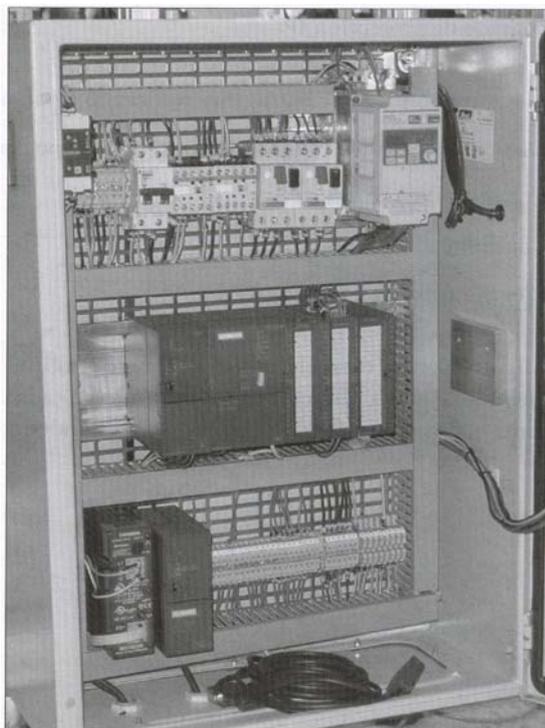


Montaje y mecanizado de cuadros eléctricos



ÍNDICE GENERAL

<u>1. ¿ QUE SE ENTIENDE POR ENVOLVENTES ?</u>	<u>5</u>
1.1 GRADO DE PROTECCIÓN DE LAS ENVOLVENTES	5
<u>2. CUADRO ELÉCTRICO.....</u>	<u>7</u>
<u>3. TIPOS DE CUADROS.....</u>	<u>8</u>
3.1 CUADROS METÁLICOS.....	8
3.2 CUADROS AISLANTES	9
3.3 CAJA Y ARMARIO PROTECTORES.....	9
3.4 ARMARIO CERRADO	10
3.5 ARMARIO ESTANCO.....	10
3.6 CAJA BLINDADA	10
3.7 CAJA ANTIDEFLAGRANTE	11
3.8 MONTAJE FUNCIONAL.....	11
3.8.1 CUADROS FIJOS	11
3.8.2 CUADROS MODULARES	11
3.8.3 CUADROS ENCHUFABLES	12
3.9 LA APLICACIÓN	12
3.9.1 CUADROS DE DISTRIBUCIÓN	13
3.9.2 CUADROS DE MÁQUINA O AUTOMATISMOS	14
<u>4. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS</u>	<u>15</u>
4.1 TAPAS	15
4.2 PUERTA.....	16
4.3 CHASIS.....	16
4.4 PERFILES	17
4.5 PLACAS PASACABLES	18
4.6 PRECINTOS	18
4.7 OBTURADORES	18
4.8 ELEMENTO DE FIJACIÓN PARA INTERRUPTORES DE CAJA MOLDEADA	18
4.9 TEJADO.....	19
4.10 ZÓCALO	19
4.11 PLACAS.....	20
4.12 ARMADURA.....	21
4.13 REVESTIMIENTO	22
4.14 SOPORTES PARA FIJACIÓN MURAL	22
<u>5. ELEMENTOS DE CABLEADO Y CONEXIÓN.....</u>	<u>23</u>
5.1 REGLETERO	23
5.2 BORNAS	24
5.3 MARCADO DE BORNAS	24

5.4	MARCADO DE CABLES	25
5.5	TERMINACIÓN DE CABLES	25
5.5.1	CASQUILLOS O PUNTERAS.....	26
5.5.2	TERMINALES.....	26
5.6	SISTEMA DE CONEXIÓN RÁPIDA	28
5.7	FIJACIÓN DEL CABLEADO	29
5.7.1	CANALETAS	29
5.7.2	BRAZALETES.....	31
5.7.3	BRIDAS	31
5.7.4	ESPIRALES	32
5.8	EMBARRADOS	32
5.8.1	BARRAS FIJAS Y FLEXIBLES	32
5.8.2	MECANIZADO DE BARRAS	33
5.8.3	BORNES DE ENTRADA Y SALIDA	34
5.8.4	IDENTIFICACIÓN.....	34
5.8.5	SITUACIÓN DE LOS EMBARRADOS	35
5.9	CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN LA INSTALACIÓN DEL JUEGO DE BARRAS. ..	36
6.	ELEMENTOS PARA LA CLIMATIZACIÓN	37
6.1	CLIMATIZACIÓN NATURAL	37
6.1.1	VENTANAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN	37
6.1.2	TECHO DE VENTILACIÓN.....	38
6.2	CLIMATIZACIÓN FORZADA	38
6.2.1	RESISTENCIAS CALEFACTORAS	39
6.2.2	VENTILADORES.....	39
6.2.3	TERMOSTATOS	39
7.	COMPARTIMENTACIÓN	40
8.	ELEMENTOS AUXILIARES	41
8.1	ILUMINACIÓN	41
8.2	PORTADOCUMENTOS	41
8.3	PORTAETIQUETAS	41
9.	ENTRADAS DE CABLES	42
9.1	ACCESORIOS PARA LA UNIÓN DE CANALIZACIÓN CON ENVOLVENTES	43
9.1.1	UNIÓN DE TUBOS	43
9.1.2	UNIÓN DE CANALETAS Y BANDEJAS.....	43
10.	CONSIDERACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE E INSTALACIÓN PARA EVITAR LAS PERTURBACIONES ELECTROMAGNÉTICAS	44
10.1	MASA DE REFERENCIA	44
10.2	ENTRADA DE CABLES EN EL ARMARIO	44

11. CONEXIÓN DE INTERRUPTORES DE POTENCIA	46
11.1 APARATO DE CABECERA	46
11.2 APARATOS SECUNDARIOS	47
12. MECANIZADO Y PREPARACIÓN DEL CUADRO.....	48
12.1 ELECCIÓN DE MATERIALES	48
12.2 CONSTRUCCIÓN (MECANIZADO Y CABLEADO).....	49
12.2.1 CONSTRUCCIÓN TIPO COFRE PARA AUTOMATISMOS.....	49
12.2.2 CONSTRUCCIÓN CUADROS DE DISTRIBUCIÓN	50
12.3 COMPROBACIÓN Y ENSAYO EN VACÍO.....	52
12.3.1 CUADROS DE DISTRIBUCIÓN	52
12.3.2 CUADROS DE AUTOMATISMOS	52
12.4 INSTALACIÓN	54
12.5 ENSAYO EN CARGA. PUESTA EN MARCHA	54
12.6 RECUERDA.....	54

Introducción

Los cuadros eléctricos existentes en el mercado se elaboran de formas diferentes, tanto por la materia prima utilizada en su fabricación como por sus características constructivas. Lo mismo sucede con los diferentes elementos que forman parte del conjunto del cuadro y de la instalación de automatismo.

El montaje de un cuadro eléctrico requiere una cierta habilidad en el manejo de herramientas para su construcción como también en el montaje y distribución de los aparatos y cables que forman la instalación.

Por ello, tanto si el cuadro está montado como si hay que montarlo lo primero es conocer todos los elementos auxiliares, materiales y aspectos constructivos, para ello nos guiaremos por los planos y documentación técnica del proyecto.

Un técnico de cuadro debe conocer según el sitio o lugar de su montaje que grado de protección se requiere para ese cuadro. También un cuadro con elevado nivel de tensiones y mecanismos internos debe de estar ubicado en un lugar seguro y hacer posible fuera del paso de viandante.

1. ¿ QUE SE ENTIENDE POR ENVOLVENTES ?

Las envolventes son las encargadas de alojar los elementos eléctricos de distribución y control de las instalaciones eléctricas, tanto industriales como domésticas. Son diseñadas teniendo en cuenta tres facetas fundamentales: **seguridad, facilidad de montaje y ergonomía**. La primera se define, según la normativa vigente, por los grados de protección IP-IK, estableciendo los índices que determinan la aplicación del cuadro ante choques mecánicos, protección contra cuerpos sólidos y líquidos. La segunda tiene en cuenta que la facilidad de montaje del cuadro permita abaratar costes relacionados con la instalación, basándose en un mecanizado mínimo y en algunos casos nulo. Y la tercera aporta comodidad al operario en las tareas de maniobra y mantenimiento, facilitando su accesibilidad y puesta en marcha.



Distintos tipos de envolventes para dispositivos eléctricos

1.1 Grado de protección de las envolventes

Existen un alto número de componentes externos que pueden afectar a la conservación de los equipos eléctricos y electrónicos: agua, polvo, golpes, vibraciones, sustancias corrosivas o inflamables, etc.

Estas sustancias no se encuentran en todas partes, ni tampoco en la misma cantidad. Por ejemplo, la presencia de agua puede ser debida a un simple goteo, o ser consecuencia de un ambiente bastante húmedo como por ejemplo próximos al mar.

Para ello se establecen lo que se denomina grado de protección ó índice de protección de los armarios o cofres destinado a albergar los dispositivos eléctricos de la instalación.

La norma EN 60529 establece los grados de protección para las envolventes eléctricas ante las siguientes influencias externas:

- Presencia de cuerpos sólidos en el ambiente.
- Presencia de agua.
- Riesgo de choques de tipo mecánico.

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 dos cifras, el grado de protección contra choques mecánicos. Para una correcta interpretación de grado **IP**, cada cifra ha de ser leída individualmente.

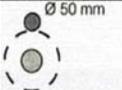
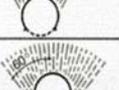
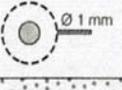
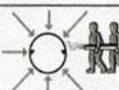
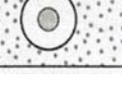
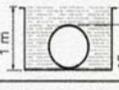
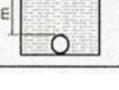
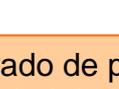
Ejemplos de lectura del grado de protección:

IP 32 – IK 02. El grado IP indica que la envolvente está protegida contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm y contra 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.

ÍNDICES 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

1.ª cifra: protección contra los cuerpos sólidos		2.ª cifra: protección contra los líquidos	
IP	tests	IP	tests
0	 Sin protección	0	Sin protección
1	 Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano)	1	 Protección contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación)
2	 Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 12,5 mm (ej.: dedos de la mano)	2	 Protección contra las caídas de agua hasta 15° de la vertical
3	 Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (ej.: herramientas, tornillos)	3	 Protegido contra el agua de lluvia hasta 60° de la vertical
4	 Protegido contra los cuerpos sólidos superiores a 1 mm (ej.: herramientas finas, pequeños cables)	4	 Protegido contra las proyecciones de agua en todas direcciones
5	 Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5	 Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones
6	 Totalmente protegido contra el polvo	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

2. Protección contra los choques mecánicos:
Índice de protección - IK

Según : UNE EN 50 102/96

IK	Energía de choque (julios)	Antiguo 3ª 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.

Resumiendo diremos que el grado de protección de un cuadro eléctrico se define como la mayor o menor capacidad de impedir que los agentes exteriores de toda índole afecten a los dispositivos encerrados en el interior del cuadro ó armario.

2. CUADRO ELÉCTRICO

Se conoce como cuadro eléctrico a la envolvente que cubre cualquier tipo y tamaño de instalación eléctrica, protegiendo todos sus aparatos y dispositivos que lo contienen de los choques ó golpes, de la intemperie y diseñada para resistir las condiciones de uso más extremas de la industria.

Por esta razón, los equipos deben ir montados en cofres ó armarios adecuados a cada caso y circunstancia. Además, estos deben reunir todas las características necesarias para acortar el tiempo de montaje así como las tareas de mantenimiento. Concretando más, un cuadro eléctrico es un armazón protector donde se ubica y se fija todo el aparellaje perteneciente a un circuito eléctrico.



Imagen de cuadros eléctricos sobre mural

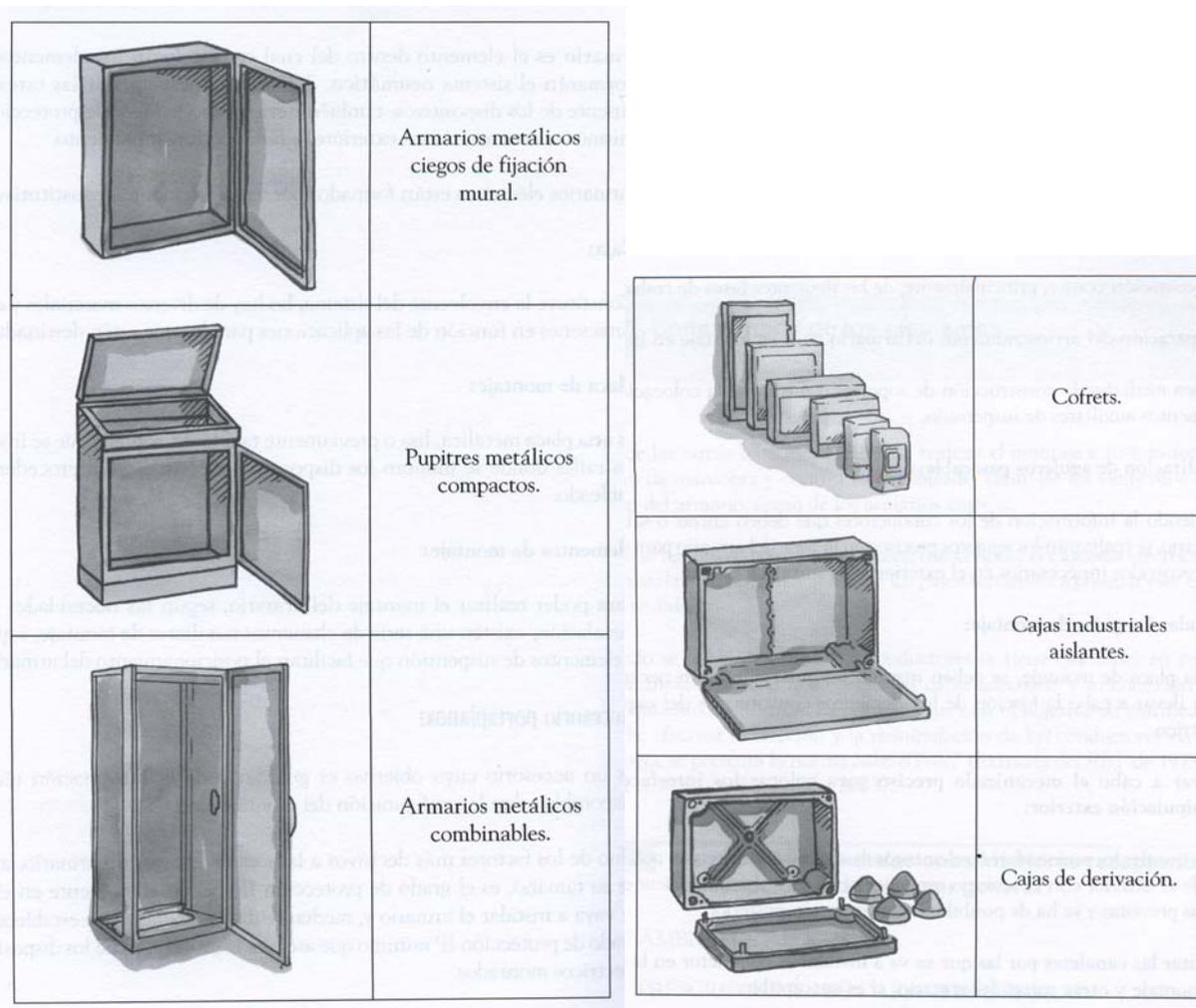
El tamaño y la forma de un cuadro eléctrico varían en función de una serie de condicionantes, como son la cantidad de aparatos que debe llevar, la distribución de los mismos, el lugar de ubicación del propio cuadro, etcétera.

A lo largo del tiempo, los cuadros eléctricos se han fabricado en distintos materiales. Uno de los más importantes fue la pizarra (durante muchos años, casi el único material empleado), que posteriormente fue sustituida por los cuadros metálicos (generalmente de acero lacado). Actualmente los más usados son el plástico y las fibras.

Igualmente, de un armario de dimensiones fijas hemos pasado a otro que puede ampliarse con el acoplamiento de distintos elementos que permiten variar su estructura inicial, sin tener que cambiar el cuadro en su totalidad.

3. TIPOS DE CUADROS

Los cuadros eléctricos que hay en el mercado cubren todas las necesidades que pueden presentarse para proteger los equipos y cumplen las normas establecidas para el tipo de circunstancias al que se destinan. Pueden clasificarse en: cuadros metálicos, armario estanco, caja blindada y caja antideflagradora.



Distintos tipos de cuadros eléctricos

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

3.1 Cuadros metálicos

Están contruidos en chapa de acero soldada, con elementos que refuerzan su estanqueidad en función de las necesidades que hoy exigen la industria. Se presenta en forma de cofre estanco o como armarios de fijación mural o apoyadas en el suelo.

Las puertas pueden llevar refuerzos verticales, y su apertura suele ser por medio de bisagras. La forma del borde del armario impide la entrada del agua y una junta, generalmente de caucho, puesta en el perímetro de la puerta, suele garantizar una

buena estanqueidad permitiendo un IP55 como mínimo. Los cuadros pueden equiparse con placa perforada, compacta o con montantes verticales para sujetar aparatos.

Los armarios metálicos pueden llegar a tener dimensiones tan grande que permiten el acceso a su interior, donde se realiza la instalación de todos los componentes, la revisión y verificación de todos los elementos constitutivos, así como las tareas de reparación y mantenimiento que hubiese que hacer.

En estos modelos es preceptiva la protección de los trabajadores mediante lo que se conoce como **continuidad de las masas**, que es la unión, mediante conductor de sección adecuada, de todas las partes metálicas internas del cuadro con el borne del conductor de tierra correspondiente que deberá llegar junto con la alimentación de corriente general del cuadro. (Ver capítulo 10 Consideraciones técnicas de montaje e instalaciones para evitar las perturbaciones electromagnéticas).

3.2 Cuadros aislantes

Igual que los metálicos, suelen ser estancos en mayor o menor proporción. Están contruidos en plástico o de poliéster con fibra de vidrio que lo hace más resistente. Suelen ser tipo cofre o armarios de fijación mural bien empotrada o en superficie, muy robustos, resistentes a agresiones químicas e insensibles al moho.

Son los cuadros más indicados para determinados tipos de ambientes, sobre todo cuando en la atmósfera hay emanaciones de gases, humedades u otros elementos, que podrían estropear los componentes de la instalación. Una junta continua, resistente a los agentes químicos, puede llegar a proporcionarles una estanqueidad con un grado de protección IP65. La colocación viene a ser la misma que la de los cuadros metálicos.

Pueden llegar a ser de los denominados de doble aislamiento, y se adapta bien a condiciones de uso muy duras. Al igual que los metálicos pueden dotarse de placas, perforadas o no, o de montantes perforados para la realización de chasis.

3.3 Caja y armario protectores

Este tipo de protección, que lleva cerramiento, impide el contacto con los elementos que se encuentran en tensión. Se evita así la invasión de partículas extrañas, a no ser que sean muy pequeñas. Por tanto, no impiden totalmente la entrada de polvo o agua, que pueden acumularse en el interior.

La caja se construye en chapa y se fija a la pared mediante tornillos por los taladros que lleva incorporados. Las entradas y salidas de cables se realizan por la parte superior o inferior, y por los taladros normalizados que permiten el acoplamiento de prensaestopas o tubos roscados. La tapa del cuadro se sujeta a él mediante bisagras y se cierra con un tornillo.

3.4 Armario cerrado

Estos cuadros, en su concepción más básica, tienen un IP54, lo que significa que reúnen las siguientes características:

- No hay posibilidad de contacto con las piezas que se encuentran baja tensión
- No se impide completamente la entrada de polvo a su interior, aunque con este índice de protección se admiten acumulaciones de polvo en puntos donde no perjudiquen.
- El agua, aunque sea de riego, no tiene posibilidad de entrar al interior del cuadro, aunque si procede de un chorro continuo y le afecta por varios sentidos, sí puede dañarlo.

Los armarios cerrados están constituidos en chapa de acero, recubierta de una capa protectora antioxidante y de pintura o esmalte de secado al horno. La fijación del armario a la pared se realiza por medio de cuatro pequeñas pestañas soldadas exteriormente al zócalo. También pueden emplearse cuatro taladros que el cuadro lleva en el fondo. La entrada y salida de cables se efectúan por la parte inferior del armario mediante prensaestopas acoplados a los tubos.

La puerta de acceso frontal va montada sobre bisagras y lleva una junta de goma para conseguir un cierre más hermético, que se realiza por medio de maneta.

3.5 Armario estanco

Este tipo, con un índice de protección IP65, además de todo lo indicado en el caso anterior, posee las siguientes características:

- Impide por completo la entrada de polvo
- No hay posibilidad de entrada de agua en ningún sentido.

Su construcción es la misma que la descrita en el caso anterior, pero la puerta de acceso frontal – que va montada sobre bisagras y provista de una junta de goma – incluye una serie de cierres a presión que comprimen la junta de goma y aumentan la estanqueidad.

3.6 Caja blindada

Las cajas blindadas también cuentan con un índice de protección IP65 y, en consecuencia, cumple todos los requisitos especificados en el caso anterior.

Su construcción se realiza en fundición y están protegidos con pintura. Cuando deben instalarse en ambientes oxidantes o ácidos, se utilizan materiales a los que se les aplica un tratamiento anticorrosivo capaz de soportar la acción de esas atmósferas.

3.7 Caja antideflagrante

Se adjunta a la nomenclatura establecida según normas IEC, Ex-A-II (d) y, por tanto, este tipo de cuadro proporciona protección contra explosiones, presión y gases cuya temperatura de inflamación es superior a 200 °C.

En lo referente a sus características de diseño, éstas son las mismas que las reseñadas para las cajas blindadas.

3.8 Montaje funcional

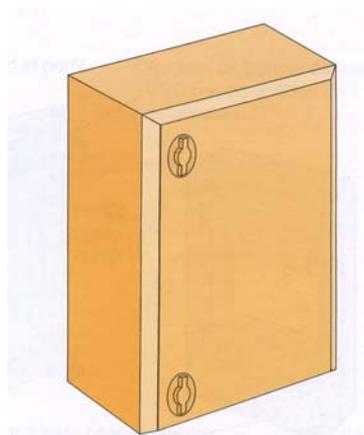
Actualmente las envolventes están basadas en sistemas funcionales de montaje. Esto consiste en formar el cuadro, o el armario, con múltiples módulos individuales denominados **unidades funcionales**.

Según este criterio se pueden clasificar en:

3.8.1 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.



Cuadro fijo.

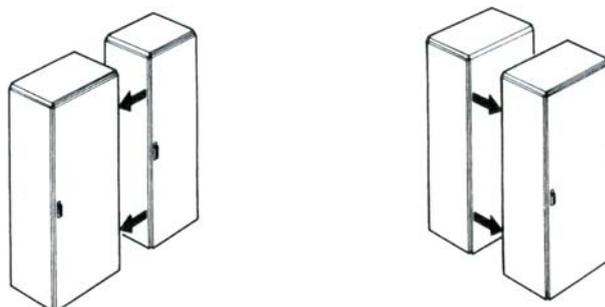
3.8.2 CUADROS MODULARES

Tienen como principal características 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.

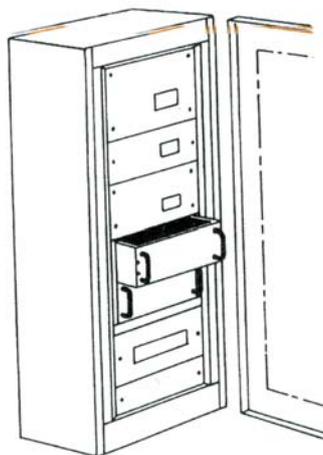


Asociación de unidades funcionales

3.8.3 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.



Unidad funcional extraíble.

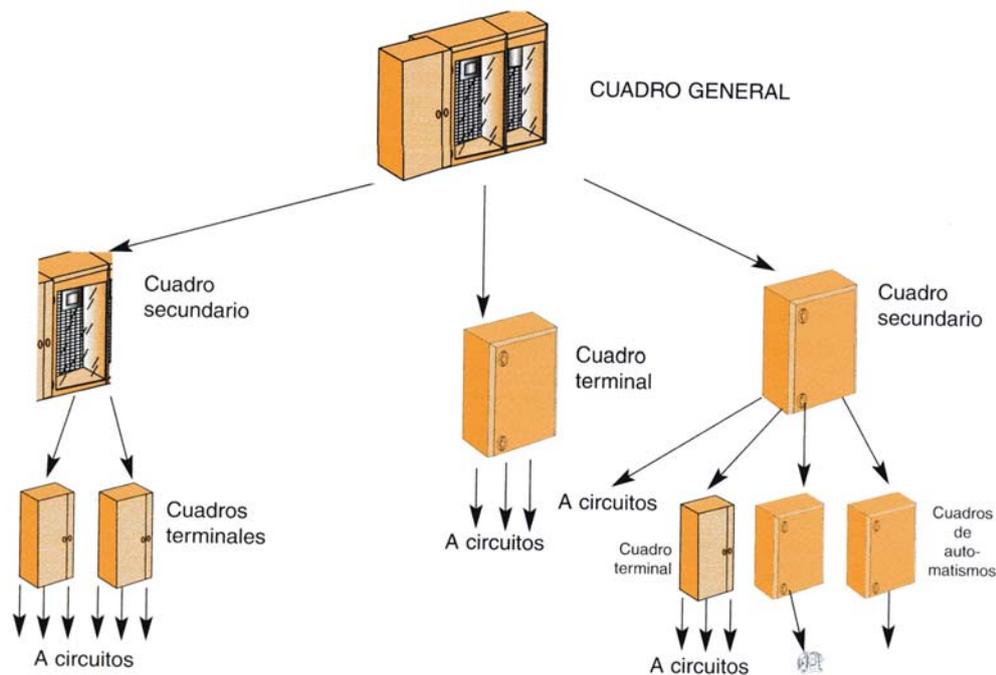
La unidad funcionales extraíbles suelen recibir el nombre de **RACK** y se utilizan para alojar dispositivos electrónicos e informáticos.

3.9 La aplicación

Según la aplicación que se destine al cuadro se puede clasificar en dos grupos: cuadros de distribución y cuadros de automatismos.

3.9.1 CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

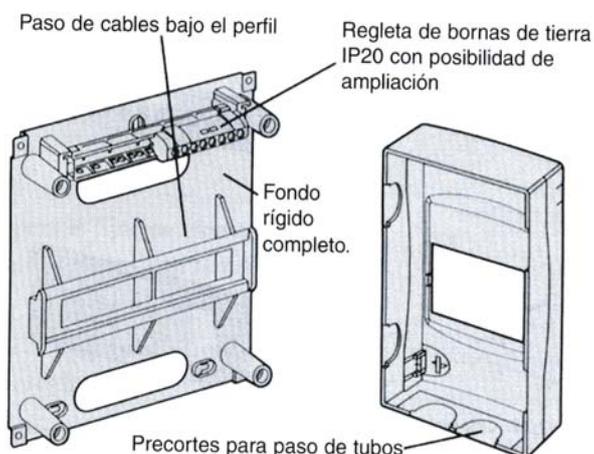
Son los encargados de alojar los elementos de protección y distribución de las instalaciones eléctricas, tanto domésticas como industriales. Su instalación puede hacerse a diferentes niveles en un determinado sector: como cuadro de distribución general, como cuadro secundario o como cuadro terminal.



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.



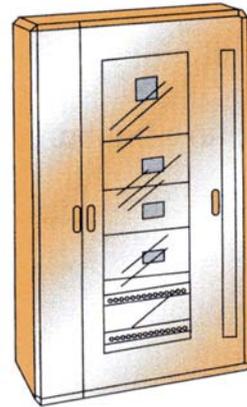
Interior de un Cubrebornes.

Pueden instalarse en superficie o empotrados. En este tipo de cuadros el número de módulos admisibles 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.

- **Armarios**

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

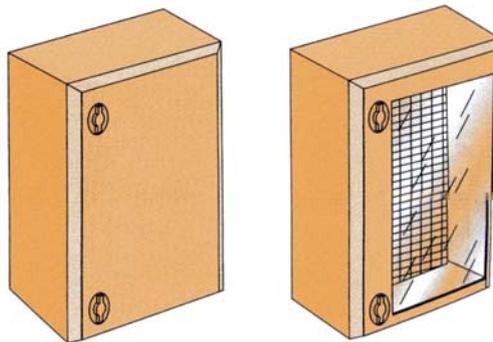
Pueden estar situados como cuadro general, secundario o terminal.



Armario

3.9.2 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.



Cofres para automatismos

4. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Un cuadro o equipo eléctrico no lo compone sólo la envolvente, sino que es un conjunto formado por todos los elementos que constituyen, por ejemplo, un automatismo (contactores, seccionadores, relés, temporizadores, magnetotermicos, etc.) o por ejemplo, un cuadro de telecomunicaciones (filtros de red, protecciones, hub, routers, pull de modems, catalys, etc.) y cuyo funcionamiento está indicado en un esquema.

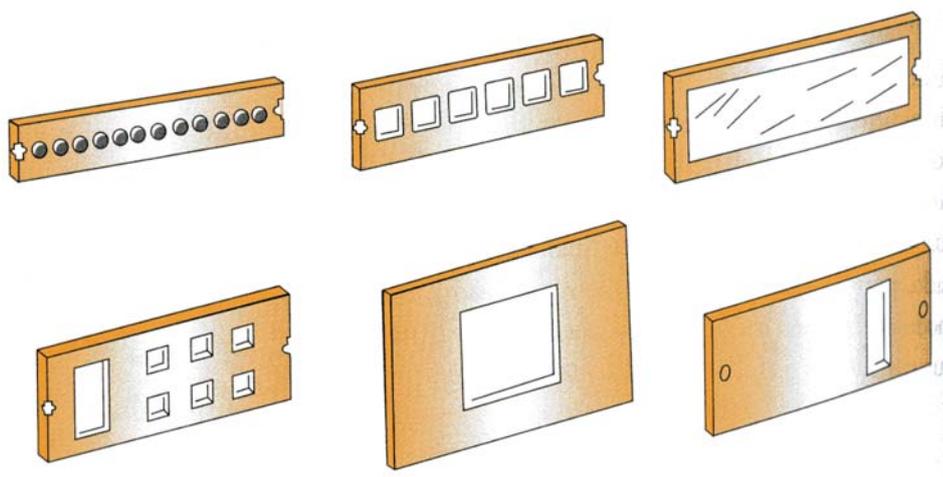
Antes de montar el equipo debemos elegir sus componentes, lo que implica la utilización de una gama de productos denominados elementos auxiliares que permitirán y facilitarán la sujeción de los aparatos al cuadro, la realización del cableado interior, así como la conexión con los elementos exteriores y, como hemos dicho, la protección de los aparatos contra los agentes externos.

Los aspectos constructivos de todas las envolventes así como de los elementos auxiliares son, pues, los encargados de realizar la unión mecánica entre los elementos que constituyen el equipo. Entre ellos podemos describir a continuación los siguientes:

4.1 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 metálicos.



Diferentes tipos de tapas.

4.2 Puerta

Las puertas sirven para cerrar el armario, evitando el acceso de personas no autorizadas a los aparatos y dispositivos 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 un determinado tipo de cerradura para evitar su manipulación indebida.



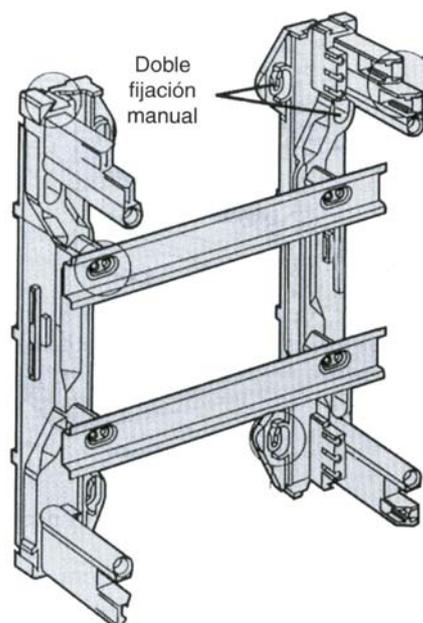
Distintos tipos de cerraduras para puertas

4.3 Chasis

El chasis es la parte metálica de los cuadros donde se fijan los aparatos eléctricos.

Puede ser fijo o extraíble, siendo éste 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.

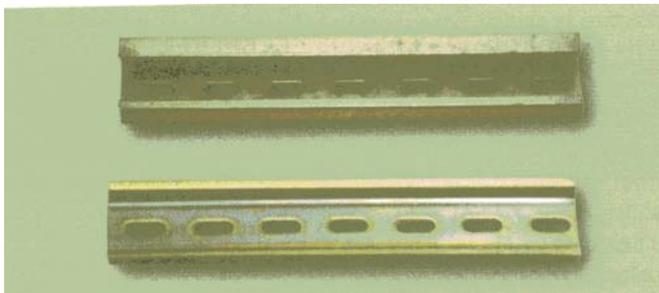
En algunos envoltentes el chasis puede ser regulado a diferentes niveles de profundidad, para adaptarlo a las necesidades de la instalación.



Chasis

4.4 Perfiles

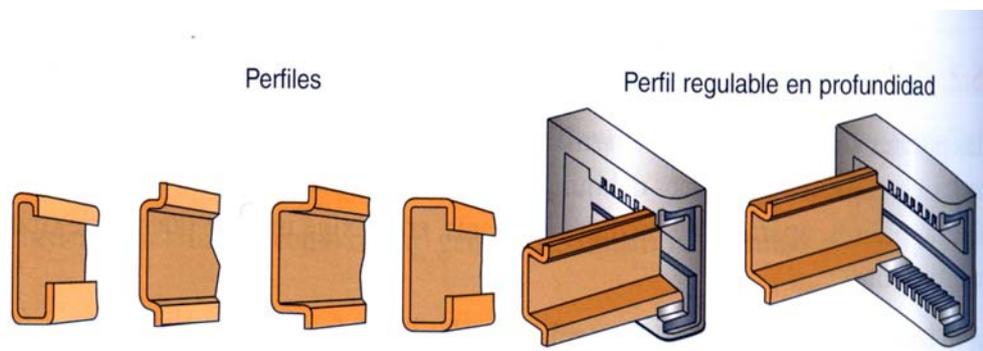
El perfil es una pletina doblada de chapa con el borde de sus lados levantados de una forma especial. Se monta en el interior de los cuadros y sirve para fijar los aparatos de la instalación, ya sea por presión o mediante tornillos.



También se le suelen llamar **raíles** ó **carril DIN**. La gama de aparatos que pueden ser situados sobre el perfil es muy amplia: interruptores de protección, de maniobra, aparatos de medidas, regletas, etc.

Existen tres tipos de perfiles:

- **Perfiles simétricos** de 35, 15 ó 7,5 mm de profundidad, para enganchar aparatos.
- **Perfiles asimétricos** para fijar aparatos mediante tornillos.
- **Perfiles combinados** de 35 mm para sujetar y enganchar los aparatos mediante tuercas. Estas tuercas pueden ser deslizantes y se enganchan por el frente de los perfiles, lo que hace que pueda añadirse o quitarse material de forma rápida y sencilla.



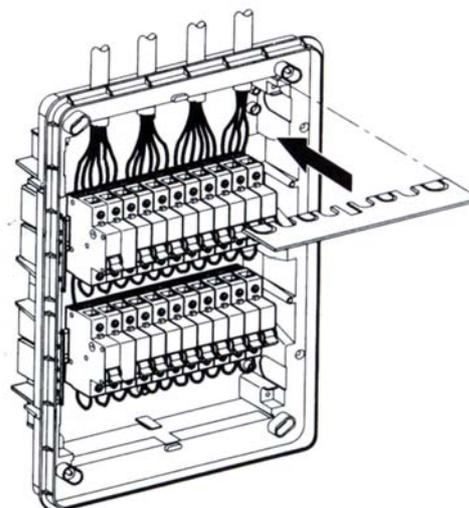
Diferentes tipos de perfiles.

Otras posibilidades es utilizar soportes o fijar directamente los aparatos, si estos poseen un zócalo de la misma medida que el perfil. En este caso se ejerce una pequeña presión contra éste hasta que enganche una pestaña que se desplaza por medio de la acción que realiza un pequeño muelle.

4.5 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.



Placa pasacables.

4.6 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.

Generalmente, el precintado, lo realizan las compañías distribuidoras de energía, para evitar que los usuarios de las instalaciones accedan a los elementos medidores o lectores de consumo. Aunque también, para muchas empresas de instalación, el precinto en sus instalaciones, si este está en buen estado identifica y da garantía de que la instalación no ha sido manipulada por personal no autorizado.

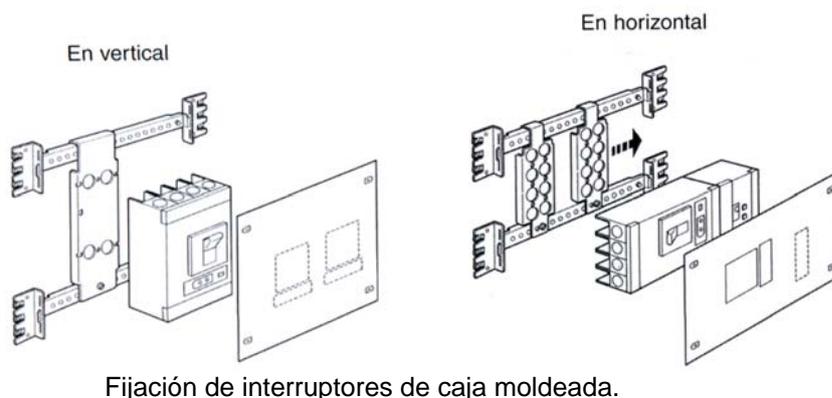
4.7 Obturadores

Los obturadores son elementos que permiten tapar los huecos libres de la tapa, una vez que se han instalados 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.

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

Hay que recordar que 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.

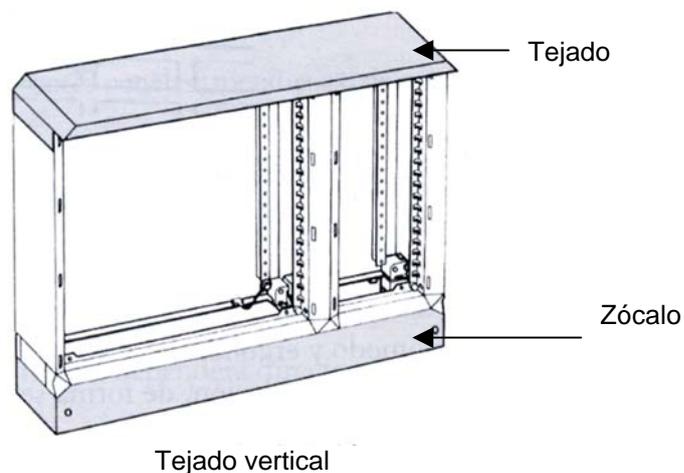


Fijación de interruptores de caja moldeada.

4.9 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.



Tejado vertical

4.10 Zócalo

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

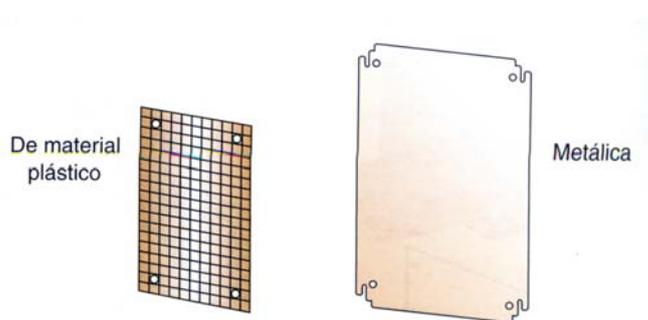
El tejado y el zócalo pueden servir como elementos para la gestión térmica del cuadro por convención natural.

4.11 Placas

Las placas son utilizadas como fondo y se colocan en los cofres y los armarios para montar directamente por la parte frontal los perfiles para los dispositivos y elementos eléctricos y para fijar las canaletas para cables.

Suelen ser de *chapa metálica* y *plástico* y pueden ser de dos tipos:

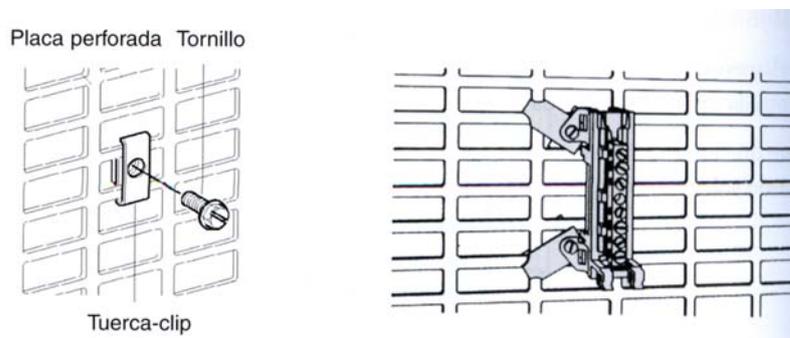
- **Placas compactas ó lisas** de 2 o 3 mm de espesor. Para fijar en ellas los distintos elementos hay que realizar los correspondientes taladros. Mediante tornillos sujetan las piezas que, a su vez, deben soportar los elementos. El montaje de los elementos es siempre frontal, y no permite colocar nada, salvo los tornillos, entre la placa y el fondo del cuadro.



Placas de fondo liso.

Debes saber que la placa de un cuadro es 5 cm más pequeña de largo y ancho que el cuadro que la aloja, es decir, 2,5 cm menor por cada lado cuando se sitúa en su lugar.

- **Placas perforadas.** En ellas los taladros vienen incorporados. Pueden adaptarse directamente a cofres y armarios, y permiten el montaje directo delantero de todos los elementos. La sujeción de los conductores puede realizarse sin tener en cuenta la forma del cableado. La fijación se realiza mediante los taladros de que dispone la placa. Los aparatos se colocan con la ayuda de tuercas o clips de dimensiones adecuadas que se introducen y se colocan en los huecos por el frente de la placa.



Placa perforada y tuerca-clip.

Las placas metálicas, igual que los cuadros del mismo material, deben llevar protección con el conductor de tierra.

- **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 del fabricante.



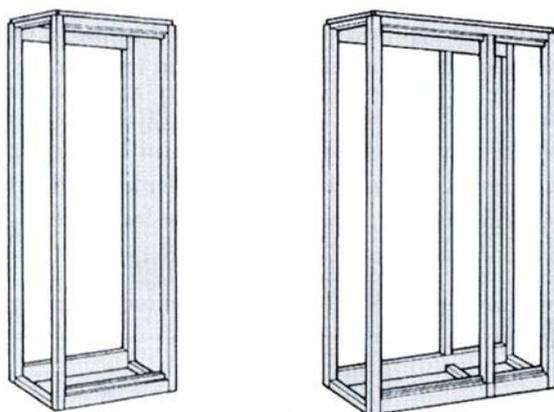
Fondo activo exclusivo del fabricante.

4.12 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.



Armaduras

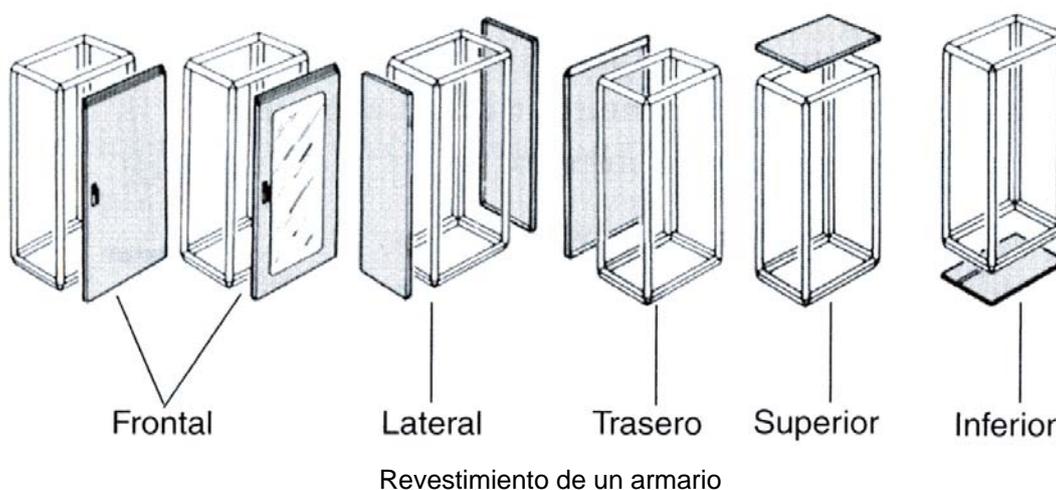
Los grandes armarios pueden ser desmontados completamente para su transporte y cambio de sector. Todas las partes de la armadura y el revestimiento se pueden separar individualmente.

4.13 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.



4.14 Soportes para 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.

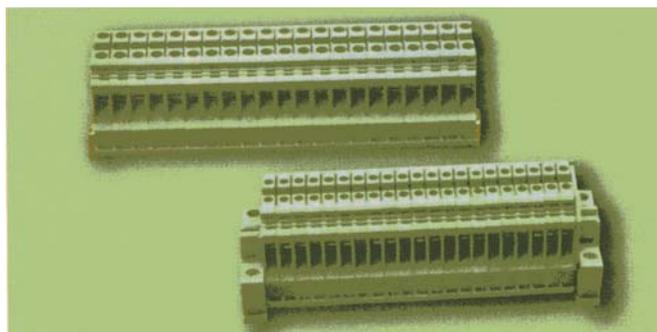
5. ELEMENTOS DE CABLEADO Y CONEXIÓN

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.

5.1 Regletero

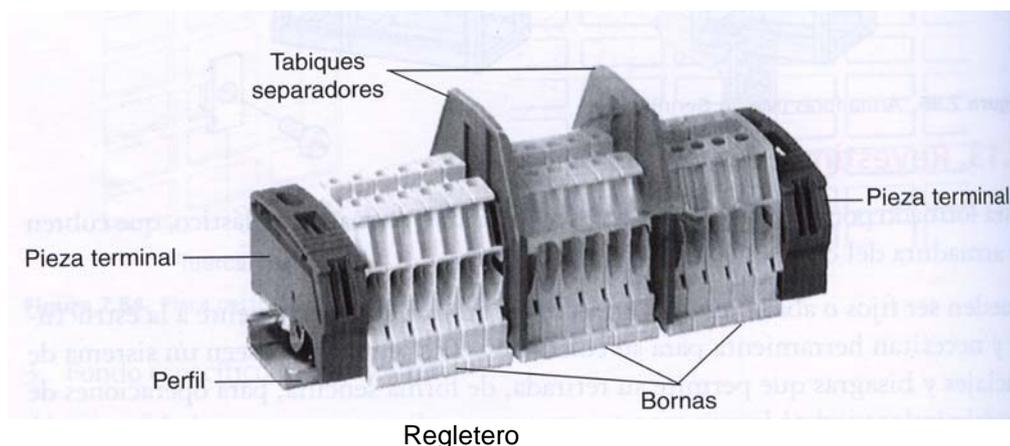
Es la parte del cuadro donde se encuentran las regletas o bornas de conexión. Se utilizan para conectar los conductores del interior del cuadro con elementos situados fuera de él. Es decir, son los elementos de enlace entre los componentes del cuadro y los componentes exteriores.

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 topes 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.



El dimensionado de los bornes de conexión de todo cuadro eléctrico debe realizarse teniendo en cuenta la sección de los conductores de entrada y salida. En la mayor parte de los casos, su sección deberá ser superior a la de los cables.

Los bornes de conexión permiten el alojamiento de conductores de secciones que pueden llegar hasta los 240 mm². Conforme indican las normas DIN, se montan sobre perfiles metálicos que se sujetan a la placa del cuadro mediante tornillos.

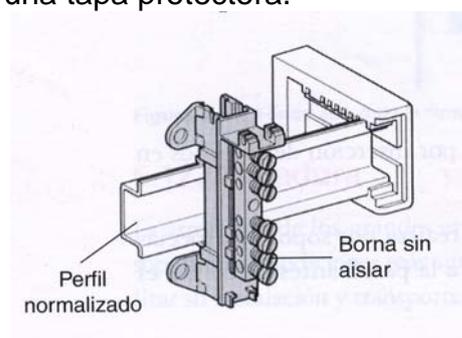
El conjunto puede completarse con el empleo de numeraciones o letras que pueden adaptarse tanto a los bornes como a los conductores.

Entre los bornes de conexión y el final del cuadro hay que dejar un espacio, además de los 2,5 cm de diferencia existente entre la longitud de la placa respecto al cuadro, con el fin de facilitar las tareas de conexión y desconexión de los conductores que alimentan los aparatos exteriores del cuadro.

5.2 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 (PE). Los armarios mayores permiten la fijación de bornas en perfiles normalizados o sobre soportes especiales.



5.3 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 roturadores 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**.



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

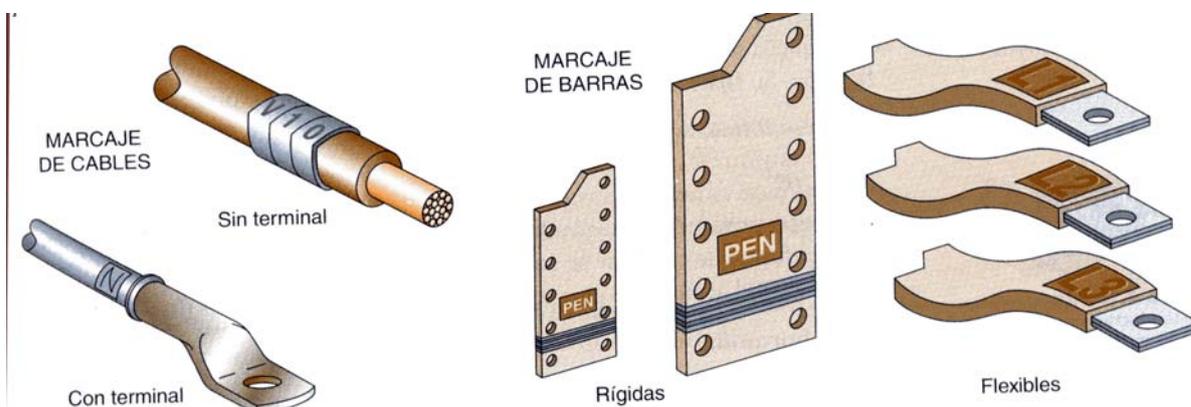
5.4 Marcado de cables

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

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

- **Etiquetas de plásticos** 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 brazaete 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.



Marcaje de conductores

- **Bridas de identificación** con zona de marcaje manual para escribir el referenciado con roturadores de tinta inalterable. Se utilizan para el marcado de mazos de cables y mangueras.



Bridas para marcaje de mazos de cables y mangueras

5.5 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:

- **Casquillos o punteras**
- **Terminales**

5.5.1 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.



Crimpado de punteras o casquillos

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.

5.5.2 TERMINALES

El terminal es una pieza metálica que en un extremo adopta diversas formas y en el otro tiene orificio por donde se introduce el conductor y que va sujeto al terminal mediante presión, soldado, etc. Sirve para conectar los conductores a los distintos aparatos de la instalación.

Esta parte generalmente va forrada de un material aislante, de modo que el único extremo que se queda libre es el que se conecta a los aparatos.



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 norma, 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 mm²)

- **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.

- **De pin afilado**

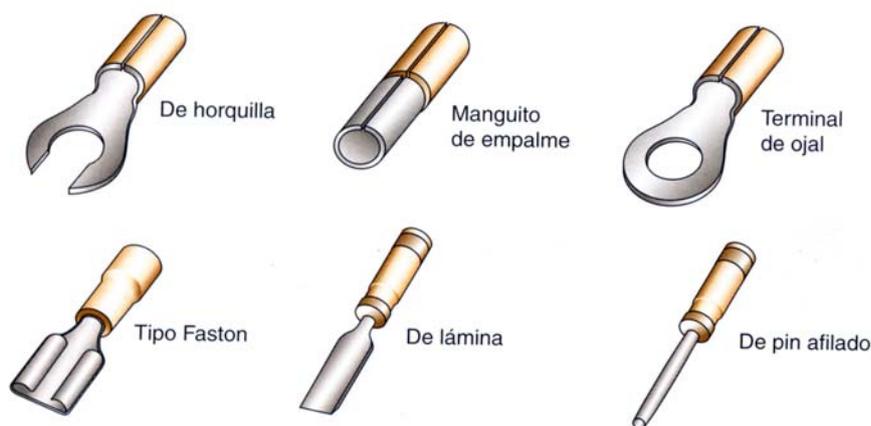
Su aspecto es similar al de las punteras. Con la diferencia que el conductor no se encuentra presionado por la pipa del adaptador.

- **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.



Tipos de terminales

No hace mucho tiempo, aparecieron en el mercado unos terminales denominados sobremoldeados, que resultan algo más económico y además no necesitan preparación, al revés de cómo sucedía con los terminales convencionales.

En efecto, su empleo no necesita soldadura, engastado ni útiles especiales. La sujeción se efectúa automáticamente, introduciendo el conductor dentro del terminal y llevándolos juntos hasta el lugar de conexión; al apretar el tornillo de la conexión, el terminal cede hasta oprimir el conductor.

5.6 Sistema 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 magnetotermicos 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.

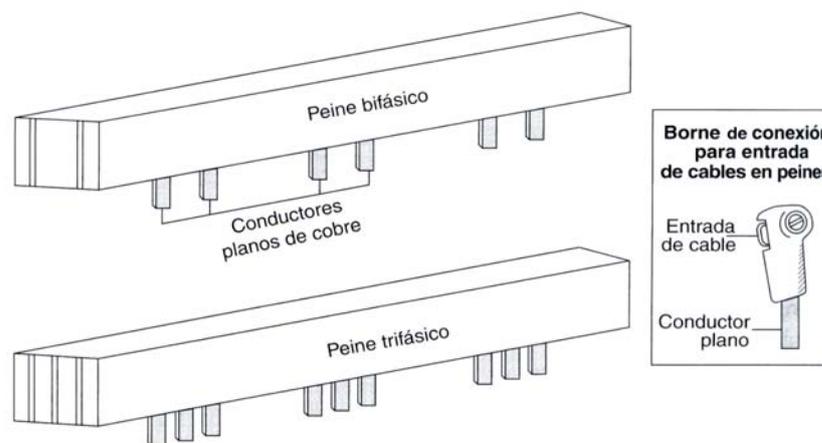
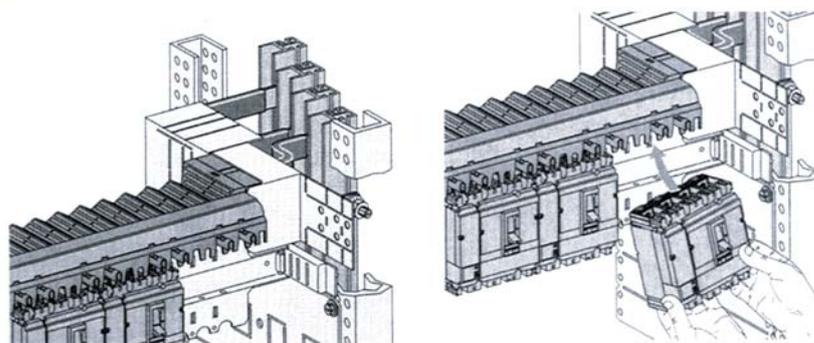


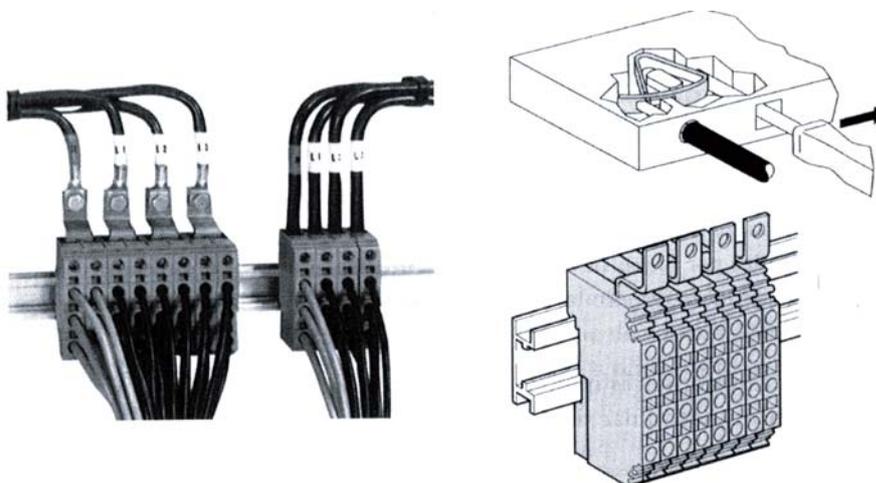
Figura 7.104. Peines.



Conexión de un embarrado trifásico con neutro, a una red de magnetotermicos con peines tetrafásicos.

b) Bornas de reparto de inserción directa

Permite realizar la conexión de cables sin tornillos. Cada orificio solamente admite un conductor, bien del 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.



Borna de inserción rápida

5.7 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:

- **Canaletas**
- **Brazaletes**
- **Bridas**
- **Espirales**

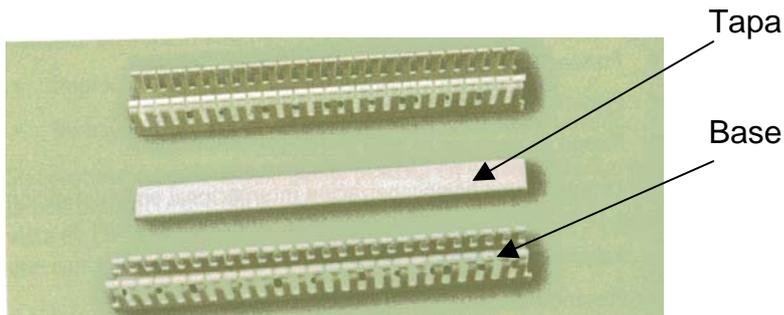
5.7.1 CANALETAS

Se utilizan para fijar los conductores eléctricos que no superen los 10 mm² 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.

Este tipo de elemento auxiliar, generalmente construido de plástico, tiene tres caras formando ángulo recto entre sí. Lleva una tapa de cierre que se le acopla para formar un cuadrado o rectángulo hueco en su interior, que es donde se alojan los conductores.

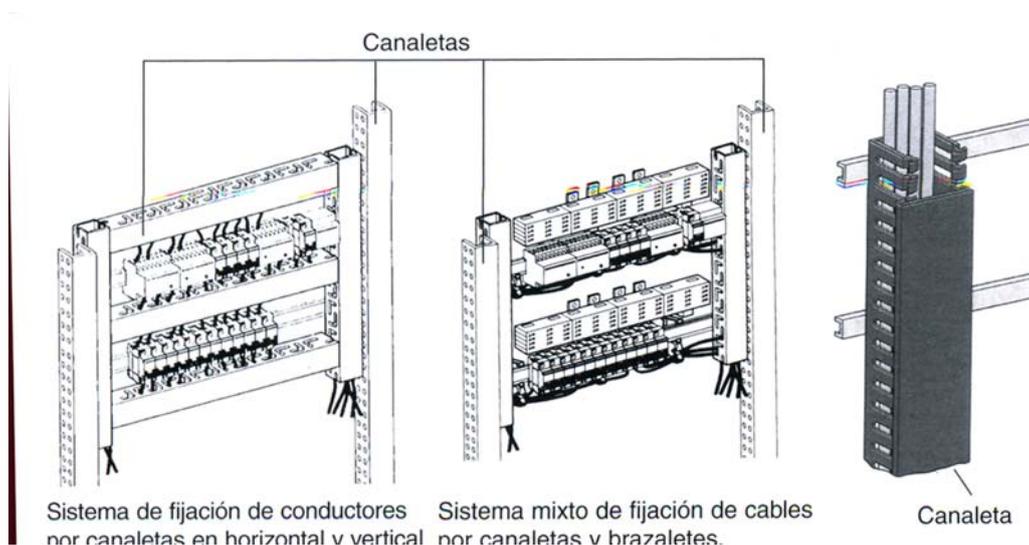
Una de las caras, la que hace de base, opuesta a la que ocupa la tapa, va taladrada para facilitar su sujeción en el cuadro. Las caras laterales, en las canaletas perforadas, llevan unas ranuras que se utilizan para dar salida a los conductores, y así, poder conectarlos a los aparatos.

En el mercado suele encontrarse en tiras de 2 metros de longitud y no se aconseja que el llenado de las canaletas supere el 70 %.

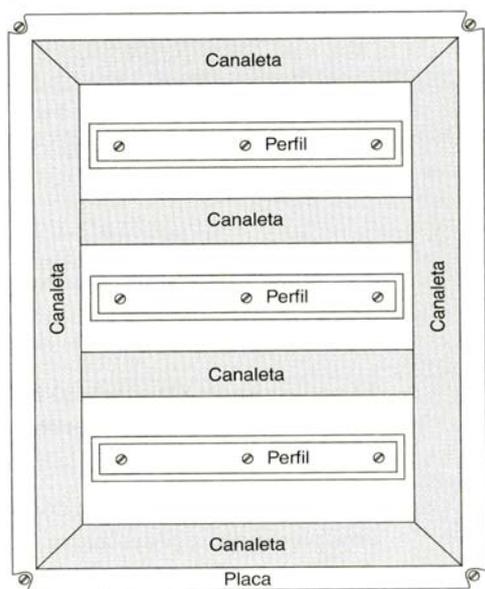


Canaletas perforadas

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.



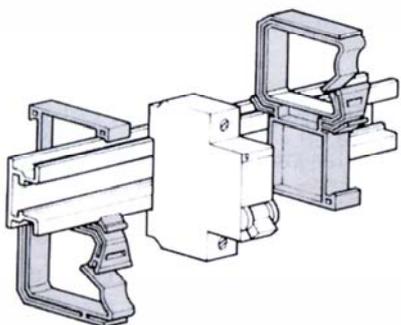
En el interior de esta canaletas van introduciéndose los distintos conductores que forman la instalación. También aquí el cableado es frontal y va oculto por la tapa de cierre que engancha sobre las canaletas. Hay canaletas de distintos grosores y profundidades en función de la cantidad y tamaño de los conductores que deben soportar. Las tareas de revisión, reparación y sustitución se realiza con suma facilidad, ya que basta con retirar la tapa para acceder a los conductores.



La instalación de los equipos sobre placas, sean éstas perforadas o no, y el cableado vertical u horizontal se realizan, generalmente, empleando **canaletas**. En la figura se muestra la disposición interior de los perfiles y canaletas utilizados en un cuadro eléctrico.

5.7.2 BRAZALETES

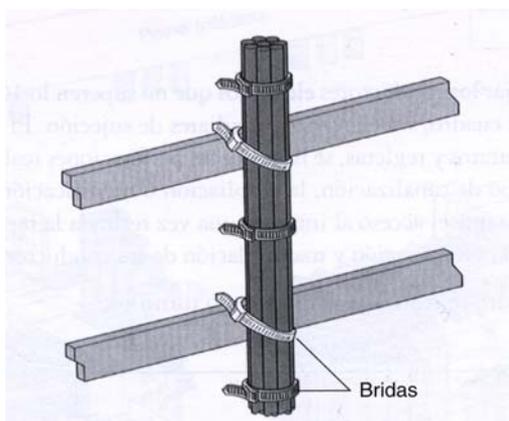
Sirven para realizar cableados al aire, con mangueras de conductores de gran sección, que necesitan una buena disipación térmica.



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

5.7.3 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.



Las bridas se utilizan para la sujeción de cables en cuadro o la formación de mangueras de conductores.

5.7.4 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 movimiento a las puertas o portezuelas.



Espirales tubular

5.8 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.

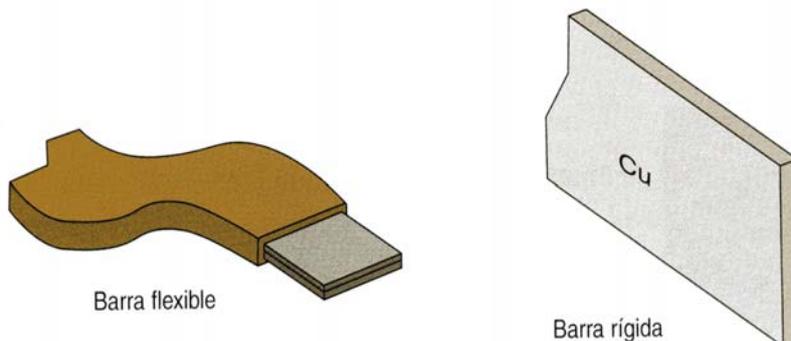
Las dimensiones de las barras estarán en relación directa con la potencia que suministrará el cuadro a la instalación. Es muy importante realizar una correcta instalación del embarrado, ya que el buen funcionamiento del cuadro dependerá en gran medida de esta operación.

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.

5.8.1 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.



5.8.2 MECANIZADO DE BARRAS

- **Agujereado**

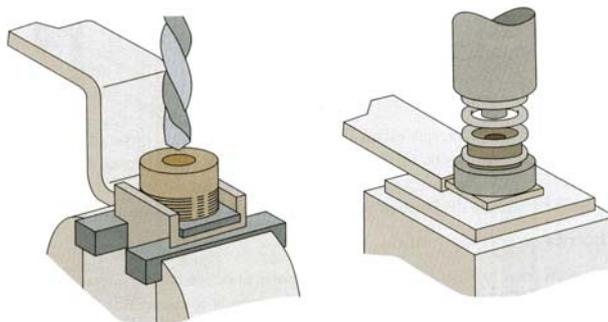
Dos son las formas de realizar agujeros en las barras:

1. **Por taladro.**
2. **Por punzonado.**

Para el taladro, 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.



Taladro y punzonado de barras

- **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.

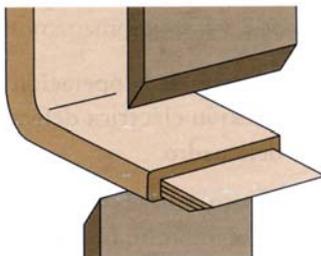


- **El corte**

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

En las flexibles, se utilizarán 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.



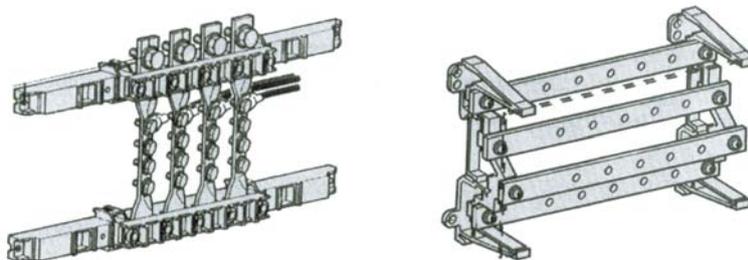
Corte de barra flexible

- **Limpieza 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 taladro y corte. En algunos casos, será necesario el desengrasado de la barra utilizando disolventes. Se tendrá en cuenta que estos no ataquen el cobre.

5.8.3 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.



Bornes de entrada y salida

5.8.4 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.



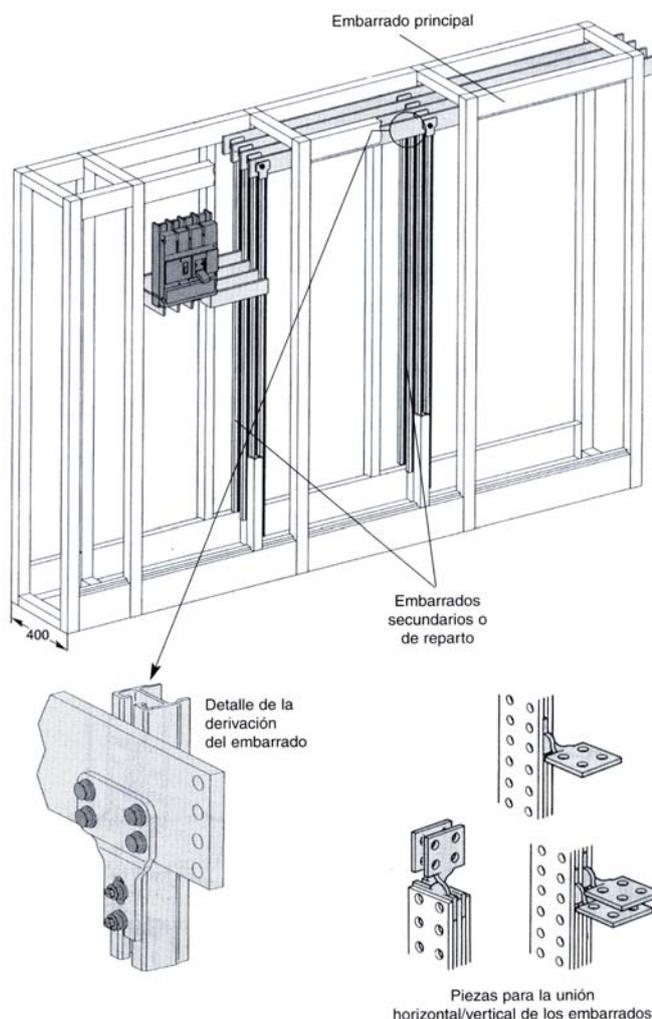
5.8.5 SITUACIÓN DE LOS EMBARRADOS

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.

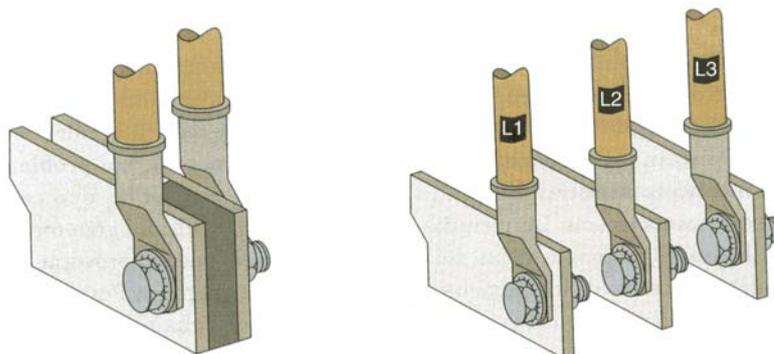
Si las dimensiones del armario no permiten la configuración anterior, se hace necesario colocar el sistema de barras de forma vertical en fondo. El trabajo de instalación y conexión se ha de realizar con el revestimiento trasero retirado.

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.



Derivación de embarrado secundario desde un embarrado principal.

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

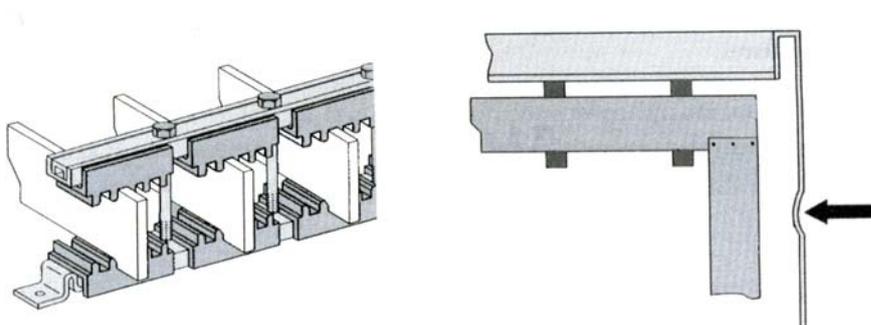


Conexión de cables a barras.

5.9 Consideraciones a tener en cuenta en la instalación del juego de barras

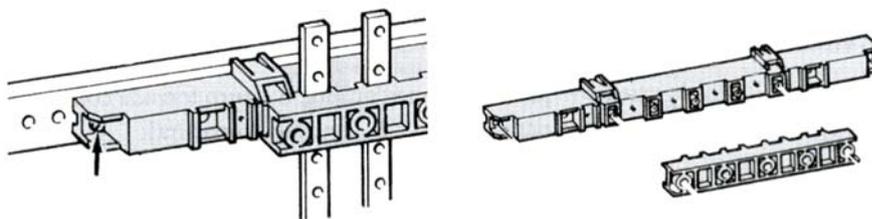
- **La distancia de aislamiento**

La separación mínima entre barras activas, neutro y masa será de 75 mm. La separación con la pared del cuadro será como mínimo de 20 mm.



- **Fijación de los embarrados**

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



- **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.

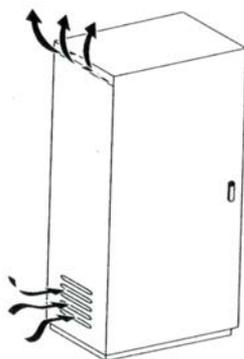
6. ELEMENTOS PARA LA CLIMATIZACIÓN

Los armarios situados en lugares con condiciones climáticas adversas, deben estar proyectados con los elementos necesario 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.

6.1 Climatización natural

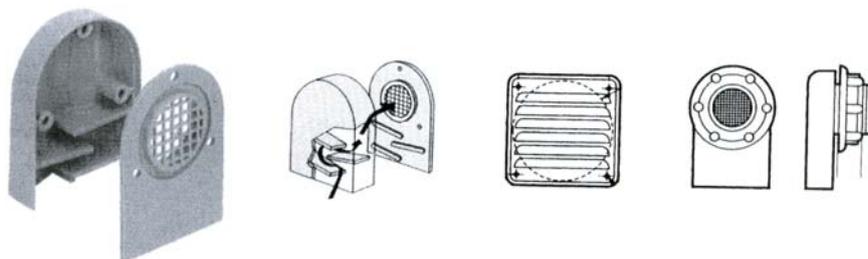
Consiste en instalar adecuadamente elementos pasivos en el interior y paredes del armario, para conseguir la climatización por convención natural. De esta forma se logra la aireación y temperatura adecuada en el interior del cuadro, sin costosos aparatos auxiliares.



Climatización natural

6.1.1 VENTANAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN

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



Ventanas para ventilación pasiva en armarios.

6.1.2 TECHO DE VENTILACIÓN

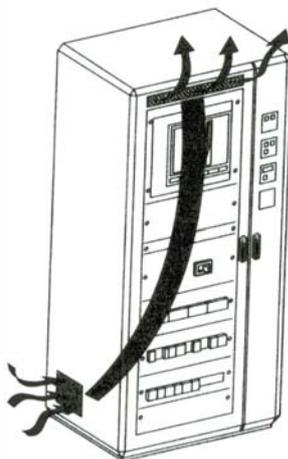
Mejora la ventilación natural o forzada del cuadro. Se instala sobre la parte superior del armario, apoyado directamente sobre la armadura.

Si se desea aumentar el grado de protección IP, se ha de colocar un filtro entre el armario y el techo.



6.2 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 envolventes.



Climatización forzada

Posee varios elementos para controlar la temperatura como son:

- Resistencias calefactores
- Ventiladores
- Termostatos

6.2.1 RESISTENCIAS CALEFACTORAS

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

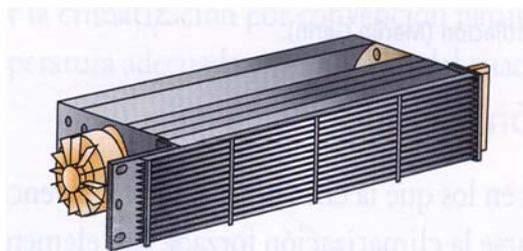
Pueden ser de montaje horizontal o vertical, con aletas de aluminio o en forma de horquilla. Su alimentación se realiza en el interior del cuadro directamente a la red de 230 V.

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



6.2.2 VENTILADORES

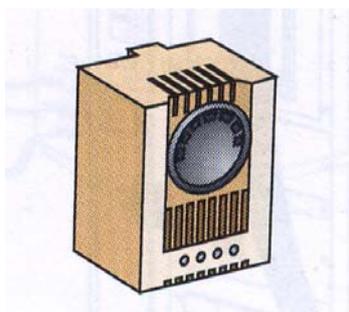
Permiten la ventilación forzada en el interior del cuadro. Son necesarios en armarios cuya temperatura interior es elevada.



Ventiladores para ventilación forzada para armarios

6.2.3 TERMOSTATOS

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



Termostato

7. 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.

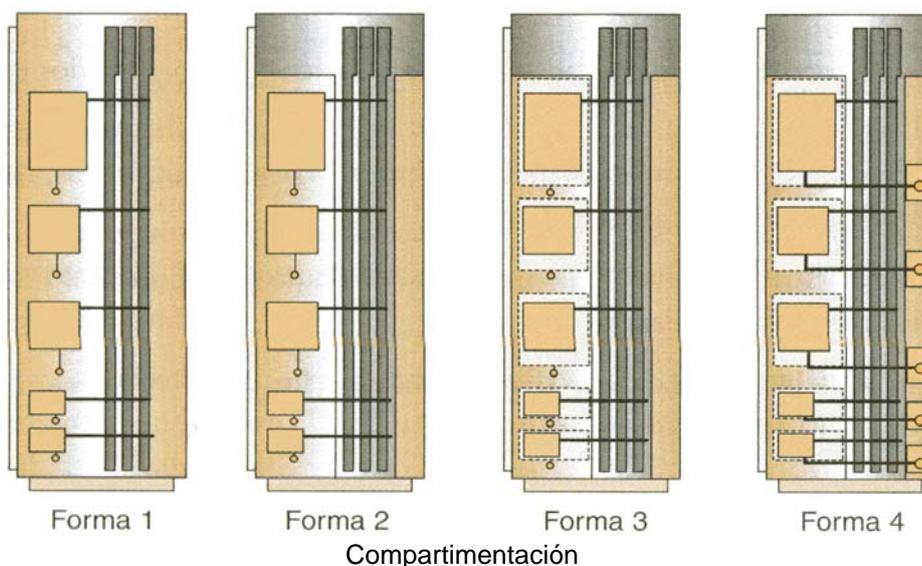
La norma UNE-EN 60439.1 establece cuatro formas diferentes de compartimentación:

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.



8. 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.

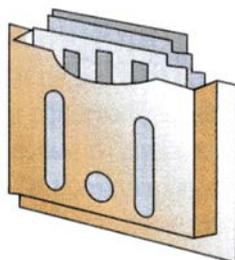
8.1 Iluminación

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.

8.2 Portadocumentos

El portadocumento 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 de los dispositivos instalados.



Portaplanos

8.3 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 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.

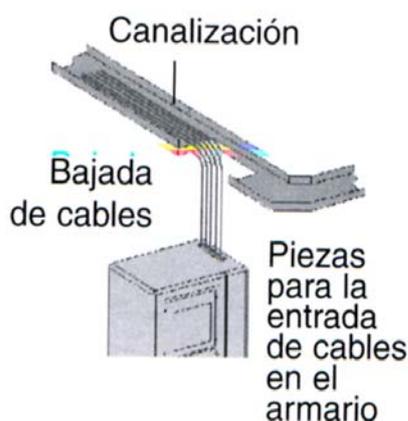
9. ENTRADAS DE CABLES

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

En cuadros empotrados la entrada y salida de cables 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.

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

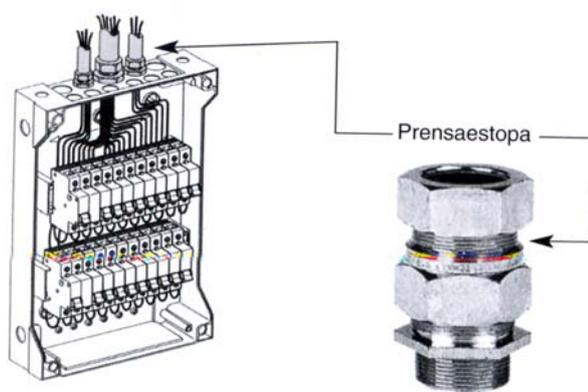
9.1 Accesorios para la unión de canalización con envolventes

Estas uniones se establece para dos tipos de canalizaciones:

- 1 Para tubos
- 2 Canaletas y bandejas

9.1.1 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.



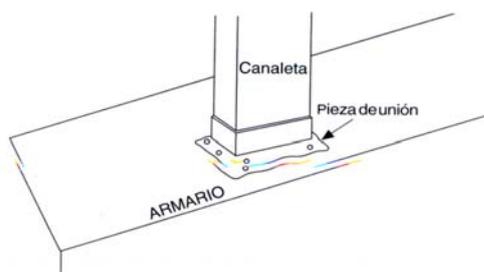
Entradas de cable por tubo

Si los conductores están equipados con prensaestopas, debemos asegurarnos de que la funda del conductor quede dentro de la junta de goma del prensaestopas, de manera que al apretar la tuerca del prensaestopas el cable quede sin movimiento.

9.1.2 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.



10. CONSIDERACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE E INSTALACIÓN PARA EVITAR LAS PERTURBACIONES ELECTROMAGNÉTICAS

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

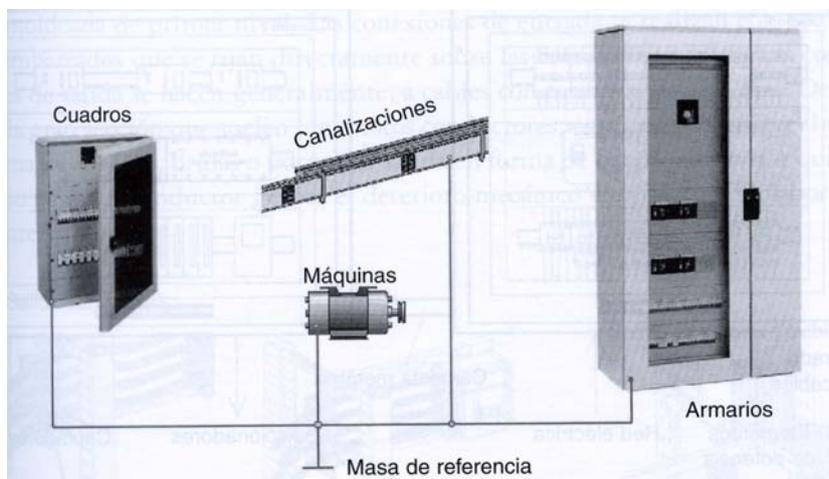
Una perturbación electromagnética es una deformación de la señal enviada por un elemento de captación, detector, final de carrera, etc., hacia un aparato electrónico de lógica programada. Esta señal es recibida con un valor de estado diferente, al que el captador envió, provocando una acción no deseada.

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: Masa de referencia y la entrada de cables en el armario.

10.1 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.



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

10.2 Entrada de cables en el armario

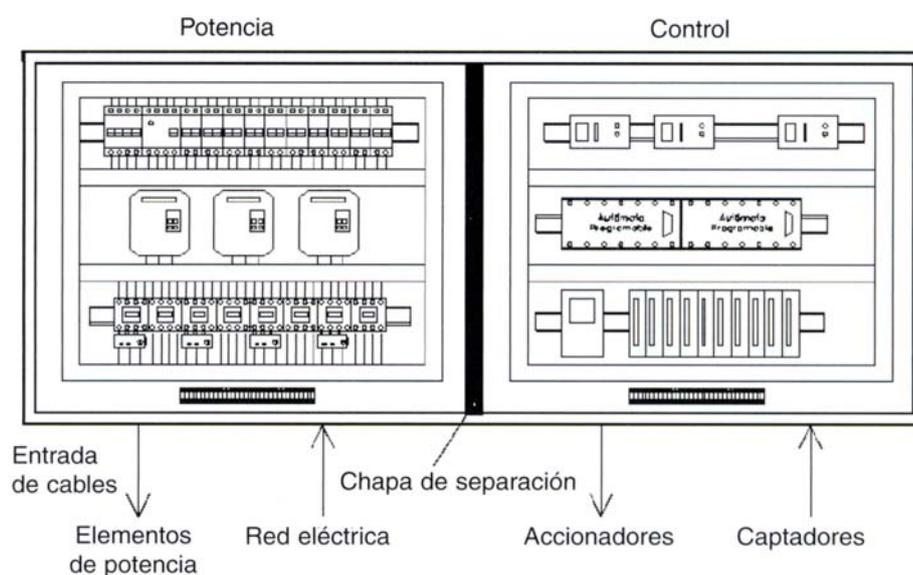
La entrada de cables en el armario se puede hacer por bandejas metálicas y/o por tubos. En ambos casos, se separarán los cables de potencia de los cables de mando que proceden de los captadores.

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

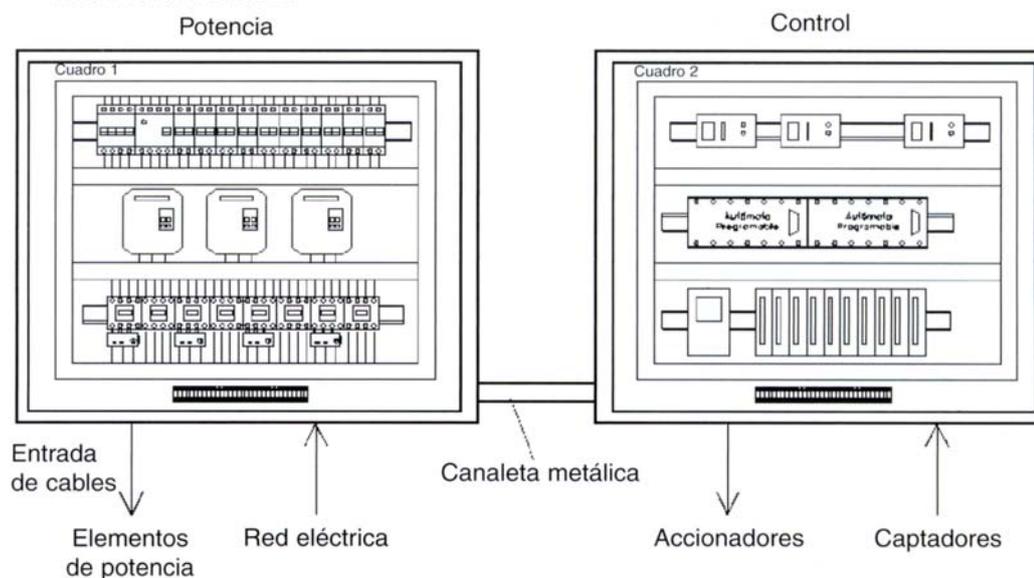
Se evitará la iluminación con lámparas fluorescentes o de descarga en cuadro de automatismos programados debido a que puede producir perturbaciones electromagnéticas en aparatos de mando electrónico. En los cuadros en lo que se utilicen estos elementos se sustituirán por lámparas incandescentes.

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.

CUADROS PEQUEÑOS



CUADROS GRANDES

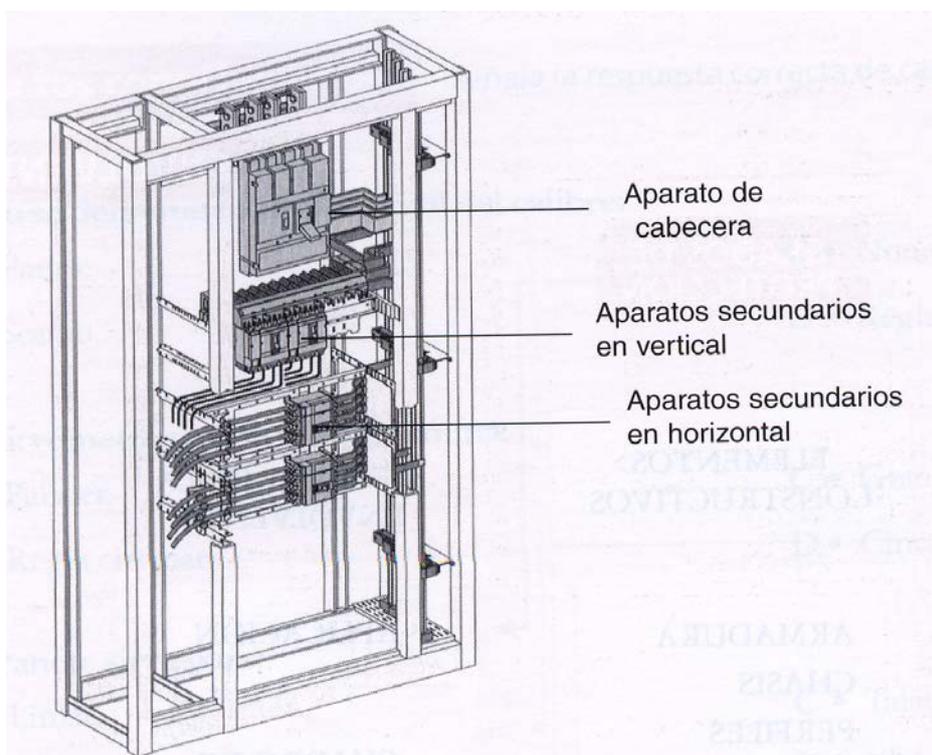


11. CONEXIÓN DE INTERRUPTORES DE POTENCIA

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.

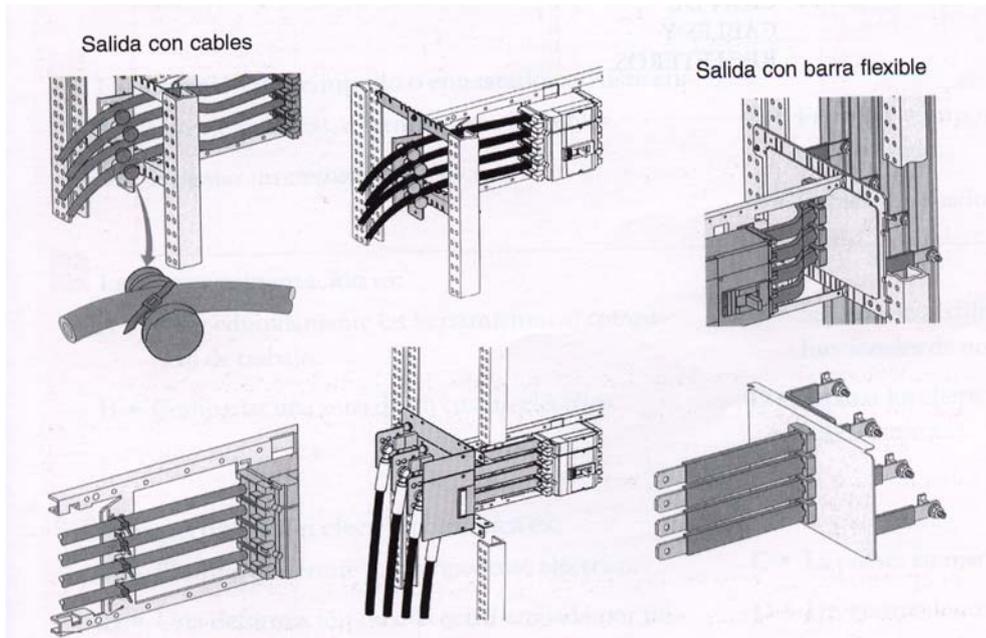
11.1 Aparato de cabecera

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.



11.2 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.



12. MECANIZADO Y PREPARACIÓN DEL CUADRO

Tras haber realizado la selección del cuadro ó armario, hay que proceder a su preparación para que pueda albergar el esquema eléctrico que se va a instalar. La preparación del armario facilitará tremendamente la tarea de montaje en fases posteriores. Por ello, es muy recomendable emplear el tiempo necesario en una presentación previa que proporcione una idea de la estructura final del armario antes de decidir cuáles son los mecanizados definitivo que se deben llevar a cabo antes del comienzo del proceso de conexión de los dispositivos.

Esta preparación consta, principalmente, de las siguientes fases de trabajo:

- **Preparación del arrojamiento del armario para su montaje en línea:**
Ya sea mediante la construcción de soportes o mediante la colocación de elementos auxiliares de suspensión.
- **Realización de agujeros pasacables:**
Teniendo la información de los conductores que deben entrar o salir del armario, se realizarán los agujeros precisos en la zona del armario para evitar los recorridos innecesarios en el exterior de la instalación.
- **Instalar las guías de montaje:**
En la placa de montaje, se deben instalar las guías que serán necesarias para llevar a cabo la fijación de los elementos constitutivos del esquema eléctrico.
- **Llevar a cabo el mecanizado preciso para colocar los interfaces de manipulación exterior:**
Para instalar los accionadores o elementos de control que deben ser accesibles desde el exterior con el armario o pupitre cerrado, se han de ubicar en las zonas previstas y se ha de posibilitar su instalación posterior.
- **Montar las canaletas por las que se va a instalar el conductor en la placa de montaje y otras zonas del armario, si es susceptible.**

12.1 Elección de materiales

En función de los planos y esquemas eléctricos que se aporta en el proyecto, se elegirán los materiales apropiados para desarrollar el proyecto, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Elección del grado de protección de la envolvente, dependiendo de las características del local donde estará situada (humedad, choques mecánicos, polvo, etc.)
- Sistema de entrada de cables al cuadro, por tubo o canaleta.
- Elección del calibre de los aparatos de protección en función de la potencia nominal de los circuitos.
- Sistema de sujeción de conductores en el interior del cuadro, brazaletes, bridas, canaletas, etc.

- Climatización natural o forzada de la envolvente, según las condiciones externas e internas a las que está sometida.
- Embarrados.

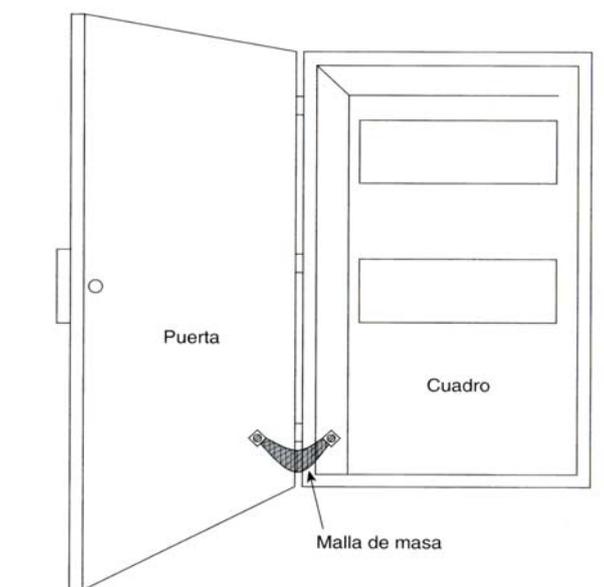
12.2 Construcción (mecanizado y cableado)

Una vez que se hayan elegido los materiales, se pasa a la construcción del cuadro. Las envolventes se mecanizan teniendo en cuenta los planos de situación. El proceso de construcción se realizan en dos tipos:

- Tipo cofre para automatismos
- Tipo cuadros de distribución

12.2.1 CONSTRUCCIÓN TIPO COFRE PARA AUTOMATISMOS

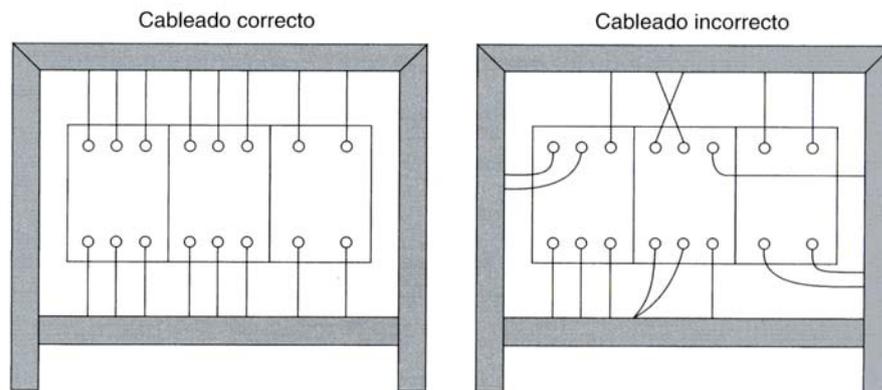
1. Inicialmente se mecaniza la puerta para la colocación de instrumentos de medidas, de maniobra o protección, y los laterales para la entrada de cables por tubos o canaletas.
2. Sobre la placa de fondo, se colocan las canaletas o brazaletes para la fijación de cables, además de los raíles para los aparatos y regleteros.
3. Se fijan todos los elementos que intervienen en el cuadro, tanto los de la tapa como los de la placa.
4. Con la placa del cuadro, se realiza el cableado entre los elementos que esta contiene.
5. Seguidamente se coloca en el interior y se cablean los elementos de la puerta, entre sí y con los del interior.
6. La puerta será puesta a masa con una malla plana de cable desnudo trenzado, lo más corta y ancha posible.



Fijación de la malla de masa

7. Para realizar correctamente el cableado, se tiene en cuenta que los conductores eléctricos no pasen por la parte superior de los aparatos, o realicen cruces innecesarios, que dificulten su extracción en las tareas de mantenimiento. La

mejor forma de cablear es realizar las salidas de cable en vertical desde las canaleta superior e inferior. La salida de cable en horizontal solamente se realizará en aquellos casos que sean absolutamente necesario.

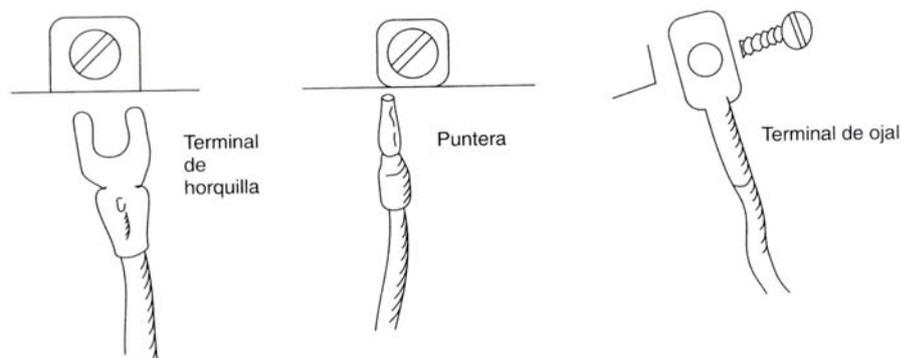


Entrada y salida de cables en la canaleta.

Nota: Al hablar de cableado, se hace referencia tanto a la conexión de conductores eléctricos entre bornes de aparatos, como a la colocación de punteras y su numeración con anillas alfanuméricas.

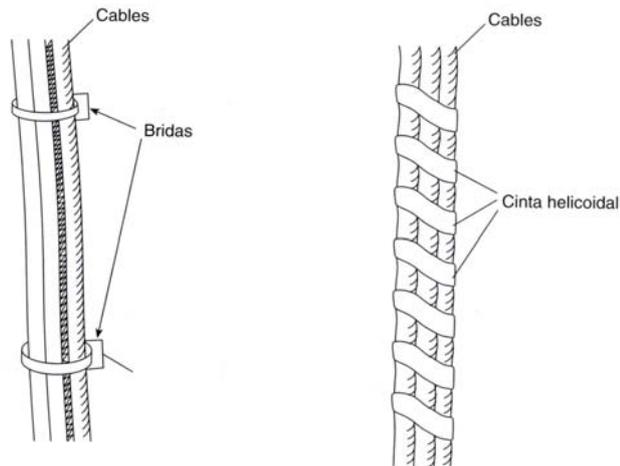
12.2.2 CONSTRUCCIÓN CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

1. En este tipo de cuadros el mecanizado se limita a realizar los orificios para la entrada de cables, por tubo o canaleta, ya que generalmente las tapas están petroqueladas y el chasis tiene instalado los raíles normalizados para los aparatos eléctricos.
2. Los interruptores automáticos de caja moldeada son instalados en los soportes adecuados que el fabricante de la envolvente proporciona.
3. Si el armario tiene embarrado, se fija sobre unidad funcional de destino.
4. Los aparatos de maniobra y protección se colocan sobre raíles o piezas de sujeción de la envolvente.
5. El cableado se realiza una vez que han sido fijados todos los elementos al chasis, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:
 - Todos los conductores llevarán terminales o punteras adecuadas a sus secciones.



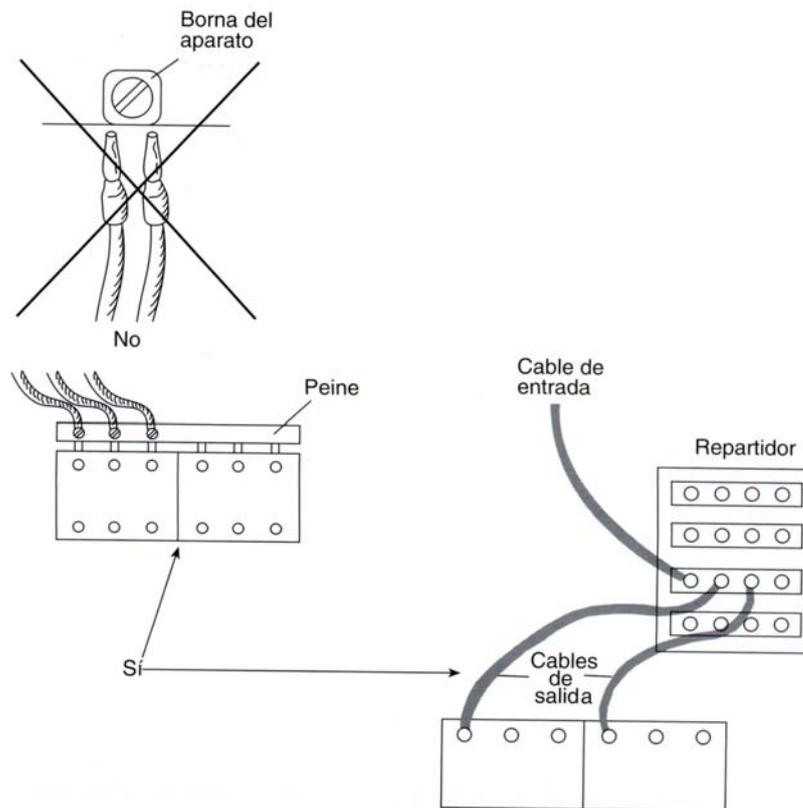
Diferentes tipos de conexiones con terminales y punteros.

- Si no existen canales de fijación o brazaletes, se hacen mazos de cables con bridas o cinta helicoidal, separándolos por circuitos afines: fuerza, alumbrado, máquinas, etc.



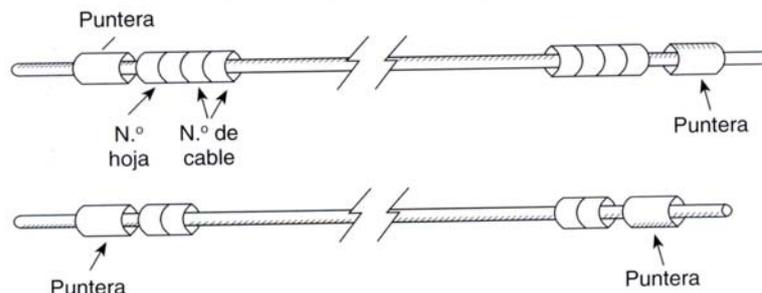
Mazos de cables

- Se tiene en cuenta, que los conductores de potencia que necesitan gran aireación, están separados de los demás para evitar su calentamiento.
- No se conecta más de un cable de potencia a un borne. Si es necesario hacer puentes, se utilizarán peines o un repartidor de cables, al que se conecta el general y de él salen todos los que llegan a los aparatos secundarios.



Repartición de conductores

- Cada conductor se identifica, en sus dos extremos, con anillas alfanuméricas de acuerdo al esquema desarrollado.



Colocación de punteras y anillos identificadores de cables.

12.3 Comprobación y ensayo en vacío

Antes de proceder al montaje definitivo del cuadro en el sector, se hace necesario su comprobación en vacío, que verifique su correcto funcionamiento. El proceso a seguir será el siguiente:

12.3.1 CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

1. Se comprueban todas las conexiones eléctricas en los bornes de los aparatos y regleteros. Con un destornillador, o herramienta adecuada, se aprietan de nuevo todos los tornillos, a los que se lea haya conectado conductores.
2. Con todos los interruptores automáticos en OFF, conectar un cable-manguera a la entrada del interruptor principal o barras repartidoras.
3. Se conecta a la red eléctrica adecuada, bifásica, trifásica, trifásica con neutro, etc.
4. El interruptor general se pone en posición ON y con un polímetro o pinza amperimétrica, en la posición de Vca, comprobar, según el esquema, los puntos que están bajo tensión. Si alguno falla, proceder a su reparación.
5. Con los interruptores automáticos de cada una de las líneas individuales en OFF, se sube el mando del diferencial correspondiente. Con el aparato de medida comprobar los puntos que están bajo tensión.
6. Subiendo cada uno de los interruptores automáticos, comprobar con el polímetro si existe tensión en las regletas de salida.
7. Si es superado todo lo anterior con éxito, el cuadro está preparado para ser instalado en el sector.

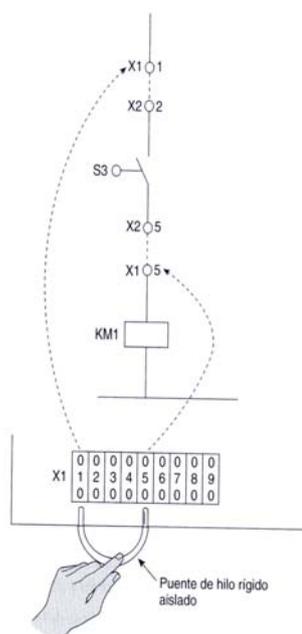
12.3.2 CUADROS DE AUTOMATISMOS

Las operaciones de la 1 a la 3 coinciden con las realizadas para los cuadros de distribución.

Para el ensayo en los cuadros de automatismos, tanto programados como cableados, se procede de la siguiente manera:

- **Comprobación del circuito de mando**

1. Con el circuito, el interruptor o fusibles del circuito de fuerza desconectado, se alimenta las fases L1, L2 o L1-N que ponen bajo tensión el circuito de mando.
2. Se comprueban todas las líneas de la maniobra, accionando los captadores, situados en la puerta del propio cuadro, o simulando, con puentes en el Regletero, la acción de los que están fuera de él, por ejemplo los finales de carrera.
3. Una vez verificado el funcionamiento de la maniobra, se pasa a comprobar el circuito de fuerza.



Simulación de los elementos situados en el exterior del cuadro.

- **Comprobación del circuito de fuerza**

1. En todas las regletas de salida del circuito de potencia, que alimentarán receptores en un futuro, se conecta una lámpara en paralelo.
2. Con el interruptor, o fusible, del circuito de mando desconectado, se alimenta el circuito poniendo en ON el interruptor automático de fuerza.
3. Accionando manualmente y de forma individual, sobre el martillo de cada uno de los contactores, se comprueba que las lámparas correspondientes se encienden. Si todo es correcto se pasa a la comprobación conjunta de ambos circuitos.

- **Comprobación conjunta del circuito de fuerza y mando**

1. Manteniendo las lámparas conectadas al circuito de fuerza, como se indica en el punto 1 anterior, se procede a accionar los interruptores automáticos, o fusibles, de fuerza y mando.

2. Actuando sobre los captadores de la puerta y simulando, con puentes en el Regletero, los que están en el exterior, se comprueba que el comportamiento del automatismo es el previsto en la secuencia de funcionamiento.
3. Si el cableado es correcto, la comprobación en vacío se da por finalizada y se procede a su montaje en la instalación real.

12.4 Instalación

Esta operación consiste en colocar el cuadro en la parte de la instalación que le corresponde. En ella se realizan principalmente los siguientes trabajos:

- Fijación mural o sobre suelo de la envolvente.
- Adaptación de las canalizaciones para la entrada de cables.
- Conexión de la red eléctrica general, receptores y elementos de la máquina.
- Conexión de todas las partes metálicas a la masa de referencia, para evitar 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.

12.5 Ensayo en carga. Puesta en marcha

Es la última operación del proyecto. Después de la pertinentes comprobaciones en vacío y su montaje en el sector, la prueba definitiva será la puesta en marcha de cada uno de los cuadros con las cargas reales que han de controlar y gestionar.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Alimentación de los cuadros de distribución, inicialmente los generales o primarios, en segundo lugar los secundarios y por último los del tipo terminal.
2. Comprobación de cada una de la línea de forma individual, poniendo en la posición ON sus respectivos interruptores automáticos.
 - Las líneas de alumbrado se verifican accionando sobre los mecanismos de control de las luminarias.
 - Las de fuerza, comprobando con un polímetro, en la posición de Vca, cada una de las bases de enchufe, tanto bifásicas como trifásicas.
3. Los cuadros de automatismos, que controlen máquinas rotativas, deben ser comprobados con detenimiento para evitar deterioros en la maquinaria y futuros accidentes a los operarios que las gestionen.

En las máquinas que intervienen el sentido de giro de su motor, en algún momento de la secuencia de funcionamiento, será necesario arrancarlo manualmente, para comprobar que el giro corresponde al contactor asignado.

12.6 Recuerda

Una de las tareas básicas a la hora de realizar el montaje e instalación de un cuadro de maniobra y control es el cableado, tanto de los elementos entre sí dentro del armario, como de los armarios entre sí.

Como se ha visto en puntos anteriores, tras conocer el esquema eléctrico que se va a instalar, se deben llevar a cabo los pasos tendentes a plasmar este esquema en la realidad.

Cuando se habla de elementos conductores se tiene que tener en cuenta la importancia que tiene la elección del cable adecuado y su conexión bajo el cumplimiento de normas. Es por ello que, con el objetivo de clarificar cómo se debe efectuar la elección y la manipulación de los conductores en toda su tipología.

Si los conductores que alimenta los circuitos son de gran longitud, es conveniente aumentar su sección, con el fin de reducir al máximo la caída de tensión. Si también es muy grande la longitud del cable hasta el circuito de mando, éste deberá trabajar a una tensión más baja.

En todos los, armarios, cofres y en general en todos los equipos con elementos metálicos existe un borne con su referencia para la conexión de las masas al conductor exterior de protección, es necesario llevar a cabo todas estas conexiones a masa .

Es muy importante que el equipo, cuadro, cofres, armarios, etc., debe fijarse de forma fuerte y sólida a su lugar de ubicación (pared, suelo, soporte), de manera que no pueda descolgarse, moverse o caerse.

Debe evitarse, siempre que sea posible, fijar el equipo a elementos que produzcan o sufran vibraciones o golpes. Éstos pueden afectar a su funcionamiento. En caso necesario, habrá que disponer algún sistema de amortiguación de la vibración.

Es aconsejable verificar que las piezas de cierre de los cuadros, cofres, armarios, o cualquier otro lugar donde esté ubicado el equipo funcionan correctamente. De igual manera, debe comprobarse que la estanqueidad de las juntas es correcta (si se trata de material estanco).

Antes de accionar el dispositivo de puesta en marcha, es necesario realizar una serie de comprobaciones más, imprescindibles para un buen desarrollo del funcionamiento de la instalación. El polímetro es un instrumento de medida que puede servirnos perfectamente para realizar estas comprobaciones.

Una vez conectados los conductores de alimentación al equipo hay que comprobar que la tensión en los bornes correspondientes se ajusta a lo establecido. Cuando accionemos el seccionador, si lo hubiere, debemos verificar que todos sus contactos cierran perfectamente y que hay tensión en las entradas de los aparatos eléctricos que según el esquema eléctrico, deban recibirlo.

Debemos comprobar que todos los fusibles del cuadro ó armario son del tamaño y del calibre necesario de acuerdo con los elementos que deben proteger y, se encuentren acoplados perfectamente en sus respectivos lugares y no estropeados ó abiertos.