

1

Envolventes y cuadros eléctricos

vamos a conocer...

1. Clasificación de las envolventes
2. Aspectos constructivos
3. Elementos de cableado y conexión
4. Elementos para la climatización
5. Elementos auxiliares
6. Compartimentación
7. Entrada de cables
8. Consideraciones técnicas de montaje e instalación para evitar las perturbaciones electromagnéticas

PRÁCTICA PROFESIONAL 1

Preparación de un mazo de cables

PRÁCTICA PROFESIONAL 2

Engastado de terminales de gran sección

MUNDO TÉCNICO

Grados de protección IP



y al finalizar..

- Conocerás qué son las envolventes eléctricas y los elementos que las constituyen.
- Entenderás cuál es la clasificación de los cuadros eléctricos en una instalación.
- Conocerás cuáles son los sistemas habituales de cableado en los cuadros eléctricos.
- Serás capaz de identificar los grados de protección de una envolvente.

Clasificación de las envolventes

- a) **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) **Aislantes.** Construidos de poliéster con fibra de vidrio. Suelen ser tipo cofre o armarios de fijación mural bien empotrada o en superficie.

Montaje funcional

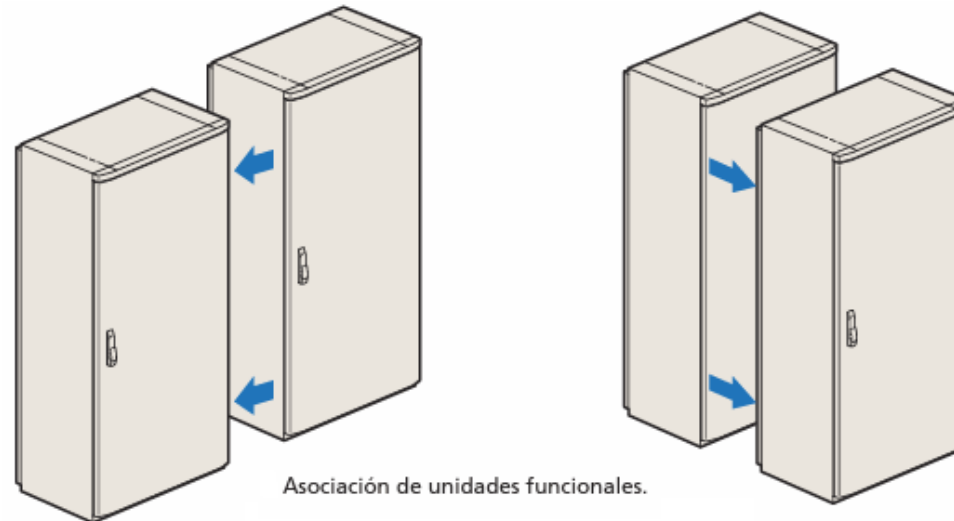
- a) **Cuadros monomodulares.** Son aquellos que se presentan como una sola unidad funcional sin posibilidades de expansión, tanto interna como externamente.

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

- b) **Cuadros multimodulares.** Tienen como principal característica las posibilidades de ampliación y acoplamiento con otros módulos del mismo tipo.



Cuadro modular



Asociación de unidades funcionales.

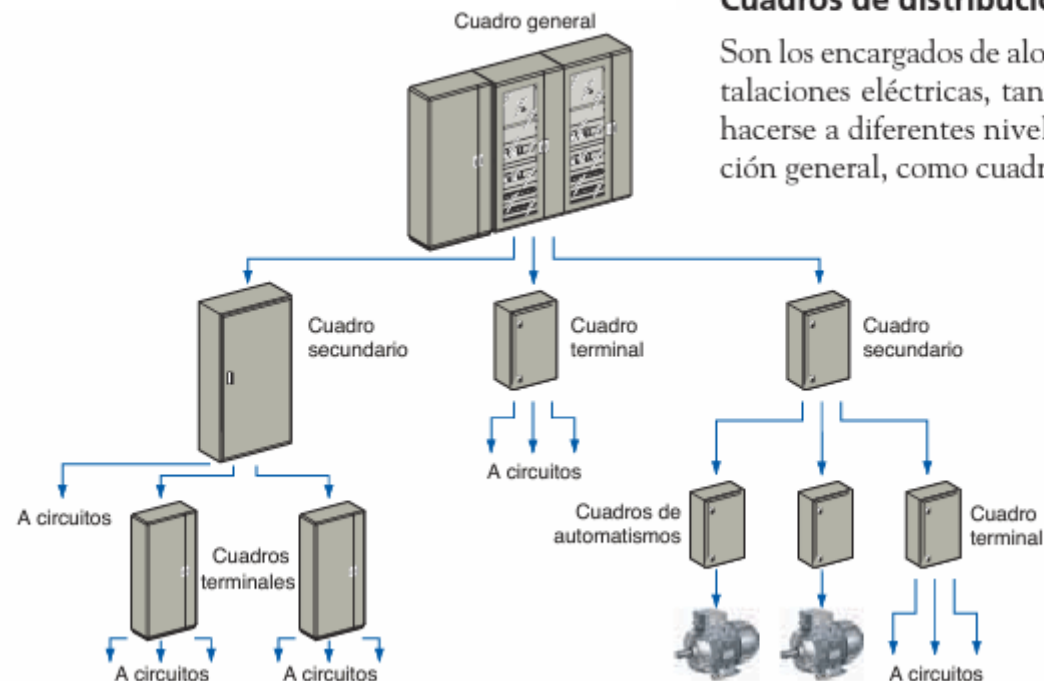
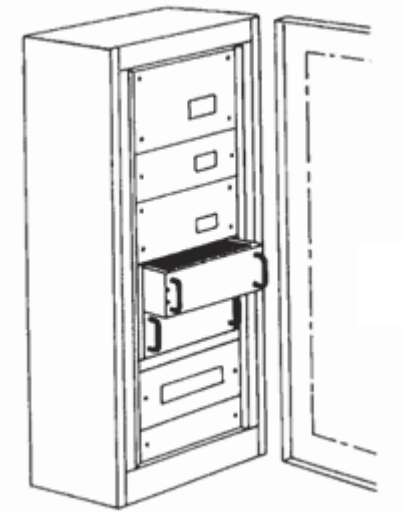
Montaje funcional

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.

saber más

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



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.

Cubrebornes y cajas de abonado

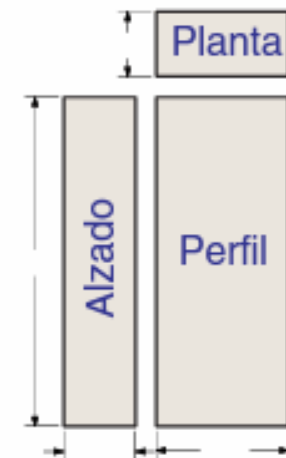
Se utilizan en instalaciones de baja potencia para alojar interruptores o protecciones de equipos domésticos y pequeñas máquinas. Pueden instalarse en superficie o empotrados.

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.

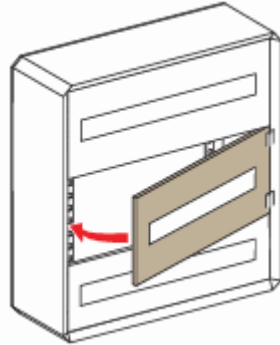
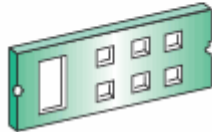


Cofres para automatismos



Aspectos constructivos

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



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.

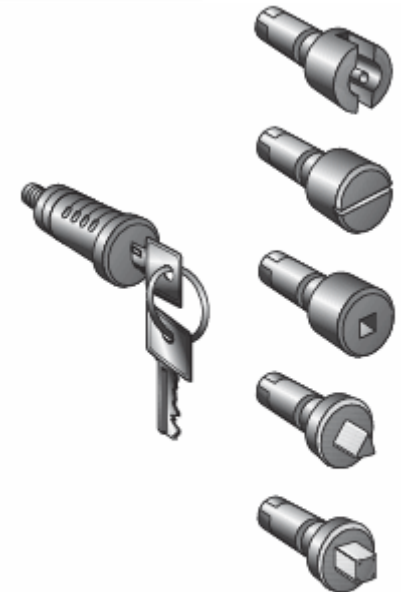
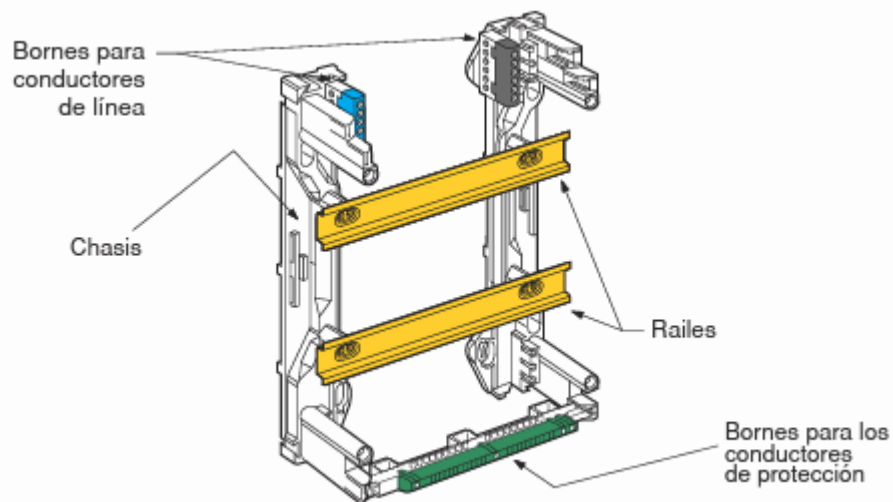
Pueden ser de material plástico o metálicas.

Puertas

Las puertas sirven para cerrar el armario, evitando el acceso de personas no autorizadas a los aparatos eléctricos del interior.

Chasis

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



Diferentes tipos de cierres para las puertas de los cuadros eléctricos.

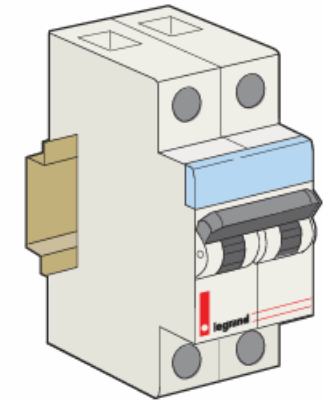
Aspectos constructivos

Perfiles

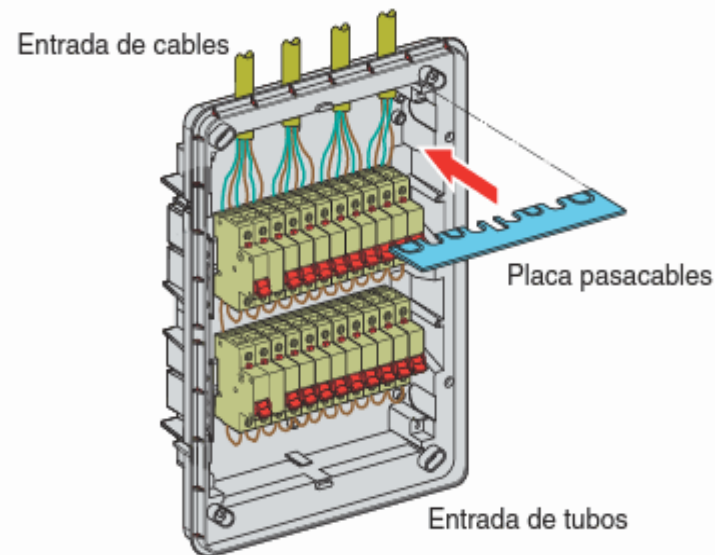
El perfil o carril es una pletina doblada que se utiliza para la fijación elementos en cuadros eléctricos. Se fija en el fondo del armario, o en el chasis, con remaches, tornillos o piezas especiales.

Placas pasacables

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



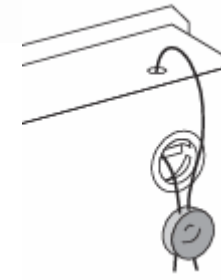
Detalle de aparato eléctrico fijado sobre perfil.



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.



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 solo se consigue un buen efecto estético, sino que se evita la introducción de objetos y polvo aumentando el grado de protección IP.

Aspectos constructivos

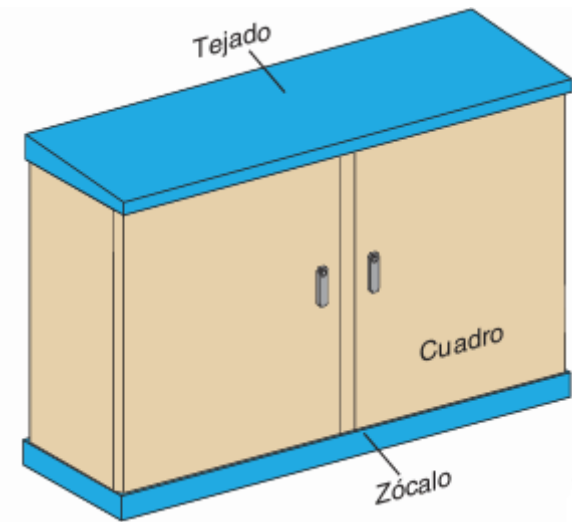
Tejado

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

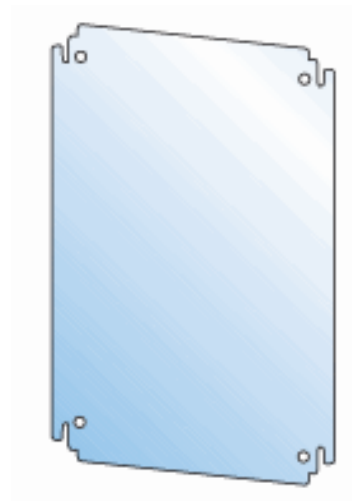
El tejado es obligatorio siempre que el cuadro se encuentre instalado en el exterior.

Placas

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

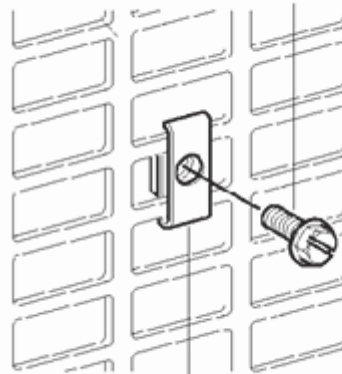


1. **Placa lisa.** De material plástico o metálica. Necesita mecanizado para la fijación de los elementos que intervienen en la composición del cuadro.

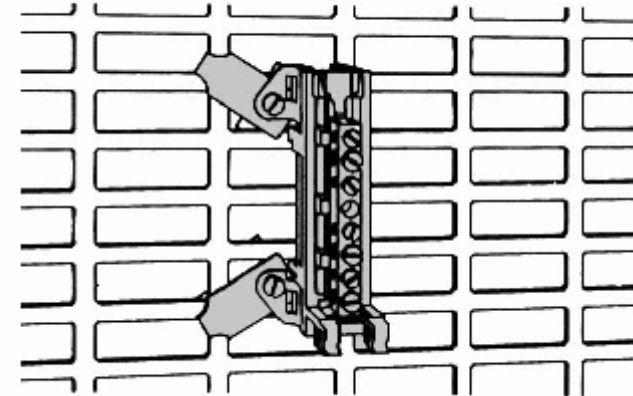


2. **Placa perforada.** Es una placa soporte, de una sola pieza, que no necesita mecanizado. Permite el montaje rápido de los aparatos eléctricos, con unos accesorios llamados tuercas-clip.

Placa perforada Tornillo



Tuerca-clip

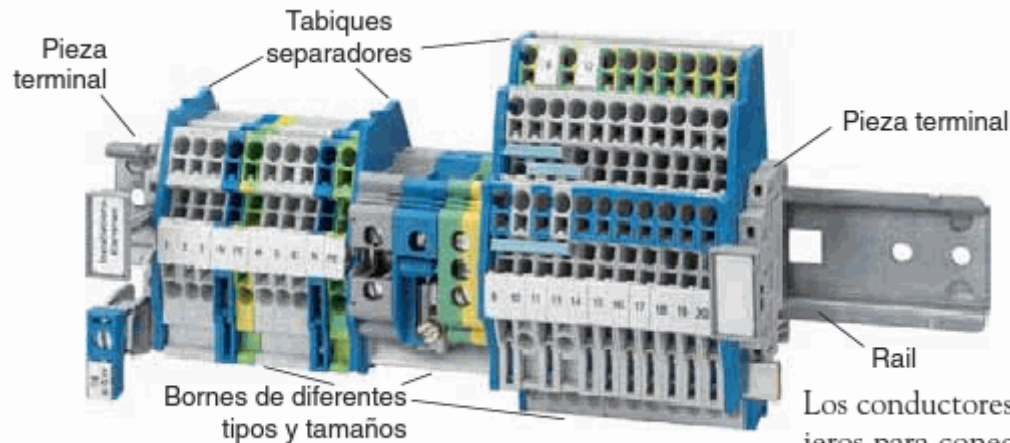


Elementos de cableado y conexión

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.

Regletero

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



saber más

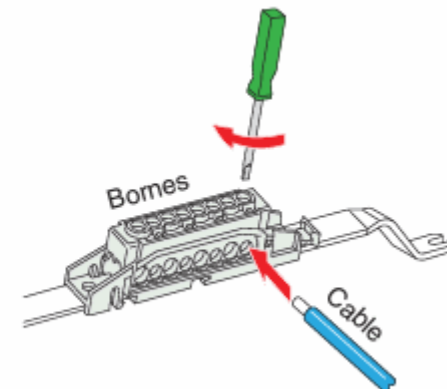
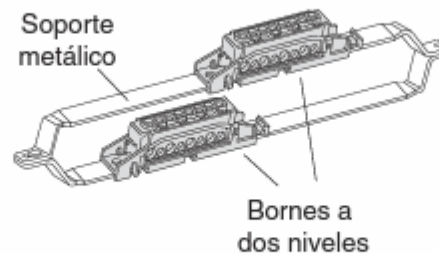
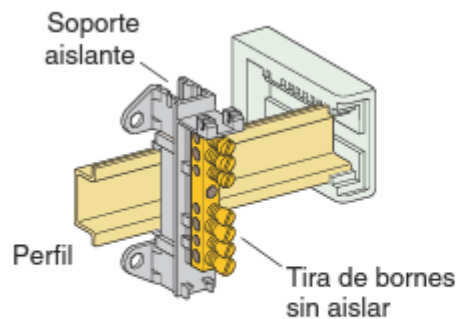
Los conductores de gran sección requieren bornes de dimensiones adecuadas como los de la figura.



Tiras de bornes

Los conductores de neutro y protección pueden tener bornes 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 tira de bornes fija en la propia caja, destinada a la conexión del conductor de toma de tierra. Los armarios mayores permiten la



Elementos de cableado y conexión

Marcado de bornes

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.



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

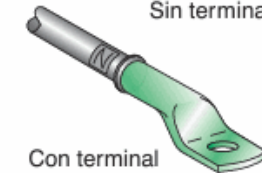


Marcado de cables

MARCAJE DE CABLES

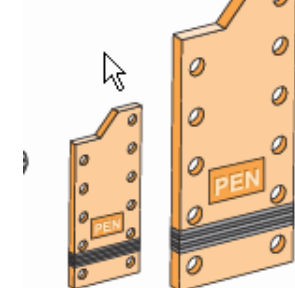


Sin terminal

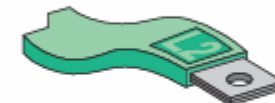


Con terminal

MARCAJE DE BARRAS



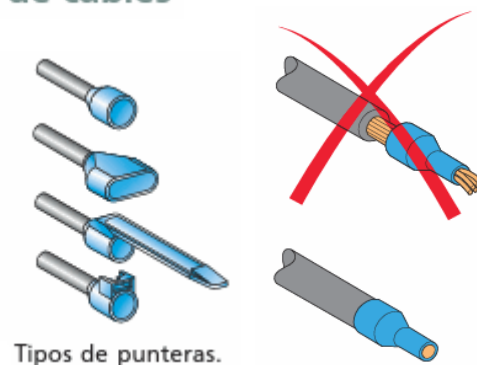
Rígidas



Flexibles

Elementos de cableado y conexión

Terminación de cables

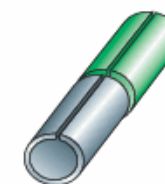


Tipos de punteras.



De horquilla

Tipos de terminales.



Manguito de empalme



Terminal de ojal



De lámina

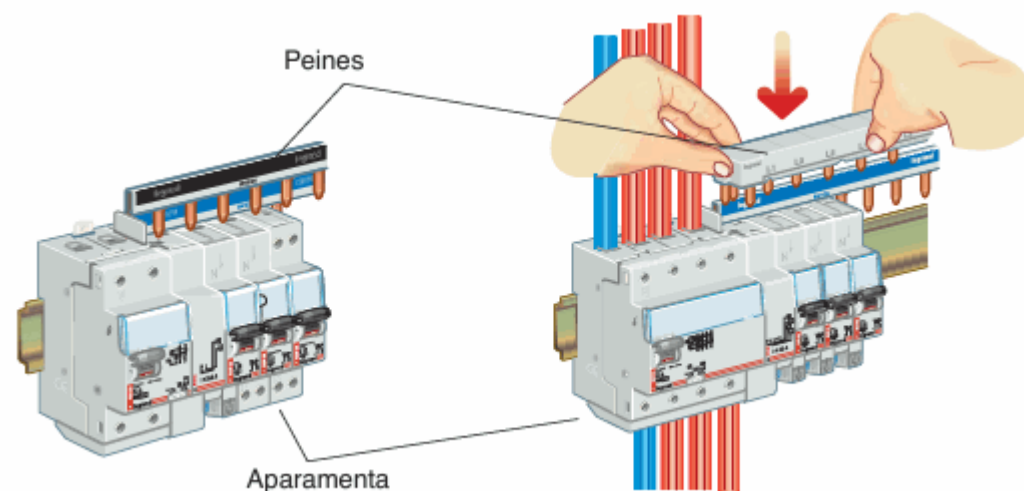
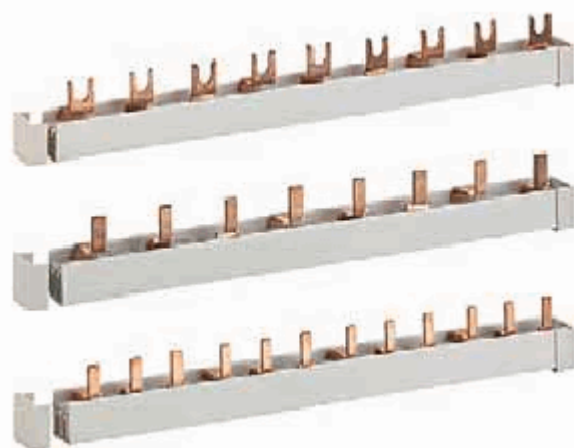


De pin afilado

Sistemas de conexión rápida

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.



Elementos de cableado y conexión

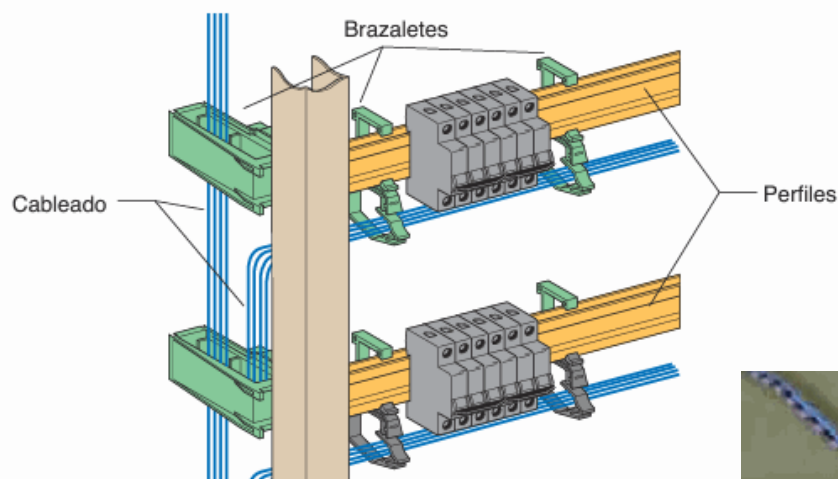
Fijación del cableado

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.

Brazaletes

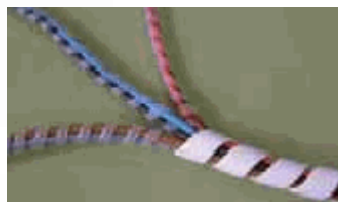
Sirven para realizar cableados al aire, con mangueras de conductores de gran sección, que necesitan una buena disipación térmica.



Espirales

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

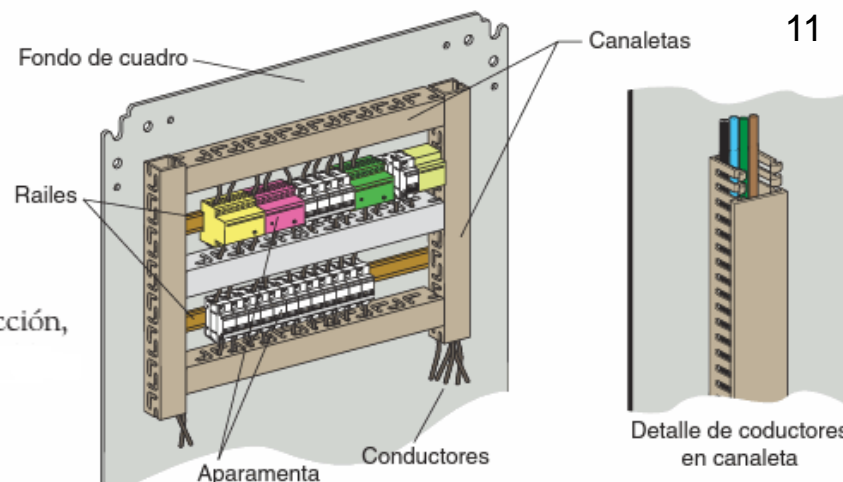
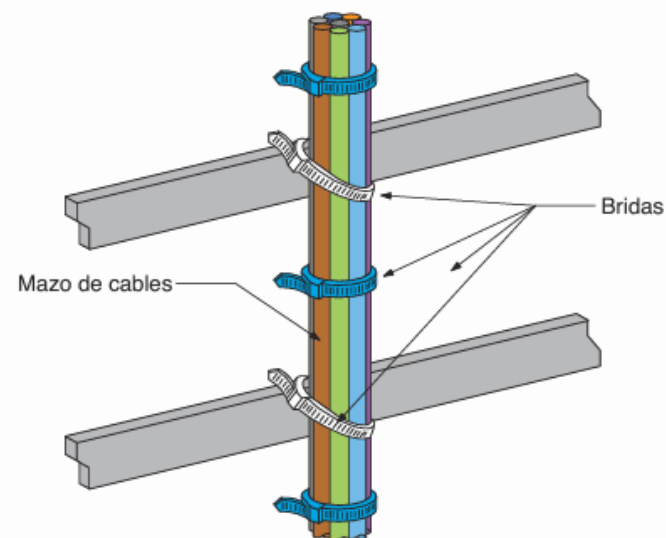
Se utilizan en cuadros de automatismos para dar libertad de movimientos a las puertas o portezuelas.



Bridas

Son cintas de nailon, 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.

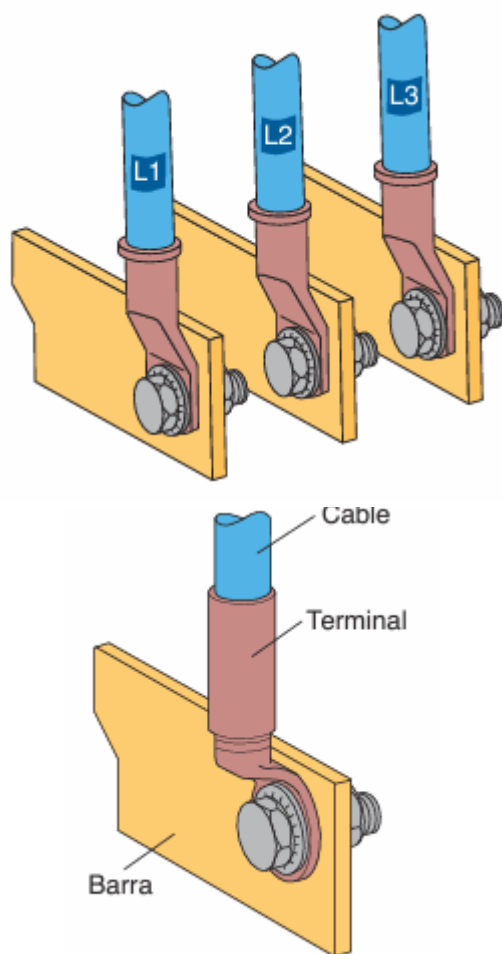


Elementos de cableado y conexión

Embarrados

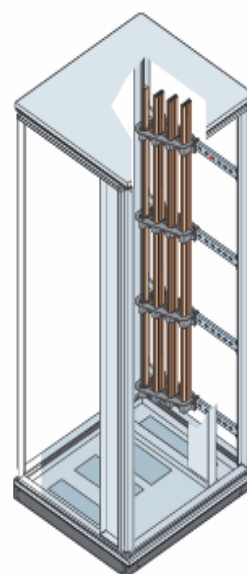
Los embarrados son los encargados de suministrar la energía eléctrica al cuadro. Están formados por un determinado número de barras que dependerá del sistema de alimentación así, por ejemplo, un sistema trifásico con neutro dispondrá de cuatro barras, tres para las fases y una para el neutro.

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.

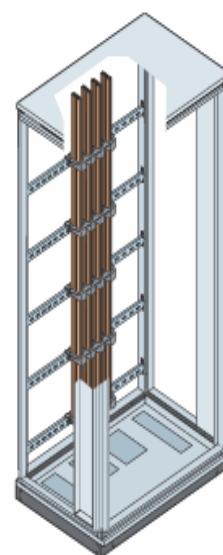


Conexión de cables a barras

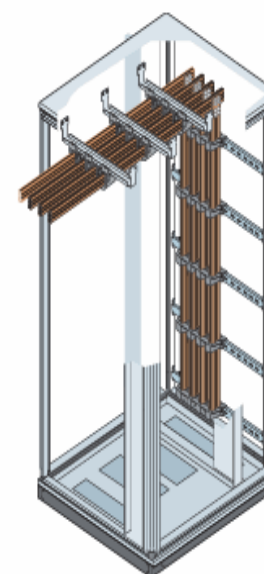
Diferentes formas de ubicar los embarrados



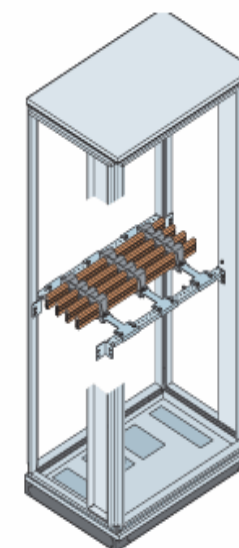
Embarrado
vertical lateral



Embarrado
vertical en fondo



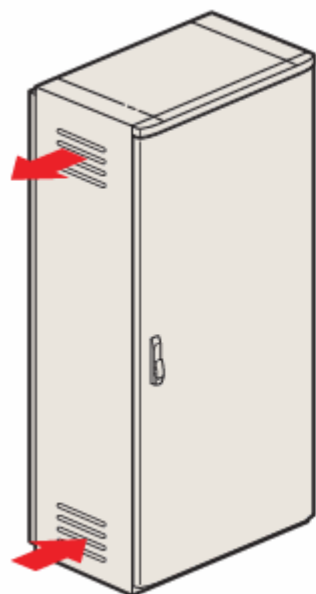
Embarrado
horizontal y vertical



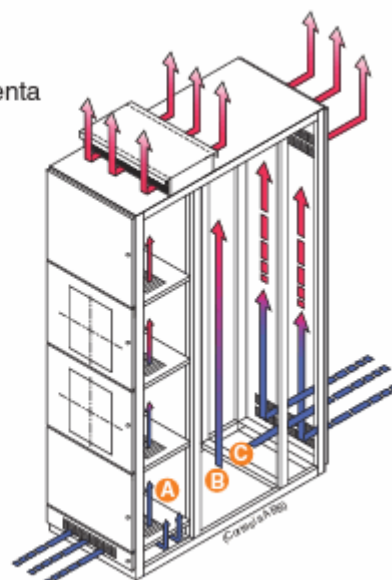
Embarrado
horizontal

Elementos para la climatización

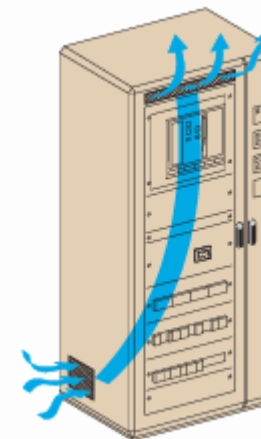
Climatización natural



A = Zona de aparamenta
B = Zona de barras
C = Zona de cables

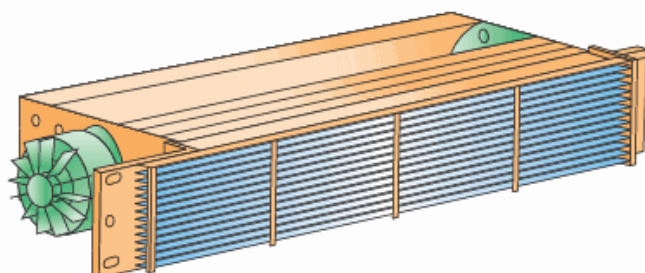


Climatización forzada



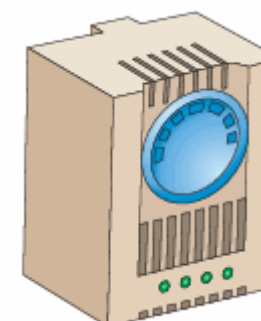
Ventiladores

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



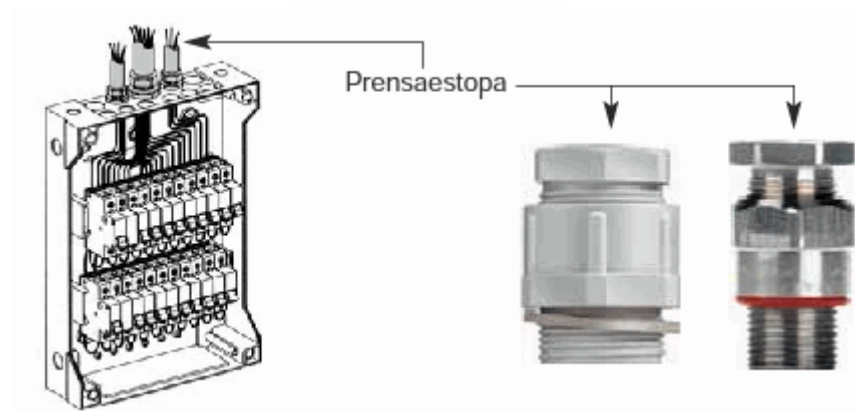
Termostatos

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

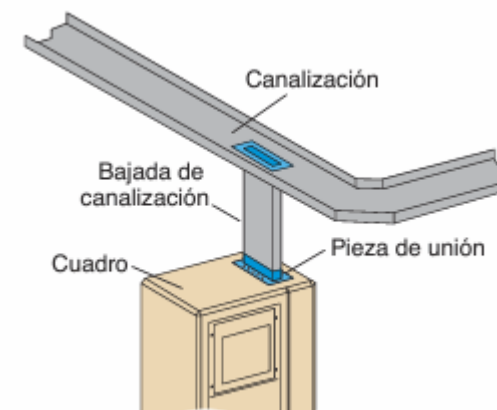


Entrada de cables

Unión de tubos

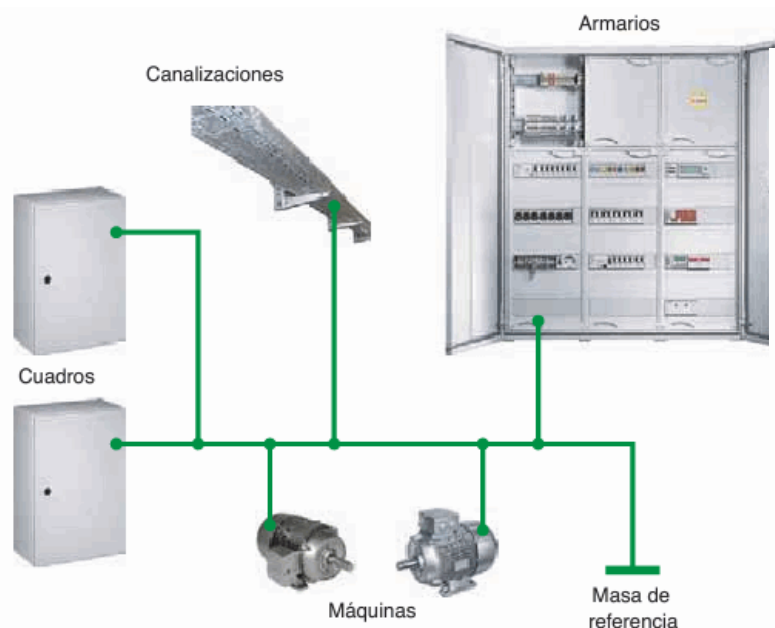


Unión de canaletas y bandejas

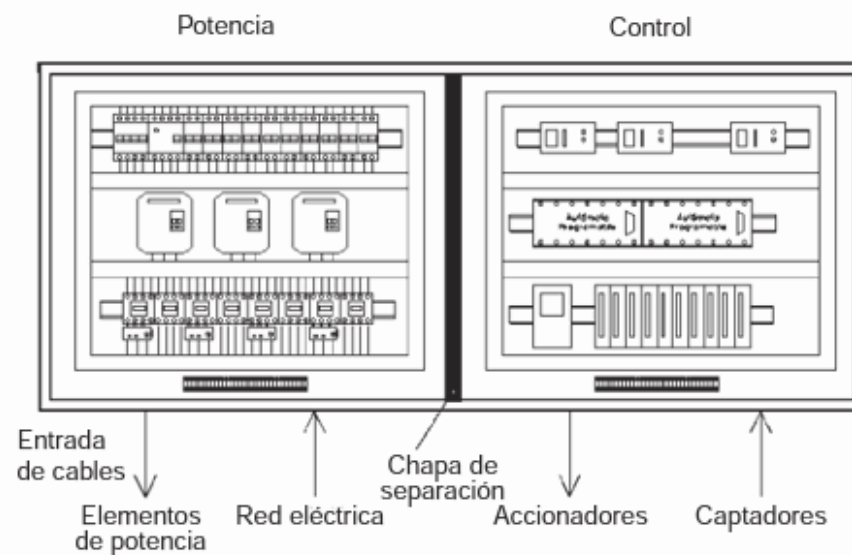


Masa de referencia

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



Entrada de cables en el armario



- **Cuadros primarios de distribución**

Los cuadros primarios de distribución, también denominados Cuadros de potencia (Power Centers, PC) normalmente se encuentran en el lado de carga de los transformadores MT/BT o de los generadores.

Estos cuadros incluyen una o más unidades de entrada, interruptores de acoplamiento de barras y un número relativamente reducido de unidades de salida.



- **Cuadros secundarios de distribución**

Los cuadros secundarios de distribución incluyen una amplia categoría de cuadros destinados a la distribución de la energía y normalmente están equipados con una unidad de entrada y varias unidades de salida.



- **Cuadros de control de motores**

Los cuadros de control de motores están destinados al control y protección centralizada de motores. Por esta razón incluyen el equipo coordinado de maniobra y protección relevante, así como equipos de control auxiliar y señalización. También se denominan Centros de control de motores (Motor Control Center, MCC)

Clasificación funcional

- **Cuadros de control, medición y protección**

Los cuadros de control, medición y protección están compuestos normalmente por pupitres que contienen principalmente equipos para el control, maniobra y medición de instalaciones y procesos industriales.

- **Cuadros integrados a la máquina**

Los cuadros integrados, también denominados cuadros de automatización, se asemejan a los anteriores desde el punto de vista funcional; están destinados a actuar como interfaz entre la fuente de alimentación y el operador. La serie de normas IEC 60204 establece otros requisitos para cuadros que forman parte integral de la máquina.






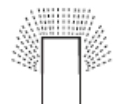

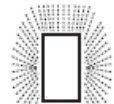
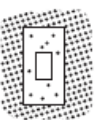

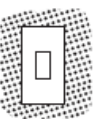

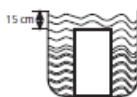
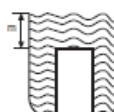


- **Cuadros para obras**

Los cuadros para obras tienen distintos tamaños, desde unidades sencillas con una toma hasta cuadros de distribución en envolvente metálica o en material aislante.

Estos cuadros normalmente son móviles o transportables.

Grado de protección IP

Primera cifra PROTECCIÓN CONTRA CUERPOS SÓLIDOS		Segunda cifra PROTECCIÓN CONTRA LÍQUIDOS	
IP	Prueba	IP	Prueba
0	Sin protección	0	Sin protección
1	 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm. (ej.: contactos involuntarios de la mano)	1	 Protegido contra la caída vertical de gotas de agua (condensación)
2	 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm. (ej.: dedos de la mano)	2	 Protegido contra la caída de gotas de agua hasta 15° de la vertical
3	 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm. (ej.: herramientas finas,...)	3	 Protegido contra la lluvia hasta 60° de la vertical
4	 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm. (ej.: herramientas, pequeños cables,...)	4	 Protegido contra las proyecciones de agua en todas direcciones
5	 Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5	 Protegido contra chorros de agua en todas direcciones
6	 Totalmente protegidos contra el polvo	6	 Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes de mar
		7	 Protegido contra la inmersión
		8	 Protegido contra los efectos prolongados de la inmersión bajo presión

Grado de protección IK

Código IK	Energía de choque (julios)
01	0,14
02	0,2
03	0,35
04	0,5
05	0,7
06	1
07	2
08	5
09	10
10	20

Grado de protección IP del cuadro

El código IP indica el grado de protección proporcionado por la envolvente contra el acceso a partes peligrosas, contra la introducción de objetos sólidos extraños y contra la entrada de agua.

Letras de código	Protección internacional
Primera cifra característica	Cifras 0 ... 6 o letra X
Segunda cifra característica	Cifras 0 ... 8 o letra X
Letra adicional (opcional)	Letras A, B, C, D
Letra suplementaria (opcional)	Letras H, M, S, W

	Protección del equipo	Contra el acceso a piezas peligrosas con:
Primera cifra característica (entrada de cuerpos sólidos extraños)	0	no protegido
	1 ≥ 50 mm de diámetro	dorso de la mano
	2 $\geq 12,5$ mm de diámetro	dedo
	3 $\geq 2,5$ mm de diámetro	herramienta
	4 ≥ 1 mm de diámetro	cable
	5 protegido contra el polvo	cable
	6 totalmente protegido contra el polvo	cable
Segunda cifra característica (entrada de agua)	0 no protegido	
	1 caída vertical	
	2 caída de gotas de agua (inclinación 15°)	
	3 lluvia	
	4 salpicadura de agua	
	5 chorro de agua	
	6 chorros potentes (similar a olas marinas)	
	7 inmersiones temporales	
	8 inmersión continua	

Grado de protección IP del cuadro

Letras de código	Protección internacional
Primera cifra característica	Cifras 0 ... 6 o letra X
Segunda cifra característica	Cifras 0 ... 8 o letra X
Letra adicional (opcional)	Letras A, B, C, D
Letra suplementaria (opcional)	Letras H, M, S, W

Letra adicional (opcional)	A	dorso de la mano
	B	dedo
	C	herramienta
	D	cable
Letra suplementaria (opcional)	H	equipos de alta tensión
	M	prueba con agua en equipos en marcha
	S	prueba con agua en equipos estacionarios
	W	condiciones atmosféricas

La letra adicional indica el grado de protección para las personas contra el acceso a partes peligrosas.

Las letras adicionales solo se utilizan:

- si la protección efectiva contra el acceso a partes peligrosas es superior a la indicada por la primera cifra característica;
- si se indica sólo la protección contra el acceso a partes peligrosas, la primera cifra característica es entonces sustituida por una X.

Esta protección superior puede deberse, por ejemplo, a la dotación de barreras, de aberturas de forma adecuada o de distancias internas en el interior de la envolvente.

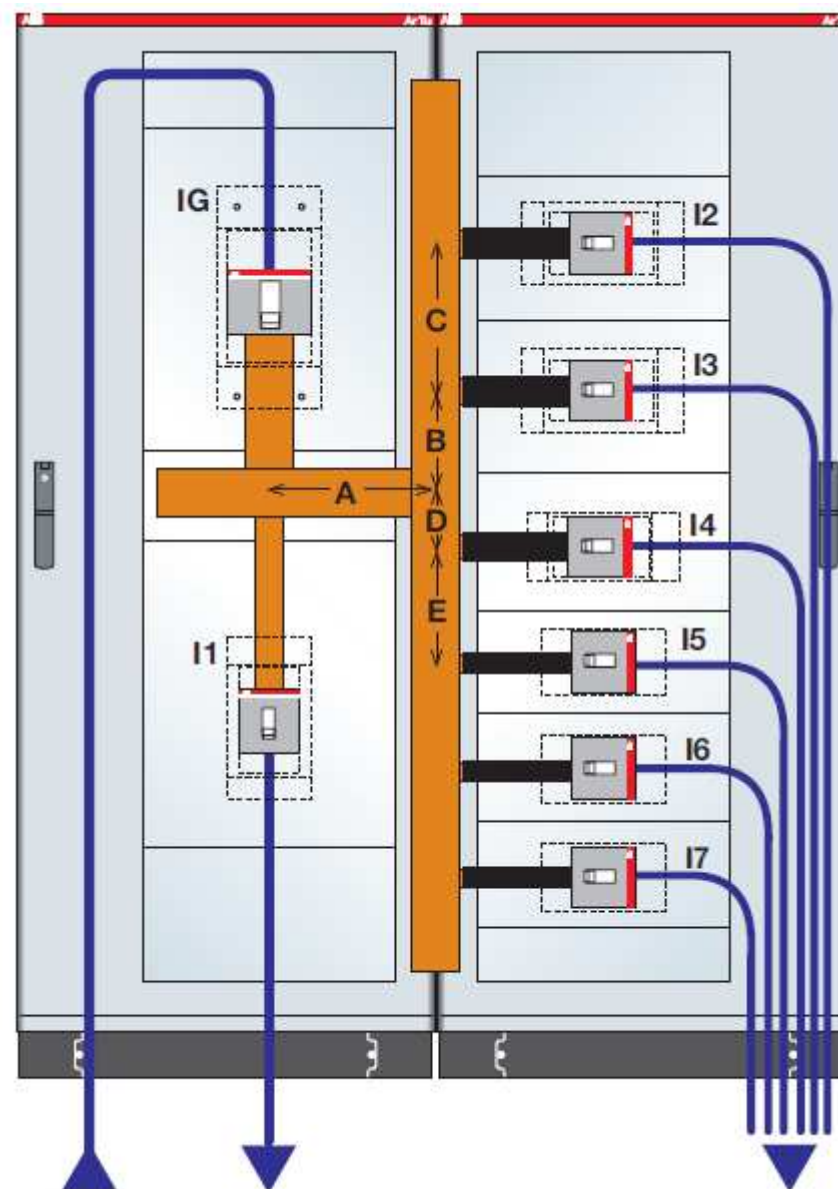
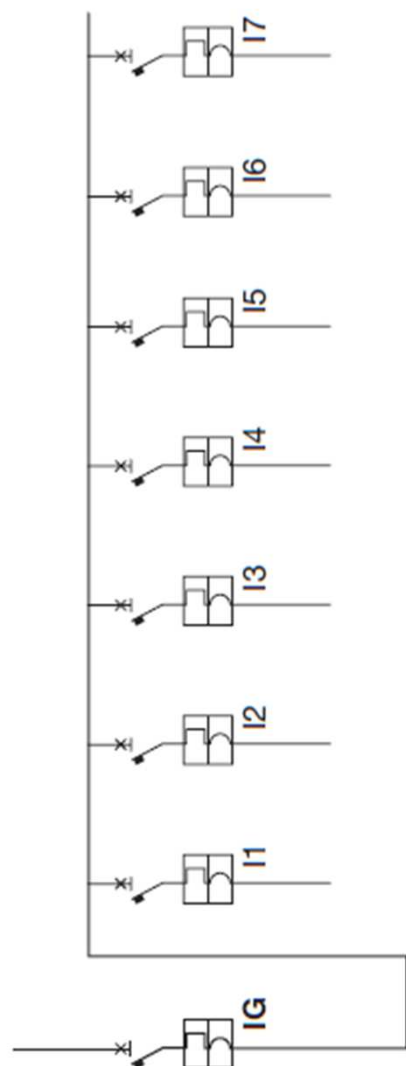
Grado de protección IP del cuadro

Factorías industriales	IP 31-41	IP 43	IP 65
acumuladores (fabricación)		•	
ácidos (fabricación y almacenamiento)		•	
bebidas alcohólicas (almacenamiento)		•	
alcohol (fabricación y almacenamiento)		•	
aluminio (fabricación y almacenamiento)			•
animales (crianza)			•
alquitrán para asfalto (almacenamiento)			•
fábricas de cerveza			•
cal (hornos)			•
carbón (almacenes)			•
combustibles (fabricación y almacenamiento)			•
papel (almacenamiento)	•		
papel (fabricación)		•	•
papel (preparación de la pulpa)			•
cartón (fabricación)		•	
líneas de embotellado			•
alquitrán (tratamiento)		•	
canteras			•
celulosa (fabricación de objetos)	•		
celulosa (fabricación)			•
cementeras			•
cloro (fabricación y almacenamiento)		•	
plantas de carbonización			•
pegamentos (fabricación)		•	
líquidos combustibles (almacenamiento)		•	
curtidurías			•
fertilizantes (fabricación y almacenamiento)			•

Factorías industriales	IP 31-41	IP 43	IP 65
grabado de metales		•	
lana (cardadura)			•
explotaciones lecheras			•
lavanderías		•	•
lavanderías públicas			•
madera (ebanistería)			•
líquidos halógenos (uso)	•		
líquidos inflamables (almacenamiento y uso)	•		
licores (fabricación)	•		
máquinas (salas de máquinas)	•		
carniceros			•
magnesio (fabricación, procesamiento y almacenamiento)	•		
materiales plásticos (fabricación)			•
mataderos			•
ladrillos (fábrica)			•
metales (tratamiento de metales)		•	
motores térmicos (pruebas)	•		
munición (polvorines)		•	
níquel (tratamiento de minerales)		•	
petróleo (extracción)	•		
cuero (fabricación y almacenamiento)	•		
peletería (separación)			•
pintura (fabricación y almacenamiento)		•	
fábrica de pólvora			•
sustancias químicas (fabricación)	•		•
perfumes (fabricación y almacenamiento)	•		
refinerías petrolíferas			•

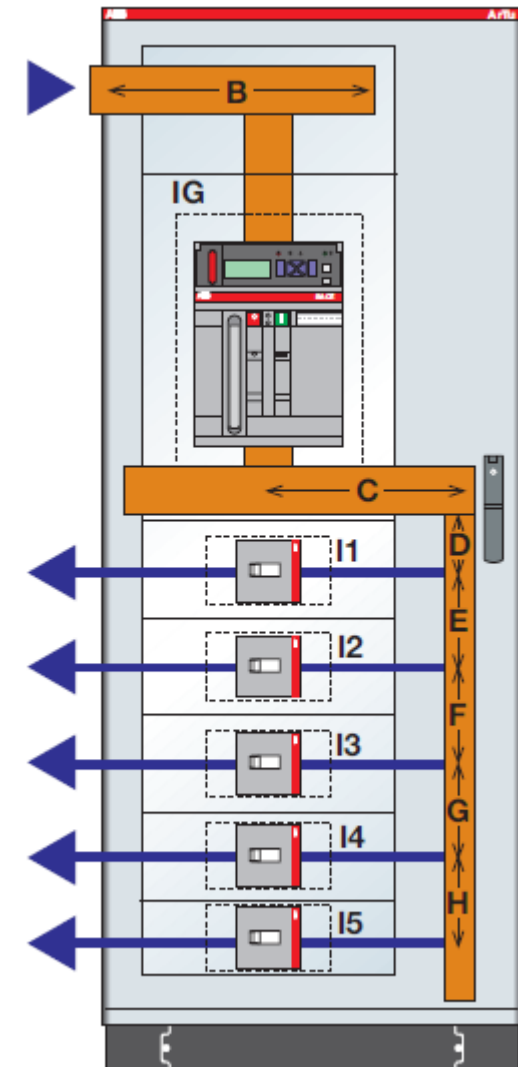
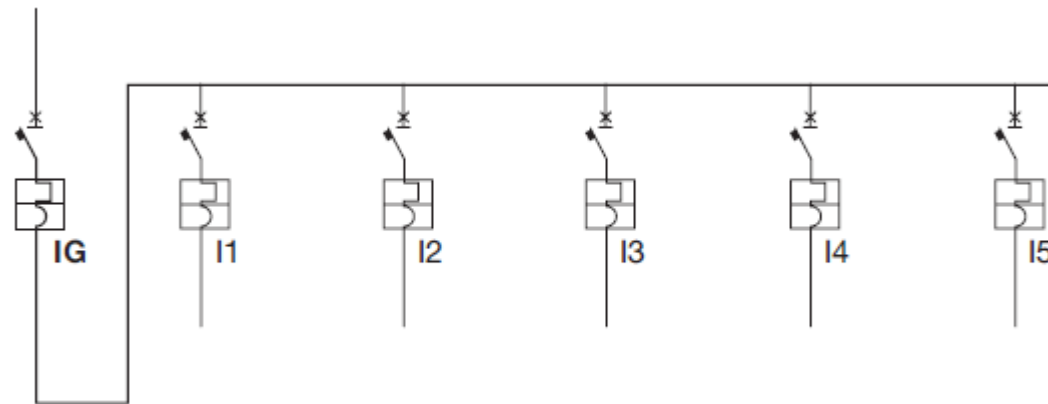
Ejemplo n.º 1

Diagrama unifilar



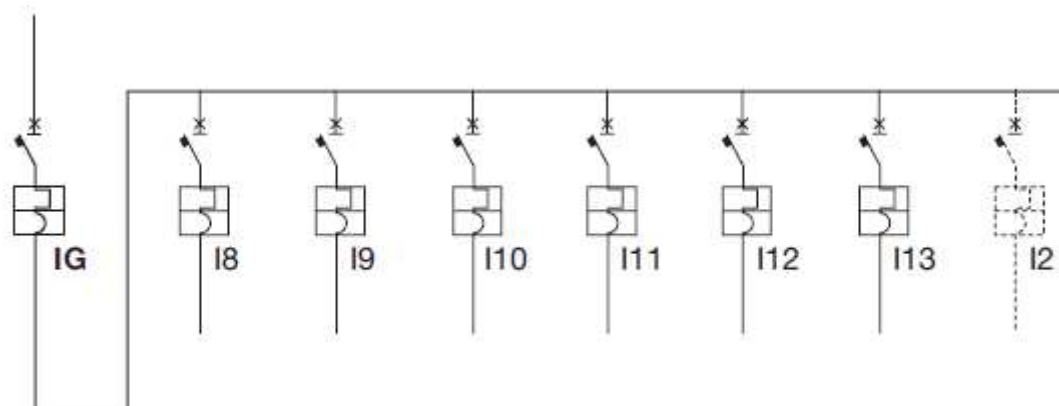
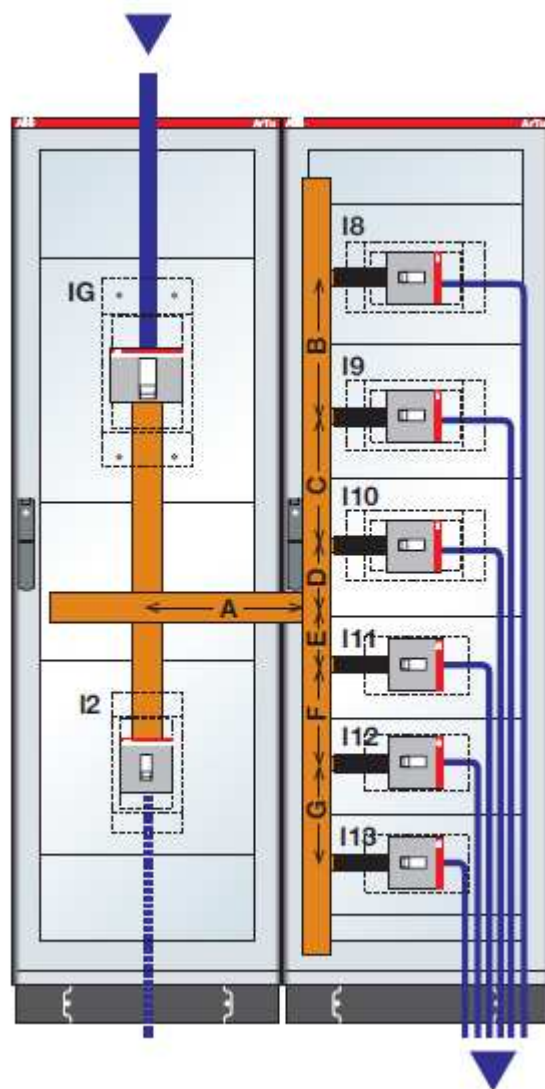
Ejemplo n.º 2

Diagrama unifilar



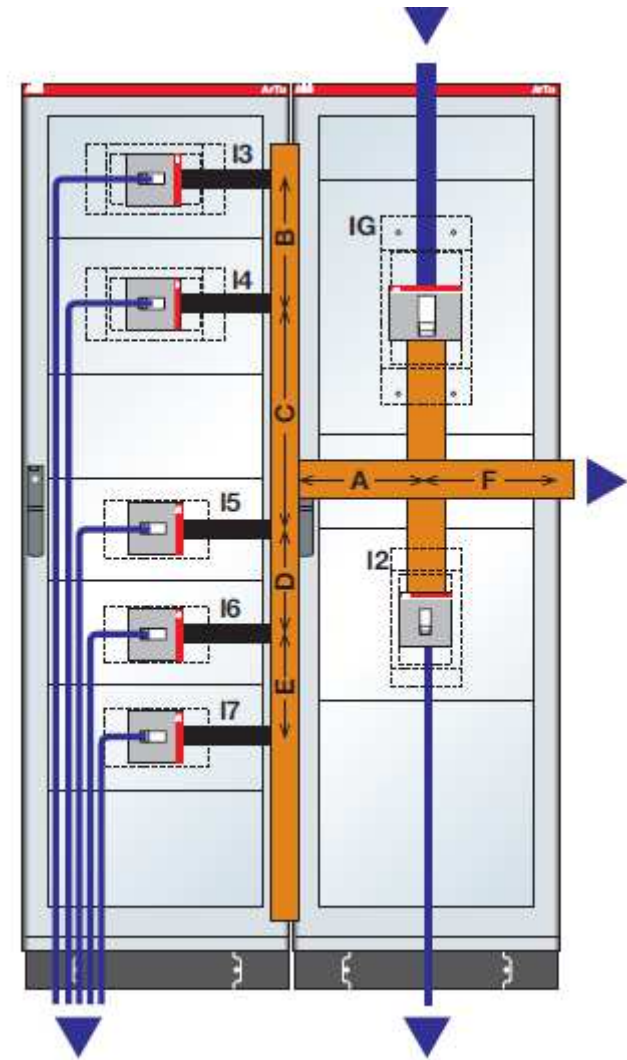
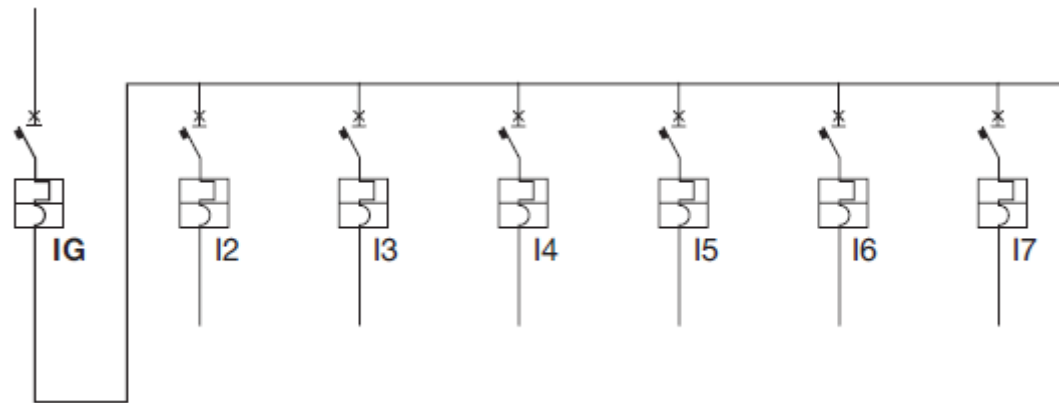
Ejemplo n.º 3

Diagrama unifilar

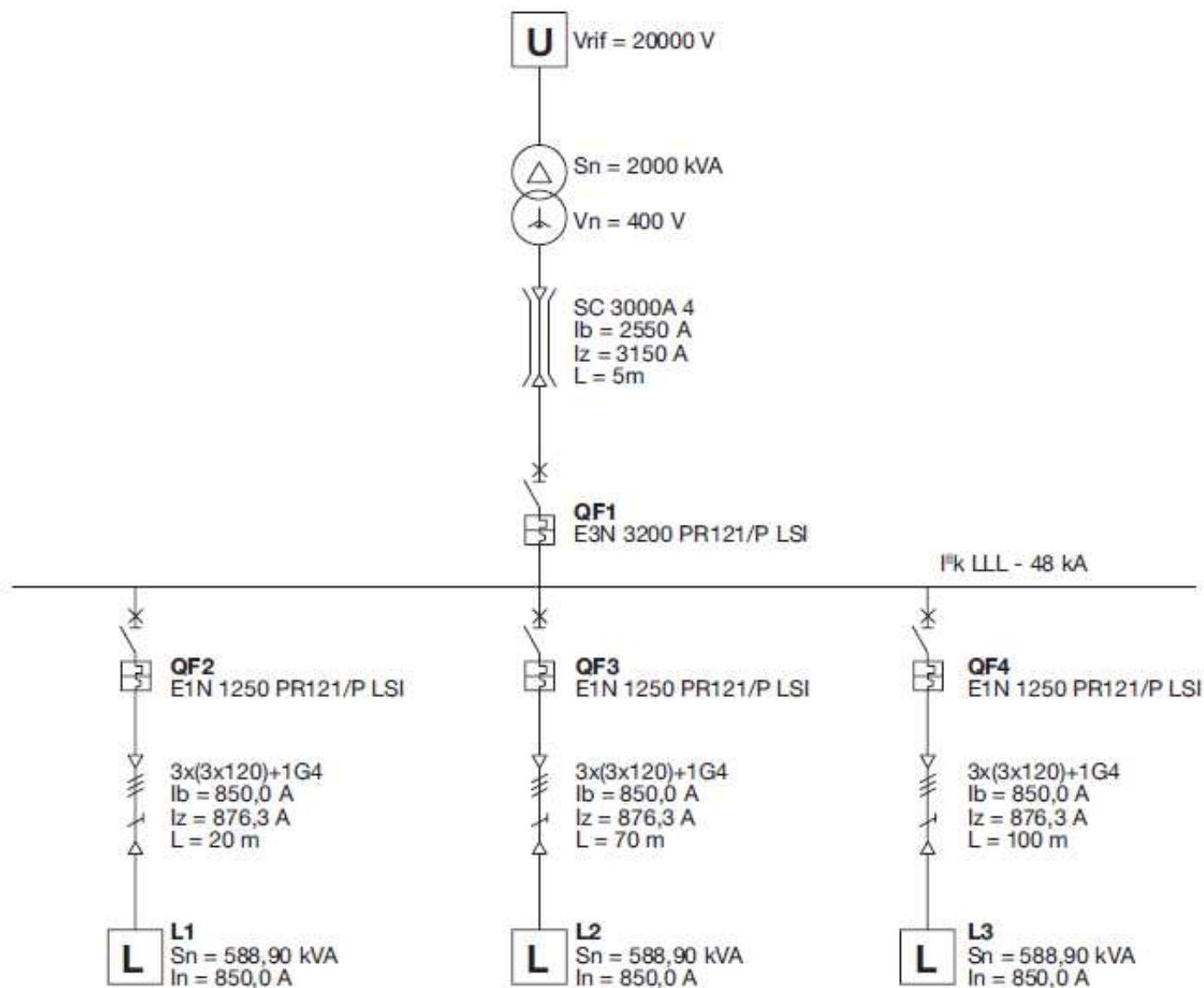


Ejemplo n.º 4

Diagrama unifilar



Ejemplo de construcción de un cuadro



Ejemplo de construcción de un cuadro

