</sup>.
- En todos los casos deberá efectuarse la conexión a tierra de todas las masas de la instalación. Las masas que son simultáneamente accesibles y pertenecientes a la misma instalación eléctrica estarán unidas al mismo sistema de puesta a tierra.
- La instalación se realizará de acuerdo a las directivas de la norma IRAM 2281 - parte III.

Para la elección del electrodo de Puesta a Tierra se deberá:

1º) Medir, la resistencia del terreno en el lugar donde se instalará la puesta a tierra, preferentemente aplicando el método del telurímetro descrito en la Norma IRAM 2281 parte I. Alternativamente se podrá medir empleando una resistencia variable entre 20 y 100 ohm, un amperímetro y un voltímetro con resistencia interna superior a 40.000 ohm, apto para medir una tensión entre 0 y 5 V., y una sonda enterrada a una profundida de 0,50 m y una distancia no menor de 20 m, de la puesta a tierra.

2º) Aplicar la relación aproximada entre la resistividad eléctrica del terreno  $G_t$  (Ohm x m) y el largo de la jabalina (acero - cobre)

$$R_t = 0,33 G_t \text{ para jabalinas de 3 mt.}$$

$$R_t = 0,55 G_t \text{ para jabalinas de 1,50 mt.}$$

Cuando con una única jabalina no se alcanza la  $R_t$  deseada se debe considerar el uso de varias jabalinas unidas entre sí por un conductor de Cu de 50 mm<sup>2</sup> y enterrado a 60 mm. de profundidad, separadas a una distancia tal que no produzcan interferencias entre sí mismas. La separación mínima de jabalinas que se suele emplear para tal fin es de 2,5 x el largo de jabalina utilizada. Para el caso en, que por la separación necesaria de jabalinas que exige un dispersor, no sea posible tener superficie de terreno se recomienda el uso de mallas, permitiéndose la soldadura puente (tipo cupro-alumino-térmica) a electrodos naturales del edificio (armadura de hierro).

En función de los conceptos anteriores se realizaron las siguientes tablas de donde se puede determinar el tipo de electrodo de puesta a tierra en función de la resistividad del terreno.

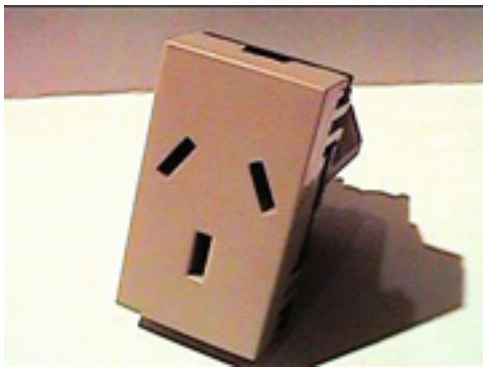
<u>Para <math>R_t &lt; 10 \Omega</math></u>		<u>Para <math>R_t &lt; 20 \Omega</math></u>	
<b>Resistencia máxima del terreno <math>G_t</math> (<math>\Omega \times m</math>)</b>		<b>Resistencia máxima del terreno <math>G_t</math> (<math>\Omega \times m</math>)</b>	
16	jabalina largo = 1,5 m	33	jabalina largo = 1,5 m
29	jabalina largo = 3,0 m	59	jabalina largo = 3,0 m
41	jabalina largo = 4,5 m	84	jabalina largo = 4,5 m
65	dispersor largo = 10,0 m	130	dispersor largo = 10,0 m
115	dispersor largo = 20,0 m	230	dispersor largo = 20,0 m
80	malla largo = 10,0 m	170	malla largo = 10,0 m
140	malla largo = 20,0 m	300	malla largo = 20,0 m

El interruptor diferencial (también conocido como disyuntor) es un aparato destinado a producir el corte de la corriente eléctrica cuando por causas accidentales, desperfectos o maniobras defectuosas una persona queda bajo los efectos de aquélla.

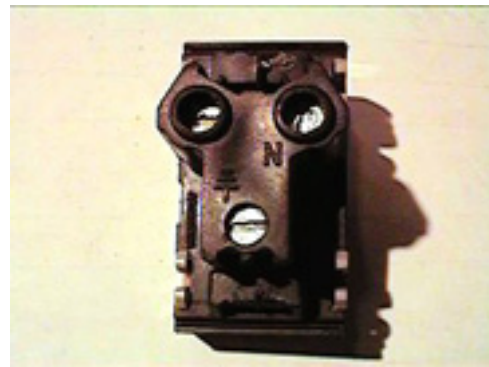
Si bien actualmente se considera que este dispositivo ofrece el mayor grado de seguridad frente a los contactos eléctricos, debe tenerse presente que su presencia no exime de tomar el resto de las medidas de seguridad dado que es considerado solamente como una protección complementaria.

La puesta a tierra es la medida de protección por naturaleza, ya que deriva a la tierra rápida y eficazmente las corrientes de fuga o de descarga que pueden aparecer al tocar aparatos eléctricos. Cuando ocurre una falla de aislación en algún aparato que lo haría peligroso, la puesta a tierra provoca el corte de la energía, y este corte es más rápido si lo realiza un interruptor diferencial; pero lo más importante es que con el disyuntor el corte se realiza sin necesidad que la persona esté en contacto en ese momento.

La puesta a tierra de los aparatos se efectiviza en forma automática al conectar la ficha del toma corriente, a través de la tercera pata de la ficha, que conecta con el conductor de tierra. Por tal motivo, no deben emplearse adaptadores para fichas sin puesta a tierra, ya que se eliminan las condiciones de seguridad de que estaba dotado el aparato.



**Módulo tomacorriente bipolar con tierra de la línea HABITAT**



**Vista trasera del mismo módulo que muestra el correcto conexinado de los conductores de línea, neutro y tierra**

Tomando como base, una tensión máxima de accionamiento no mayor a 24 V (reglamentación AEA) la resistencia máxima del sistema de puesta a tierra vinculado a un protector diferencial de 30 mA y 0,03 seg. es menor a 800 Ohm.

Siendo este valor fácilmente realizable en un sistema de puesta a tierra, el protector diferencial garantiza accionamiento por contactos accidentales, donde la tensión de contacto directo o indirecto supere el valor de seguridad de 24 V.

Los interruptores diferenciales protegen solamente las partes de la instalación que están aguas abajo de sus bornes de salida. Si se desea incluir en el circuito de protección las partes metálicas en que van montados los disyuntores hay que aplicar otra medida de protección para las partes de la instalación antepuestas. Para ello resulta muy apropiado el aislamiento de protección.

En tal caso hay que incluir también en la aislación de protección a los bornes de entrada de los interruptores que interrumpen el paso de la corriente.

Si se montan varios interruptores diferenciales en una instalación, hay que prever para cada uno de ellos un neutro separado. Si los conductores neutros de varios interruptores se conectan a una barra común se producirán disparos erróneos.

Si sólo se usan dos polos de un disyuntor tetrapolar, se emplearán aquellos que permitan el uso del botón de prueba.

El conductor de neutro no debe tener ningún punto de contacto con tierra aguas arriba del interruptor. De lo contrario el interruptor dispararía permanentemente debido a la componente de la corriente del neutro que fluiría a través de tierra, dado que dicha corriente tiene los mismos efectos que una corriente de fuga a tierra.

Las instalaciones de pararrayos deben seguir los lineamientos de la norma IRAM 2184, que cubre edificios de hasta 60 metros de altura.

El sistema de protección consta de un sistema externo compuesto del dispositivo captor, las bajadas del mismo y las puestas a tierra y un sistema interno para reducir los efectos electromagnéticos de la corriente del rayo en el espacio a proteger.

El pararrayo más difundido es el tipo Franklin, que consiste de una barra de bronce que posee 3 ó 4 puntas superiores platinadas, con una altura mínima de 4 metros, instalada en la parte más elevada de los edificios.

De la punta sale un conductor de cobre desnudo de 25 mm<sup>2</sup> que descarga a través de una puesta a tierra de una placa de cobre enterrada de 1 m<sup>2</sup> o bien mediante una o varias jabalinas.

El radio de acción de un pararrayos es un cono cuyo vértice es la punta del pararrayos y que forma con tierra un ángulo de 45°.

Como norma de seguridad se evitarán los efectos peligrosos de inducciones sobre otros conductores (eléctricos, telefónicos, TV, etc.) manteniéndolos convenientemente alejados de la bajada del pararrayos (3 mts. de distancia mínima). Deben evitarse antenas que sobresalgan o estén muy próximas a la zona protegida por el pararrayo.

No debe utilizarse la misma puesta a tierra del edificio al cual protege.

Existen pararrayos que mejoran el ángulo de protección mediante la ionización del aire que los rodea y otros de tipo radiactivo, que son muy livianos, de fácil instalación y de probada eficiencia aunque su uso es restringido por razones ecológicas.



Los elementos que, durante el servicio de la instalación se encuentran sometidos a tensión (elementos activos) deben protegerse contra el contacto directo durante el manejo o mantenimiento de la instalación. La protección puede conseguirse mediante el aislamiento de todos los aparatos, denominado **Protección completa** o aislamiento de servicio.

Este aislamiento, que sólo puede quedar sin efecto destruyéndolo, es necesario también fuera del alcance de la mano cuando es posible el contacto directo de los receptores con objetos no aislados, como ser escaleras metálicas.

Las partes activas de la instalación metálica pueden protegerse también contra el contacto directo, por medio de chapas perforadas, rejillas u otras protecciones mecánicas. Estos dispositivos mecánicos de protección tienen que ser suficientemente estables para que, ni por golpes ni por presiones, puedan llegar a estar en contacto con los elementos activos.

Si estas protecciones tienen orificios, como las chapas perforadas, debe impedirse que las piezas activas puedan llegar a tocarse con los dedos, para ello los orificios deben cumplir con las condiciones establecidas por el grado IP2X de la norma IRAM 2444. El aparato de comprobación se denomina, según IRAM, dedo de prueba.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

Las medidas de protección antes descritas pueden ser imposibles de realizar en determinados locales durante el servicio o mantenimiento de la instalación.

Entre ellos están los recintos industriales eléctricos, que son instalaciones eléctricas en locales que no sirven exclusivamente para el servicio de las instalaciones eléctricas, por ejemplo: instalaciones de maniobra y tableros de distribución en naves de fabricación y depósito. Como por regla general, a los recintos industriales eléctricos sólo tienen acceso las personas que conocen los peligros de la energía eléctrica, basta con efectuar una **Protección Parcial**, separando las partes activas del resto del local por medio de cadenas o barandas, con lo que se evitan los contactos casuales. Una placa de aviso debe advertir de las medidas de precaución necesarias.

En los recintos industriales eléctricos cerrados, donde sólo pueden entrar personas especializadas, puede faltar incluso la protección parcial. Es decir, que dentro de un recinto industrial eléctrico cerrado puede prescindirse de dispositivos mecánicos de protección, si dificultan o impiden el servicio o el mantenimiento.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

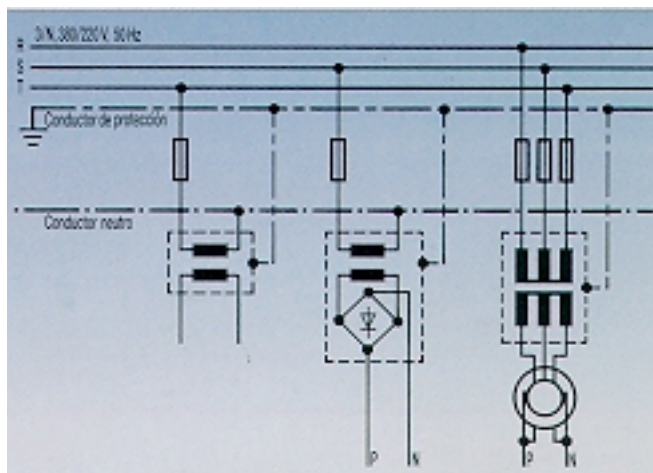
Los métodos empleados para la protección contra contactos indirectos incluyen:

- **Tensión extra - baja de protección.**
- **Medidas de protección con conductor de protección:**
  - **Puesta a tierra de protección.**
  - **Circuito de protección por corriente de fuga**

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

Según el reglamento de instalaciones eléctricas, la tensión extra - baja de protección es la gama de tensiones que quedan por debajo de los 24 V. Se trata de asegurar que no pueda presentarse ninguna tensión de contacto excesiva en los circuitos sometidos a la tensión extra - baja de protección.

La figura siguiente muestra ejemplos sobre el establecimiento de tensiones extra bajas de protección. En todos estos casos se exige una protección galvánica entre la tensión más alta y la más baja, por medio de un transformador de seguridad.



Ejemplo para establecer tensión extra - baja:

El aislamiento de estos transformadores ha de cumplir condiciones muy estrictas para impedir, con toda seguridad, una transmisión de la tensión más alta al circuito de la tensión extra - baja de protección. Para que no pueda transmitirse ningún potencial elevado a la zona de tensión extra - baja de protección, sus conductores activos no deben estar conectados a tierra ni a instalaciones de tensión más elevada. Por regla general, la tensión extra - baja de protección tiene un valor máximo de 24 V. aunque, en algunos casos especiales se limita a 12 V.

Esto último se aplica, por ejemplo, a los trenes eléctricos de juguetes o a los aparatos calentados eléctricamente para tratamiento de la piel, con los que puede entrar en contacto el cuerpo humano durante su uso, y también en determinadas instalaciones agrícolas o locales destinados a fines médicos.

Las medidas de seguridad apuntan a evitar la aparición o permanencia de una tensión de contacto "Us" peligrosa para las personas; entendiéndose por tal a las tensiones superiores a 24 V. La decisión de fijar el límite de 24 V. como "tensión excesiva de contacto" se funda en lo siguiente: Los efectos de la energía eléctrica dependen, ante todo, del valor de la intensidad de la corriente  $I_M$  que, en caso de accidente, circula a través del cuerpo humano. Este tiene, por término medio, y prescindiendo de circunstancias especiales, una resistencia  $R_M$  del orden de 1300 a 3000  $\Omega$ . De este modo, a una tensión de contacto de 24 V. resulta una intensidad de:

$$I_m = U_s / R_m = 24 \text{ V.} / 1300 \ \Omega < R_m < 3000 \ \Omega = 10 \text{ mA} < I_m < 20 \text{ mA}$$

Por regla general estos valores no son peligrosos para la vida.

Para obtener una MBTS la fuente de alimentación debe ser una fuente de seguridad como las que se describen a continuación:

1. Transformador con separación eléctrica entre los circuitos primario y secundario, protegido contra cortocircuitos por medio de fusible, salida de 24 V. y 150 VA, montados sobre caja metálica que los proteja de caída de agua vertical y conector bipolar a la salida.
2. Otras fuentes con un grado de protección no inferior, como motor y generador o dispositivos electrónicos.

Los circuitos de MBTS no deberán unirse eléctricamente a partes bajo tensión o a los conductores de protección pertenecientes a otros circuitos.

Los conductores de los circuitos de MBTS deben estar preferentemente separados de cualquier conductor de otro circuito.

Las fichas empleadas deben tener un diseño tal que no les permita su inserción en circuitos de mayor tensión.

Las fuentes de MBTS se emplean habitualmente en aquellos trabajos que deban realizarse en lugares húmedos como pozos, galerías, zanjas, hormigonados o en grandes masas conductoras como calderas, tanques, depósitos o estructuras metálicas, en los que se empleen alumbrados o aparatos eléctricos portátiles.

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[12](#)

[13](#)

Se entiende por puesta a tierra la vinculación intencional de un conductor a tierra. Si esa unión se realiza sin interposición de impedancia (o resistencia) alguna, decimos que es una puesta a tierra directa, en caso contrario sería una vinculación indirecta.

La importancia de la puesta a tierra en instalaciones domiciliarias, radica en la seguridad contra tensiones peligrosas para las personas por contactos indirectos.

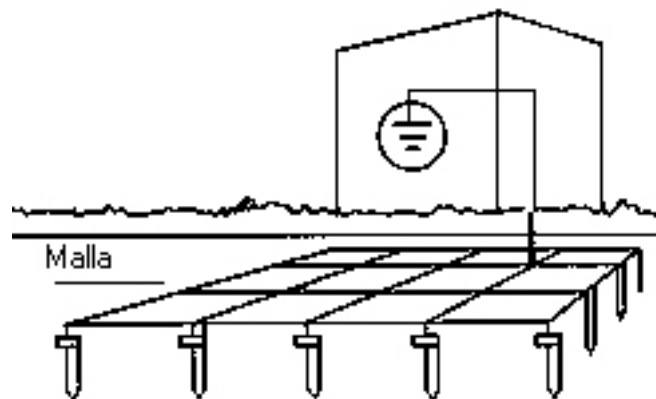
Las protecciones eléctricas deben, en estos casos de fallas, actuar desconectando la alimentación en tiempos que estén vinculados a los efectos fisiológicos sobre el cuerpo humano.

Fijada una determinada tensión de contacto ( $V_c$ ) se puede establecer el valor de la resistencia de puesta a tierra ( $R_t$ ) que garantice la suficiente corriente  $I_t$  que produzca el accionamiento de la protección asociada. La AEA establece que con  $V_c = 24$  V. las protecciones deben operar en tiempos menores a 0,65 seg. de donde surge:

**$R_t = 10$  Ohm para viviendas unitarias.**

**$R_t = 2$  Ohm para viviendas colectivas (Edificios o Complejos).**

Un sistema de puesta a tierra está compuesto por:



Donde:

**Electrodo de tierra**

Es el conductor (astas, perfiles, cables desnudos, cintas, etc.) o conjunto de conductores en contacto con la tierra que garantizan una unión íntima con ella. Cuando los electrodos de tierra están lo suficientemente distantes como para que la corriente máxima susceptible de pasar por uno de ellos no modifique sensiblemente el potencial de los otros se dice que los electrodos de tierra son independientes.

**Conductor de protección**

Deben estar presentes en todas las instalaciones de baja tensión, sea cual fuere el esquema de tierra adoptado, y sirven para garantizar la continuidad del circuito de tierra, siendo designados internacionalmente por sus siglas en inglés PE (Protection Earth).

En un circuito terminal el conductor de protección liga las masas de los equipos de utilización y, si fuera el caso, el terminal de tierra de las alimentaciones de corriente; en un circuito de distribución, el conductor de protección vincula el terminal de tierra del tablero de donde parte el circuito al terminal de tierra del tablero de alimentación del circuito.

Existen distintos tipos de puestas a tierra, de acuerdo al objetivo de las mismas, entre ellas se puede mencionar:

- Puesta a tierra de servicio** (también llamada funcional) Es la que mantiene el potencial de tierra de alguna parte de los circuitos de alimentación, como ser los centros de estrella de generadores y transformadores
- Puesta a tierra de protección** Consiste en la puesta a tierra de los elementos conductores extraños a la instalación para brindar protección contra contactos indirectos; es decir que permite derivar las corrientes de falla peligrosas para las personas.
- Puesta a tierra de referencia.** Es la destinada a brindar un potencial constante, que podrá ser empleado para tener una referencia a tierra de diversos equipos. Se emplea para garantizar el funcionamiento correcto, seguro y confiable de una instalación.
- Puesta a tierra para pararrayos** Es la encargada de llevar a tierra las sobretensiones producidas por las descargas atmosféricas.

En algunas ocasiones se realizan puestas a tierra conjuntas, funcionales y de protección.

Los sistemas usuales de puesta a tierra en las redes trifásicas están definidos como tales por las normas IEC 364 e IRAM 2281/3; se describen con letras identificatorias que representan:

- Primera letra: Condiciones de puesta a tierra de la fuente de energía  
T = puesta a tierra directa de un punto de la red  
I = aislamiento de todas las partes activas con respecto a tierra o puesta a tierra de un punto de la red a través de una impedancia.
- Segunda letra: Condiciones de puesta a tierra de las masas en la instalación eléctrica.  
T = masas puestas a tierra directamente, independientemente de la fuente de energía.  
N = masas unidas directamente a la puesta a tierra funcional.
- Tercera letra: (válida para los sistemas TN) disposiciones de los conductores de protección y neutro.  
S = conductores separados para el de protección y neutro.  
C = conductor único con funciones de protección y de neutro, denominado conductor PEN.

**Sistema IT** El esquema de distribución consta de las tres fases activas (RST). En ellas el neutro no está rígidamente conectado a tierra (está aislado o conectado a tierra por medio de impedancias de elevado valor).

**Sistema TNS** Son redes en las que además de las tres fases (RST) existen otros dos conductores (el neutro y el conductor de protección). Es decir que los usuarios no realizan puestas a tierra de las instalaciones ya que la misma se ejecuta mediante el último conductor mencionado, que es suministrada por la compañía distribuidora.

**Sistema TNC** En este sistema de distribución se emplean 4 conductores, tres para las fases y un cuarto que realiza las funciones de neutro y de conductor de protección.

**Sistema TT** Consiste de una puesta a tierra de servicio conectada rígidamente a tierra de la cual tomaremos el conductor neutro, es decir que la distribución emplea 4 conductores, tres para las fases y uno para el neutro, mientras que el conductor de protección es provisto por el usuario, derivándolo de su puesta a tierra de seguridad. Este sistema es de gran importancia dado que es el actualmente empleado en nuestro país para la distribución eléctrica en baja tensión, constituyendo el denominado sistema trifásico de tensiones de 3 x 380 / 220 V.

Como hemos dicho anteriormente, en los sistemas TT, el centro de estrella de los transformadores de alimentación está conectado al neutro y a la vez puesto rígidamente a tierra en ese punto. En las condiciones reales de una red se producen desequilibrios en los consumos y circulación de corrientes por terceras armónicas que ocasionan que este conductor suela tener potenciales respecto de tierra superiores a la máxima tensión de contacto admitida (24 V.). Por esta razón nunca se debe emplear el neutro de la compañía distribuidora de electricidad como conductor de protección, es decir que no se deben conectar al mismo las puestas a tierra de nuestra instalación.



Como se mencionó anteriormente, la puesta a tierra de protección es la que se realiza normalmente en los edificios, de allí la importancia de conocer sus características. La A.E.A. establece para los mismos las siguientes disposiciones generales:

- El conductor de protección (denominado comúnmente conductor de tierra) será eléctricamente continuo y no será eléctricamente seccionado en punto alguno de la instalación ni pasará por el disyuntor diferencial. Tendrá la capacidad de soportar la corriente de cortocircuito máxima coordinada con las protecciones instaladas en el circuito.
- Como conductores de protección en instalaciones domiciliarias deben utilizarse cables unipolares aislados, similares al tipo PIRASTIC ECOPLUS de Pirelli, con sección no menor a 2,5 mm<sup>2</sup>.
- En todos los casos deberá efectuarse la conexión a tierra de todas las masas de la instalación. Las masas que son simultáneamente accesibles y pertenecientes a la misma instalación eléctrica estarán unidas al mismo sistema de puesta a tierra.
- La instalación se realizará de acuerdo a las directivas de la norma IRAM 2281 - parte III.

[menú](#) [índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

Para la elección del electrodo de Puesta a Tierra se deberá:

1º) Medir, la resistencia del terreno en el lugar donde se instalará la puesta a tierra, preferentemente aplicando el método del telurímetro descrito en la Norma IRAM 2281 parte I. Alternativamente se podrá medir empleando una resistencia variable entre 20 y 100 ohm, un amperímetro y un voltímetro con resistencia interna superior a 40.000 ohm, apto para medir una tensión entre 0 y 5 V., y una sonda enterrada a una profundida de 0,50 m y una distancia no menor de 20 m, de la puesta a tierra.

2º) Aplicar la relación aproximada entre la resistividad eléctrica del terreno  $G_t$  (Ohm x m) y el largo de la jabalina (acero - cobre)

$$R_t = 0,33 G_t \text{ para jabalinas de 3 mt.}$$

$$R_t = 0,55 G_t \text{ para jabalinas de 1,50 mt.}$$

Cuando con una única jabalina no se alcanza la  $R_t$  deseada se debe considerar el uso de varias jabalinas unidas entre sí por un conductor de Cu de 50 mm<sup>2</sup> y enterrado a 60 mm. de profundidad, separadas a una distancia tal que no produzcan interferencias entre sí mismas. La separación mínima de jabalinas que se suele emplear para tal fin es de 2,5 x el largo de jabalina utilizada. Para el caso en, que por la separación necesaria de jabalinas que exige un dispersor, no sea posible tener superficie de terreno se recomienda el uso de mallas, permitiéndose la soldadura puente (tipo cupro-alumino-térmica) a electrodos naturales del edificio (armadura de hierro). En función de los conceptos anteriores se realizaron las siguientes tablas de donde se puede determinar el tipo de electrodo de puesta a tierra en función de la resistividad del terreno.

Para $R_t < 10 \Omega$		Para $R_t < 20 \Omega$	
Resistencia máxima del terreno $G_t$ ( $\Omega \times m$ )		Resistencia máxima del terreno $G_t$ ( $\Omega \times m$ )	
16	jabalina largo = 1,5 m	33	jabalina largo = 1,5 m
29	jabalina largo = 3,0 m	59	jabalina largo = 3,0 m
41	jabalina largo = 4,5 m	84	jabalina largo = 4,5 m
65	dispersor largo = 10,0 m	130	dispersor largo = 10,0 m
115	dispersor largo = 20,0 m	230	dispersor largo = 20,0 m
80	malla largo = 10,0 m	170	malla largo = 10,0 m
140	malla largo = 20,0 m	300	malla largo = 20,0 m

El interruptor diferencial (también conocido como disyuntor) es un aparato destinado a producir el corte de la corriente eléctrica cuando por causas accidentales, desperfectos o maniobras defectuosas una persona queda bajo los efectos de aquélla.

Si bien actualmente se considera que este dispositivo ofrece el mayor grado de seguridad frente a los contactos eléctricos, debe tenerse presente que su presencia no exime de tomar el resto de las medidas de seguridad dado que es considerado solamente como una protección complementaria.

La puesta a tierra es la medida de protección por naturaleza, ya que deriva a la tierra rápida y eficazmente las corrientes de fuga o de descarga que pueden aparecer al tocar aparatos eléctricos. Cuando ocurre una falla de aislación en algún aparato que lo haría peligroso, la puesta a tierra provoca el corte de la energía, y este corte es más rápido si lo realiza un interruptor diferencial; pero lo más importante es que con el disyuntor el corte se realiza sin necesidad que la persona esté en contacto en ese momento.

La puesta a tierra de los aparatos se efectiviza en forma automática al conectar la ficha del toma corriente, a través de la tercera pata de la ficha, que conecta con el conductor de tierra. Por tal motivo, no deben emplearse adaptadores para fichas sin puesta a tierra, ya que se eliminan las condiciones de seguridad de que estaba dotado el aparato.



**Módulo tomacorriente bipolar con tierra de la línea HABITAT**



**Vista trasera del mismo módulo que muestra el correcto conexionado de los conductores de línea, neutro y tierra**

Tomando como base, una tensión máxima de accionamiento no mayor a 24 V (reglamentación AEA) la resistencia máxima del sistema de puesta a tierra vinculado a un protector diferencial de 30 mA y 0,03 seg. es menor a 800 Ohm.

Siendo este valor fácilmente realizable en un sistema de puesta a tierra, el protector diferencial garantiza accionamiento por contactos accidentales, donde la tensión de contacto directo o indirecto supere el valor de seguridad de 24 V.

Los interruptores diferenciales protegen solamente las partes de la instalación que están aguas abajo de sus bornes de salida. Si se desea incluir en el circuito de protección las partes metálicas en que van montados los disyuntores hay que aplicar otra medida de protección para las partes de la instalación antepuestas. Para ello resulta muy apropiado el aislamiento de protección.

En tal caso hay que incluir también en la aislación de protección a los bornes de entrada de los interruptores que interrumpen el paso de la corriente.

Si se montan varios interruptores diferenciales en una instalación, hay que prever para cada uno de ellos un neutro separado. Si los conductores neutros de varios interruptores se conectan a una barra común se producirán disparos erróneos.

Si sólo se usan dos polos de un disyuntor tetrapolar, se emplearán aquellos que permitan el uso del botón de prueba.

El conductor de neutro no debe tener ningún punto de contacto con tierra aguas arriba del interruptor. De lo contrario el interruptor dispararía permanentemente debido a la componente de la corriente del neutro que fluiría a través de tierra, dado que dicha corriente tiene los mismos efectos que una corriente de fuga a tierra.

1

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

Las instalaciones de pararrayos deben seguir los lineamientos de la norma IRAM 2184, que cubre edificios de hasta 60 metros de altura.

El sistema de protección consta de un sistema externo compuesto del dispositivo captor, las bajadas del mismo y las puestas a tierra y un sistema interno para reducir los efectos electromagnéticos de la corriente del rayo en el espacio a proteger.

El pararrayo más difundido es el tipo Franklin, que consiste de una barra de bronce que posee 3 ó 4 puntas superiores platinadas, con una altura mínima de 4 metros, instalada en la parte más elevada de los edificios.

De la punta sale un conductor de cobre desnudo de 25 mm<sup>2</sup> que descarga a través de una puesta a tierra de una placa de cobre enterrada de 1 m<sup>2</sup> o bien mediante una o varias jabalinas.

El radio de acción de un pararrayos es un cono cuyo vértice es la punta del pararrayos y que forma con tierra un ángulo de 45°.

Como norma de seguridad se evitarán los efectos peligrosos de inducciones sobre otros conductores (eléctricos, telefónicos, TV, etc.) manteniéndolos convenientemente alejados de la bajada del pararrayos (3 mts. de distancia mínima). Deben evitarse antenas que sobresalgan o estén muy próximas a la zona protegida por el pararrayo.

No debe utilizarse la misma puesta a tierra del edificio al cual protege.

Existen pararrayos que mejoran el ángulo de protección mediante la ionización del aire que los rodea y otros de tipo radiactivo, que son muy livianos, de fácil instalación y de probada eficiencia aunque su uso es restringido por razones ecológicas.

La electricidad es una forma de energía que sólo se percibe por sus efectos, y los mismos son posibles debido a dos factores: la **Tensión** y la **Corriente eléctrica**.

En los conductores existen partículas invisibles llamadas electrones libres que están en constante movimiento en forma desordenada.

Para que estos electrones libres pasen a tener un movimiento ordenado es necesario ejercer una fuerza que los mueva. Esta fuerza recibe el nombre de tensión eléctrica (U), medida en Volt (V).

Ese movimiento ordenado de los electrones libres dentro de los cables, provocado por la acción de la tensión, forma una corriente de electrones llamada corriente eléctrica (I), medida en Ampere (A).

Decíamos anteriormente que la tensión eléctrica produce un movimiento de los electrones en forma ordenada, dando origen a la corriente eléctrica. Con esa corriente una lámpara se enciende y produce calor con una cierta intensidad.

Esa intensidad de luz y calor son los efectos que percibimos al transformarse la potencia eléctrica en potencia luminosa (luz) y potencia térmica (calor).

Cómo conclusión podemos decir que para haber potencia eléctrica debe haber tensión y corriente eléctrica.

Si disminuimos la tensión la lámpara brilla y calienta menos (menor potencia transformada) y viceversa, si aumentamos la tensión la lámpara brilla y calienta más.

Por lo tanto, se puede decir que la tensión y la potencia varían entre sí de manera directa. De la misma forma, si disminuimos la corriente la lámpara también brilla y calienta menos (menor potencia transformada) y si la aumentamos también brilla y calienta más.

O sea que la corriente y la potencia eléctrica varían entre sí de manera directa; esto significa que la potencia varía de forma directa con la tensión y la corriente, pudiéndose decir entonces que:

La potencia eléctrica es el resultado del producto de la tensión por la corriente:

$$P = U * I$$

Siendo la unidad de medida de la tensión el Volt (V) y de la corriente el Ampere (A), la unidad de medida de la potencia será el Volt-Ampere (VA) para circuitos de c.a. y el Watt (W) para circuitos de c.c.

En c.a. a esa potencia se la denomina **potencia aparente**; la misma está compuesta por la **potencia activa** y la **potencia reactiva**.

La potencia activa es la efectivamente transformada en:

- Potencia mecánica.
- Potencia térmica.
- Potencia lumínica.

La potencia reactiva es la parte transformada en campo magnético, necesaria para el funcionamiento de:

- Motores.
- Transformadores.
- Reactores.

En proyectos de instalaciones eléctricas residenciales los cálculos se efectúan en base a la potencia aparente y a la potencia activa

**Tensión = Corriente \* Resistencia**

$$U \text{ (Volt, V)} = I \text{ (Ampere, A)} * R \text{ (ohm, } \Omega \text{)}$$

**Corriente = Tensión / Resistencia**

$$I \text{ (Ampere, A)} = U \text{ (Volt, V)} / R \text{ (ohm, } \Omega \text{)}$$

**Resistencia = Tensión / Corriente**

$$R \text{ (ohm, } \Omega \text{)} = U \text{ (Volt, V)} / I \text{ (Ampere, A)}$$

**Potencia = Tensión \* Corriente**

$$P \text{ (watt, W)} = U \text{ (Volt, V)} * I \text{ (Ampere, A)}$$

Manipulando esas expresiones podemos obtener otra que puede ser útil en aplicaciones específicas.

$$P = I^2 * R = U^2 / R$$



**Corriente continua**

Es de signo constante, positiva o negativa, siendo generada por máquinas llamadas "dínamos" y por medios químicos (como por ej. mediante baterías).

El mayor inconveniente en el uso es su transmisión por cuanto no permite su transformación a mayores tensiones, adquiriendo importantes caídas de tensión aún en recorridos pequeños. Por este motivo se encuentra en desuso para instalaciones domiciliarias e industriales, empleándose solamente para transporte público (subterráneos, trenes, etc.) o para aplicaciones muy especiales donde se requiera una buena regulación de velocidad de los motores.

**Corriente alterna:**

Su signo va variando en el tiempo (positivo y negativo) según una curva periódica. Se genera en máquinas llamadas "alternadores" que transforma la energía mecánica disponible en energía eléctrica trifásica.

La corriente alterna utilizada en la Argentina es de 380 V. entre fases y de 220 V. entre fase y neutro (conocida como 3 x 380 V / 220 V), con una frecuencia de 50 ciclos por segundo (50 Hz).

En un **circuito en serie** la corriente  $I$  que circula tiene el mismo valor en todas las partes del circuito, siendo la resistencia total la suma de las resistencias individuales.

La tensión  $U$  varía en las distintas partes del circuito, siendo:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

Ello significa que si en un circuito de 220 V. se conectan varias lámparas en serie ellas encenderían muy tenuemente, y si una se quema se interrumpe todo el circuito y las lámparas se apagarán; por ello no se conectan lámparas en serie.

Salvo casos particulares (como cuando tenemos una carga alimentada por algunas decenas de metros de conductor) en una instalación las cargas están conectadas en paralelo.

La gran mayoría de las instalaciones eléctricas posee cargas en paralelo. En esos circuitos uno de los cálculos más comunes consiste en determinar la corriente total exigida por las cargas, a fin de determinar la sección de los conductores y la protección del circuito.

En un circuito con cargas en paralelo (si despreciamos la caída de tensión en los conductores) a cada una de las cargas estará aplicada la misma tensión y la corriente total será la suma de las corrientes de cada carga individual. La ley de Ohm puede ser aplicada a cada una de las cargas para determinar las corrientes.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

La resistencia de una carga específica generalmente no es de interés, excepto como un paso para determinar la corriente o la potencia consumida. De este modo, la corriente total que circula en un circuito con cargas en paralelo se puede calcular en base a la "resistencia equivalente del circuito", mediante la expresión.

$$1/Req = (1/R_1) + (1/R_2) + (1/R_3) + \dots$$

$$1/Req = (P_1/U_1^2) + (P_2/U_2^2) + (P_3/U_3^2) + \dots$$

La resistencia de un equipamiento eléctrico se fija en la fase de proyecto, y cualquier cálculo que involucre esa magnitud deberá utilizar la tensión nominal del equipamiento y no la del circuito; por lo que las tensiones  $U_1, U_2, U_3, \dots$  pueden ser diferentes entre sí.

Si todas las cargas tuvieran la misma tensión nominal la expresión anterior se simplifica a:

$$1/Req = (P_1 + P_2 + P_3) / U^2 + \dots$$

Por lo tanto:

$$Req = (\text{tensión nominal})^2 / \text{suma de la potencias nominales}$$

$$Req = U^2 / \sum P$$

**Carga:**

El término carga, en el lenguaje habitual de la electrotécnica, puede tener varias acepciones:

- Conjunto de valores eléctricos que caracterizan la sollicitación a que está sometido un equipamiento eléctrico (transformador, máquina, etc.).
- Equipamiento eléctrico que absorbe potencia.
- Potencia (o corriente) transferida por un equipamiento eléctrico.
- Potencia instalada.

Por otra parte, para un circuito o equipamiento eléctrico hablamos de funcionamiento en carga cuando está consumiendo potencia y funcionamiento en vacío en caso contrario.

**Carga instalada:**

Es la suma de las potencias nominales de los equipos instalados, se expresa en kVA, kW, MVA ó MW.

**Densidad de carga:**

Es el cociente entre la carga instalada y el área de la zona de proyecto, se expresa, por ejemplo, en kVA / km<sup>2</sup>.

**Demanda:**

Es la carga en las terminales receptoras, tomada como valor medio en un intervalo de tiempo determinado; por lo tanto, hablar de demanda carece de sentido si no se explicita dicho intervalo. Se expresa en kW, kVA o Amperes.

**Demanda máxima:**

Es la mayor demanda instantánea que se presenta en una carga.

**Factor de demanda:**

Es la razón entre la demanda máxima y su carga total instalada en un lapso de tiempo (t). El factor de demanda generalmente es menor que uno, y sólo es igual a la unidad cuando todos los aparatos conectados a la carga están absorbiendo su potencia nominal.

**Factor de utilización:**

Es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema en un lapso de tiempo (t).

**Factor de carga:**

Es la razón entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la demanda máxima observada en dicho lapso.

**Factor de coincidencia o simultaneidad:**

Cuando se alimenta a un sólo consumidor se estila considerar su demanda máxima, pero se alimenta a más de uno se suele considerar este factor que toma en cuenta la no coincidencia en el tiempo de los consumos; por lo tanto es siempre menor que uno.

**Factor de pérdidas (Fp):**

Es la razón entre el valor medio y el valor máximo de la potencia disipada en pérdidas en un intervalo de tiempo determinado.

Una instalación es un conjunto de componentes eléctricos asociados y con características coordinadas entre sí con una finalidad determinada.

Las instalaciones de baja tensión son las alimentadas con tensiones no superiores a 1100 V. en CA o 1500 V. en CC. y las de extra-baja tensión son las alimentadas con tensiones no superiores a 50 V. en CA o 120 V. en CC.

Los componentes de una instalación son:

- Líneas o circuitos (conductores eléctricos)
- Equipamientos
- Elementos de maniobra y protección

Están destinadas a transmitir energía o señales, y están constituidas por:

- los conductores eléctricos
- sus elementos de fijación (abrazaderas, bandejas, etc.)
- su protección mecánica (tableros, cajas, etc.)

Se clasifican en:

**Para usos generales:**

son circuitos monofásicos que alimentan bocas de salida para alumbrado y bocas de salida para tomacorrientes. Deberán tener una protección para una intensidad hasta 16 A. y el número máximo de bocas por circuito es de 15.

**Para usos especiales:**

son circuitos de tomacorrientes monofásicos o trifásicos que alimentan consumos unitarios superiores a 10 A. o para alimentar circuitos a la intemperie (parques, jardines, etc.). Deberán tener una protección para una corriente no mayor a 25 A.

**De conexión fija:**

son circuitos que alimentan directamente a los consumos sin la utilización de tomacorrientes. No deben tener derivación alguna.

Los equipamientos ejecutan las siguientes funciones:

- Alimentación de la instalación (generadores, transformadores y baterías).
- Comando y protección (llaves, disyuntores, fusibles, contactores, etc.).
- Utilización, transformando la energía eléctrica en otra forma de energía utilizable (motores, resistores, artefactos de iluminación, etc.)

Se clasifican en:

**Fijos**

son los instalados permanentemente en un mismo lugar, como un transformador en un poste (alimentación), un disyuntor en un tablero (protección) o un equipo de aire acondicionado (utilización)

**Estacionarios**

son los fijos o aquellos que no poseen posibilidad de transporte, como por ej. una heladera doméstica.

**Portátiles**

pueden ser fácilmente cambiados de lugar o movidos durante su funcionamiento, como puede ser una aspiradora o una enceradora.

**Manuales**

cuando pueden ser soportados por las manos durante su funcionamiento, como pueden ser las herramientas eléctricas portátiles.

Las instalaciones eléctricas de BT pueden estar sometidas a fallas o anomalías en su funcionamiento que pueden causar graves daños a las mismas; éstas son:

### **Fallas**

Cuando en una instalación o un equipamiento dos o más partes que están a potenciales diferentes entran en contacto accidental por fallas de aislación, entre sí o contra tierra, tenemos una falla.

Una falla puede ser directa, cuando las partes tienen contacto físico entre sí, o indirecta, si no lo tienen. Cuando una de las partes es la tierra hablamos de una falla a tierra.

Un cortocircuito es una falla directa entre dos conductores vivos, esto es fases o neutro.

### **Sobrecorrientes**

Son las corrientes que excedan del valor nominal prefijado (por ejemplo la corriente nominal de un equipamiento o la capacidad de conducción de un conductor). Es un valor cualitativo, ya que si la corriente nominal es de 50 A, tanto una corriente de 51 A como otra de 5000 A constituyen sobrecorrientes.

Las sobrecorrientes deben ser eliminadas en el menor tiempo posible dado que pueden producir una drástica reducción en la vida útil de los conductores. Las corrientes de cortocircuito, por ser muy superiores a las corrientes nominales pueden además ser el origen de incendios.

Pueden ser de dos tipos:

- Las corrientes de falla, que son las que fluyen de un conductor a otro o para tierra en caso de una falla. Cuando la falla es directa hablamos de corriente de cortocircuito.
- Las corrientes de sobrecarga, no tienen origen en fallas sino que se deben a circuitos subdimensionados, a la sustitución de equipamientos por otros de mayor potencia a la prevista originalmente, o por motores eléctricos que están accionando cargas excesivas.

### **Corrientes de fuga**

Son las que, por fallas de aislación, fluyen a tierra o a elementos conductores extraños a la instalación. En la práctica siempre existen corrientes de fuga ya que no existen aislantes perfectos, pero son extremadamente bajas y no causan perjuicios a las instalaciones.

Debido a las mismas en las instalaciones se deberán contemplar diversas funciones de corte que hacen a la seguridad de las personas y de los equipamientos; éstas son básicamente:

- Interrupción
- Protección
- Conmutación

## **Elementos de interrupción (maniobra)**

Son dispositivos que permiten establecer, conducir e interrumpir la corriente para la cual han sido diseñados.

La norma IEC 947-1 define las características de los aparatos según sus posibilidades de corte:

- Seccionadores: cierran y cortan sin carga, pueden soportar un cortocircuito estando cerrados.
- Interruptores: denominados también seccionadores bajo carga, cierran y cortan en carga y sobrecarga hasta 8 In. Soporta y cierra sobre cortocircuito, pero no lo corta.
- Interruptores seccionadores: son interruptores que en posición abierto satisfacen las condiciones especificadas para un seccionador.
- Interruptores automáticos: son interruptores que satisfacen las condiciones de un interruptor seccionador e interrumpen un cortocircuito.

Para altas corrientes (30 a 1000 A) se suelen utilizar interruptores a cuchilla, colocados de manera tal que la gravedad tienda a abrirlas. Para usos domiciliarios se emplean llaves embutidas, normalmente combinadas con toma corrientes.

## **Elementos de protección**

Son dispositivos que permiten detectar condiciones anormales definidas (sobrecargas, cortocircuitos, corriente de falla a tierra, etc.) e interrumpir la línea que alimenta la anomalía u ordenar su interrupción a través del elemento de maniobra al que está acoplado.

Cuando hablamos de protección nos estamos refiriendo a la protección de las personas, de los edificios o de las instalaciones. El elemento de protección tradicional es el fusible, pero los protectores automáticos aportan una mejor solución por mantenerse invariables en el tiempo y por la posibilidad de asegurar la continuidad del servicio.

## **Elementos de conmutación**

Son dispositivos empleados cuando se requiere un comando automático y gran cadencia de maniobra, como sucede con el accionamiento de máquinas.

De acuerdo al tiempo de desconexión de los "elementos de protección" se puede hablar de:

### **Protecciones rápidas**

Actúan en el caso de producirse sobreintensidades súbitas, superiores a los valores normales (como es el caso de los cortocircuitos), entre ellas tenemos los fusibles y las protecciones automáticas magnéticas.

### **Protecciones retardadas**

Actúan también cuando la sobreintensidad es superior a la normal pero se da lentamente, sin adquirir valores inmediatos peligrosos, pero de persistencia pernicioso, entre ellas están las llaves térmicas.

### **Protecciones combinadas**

Son una combinación de las anteriores, como las protecciones termomagnéticas.

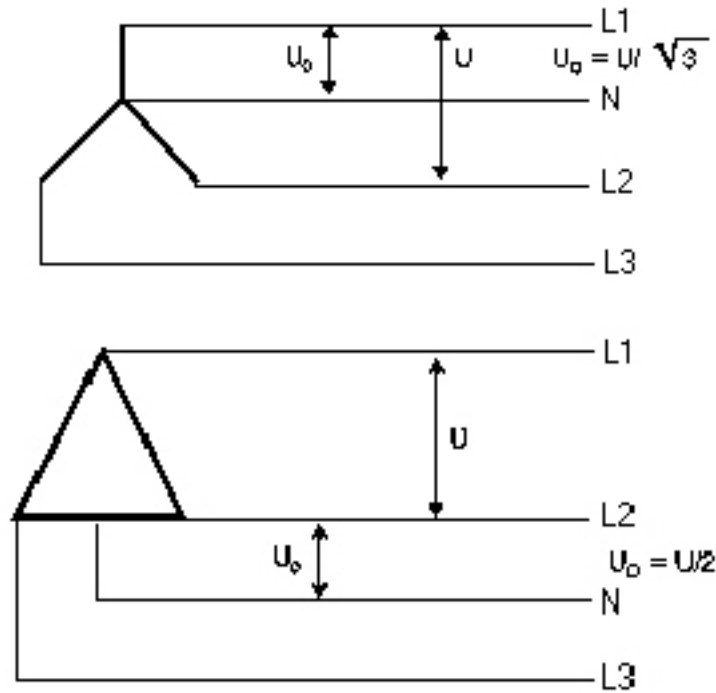


Los sistemas de distribución y las instalaciones son caracterizadas por sus tensiones nominales, dadas en valores eficaces.

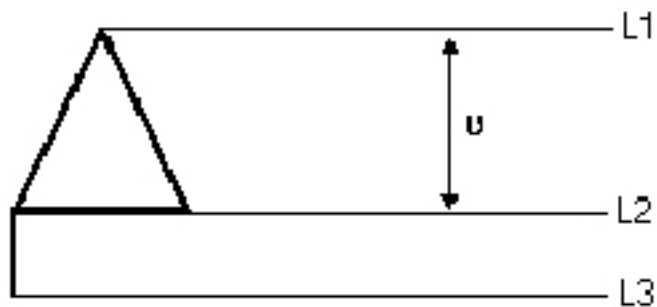
Las tensiones nominales son indicadas por  $U_0/U$  ó por  $U$ , siendo  $U_0$  la tensión fase neutro y  $U$  la tensión fase - fase.

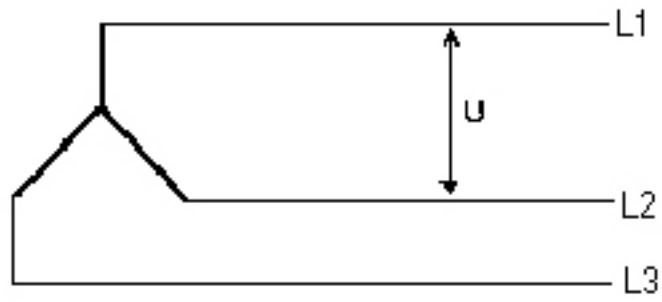
Los esquemas comúnmente usados son:

a) Sistemas trifásicos a 4 conductores:



b) Sistemas trifásicos a 3 conductores:

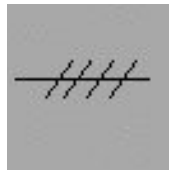
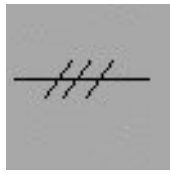




Las tensiones usadas en las redes públicas de baja tensión son de 220V. para sistemas monofásicos y 220 y 380 V. para sistemas trifásicos.

<b>Generación</b>	<p>La electricidad se obtiene a través de la transformación de otras fuentes de energía como por ejemplo la transformación de las caídas de agua en movimientos mecánicos en las turbinas y consecuentemente en la generación de electricidad.</p> <p>Otra forma es la transformación de la energía térmica producida por calderas, normalmente en movimientos mecánicos que accionan generadores eléctricos.</p> <p>Otra forma de generación de energía eléctrica es a través de la reacción nuclear de materiales radiactivos como el uranio y el plutonio.</p> <p>También la energía eléctrica es generada a través de reacciones químicas, como en pilas y baterías eléctricas.</p>
<b>Transmisión</b>	<p>En esas usinas la energía es generada a tensiones relativamente bajas, del orden de 6000 a 13200 V. Inmediatamente dentro de la usina se eleva esa tensión a valores de 132000 Volt, 500000 Volt o como en el caso de la central de Itaipú de 750000 Volt.</p> <p>Esa alta tensión es transmitida a lo largo de miles de kilómetros hasta los centros de consumo. La forma de transmitir esta energía es a través de líneas con conductores desnudos de aluminio.</p>
<b>Distribución</b>	<p>Próximos a los centros de consumo las estaciones transformadoras reducen las tensiones a 13200 Volt, valor que se emplea para la distribución en líneas aéreas o redes subterráneas.</p> <p>Una vez distribuída esa tensión en 13200 Volt, para ser utilizada debe ser reducida a 380 ó 220 Volt. Para ello es necesario que exista un transformador próximo al consumidor. Estos pueden estar localizados en los postes o en cámaras subterráneas, en caso de existir una red subterránea en la zona.</p>

Símbolo



Significado

Circuito con tres conductores (esquema unifilar)

Circuito con cuatro conductores (esquema unifilar)

Circuito con tres conductores (esquema multifilar)

Circuito con cuatro conductores (esquema multifilar)



Llave interruptora unipolar



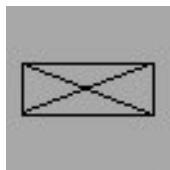
Llave interruptora bipolar



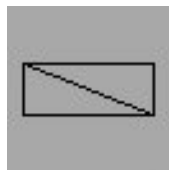
Llave interruptora doble



Llave interruptora de combinación



Tablero de distribución, principal



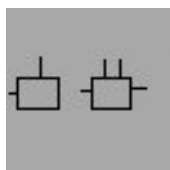
Tablero de distribución, secundario



Caja de paso



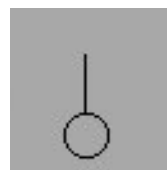
Caja de medidor



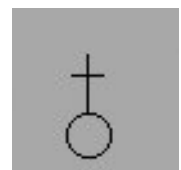
Caja de derivación



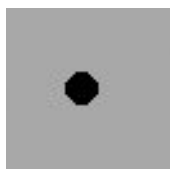
Caja de Teléfono



Tomacorriente



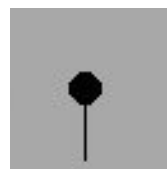
Tomacorriente con contacto a tierra



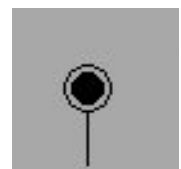
Boca de techo para un efecto



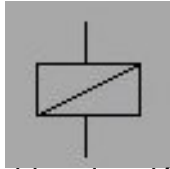
Boca de techo para dos efectos



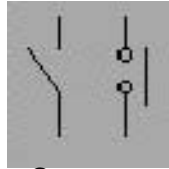
Boca de pared para un efecto



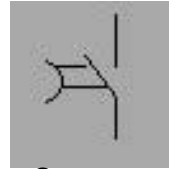
Boca de pared para dos efectos



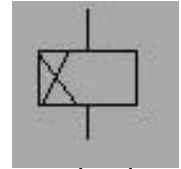
Bobina de relé o  
contactor



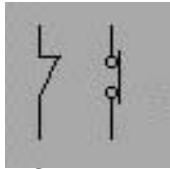
Contacto  
normalmente abierto



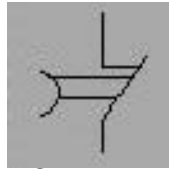
Contacto  
normalmente abierto  
a la desconexión



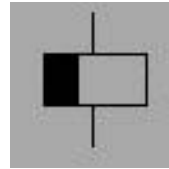
Temporizador a la  
conexión



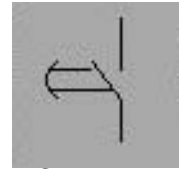
Contacto  
normalmente  
cerrado



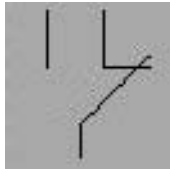
Contacto  
normalmente cerrado  
a la desconexión



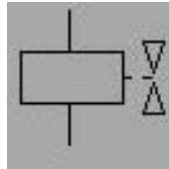
Temporizador a la  
desconexión



Contacto  
normalmente abierto  
a la conexión



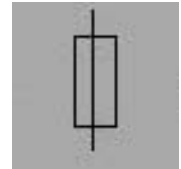
Contacto conmutado



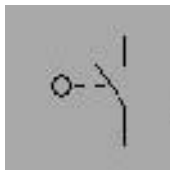
Electroválvula



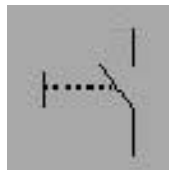
Contacto  
normalmente cerrado  
a la conexión



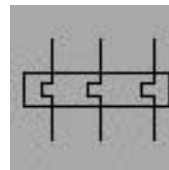
Fusible



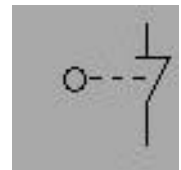
Contacto  
normalmente abierto  
de final de carrera



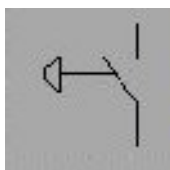
Pulsador



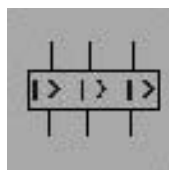
Relé térmico



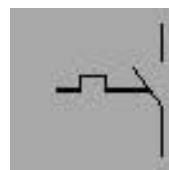
Contacto  
normalmente cerrado  
de final de carrera



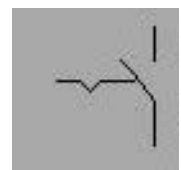
Pulsador  
normalmente abierto  
de emergencia



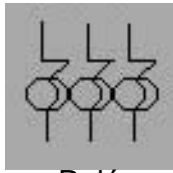
Relé magnético



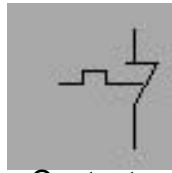
Contacto  
normalmente abierto  
de I. Térmico



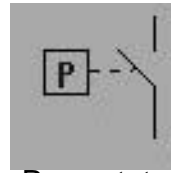
Contacto  
normalmente abierto  
con enclavamiento



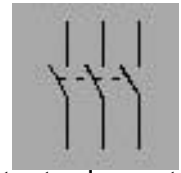
Relé  
Magnetotérmico



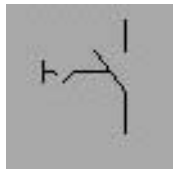
Contacto  
normalmente cerrado  
de I. Térmico



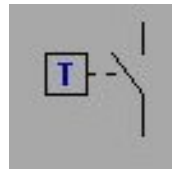
Presostato  
normalmente abierto



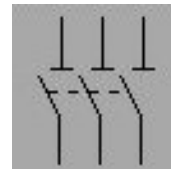
Contacto de contactor



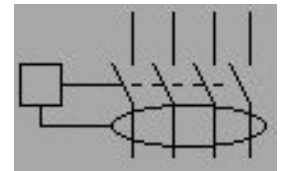
Interruptor



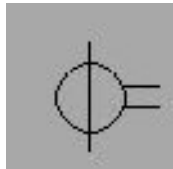
Termostato  
normalmente abierto



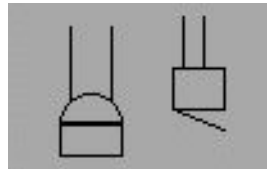
Seccionador



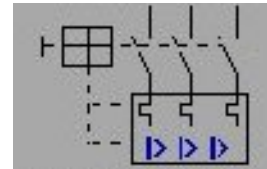
Interruptor diferencial



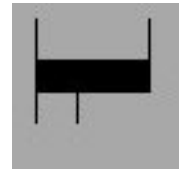
Transformador de  
intensidad



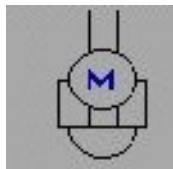
Zumbador



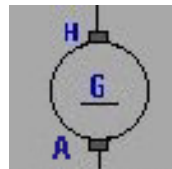
Magnetotérmico



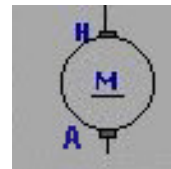
Autotransformador



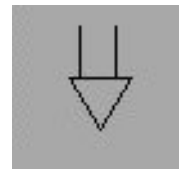
Timbre de motor



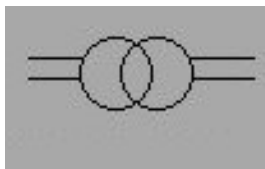
Dínamo



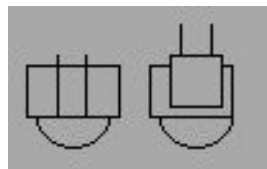
Motor de corriente  
continua



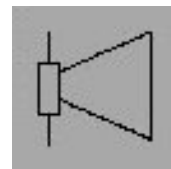
Sirena



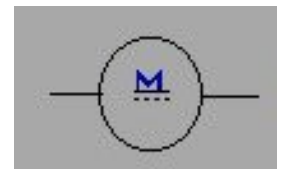
Transformador



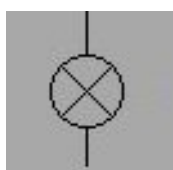
Timbre



Señal acústica



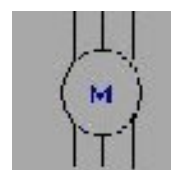
Motor de corriente  
continua



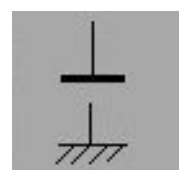
Lámpara piloto



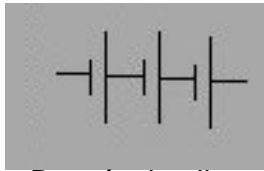
Pila o acumulador



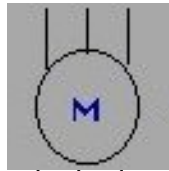
Motor con 6 bornes



Masa



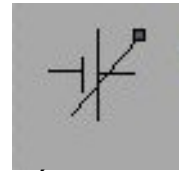
Batería de pilas



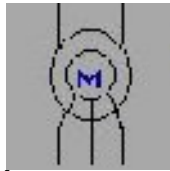
Motor jaula de ardilla



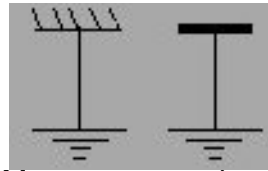
Tierra



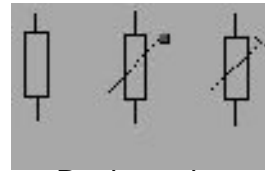
Batería con tensión variable



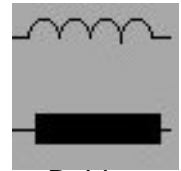
Motor con rotor bobinado



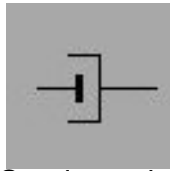
Masa puesta a tierra



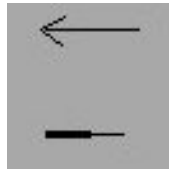
Resistencias



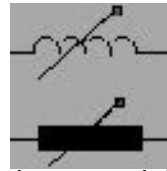
Bobina



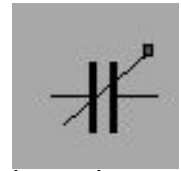
Condensador electrolítico



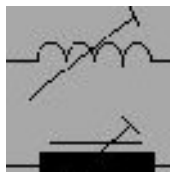
Conector macho



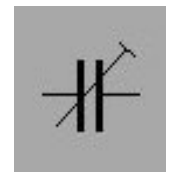
Inductor variable



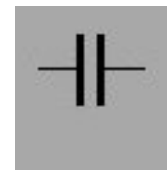
Condensador variable



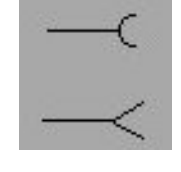
Inductor ajustable



Condensador ajustable



Condensador



Conector hembra

Si disminuimos la tensión la lámpara brilla y calienta menos (menor potencia transformada) y viceversa, si aumentamos la tensión la lámpara brilla y calienta más.

Por lo tanto, se puede decir que la tensión y la potencia varían entre sí de manera directa. De la misma forma, si disminuimos la corriente la lámpara también brilla y calienta menos (menor potencia transformada) y si la aumentamos también brilla y calienta más.

O sea que la corriente y la potencia eléctrica varían entre sí de manera directa; esto significa que la potencia varía de forma directa con la tensión y la corriente, pudiéndose decir entonces que:

La potencia eléctrica es el resultado del producto de la tensión por la corriente:

$$P = U * I$$

Siendo la unidad de medida de la tensión el Volt (V) y de la corriente el Ampere (A), la unidad de medida de la potencia será el Volt-Ampere (VA) para circuitos de c.a. y el Watt (W) para circuitos de c.c.

En c.a. a esa potencia se la denomina **potencia aparente**; la misma está compuesta por la **potencia activa** y la **potencia reactiva**.

La potencia activa es la efectivamente transformada en:

- Potencia mecánica.
- Potencia térmica.
- Potencia lumínica.

La potencia reactiva es la parte transformada en campo magnético, necesaria para el funcionamiento de:

- Motores.
- Transformadores.
- Reactores.

En proyectos de instalaciones eléctricas residenciales los cálculos se efectúan en base a la potencia aparente y a la potencia activa



**Tensión = Corriente \* Resistencia**

$$U \text{ (Volt, V)} = I \text{ (Ampere, A)} * R \text{ (ohm, } \Omega \text{)}$$

**Corriente = Tensión / Resistencia**

$$I \text{ (Ampere, A)} = U \text{ (Volt, V)} / R \text{ (ohm, } \Omega \text{)}$$

**Resistencia = Tensión / Corriente**

$$R \text{ (ohm, } \Omega \text{)} = U \text{ (Volt, V)} / I \text{ (Ampere, A)}$$

**Potencia = Tensión \* Corriente**

$$P \text{ (watt, W)} = U \text{ (Volt, V)} * I \text{ (Ampere, A)}$$

Manipulando esas expresiones podemos obtener otra que puede ser útil en aplicaciones específicas.

$$P = I^2 * R = U^2 / R$$

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

**Corriente continua**

Es de signo constante, positiva o negativa, siendo generada por máquinas llamadas "dínamos" y por medios químicos (como por ej. mediante baterías).

El mayor inconveniente en el uso es su transmisión por cuanto no permite su transformación a mayores tensiones, adquiriendo importantes caídas de tensión aún en recorridos pequeños. Por este motivo se encuentra en desuso para instalaciones domiciliarias e industriales, empleándose solamente para transporte público (subterráneos, trenes, etc.) o para aplicaciones muy especiales donde se requiera una buena regulación de velocidad de los motores.

**Corriente alterna:**

Su signo va variando en el tiempo (positivo y negativo) según una curva periódica. Se genera en máquinas llamadas "alternadores" que transforma la energía mecánica disponible en energía eléctrica trifásica.

La corriente alterna utilizada en la Argentina es de 380 V. entre fases y de 220 V. entre fase y neutro (conocida como 3 x 380 V / 220 V), con una frecuencia de 50 ciclos por segundo (50 Hz).

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

En un **circuito en serie** la corriente  $I$  que circula tiene el mismo valor en todas las partes del circuito, siendo la resistencia total la suma de las resistencias individuales.

La tensión  $U$  varía en las distintas partes del circuito, siendo:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

Ello significa que si en un circuito de 220 V. se conectan varias lámparas en serie ellas encenderían muy tenuemente, y si una se quema se interrumpe todo el circuito y las lámparas se apagarán; por ello no se conectan lámparas en serie.

Salvo casos particulares (como cuando tenemos una carga alimentada por algunas decenas de metros de conductor) en una instalación las cargas están conectadas en paralelo.

La gran mayoría de las instalaciones eléctricas posee cargas en paralelo. En esos circuitos uno de los cálculos más comunes consiste en determinar la corriente total exigida por las cargas, a fin de determinar la sección de los conductores y la protección del circuito.

En un circuito con cargas en paralelo (si despreciamos la caída de tensión en los conductores) a cada una de las cargas estará aplicada la misma tensión y la corriente total será la suma de las corrientes de cada carga individual. La ley de Ohm puede ser aplicada a cada una de las cargas para determinar las corrientes.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

La resistencia de una carga específica generalmente no es de interés, excepto como un paso para determinar la corriente o la potencia consumida. De este modo, la corriente total que circula en un circuito con cargas en paralelo se puede calcular en base a la "resistencia equivalente del circuito", mediante la expresión.

$$1/R_{eq} = (1/R_1) + (1/R_2) + (1/R_3) + \dots$$

$$1/R_{eq} = (P_1/U_1^2) + (P_2/U_2^2) + (P_3/U_3^2) + \dots$$

La resistencia de un equipamiento eléctrico se fija en la fase de proyecto, y cualquier cálculo que involucre esa magnitud deberá utilizar la tensión nominal del equipamiento y no la del circuito; por lo que las tensiones  $U_1, U_2, U_3, \dots$  pueden ser diferentes entre sí.

Si todas las cargas tuvieran la misma tensión nominal la expresión anterior se simplifica a:

$$1/R_{eq} = (P_1 + P_2 + P_3) / U^2 + \dots$$

Por lo tanto:

$$R_{eq} = (\text{tensión nominal})^2 / \text{suma de la potencias nominales}$$

$$R_{eq} = U^2 / \sum P$$

**Carga:**

El término carga, en el lenguaje habitual de la electrotécnica, puede tener varias acepciones:

- Conjunto de valores eléctricos que caracterizan la sollicitación a que está sometido un equipamiento eléctrico (transformador, máquina, etc.).
- Equipamiento eléctrico que absorbe potencia.
- Potencia (o corriente) transferida por un equipamiento eléctrico.
- Potencia instalada.

Por otra parte, para un circuito o equipamiento eléctrico hablamos de funcionamiento en carga cuando está consumiendo potencia y funcionamiento en vacío en caso contrario.

**Carga instalada:**

Es la suma de las potencias nominales de los equipos instalados, se expresa en kVA, kW, MVA ó MW.

**Densidad de carga:**

Es el cociente entre la carga instalada y el área de la zona de proyecto, se expresa, por ejemplo, en kVA / km<sup>2</sup>.

**Demanda:**

Es la carga en las terminales receptoras, tomada como valor medio en un intervalo de tiempo determinado; por lo tanto, hablar de demanda carece de sentido si no se explicita dicho intervalo. Se expresa en kW, kVA o Amperes.

**Demanda máxima:**

Es la mayor demanda instantánea que se presenta en una carga.

**Factor de demanda:**

Es la razón entre la demanda máxima y su carga total instalada en un lapso de tiempo (t). El factor de demanda generalmente es menor que uno, y sólo es igual a la unidad cuando todos los aparatos conectados a la carga están absorbiendo su potencia nominal.

**Factor de utilización:**

Es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema en un lapso de tiempo (t).

**Factor de carga:**

Es la razón entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la demanda máxima observada en dicho lapso.

**Factor de coincidencia o simultaneidad:**

Cuando se alimenta a un sólo consumidor se estila considerar su demanda máxima, pero se alimenta a más de uno se suele considerar este factor que toma en cuenta la no coincidencia en el tiempo de los consumos; por lo tanto es siempre menor que uno.

**Factor de pérdidas (Fp):**

Es la razón entre el valor medio y el valor máximo de la potencia disipada en pérdidas en un intervalo de tiempo determinado.

Una instalación es un conjunto de componentes eléctricos asociados y con características coordinadas entre sí con una finalidad determinada.

Las instalaciones de baja tensión son las alimentadas con tensiones no superiores a 1100 V. en CA o 1500 V. en CC. y las de extra-baja tensión son las alimentadas con tensiones no superiores a 50 V. en CA o 120 V. en CC.

Los componentes de una instalación son:

- Líneas o circuitos (conductores eléctricos)
- Equipamientos
- Elementos de maniobra y protección

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

Están destinadas a transmitir energía o señales, y están constituidas por:

- los conductores eléctricos
- sus elementos de fijación (abrazaderas, bandejas, etc.)
- su protección mecánica (tableros, cajas, etc.)

Se clasifican en:

**Para usos generales:** son circuitos monofásicos que alimentan bocas de salida para alumbrado y bocas de salida para tomacorrientes. Deberán tener una protección para una intensidad hasta 16 A. y el número máximo de bocas por circuito es de 15.

**Para usos especiales:** son circuitos de tomacorrientes monofásicos o trifásicos que alimentan consumos unitarios superiores a 10 A. o para alimentar circuitos a la intemperie (parques, jardines, etc.). Deberán tener una protección para una corriente no mayor a 25 A.

**De conexión fija:** son circuitos que alimentan directamente a los consumos sin la utilización de tomacorrientes. No deben tener derivación alguna.

[menú](#)[índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

Los equipamientos ejecutan las siguientes funciones:

- Alimentación de la instalación (generadores, transformadores y baterías).
- Comando y protección (llaves, disyuntores, fusibles, contactores, etc.).
- Utilización, transformando la energía eléctrica en otra forma de energía utilizable (motores, resistores, artefactos de iluminación, etc.)

Se clasifican en:

**Fijos**

son los instalados permanentemente en un mismo lugar, como un transformador en un poste (alimentación), un disyuntor en un tablero (protección) o un equipo de aire acondicionado (utilización)

**Estacionarios**

son los fijos o aquellos que no poseen posibilidad de transporte, como por ej. una heladera doméstica.

**Portátiles**

pueden ser fácilmente cambiados de lugar o movidos durante su funcionamiento, como puede ser una aspiradora o una enceradora.

**Manuales**

cuando pueden ser soportados por las manos durante su funcionamiento, como pueden ser las herramientas eléctricas portátiles.

Las instalaciones eléctricas de BT pueden estar sometidas a fallas o anomalías en su funcionamiento que pueden causar graves daños a las mismas; éstas son:

### **Fallas**

Cuando en una instalación o un equipamiento dos o más partes que están a potenciales diferentes entran en contacto accidental por fallas de aislación, entre sí o contra tierra, tenemos una falla.

Una falla puede ser directa, cuando las partes tienen contacto físico entre sí, o indirecta, si no lo tienen. Cuando una de las partes es la tierra hablamos de una falla a tierra.

Un cortocircuito es una falla directa entre dos conductores vivos, esto es fases o neutro.

### **Sobrecorrientes**

Son las corrientes que excedan del valor nominal prefijado (por ejemplo la corriente nominal de un equipamiento o la capacidad de conducción de un conductor). Es un valor cualitativo, ya que si la corriente nominal es de 50 A, tanto una corriente de 51 A como otra de 5000 A constituyen sobrecorrientes.

Las sobrecorrientes deben ser eliminadas en el menor tiempo posible dado que pueden producir una drástica reducción en la vida útil de los conductores. Las corrientes de cortocircuito, por ser muy superiores a las corrientes nominales pueden además ser el origen de incendios.

Pueden ser de dos tipos:

- Las corrientes de falla, que son las que fluyen de un conductor a otro o para tierra en caso de una falla. Cuando la falla es directa hablamos de corriente de cortocircuito.
- Las corrientes de sobrecarga, no tienen origen en fallas sino que se deben a circuitos subdimensionados, a la sustitución de equipamientos por otros de mayor potencia a la prevista originalmente, o por motores eléctricos que están accionando cargas excesivas.

### **Corrientes de fuga**

Son las que, por fallas de aislación, fluyen a tierra o a elementos conductores extraños a la instalación. En la práctica siempre existen corrientes de fuga ya que no existen aislantes perfectos, pero son extremadamente bajas y no causan perjuicios a las instalaciones.

Debido a las mismas en las instalaciones se deberán contemplar diversas funciones de corte que hacen a la seguridad de las personas y de los equipamientos; éstas son básicamente:

- Interrupción
- Protección
- Conmutación



## **Elementos de interrupción (maniobra)**

Son dispositivos que permiten establecer, conducir e interrumpir la corriente para la cual han sido diseñados.

La norma IEC 947-1 define las características de los aparatos según sus posibilidades de corte:

- Seccionadores: cierran y cortan sin carga, pueden soportar un cortocircuito estando cerrados.
- Interruptores: denominados también seccionadores bajo carga, cierran y cortan en carga y sobrecarga hasta 8 In. Soporta y cierra sobre cortocircuito, pero no lo corta.
- Interruptores seccionadores: son interruptores que en posición abierto satisfacen las condiciones especificadas para un seccionador.
- Interruptores automáticos: son interruptores que satisfacen las condiciones de un interruptor seccionador e interrumpen un cortocircuito.

Para altas corrientes (30 a 1000 A) se suelen utilizar interruptores a cuchilla, colocados de manera tal que la gravedad tienda a abrirlas. Para usos domiciliarios se emplean llaves embutidas, normalmente combinadas con toma corrientes.

## **Elementos de protección**

Son dispositivos que permiten detectar condiciones anormales definidas (sobrecargas, cortocircuitos, corriente de falla a tierra, etc.) e interrumpir la línea que alimenta la anomalía u ordenar su interrupción a través del elemento de maniobra al que está acoplado.

Cuando hablamos de protección nos estamos refiriendo a la protección de las personas, de los edificios o de las instalaciones. El elemento de protección tradicional es el fusible, pero los protectores automáticos aportan una mejor solución por mantenerse invariables en el tiempo y por la posibilidad de asegurar la continuidad del servicio.

**Elementos de conmutación** Son dispositivos empleados cuando se requiere un comando automático y gran cadencia de maniobra, como sucede con el accionamiento de máquinas.

De acuerdo al tiempo de desconexión de los "elementos de protección" se puede hablar de:

**Protecciones rápidas** Actúan en el caso de producirse sobreintensidades súbitas, superiores a los valores normales (como es el caso de los cortocircuitos), entre ellas tenemos los fusibles y las protecciones automáticas magnéticas.

**Protecciones retardadas** Actúan también cuando la sobreintensidad es superior a la normal pero se da lentamente, sin adquirir valores inmediatos peligrosos, pero de persistencia pernicioso, entre ellas están las llaves térmicas.

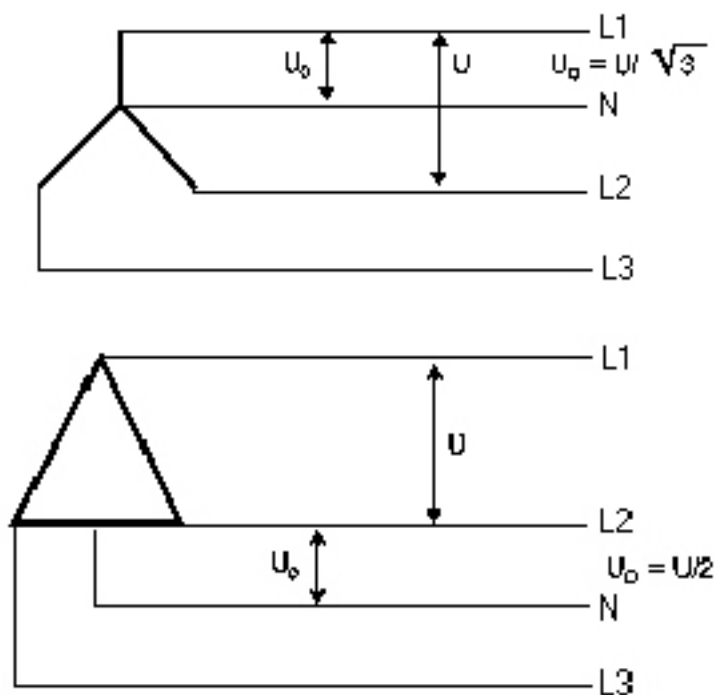
**Protecciones combinadas** Son una combinación de las anteriores, como las protecciones termomagnéticas.

Los sistemas de distribución y las instalaciones son caracterizadas por sus tensiones nominales, dadas en valores eficaces.

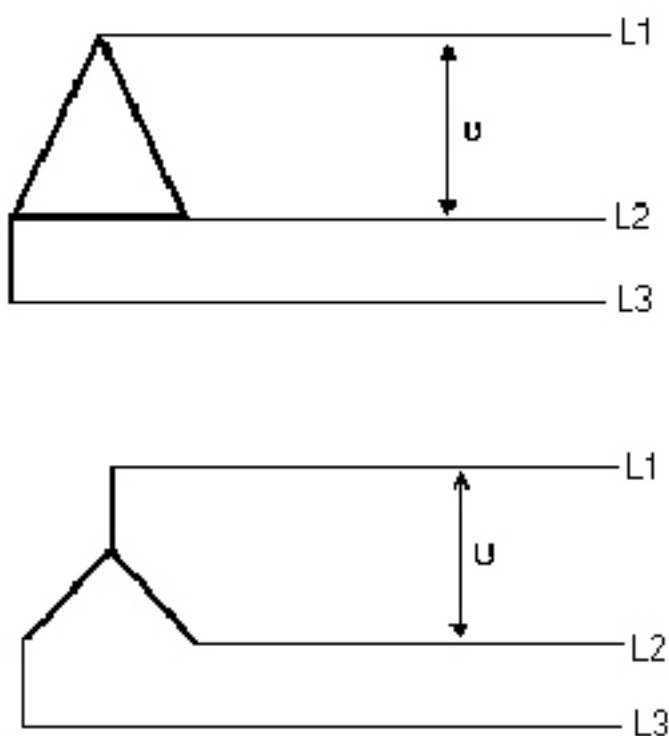
Las tensiones nominales son indicadas por  $U_0/U$  ó por  $U$ , siendo  $U_0$  la tensión fase neutro y  $U$  la tensión fase - fase.

Los esquemas comúnmente usados son:

a) Sistemas trifásicos a 4 conductores:



b) Sistemas trifásicos a 3 conductores:



Las tensiones usadas en las redes públicas de baja tensión son de 220V. para sistemas monofásicos y 220 y 380 V. para sistemas trifásicos.

*menú índice*

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

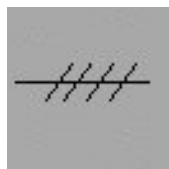
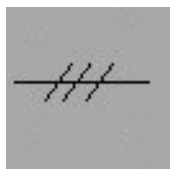
[12](#)

[13](#)

<b>Generación</b>	<p>La electricidad se obtiene a través de la transformación de otras fuentes de energía como por ejemplo la transformación de las caídas de agua en movimientos mecánicos en las turbinas y consecuentemente en la generación de electricidad.</p> <p>Otra forma es la transformación de la energía térmica producida por calderas, normalmente en movimientos mecánicos que accionan generadores eléctricos.</p> <p>Otra forma de generación de energía eléctrica es a través de la reacción nuclear de materiales radiactivos como el uranio y el plutonio.</p> <p>También la energía eléctrica es generada a través de reacciones químicas, como en pilas y baterías eléctricas.</p>
<b>Transmisión</b>	<p>En esas usinas la energía es generada a tensiones relativamente bajas, del orden de 6000 a 13200 V. Inmediatamente dentro de la usina se eleva esa tensión a valores de 132000 Volt, 500000 Volt o como en el caso de la central de Itaipú de 750000 Volt.</p> <p>Esa alta tensión es transmitida a lo largo de miles de kilómetros hasta los centros de consumo. La forma de transmitir esta energía es a través de líneas con conductores desnudos de aluminio.</p>
<b>Distribución</b>	<p>Próximo a los centros de consumo las estaciones transformadoras reducen las tensiones a 13200 Volt, valor que se emplea para la distribución en líneas aéreas o redes subterráneas.</p> <p>Una vez distribuida esa tensión en 13200 Volt, para ser utilizada debe ser reducida a 380 ó 220 Volt. Para ello es necesario que exista un transformador próximo al consumidor. Estos pueden estar localizados en los postes o en cámaras subterráneas, en caso de existir una red subterránea en la zona.</p>

[menú](#) [índice](#)[1](#)[2](#)[3](#)[4](#)[5](#)[6](#)[7](#)[8](#)[9](#)[10](#)[11](#)[12](#)[13](#)

**Símbolo**



**Significado**

Circuito con tres conductores (esquema unifilar)

Circuito con cuatro conductores (esquema unifilar)

Circuito con tres conductores (esquema multifilar)

Circuito con cuatro conductores (esquema multiifilar)



Llave interruptora unipolar



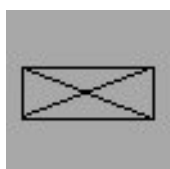
Llave interruptora bipolar



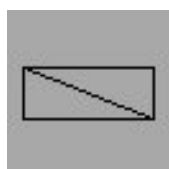
Llave interruptora doble



Llave interruptora de combinación



Tablero de distribución, principal



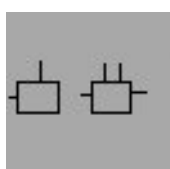
Tablero de distribución, secundario



Caja de paso



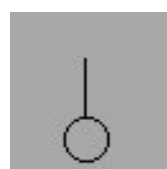
Caja de medidor



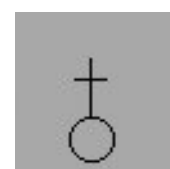
Caja de derivación



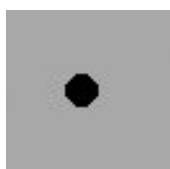
Caja de Teléfono



Tomacorriente



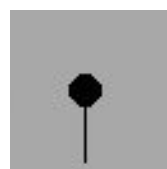
Tomacorriente con contacto a tierra



Boca de techo para un efecto



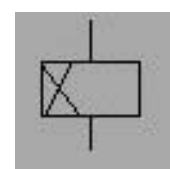
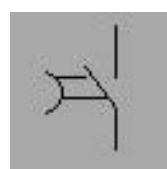
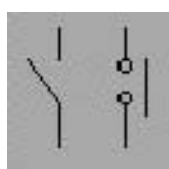
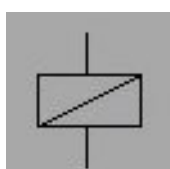
Boca de techo para dos efectos



Boca de pared para un efecto



Boca de pared para dos efectos

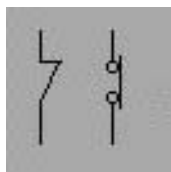


Bobina de relé o  
contacto

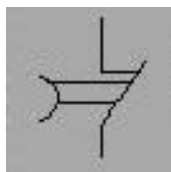
Contacto  
normalmente abierto

normalmente abierto  
a la desconexión

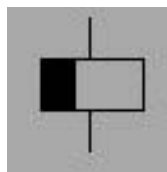
Temporizador a la  
conexión



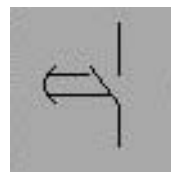
Contacto  
normalmente  
cerrado



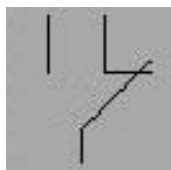
Contacto  
normalmente cerrado  
a la desconexión



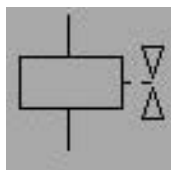
Temporizador a la  
desconexión



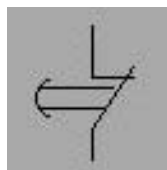
Contacto  
normalmente abierto  
a la conexión



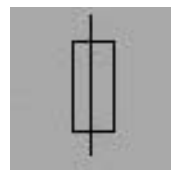
Contacto conmutado



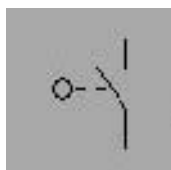
Electroválvula



Contacto  
normalmente cerrado  
a la conexión



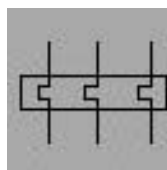
Fusible



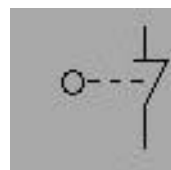
Contacto  
normalmente abierto  
de final de carrera



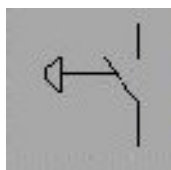
Pulsador



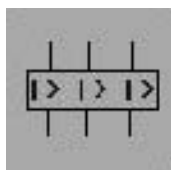
Relé térmico



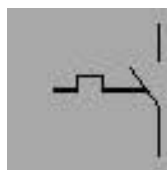
Contacto  
normalmente cerrado  
de final de carrera



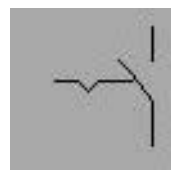
Pulsador  
normalmente abierto  
de emergencia



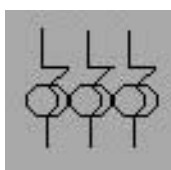
Relé magnético



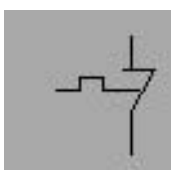
Contacto  
normalmente abierto  
de I. Térmico



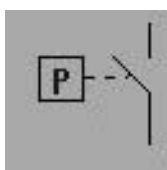
Contacto  
normalmente abierto  
con enclavamiento



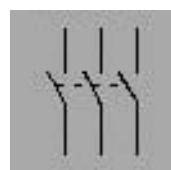
Relé  
Magnetotérmico



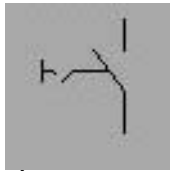
Contacto  
normalmente cerrado  
de I. Térmico



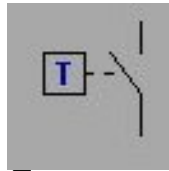
Presostato  
normalmente abierto



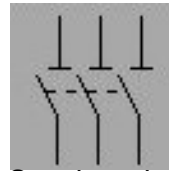
Contacto de contactor



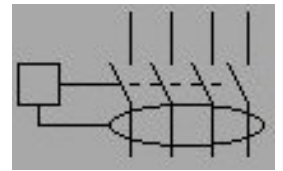
Interrupción



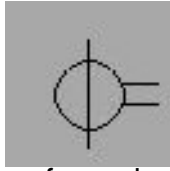
Termostato normalmente abierto



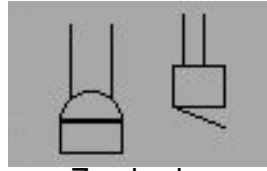
Seccionador



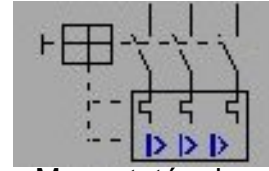
Interrupción diferencial



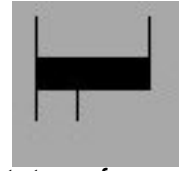
Transformador de intensidad



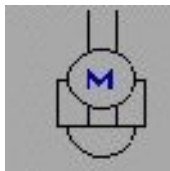
Zumbador



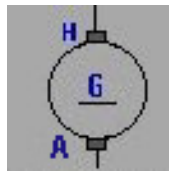
Magnetotérmico



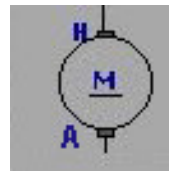
Autotransformador



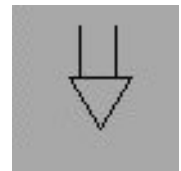
Timbre de motor



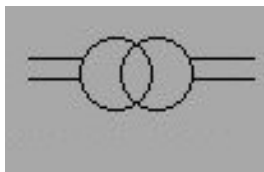
Dinamo



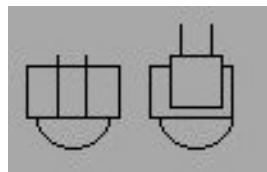
Motor de corriente continua



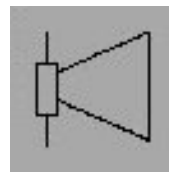
Sirena



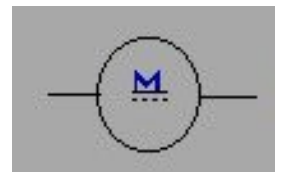
Transformador



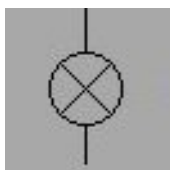
Timbre



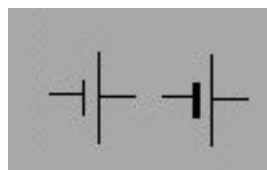
Señal acústica



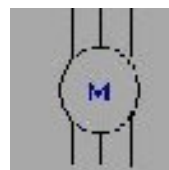
Motor de corriente continua



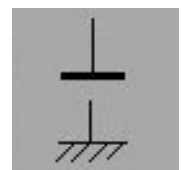
Lámpara piloto



Pila o acumulador



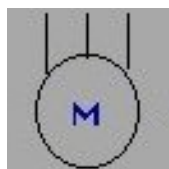
Motor con 6 bornes



Masa



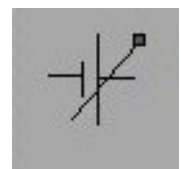
Batería de pilas



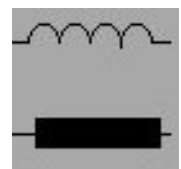
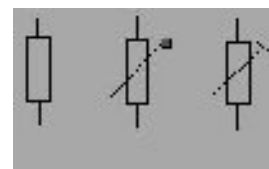
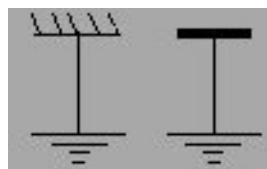
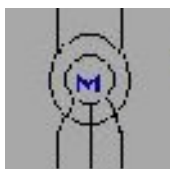
Motor jaula de ardilla



Tierra



Batería con tensión variable

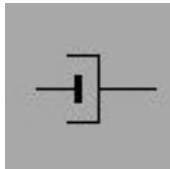


Motor con rotor bobinado

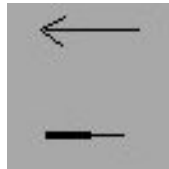
Masa puesta a tierra

Resistencias

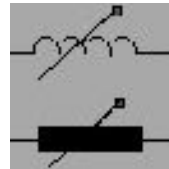
Bobina



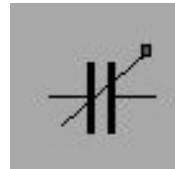
Condensador electrolítico



Conector macho



Inductor variable



Condensador variable



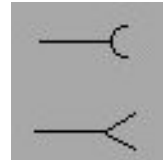
Inductor ajustable



Condensador ajustable



Condensador



Conector hembra

[menú](#)

[índice](#)

[1](#)

[2](#)

[3](#)

[4](#)

[5](#)

[6](#)

[7](#)

[8](#)

[9](#)

[10](#)

[11](#)

[12](#)

[13](#)





## Normativa de aplicación

## *Cap. 1*



***1*** Normativas aplicables a los materiales



***2*** Normativas aplicables a las instalaciones



***3*** Clasificación de las instalaciones



***4*** Capacitación y habilitación

Las normas IRAM cubren en forma efectiva todos los aspectos de los materiales, aparatos y equipos de las instalaciones eléctricas. No obstante, a efectos de permitir al usuario común identificar la seguridad y prestación de los materiales y aparatos, restaría por adoptarse la certificación obligatoria (Sello de Calidad) a través de los entes acreditados por el Organismo Nacional de Acreditación (decreto PEN 1474/94).

La Dirección Nacional de Lealtad Comercial, dependiente de la Secretaría de Comercio, es el organismo oficial responsable del control de materiales, equipos y aparatos.

Asimismo, son de aplicación las reglamentaciones fijadas por los siguientes organismos:

- Código de edificación de la Municipalidad respectiva.
- Dirección de Bomberos.
- Cámara Argentina de Aseguradores.
- Compañía proveedora del servicio eléctrico.

Recientemente, la Secretaría de Industria, Comercio y Minería ha emitido la Resolución 92/98, cuyos puntos esenciales son:

1.- "Sólo se podrá comercializar en el país el equipamiento eléctrico de baja tensión que cumpla con los requisitos esenciales de seguridad" (artículo 1).

2.- "Se entiende por equipamiento eléctrico de baja tensión a los artefactos, aparatos, o materiales eléctricos destinados a una instalación eléctrica o formando parte de ella, que tenga una tensión nominal de hasta mil Volt en corriente alterna eficaz o hasta mil quinientos Volt en corriente continua" (artículo 2).

3.- "Los fabricantes, importadores, distribuidores, mayoristas y minoristas de los productos mencionados deberán hacer certificar o exigir la certificación del cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad" (artículo 3)

4.- Los productos certificados según lo establecido precedentemente ostentarán un sello indeleble que permita identificar inequívocamente tal circunstancia" (artículo 4)

Productos eléctricos comprendidos en la Resolución 92/98

- Fichas para aparatos electrodomésticos
- Acondicionadores de aire
- Refrigeradores y congeladores domésticos
- Lavarropas
- Afeitadoras
- Secadores de cabello
- Planchas
- Ventiladores
- Aspiradoras
- Tostadoras
- Parrillas eléctricas
- Máquinas de coser eléctricas
- Fichas, tomacorrientes y enchufes
- Lavavajillas
- Calefactores eléctricos
- Secarropas centrífugos
- Portalámparas
- Cables para circuitos de baja tensión en automotores
- Cables de cobre aislados P.V.C.
- Cables flexibles de cobre con aislación de caucho
- Calefactores eléctricos
- Freidoras eléctricas
- Termotanques eléctricos
- Etcétera.

Procedimientos y plazos para la certificación de productos.

El Anexo 2 de la Resolución 92/98 de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería y a los efectos de la implementación gradual que la misma prevé:

A partir de su entrada en vigencia deberá presentarse ante la Dirección Nacional de Comercio Interior una certificación de producto de marca de conformidad siguiendo un sistema como el indicado en la Guía ISO/IEC 28 (IRAM 354), otorgada por un organismo de certificación acreditado ante el O.A.A., la que deberá además obligatoriamente obrar en poder de los distribuidores, mayoristas y minoristas para ser exhibida a requerimiento de los consumidores.

#### **Primera Etapa:**

Durante un período de hasta SEIS (6) meses para los materiales a ser utilizados en instalaciones eléctricas de baja tensión, OCHO (8) meses para aparatos electrodomésticos y DIEZ (10) meses para aparatos electrónicos, a partir de la entrada en vigencia de la presente Resolución, el productor podrá presentar ante la DIRECCION NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR, una declaración de conformidad del producto con los "requisitos esenciales de seguridad del equipamiento eléctrico de baja tensión", según Anexo 1, teniendo el mismo carácter de declaración de conformidad deberá además obligatoriamente obrar en poder de los distribuidores, mayoristas y minoristas para ser exhibida a requerimiento de los consumidores.

Los productos a los que se le aplique este procedimiento no deberán ser marcados como indica el Art. 3° de esta Resolución.

#### **Segunda Etapa:**

Finalizada la etapa anterior y por el término de UN (1) año se podrá presentar ante la DIRECCION NACIONAL DE COMERCIO INTERIOR una Certificación de Conformidad de Tipo para los requisitos Esenciales de Seguridad otorgada por un organismo de certificación acreditado ante el O.A.A. de acuerdo a los procedimientos de certificación que para esta etapa éste establezca, en base a ensayos realizados por un laboratorio acreditado o reconocido, sobre especímenes representativos de la producción normal que serán seleccionados por el organismo de certificación. Periódicamente, el organismo de certificación tomará muestras en fábrica o en mercado para determinar el cumplimiento con la Certificación de Conformidad de Tipo original.

Durante esta etapa, los productos importados podrán optar por la siguiente alternativa:

- Una certificación de Conformidad de Tipo para los Requisitos Esenciales de Seguridad otorgada por un organismo de Certificación extranjero que haya establecido convenios de reciprocidad con un organismo nacional de certificación acreditado ante la O.A.A., el cual analizará los antecedentes de dicha certificación de origen a los efectos de verificar su autenticidad y alcance.

- En caso de no contar con una certificación de conformidad como la mencionada, se aceptará transitoriamente una certificación tipo realizada bajo las mismas condiciones detalladas anteriormente. Copia de la mencionada certificación deberá además obligatoriamente obrar en poder de los distribuidores, mayoristas y minoristas para ser exhibida a requerimiento de los consumidores. Los productos a los que se les aplique estos procedimientos no deberán ser marcados como indica el artículo 32 de esta Resolución.

#### **Tercera Etapa:**

Finalizada la etapa anterior, todos los productos indicados en la presente Resolución deberán contar con un certificado de producto por sistema de marca de conformidad siguiendo un sistema como el indicado en la Guía ISO/IEC 28 (IRAM 354); otorgada por un organismo de certificación acreditado ante el O.A.A. Durante esta tercera etapa, los productos importados deberán cumplir con lo indicado en el párrafo anterior o, como alternativa, deberán contar con una certificación de producto por sistema de marca de conformidad otorgada por un organismo de certificación extranjero.

[menú](#)

[índice](#)



*capítulo*

*tema desarrollado*



**1**

Normativa de aplicación

---



**2**

Calidad, normalización y certificación

---

 **1** Certificación

 **2** Sistema Nacional de Normas

 **3** Auditorías de Calidad

 **4** Sistema de Calidad según las normas ISO 9000

La **CERTIFICACION** es la actividad que implica establecer y afirmar el cumplimiento de requisitos legales obligatorios o voluntarios comprometidos por los propios interesados.

La certificación puede corresponder a un campo regulado (por reglamentaciones o normas) o a uno no regulado, en el primer caso indudablemente la certificación refiere a las regulaciones o normas pertinentes, en el segundo, basada en acuerdos de reconocimiento mutuo.

Toda certificación deberá establecerse por:

- una empresa, sociedad, grupo, laboratorio, o servicio organizado de acuerdo a las normas pertinentes.
- que posea un directorio o consejo de administración que cuente con una dirección técnica
- con personal instruido e idóneo.
- con instrumental con contraste metrológico.
- con manual de procedimientos legales y técnicos documentados.
- que deberá estar habilitado y certificado por un organismo competente y de acuerdo a la validez o credibilidad de las certificaciones que extienda.

Cabe acotar que habiéndose reivindicado al IRAM como Organismo de Normalización y la continuidad de las normas ya emitidas, corresponde aplicarse las siguientes normas:

#### a) Evaluación de Laboratorios

- IRAM 300 (1993): Vocabulario
- IRAM 301 (1993): Requisitos generales relativos a la competencia de los Laboratorios de calibración y de ensayo.
- IRAM 308 (1994) Sistemas de Acreditación de Laboratorios de Calibración y Ensayos. Requisitos Generales para el funcionamiento y reconocimiento. Revisión 1997 en estudio.

#### b) Certificación de la Calidad:

- IRAM 350 (1994) Evaluación de conformidad con requisitos establecidos y actividades de certificación. Vocabulario.
- IRAM 351 (1994) Requisitos generales para la aceptación de organismos de inspección.
- IRAM 352 (1990) Requisitos generales para la aceptación de organismos de certificación para sistemas de sello o marca de conformidad con norma.
- Revisión 1997 en estudio. (correspondiente a ISO/IEC 40/19).
- IRAM 363 (1996) Requisitos generales para la evaluación y la acreditación de organismos de certificación y registro.

Las normas COPANT relacionadas, aprobadas hasta el momento son:

- COPANT 111:2:1996 - Directrices para la redacción de normas adecuadas a ser utilizadas en la evaluación de la conformidad (Guía ISO/IEC 7:1994).
- COPANT 111:14:1996 - Un enfoque para la utilización de un sistema de calidad de proveedores en una certificación de productos por tercera parte (Guía ISO/IEC 53:1988).
- COPANT 111:15:1996 - Un enfoque para la revisión del Sistema Interno de la Calidad de un organismo de certificación (Guía ISO/IEC 56: 1989).
- COPANT 111:16:1996 - Directrices para la presentación de resultados de inspección (Guía ISO/IEC 57:1991).
- COPANT 111:17: 1996 - Código de buenas prácticas para la evaluación de la conformidad (Guía ISO/IEC 60:1996).
- COPANT 111:18:1996 - Requisitos generales para la evaluación y la acreditación de los organismos de certificación/ registro (Guía ISO/IEC 61: 1996).
- COPANT 111:19:1996 - Requisitos generales para los organismos que operan la evaluación y la certificación/registro de sistemas de calidad (Guía ISO/IEC 62: 1996).

La **CERTIFICACION** es la actividad que implica establecer y afirmar el cumplimiento de requisitos legales obligatorios o voluntarios comprometidos por los propios interesados.

La certificación puede corresponder a un campo regulado (por reglamentaciones o normas) o a uno no regulado, en el primer caso indudablemente la certificación refiere a las regulaciones o normas pertinentes, en el segundo, basada en acuerdos de reconocimiento mutuo.

Toda certificación deberá establecerse por:

- una empresa, sociedad, grupo, laboratorio, o servicio organizado de acuerdo a las normas pertinentes.
- que posea un directorio o consejo de administración que cuente con una dirección técnica
- con personal instruido e idóneo.
- con instrumental con contraste metrológico.
- con manual de procedimientos legales y técnicos documentados.
- que deberá estar habilitado y certificado por un organismo competente y de acuerdo a la validez o credibilidad de las certificaciones que extienda.

Cabe acotar que habiéndose reivindicado al IRAM como Organismo de Normalización y la continuidad de las normas ya emitidas, corresponde aplicarse las siguientes normas:

#### a) Evaluación de Laboratorios

- IRAM 300 (1993): Vocabulario
- IRAM 301 (1993): Requisitos generales relativos a la competencia de los Laboratorios de calibración y de ensayo.
- IRAM 308 (1994) Sistemas de Acreditación de Laboratorios de Calibración y Ensayos. Requisitos Generales para el funcionamiento y reconocimiento. Revisión 1997 en estudio.

#### b) Certificación de la Calidad:

- IRAM 350 (1994) Evaluación de conformidad con requisitos establecidos y actividades de certificación. Vocabulario.
- IRAM 351 (1994) Requisitos generales para la aceptación de organismos de inspección.
- IRAM 352 (1990) Requisitos generales para la aceptación de organismos de certificación para sistemas de sello o marca de conformidad con norma.
- Revisión 1997 en estudio. (correspondiente a ISO/IEC 40/19).
- IRAM 363 (1996) Requisitos generales para la evaluación y la acreditación de organismos de certificación y registro.

Las normas COPANT relacionadas, aprobadas hasta el momento son:

- COPANT 111:2:1996 - Directrices para la redacción de normas adecuadas a ser utilizadas en la evaluación de la conformidad (Guía ISO/IEC 7:1994).
- COPANT 111:14:1996 - Un enfoque para la utilización de un sistema de calidad de proveedores en una certificación de productos por tercera parte (Guía ISO/IEC 53:1988).
- COPANT 111:15:1996 - Un enfoque para la revisión del Sistema Interno de la Calidad de un organismo de certificación (Guía ISO/IEC 56: 1989).
- COPANT 111:16:1996 - Directrices para la presentación de resultados de inspección (Guía ISO/IEC 57:1991).
- COPANT 111:17: 1996 - Código de buenas prácticas para la evaluación de la conformidad (Guía ISO/IEC 60:1996).
- COPANT 111:18:1996 - Requisitos generales para la evaluación y la acreditación de los organismos de certificación/ registro (Guía ISO/IEC 61: 1996).
- COPANT 111:19:1996 - Requisitos generales para los organismos que operan la evaluación y la certificación/registro de sistemas de calidad (Guía ISO/IEC 62: 1996).

Por decreto 1474/94 el Gobierno Nacional ha creado el **Sistema Nacional de Normas Calidad y Certificación**, derogando los decretos anteriores relacionados 2181/78 y 33/89 -Modificación del decreto 254/89.

En dicho sistema se establecen cuatro niveles:

- el primero que crea los organismos de gobierno y administración del sistema, es decir el Consejo Nacional de Normas, Calidad y Certificación, y el Comité Asesor.
- el segundo que separa las funciones de Normalización de las de Acreditación, constituyendo los correspondientes organismos.
- el tercer nivel regula los mecanismos de acreditación para organismos de certificación, de laboratorios de ensayo, de laboratorios de calibración y de certificación de auditores y los organismos de certificación, los laboratorios de ensayo, los laboratorios de calibración y los auditores.



La norma IRAM-IACC-ISO E 8402:1994 define como **Auditoría de la Calidad** a un: "examen sistemático e independiente con el fin de determinar si las actividades y los resultados relativos a la calidad satisfacen las disposiciones preestablecidas y si estas disposiciones son aplicadas en forma efectiva para alcanzar los objetivos".

Podrían diferenciarse en:

- auditorías del sistema de la calidad,
- auditorías de la calidad de procesos,
- auditorías de la calidad de producto,
- auditorías de la calidad de servicio.

Son objetivos de una auditoría:

- establecer la conformidad o no conformidad de los elementos del sistema de calidad con los requisitos establecidos.
- establecer si el sistema de calidad implementado es eficiente para lograr las metas de calidad propuestas.
- proveer al auditado una apreciación imparcial para mejorar el sistema de la calidad.
- cumplir con disposiciones obligatorias o para incorporar la empresa a un registro de calidad.

Para la organización de una auditoría la conducción empresaria deberá definir previamente:

- la política de calidad.
- el departamento de la calidad deberá detectar los aspectos críticos de organización para el aseguramiento de la calidad.
- tales aspectos deberán traducirse en directivas concretas para los empleados.
- la Gerencia y la conducción empresarial deberán dar ejemplo fehaciente de concientización de la calidad

Una Auditoría debe dar respuesta a las siguientes preguntas:

- Si el Sistema de Calidad responde a los objetivos fijados
- Si los procedimientos y documentos que sustentan el sistema están disponibles, son conocidos y utilizados
- Si todo ello está documentado en el Manual de la Calidad
- Si las personas involucradas, cualquiera sea su nivel de responsabilidad, están suficientemente informadas a lo que se espera en el cumplimiento de su función
- Si se desempeñan de acuerdo a ello
- Si los métodos empleados son los adecuados efectivos
- Si los proveedores corresponden a las especificaciones y obligaciones contractuales.

Las normativas ISO 9000 (editadas en Argentina como normas -IACC-ISO 9000) proveen un cuadro orgánico genérico y coherente de normas en referencia a los sistemas de la calidad destinadas a lograr una mejora continua en sistemas y procesos en un amplio espectro de sectores industriales y económicos.

Son normas de sistema que complementadas por las normas técnicas correspondientes permitirán la adecuada prestación de servicios o producción de manufacturas.

Son normas lo suficientemente generales como para poderse adaptar a todos los sectores, y que por su amplitud posibilitan que cada usuario seleccione los elementos que requiere para su propio sistema de calidad, sistema que a su vez depende en gran medida de las demandas del mercado, del tipo de producto o del proceso de manufactura.

En la norma ISO 8402 se define la terminología empleada, lo que es muy importante porque a través de una definición clara y unívoca de los términos, facilita las relaciones, el diálogo y la comprensión mutua.

El documento ISO 9000 es un "documento guía" en cuanto:

- presenta los conceptos fundamentales
- delinea el Sistema de Calidad por medio de la clarificación de los principales aspectos y conceptos de la calidad.
- provee los criterios de selección y de utilización del paquete de normas ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003.

Las normas se utilizan en dos situaciones diferentes:

- en el ámbito de una relación contractual proveedor-cliente (ISO 9001, 9002 y 9003)
- o porque la Empresa ha elegido libremente desarrollar un Sistema de Calidad (ISO 9004)

Los documentos ISO 9001, 9002 y 9003 son modelos contractuales entre productor y comprador o entre comitente y prestador de un servicio y definen el Sistema de Aseguramiento o Garantía de la Calidad que debe solicitarse para garantizar la conformidad de lo provisto como consecuencia de tal relación.

En particular: debe recurrirse a la ISO 9001 cuando la demanda prevea que el proveedor desarrolle actividades de proyecto y desarrollo, producción, instalación y asistencia posventa, y la conformidad de la provisión sólo puede ser garantizada si se tienen bajo control todas las fases del proceso productivo, desde el proyecto hasta la asistencia final.

Debe recurrirse a la ISO 9002 cuando la demanda prevea que el proveedor desarrolle solamente actividades de fabricación e instalación y la conformidad de lo demandado solo pueda ser garantizada si se tiene bajo control el proceso.

Se recurre a la ISO 9003 cuando la conformidad de la provisión solo pueda ser asegurada mediante controles, inspecciones y pruebas finales.

El documento ISO 9004 provee la guía para organizar un "SISTEMA DE CONDUCCION EMPRESARIAL PARA LA CALIDAD", no impuesto por vínculos contractuales sino fruto de una elección libre de la Dirección de la Empresa.

Por decreto 1474/94 el Gobierno Nacional ha creado el **Sistema Nacional de Normas Calidad y Certificación**, derogando los decretos anteriores relacionados 2181/78 y 33/89 -Modificación del decreto 254/89.

En dicho sistema se establecen cuatro niveles:

- el primero que crea los organismos de gobierno y administración del sistema, es decir el Consejo Nacional de Normas, Calidad y Certificación, y el Comité Asesor.
- el segundo que separa las funciones de Normalización de las de Acreditación, constituyendo los correspondientes organismos.
- el tercer nivel regula los mecanismos de acreditación para organismos de certificación, de laboratorios de ensayo, de laboratorios de calibración y de certificación de auditores y los organismos de certificación, los laboratorios de ensayo, los laboratorios de calibración y los auditores.

[menú](#)[índice](#)

La norma IRAM-IACC-ISO E 8402:1994 define como **Auditoría de la Calidad** a un: "examen sistemático e independiente con el fin de determinar si las actividades y los resultados relativos a la calidad satisfacen las disposiciones preestablecidas y si estas disposiciones son aplicadas en forma efectiva para alcanzar los objetivos".

Podrían diferenciarse en:

- auditorías del sistema de la calidad,
- auditorías de la calidad de procesos,
- auditorías de la calidad de producto,
- auditorías de la calidad de servicio.

Son objetivos de una auditoría:

- establecer la conformidad o no conformidad de los elementos del sistema de calidad con los requisitos establecidos.
- establecer si el sistema de calidad implementado es eficiente para lograr las metas de calidad propuestas.
- proveer al auditado una apreciación imparcial para mejorar el sistema de la calidad.
- cumplir con disposiciones obligatorias o para incorporar la empresa a un registro de calidad.

Para la organización de una auditoría la conducción empresarial deberá definir previamente:

- la política de calidad.
- el departamento de la calidad deberá detectar los aspectos críticos de organización para el aseguramiento de la calidad.
- tales aspectos deberán traducirse en directivas concretas para los empleados.
- la Gerencia y la conducción empresarial deberán dar ejemplo fehaciente de concientización de la calidad

Una Auditoría debe dar respuesta a las siguientes preguntas:

- Si el Sistema de Calidad responde a los objetivos fijados
- Si los procedimientos y documentos que sustentan el sistema están disponibles, son conocidos y utilizados
- Si todo ello está documentado en el Manual de la Calidad
- Si las personas involucradas, cualquiera sea su nivel de responsabilidad, están suficientemente informadas a lo que se espera en el cumplimiento de su función
- Si se desempeñan de acuerdo a ello
- Si los métodos empleados son los adecuados efectivos
- Si los proveedores corresponden a las especificaciones y obligaciones contractuales.

Las normativas ISO 9000 (editadas en Argentina como normas -IACC-ISO 9000) proveen un cuadro orgánico genérico y coherente de normas en referencia a los sistemas de la calidad destinadas a lograr una mejora continua en sistemas y procesos en un amplio espectro de sectores industriales y económicos.

Son normas de sistema que complementadas por las normas técnicas correspondientes permitirán la adecuada prestación de servicios o producción de manufacturas.

Son normas lo suficientemente generales como para poderse adaptar a todos los sectores, y que por su amplitud posibilitan que cada usuario seleccione los elementos que requiere para su propio sistema de calidad, sistema que a su vez depende en gran medida de las demandas del mercado, del tipo de producto o del proceso de manufactura.

En la norma ISO 8402 se define la terminología empleada, lo que es muy importante porque a través de una definición clara y unívoca de los términos, facilita las relaciones, el diálogo y la comprensión mutua.

El documento ISO 9000 es un "documento guía" en cuanto:

- presenta los conceptos fundamentales
- delinea el Sistema de Calidad por medio de la clarificación de los principales aspectos y conceptos de la calidad.
- provee los criterios de selección y de utilización del paquete de normas ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003.

Las normas se utilizan en dos situaciones diferentes:

- en el ámbito de una relación contractual proveedor-cliente (ISO 9001, 9002 y 9003)
- o porque la Empresa ha elegido libremente desarrollar un Sistema de Calidad (ISO 9004)

Los documentos ISO 9001, 9002 y 9003 son modelos contractuales entre productor y comprador o entre comitente y prestador de un servicio y definen el Sistema de Aseguramiento o Garantía de la Calidad que debe solicitarse para garantizar la conformidad de lo provisto como consecuencia de tal relación.

En particular: debe recurrirse a la ISO 9001 cuando la demanda prevea que el proveedor desarrolle actividades de proyecto y desarrollo, producción, instalación y asistencia posventa, y la conformidad de la provisión sólo puede ser garantizada si se tienen bajo control todas las fases del proceso productivo, desde el proyecto hasta la asistencia final.

Debe recurrirse a la ISO 9002 cuando la demanda prevea que el proveedor desarrolle solamente actividades de fabricación e instalación y la conformidad de lo demandado solo pueda ser garantizada si se tiene bajo control el proceso.

Se recurre a la ISO 9003 cuando la conformidad de la provisión solo pueda ser asegurada mediante controles, inspecciones y pruebas finales.

El documento ISO 9004 provee la guía para organizar un "SISTEMA DE CONDUCCION EMPRESARIAL PARA LA CALIDAD", no impuesto por vínculos contractuales sino fruto de una elección libre de la Dirección de la Empresa.

Las normas IRAM cubren en forma efectiva todos los aspectos de los materiales, aparatos y equipos de las instalaciones eléctricas. No obstante, a efectos de permitir al usuario común identificar la seguridad y prestación de los materiales y aparatos, restaría por adoptarse la certificación obligatoria (Sello de Calidad) a través de los entes acreditados por el Organismo Nacional de Acreditación (decreto PEN 1474/94).

La Dirección Nacional de Lealtad Comercial, dependiente de la Secretaría de Comercio, es el organismo oficial responsable del control de materiales, equipos y aparatos.

Asimismo, son de aplicación las reglamentaciones fijadas por los siguientes organismos:

- Código de edificación de la Municipalidad respectiva.
- Dirección de Bomberos.
- Cámara Argentina de Aseguradores.
- Compañía proveedora del servicio eléctrico.

Recientemente, la Secretaría de Industria, Comercio y Minería ha emitido la Resolución 92/98, cuyos puntos esenciales son:

1.- "Sólo se podrá comercializar en el país el equipamiento eléctrico de baja tensión que cumpla con los requisitos esenciales de seguridad" (artículo 1).

2.- "Se entiende por equipamiento eléctrico de baja tensión a los artefactos, aparatos, o materiales eléctricos destinados a una instalación eléctrica o formando parte de ella, que tenga una tensión nominal de hasta mil Volt en corriente alterna eficaz o hasta mil quinientos Volt en corriente continua" (artículo 2).

3.- "Los fabricantes, importadores, distribuidores, mayoristas y minoristas de los productos mencionados deberán hacer certificar o exigir la certificación del cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad" (artículo 3)

4.- Los productos certificados según lo establecido precedentemente ostentarán un sello indeleble que permita identificar inequívocamente tal circunstancia" (artículo 4)

Productos eléctricos comprendidos en la Resolución 92/98

- Fichas para aparatos electrodomésticos
- Acondicionadores de aire
- Refrigeradores y congeladores domésticos
- Lavarropas
- Afeitadoras
- Secadores de cabello
- Planchas
- Ventiladores
- Aspiradoras
- Tostadoras
- Parrillas eléctricas
- Máquinas de coser eléctricas
- Fichas, tomacorrientes y enchufes
- Lavavajillas
- Calefactores eléctricos
- Secarropas centrífugos
- Portalámparas
- Cables para circuitos de baja tensión en automotores
- Cables de cobre aislados P.V.C.

- Cables flexibles de cobre con aislación de caucho
- Calefactores eléctricos
- Freidoras eléctricas
- Termotanques eléctricos
- Etcétera.

Procedimientos y plazos para la certificación de productos.

El Anexo 2 de la Resolución 92/98 de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería y a los efectos de la implementación gradual que la misma prevé:

A partir de su entrada en vigencia deberá presentarse ante la Dirección Nacional de Comercio Interior una certificación de producto de marca de conformidad siguiendo un sistema como el indicado en la Guía ISO/IEC 28 (IRAM 354), otorgada por un organismo de certificación acreditado ante el O.A.A., la que deberá además obligatoriamente obrar en poder de los distribuidores, mayoristas y minoristas para ser exhibida a requerimiento de los consumidores.

#### **Primera Etapa:**

Durante un período de hasta SEIS (6) meses para los materiales a ser utilizados en instalaciones eléctricas de baja tensión, OCHO (8) meses para aparatos electrodomésticos y DIEZ (10) meses para aparatos electrónicos, a partir de la entrada en vigencia de la presente Resolución, el productor podrá presentar ante la DIRECCION NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR, una declaración de conformidad del producto con los "requisitos esenciales de seguridad del equipamiento eléctrico de baja tensión", según Anexo 1, teniendo el mismo carácter de declaración de conformidad deberá además obligatoriamente obrar en poder de los distribuidores, mayoristas y minoristas para ser exhibida a requerimiento de los consumidores.

Los productos a los que se le aplique este procedimiento no deberán ser marcados como indica el Art. 3° de esta Resolución.

#### **Segunda Etapa:**

Finalizada la etapa anterior y por el término de UN (1) año se podrá presentar ante la DIRECCION NACIONAL DE COMERCIO INTERIOR una Certificación de Conformidad de Tipo para los requisitos Esenciales de Seguridad otorgada por un organismo de certificación acreditado ante el O.A.A. de acuerdo a los procedimientos de certificación que para esta etapa éste establezca, en base a ensayos realizados por un laboratorio acreditado o reconocido, sobre especímenes representativos de la producción normal que serán seleccionados por el organismo de certificación. Periódicamente, el organismo de certificación tomará muestras en fábrica o en mercado para determinar el cumplimiento con la Certificación de Conformidad de Tipo original.

Durante esta etapa, los productos importados podrán optar por la siguiente alternativa:

- Una certificación de Conformidad de Tipo para los Requisitos Esenciales de Seguridad otorgada por un organismo de Certificación extranjero que haya establecido convenios de reciprocidad con un organismo nacional de certificación acreditado ante la O.A.A., el cual analizará los antecedentes de dicha certificación de origen a los efectos de verificar su autenticidad y alcance.

- En caso de no contar con una certificación de conformidad como la mencionada, se aceptará transitoriamente una certificación tipo realizada bajo las mismas condiciones detalladas anteriormente. Copia de la mencionada certificación deberá además obligatoriamente obrar en poder de los distribuidores, mayoristas y minoristas para ser exhibida a requerimiento de los consumidores. Los productos a los que se les aplique estos procedimientos no deberán ser marcados como indica el artículo 32 de esta Resolución.

#### **Tercera Etapa:**

Finalizada la etapa anterior, todos los productos indicados en la presente Resolución deberán contar con un certificado de producto por sistema de marca de conformidad siguiendo un sistema como el indicado en la Guía ISO/IEC 28 (IRAM 354); otorgada por un organismo de certificación acreditado ante el O.A.A. Durante esta tercera etapa, los productos importados deberán cumplir con lo indicado en el párrafo anterior o, como alternativa, deberán contar con una certificación de producto por sistema de marca de conformidad otorgada por un organismo de certificación extranjero.

El Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), a través de la Res. Nro. 207/95, dispuso que las instalaciones eléctricas de los inmuebles nuevos deberán tener un "certificado técnico" como forma de asegurar el cumplimiento de las reglamentaciones vigentes y la calidad de los materiales utilizados

Para tal fin el citado organismo ha creado un "Registro de Personal Idóneo" donde se podrán inscribir electricistas y técnicos oficiales, quienes extenderán los comprobantes de calidad y cumplimiento de las reglamentaciones eléctricas. Sin este certificado, las empresas distribuidoras de electricidad no podrán habilitar el servicio.

Esta reglamentación es de jurisdicción nacional, por lo tanto se aplica en Capital Federal (área de concesión de las empresas Edenor, Edesur y Edelap) y en aquellas provincias y municipalidades que adhieran a la misma. Sería deseable que todas comprendieran su utilidad y brinden igual nivel de seguridad.

Si bien no existe una normativa aplicable a los inmuebles existentes, sería deseable que las instalaciones existentes incorporen elementos que aseguren un nivel aceptable de seguridad a sus habitantes.



Las instalaciones eléctricas en inmuebles se clasifican en 3 categorías:

A: de gran demanda, más de 50 kW.

B: de media demanda, más de 10 y hasta 50 kW.

C: de pequeña demanda, hasta 10 kW.

Estas tres categorías se relacionan con los tres niveles establecidos para los instaladores electricistas habilitados:

- Nivel 1** Profesionales universitarios matriculados, con incumbencia en instalaciones eléctricas, habilitados para ejecutar instalaciones de categorías A, B y C. Obtienen su habilitación en forma automática con la presentación de su título y matrícula.
- Nivel 2** Técnicos matriculados, con incumbencia en instalaciones eléctricas, habilitados para ejecutar instalaciones de categorías B y C. Obtienen su habilitación en forma automática con la presentación de su título y matrícula.
- Nivel 3** Electricistas que han cursado un programa de capacitación y aprobaron un examen final, habilitados para ejecutar instalaciones de categoría C.

**Capacitación y habilitación**

El ENRE designó al APSE (Asociación para la Promoción de la Seguridad Eléctrica) para que desarrolle el programa en todos sus aspectos, para ello se creó el "Instituto de Habilidad y Acreditaciones" cuyas responsabilidades son:

- Seleccionar, acreditar y supervisar a los Centros de Capacitación donde se formarán los electricistas (nivel 3).
- Habilitar a los instaladores en los tres niveles.
- Auditar el cumplimiento de esta Reglamentación en las instalaciones realizadas.

El Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), a través de la Res. Nro. 207/95, dispuso que las instalaciones eléctricas de los inmuebles nuevos deberán tener un "certificado técnico" como forma de asegurar el cumplimiento de las reglamentaciones vigentes y la calidad de los materiales utilizados

Para tal fin el citado organismo ha creado un "Registro de Personal Idóneo" donde se podrán inscribir electricistas y técnicos oficiales, quienes extenderán los comprobantes de calidad y cumplimiento de las reglamentaciones eléctricas. Sin este certificado, las empresas distribuidoras de electricidad no podrán habilitar el servicio.

Esta reglamentación es de jurisdicción nacional, por lo tanto se aplica en Capital Federal (área de concesión de las empresas Edenor, Edesur y Edelap) y en aquellas provincias y municipalidades que adhieran a la misma. Sería deseable que todas comprendieran su utilidad y brinden igual nivel de seguridad.

Si bien no existe una normativa aplicable a los inmuebles existentes, sería deseable que las instalaciones existentes incorporen elementos que aseguren un nivel aceptable de seguridad a sus habitantes.

[menú](#)[índice](#)

Las instalaciones eléctricas en inmuebles se clasifican en 3 categorías:

A: de gran demanda, más de 50 kW.

B: de media demanda, más de 10 y hasta 50 kW.

C: de pequeña demanda, hasta 10 kW.

Estas tres categorías se relacionan con los tres niveles establecidos para los instaladores electricistas habilitados:

**Nivel 1** Profesionales universitarios matriculados, con incumbencia en instalaciones eléctricas, habilitados para ejecutar instalaciones de categorías A, B y C. Obtienen su habilitación en forma automática con la presentación de su título y matrícula.

**Nivel 2** Técnicos matriculados, con incumbencia en instalaciones eléctricas, habilitados para ejecutar instalaciones de categorías B y C. Obtienen su habilitación en forma automática con la presentación de su título y matrícula.

**Nivel 3** Electricistas que han cursado un programa de capacitación y aprobaron un examen final, habilitados para ejecutar instalaciones de categoría C.

	<a href="#">menú</a>								
--	----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

		<a href="#">índice</a>							
--	--	------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Capacitación y habilitación

El ENRE designó al APSE (Asociación para la Promoción de la Seguridad Eléctrica) para que desarrolle el programa en todos sus aspectos, para ello se creó el "Instituto de Habilidadación y Acreditaciones" cuyas responsabilidades son:

- Seleccionar, acreditar y supervisar a los Centros de Capacitación donde se formarán los electricistas (nivel 3).
- Habilidadar a los instaladores en los tres niveles.
- Auditar el cumplimiento de esta Reglamentación en las instalaciones realizadas.

[menú](#)

[índice](#)

Como concebir una instalación eléctrica segura y confiable:










Aplicar el **Reglamento para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles** (Resolución ENRE N° 207/95), que otorga seguridad y calidad por medio de:

- la provisión constante de electricidad con tensión estable, y
- una instalación eléctrica adecuada que brinde máxima seguridad y confiabilidad.

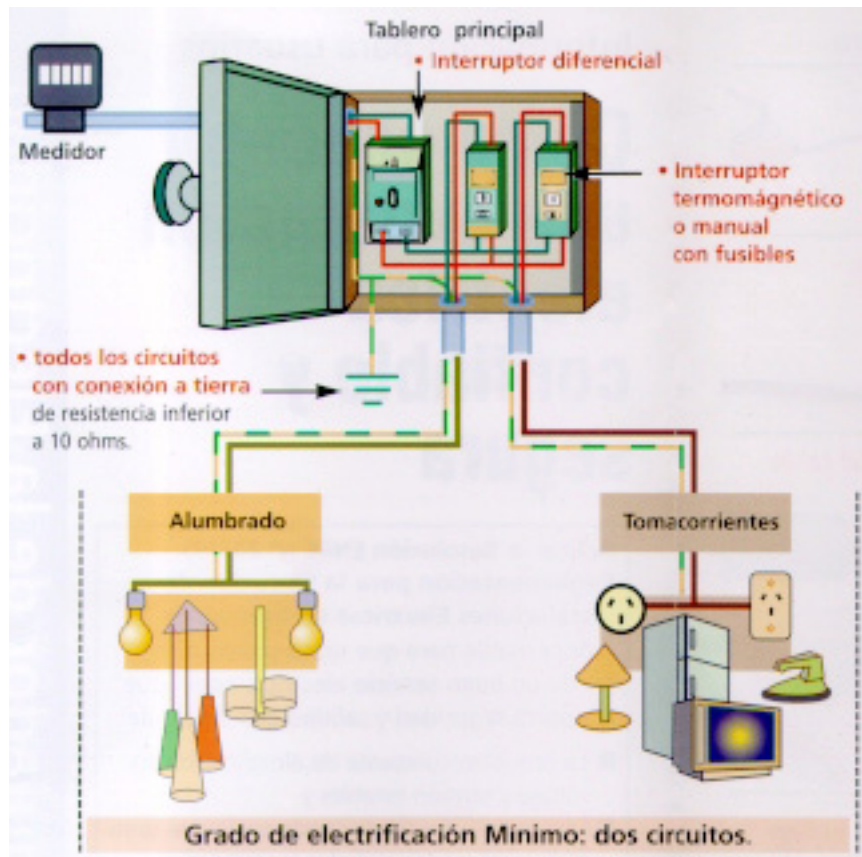


## Consejos para instalaciones eléctricas seguras y confiables

---

-  **1** Instalaciones seguras y confiables - Generalidades
-  **2** Circuitos
-  **3** Zonas de seguridad
-  **4** Las medidas básicas de seguridad
-  **5** Otras medidas de seguridad
-  **6** Diez "SI" para una instalación segura
-  **7** Algunos "NO" para un uso seguro

Para los grados de electrificación MEDIO y ELEVADO se deberá instalar un interruptor termomagnético por cada circuito adicional..





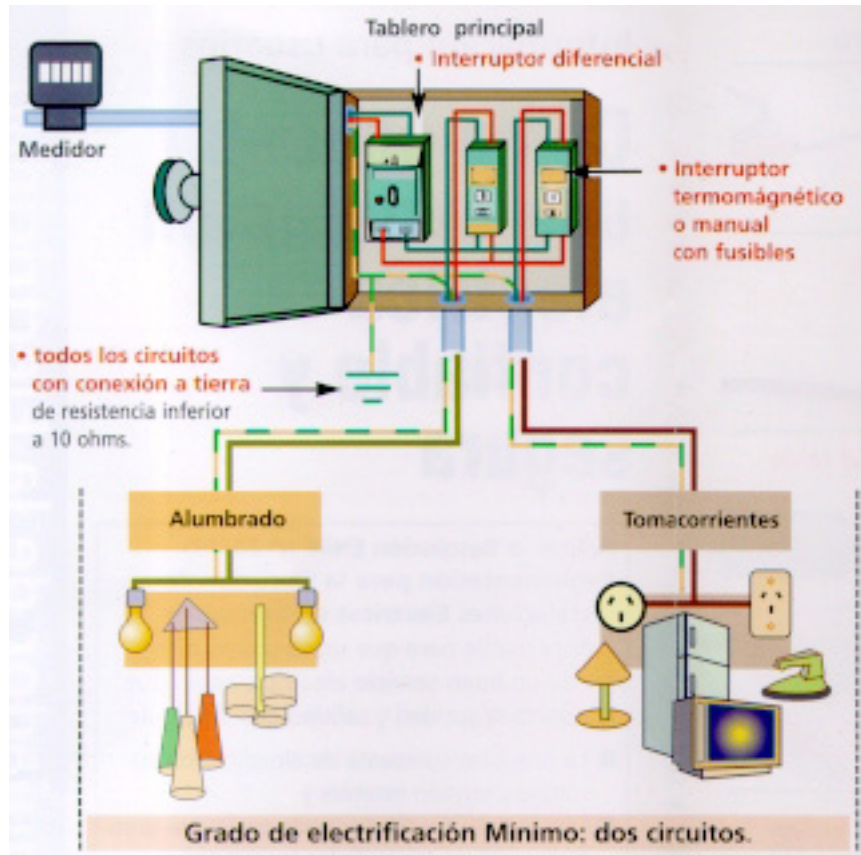
Como concebir una instalación eléctrica segura y confiable:



Aplicar el **Reglamento para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles** (Resolución ENRE N° 207/95), que otorga seguridad y calidad por medio de:

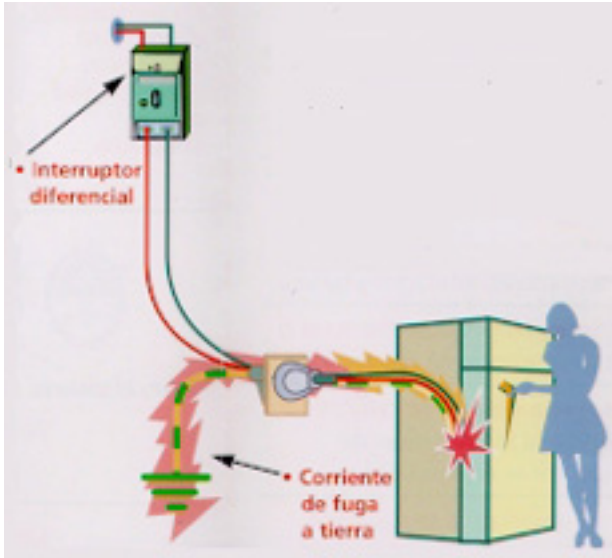
- la provisión constante de electricidad con tensión estable, y
- una instalación eléctrica adecuada que brinde máxima seguridad y confiabilidad.

Para los grados de electrificación MEDIO y ELEVADO se deberá instalar un interruptor termomagnético por cada circuito adicional..



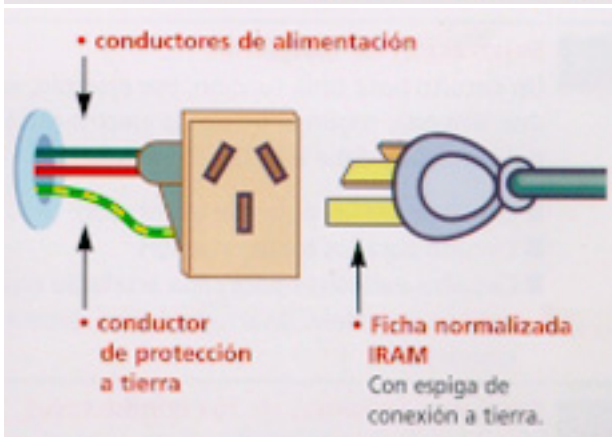
En los cuartos de baños la instalación eléctrica debe respetar la "**zona de prohibición**" dentro de la cual no pueden instalarse interruptores, tomacorrientes, calefones eléctricos o artefactos de iluminación, y la "**zona de protección**" donde pueden instalarse artefactos de iluminación y aparatos eléctricos fijos, siempre que se encuentren protegidos contra posibles salpicaduras.



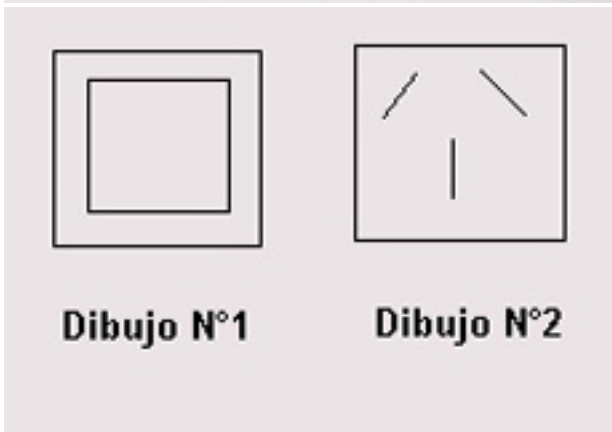


Cuando por una falla en la aislación de un aparato eléctrico sus partes metálicas quedan sometidas a tensión, el conductor de protección hará circular una corriente de fuga a tierra. El interruptor diferencial detectará esta fuga y cortará la alimentación en forma inmediata.

También para el caso de contactos accidentales con partes metálicas bajo tensión, la corriente a través del cuerpo humano se verá limitada por la rápida respuesta del interruptor diferencial que cortará la alimentación en milésimas de segundos.



El principio es simple, se trata de asegurar que cada instalación cuente con un "interruptor diferencial" y que todos los tomacorrientes permitan "conectar a tierra" los aparatos que alimentan.



Algunos aparatos, especialmente los que tienen carcasas plásticas poseen aislación doble, o sea que, ante una falla de su aislación básica, tienen todavía el respaldo de una segunda aislación que separa al usuario y su entorno de las partes afectadas. Estos aparatos se identifican por tener grabado sobre sus carcasas el símbolo del dibujo N° 1, por lo que estos aparatos emplean fichas de sólo dos patitas. Los que no lo lleven deberán conectarse al cable de tierra de la instalación por medio de tomacorrientes como el simbolizado en la figura N°2.

**Recomendaciones de Seguridad para los Niños**

Mantenga todos los aparatos eléctricos fuera del alcance de los niños pequeños. Impida que introduzcan los dedos u otro elemento en la toma de corriente.  
Si tiene niños en su casa o si hay niños de visita, ponga protectores en todas las tomas de corriente.  
Mantenga a los niños lejos de lugares donde se utilizan herramientas eléctricas o cortadoras de césped.

**Recomendaciones de Seguridad para Aparatos Electrónicos**

Coloque televisores, equipos de audio, videograbadoras y computadoras en lugares con circulación de aire para evitar el recalentamiento de los mismos.  
Si un aparato electrónico larga humo, chisporrotea, zumba o despidе olor, no lo utilice ni lo toque ni trate de desenchufarlo. Primero desconecte el interruptor de su tablero, y luego desconecte el equipo para llevarlo a reparar.  
Evite poner recipientes con líquidos sobre el equipo electrónico. Su derrame puede generar corto circuitos y/o incendios.  
Apague y desenchufe televisores, radios, computadoras y demás aparatos electrónicos durante tormentas eléctricas.  
Utilice protector de sobretensión en computadoras, televisores y videograbadoras.  
Limite el número de equipos enchufados en una misma toma.

**Trabajos en la cercanía de conductores eléctricos aéreos**

No utilice escaleras, varillas metálicas, antenas u otros elementos conductores en la cercanía de conductores eléctricos aéreos.  
No pade los árboles que son atrevesados por líneas eléctricas. En caso de observar conductores aéreos cortados y sobre el piso, no los toque y avise inmediatamente a su distribuidor de energía eléctrica.

**Recomendaciones de Seguridad para el Baño**

Nunca utilice aparatos eléctricos con las manos húmedas o cuando esté parado sobre piso, bañera o ducha húmedos.  
Nunca apoye la radio, televisión, teléfono o cualquier otro dispositivo eléctrico en el borde de la bañera, lavatorio, piscina o ducha.  
Si se cae un dispositivo eléctrico al agua no lo toque.  
Instale disyuntores diferenciales en su casa.  
Se recomienda no utilizar estufas eléctricas portátiles en el baño.

**Recomendaciones de Seguridad para trabajos de Interior**

Tire siempre del enchufe y no del cable.  
No utilice alargues como instalación permanente.  
Los alargues sobrecargados calientan. Deje de utilizarlos y reduzca la carga eléctrica para evitar incendios.  
Deshágase de los cables que estén cortados, rotos, gastados o que hayan sido reparados.  
No pase cables por debajo de alfombras o felpudos.  
No apoye muebles sobre los cables, puede provocar un incendio o peligro de cortocircuito.

**Recomendaciones de Seguridad Antes de Realizar Excavaciones en la Vía Pública**

Llame a la compañía eléctrica antes de realizar excavaciones.  
Las instalaciones subterráneas dañadas son peligrosas y hasta mortales.

### **Recomendaciones para el uso de herramientas eléctricas**

Trate de utilizar herramientas eléctricas con doble aislación. En caso de que lo anterior no sea posible, verifique que la carcasa de la misma se encuentre conectada a tierra. En lo posible se deberá evitar que las herramientas eléctricas sean alcanzadas por el agua. No anule la tercera pata de los enchufes, es la conexión a tierra de la carcasa.

Pero recuerde que si su casa no posee instalación de puesta a tierra, esa tercera pata no tiene utilidad, debiéndose adoptar medidas de seguridad adicionales. (Guantes aislantes, disyuntor, etc.)

Ante cualquier duda consulte con su electricista.

Verifique periódicamente el estado general de las herramientas eléctricas reparando los elementos dañados

### **Recomendaciones de Seguridad para Juegos al Aire Libre**

Controle si hay líneas de transmisión o líneas eléctricas antes de remontar barriletes, volar aviones con control remoto o realizar deportes tales como vuelo en globo aerostático, volovelismo o aladeltismo.

Nunca remonte un barrilete ni vuele aviones con control remoto en días lluviosos: las cuerdas húmedas y los cables del control conducen electricidad.

Mantenga los globos de material metálico lejos de las líneas eléctricas.

No permita que nadie dispare a los aisladores ni que arrojen piedras.

Asegúrese que ni niños ni adultos trepen por los postes de la línea ni jueguen en árboles por los que cruza una línea eléctrica.

### **Recomendaciones de Seguridad para la Cocina**

Cuando limpie artefactos eléctricos no los ponga en agua salvo que sean "sumergibles".

Acomode los cables de los dispositivos de modo tal que no toquen superficies calientes ni estén en contacto con agua y preste especial atención a aquellos que se encuentren cerca de tostadoras y hornos.

No utilice triples. Cada aparato debe enchufarse en tomas independientes.

No corte ni lime enchufes polarizados para utilizarlos con tomas que no lo son.

1. **Interrupción diferencial.**  
Se debe instalar un interruptor diferencial de 30 mA. Este dispositivo otorga el máximo nivel de seguridad frente a los contactos eléctricos, aún ante el descuido o la imprudencia manifiesta de parte de los usuarios, como puede suceder donde hay niños.  
Pero debe recordarse que su existencia no exime de tomar el resto de las medidas de seguridad, ya que está considerado solo como una protección complementaria destinada a aumentar el nivel de seguridad provisto por las otras medidas y no a reemplazarla.
2. **Un interruptor por circuito.**  
Automático termomagnético o manual con fusibles.
3. **Toma a tierra en toda la instalación.**  
De resistencia inferior a 10 ohm.
4. **Separación de funciones.**  
Un circuito para cada función. Por ejemplo, en una vivienda, según el grado de electrificación del inmueble, debe instalarse:
  - Circuito para bocas de alumbrado.
  - Circuito para los tomacorrientes
  - Circuitos exclusivos para cada artefacto especial que se instale: lavarropa, horno, termotanque, etc.
5. **Secciones mínimas para los conductores.**
  - Línea principal: 4 mm<sup>2</sup> Cu
  - Líneas seccionales: 2,5 mm<sup>2</sup> Cu
  - Líneas de circuitos: 1,5 mm<sup>2</sup> Cu
  - Conductor de protección: 2,5 mm<sup>2</sup> Cu
6. **Tomacorrientes con toma a tierra.**  
Distribuidos para que cada artefacto tenga un tomacorriente propio.
7. **Observar los principios de seguridad en el cuarto de baño.**  
Respetar las distancias de protección entre los tomacorrientes, interruptores, artefactos y bañera.
8. **Utilizar materiales normalizados IRAM o IEC.**  
En todos los componentes de la instalación..
9. **Aplicar la Resolución ENRE N° 207/95.**  
Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles.
10. **No modificar ni ampliar la instalación sin la intervención de un instalador electricista habilitado.**



**No utilizar alargadores.**



**No enchufe varios artefactos juntos.**

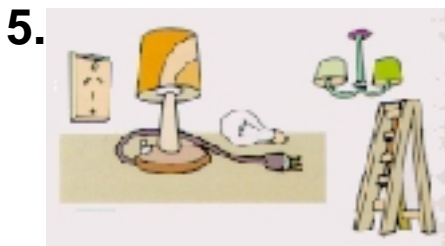


**No desenchufe tirando del cable.**



**No utilice adaptadores.**

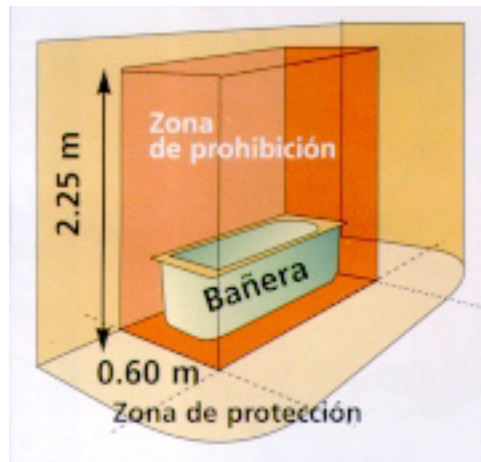
Instale tomacorrientes y fichas normalizadas IRAM ó IEC.

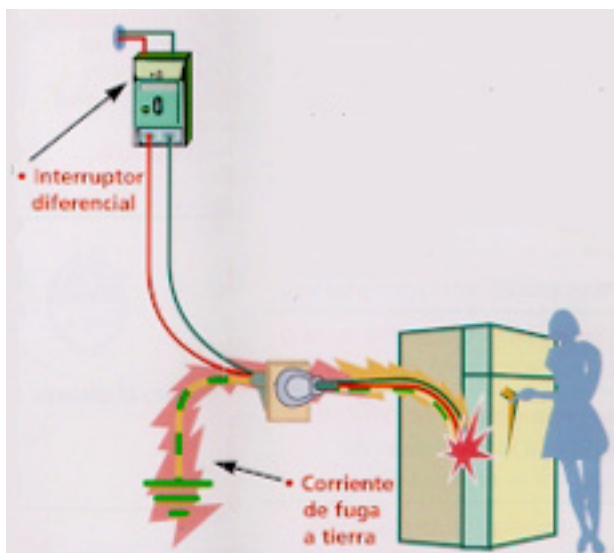


**No cambie lámparas sin desenchufar el artefacto o sin cortar la electricidad desde el tablero.**



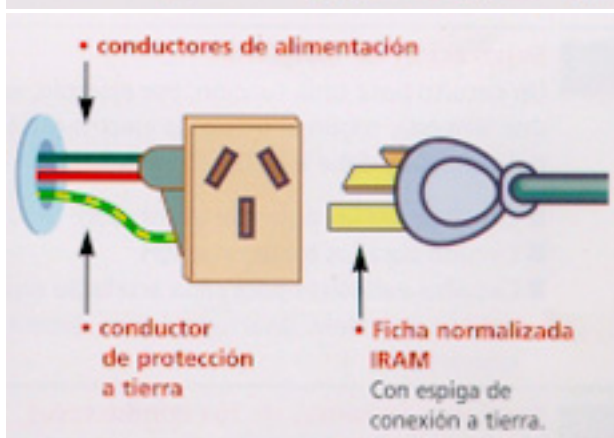
En los cuartos de baños la instalación eléctrica debe respetar la "zona de prohibición" dentro de la cual no pueden instalarse interruptores, tomacorrientes, calefones eléctricos o artefactos de iluminación, y la "zona de protección" donde pueden instalarse artefactos de iluminación y aparatos eléctricos fijos, siempre que se encuentren protegidos contra posibles salpicaduras.



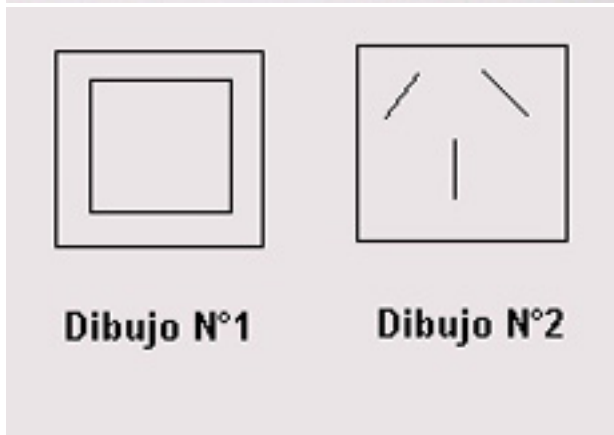


Cuando por una falla en la aislación de un aparato eléctrico sus partes metálicas quedan sometidas a tensión, el conductor de protección hará circular una corriente de fuga a tierra. El interruptor diferencial detectará esta fuga y cortará la alimentación en forma inmediata.

También para el caso de contactos accidentales con partes metálicas bajo tensión, la corriente a través del cuerpo humano se verá limitada por la rápida respuesta del interruptor diferencial que cortará la alimentación en milésimas de segundos.



El principio es simple, se trata de asegurar que cada instalación cuente con un "interruptor diferencial" y que todos los tomacorrientes permitan "conectar a tierra" los aparatos que alimentan.



Algunos aparatos, especialmente los que tienen carcazas plásticas poseen aislación doble, o sea que, ante una falla de su aislación básica, tienen todavía el respaldo de una segunda aislación que separa al usuario y su entorno de las partes afectadas. Estos aparatos se identifican por tener grabado sobre sus carcazas el símbolo del dibujo N° 1, por lo que estos aparatos emplean fichas de sólo dos patitas. Los que no lo lleven deberán conectarse al cable de tierra de la instalación por medio de tomacorrientes como el simbolizado en la figura N°2.

**Recomendaciones de Seguridad para los Niños**

Mantenga todos los aparatos eléctricos fuera del alcance de los niños pequeños. Impida que introduzcan los dedos u otro elemento en la toma de corriente.  
Si tiene niños en su casa o si hay niños de visita, ponga protectores en todas las tomas de corriente.  
Mantenga a los niños lejos de lugares donde se utilizan herramientas eléctricas o cortadoras de césped.

**Recomendaciones de Seguridad para Aparatos Electrónicos**

Coloque televisores, equipos de audio, videograbadoras y computadoras en lugares con circulación de aire para evitar el recalentamiento de los mismos.  
Si un aparato electrónico larga humo, chisporrotea, zumba o despide olor, no lo utilice ni lo toque ni trate de desenchufarlo. Primero desconecte el interruptor de su tablero, y luego desconecte el equipo para llevarlo a reparar.  
Evite poner recipientes con líquidos sobre el equipo electrónico. Su derrame puede generar corto circuitos y/o incendios.  
Apague y desenchufe televisores, radios, computadoras y demás aparatos electrónicos durante tormentas eléctricas.  
Utilice protector de sobretensión en computadoras, televisores y videograbadoras.  
Limite el número de equipos enchufados en una misma toma.

**Trabajos en la cercanía de conductores eléctricos aéreos**

No utilice escaleras, varillas metálicas, antenas u otros elementos conductores en la cercanía de conductores eléctricos aéreos.  
No pade los árboles que son atrevesados por líneas eléctricas. En caso de observar conductores aéreos cortados y sobre el piso, no los toque y avise inmediatamente a su distribuidor de energía eléctrica.

**Recomendaciones de Seguridad para el Baño**

Nunca utilice aparatos eléctricos con las manos húmedas o cuando esté parado sobre piso, bañera o ducha húmedos.  
Nunca apoye la radio, televisión, teléfono o cualquier otro dispositivo eléctrico en el borde de la bañera, lavatorio, piscina o ducha.  
Si se cae un dispositivo eléctrico al agua no lo toque.  
Instale disyuntores diferenciales en su casa.  
Se recomienda no utilizar estufas eléctricas portátiles en el baño.

**Recomendaciones de Seguridad para trabajos de Interior**

Tire siempre del enchufe y no del cable.  
No utilice alargues como instalación permanente.  
Los alargues sobrecargados calientan. Deje de utilizarlos y reduzca la carga eléctrica para evitar incendios.  
Deshágase de los cables que estén cortados, rotos, gastados o que hayan sido reparados.  
No pase cables por debajo de alfombras o felpudos.  
No apoye muebles sobre los cables, puede provocar un incendio o peligro de cortocircuito.

**Recomendaciones de Seguridad Antes de Realizar Excavaciones en la Vía Pública**

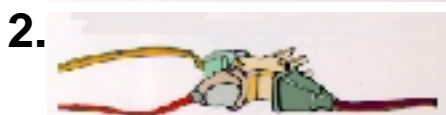
Llame a la compañía eléctrica antes de realizar excavaciones.  
Las instalaciones subterráneas dañadas son peligrosas y hasta mortales.



1. **Interrupción diferencial.**  
Se debe instalar un interruptor diferencial de 30 mA. Este dispositivo otorga el máximo nivel de seguridad frente a los contactos eléctricos, aún ante el descuido o la imprudencia manifiesta de parte de los usuarios, como puede suceder donde hay niños.  
Pero debe recordarse que su existencia no exime de tomar el resto de las medidas de seguridad, ya que está considerado solo como una protección complementaria destinada a aumentar el nivel de seguridad provisto por las otras medidas y no a reemplazarla.
2. **Un interruptor por circuito.**  
Automático termomagnético o manual con fusibles.
3. **Toma a tierra en toda la instalación.**  
De resistencia inferior a 10 ohm.
4. **Separación de funciones.**  
Un circuito para cada función. Por ejemplo, en una vivienda, según el grado de electrificación del inmueble, debe instalarse:
  - Circuito para bocas de alumbrado.
  - Circuito para los tomacorrientes
  - Circuitos exclusivos para cada artefacto especial que se instale: lavarropa, horno, termotanque, etc.
5. **Secciones mínimas para los conductores.**
  - Línea principal: 4 mm<sup>2</sup> Cu
  - Líneas seccionales: 2,5 mm<sup>2</sup> Cu
  - Líneas de circuitos: 1,5 mm<sup>2</sup> Cu
  - Conductor de protección: 2,5 mm<sup>2</sup> Cu
6. **Tomacorrientes con toma a tierra.**  
Distribuidos para que cada artefacto tenga un tomacorriente propio.
7. **Observar los principios de seguridad en el cuarto de baño.**  
Respetar las distancias de protección entre los tomacorrientes, interruptores, artefactos y bañera.
8. **Utilizar materiales normalizados IRAM o IEC.**  
En todos los componentes de la instalación..
9. **Aplicar la Resolución ENRE N° 207/95.**  
Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles.
10. **No modificar ni ampliar la instalación sin la intervención de un instalador electricista habilitado.**



**No utilizar alargadores.**



**No enchufe varios artefactos juntos.**

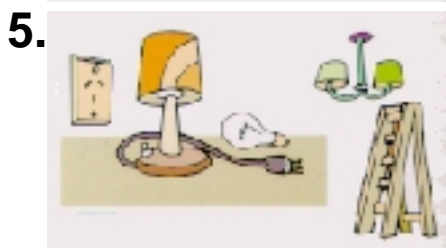


**No desenchufe tirando del cable.**



**No utilice adaptadores.**

Instale tomacorrientes y fichas normalizadas IRAM ó IEC.




**No cambie lámparas sin desenchufar el artefacto o sin cortar la electricidad desde el tablero.**

# NOTIFICACION LEGAL

---

El "Sitio Web" de Pirelli es un servicio on-line de información y comunicación suministrado por Pirelli S.p.A. ("Pirelli") sujeto a su aceptación en los siguientes términos y condiciones. Si usted no acepta los mismos no utilice el sitio ni descargue materiales provenientes del mismo.

Los contenidos de las páginas del Sitio Web de Pirelli son Copyright © 1995-1998 de Pirelli S.p.A.. Todos los derechos reservados. El contenido de las páginas de los Sitios Web de Pirelli no pueden ser copiados, reproducidos, transferidos, descargados, publicados o distribuidos de cualquier otra forma, ni total ni parcialmente, sin una autorización formal de Pirelli, excepto que Pirelli consienta que los almacene en su computadora o imprima copias con extractos de las páginas para su exclusivo uso personal.

**PIRELLI** y  son marcas registradas de Pirelli. No pueden ser utilizadas en otros Sitios Web que los de Pirelli sin el consentimiento de Pirelli S.p.A.. El nombre Pirelli o cualquier marca registrada incluyendo la marca **PIRELLI** no pueden ser incorporadas en direcciones de Internet sin el previo consentimiento de Pirelli S.p.A.

La información en este Sitio Web es provista "como está" sin ninguna garantía expresa o implícita de cualquier tipo incluyendo garantías de comercialización, condiciones para propósitos particulares o no infrigimiento de derechos de propiedad intelectual. En ningún caso Pirelli será responsable frente a terceras partes por cualquier daño o consecuencia, directa o indirecta, debido al uso del material incluido en este Sitio Web, incluyendo daños, pérdidas de beneficios, interrupciones del negocio, pérdidas de información, etc.

La información de este Sitio Web puede incluir inexactitudes técnicas o errores de tipografía. La información puede cambiar o actualizarse sin previo aviso. Pirelli también puede efectuar desarrollos y / o cambios en los productos descriptos en este Sitio Web sin previo aviso.

Pirelli no asume responsabilidad alguna por los materiales creados o publicados por terceras partes a las que se llegue mediante links desde el Sitio Web de Pirelli.

Cualquier material enviado a Pirelli, por ejemplo vía e-mail o vía páginas de la World Wide Web, deben ser consideradas como no confidenciales. Pirelli no asume responsabilidades de ningún tipo respecto de tales materiales y Pirelli se considera libre de reproducirlos, utilizarlos, descartarlos, exhibirlos, transformarlos, crear trabajos derivados y distribuir estos materiales a otros sin limitaciones. Adicionalmente, Pirelli se considera liberado para utilizar cualquier idea, concepto, know-how o técnica contenida en tales materiales para cualquier propósito que sea, incluyendo pero no limitando, el desarrollo, manufactura y su incorporación como productos de marketing. Usted garantiza que tales materiales son libres de publicar y usted acepta indemnizar a Pirelli si cualquier tercera parte toma alguna acción contra Pirelli en relación a tales materiales.

## INFORMACIÓN SOBRE MARCAS REGISTRADAS

Este es un listado actual de las marcas registradas propiedad de Pirelli S.p.A. y sus afiliadas ("Pirelli") mundiales. Pirelli tiene la exclusiva propiedad e interés en las marcas registradas abajo indicadas. Ninguna de estas marcas registradas puede ser utilizada de ninguna forma por terceras partes a menos que Pirelli haya autorizado tal situación de forma escrita, y solo dentro de los límites de tal autorización.

La siguiente lista de marcas registradas se indica a título ilustrativo y no incluye la totalidad de las mismas.

**PIRELLI**





## SECTOR NEUMÁTICOS

ALGOR  
ALPI  
AP05  
AQUACHRONO  
ARMSTRONG  
ARTIC  
ASIMMETRICO  
AT75  
B90 ISEO  
CAVA  
CEAT  
CEAT ARTIC  
CEAT START  
CHRONO  
CINTURATO  
CLEMENT  
CLEMENT FUTURA  
CONDOR  
COURIER  
DEMON  
DIP  
DIREZIONALE  
DRAGO  
DRIVER CENTER logo  
FORMULA  
ISEO 2001  
P3  
P4  
P5  
P6  
P7  
P8  
P200  
P200 ENERGY  
P300  
P400  
P500  
P600  
P700-Z  
P1000  
P2000  
P3000  
P4000  
P5000  
P5000 DRAGO  
P5000 ENERGY  
P6000  
P7000  
P8000  
P9000  
PHANTOM  
PIRELLI NOVATECK  
POWER IS NOTHING WITHOUT CONTROL  
POWERGY  
PZERO



PZERO SYSTEM  
SCORPION  
SCUBA  
SINERGY  
SUPERSPORT  
TARGA  
TM200  
TM300S  
TM500  
TM700  
TM800  
VANTAGE  
VIZZOLA  
WINTER 160 DIREZIONALE  
WINTER 190 ASIMMETRICO  
WINTER 190 DIREZIONALE  
WINTER 210 ASIMMETRICO

## **SECTOR CABLES**

AEROSIMPLEX  
AFUMEX  
AMPLIFIBER  
AMPLIPHOS  
ANTEX  
CABLEXPOR  
ELASPEED  
EPROTENAX  
EPROTENE  
FLATFIBER  
HYDROGET  
ICOFIT  
ME.CA.  
MINIWRAP  
OPSYCA  
PDNS  
PIRASTIC ECOPLUS  
PHOTONICS  
RETENAX / RETENAX VIPER  
RETOX  
SINTENAX / SINTENAX VIPER  
SPEEDY  
SPEEDY FLAM  
SPRINTEX  
SUPERTHERM  
VOLTALENE  
VOLTALIT  
VOLTOIL  
WAVEADAPTOR  
WAVEEDGE  
WAVELOOP  
WAVEMUX  
WAVENETWORK  
WAVEPLAN  
WAVEROUTER



el futuro es digital  
multimedial  
& interactivo

nosotros lo ponemos a su alcance

**Manual**  
Sistemas de Gestión de Información  
Compatibilidad con Internet



Manual de Instalaciones Eléctricas Sica-Pirelli  
Prohibida su reproducción total o parcial  
© 1998 - Todos los derechos reservados

Video X-Press® Mendoza 5244 7° C • 1431 • Buenos Aires • Argentina  
Tel/Fax: +54 .01 523 1489 / 6552 • <http://www.videexp.com> • e-mail: [info@videexp](mailto:info@videexp.com)

**Software** Catálogos Interactivos en CD Rom  
Publicaciones Electrónicas  
Presentaciones Corporativas  
CD Rom's Educativos y de Capacitación

**Web** Desarrollo de Web Sites  
Catálogos On-Line  
Sistemas Comerciales para Internet

**Video** Videos Institucionales  
Videos de Capacitación  
Videos Publicitarios  
Video Marketing

comunicación

digital