



# CUADROS ELECTRICOS

Automatismos Industriales

1º F.P.I.G.M.

(Instalaciones Eléctricas y Automáticas)

COLEGIO SALESIANO SAN LUIS REY

JOSE GALVEZ BAREA

### 3. Grado de protección IP

La norma EN 60529 establece los grados de protección para las envolventes eléctricas ante las siguientes influencias externas: presencia de cuerpos sólidos, presencia de agua y choques mecánicos.

El grado de protección se indica con un sistema de codificación de la siguiente forma:

IP xx – IK xx

Donde el índice IP hace referencia, con 2 cifras, al grado de protección contra cuerpos sólidos y líquidos, y el índice IK hace referencia, también con 2 cifras, el grado de protección contra choques mecánicos. Para una correcta interpretación de grado IP, cada cifra ha de ser leída individualmente.

Tablas para la identificación de los grados IP e IK

#### INDICES DE PROTECCIÓN

##### 1. Protección contra los cuerpos sólidos y líquidos:

##### Índices de protección – IP

Grados de protección de las envolventes de los materiales eléctricos según las normas: CEI 529 y EN 60529

##### 2. Protección contra los choques mecánicos:

##### Índice de protección - IK

Según : UNE EN 50 102/96

1.ª cifra: protección contra los cuerpos sólidos

2.ª cifra: protección contra los líquidos

IP	tests	
0	Ø 50 mm	Sin protección
1	Ø 50 mm	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano)
2	Ø 12,5 mm	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 12,5 mm (ej.: dedos de la mano)
3	Ø 2,5 mm	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (ej.: herramientas, tornillos)
4	Ø 1 mm	Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 1 mm (ej.: herramientas finas, pequeños cables)
5	Sin sedimentos perjudiciales	Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)
6	Totalmente protegido contra el polvo	Totalmente protegido contra el polvo

IP	tests	
0		Sin protección
1	Protección contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación)	
2	Protección contra las caídas de agua hasta 15° de la vertical	
3	Protegido contra el agua de lluvia hasta 60° de la vertical	
4	Protegido contra las proyecciones de agua en todas direcciones	
5	Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones	
6	Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes de mar	
7	Protegido contra inmersión	
8	Protegido contra los efectos prolongados de inmersión en condiciones especificadas	

IK	Energía de choque (julios)	Antiguo 3.ª cifra IP
00	0	0
01	0,15	
02	0,20	
(1)	0,225	1
03	0,35	
04	0,50	3
05	0,70	
06	1	
07	2	5
08	5	
(2)	6	7
09	10	
10	20	9

• También permite conocer la correspondencia con la antigua 3.ª cifra IP.

Figura 7.64. Legrand.

El antiguo código **IP** estaba formado por 3 cifras, donde las 2 primeras coinciden con el actual **IP** y la tercera tiene su correspondencia con el índice **IK**, tal como se muestra en la tabla. Por ejemplo: el antiguo grado de protección **IP243** corresponde con el nuevo **IP24-IK04**.

Ejemplos de lectura del grado de protección:

**IP 32-IK02.** El grado **IP** indica que la envolvente está protegida contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm y contra la caída de agua hasta 15° en vertical. El grado **IK** dice que está protegida contra impactos de 0,20 julios.

**IP55-IK07.** Indica que la envolvente está protegida contra el polvo y contra el lanzamiento de agua en todas las direcciones. La protección contra choques mecánicos es de 2 julios.

## 4. Clasificación de las envolventes

La clasificación de las envolventes puede realizarse de varias formas, atendiendo a su material constructivo, a su montaje funcional y a la aplicación a la que va destinada.

### 4.1. El material constructivo

Según el material utilizado en su construcción, se pueden distinguir dos tipos de cuadros:

#### a) Los metálicos

Construidos en chapa de acero soldada. Se presentan en forma de cofre estanco o como armarios de fijación mural o apoyados en el suelo.

#### b) Los aislantes

Construidos de poliéster con fibra de vidrio. Suelen ser tipo cofre o armarios de fijación mural bien empotrada o en superficie.

### 4.2. Montaje funcional

Actualmente las envolventes están basadas en sistemas funcionales de montaje. Esto consiste en formar el cuadro, o el armario, con múltiples módulos individuales denominados **unidades funcionales**.

Según este criterio se pueden clasificar en:

#### a) Cuadros fijos

Son aquellos que se presentan como una sola unidad funcional sin posibilidades de expansión, tanto interna como externamente.

No es aconsejable su utilización en sectores con habituales cambios en su instalación eléctrica.

Para saber más

Las envolventes pueden presentar varios grados de protección ante situaciones diferentes de montaje, por lo tanto el fabricante ha de especificar detalladamente cómo conseguirlos.

Recuerda

**Julio:** unidad de trabajo.

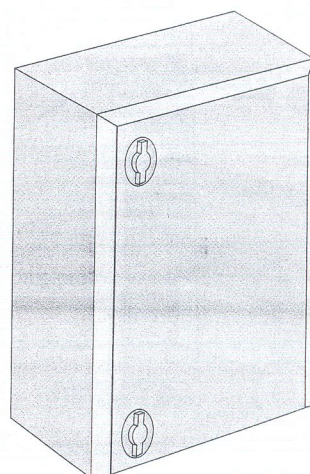


Figura 7.65. Cuadro fijo.

## b) Cuadros modulares

Tienen como principal característica las posibilidades de ampliación y acoplamiento con otros módulos del mismo tipo.

Como ya se ha dicho anteriormente, a cada módulo del conjunto se le denomina unidad funcional.

La unión entre las diferentes unidades funcionales se realiza con un mecanizado mínimo.

Es interesante prever la restitución de unidades funcionales completas del cuadro, aun con el circuito principal bajo tensión.

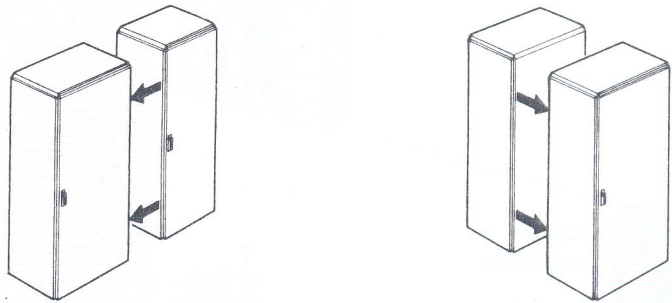


Figura 7.66. Asociación de unidades funcionales (Merlin Gerin).

## c) Cuadros enchufables

Son aquellos que utilizan unidades funcionales extraíbles. Estas pueden ser conectadas y desconectadas con facilidad del cuadro principal, incluso con tensión. Se utilizan en sectores que necesitan la reposición inmediata de sus elementos para continuar en servicio.

La integración, en el conjunto, se realiza de forma directa presionando la parte enchufable sobre el hueco del armario.

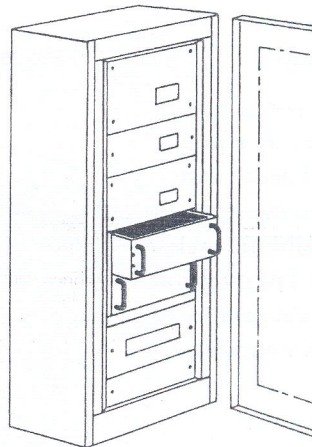


Figura 7.67. Unidad funcional extraíble (Merlin Gerin).

**Para saber más**  
Las unidades funcionales extraíbles suelen recibir el nombre de Rack, y se utilizan para alojar dispositivos electrónicos e informáticos.

## 4.2.2. Aplicación

Según la aplicación que se le destine a la envolvente, se puede clasificar en dos grupos: cuadros de distribución y cuadros de automatismos.

### a) Cuadros de distribución

Son los encargados de alojar los elementos de protección y distribución de las instalaciones eléctricas, tanto domésticas como industriales. Su instalación puede hacerse a diferentes niveles en un determinado sector: como cuadro de distribución general, como cuadro secundario o como cuadro terminal.

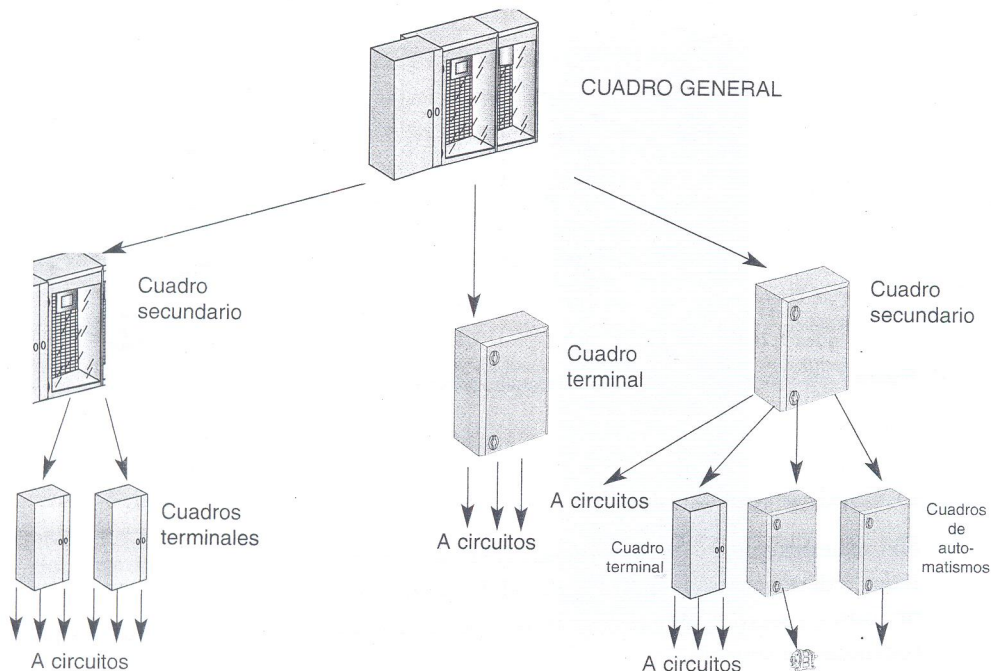


Figura 7.68. Tipología de sector industrial.

### • Cubrebornes y cajas de abonado

Se utilizan en instalaciones de baja potencia para alojar interruptores o protecciones de equipos domésticos y pequeñas máquinas. Pueden instalarse en superficie o empotrados. En este tipo de cuadros el número de módulos admisible no es elevado, permitiendo de 1 a 24 pasos. Los modelos modulares poseen un sistema de fijación entre cajas que permite su ampliación en altura y anchura.

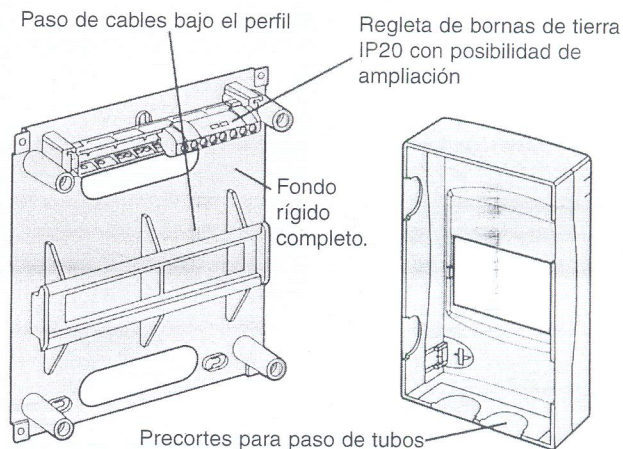


Figura 7.69. Interior de un cubrebornes (Legrand).

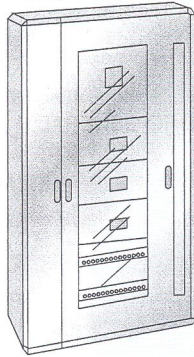
- **Armarios**

De uso en instalaciones del sector terciario e industriales, se sitúa, generalmente, sobre el suelo.

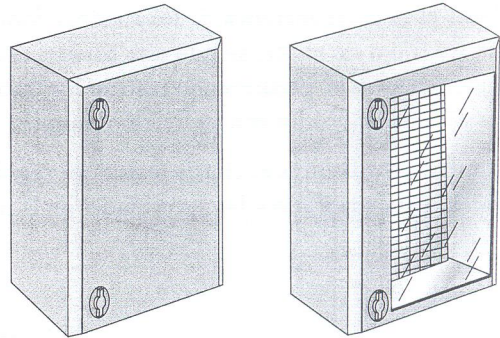
Pueden estar situados como cuadro general, secundario o terminal.

**b) Cuadros de máquina o automatismos**

Generalmente son de tipo terminal y alojan los elementos de maniobra y protección necesarios para el funcionamiento de la máquina.



**Figura 7.70.** Armario (Merlin Gerin).



**Figura 7.71.** Cofres para automatismos (Merlin Gerin).

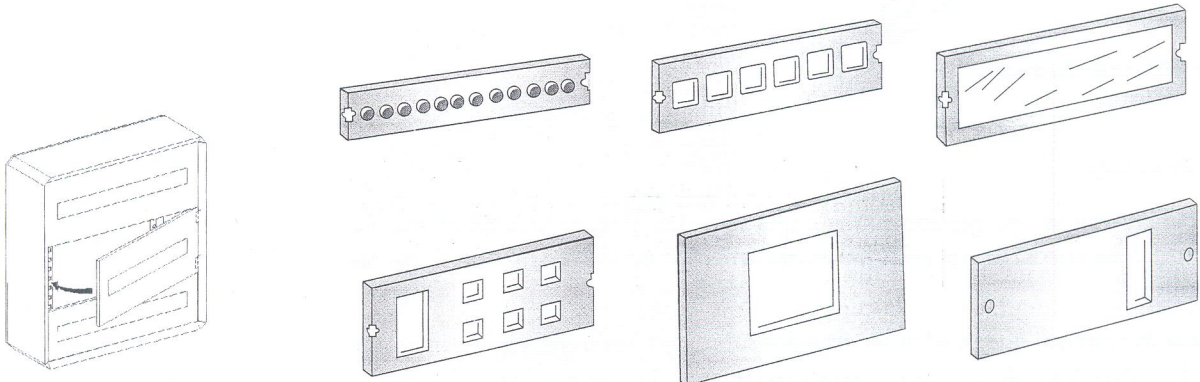
## 5. Aspectos constructivos

Todas las envolventes están constituidas por los elementos de tipo genérico, que son descritos a continuación:

### 5.1. Tapas

Las tapas tienen como misión ocultar las conexiones eléctricas del interior y dejar al descubierto los elementos de acción, para que el operario pueda maniobrar sobre ellos.

Pueden ser de material plástico o metálicas.



**Figura 7.72.** Colocación de una tapa en un cuadro eléctrico.

**Figura 7.73.** Diferentes tipos de tapas (Merlin Gerin).

## 5.2. Puertas

Las puertas sirven para cerrar el armario, evitando el acceso de personas no autorizadas a los aparatos eléctricos del interior. La existencia de elementos de indicación óptica, pilotos, aparatos de medida, lámparas, etc., exige utilizar puertas de tipo transparente.

A todas las puertas se les puede acoplar una cerradura.

## 5.3. Chasis

El chasis es la parte metálica de los cuadros donde se fijan los aparatos eléctricos. Puede ser fijo o extraíble, siendo este último el que más flexibilidad aporta a los trabajos de montaje, permitiendo realizar los trabajos eléctricos de forma independiente a los relacionados con su fijación mural.

En algunas envolventes el chasis puede ser regulado a diferentes niveles de profundidad, para adaptarlo a las necesidades de la instalación.

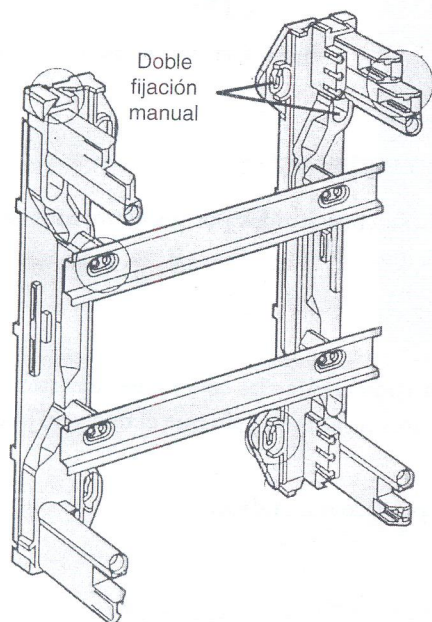


Figura 7.75. Chasis (Legrand).

## 5.4. Perfiles

El perfil o carril es una pletina doblada que se utiliza para la fijación elementos en cuadros eléctricos. Se fija en el fondo del armario, o en el chasis, con remaches y tornillos.

La gama de aparatos que pueden ser situados sobre perfil es muy amplia: interruptores de protección, de maniobra, aparatos de medida, regletas, etc.

La figura muestra los diferentes tipos de perfiles que se pueden encontrar en el mercado.

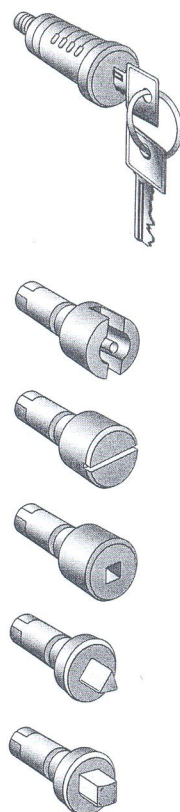


Figura 7.74. Diferentes tipos de cerraduras para las puertas de los cuadros eléctricos.

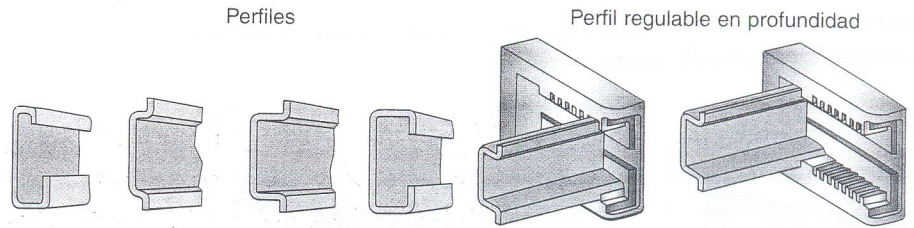


Figura 7.76. Perfiles.

## 5.5. Placas pasacables

Situadas en la parte superior e inferior del cuadro, permiten adaptar fácilmente la entrada de tubos y canaletas de diferentes tamaños.

Estas pueden ser extraíbles permitiendo su mecanizado fuera del cuadro.

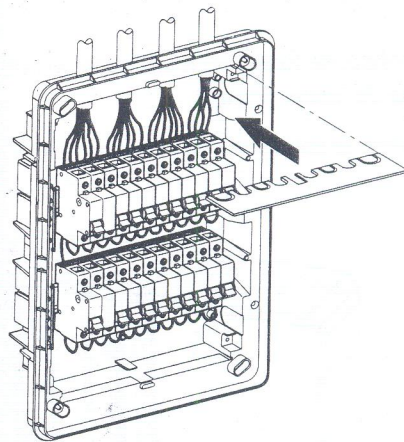


Figura 7.77. Placa pasacables (Merlin Gerin).

## 5.6. Precintos

Se utilizan para el sellado de tapas y puertas cuando es necesario restringir el acceso al interior del cuadro.

El precintado se realiza en los tornillos que sujetan las tapas o en las esquinas opuestas de las puertas.

## 5.7. Obturadores

Los obturadores son elementos que permiten tapar los huecos libres de la tapa, una vez que se han instalado todos los aparatos eléctricos en su interior. De esta forma no sólo se consigue un buen efecto estético, sino que se evita la introducción de objetos y polvo aumentando el grado de protección IP.

## 5.8. Elemento de fijación para interruptores de caja moldeada

Cuando la instalación exige la utilización de interruptores de alta potencia en caja moldeada, estos deben ser fijados al chasis del cuadro por piezas especiales que entrega el



Para saber más

El precintado lo realizan generalmente las compañías distribuidoras de energía, para evitar que los usuarios de las instalaciones accedan a los elementos limitadores y lectores de consumo.

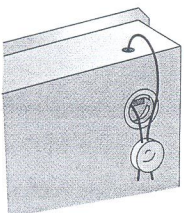


Figura 7.78.



propio fabricante. Actualmente todos los armarios industriales tienen previsto la incorporación de este tipo de interruptores.

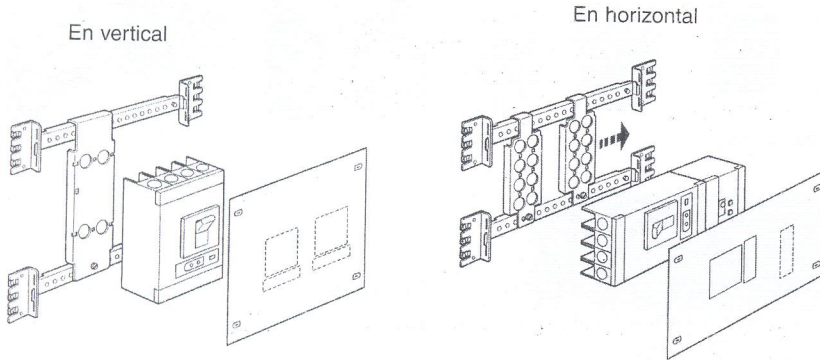


Figura 7.79. Fijación de interruptores de caja moldeada (Legrand).

### 5.9. Tejado

Es un elemento metálico, de forma inclinada, que lo cubre por completo y que evita la entrada de agua de forma vertical.

Siempre que el armario se encuentre en el exterior será necesario disponer de tejado situado sobre él.

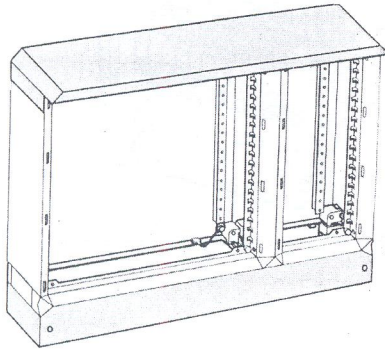


Figura 7.81. (Merlin Gerin).

### 5.10. Zócalo

Permite elevar el armario unos centímetros sobre el suelo. Generalmente se utiliza en cuadros tipo cofre, de instalación mural, para apoyarlos directamente sobre el suelo.

### 5.11. Placas

Las placas son utilizadas como fondo en armarios tipo cofre para alojar elementos de automatismos, tanto cableados como programados.

En el mercado existen varios tipos de placas para la fijación de elementos y canalizaciones:

#### 1. Placa lisa

De material plástico o metálica. Necesita mecanizado para la fijación de los elementos que intervienen en la composición del cuadro.

### Recuerda

Los interruptores de caja moldeada son elementos de protección de tipo magnetotérmico con un gran poder de corte. Se construyen en cajas de gran tamaño por lo que necesitan soportes especiales para su instalación.

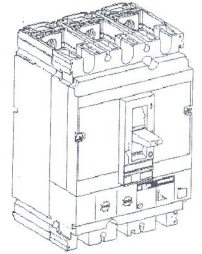
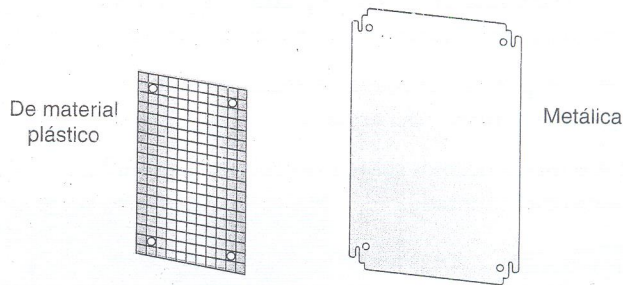


Figura 7.80.

### Para saber más

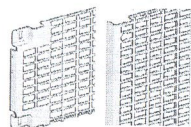
El tejado y el zócalo pueden servir como elementos para la gestión térmica del cuadro por convección natural.



**Figura 7.82.** Placa de fondo liso (Legrand).

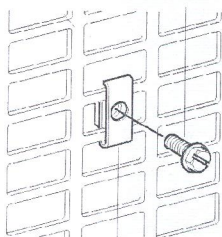
## 2. Placa perforada

Es una placa soporte, de una sola pieza, que no necesita mecanizado. Permite el montaje rápido de los aparatos eléctricos, con unos accesorios llamados tuercas-clip.

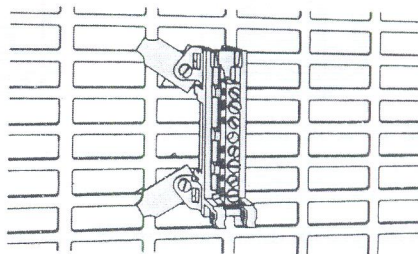


**Figura 7.83.** Detalle de placa perforada.

Placa perforada Tornillo



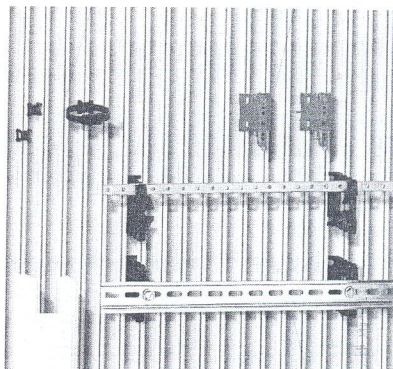
Tuerca-clip



**Figura 7.84.** Placa perforada y tuerca-clip (Merlin Gerin).

## 3. Fondo específico de fabricante

Algunos fabricantes aportan soluciones propias para que el trabajo sobre el fondo del cuadro sea lo más cómodo y ergonómico posible. En estos casos el diseño del fondo es exclusivo y permite la fijación, de forma sencilla, del aparellaje de la propia marca.



**Figura 7.85.** Fondo activo de la firma Legrand.

## 5.12. Armadura

La armadura de los grandes armarios ha de tener una gran resistencia mecánica para soportar las condiciones más agresivas. Es aconsejable que esta sea desmontable para facilitar su instalación y transporte. Además permitirá fijar el chasis, para la sujeción de los

elementos eléctricos, sin necesidad de colocar las paredes y tapas. De esta forma, el revestimiento se realiza una vez terminados todos los trabajos eléctricos y de mecanizado.

Algunos fabricantes, han previsto la unión de varias armaduras en ancho o en profundidad, para ampliar el volumen del armario.

La colocación de dos o más cáncamos sobre la estructura facilita las tareas de transporte cuando el cuadro está montado.

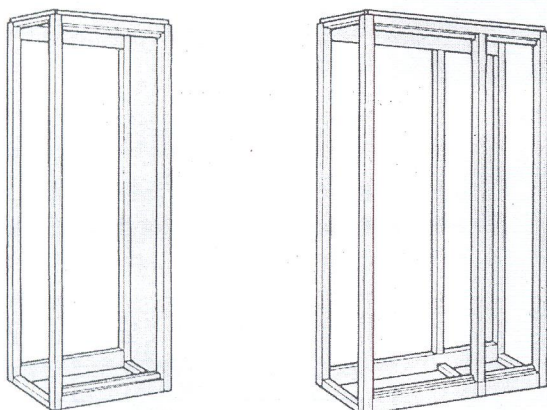


Figura 7.86. Armaduras (Merlin Gerin).

### 5.13. Revestimiento

Está formado por los diferentes paneles, metálicos o de material plástico, que cubren la armadura del cuadro.

Pueden ser fijos o abatibles. Los primeros se atornillan directamente a la estructura y necesitan herramienta para su colocación. Los segundos poseen un sistema de anclajes y bisagras que permite su retirada, de forma sencilla, para operaciones de mantenimiento en el interior.

El grado de protección, IP-IK, dependerá directamente del tipo de revestimiento.

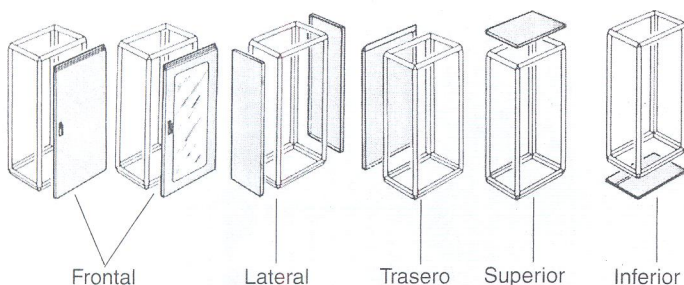


Figura 7.88. Revestimiento de un armario (Merlin Gerin).

### 5.14. Soportes para la fijación mural

En cuadros de poco peso, la fijación mural se realiza por inserción de tornillos en los orificios del fondo destinados a tal fin.

Cuando el peso del cuadro es elevado, la fijación se realiza por soportes especiales que el fabricante suministra. Estos se atornillan a la pared antes de colgar el cuadro.



Para saber más

Los grandes armarios pueden ser desmontados completamente para su transporte y cambio de sector. Todas las partes de la armadura y el revestimiento se pueden separar individualmente.

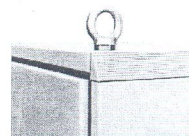


Figura 7.87. Cáncamos de elevación

## 6. Elementos de cableado y conexión

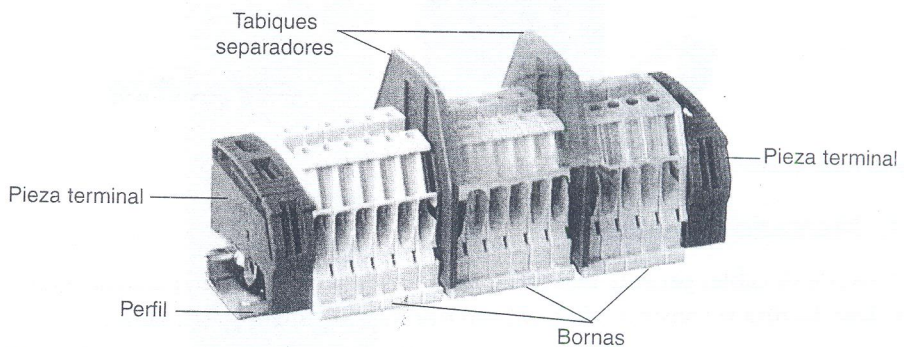
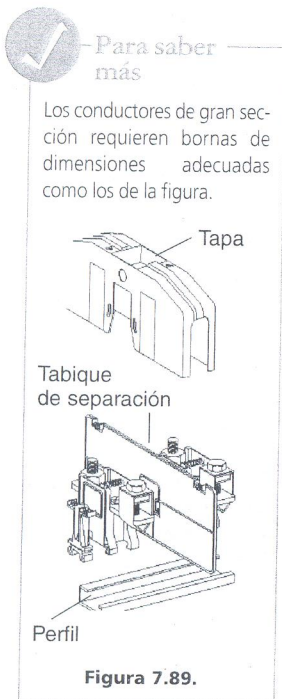
Los elementos para el cableado y conexión permiten realizar la unión eléctrica entre los aparatos eléctricos del interior del cuadro y los situados en el exterior.

### 6.1. Regletero

Es la parte del cuadro donde se encuentran las regletas o bornas de conexión. Se fijan en perfiles normalizados con pestañas tipo clip. La conexión de los cables es lateral y su fijación se realiza desde la parte superior con los tornillos de apriete.

Su composición se realiza por bloques de bornas unidas lateralmente, separadas por tabiques aislantes que facilitan su identificación. El atornillado de toques de fijación en los extremos evita el desplazamiento lateral de los elementos del regletero. Una pieza terminal, de material aislante, situada en uno de los laterales, evita el contacto directo con zona conductora de la última borna.

La elección del color se hace en función del tipo de conductor: azul para el neutro y verde-amarillo para el conductor de protección.

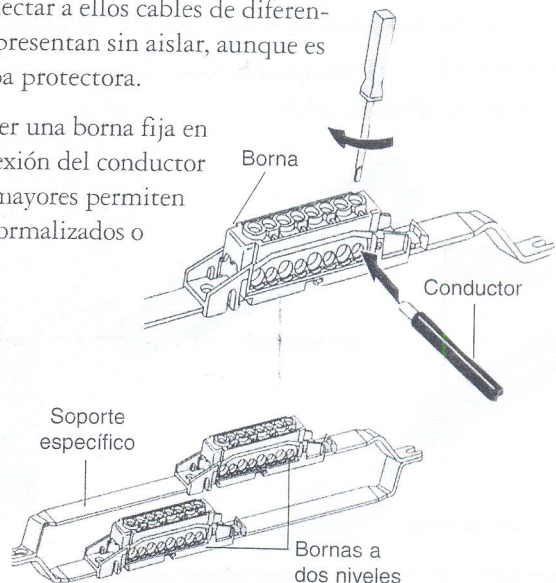
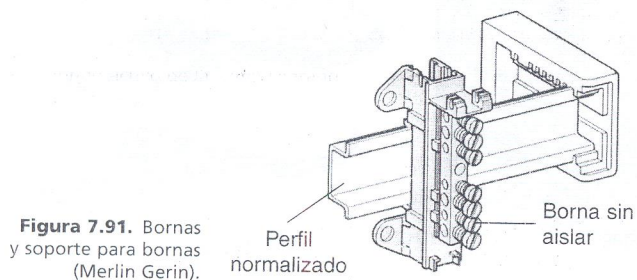


**Figura 7.90.** Regletero (Legrand).

### 6.2. Bornas

Los conductores de neutro y protección pueden tener bornas con múltiples agujeros para conectar a ellos cables de diferentes secciones. Generalmente se presentan sin aislar, aunque es posible la colocación de una tapa protectora.

Los cuadros pequeños suelen tener una borna fija en la propia caja, destinada a la conexión del conductor de toma de tierra. Los armarios mayores permiten la fijación de bornas en perfiles normalizados o sobre soportes especiales.



### 6.3. Marcado de bornas

Cada borna o regleta ha de ser identificada en el plano y en el cuadro para facilitar las operaciones de montaje y mantenimiento.

El marcaje se realizará por etiquetas identificativas de material plástico o con rotuladores de tinta inalterable. Todas las regletas se identificarán por un código presentado de la siguiente forma: Xn, donde X indica que es una borna y n el número que hace en el cuadro. Así todos los elementos que se encuentran en el exterior del cuadro estarán representados en el plano entre círculos etiquetados con Xn.

En la próxima unidad, se tratará con detenimiento los diferentes métodos utilizados para el marcado de bornas.

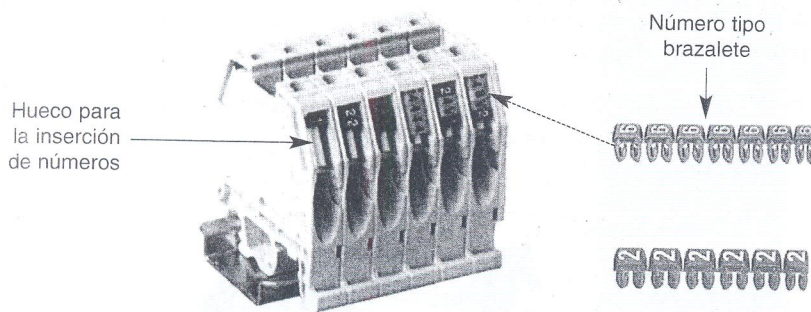


Figura 7.92. Numeración de bornas (Legrand).


### 6.4. Marcado de cables

El marcado de cables permite identificar cada conductor respecto al plano de montaje. Esto facilita la construcción y el posterior mantenimiento del cuadro.

La señalización puede hacerse de forma alfabética, numérica o alfanumérica. Los elementos utilizados para el marcaje pueden ser:

- Etiquetas de plástico con caracteres individuales que se colocan en las puntas de los conductores. Las de tipo **anilla** se han de colocar antes de conectar el cable a marcar y las de tipo **brazalete** se fijan una vez que ha sido conectado al aparato eléctrico.

Existen modelos **termorretráctiles** que se encogen, abrazando el cable, una vez que se les ha aplicado calor.

**Para saber más** 

Las fundas termorretráctiles se encogen al aplicarles calor. Esta propiedad puede ser aprovechada para el marcado de conductores y la formación de mazos de cables.

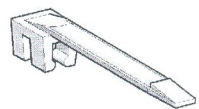


Figura 7.93. Lengüeta para el etiquetado de cables.

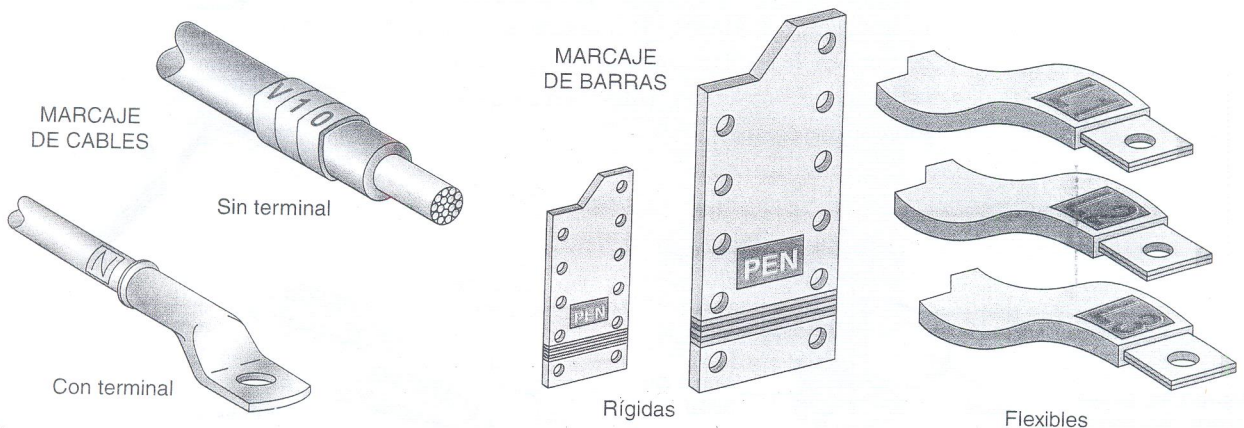


Figura 7.94. Marcaje de conductores (Merlin Gerin).



**Figura 7.95.** Herramienta auxiliar para la inserción de anillas para el etiquetado de conductores.



**Figura 7.96.** Bridas para marcaje de mazos de cables y mangueras (Legrand).

## 6.5. Terminación de cables

Los conductores que se encuentran en el cuadro, además de estar identificados por etiquetas, deben tener una buena terminación que evite desconexiones o falsos contactos. Para esto se utilizan piezas terminales de diferentes tipos:

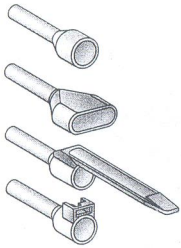
### a) Casquillos o punteras

Son piezas cilíndricas de cobre estañado en cuyo interior se inserta el extremo del conductor. La fijación del casquillo al cable se hace por presión con tenazas especiales de crimpar.

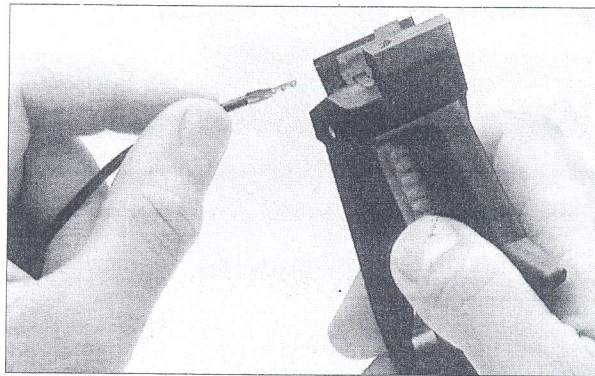
Pueden estar desnudos o con cubierta de material plástico de varios colores, que facilita su identificación y codificación.

✓ **Para saber más**

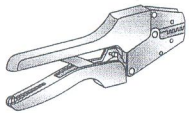
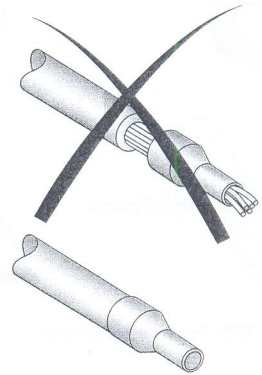
Las herramientas para crimpar se encargan de fijar las punteras y terminales a los conductores por simple presión sobre la pipa de éstas, garantizando una correcta y fiable conexión eléctrica.



**Figura 7.97.** Tipos de punteras.



**Figura 7.98.** Crimpado de punteras o casquillos (Legrand).



**Figura 7.99.** Máquina para el engastado de terminales.

### b) Terminales

De la misma forma que los casquillos o punteras, los terminales permiten realizar una correcta conexión de los cables, en los bornes de los aparatos y embarrados. Los de pequeña sección se utilizan con cubiertas codificadas por colores para su identificación. Su fijación se realiza con la tenaza de terminales o pinza de crimpar.

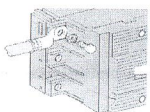
Según su forma, los terminales pueden ser:

- De ojal

Es de tipo cerrado. El tornillo de fijación al borne ha de ser introducido por el orificio en forma de ojal, que se encuentra en la superficie de conexión. Este tipo de terminal es el aconsejado para conductores de grandes secciones (hasta 300 mm<sup>2</sup>).

- De horquilla

Es de tipo abierto con la superficie de conexión en forma de U. El tornillo al que va fijado no necesita extracción para su conexionado.



**Figura 7.100.** Conexión de un conductor con terminal de ojal a un aparato eléctrico.

- De pin afilado

Su aspecto es similar al de las punteras. Con la diferencia que el conductor no se encuentra presionado por la pipa del adaptador.

Se utilizan en cableados de cuadros de automatismo.

- De lámina

La superficie de conexión tiene forma plana. Están especialmente diseñados para su conexión con hembras tipo Faston.

- Manguitos de empalme

Permiten realizar conexiones fiables entre los extremos de dos conductores. Se utilizan para realizar prolongaciones de cables en espacios reducidos, donde no se pueden aplicar regletas de conexión, como canaletas o tubos. Pueden estar aislados o desnudos. Se aconseja su utilización en operaciones provisionales de reparación, siendo necesario su sustitución por un conductor sin empalmes en un tiempo breve.

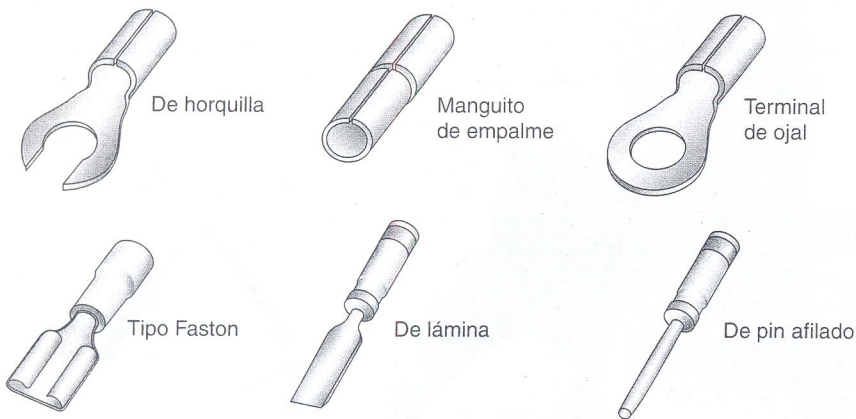


Figura 7.101. Tipos de terminales.

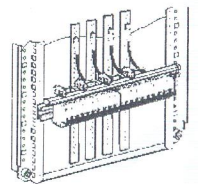


Figura 7.102. Conexión de un embarrado trifásico con neutro, a una red de magnetotérmicos con peines tetrafásicos.

## 6. Sistemas de conexión rápida

Cada vez están más extendidos los elementos de conexión rápida en aparatos y bornes para cuadros. Estos permiten fijar los conductores sin herramientas, por simple presión. Así, el tiempo empleado en los trabajos de montaje y mantenimiento se reduce considerablemente.

### a) Peines

Son piezas longitudinales que se utilizan para conectar varios elementos de protección, como magnetotérmicos o interruptores de caja moldeada, sin utilizar cables. Están formados por piezas de cobre, que puentean elementos comunes entre un grupo de aparatos, por ejemplo las fases de entrada en los aparatos de protección de un sector.

Una de las características más importantes de los peines es que permiten desconectar un aparato modular sin quitar la alimentación de los contiguos.

Los peines para interruptores de potencia están preparados para su conexión directa sobre el embarrado.

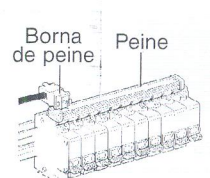


Figura 7.103. Conexión de un peine monofásico a una red de magnetotérmicos monopolares.

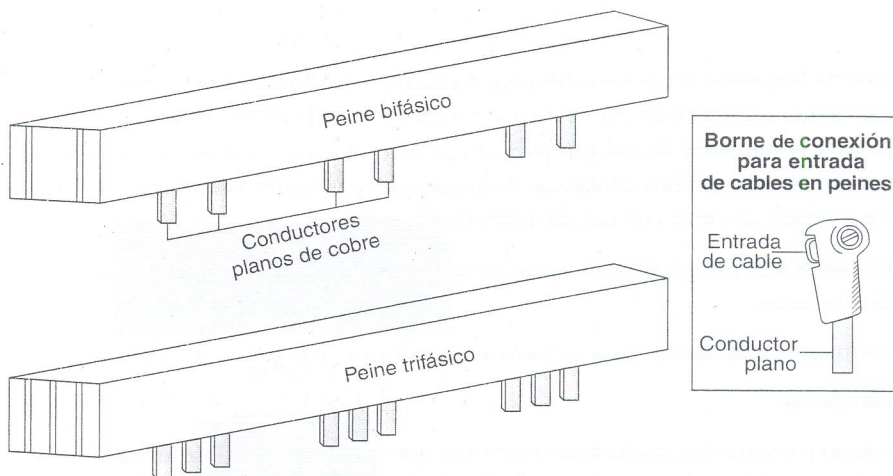


Figura 7.104. Peines.

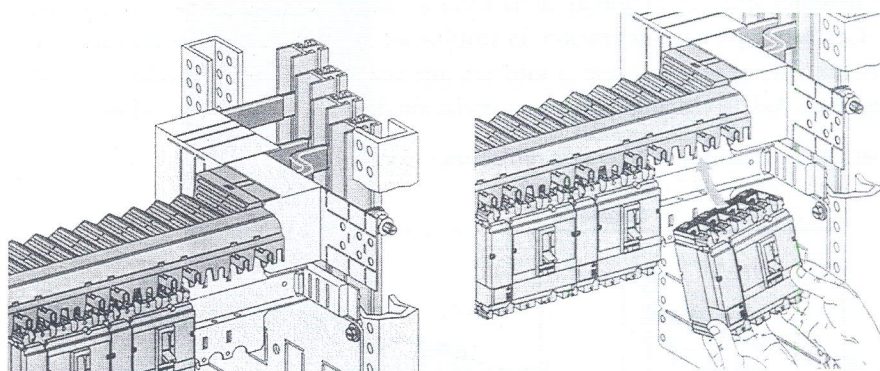


Figura 7.105. Conexión de un embarrado trifásico con neutro, a una red de magnetotérmicos con peines tetrafásicos.

### b) Bornas de reparto de inserción directa

Permite realizar la conexión de cables sin tornillo. Cada orificio solamente admite un conductor, bien de tipo flexible o rígido sin puntera. Se sitúan sobre perfil normalizado y su aspecto es similar a las bornas de los regleteros. La unión entre varias bornas de este tipo, se realiza con pequeños embarrados o cables con terminales.

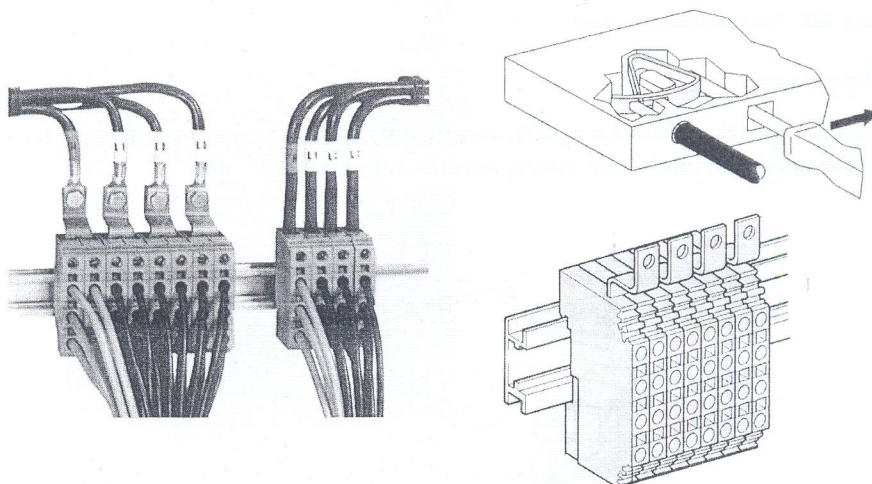


Figura 7.106. Borna de inserción rápida (Merlin Gerin).



## 7.7. Fijación del cableado

La correcta organización de los cables que forman un cuadro es esencial para su óptimo funcionamiento y operaciones de mantenimiento. Un cableado inadecuado puede generar situaciones de peligro para el operario, además de averías inesperadas por calentamiento y falsos contactos. Siempre que sea posible se evitarán las mangueras o mazos de cable con conductores de potencia.

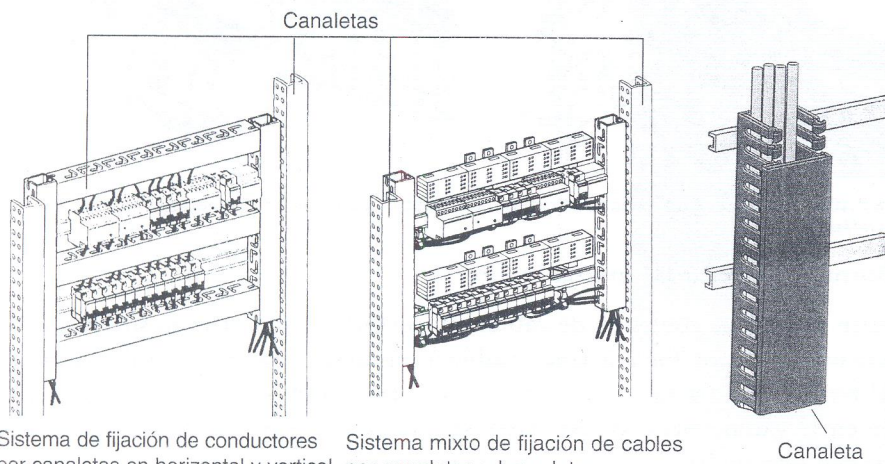
En los cuadros en los que existan circuitos de maniobra y fuerza, se canalizarán independientemente.

Los elementos más usados para la fabricación del cableado son los siguientes:

### a) Canaletas

Se utilizan para fijar los conductores eléctricos que no superen lo  $10 \text{ mm}^2$  de sección, por el interior del cuadro, sin elementos auxiliares de sujeción. El reparto de cables, a los diferentes aparatos y regletas, se hace por las perforaciones realizadas en sus laterales. Con este tipo de canalización, la ampliación o modificación de los cableados resulta sencilla, ya que el acceso al interior, una vez retirada la tapa, se hace en toda su longitud. Así, la visualización y manipulación de los conductores es idónea.

Su fijación al cuadro se realiza por remaches o tornillos.

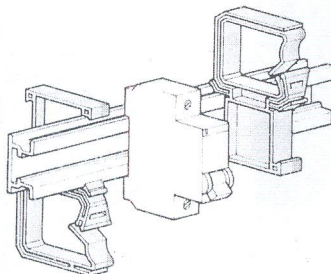


Sistema de fijación de conductores por canaletas en horizontal y vertical    Sistema mixto de fijación de cables por canaletas y brazaletes.

**Figura 7.107.** Canaletas (Merlin Gerin).

### b) Brazaletes

Sirven para realizar cableados al aire, con mangueras de conductores de gran sección, que necesitan una buena disipación térmica.



**Figura 7.108.** Brazaletes (Merlin Gerin)

**¡Atención!**  
No se aconseja que el llenado de las canaletas supere el 70 %.

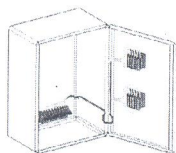
**¡Atención!**  
Siempre que sea posible, se evitará la formación de mangueras con conductores de potencia para favorecer su aireación.

Se enganchan directamente sobre perfiles normalizados, pasando los conductores por su interior. Es aconsejable utilizar un brazaete cada 10 o 15 cm, para evitar el curvado excesivo de los cables debido a su propio peso.

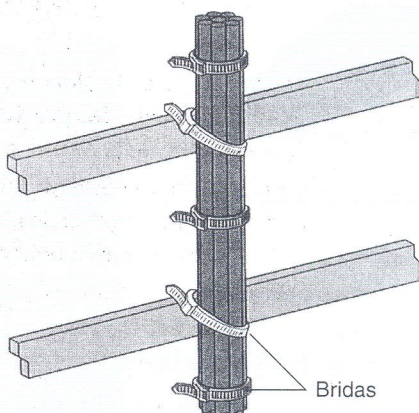
### c) Bridas

Son cintas de nylon, estriadas por una cara, que poseen en un extremo una cabeza con trinquete. Cuando el extremo libre se pasa por la cabeza, se realiza el cierre de forma permanente, no permitiendo su extracción.

Se utilizan para la sujeción de cables en cuadro o la formación de mangueras de conductores.



**Figura 7.109.** Cableado de los elementos situados en la puerta de un cuadro eléctrico.



**Figura 7.110.** Bridas (Merlin Gerin).

### d) Espirales

Son cintas plásticas tubulares que permiten la creación de mangueras por arrollamiento en forma de espiral.

Se utilizan en cuadros de automatismos para dar libertad de movimientos a las puertas o portezuelas.

## 6.8. Embarrados

Los embarrados son los encargados de suministrar la energía eléctrica al cuadro. Están formados por un determinado número de barras que dependerá del sistema de alimentación así, por ejemplo, un sistema trifásico con neutro dispondrá de cuatro barras, tres para las fases y una para el neutro.

Las dimensiones de las barras estarán en relación directa con la potencia que suministrará el cuadro a la instalación. Es muy importante realizar una correcta instalación del embarrado, ya que el buen funcionamiento del cuadro dependerá en gran medida de esta operación.

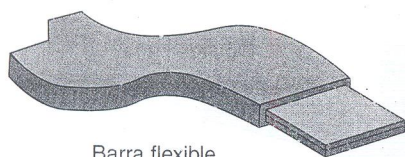
Debido a que, por lo general, las barras no están cubiertas de material aislante, se ha de prestar gran atención en las tareas de mantenimiento y reparación.

### a) Barras fijas y flexibles

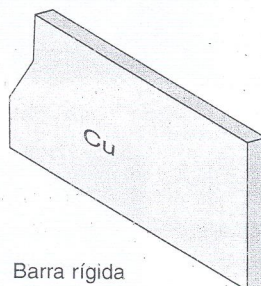
Las barras fijas son pletinas de cobre macizas, con orificios en toda su longitud para las conexiones de los elementos al cuadro. Es aconsejable utilizarlas siempre en tramos rectos, tanto en vertical como en horizontal.

Las barras flexibles están formadas por un alma conductora de láminas de cobre y recubiertas de material aislante. Este tipo admite replegado, por lo tanto permite su desdoblado y posterior plegado para su reutilización en el mismo cuadro si existen modificaciones. Se utilizan para atacar bornes de aparatos y otros embarrados donde es imposible colocar barras de tipo recto.

Algunos fabricantes diseñan barras específicas para sus cuadros con perfiles de conexión rápida.



Barra flexible



Barra rígida

Figura 7.111. Barras fijas y flexibles (Merlin Gerin).

## b) Mecanizado de barras

### • Agujereado

Dos son las formas de realizar agujeros en las barras:

1. Por taladrado.
2. Por punzonado.

Para el taladrado, es necesario el uso de una guía de perforación para evitar las deformaciones en la barra.

Para el punzonado, se recomienda la utilización de las punzonadoras específicas que los fabricantes disponen en sus catálogos.

En ambos casos, se hace necesario vigilar la operación para evitar que la barra se doble o deforme, ya que una conexión eléctrica defectuosa tendría graves consecuencias en el funcionamiento del cuadro.

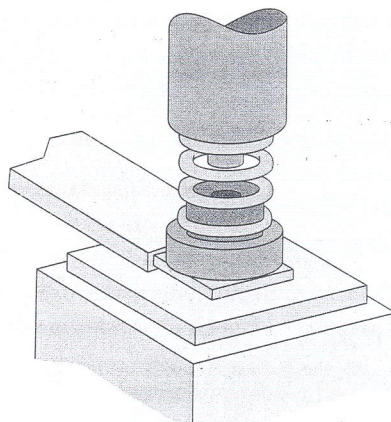
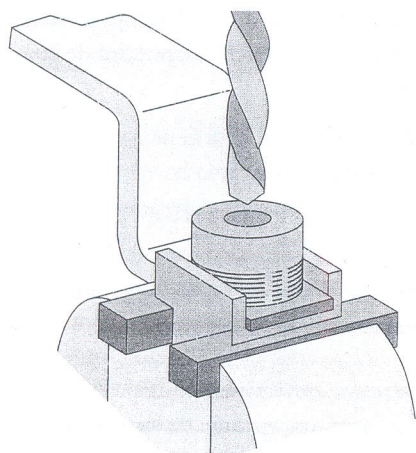
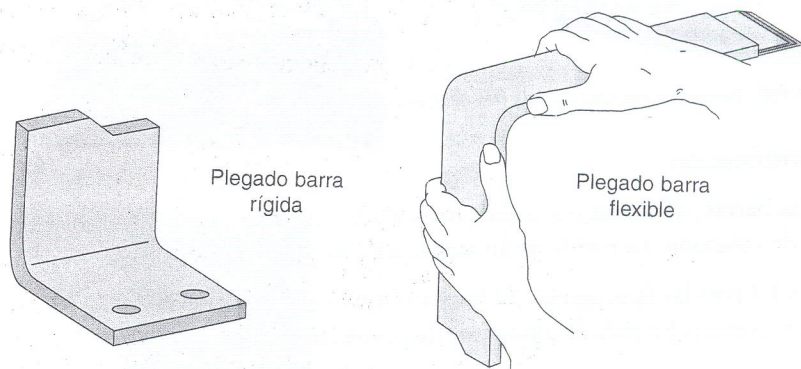


Figura 7.112. Taladro y punzonado de barras (Merlin Gerin).

- **Plegado**

Las barras fijas admiten un solo plegado. En esta operación se ha de respetar un radio mínimo para evitar que el metal se rompa.

Las barras flexibles admiten múltiples plegados que se realizan manualmente para evitar que la cubierta aislante sea dañada.



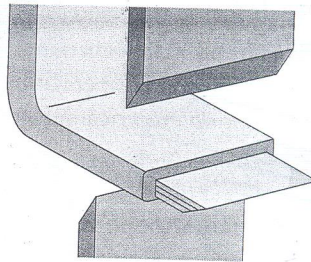
**Figura 7.113.** Plegado (Merlin Gerin).

- **El corte**

En las barras fijas el corte se realizará con arcos de sierra para metales.

En las flexibles, se utilizará una cizalla para igualar las láminas de cobre que se desplazan en la operación de doblado.

En ambos casos se han de evitar rebabas y virutas que producirían malos contactos en unión con otras barras.



**Figura 7.114.** Corte de barra flexible (Merlin Gerin).

- **Limpeza de las superficies de contacto**

La superficie de la barra, que estará en contacto con el aparato o con otras barras, se limpiará detenidamente con un papel de lija, para eliminar las asperezas generadas por las operaciones del taladrado y corte. En algunos casos, será necesario el desengrasado de la barra utilizando disolventes. Se tendrá en cuenta que estos no ataquen el cobre.

c) **Bornes de entrada y salida**

Si el cuadro posee embarrado, la entrada de cables se puede hacer directamente sobre él. Si no dispone de este sistema, los cables de entrada se conectarán sobre un borne especial escalado, formado por pequeñas barras de cobre apoyadas sobre soportes aislantes.



**Figura 7.115.** Lijado de la superficie de una barra para su conexión eléctrica.

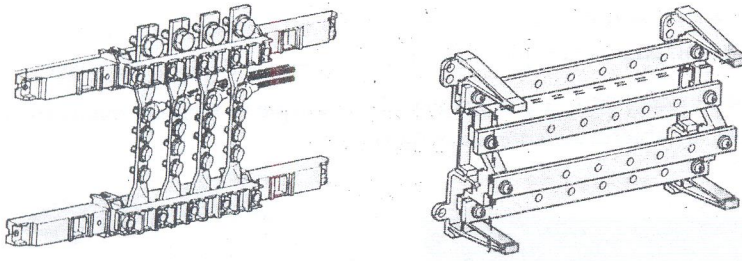


Figura 7.116. Bornes de entrada y salida (Merlin Gerin).

#### d) Identificación

Todas las barras, desnudas o aisladas, han de identificarse en los extremos y en los puntos de conexión. La codificación será la misma que para los cables:

L1, L2, y L3 para las fases activas, N (escrito en azul claro) para el neutro y PE (escrito en verde-amarillo) para el conductor de protección.

El perno de conexión de la masa del armario estará identificado con el símbolo de toma de tierra.

#### e) Situación de los embarrados

La colocación de las barras conductoras se realizará, en gran medida, dependiendo del tipo de armario y el espacio reservado para tal fin.

Cuando el espacio no sea determinante, las barras se colocarán en una celda adosada al armario principal. Esto permite que, en los trabajos con tensión, no existan riesgos de contactos indirectos.

Si las dimensiones del armario no permiten la configuración anterior, se hace necesario colocar el sistema de barras de forma vertical en fondo. El trabajo de instalación y conexión se ha de realizar con el revestimiento trasero retirado.

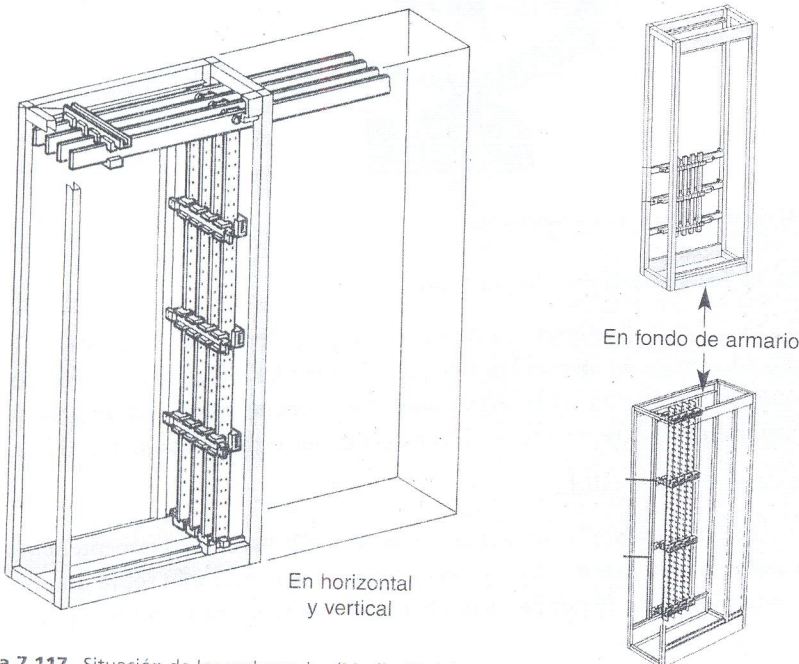
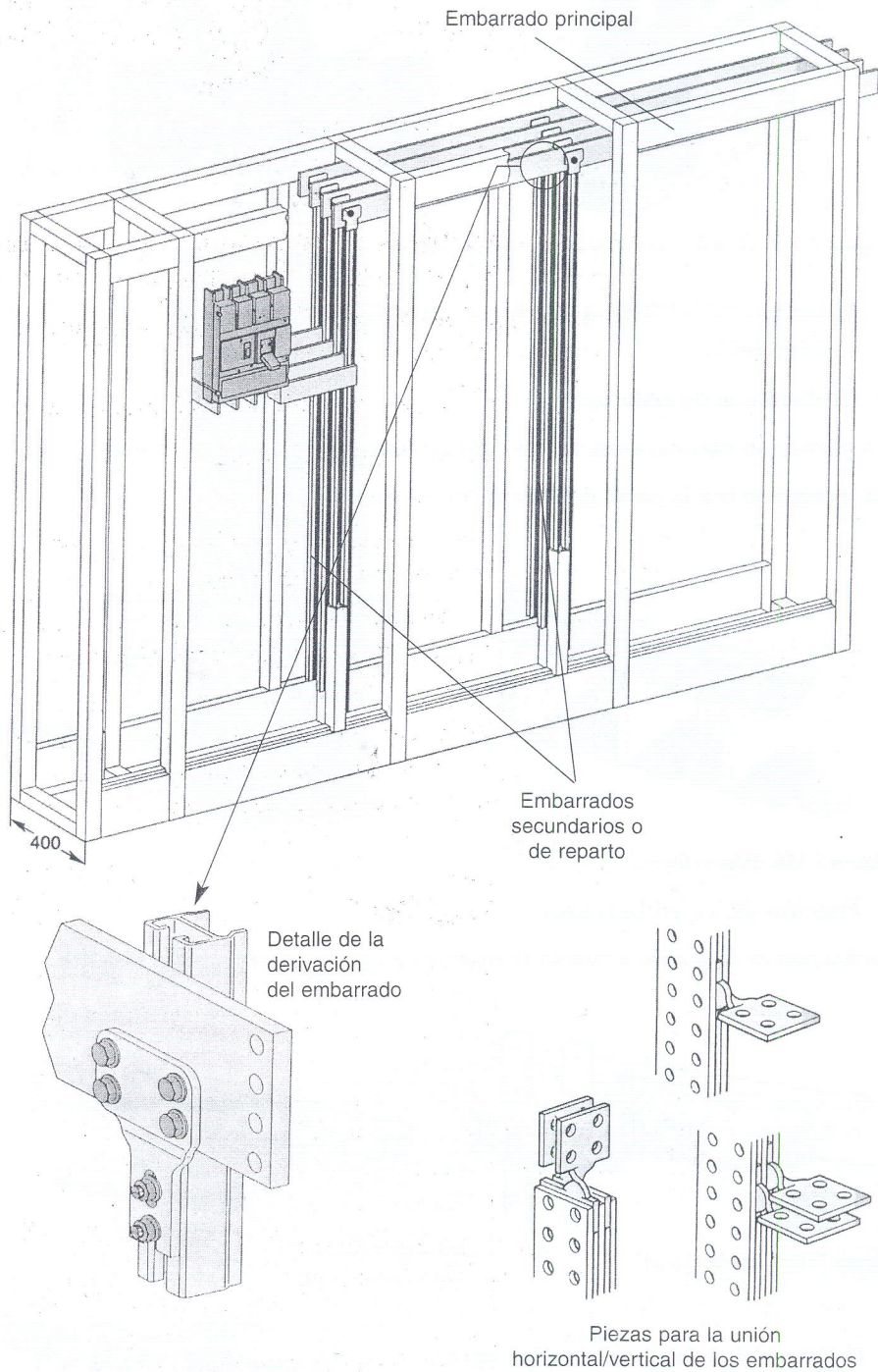


Figura 7.117. Situación de los embarrados (Merlin Gerin).

Las barras en horizontal permiten la conexión de varias celdas de un mismo cuadro. Este juego de barras puede estar situado a cualquier altura dependiendo de las necesidades del montaje. La unión horizontal/vertical se realiza con bridas especiales de cambio de sentido, aunque es posible utilizar también pletinas o barras dobladas.



**Figura 7.118.** Derivación de embarrado secundario desde un embarrado principal.

La salidas con cable de un embarrado se hacen siempre con terminales fijados por tornillos y tuercas.

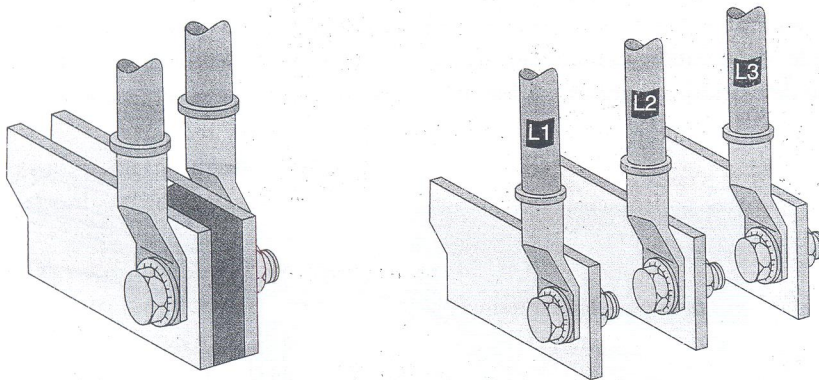


Figura 7.119. Conexión de cables a barras (Merlin Gerin).

### 6.9. Consideraciones a tener en cuenta en la instalación del juego de barras

- La distancia de aislamiento

La separación mínima entre barras activas, neutro y masa será de 75 mm.

La separación con la pared del cuadro, de 20 mm mínimo.

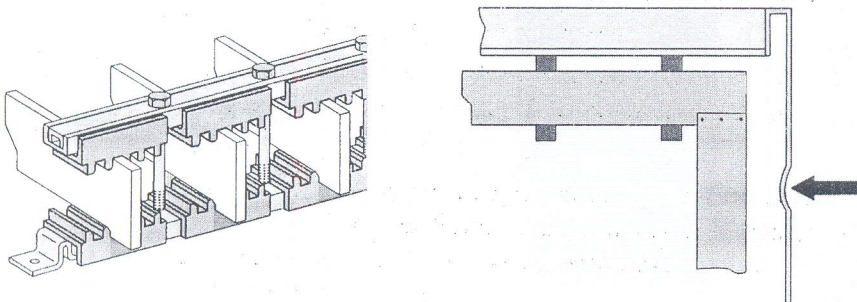


Figura 7.120. (Merlin Gerin).

- Fijación de los embarrados

La fijación de las barras a cuadro se realizará en soportes de material aislante.

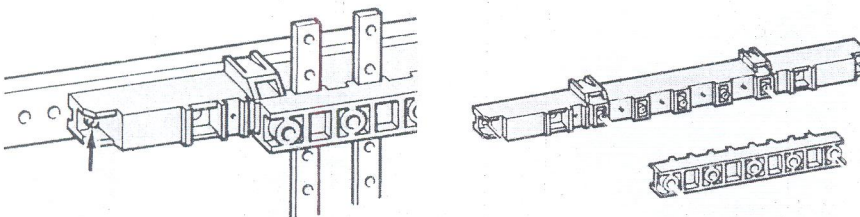


Figura 7.121. (Merlin Gerin).

- Formación de fases con varias barras

Cuando la potencia del montaje lo requiera, será necesario instalar varias barras para una misma fase, con la separación suficiente entre ellas para permitir su aireación.

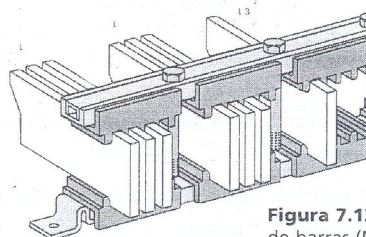


Figura 7.122. Agrupación de barras (Merlin Gerin).

## 7. Elementos para la climatización

Los armarios situados en lugares con condiciones climáticas adversas, deben estar proyectados con los elementos necesarios para su correcta climatización. Conseguir una temperatura idónea, evitar la condensación y reducir el calentamiento excesivo serán los principales objetivos de estos elementos. Los problemas de una incorrecta climatización pueden estar causados tanto por las altas como por las bajas temperaturas. Las elevadas temperaturas, generadas en gran medida por el calor de los propios aparatos del interior del cuadro, pueden provocar el calentamiento excesivo de los elementos y su posterior destrucción. Por otro lado, las bajas temperaturas, pueden producir la formación de agua por condensación y, en algunos casos, hielo en el interior que afectaría gravemente al aparellaje del cuadro.

Dependiendo de las características del armario y el lugar en el que esté instalado, la gestión de su temperatura, puede realizarse de forma natural o forzada.

### 7.1. Climatización natural

Consiste en instalar adecuadamente elementos pasivos en el interior y paredes del armario, para conseguir la climatización por convención natural. De esta forma se logra la aireación y temperatura adecuada en el interior del cuadro, sin costosos aparatos auxiliares.

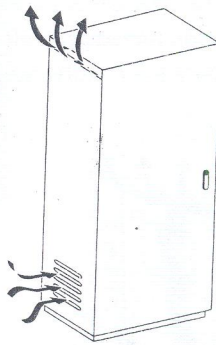


Figura 7.123. Climatización natural.

#### a) Ventanas y rejillas de ventilación

Se utilizan en todos los armarios que necesiten ventilación, tanto forzada como pasiva. Se colocan en caras opuestas para favorecer la ventilación natural.

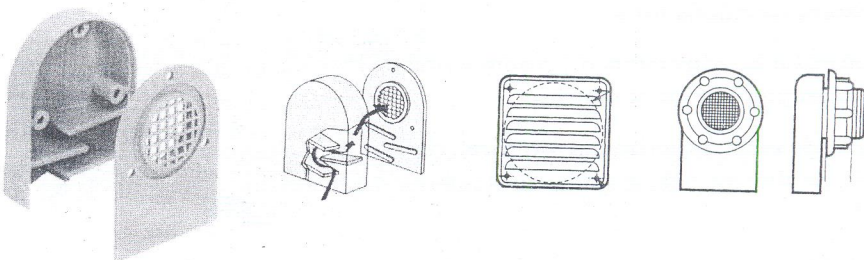


Figura 7.124. Ventanas para ventilación pasiva en armarios.



### b) Techo de ventilación

Mejora la ventilación natural o forzada del cuadro. Se instala sobre la parte superior del armario, apoyado directamente sobre la armadura. Si se desea aumentar el grado de protección IP, se ha de colocar un filtro entre el armario y el techo.

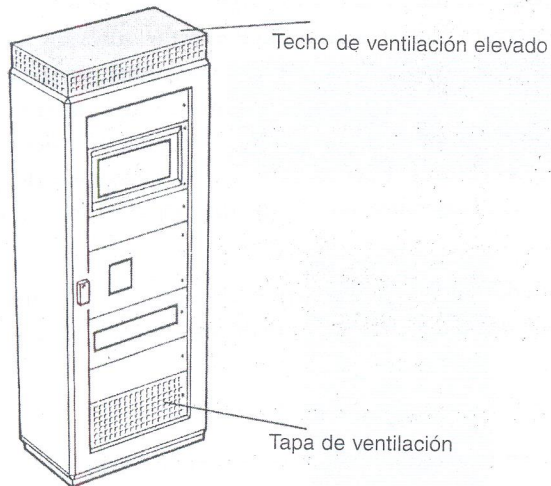


Figura 125. Techo de ventilación (Merlin Gerin).

## 7.2. Climatización forzada

En aquellos armarios en los que la climatización por convención natural no sea suficiente, deberá utilizarse la climatización forzada con elementos de tipo activo, que los diferentes fabricantes proponen para sus envoltentes.

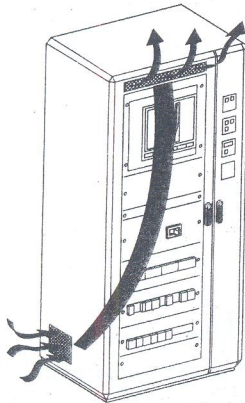


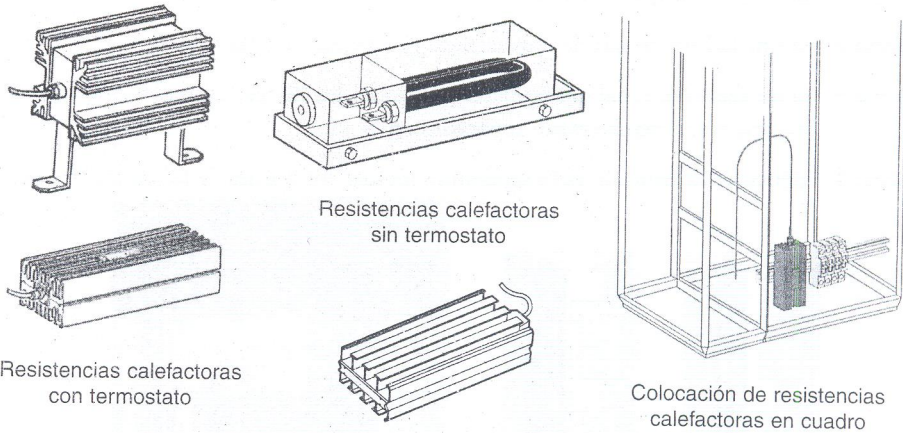
Figura 7.126. Climatización forzada.

### a) Resistencias calefactoras

Permiten elevar la temperatura del cuadro, evitando la condensación interior cuando la temperatura externa es muy baja.

Pueden ser de montaje horizontal o vertical, con aletas de aluminio o en forma de horquilla. Su alimentación se realiza en el interior del cuadro directamente a la red de 230 V.

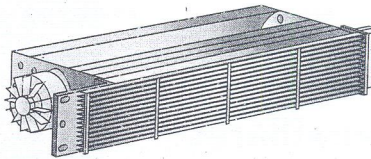
Las resistencias no se instalarán cerca de los demás aparatos del cuadro, para evitar su calentamiento por proximidad.



**Figura 7.127.** Resistencias.

### b) Ventiladores

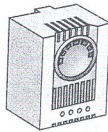
Permiten la ventilación forzada en el interior del cuadro. Son necesarios en armarios cuya temperatura interior es elevada.



**Figura 7.128.** Ventiladores para ventilación forzada de armarios (Merlin Gerin).

### c) Termostatos

Regulan la temperatura interior del cuadro, gestionando el funcionamiento de las resistencias calefactores y/o ventiladores.



**Figura 7.129.** Termostato (Merlin Gerin).

## 8. Compartimentación

En muchos casos es necesaria la separación, a diferentes niveles, de las unidades funcionales que intervienen en un armario. Esta operación recibe el nombre de compartimentación y tiene como misión evitar los siguientes efectos:

- Contactos indirectos con las partes adyacentes en tareas de mantenimiento y reparación.
- El riesgo de la creación de corrientes de defecto.
- Entrada de cuerpos extraños de unas unidades en otras.

La norma UNE-EN 60439.1 establece cuatro formas diferentes de compartimentación:

Forma 1: no existe compartimentación.

Forma 2: la unidad funcional del embarrado es separada de las demás.

Forma 3: la unidad funcional del embarrado y todas las demás unidades que intervienen en el cuadro están separadas entre sí.

Forma 4: idéntica a la anterior, pero separando incluso los bornes de salida y entrada.

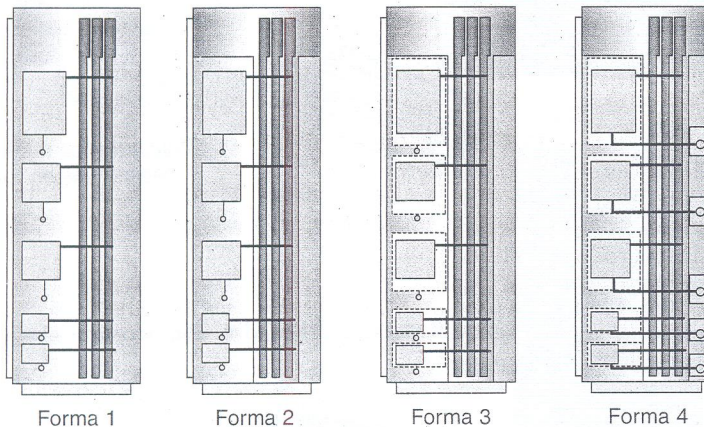


Figura 7.130. Compartimentación.

## 9. Elementos auxiliares

Los elementos auxiliares no modifican las características técnicas de las envolventes, pero aumentan sus prestaciones, haciendo más cómodos los trabajos de mantenimiento y reparación.

### 9.1. Iluminación

En los grandes armarios de distribución o de automatismos, es conveniente instalar iluminación para facilitar la visualización del interior. Además, se hace obligatoria en aquellos casos en los que el cuadro se encuentra situado en lugares oscuros, que dificultan las tareas de mantenimiento.

El encendido de la iluminación interior se puede realizar de forma manual, por un interruptor que accionará el operario, o de forma automática, con un contacto que se activa al abrir la puerta.

### 9.2. Portadocumentos

El portadocumentos es un bolsillo metálico, o de material plástico, que se añade a la puerta del cuadro por el interior. Sirve para alojar los esquemas eléctricos y la documentación técnica.

### 9.3. Portaetiquetas

De la misma forma que el referenciado de cables y regletas permite la rápida identificación de los conductores, el etiquetado de los elementos, en la puerta del cuadro, es aconsejable cuando el número de estos es elevado. Los portaetiquetas permiten

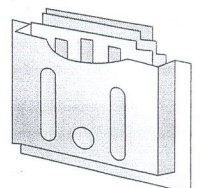


Figura 7.131. Porta-planos.

la representación de textos y símbolos sobre una banda de papel protegida con una tapa transparente. La fijación al armario se hace por tornillos o por cintas adhesivas de doble cara.

## 10. Entrada de cables

La llegada y salida de conductores en el armario dependerá del tipo de canalización utilizada.

En cuadros empotrados se realiza por tubos de plástico o acero, alojados en la pared o el suelo.

En los cuadros de fijación mural la entrada puede hacerse con tubos, canaletas o bandejas de cables de montaje superficial.

Se ha de prestar especial atención en mantener el grado de protección IP, con cualquiera de los métodos empleados.

### Accesorios para la unión de canalizaciones con las envolventes

#### a) Unión de tubos

La fijación de tubos al cuadro se realiza por los elementos llamados prensaestopas.

Son piezas metálicas, o de material plástico, que se alojan en orificios, previamente realizados, en los laterales de los cuadros, con una tuerca de gran tamaño.

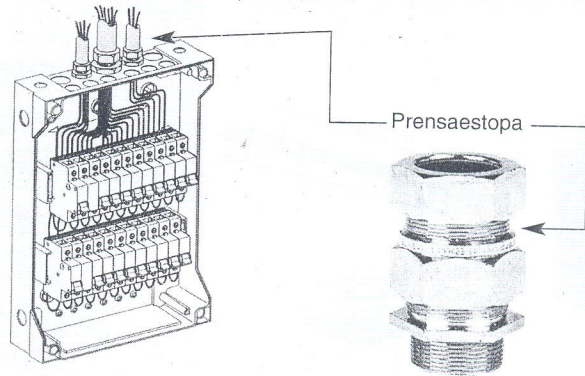


Figura 7.133. Entrada de cables por tubo.

#### b) Unión de canaletas y bandejas

La llegada de canaletas y bandejas se realiza con piezas terminales que permiten mantener el grado de protección IP del cuadro. Estas se fijan en los laterales con tornillos o remaches.

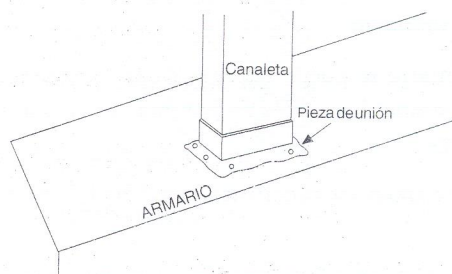


Figura 7.135. Entrada de cables por canaleta.

Para saber más

Los racores son piezas para la unión de canalizaciones con tubo de acero flexible a las envolventes eléctricas. Su aspecto es similar al de los prensaestopas.



Figura 7.132.

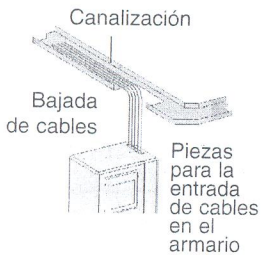


Figura 7.134.

## 1. Consideraciones técnicas de montaje e instalación para evitar las perturbaciones electromagnéticas

Todo circuito eléctrico con elementos de funcionamiento electrónico, autómatas, temporizadores, contadores, etc., puede estar afectado por las perturbaciones electromagnéticas.

Una perturbación electromagnética es una deformación de la señal enviada por un elemento de captación, detector, final de carrera, etc. hacia un aparato electrónico de lógica programada. Esta señal es recibida con un valor de estado diferente, al que el captador envió, provocando una acción no deseada.

Las principales fuentes de perturbaciones electromagnéticas son: los motores eléctricos, el alumbrado fluorescente, variadores electrónicos de velocidad, rectificadores y equipos informáticos.

El diseño y construcción de armarios ha de hacerse de tal forma, que se eviten este tipo de perturbaciones. Para ello se han de tomar las siguientes precauciones en el momento de la instalación:

### a) Masa de referencia

Todas las partes metálicas de la instalación y del cuadro han de estar interconectadas entre sí, para crear una masa de referencia.

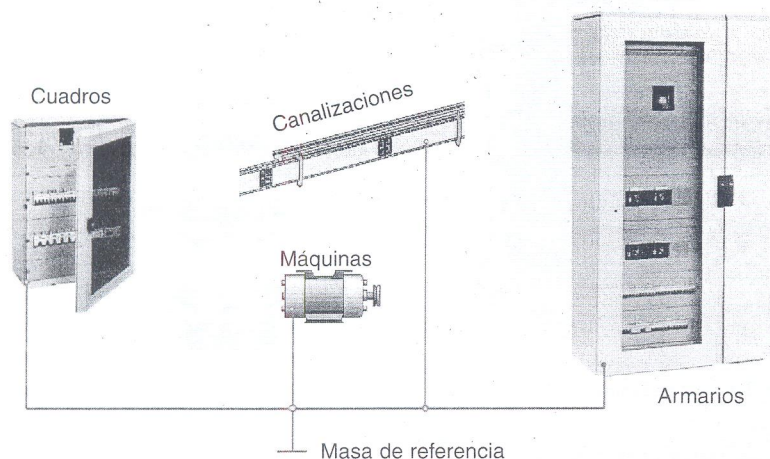


Figura 7.136.

Se prestará especial atención a que los contactos sean metal-metal, limpiando las superficies adecuadamente en los casos que sea necesario.

### b) Entrada de cables en el armario

La entrada de cables en el armario se puede hacer por bandejas metálicas y/o por tubos. En ambos casos, se separarán los cables de potencia de los cables de mando que proceden de los captadores.

Los prensaestopas y piezas que unen las canalizaciones con el armario tendrán un buen blindaje a masa.

Se evitará la iluminación con lámparas fluorescentes o de descarga en cuadros de automatismos programados.



mas

La iluminación de cuadros con lámparas de descarga puede producir perturbaciones electromagnéticas en aparatos de mando electrónico. En los cuadros en los que se utilicen estos elementos se sustituirán por lámparas incandescentes.

En el interior del cuadro, los elementos de control estarán separados de los de potencia por una chapa metálica. Si el cuadro es muy grande, se hace aconsejable separar el mando de la potencia en habitáculos diferentes.

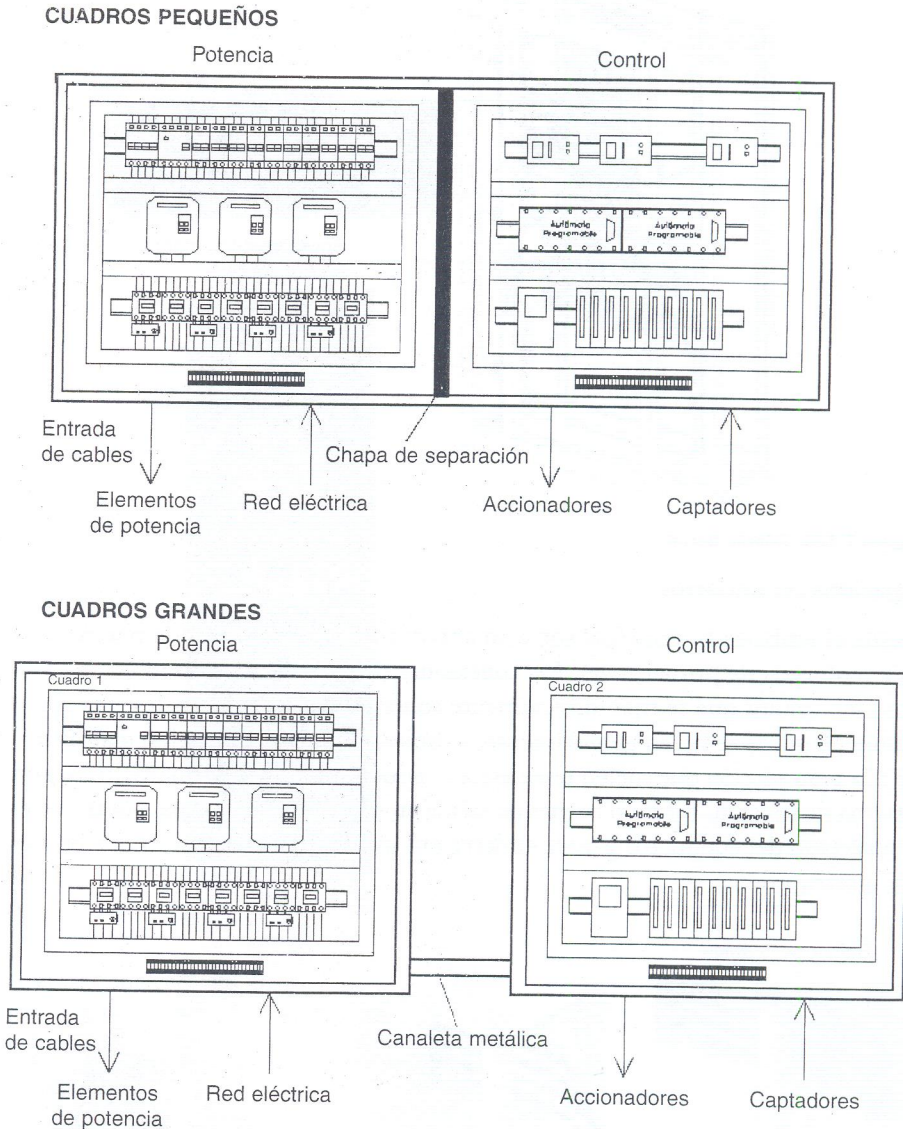


Figura 7.137.

## 12. Conexión de interruptores de potencia

La operación de conexión de los interruptores de caja moldeada de gran potencia, que no permitan ser alojados sobre perfil normalizado, requiere especial atención por la importancia que estos tienen en la instalación. Se ha de pensar que algunos de ellos permiten el corte de sectores completos.

### Aparato de cabecera

El aparato de cabecera es el elemento de corte principal en cualquier cuadro. A su entrada se conectan los conductores de alimentación que pueden ser en forma de barra. A su salida, se une directamente el embarrado principal del cuadro. Por lo

tanto, parece obvio decir que una incorrecta instalación de este pone en peligro la integridad de todo el cuadro.

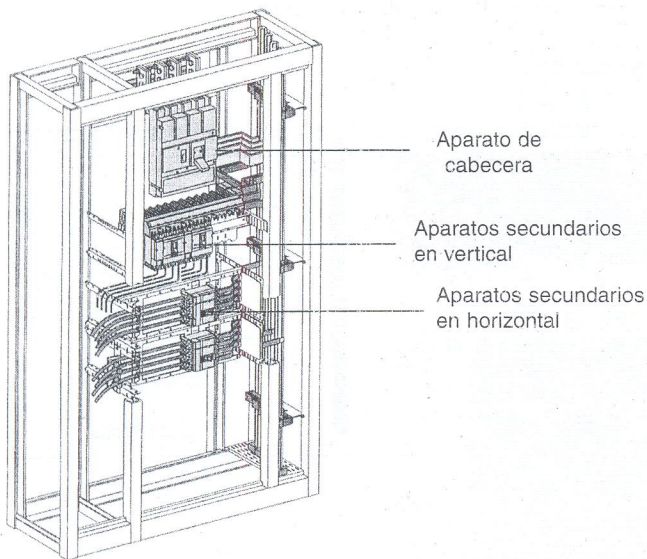


Figura 7.138. (Merlin Gerin).

### Aparatos secundarios

Desde el embarrado principal son alimentados los interruptores de potencia en caja moldeada de primer nivel. Las conexiones de entrada se realizan con pequeños embarrados que se fijan directamente sobre las barras principales. Las conexiones de salida se hacen generalmente, a cables con terminal de tipo ojal. Debido a la gran sección que suelen tener estos conductores, es necesario utilizar algún sistema de fijación, bridas o bornes de salida en forma de barra, para evitar que el propio peso del conductor genere el deterioro mecánico y eléctrico en los bornes del interruptor.

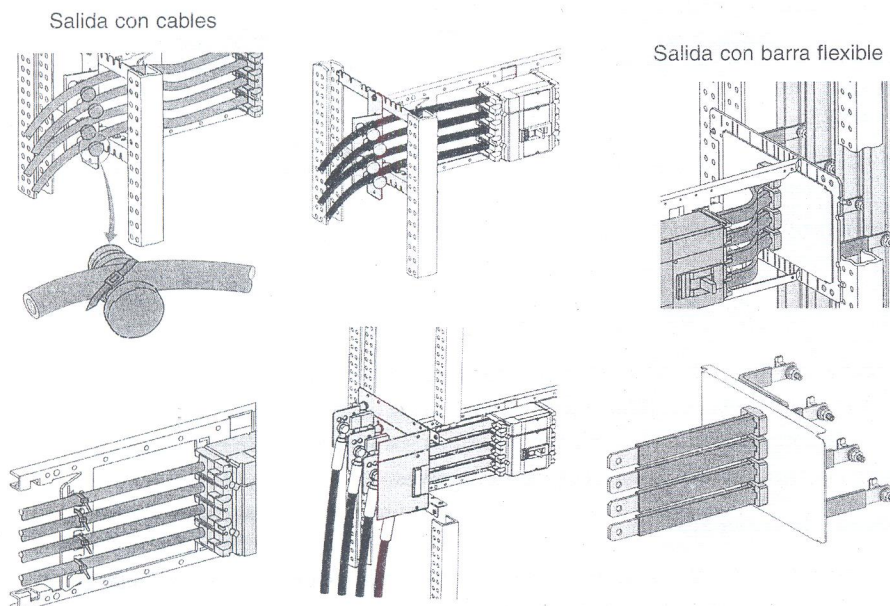


Figura 7.139. Conductores de entrada y salida en interruptores de caja moldeada (Merlin Gerin).