

CENTRO DE FORMACIÓN PROFESIONAL ESPECÍFICA NUESTRA SEÑORA DE LAS
MERCEDES

Capítulo 2

Cuadros Eléctricos

Automatismos Industriales

Jonathan Medina García



2.1. Clasificación de las envolventes.

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

a. Material constructivo.

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

Metálicos: contruidos en chapa de acero soldada. Se presentan en forma de cofre estanco o como armarios de fijación mural o apoyada al suelo.



Fig.1. Cuadro metálico

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



Fig.2. Cuadro de fibra de vidrio.

b. 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:

Cuadros Monomodulares: son aquellos que se presentan como una sola unidad funcional sin posibilidades de expansión, tanto interna como externa.



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

Cuadros Multimodulares: tienen como principal característica las posibilidades de ampliación y acoplamiento con otros módulos del mismo tipo.

Como ya se ha dicho anteriormente, a cada módulo del conjunto se la denomina unidad funcional. La unión entre las diferentes unidades funcionales se realiza con un mecanizado mínimo.

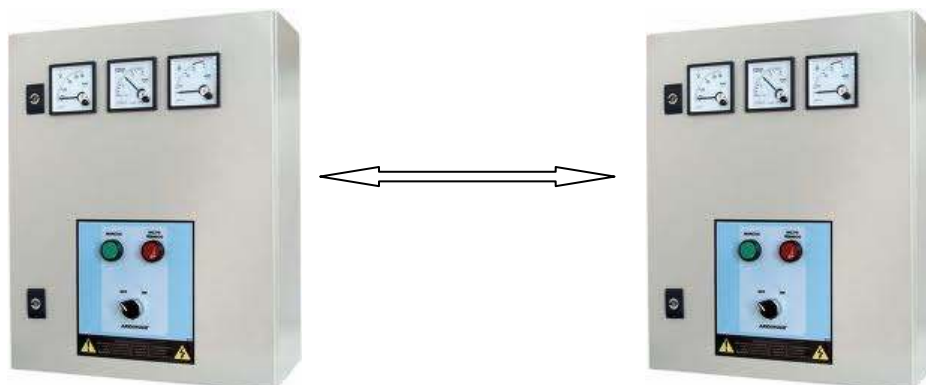


Fig.3. Unión de dos cuadros multimodulares.

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

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 necesitarán 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.



Fig.4. Cuadros enchufables.



c. La aplicación.

Según la aplicación que se le destine a los envoltentes se pueden clasificar en dos grupos:

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:



Fig.5. Distribución de cuadros en una planta

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





Fig.6. Cuadro industrial de Siemens de baja tensión

Armarios. De uso en instalaciones del sector terciario e industriales, se sitúa de forma general en el suelo. Pueden ser instalados como cuadros generales, secundarios o terminales.

Cuadros de automatismos.

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



Fig.7. Cofres para automatismos

2.2. Aspectos constructivos.

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

a. 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.



Fig.8. Varias tapas montadas para un solo cuadro

b. Puertas.



Las puertas sirven para cerrar el armario, evitando el acceso de personas no autorizadas a los aparatos eléctricos del interior. La existencia de elementos de indicación óptica internos, pilotos, aparatos de medida, lámparas etc., exige utilizar puertas transparentes. A todas las puertas se les puede colocar una cerradura.

c. Chasis.

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

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



Fig.9. Armario eléctrico industrial donde se distingue, carril din, bornes, elementos de protección y control y canaletas.

d. Perfiles.

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

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

En la siguiente figura se muestra los diferentes tipos de perfiles que se pueden encontrar en el mercado.

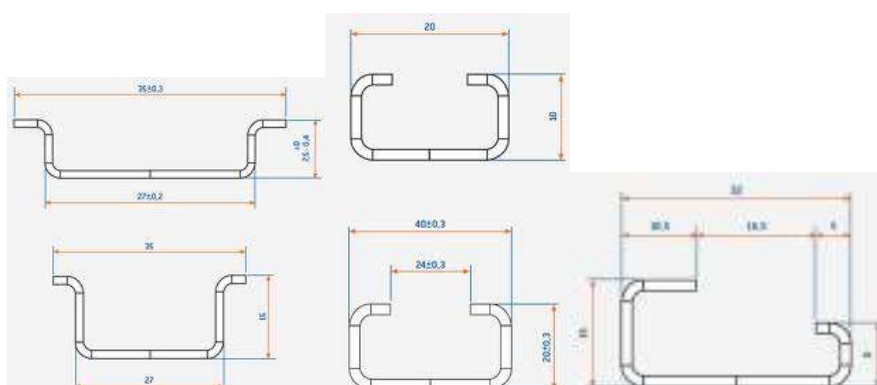




Fig.10. Distintos perfiles de industria

e. 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.

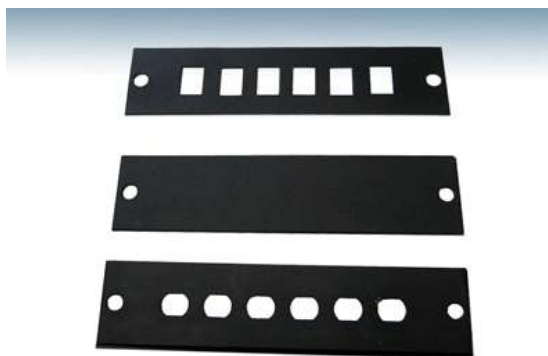


Fig.11. Placas pasacables para fibra óptica

f. Precintos.

Se utiliza 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 del cuadro.

g. Obturadores.

Los obturadores son elementos que permiten tapar 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 IP.

h. Elementos de fijación para interruptores de caja moldeada.

Cuando la instalación exige la utilización 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.



Fig.12. Fijación de interruptores a los armarios.

i. Tejado y Zócalo.

El tejado es un elemento mecánico, 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.

Por el contrario el zócalo permite elevar el armario unos centímetros sobre el suelo. Generalmente se utiliza en cuadros tipo cofre, de instalación mural para que sean apoyados directamente sobre el suelo.

j. Placas.

Las placas son utilizadas como fondo en armarios de tipos cofre tanto cableados como programados. En el mercado existen varios tipos de placas para la fijación de elementos y canalizaciones.

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

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.

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 de diseño del fondo es exclusivo y permite la fijación, de forma sencilla, del aparellaje de la propia marca.

k. Armadura.

La armadura de los grandes armarios ha de tener una gran resistencia mecánica para soportar las condiciones más agresivas. Es aconsejable que sea desmontable para facilitar su instalación y transporte. Además debe permitir 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.



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.

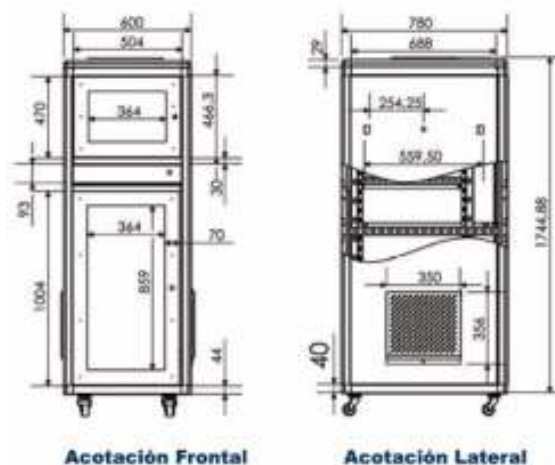


Fig.13. Armadura de armario

I. 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 herramientas para su colocación. Los segundos poseen un sistema de anclajes y bisagras que permite su retirada, de forma sencilla, para operaciones de mantenimiento interior.

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

m. Soportes para la fijación mural.

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

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

2.3. Elementos de cableado y conexión.

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

a. Regletero.

Es la parte del cuadro donde se encuentran las regletas o bornes de conexiones. 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 bornes unidas lateralmente, separadas por tabiques aislantes que facilitan su identificación. El atornillado de toques de fijación en los extremos evita el desplazamiento lateral de los elementos del regletero. Una pieza



terminal, de material aislante, situada en uno de los laterales, evita el contacto directo con zona conductora de la última borna.

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



Fig.14. Regletero de conexionado

b. 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 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 fijación de bornes en perfiles normalizados o sobre los soportes especiales.

c. 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 (en prácticas utilizaremos la cinta aislante blanca y el rotulador de tinta indeleble para colocar el marcado en los cables). Todas las regletas se identificarán por un código presentado de la siguiente forma:

Xn: donde "X" indica que es una borna y el número "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".

d. Marcado de cables.

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

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

- **Etiquetas**: de plástico con caracteres individuales que se colocan en las puntas de los conductores. Las de tipo **anilla** se han de colocar antes de conexionar el cable a marcar y las de tipo **brazalete** se fijan una vez que ha sido conectado al aparato eléctrico. Existen modelos **termorretráctiles** que se encogen, abrazando el cable, una vez que se les aplica calor.



Fig.15. Manguitos retráctiles y brazaletes de marcado.

- **Bridas de identificación** con zona de marcaje manual para escribir el referenciado con rotuladores de tinta indeleble. Se puede utilizar para el marcado de mazos de cables y manueras.



Fig.16. Bridas de identificación

e. Terminación de cables.

Los conductores que se encuentran en el cuadro, además de estar identificado por etiquetas, deben tener una buena terminación que evite las desconexiones o falsos contactos. Para esto se utilizan piezas de terminales como las que se pueden observar en el cuadro de empalmes del taller:

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 para crimpar.



Fig.17. Terminales de casquillos o punteras

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



Fig.18. Tenazas crimpadora de señalización de cables.

Terminales. De la misma forma que los casquillos o punteras, los terminales permiten realizar una correcta conexión de los cables, en los bornes o aparatos de embarrados.

Los de pequeña sección se utilizan con cubiertas codificadas por colores para su identificación. Su fijación se realiza con la tenaza de terminales o pinza de crimpar. Según su forma, los terminales pueden ser:

De ojal. Es de tipo cerrado. El tornillo de fijación al borne ha de ser introducido por el orificio en forma de ojal, que se encuentra en la superficie de conexión. Este tipo de terminal es el aconsejado para conductores de grandes secciones (300 mm²).



Fig.19. Terminal de ojal

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.



Fig.20. Terminal de Horquilla

De pin afilado. Su aspecto es similar al de las punteras. Con la diferencia que el conductor no se encuentra presionado por la pinza del adaptador. Se utiliza en cableados de cuadros de automatismos.



Fig.21. Terminal de pin

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



Fig.22. Terminal 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 conexiones, como canaletas o tubos. Pueden estar aislados o desnudos. Se aconseja su utilización en operaciones provisionales de reparación, siendo necesaria su sustitución por un conductor sin empalmes en un tiempo breve.



Fig.23. Manguitos de empalmes

f. Sistemas de conexión rápida.

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

Peines.

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



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

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



Fig.24. Peines de conexión

Bornes de reparto de inserción directa.

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



Fig.25. Regletero de inserción.

g. Fijación del cableado.

La correcta organización de los cables forman un cuadro especial para su optimo 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 cables con conductores de potencia.

En los cuadros en los que existan circuitos de maniobra y fuerza, se canalizarán independientemente. Seguidamente se exponen materiales usados para la fabricación de cableado.

Canaletas.



Se utilizan para fijar los conductores eléctricos que no superen los 10mm² de sección, por el interior del cuadro, sin elementos auxiliares de sujeción. El reparto de cables, a los diferentes aparatos y regletas, se hace por las perforaciones realizadas en sus laterales. Con este tipo de canalización, la ampliación o modificación de los cableados resulta sencilla, ya que el acceso al interior, una vez retirada la tapa, se hace en toda su longitud. Así, la visualización y manipulación de los conductores es idónea.

Su fijación al cuadro se realiza por remaches o tornillos (en el taller utilizaremos tornillos rosca-madera para fijar las canaletas al tablero de madera).



Fig.26. Fijación de una canaleta a un cuadro

Brazaletes.

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



Fig.27. Brazaletes de sujeción de manguera de 18-24 mm

Se enganchan directamente sobre los perfiles normalizados, pasando los conductores por su interior. Es aconsejable utilizar un brazaletes cada 10-15 cm, para evitar el excesivo curvado de los cables.

Bridas.

Son cintas de nilón, estriadas por una cara, que poseen 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.

Espirales o rabo de cochinito.

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

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



Fig.28. Espiral Braided Sleeve y normal

h. Embarrados.

Los embarrados **son elementos 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 dependerá 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 su 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.

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.

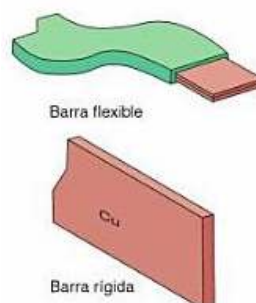


Fig.29. Tipos de barras.

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.

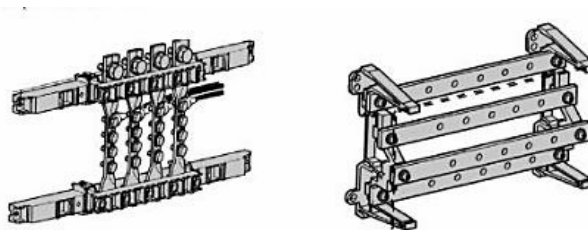


Fig.30. Bornes de entrada salida

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 cables:

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

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

Situación de los embarrados.

La colocación de las barras conductoras se realizará, en gran medida, dependiendo del tipo de armario y el espacio reservado a 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 lo comentado en el párrafo anterior, se opta por colocar un sistema de barras verticales en el fondo del armario. La instalación y conexionado se realiza quitando la parte posterior del armario.

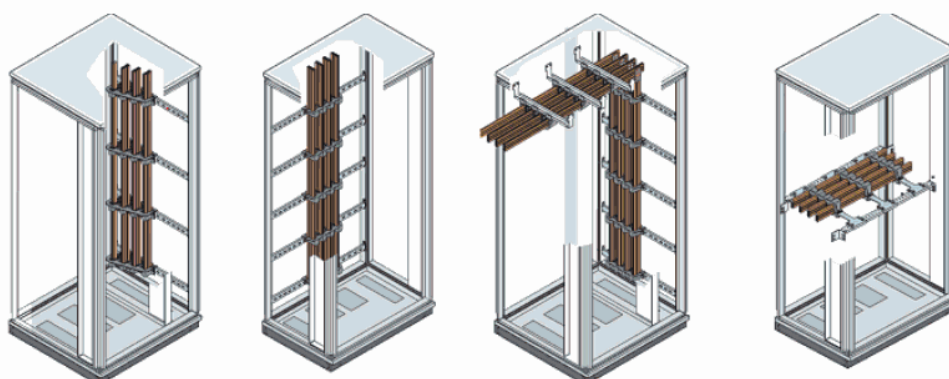


Fig.31. Embarrados instalados en cuadros

2.4. Elementos para la climatización.

Los armarios situados en lugares con condiciones climáticas adversas deben estar proyectados con los elementos necesarios para su correcta climatización. Conseguir una temperatura idónea, evitar la condensación y reducir el calentamiento excesivo son las principales razones de estar elementos. Los problemas de una mala climatización son



causas de una alta temperatura, esto genera que los propios aparatos del interior del cuadro se deterioren o destruyan. Por otro lado las bajas temperaturas produce agua en forma de condensación, lo que es un problema por todo el mundo conocido el mezclar agua y electricidad.

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.

a. Climatización natural.

Consiste en instalar adecuadamente elementos pasivos en el interior y paredes del armario, para conseguir un movimiento natural del aire. De esta forma se logra adecuar la temperatura interior del cuadro.

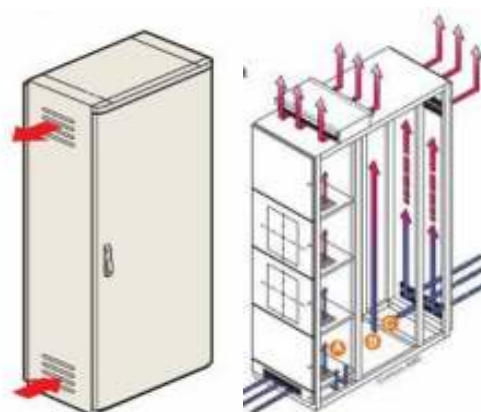


Fig.32. Climatización natural de un cuadro. Zona A → zona de aparamenta, zona B → zona de barras, Zona C → zona de cables.

Ventanas y rejillas de ventilación.

Se utilizan en todos los cuadros que necesitan ventilación, tanto forzada como natural. Se colocan para favorecer la ventilación definida anteriormente.



Fig.33. Rejillas para armarios.

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 debe de colocar un filtro entre el armario y el techo, dicho filtro se deberá de limpiar en las tareas de mantenimiento.

b. Climatización forzada.



En aquellos armarios en los que la climatización por convención (movimiento) natural del aire no es suficiente, se debe utilizar un movimiento del aire forzado, mediante ventiladores.

Resistencias calefactoras

Permiten elevar la temperatura del cuadro, evitando la condensación interior cuando la temperatura externa es muy baja. Se pueden montar en horizontal o vertical, con aletas de aluminio o en forma de horquilla. Por regla general la alimentación general de estas resistencias es de 230 voltios.

La instalación de estos dispositivos se realiza en la parte inferior del armario, ya que el aire caliente tiende a subir.



Fig.34. Resistencias calefactoras para armarios.

Ventiladores.

Permiten la ventilación forzada en el interior del cuadro. Son necesarios en cuadros cuya temperatura interior sea muy elevada.

Termostatos.

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

2.5. 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.

a. Iluminación.

En los grandes armarios de distribución o de automatismos, es conveniente instalar iluminación para facilitar la visualización 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 accione el operario, o de forma automática, con un contacto (o final de carrera) que se coloca en la puerta.

a. Porta-documentos y Porta-etiquetas.

El porta-documentos 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 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 es elevado. Esto papeles recogidos en tapas transparentes permiten una presentación de textos y símbolos.

2.6. Compartimentación.

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

- Contactos indirectos en las partes con tensión en las maniobras de reparación o mantenimiento.
- Evita riesgo de creación de corrientes por defecto.
- Evita la entrada de cuerpos extraños de unas celdas a otras.

La norma UNE-EN 60439.1 establece las siguientes formas de dividir un armario:

- Forma 1: sin compartimentación.
- Forma 2: el embarrado separado del resto del circuito.
- Forma 3: embarrado y todas las unidades que intervienen entre si, separadas.
- Forma 4: igual que la forma 3 pero separando también los bornes de entradas y salidas.

2.7. Entrada de cables.

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

En cuadros empotrados se realiza por tubos de plástico o acero, alojados en la pared o suelo. En los cuadros de fijación mural la entrada puede realizarse con tubos, canaletas o bandejas de cables de montaje superficial. Se ha de prestar especial atención en mantener el grado de IP, con cualquiera de los métodos empleado. En los siguientes apartados se describe los accesorios utilizados para el montaje de un armario.

a. Unión de tubos.

La fijación de tubos al cuadro se realiza por los elementos llamados **prensaestopas**. Son piezas metálicas o de plástico, que se alojan en orificios, previamente realizados, en los laterales de los cuadros, con una tuerca de gran tamaño.

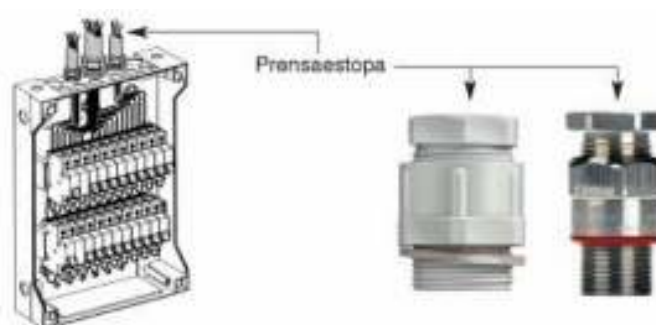


Fig.35. Instalación de prensaestopas en cuadros.

b. Unión de canaletas y bandejas.



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



Fig.36. Fijación en bandeja y canaletas respectivamente.

2.8. Consideraciones técnicas de montaje e instalaciones para evitar las perturbaciones electromagnéticas.

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

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

Las principales fuentes de perturbaciones electromagnéticas son: los motores eléctricos, el alumbrado fluorescente, variadores electrónicos de velocidad, rectificadores y equipos informáticos. La construcción de armarios ha de hacerse de tal forma que eviten este tipo de perturbaciones.

a. Masa de referencia.

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

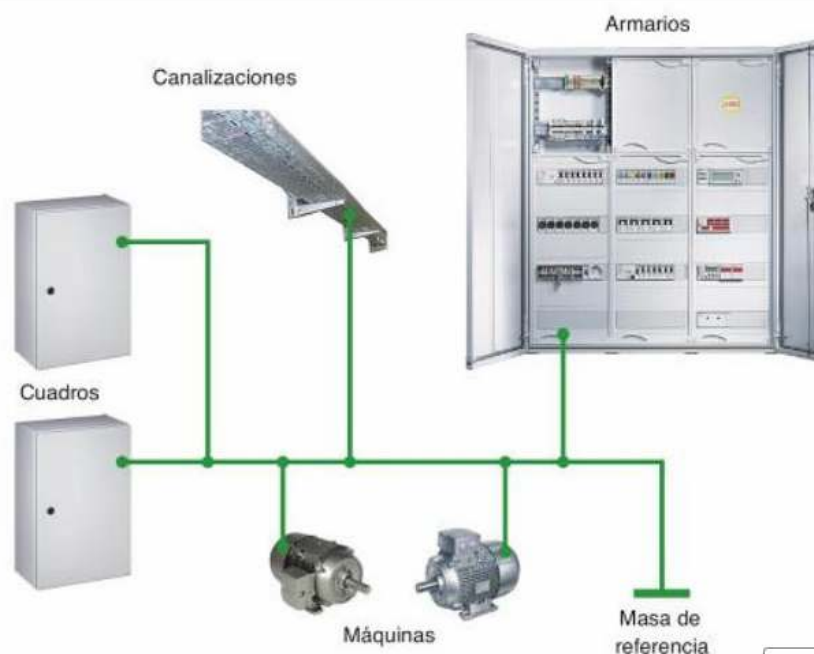


Fig.37. Mas unida en una instalación

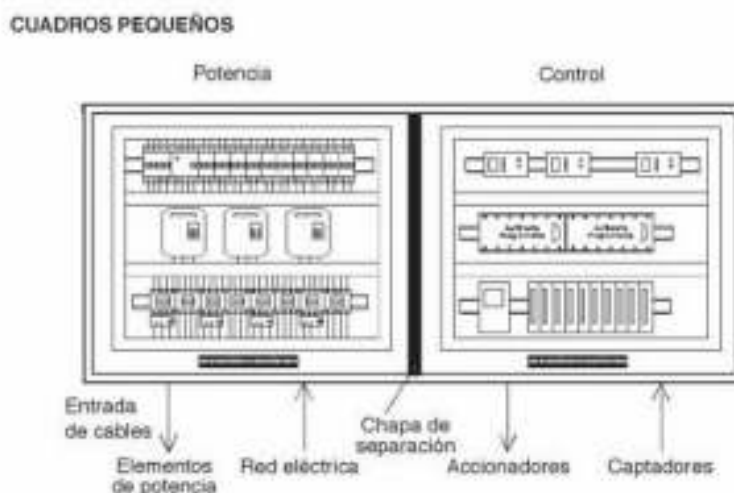
Se prestará especial atención a que los contactos sean metal-metal, limpiando superficies adecuadamente en los casos que sean necesarios.

b. Entrada de cables en el armario.

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

Los prensaestopas y piezas que unen las canalizaciones con el armario tendrán un buen blindaje a masa. Se evitará la iluminación con lámparas fluorescentes o de descarga en cuadros de automatismos programados.

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.



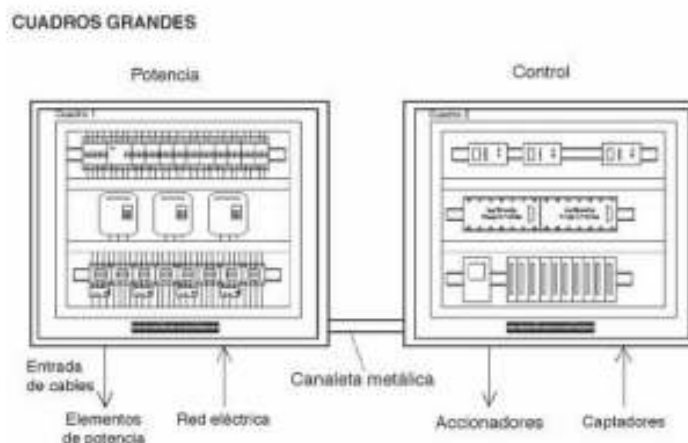


Fig.38. Separación de control y potencia en cuadros grandes y pequeños.

2.9. Grado de protección.

El grado de protección de un cuadro eléctrico se define como la mayor o menor capacidad de impedir que los agentes externos de cualquier tipo afecten a los instrumentos que se encuentran instalados en el interior.

Existe un alto número de elementos externos que pueden afectar a la conservación de los equipos de automatismos: agua, polvo, golpes, vibraciones, sustancias corrosivas o inflamables, etc. Estas sustancias no se encuentran en todas partes ni tampoco en la misma cantidad. Por ello se establece lo que se denomina **grado de protección o índice de protección** de los armarios eléctricos. Los grados de protección se indican por dos códigos.

Un **IP de dos cifras** que hace referencia al grado de protección contra la influencia interna de los agentes externos:

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

Para conseguir una homogenización internacional en la definición de los IP se indican con sólo dos cifras, que corresponden a:

- Presencia de cuerpos sólidos.
- Presencia de agua.

Por su parte, el **IK de una cifra** se corresponde con la medida del grado de protección contra golpes.



PRIMERA CIFRA			SEGUNDA CIFRA	
IP	Protección contra contactos eléctricos directos	Protección contra penetración de cuerpos sólidos extraños	IP	Protección contra penetración de agua
0	Ninguna protección	Ninguna protección	0	Ninguna protección
1	Penetración mano	Cuerpos $\phi > 50$ mm	1	Goteo vertical
2	Penetración dedo $\phi > 12$ mm y 80 mm de longitud	Cuerpos $\phi > 12,5$ mm	2	Goteo desviado 15° de la vertical
3	Penetración herramienta	Cuerpos $\phi > 2,5$ mm	3	Lluvia. Goteo desviado 60° de la vertical
4	Penetración alambre	Cuerpos $\phi > 1$ mm	4	Proyecciones de agua en todas direcciones
5	Igual que 4	Puede penetrar polvo en cantidad no perjudicial	5	Chorros de agua en todas direcciones
6	Igual que 4	No hay penetración de polvo	6	Fuertes chorros de agua en todas direcciones
				Inmersión temporal
				Inmersión prolongada (Material sumergible)

Tabla I: Cifras de IP

IK	Energía de impacto en julios
00	Ninguna protección
01	Resistente a una energía de choque de 0,15 J
02	Resistente a una energía de choque de 0,20 J
03	Resistente a una energía de choque de 0,35 J
04	Resistente a una energía de choque de 0,50 J
05	Resistente a una energía de choque de 0,70 J
06	Resistente a una energía de choque de 1 J
07	Resistente a una energía de choque de 2 J
08	Resistente a una energía de choque de 5 J
09	Resistente a una energía de choque de 10 J
10	Resistente a una energía de choque de 20 J

Tabla II: Cifras de IK

2.10. Designación de los conductores.

En las instalaciones eléctricas, para distinguir unos conductores de otros se utilizan designaciones con distintos colores, letras y a veces también números. Colores de conductores en corriente alterna trifásica.



Fig.39. Código de colores en conductores

