

11

capítulo Gestión del equipamiento

Presentación:

- *Etapas de construcción del equipamiento eléctrico*
- *Reglas de calidad*
- *Normativa relevante*



11.1 Diseño del equipamiento

11.2 Elección del proveedor

11.3 Diagramas y programas

11.4 Programación de la metodología

11.5 Elección de la tecnología

11.6 Diseño del equipamiento

11.7 Construcción del equipamiento

11.8 Montaje

11.9 Ajuste de los dispositivos

11.10 Ensayos en plataforma

11.11 Instalación del equipamiento

11.12 Mantenimiento del equipamiento

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

M

11. Gestión del equipamiento

Los sistemas automatizados utilizan equipamiento que incorpora productos que facilitan la instalación, cableado y conexión de los componentes de automatización. Estos productos tienen que cumplir con normativas locales e internacionales, así como normas de seguridad para la protección de las personas y de las instalaciones.

El equipamiento se construye en 3 fases:

- diseño (esquema, escritura del programa, elección del material, estudio de instalación);
- construcción (ensamblaje, cableado, ensayos, colocación en cofre o armario);
- instalación (cableado, conexionado, puesta en servicio).

Para completar estas tres fases de forma satisfactoria, debe reflexionarse sobre:

- la comprensión de los problemas potenciales que podrían tener un impacto sobre la seguridad y/o disponibilidad del equipamiento;
- la implementación de acciones preventivas y/o alteraciones en el esquema inicial de automatización;
- la capacidad de cualquier subcontratación para cumplir con los requerimientos;
- el cumplimiento de las necesidades por parte del equipamiento.

El objetivo de esta sección es describir las reglas para la implementación de componentes de un sistema de automatización, y los productos de Schneider Electric que pueden usarse para su construcción.

Una manera de proceder metodológica y una ingeniería con gran experiencia en el desarrollo de las 3 etapas anteriores, hace posible construir equipamiento fiable y económico.

11.1 Diseño del equipamiento

El éxito en la construcción del equipamiento de un sistema de automatización depende básicamente de la comprensión del pliego de condiciones.

Las herramientas de diseño, los esquemas dibujados, la elección de componentes y su instalación difieren según sea la complejidad del sistema y el tamaño del proveedor de servicios. Además de esto, mientras que una simple máquina autónoma puede ser equipada adecuadamente por un ingeniero mecánico, eléctrico o de automática, el equipamiento de máquinas más complejas para células de producción o la ejecución de procesos a menudo requiere del trabajo de equipos multidisciplinares. Ello implica la gestión de proyectos, que quedaría fuera de la temática de esta publicación.

■ Pliego de condiciones

El pliego de condiciones de la parte de control debe incluir todos los elementos requeridos para el proyecto. Están estrechamente ligados a las especificaciones de la parte operativa (mecánica y actuadores). La información que contiene se usa para:

- escoger la solución a implementar;
- construir el equipamiento en sí;
- realizar ensayos de funcionamiento;
- definir costes y calendarios;
- de referencia para la aceptación.

Para facilitar la comprensión de las necesidades del cliente, es preferible estructurar las especificaciones como sigue:

- aspectos generales: descripción de la aplicación, normas y recomendaciones, cualquier restricción material;
- características de la alimentación, etc.;
- uso: disposición de los órganos de control, modos de funcionamiento, etc.;
- características funcionales: funciones a realizar, posibles extensiones, diálogo hombre-máquina, dispositivos periféricos, etc.;
- ambiente: temperatura, humedad, vibraciones, golpes, ambiente corrosivo, polvo, etc.;
- software especial: programas de ayuda de diagnóstico, supervisión, protocolos de comunicación, etc.;
- ajustes: tipo, procedimientos, identificación;
- procedimientos de pruebas de recepción in-situ;
- documentos de acompañamiento;
- cualquier otra información que pueda afectar el proceso de construcción del equipamiento, como el empaquetado para el transporte.

11. Gestión del equipamiento

11.2 Elección del proveedor

Para construir equipamiento, se aconseja que la persona interesada seleccione un cuadrista con certificación ISO9000.

La selección de un cuadrista certificado simplificará discusiones, minimizará los controles intermedios y asegurará un equipamiento al día, libre de problemas y de fácil mantenimiento. Ello ayuda a controlar los costes.

■ La norma ISO9000

El equipamiento es cada vez más sofisticado, las tecnologías cada vez más críticas y las dificultades reglamentarias cada vez más severas.

Ello puede dificultar en gran medida el control de acontecimientos debido a su complejidad.

El interesado deberá asegurarse que, cuando el equipamiento se construya, éste corresponda exactamente al pliego de condiciones y que se han tomado todas las precauciones relativas a su realización.

En particular, los cambios inevitables que suceden durante la realización deben ser comprendidos perfectamente y aplicados por el cuadrista, el equipo involucrado en el proceso debe tener una formación adecuada y los productos no conformes deben identificarse y aislarse.

Ello implica el establecimiento de una relación "cliente-proveedor" que tendrá presencia de forma permanente.

El proveedor debe demostrar su competencia y sus conocimientos técnicos en cuanto a calidad de la oferta y demostrar el control de los procesos de realización.

El cliente debe asegurarse de la capacidad del proveedor para realizar todas estas tareas, cosa que sólo una organización rigurosa puede garantizar.

La norma ISO9000 y las certificaciones están diseñadas para facilitar esta relación cliente-proveedor a través de la gestión de la calidad.

■ La gestión de la calidad

La "gestión de la calidad" es lo que una empresa hace para asegurar que el producto, en este caso el equipamiento construido de acuerdo con las especificaciones del cliente, cumple con los requerimientos en abandonar el taller del proveedor.

La manera como una empresa gestiona sus procesos afecta inevitablemente al producto final. La ISO 9000 se centra en conocer que se ha realizado todo para asegurar que un producto cumple con los requerimientos del cliente.

La norma internacional ISO9000 es la norma genérica que cubre la ISO 9001, la 9002 y la 9003.

La diferencia entre la ISO 9001, la ISO 9002 y la ISO 9003 radica en el campo de aplicación:

- La ISO 9001 establece los requerimientos para empresas con un negocio que va desde el diseño y desarrollo a la producción, instalación y servicios relacionados;
- La ISO 9002 es la norma para las empresas que no diseñan o desarrollan. Fija las exigencias para la producción, instalación y servicios relacionados;
- La ISO 9003 es la norma para las empresas que básicamente usan las inspecciones y los ensayos para asegurarse que los servicios finales cumplen con los requerimientos especificados.

El cliente escogerá el cuadrista con la empresa que mejor se corresponda a las exigencias. En este sentido, un certificado ISO 9002 es, a menudo, el mínimo requisito.

La elección del cliente se hará después de examinar el Manual de Calidad del proveedor o proveedores implicados. Este documento describe la organización y el sistema de gestión adoptado por la empresa.

11. Gestión del equipamiento

11.3 Diagramas y programas

■ Los esquemas de control y potencia

Los esquemas de control y potencia se dibujan normalmente usando un software de diseño gráfico asociado a una base de datos con símbolos gráficos y esquemas estándar incluidos.

Los esquemas pueden ser:

- creados totalmente a partir del contenido de esta base de datos;
- o adaptados a partir del esquema de una aplicación similar ya existente.

Los programas de autómatas también se pueden desarrollar con software de ayuda a la programación.

Los equipamientos complejos utilizan normalmente uno o más autómatas programables multifunción.

■ Modos de marcha/paro

Los modos de marcha/paro de un sistema de automatización los analiza el AIADA y se clasifican en una guía gráfica denominada GDOSM que se utiliza, independientemente de la tecnología de control, para definir los modos de funcionamiento o estados del sistema basándose en un vocabulario específico, posibles relaciones entre modos o estados y condiciones de ampliación.

■ Procedimientos de funcionamiento: análisis funcional

Es la descripción analítica del funcionamiento de la máquina:

- marcha de producción normal,
- marchas de preparación o cierre;
- marcha de comprobación, etc.;
- procedimientos de paro;
- archivos de datos de entradas y salidas;
- identificación de operaciones para estructurar la programación de autómatas.

■ Procedimientos de fallo

Se refieren a los estados de marcha o paro consecutivos a un fallo del sistema:

- paro de emergencia;
- marcha deteriorada, etc.

■ Seguridad de funcionamiento

□ Exigencias normativas

Representa, en un sistema automatizado, la capacidad de éste para funcionar:

- sin peligro para las personas y las cosas (seguridad);
- sin paro de producción vinculado a un fallo (disponibilidad).

La seguridad debe observarse como un aspecto del análisis de riesgos, la legislación y la normativa vigente. Se examina a través de un procedimiento de evaluación de riesgos aplicado con éxito sobre el producto, el proceso (operativa y control) y el uso. Para más información sobre este tema, por favor dirigirse a las obras publicadas por el Instituto Schneider Electric de Formación (ISEF).

La legislación europea se basa en la Directiva sobre Maquinaria (89/392/EEC), que define los requerimientos básicos en lo que a diseño y construcción de máquinas y de instalaciones industriales se refiere, para su libre circulación por toda la Unión Europea.

11. Gestión del equipamiento

□ Herramientas de análisis

Las herramientas de análisis como el FMECA ("Failure Modes, Effects and Criticality Analysis") proporcionan un enfoque sistemático a todos los aspectos relacionados con los fallos para proporcionar soluciones adecuadas.

El FMECA está diseñado para evaluar el impacto o criticalidad de los modos de fallo en los componentes de un sistema en lo que se refiere a la fiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y seguridad de éste.

El método FMECA enumera los modos de fallos de los componentes y subconjuntos, y evalúa los efectos en todas las funciones del sistema.

Está ampliamente recomendado en todo el mundo y se usa de forma consistente en industrias peligrosas (energía nuclear, industria espacial, industria química, etc.) para hacer análisis preventivos de la seguridad de funcionamiento.

Antes de realizar un análisis FMECA, debe conocerse de forma precisa el sistema y su entorno. Esta información generalmente se obtiene a partir de los resultados del análisis funcional, del análisis de riesgo y de la experiencia acumulada.

A continuación, los efectos de los modos de fallo deben ser evaluados. Para encontrar los efectos en una entidad específica, los componentes que están directamente intercomunicados con éste (efecto local) se analizan primero, y después gradualmente hacia el sistema y su entorno (efecto global).

Es importante anotar que cuando una entidad específica es examinada para un modo de fallo específico, todas las demás entidades se supone que están en condiciones de funcionamiento nominales.

El FMECA se basa en el hecho comprobado de la no-simultaneidad de fallos.

El tercer paso es clasificar los efectos de los modos de fallo según su nivel de criticalidad en relación a ciertos criterios de seguridad de funcionamiento predefinidos para el sistema de acuerdo a los objetivos requeridos (fiabilidad, seguridad, etc.).

Los modos de fallo de un componente o subconjunto se agrupan por el nivel de criticalidad de sus defectos, y se priorizan de forma acorde.

Esta tipología ayuda a identificar los elementos más críticos y propone las acciones y procedimientos "estrictamente necesarios" para remediarlos. Este proceso de interpretación de resultados y recomendación de la implementación es el paso final en el FMECA.

Para mantener el FMECA a lo estrictamente necesario y controlar el número de entidades a examinar, se recomienda ejecutar análisis FMECA funcionales. Ello ayuda a detectar las funciones más críticas y por tanto a limitar el FMECA "físico" a los componentes que realizan la totalidad o parte de las funciones.

La metodología FMECA asegura:

- una vista diferente del sistema;
- métodos de reflexión, decisión y mejora;
- información a utilizar en estudios de seguridad y acciones correctivas.

11. Gestión del equipamiento

11.4 Programación de la metodología

■ Problemática de la programación

Cada vez más, la industria utiliza programas informáticos en el ámbito productivo. Existe tal diversidad de software que situar cada uno de éstos en su entorno representa una tarea compleja. La necesidad de programas de interface requiere de un enfoque colaborativo desde el punto de vista de la concepción de una nueva unidad de producción.

El diseño debe analizarse de principio a fin dado que pretende implementar una serie de actividades que, iniciándose por una petición de automatización en un proceso (que puede ir desde una simple pregunta hasta unas especificaciones completas) acaba en la concepción, escritura, y finalización de programas de software listos para entregar al cliente.

En términos generales, el diseño de software consta de 3 fases principales:

- análisis funcional o diseño;
- especificaciones;
- realización.

□ Métodos de análisis y de diseño

El objetivo de los métodos de análisis y diseño es la formalización de las fases preliminares del desarrollo del sistema para cumplir los requerimientos del cliente. Esto empieza con una expresión informal (los requerimientos tal y como los expresa el cliente completados por expertos en la materia) y un análisis de cualquier sistema existente.

La fase de análisis sirve para elaborar una lista de resultados esperados en lo que se refiere a funciones, prestaciones, robustez, mantenimiento, seguridad, capacidad de extensión, etc.

La fase de diseño sirve para describir, usualmente en lenguaje de modelización, el funcionamiento futuro del sistema de forma no ambigua para facilitar su construcción.

La tendencia actual en automatización (dirigida por su estrecha relación con las tecnologías de la información) apunta en la dirección de la programación orientada a objetos. Ello conduce a varias ventajas: código fiable, posibilidad de reutilización, protección del conocimiento, calificación y recepción más rápida, etc.

□ Herramientas de programación

Todas estas restricciones llevaron a la creación de un taller de software moderno e innovador diseñado para conseguir los resultados requeridos.

El término "Integrated Development Environment" (IDE) se usa para designar un conjunto de programas informáticos que permiten, por sí mismos, generar el código que será utilizado por los autómatas.

Las actividades cubiertas por un IDE comprenden:

- diseño general del proyecto, etapas o fases de construcción;
- convenios para nombrar datos y subconjuntos de programas;
- estructuración de datos;
- ayuda en la escritura de programas en diferentes lenguajes;
- compilación o generación;
- ayuda en las pruebas y seguimiento de las correcciones;
- bibliotecas de subconjuntos que pueden reutilizarse en otros proyectos;
- documentación;
- gestión de las versiones sucesivas o variantes de un mismo programa;
- ayuda en la puesta en servicio.

Un IDE facilita la colaboración de los distintos programadores así como el mantenimiento posterior a través del uso de métodos comunes.

11. Gestión del equipamiento

11.5 Elección de la tecnología

Las tecnologías disponibles para la construcción de sistemas de automatización son básicamente electromecánicas, neumáticas o electrónicas (autómatas, microordenadores, tarjetas electrónicas estándar o específicas). Las redes y los buses de campo cada vez tienen más importancia en los automatismos industriales y condicionan mucho la elección de los componentes.

Para más información acerca de los buses de campo, el lector puede referirse a *Buses de campo*, obra publicada por el Instituto Schneider Electric de Formación (ISEF), y al *Cuaderno Técnico 197 El bus de campo: una aproximación al usuario*.

Existen tres criterios de elección:

- los criterios de viabilidad, que eliminan las tecnologías que no cumplen con el pliego de condiciones;
- los criterios de optimización, que minimizan los costes globales durante el ciclo de vida del equipamiento (compra, implementación, flexibilidad, gestión de producción, mantenimiento, etc.);
- los criterios económicos, que buscan construir el equipamiento al mínimo coste.

De forma eventual, se puede usar un FMECA preliminar para facilitar la elección de la tecnología más adecuada.

■ Elección de componentes

Deben considerarse una serie de restricciones:

- temperatura ambiente, polvo, vibraciones, etc.
- coordinación de los dispositivos que constituyen las salidas de potencia;
- selectividad entre dispositivos de protección hasta el disyuntor general;
- tiempo de ciclo de la máquina deseado;
- número de ciclos de maniobras;
- categoría de funcionamiento (AC-1, AC-3, etc.);
- normas (petroquímica, eléctrica, marina, etc.).

11. Gestión del equipamiento

11.6 Diseño del equipamiento

■ Diseño asistido por ordenador (Computer-Aided Design, "CAD")

Las herramientas de software pueden ser de gran ayuda en el ámbito del diseño de sistemas de automatización. Además de construir el esquema, el diseñador puede usarlos a lo largo del proyecto, desde el pedido del cliente para la elaboración de un presupuesto hasta la puesta en servicio y la ayuda en el mantenimiento.

Esta manera de proceder no sólo impulsa la productividad en el diseño del sistema, sino que también mejora la calidad de los esquemas y programas y facilita su actualización.

A continuación se explican las características principales de un software CAD.

□ Base de datos de símbolos inteligentes

Cada símbolo tiene un comportamiento (maestro, esclavo), una función eléctrica (seccionamiento, conmutación, etc.) y unas bornas de conexión. Está vinculado con una familia de materiales (seccionadores, contactores, etc.) y asociado a un método de identificación. Admite las referencias variables propuestas por el software o introducidas por el usuario.

La base de datos además asegura la coherencia de la información y guía al usuario durante su introducción.

Una base de datos de material con toda la información técnica y comercial facilita la elección de componentes y el establecimiento de las nomenclaturas, presupuestos y compras.

Existen unos fondos de planos estándar (definición unifilar, estructura de automatismo, esquemas de potencia y de control, dimensiones generales, nomenclaturas, etc.).

También se utiliza una base de datos de esquemas (subconjuntos de salidas de potencia y control de un motor, movimientos de elevación, etc.).

Esta última base de datos permite responder con rapidez a las licitaciones (esquemas unifilares) y simplifica la realización de los esquemas.

□ Gestión de la información relativa a una instalación eléctrica

- enlaces equipotenciales;
- detección de números ya existentes;
- control de cortocircuitos;
- gestión de borneros;
- referenciado del material;
- composición automática y control de la homogeneidad de las referencias;
- referencias cruzadas;
- gestión de capacidades de contactores auxiliares y de números de bornas;
- ayuda para calcular las dimensiones.

■ Cálculo de las dimensiones

Se utilizan tres métodos para definir las dimensiones del equipamiento.

□ Método de implantación directo

Este método se aplica a equipamientos de dimensiones reducidas, instalados sobre placas estándar de fabricantes de dispositivos.

Por ejemplo, los dispositivos se pueden situar directamente sobre una "hoja de instalación" que reproduce a escala 1 la trama de una placa perforada Telequik®. De esta manera, se pueden determinar las dimensiones del equipamiento de una forma rápida y fácil.

11. Gestión del equipamiento

□ Método por cálculo de superficies

Es una manera rápida y precisa de calcular las dimensiones del equipamiento.

El procedimiento se basa en calcular la superficie total de los dispositivos del equipamiento (que se puede encontrar en los catálogos) y multiplicar el total por el siguiente factor espacial:

- 2,2 para una superficie de hasta 34,2dm²
- 2,5 para una superficie superior a 34,2dm²

En algunos casos, el pliego de condiciones del cliente puede exigir un factor mayor con tal de dejar espacio para cualquier modificación.

El resultado obtenido da la superficie total útil del equipamiento.

Las reglas de elección, proporcionadas por fabricantes como Telemecanique, facilitan la búsqueda de las referencias de placas, montantes, perfiles y cofres a partir de la superficie útil. Estas normas indican también la potencia calorífica que se puede disipar a través de la superficie exterior.

□ Método asistido por ordenador (CAD)

Especialmente indicado para estudios sobre equipamientos de sistemas de automatización.

El cálculo de la superficie en CAD se realiza a partir de un esquema y de una base de datos de material.

□ Expediente de fabricación

El expediente completo debe compilarse antes de la fabricación. Define:

- la lista de todos los documentos, por un sumario;
- los cofres: instalación, taladros, accesorios, etc.;
- los armarios: instalación, plano del bastidor, accesorios, etc.;
- los puestos de mando: taladros, accesorios, etc.;
- los esquemas eléctricos;
- los programas;
- la nomenclatura del material;
- las dimensiones.

11.7 Construcción del equipamiento

Muchos fabricantes de material eléctrico desarrollan componentes auxiliares de equipos para la instalación de sus productos. Es el caso del sistema Telequick® de Telemecanique (⇒ Fig.1).

Este sistema reúne los productos imprescindibles para la realización de un equipo y asegura una puesta en marcha sencilla y rápida de todos los componentes de automatización.

Teniendo en cuenta sus características, hemos clasificado los productos que componen el sistema en cuatro funciones: envolver, estructurar, repartir y conectar.

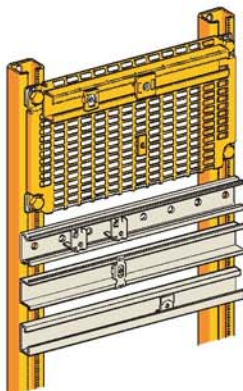
■ La función "envolver"

Para proteger el material de los choques, de la intemperie y para que resista las condiciones de uso extremas de la industria, los equipos deben ir montados en cofres o armarios. Además, éstos deben reunir todas las características necesarias para acortar el tiempo de montaje y de intervención.

Dependiendo del grado de protección requerido, cofres y armarios cumplen con la normativa definida por los códigos IP ("International Protection").

El código IP se describe en el documento 60529 publicado por la Comisión Electrotécnica Internacional.

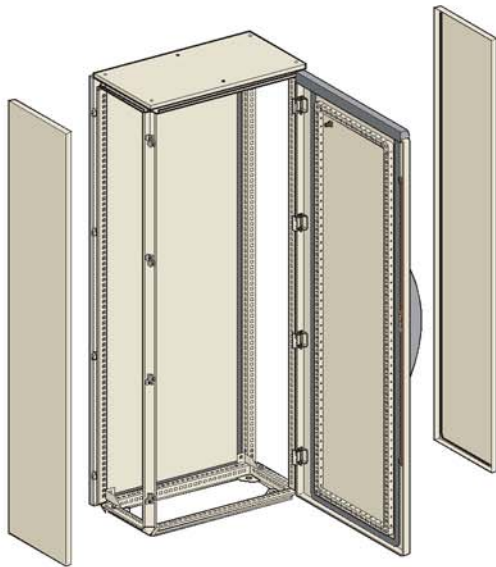
Utiliza un método alfanumérico para definir el grado de protección que la envolvente proporciona contra la aproximación de partes peligrosas, la penetración de cuerpos sólidos extraños y los efectos perjudiciales del agua.



↑ Fig. 1

Placa perforada Telequick® de Telemecanique

11. Gestión del equipamiento



↑ Fig. 2

Armario AA3 de Telemecanique

El primer número de 0 a 6 indica simultáneamente la protección de personas contra partes peligrosas y la protección contra la penetración de cuerpos extraños.

El segundo, también de 0 a 6, indica la protección contra salpicaduras de agua.

Las letras adicionales indican una protección extra. En el *Cuaderno Técnico 166 Envoltentes y niveles de protección* de Schneider Electric se puede encontrar una descripción detallada de los códigos IP así como una explicación de la severidad de las pruebas que se llevan a cabo.

Quien ensambla es el responsable de la conformidad del producto terminado con la normativa, pero la documentación del fabricante de la envoltente debe especificar donde deben instalarse los dispositivos para asegurar el IP indicado.

El instalador que conecta (cablea) las envoltentes, las fija y en algunos casos adapta componentes auxiliares (pulsadores, dispositivos de medición, etc.) debe también asegurarse que el nivel de protección se mantiene.

Schneider Electric ofrece una gran gama de cofres, armarios y componentes que cumplen con las normas IP (⇒ Fig. 2).

■ La función "estructurar"

Para que los componentes puedan asociarse mecánicamente, existen gamas de productos especialmente diseñados para montar y fijar correctamente los componentes de automatización. El ensamblaje de dichos productos constituye la estructura del equipo. Ofrecen una gran variedad de posibilidades de montaje y, además, un ahorro importante en la instalación.

■ La función "repartir"

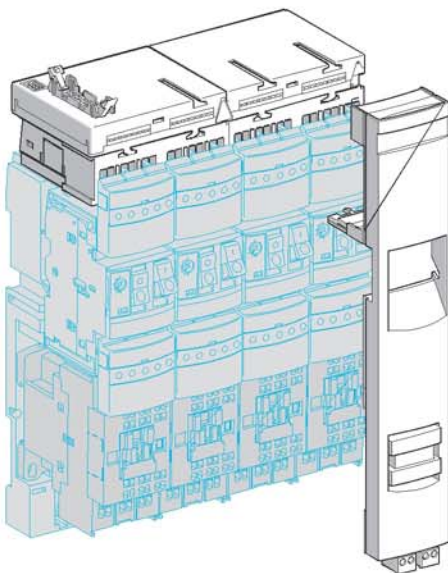
□ Distribución de energía eléctrica

Cuando se realiza un equipo, la instalación de los productos debe caracterizarse por la seguridad, la sencillez y por la rapidez de montaje y cableado. El mantenimiento y las posibles modificaciones del equipo deben poder realizarse fácilmente interfiriendo lo menos posible en la continuidad de la explotación.

Respondiendo a estos criterios, existen repartidores cuya función básica consiste en derivar una corriente principal hacia varios circuitos secundarios (ver el catálogo general de Schneider Electric para más información).

Algunos modelos están diseñados para servir de soporte a los productos, lo que permite realizar intervenciones bajo tensión.

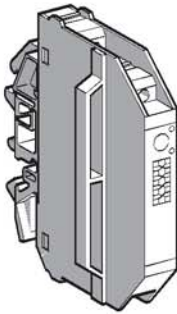
Es el caso, por ejemplo, de la tecnología TegoPower de Telemecanique (Schneider Electric) (⇒ Fig. 3).



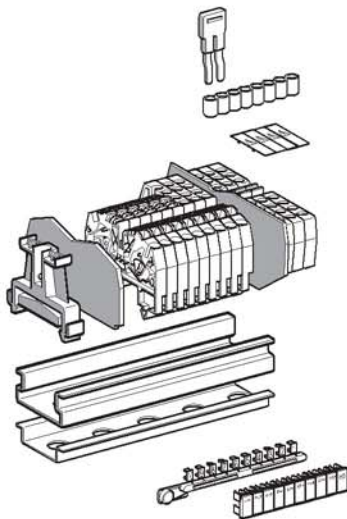
↑ Fig. 3

Unidades de arranque motor realizadas con la tecnología TegoPower de Telemecanique

11. Gestión del equipamiento



↑ Fig. 4 Interface digital ABS2



↑ Fig. 5 Bloque de terminales de Telemecanique

□ Distribución de señal

Los catálogos de los fabricantes ofrecen interfaces y sistemas de conexión para diferentes señales de control:

- interfaces para señales digitales (⇒ Fig. 4);
- interfaces para señales analógicas;
- interfaces para sondas de temperatura;
- interfaces de cableado;
- componentes periféricos del automatismo;
- interfaces para bus de campo.

□ La función "conectar"

Esta función cubre los productos requeridos para el cableado y la conexión del equipamiento.

• Bloques de terminales (⇒ Fig. 5)

Cumplen con las normas UTE y responden a la mayoría de homologaciones. Se construyen con nylon de colores lo que les permite ser usados a una gama de temperaturas que va de -30 a 10°C.

Su resistencia al fuego cumple con la norma NF C 20-455. Se identifican mediante caracteres en clips que se colocan en barras o pinchos, y están diseñados para conectar conductores con una sección máxima de 240 mm².

Cubren todas las necesidades:

- un amplio rango de corrientes, desde algunos amperios (circuitos de control, de señal, electrónicos, etc.), hasta varios centenares de amperios (conexiones de potencia);
- bloques multipolares o unipolares fijos o desmontables;
- conexiones con tornillos, pernos, clips, soldaduras o resortes;
- bloques para funciones especiales como soportes de fusibles o de componentes electrónicos, bornas seccionables, etc.;
- montaje sobre perfiles, placas perforadas o circuitos impresos.

• Terminales de cableado

Utilizar terminales ofrece varias ventajas:

- simplificación del cableado, ya que el encapsulado de la funda de cobre se realiza automáticamente al apretar la conexión en la borna;
 - perfecta resistencia a las vibraciones;
 - ausencia de deformación de los hilos flexibles;
 - ahorro de tiempo en la ejecución y en la conexión;
 - lengüetas portarreferencias y referencias iguales con cualquier sección de cable.
- Cada lengüeta admite 7 anillos de referencia (letras o números).

Los terminales Telemecanique tienen además:

- distinto color en cada sección;
- según modelos, 3 longitudes de fundas.

Existen terminales preaislados::

según norma NF C 63-023

- sin portarreferencias para secciones de 0,25 a 6 mm²;
- con portarreferencias integrados para secciones de 0,25 a 6 mm²;
- con portarreferencias extraíbles para secciones de 4 a 50 mm²;

según norma DIN 46228

- color por sección distinto del de la norma francesa;
- sin portarreferencias para secciones de 0,25 a 50 mm².

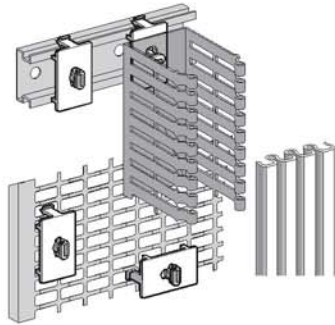
• Liras y canaletas de cableado

La función de las liras y las canaletas consiste en canalizar los cables para formar capas horizontales y verticales situadas en el mismo plano que los aparatos.

Todo el cableado se realiza por delante, lo que facilita reparaciones y modificaciones.

Se fabrican en PVC, y su principal característica es que no comportan ninguna pieza metálica en contacto con los conductores que contienen.

11. Gestión del equipamiento



† Fig. 6

Canaletas de Telemecanique

- **Canaletas** (⇒ Fig.6)

Poseen hendiduras laterales marcadas y perforaciones en el fondo. Se fijan vertical u horizontalmente a unos pies soporte dotados de un dispositivo de fijación de cuarto de vuelta. Dichos pies soporte se enganchan en los perfiles combinados o simétricos de 35 mm y en las placas perforadas. Existen canaletas de varias dimensiones y pueden llegar a contener 700 hilos de 1,5 mm². Una tapa de cierre encaja en éstas. El mismo portarreferencias se adapta en ellas y en las liras.

11.8 Montaje

Los componentes de automatismo y de distribución están diseñados para ser montados en chasis o en bastidor. El objeto de este apartado es recordar unas definiciones, indicar "trucos" o "reglas del arte", y llamar la atención sobre las precauciones necesarias para montar los aparatos.

■ Bastidor

Es un conjunto compuesto por dos montantes verticales perforados.

El montaje de los equipos, dependiendo del sistema de fijación, se efectúa enganchándolos o atornillándolos a:

- perfiles horizontales;
- placas perforadas;
- placas compactas;
- un conjunto mixto compuesto por perfiles y placas.

En función de los perfiles o de las placas y, sobretodo, del peso de los equipos, se recomienda utilizar:

- perfiles combinados o simétricos de 35 mm;
- perfiles simétricos de 75 mm;
- montantes en "C" que se usan como soporte en lugar de perfiles horizontales;
- placas perforadas que por detrás llevan un perfil horizontal de refuerzo.

Generalmente los bastidores se montan en cofres o armarios monobloque.

■ Chasis

Es el conjunto de uno o varios bastidores yuxtapuestos o colocados uno contra otro por la parte trasera, sujeto al suelo mediante un dispositivo de travesaño/pie de bastidor o a la pared por la parte superior de los montantes. El chasis también puede instalarse en un armario asociable dotado de un juego de barras horizontal en la parte superior para alimentar cada uno de los bastidores.

■ Aparatos montados en puerta o placa

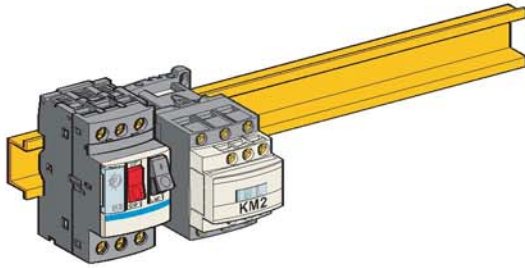
Algunos dispositivos de control o de visualización se montan en las puertas de las envolventes o en placas. Con el fin de mantener la ergonomía de los aparatos, éstos deberán colocarse aplicando unas normas que dependen de la naturaleza de los mismos (control o visualización) y de la elevación con respecto al suelo.

En la disposición se ha de tener en cuenta el número de accesorios a instalar:

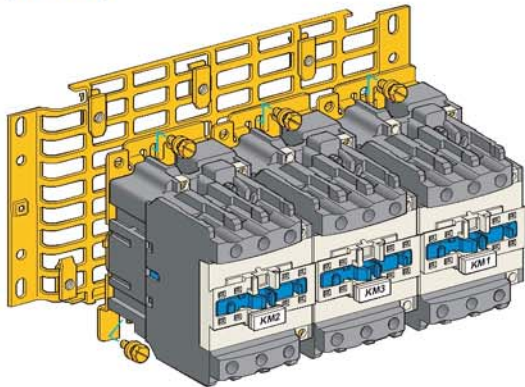
- pocos accesorios: se reparten en el eje horizontal de la zona afectada;
- muchos accesorios: se reparten por toda la zona afectada.

Algunas puertas y placas llevan refuerzos o accesorios interiores que limitan las posibilidades de implantación. Además, hay que medir la profundidad de los elementos colocados en la puerta con relación a los que van montados en el bastidor y tener su peso en cuenta.

11. Gestión del equipamiento



↑ Fig. 7a Montaje sobre perfil simétrico



↑ Fig. 7b Dispositivos atornillados a una placa perforada

■ Fijación de los aparatos

De forma general, es conveniente adoptar el siguiente principio para fijar y montar los equipos sobre bastidores o chasis: todos los aparatos deben poder fijarse o montarse por el frente ya que en la mayoría de los casos, los equipos se presentan en cofres o armarios, y resultará más cómodo modificar o añadir aparatos si se puede acceder a las fijaciones por delante.

En las *figuras 7a y 7b* se muestran varios ejemplos de montaje de aparatos.

11.9 Ajuste de los dispositivos

Para garantizar los niveles requeridos de protección y facilitar el trabajo de los integradores, Schneider Electric ofrece software y productos para simplificar la integración de pulsadores de mando e interfaces hombre-máquina (gama TegoDial).

El software ayuda a tener en cuenta la ergonomía, y los equipos de montaje y fijación permiten reducir notablemente el tiempo de estudio y realización.

■ Cableado

El método de cableado denominado "por medio del esquema de circuitos, representación desarrollada" se basa en la utilización sistemática de las referencias de las bornas de los aparatos, que están consignadas en el esquema de circuitos. Se aplica al cableado de circuitos de potencia y de control a base de contactores.

Este procedimiento supone un ahorro de tiempo para el usuario.

El esquema de circuitos se caracteriza por:

- rapidez en la ejecución: ahorro de tiempo en el diseño;
- claridad: representación sencilla de los circuitos eléctricos;
- fácil interpretación: cableado intuitivo;
- eficacia durante la explotación; facilidad de: comprensión, búsquedas, modificaciones y reparación de averías.

Puede ir acompañado de un plano de disposición o de un esquema complementario de las conexiones exteriores.

■ Cablear utilizando el esquema de circuitos

Para cablear tanto el circuito de potencia como el de control, se lee la referencia de las bornas del aparato en el esquema de circuitos y se realizan las conexiones de sección adecuada entre las referencias correspondientes en el equipo.

Por ejemplo, se unirán:

- la borna 2 del seccionador Q1 y la borna 1 del relé térmico F1;
- la borna 22 del contacto KM3 y la borna 57 del contacto KA1.

11. Gestión del equipamiento

11.10 Ensayos en plataforma

Los ensayos en plataforma tienen como objeto corregir los posibles errores cometidos en la construcción del equipo. Es necesario comprobar los siguientes puntos:

- el material es el mismo previsto en los planos y que está correctamente montado;
- el cableado es conforme a los esquemas;
- el funcionamiento se ajusta a las especificaciones del pliego de condiciones.

Algunas de estas comprobaciones deben llevarse a cabo con el equipo bajo tensión, por lo que es importante cumplir las siguientes normas:

- los ensayos en plataforma siempre los llevará a cabo personal cualificado y habilitado para intervenir en materiales eléctricos bajo tensión;
- se tomarán todas las precauciones habituales para garantizar la seguridad de las personas, de acuerdo con la legislación vigente.

■ Control de conformidad del material

Consiste en realizar un examen del aspecto físico del equipo y comprobar que se cumplen los siguientes puntos:

- dispone de todos los documentos contractuales (esquema, nomenclatura, implantación, etc.);
- el material montado en el bastidor es el que se menciona en dichos documentos;
- la disposición y el montaje del material son los indicados en estos documentos;
- el material no ha sufrido deterioro mecánico;
- las referencias de los distintos elementos están marcadas en los aparatos, y los elementos montados en las puertas llevan sus etiquetas de referenciado;
- la tensión de todos los aparatos equivale a la tensión de utilización;
- las bombillas de todos los pilotos están colocadas y a su tensión;
- el calibre de los aparatos es el indicado en los esquemas;
- el calibre y el tipo de fusibles es conforme (los montadores de plataformas suelen instalar fusibles estándar);
- los borneros están debidamente referenciados, montados y que tienen una sección suficiente para que pueda conectarse con facilidad el cableado exterior. Hay que asegurarse en particular de que las bornas de masa están debidamente aisladas de las bornas vecinas (posición correcta de las tapas aislantes);
- se respetan las distancias entre bornas, aparatos y masas, así como los perímetros de seguridad;
- las características de los distintos componentes se ajustan a su utilización;
- se cumplen las normas de construcción o las especificaciones sobre control.

Este control deberá reflejarse en un documento específico o en el esquema de implantación, visado por el operador, para probar que dicha operación se ha efectuado realmente.

■ Control del apriete de las conexiones

Antes de proceder al ensayo eléctrico del equipo, se debe comprobar que todas las conexiones de control y potencia están bien apretadas. Esto es importante ya que una conexión floja puede provocar distintos incidentes: calentamiento anormal, caída de tensión, cortocircuito.

A continuación, el operador podrá regular el valor de la corriente de accionamiento de los relés de protección térmica visualizando, en la pantalla de reglaje de cada relé, la corriente indicada en el esquema, al lado de la potencia de los motores.

11. Gestión del equipamiento

■ Control de aislamiento

La calidad del aislamiento de un dispositivo se mide en megaohmios ($= 10^6 \Omega$) con ayuda de un megaohmímetro.

El aislamiento se mide:

- entre dos conductores aislados uno de otro;
- o entre un conductor aislado de la tierra y de las masas por una parte, y las masas puestas a tierra por otra.

Tras desenchufar los aparatos y los circuitos sensibles, se comprueba el aislamiento del cableado de cada circuito, entre bornas por una parte, y entre bornas y tierra de protección por otra. Se comprueba además el aislamiento de los conductores de los órganos de corte, a ambos lados de los mismos.

La *figura 8* indica los valores de tensión que deben utilizarse para medir el aislamiento y el valor de resistencia de aislamiento que se debe obtener.

Tensión nominal del circuito	Tensión continua de ensayo de aislamiento	Resistencia de aislamiento (en $M\Omega$)
< 48 V	250 V	Igual o superior a 0,25
Tensión entre 48 y 500 V	500 V	Igual o superior a 0,5
Tensión superior a 500 V	1.000 V	Igual o superior a 1

↑ *Fig. 8*

Tensión de ensayo de aislamiento

■ Ensayos dieléctricos

Permiten poner a prueba la rigidez dieléctrica de la aparamenta a una tensión alternativa definida en función de la tensión nominal de aislamiento del circuito.

La rigidez dieléctrica se expresa por la resistencia a una tensión de ensayo aplicada entre conductores activos y la masa del bastidor. El ensayo se considera satisfactorio cuando no se produce descarga eléctrica o derivación.

Se utiliza un puente de descarga eléctrica que libera una tensión alternativa cuyo valor se puede regular a una frecuencia situada entre 45 y 55 Hz. Este aparato puede proporcionar una tensión elevada con una corriente muy baja.

Al aplicarla, la tensión de ensayo no debe sobrepasar el 50% del valor indicado en la *figura 9*.

Tensión nominal de aislamiento	Tensión de ensayo dieléctrico (valor eficaz)
< = 60 V	1.000 V
Tensión de 61 a 300 V	2.000 V
Tensión de 301 a 660 V	2.500 V

↑ *Fig. 9*

Tensión de ensayo dieléctrico

Luego aumenta progresivamente hasta alcanzar en pocos segundos el valor especificado. Después, la tensión se mantiene durante un minuto.

Cuando el equipo incluye aparatos electrónicos, los ensayos dieléctricos no pueden realizarse a posteriori. Para evitar cualquier destrucción, dichos ensayos deben realizarse a medida que se va montando y cableando.

11. Gestión del equipamiento

■ Comprobación del circuito de potencia

Se hace con el equipo sin tensión y permite asegurarse de que el cableado potencia se corresponde con el esquema.

En la mayoría de los casos, se realiza utilizando una lámpara-test.

■ Comprobación del circuito de control

□ Control hilo a hilo

Se suele llevar a cabo con el equipo bajo tensión y su objeto es comprobar que el cableado del circuito de control es conforme al esquema. También permite verificar el correcto funcionamiento de los aparatos.

Para realizar los ensayos con la mayor seguridad, se tiene que separar totalmente el circuito de potencia del de control durante toda la duración de los mismos. Se recomienda además aislar los conjuntos electrónicos como variadores de velocidad y autómatas, para evitar la inyección de tensiones que los podría destruir.

El cableado se comprueba "línea a línea". Debe comprobarse la acción de cada contacto, incluidas las de los contactos exteriores, cortocircuitando las correspondientes bornas.

Debe controlarse la continuidad de masas.

En los equipos de reducidas dimensiones, el control hilo a hilo puede realizarse sin tensión, usando una lámpara-test o un ohmímetro.

□ Ensayo de conjunto

El ensayo de conjunto consiste en simular todas las fases de funcionamiento de la máquina o del proceso, en el orden en el que deben realizarse y en controlar interrelaciones y seguridades.

Conviene prever una alimentación de potencia suficiente y realizar las interconexiones y las conexiones en unas placas de ensayos que sustituyen a los auxiliares de control exteriores por interruptores, pulsadores, etc.

El objeto del ensayo de conjunto es asegurarse de que el funcionamiento del equipo es el que se describe en el pliego de condiciones.

También permite comprobar las incidencias de una falsa maniobra en el control de la máquina o proceso, el deterioro de un elemento de control exterior (interruptor de posición, detector, etc.).

Los programas se cargan en los autómatas y se prueban de la manera más completa posible simulando entradas digitales por contactos y analógicas por señales. Esta simulación se utiliza para corregir cualquier error de programación y para reducir notablemente el tiempo requerido para la puesta en marcha.

Para equipos con variadores de velocidad electrónicos, además de la simulación debe realizarse un ensayo dinámico con los motores de la instalación o, en su defecto, con un motor de pruebas que tenga unas características comparables.

Se aconseja redactar una acta o informe de prueba que describa los ajustes realizados (valores) y las modificaciones efectuadas (programas y material), y que identifique los elementos que no se ensayaron total o parcialmente.

Este documento facilitará el trabajo de puesta en marcha.

Los esquemas, listados y nomenclaturas se modificarán para reflejar exactamente el equipamiento que se pondrá en marcha.

Antes de ser expedidos, armarios y cofres son "descableados". Si es necesario, las partes pesadas serán calzadas para evitar cualquier deformación en el transporte.

Las bases de los armarios deben ser limpiadas de forma concienzuda para evitar que cualquier cuerpo extraño se introduzca en los dispositivos.

11. Gestión del equipamiento

11.11 Instalación del equipamiento

Todos los aparatos que salen de fábrica son comprobados por especialistas antes de su expedición, regulados o calibrados con la mayor precisión.

Debe evitarse modificar los reglajes, salvo para los relés de protección y los contactos auxiliares temporizados cuyo reglaje puede perfeccionarse in situ según las condiciones de funcionamiento.

Al igual que en los ensayos en plataforma, la instalación in situ comporta tareas que se realizan bajo tensión, por lo que se aplicarán las mismas normas: intervención de personal cualificado y habilitado, y cumplimiento de normativa sobre seguridad.

■ Instalación

□ Al recibir el equipo

Se debe comprobar:

- la ausencia de golpes en las envolventes;
- que la parte móvil de los contactores no ha sufrido ningún tipo de manipulación o desplazamiento;
- que no se ha introducido ningún cuerpo extraño en el entrehierro del circuito magnético o entre los contactos;
- que la parte móvil de los contactores y los seccionadores, así como los dispositivos de disparo de los relés protección, funcionan libremente;
- la eficacia de los dispositivos de cierre (cofres, armarios);
- la estanqueidad de las juntas (para el material estanco);
- el buen estado de los auxiliares de control, de señalización así como de los aparatos de medida situados en las puertas;
- la presencia de los esquemas, así como también de las instrucciones de servicio.

Antes de conectar los conductores exteriores:

- comprobar la tensión y la frecuencia de las redes de alimentación de los circuitos de potencia y control;
- comprobar que el tipo y el calibre de los fusibles y de los relés de protección están adaptados a los receptores que hay que proteger.

□ Fijación y conexión del equipo

- determinar la sección de cables de conexión en función de la corriente en las máquinas controladas. Para limitar caídas de tensión, aumentar la sección de hilos y cables que alimentan circuitos de control y potencia cuando la línea tiene una gran longitud o cuando el control se realiza a muy baja tensión;
- en los conjuntos equipados con prensaestopas, la funda de los conductores debe introducirse en la junta de goma del prensaestopas. Al apretar, éste debe inmovilizar totalmente el cable;
- efectuar las conexiones exteriores siguiendo de forma escrupulosa el esquema;
- cumplir con las normas de instalación vigentes. Existe a tal efecto una borna referenciada en los cofres, los armarios y los auxiliares de control para la conexión de las masas al conductor exterior de protección;
- se recomienda, en los aparatos que se utilicen en ambientes especialmente corrosivos o tropicales, aplicar una capa de barniz aislante en las bornas después de conectarlas.

□ Reglaje de los relés térmicos de protección

Las regulaciones en amperios corresponden a la corriente absorbida por el motor. El reglaje se obtiene visualizando, en el potenciómetro de ajuste, el valor que corresponde a la corriente absorbida (se tiene que leer en la placa de características del motor la corriente de carga completa que corresponde a la tensión de la red).

En el caso de un arrancador estrella-triángulo, cuando el relé está directamente conectado en serie a los devanados del motor, el valor de reglaje debe ser $I / \sqrt{3}$, siendo I la corriente absorbida por el motor.

11. Gestión del equipamiento

Al estar compensados los relés de protección térmica, no es necesario corregir el reglaje en función de la temperatura ambiente, dentro de los límites indicados en las fichas técnicas.

Este reglaje se realiza, generalmente, en la plataforma y se indica en el informe de prueba.

Una vez efectuada la conexión de la línea de alimentación y la de todos los circuitos exteriores de potencia y de control, se puede proceder a los ensayos de conjunto del equipo, que se realizan en dos fases: ensayos en vacío y en carga.

■ Ensayo en vacío

El objetivo es comprobar que todas las conexiones (auxiliares de control y señalización, captadores, interruptores de seguridad, etc.) se han efectuado correctamente y son conformes al esquema. Para realizar esta prueba es necesario cortar la alimentación de todos los receptores:

- sacando de su zócalo los cartuchos fusibles que protegen el circuito de potencia;
- o poniendo el seccionador general en posición de ensayo, sin cerrar el circuito de potencia.

Estando alimentado el circuito de control, una acción sobre el auxiliar de control de arranque debe provocar el cierre del o de los contactores correspondientes y, en equipos más complejos, el arranque del ciclo automático. En este punto, se recomienda manejar manualmente los aparatos exteriores, o simular su funcionamiento, y provocar sistemáticamente y a conciencia todas las anomalías de control y de funcionamiento con el fin de comprobar la eficacia de los circuitos de control, interrelación, seguridad y señalización.

■ Ensayo en carga

Con el circuito de potencia alimentado, se realiza este ensayo para controlar la exactitud de conexión y funcionamiento de los distintos receptores. Dicho ensayo puede completarse por unos tests para comprobar que el automatismo realiza correctamente el desarrollo de las distintas funciones mecánicas de la instalación.

Una puesta en marcha exitosa es el resultado de sumar la experiencia del operador y los contenidos del expediente del equipamiento (listados de automatismos, instrucciones de puesta en servicio, manuales de los dispositivos, etc.).

■ Reparación de averías

Dada la variedad de equipos de automatismo, no resulta posible definir un procedimiento de reparación de averías común a todos los esquemas.

La experiencia y el conocimiento del equipamiento y sus funciones son indispensables para una reparación de averías eficiente.

El conocimiento de los FMECAs llevados a cabo en la fase de diseño puede ser muy útil cuando se está buscando la razón de los fallos.

11. Gestión del equipamiento

11.12 Mantenimiento del equipamiento

En la fase de diseño, los FMECAs se usan para definir las operaciones de mantenimiento y sus intervalos:

- cambio de escobillas en un motor si es el caso;
- limpieza de filtros;
- sustitución de las partes de desgaste;
- provisión de consumibles, etc.

Los dispositivos electrónicos y electromagnéticos prácticamente no requieren mantenimiento. Sin embargo, deben considerarse algunos puntos importantes.

□ El electroimán del contactor

Si el circuito magnético hace ruido, comprobar:

- la tensión de la red de alimentación. Un electroimán vibra cuando está alimentado por una tensión alternativa inferior que aquella para la que ha sido diseñado;
- que no se ha introducido ningún cuerpo extraño entre las partes fija y móvil del circuito magnético;
- la limpieza de las superficies rectificadas, que nunca se deben pintar, rascar o limar. Si están muy sucias, limpiarlas con productos disolventes como la gasolina o el tricloroetileno.

□ La bobina del contactor

Si fuera necesario cambiar una bobina (por ejemplo en caso de cambio de la tensión del circuito de control), la nueva bobina se definirá en función de la tensión real de alimentación del circuito de control. Entonces permitirá:

- el cierre del contactor cuando la tensión alcanza el 85% de su valor nominal;
- la apertura del contactor cuando la tensión se vuelve inferior al 65% de su valor nominal;
- soportar permanentemente una tensión correspondiente al 110% del valor nominal.

El deterioro de la bobina puede ser causado por:

- el cierre incompleto del circuito magnético, tras un incidente mecánico o una tensión del circuito de control inferior al 85% del valor nominal. En CA, esto acarrea la disminución de la reluctancia del circuito magnético, y en CC, la ineficacia del sistema de reducción de consumo cuyo contacto no se ha abierto. También provoca una presión insuficiente en los polos que se calientan de forma anormal y que pueden soldarse si la corriente que pasa por ellos es la corriente absorbida por un motor durante el arranque;
- un circuito de control mal adaptado;
- una tensión de alimentación superior al 110 % del valor nominal.

En todos los casos se deteriora la bobina ya que la energía disipada por efecto Joule es superior a la normal. Para evitar estos incidentes hay que utilizar bobinas adaptadas a la tensión medida en las bornas de alimentación de los equipos.

□ Los polos del contactor

El conocimiento de la potencia controlada y de la categoría de empleo (por ejemplo, corte de motores de jaula lanzados) permite determinar la durabilidad eléctrica de los contactos de un contactor o elegirlo en función del número de maniobras estimadas.

11. Gestión del equipamiento

□ Bloque de contactores

Los polos de un bloque de contactores no requieren mantenimiento.

Por ejemplo, en la categoría AC-3, un contactor que alimenta el motor de un compresor que arranca 6 veces por hora y que funciona 24 horas al día tendrá una vida útil de: $2.500.000 = 17.360$ días, esto es, unos 50 años sin mantenimiento.

Cuando los contactos han ejecutado muchos cortes, dan sensación de desgaste.

La única forma de evaluar el grado de desgaste es comprobar periódicamente la cota de presión o vigilar, en determinados calibres, el indicador de desgaste general.

Durante la utilización nunca se deben hacer reglajes de la cota de presión. Cuando ésta se encuentra entre un 20-50 % de la inicial hay que cambiar los contactos.

Tras realizar esta operación:

- es necesario alinear los contactos según la cota inicial de presión;
- es aconsejable limpiar los laterales de la cámara apagachispas, rascándolos;
- es imprescindible revisar el par de apriete de los tornillos.

□ Contactos auxiliares del contactor

No requieren ningún mantenimiento ni reglaje, excepto la duración de la temporización en los contactos auxiliares temporizados.

□ Relés térmicos

Sin mantenimiento. En todo caso, el reglaje del valor de la corriente de accionamiento que depende de la corriente absorbida por el receptor.

□ Envolvertes

Engrasar periódicamente las bisagras y el dispositivo de cierre.

En cofres y armarios estancos, asegurarse de la eficacia de los dispositivos de estanqueidad (juntas, prensaestopas, cajas de cables).

Usar un aspirador para la limpieza, nunca aire comprimido.

□ Radiadores de dispositivos electrónicos

Los dispositivos que usan componentes electrónicos de potencia disponen de radiadores, a menudo provistos de ventilación forzada.

Dependiendo de las condiciones ambientales y de la presencia de polvo, hay que limpiar periódicamente las aletas para evitar que éstas se llenen.

■ LO QUE NUNCA HAY QUE HACER

- limar o engrasar los contactos;
- modificar una pieza o sustituirla por una pieza de recambio inadecuada;
- rearmar un relé de protección sin averiguar antes la causa del disparo y eliminarla;
- cambiar un fusible y volver a poner el equipo bajo tensión sin haber solucionado el defecto;
- dejar abierto un cofre o un armario sin necesidad, especialmente en ambientes polvorientos;
- usar disolventes inapropiados.

