

Unidad 5

Aparatos de mando, regulación y control. Relés



En esta unidad aprenderemos a:

- Distinguir los diferentes aparatos de mando, control y regulación de las instalaciones.
- Reconocer los elementos auxiliares necesarios para el funcionamiento adecuado de las instalaciones.
- Analizar los distintos dispositivos de protección.
- El funcionamiento y los tipos de relés.
- Las incidencias que pueden producirse en las instalaciones.
- La misión de los aparatos de protección y su clasificación.

Y estudiaremos:

- Los elementos de mando de las instalaciones automatizadas.
- En qué consisten las señalizaciones.
- Diferentes tipos de interruptores de control.
- Detectores.
- Relés. Tipos y su funcionamiento.
- Protecciones de las instalaciones automatizadas.

5.1. Sistemas de mando

Para el manejo de los equipos o cuadros de contactores es necesario emplear una serie de aparatos, que los podemos dividir en sistemas de **mando permanente**, **mando instantáneo**, **mandos particulares** y **dispositivos de control**.

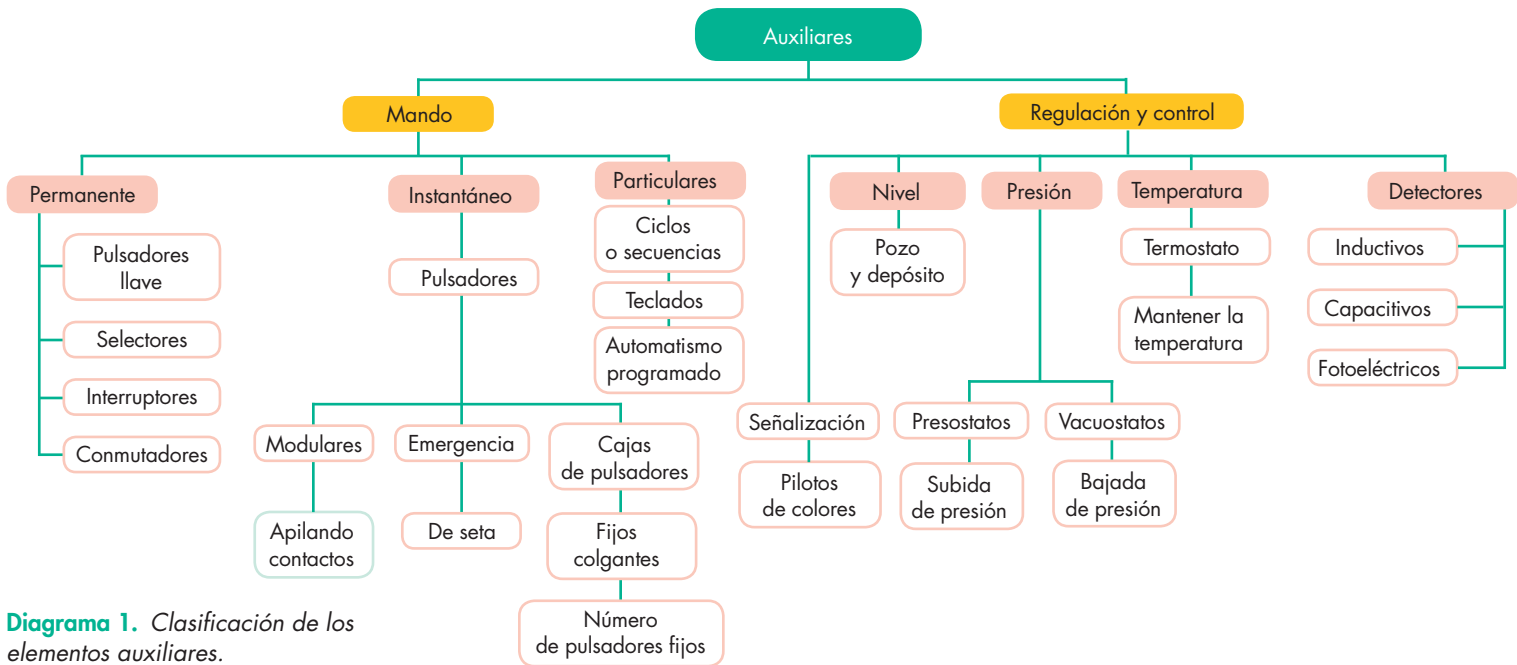


Diagrama 1. Clasificación de los elementos auxiliares.

Importante

En automatismos, cuando se habla de contactos abiertos o cerrados, se entiende siempre que el estado de dichos contactos es así cuando los aparatos están en reposo, es decir, sin que su bobina reciba tensión o sin que exista alguna causa ajena que pueda modificar su posición.



Fig. 5.1. Pulsador de llave y selector.

A. Sistemas de mando permanente

La principal característica de los **sistemas de mando permanente** radica en que al accionar el dispositivo de puesta en marcha permanecen en esa posición hasta que se actúa nuevamente sobre ellos. Además permiten simplificar bastante tanto los esquemas de mando como los circuitos. Al permanecer cerrados, mantienen en tensión todos los elementos que alimentan hasta que se actúa de nuevo sobre el mando para realizar la parada. Como ejemplos, tenemos interruptores, conmutadores, selectores, pulsador de llave, etcétera.

B. Sistemas de mando instantáneo

Los **sistemas de mando instantáneo** tienen la particularidad de recuperar la posición de reposo en el momento en que cesa la fuerza que se ejerce sobre ellos. Podemos destacar los pulsadores y finales de carrera.

Para la puesta en marcha se utiliza un pulsador normalmente abierto (NA); para la parada se emplea un pulsador normalmente cerrado (NC). Al realizar la puesta en marcha por medio de un pulsador si cesa la causa que lo acciona, el contactor, contactores o equipo se pararían al faltarles la alimentación. Para evitarlo se utilizan contactos auxiliares de los propios contactores que realizan lo que se denomina realimentación o mantenimiento del contactor.

Además de los anteriores, podemos encontrar una amplia gama, pero destacamos los **pulsadores dobles**, que pueden ser *pulsadores dobles de conexión simultánea*, *pulsadores dobles de desconexión simultánea* y *pulsadores de desconexión-conexión*.

Los pulsadores se alojan en cajas que pueden contener distinto número de ellos. Las más corrientes constan de un pulsador NA y otro NC, aunque se están imponiendo los modulares (Fig. 5.3).



Fig. 5.2. Cajas con dos o tres pulsadores.

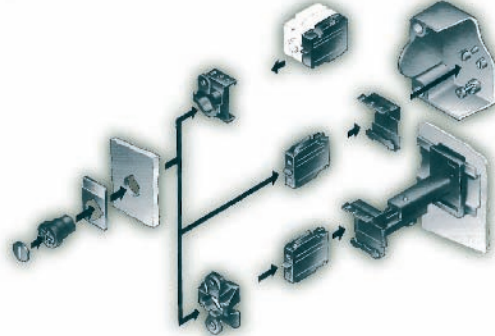


Fig. 5.3. Pulsador modular.

Claves y consejos

Por lo general, y por construcción, al accionar los pulsadores de desconexión-conexión primero se efectúa la desconexión y a continuación la conexión.

Actividades

1. ¿Qué diferencia existe entre un mando permanente y uno instantáneo?

C. Teclados

Los **teclados** aparecieron junto con la lógica programada (autómatas, microprocesadores o miniordenadores) en la que intervienen parámetros numéricos. Para el diálogo con la máquina hay que utilizar un mayor número de pulsadores, asociados entre sí eléctricamente, capaces de hacer llegar las órdenes. Estos pulsadores son todas las teclas que componen el teclado (Fig. 5.4).

Son muy usados en procesos productivos que pueden combinarse con pilotos y visualizadores. Ejemplo de aplicaciones en las cuales el mando puede ser de teclados son, entre otras: máquinas-herramienta; máquinas dedicadas a material de laboratorio, agrícola, de pesaje, embalaje, etc.; maquinarias para imprenta; máquinas de distribución de bebidas, alimentación, etcétera.

D. Cajas de pulsadores colgantes

Las **cajas de pulsadores colgantes** (Fig. 5.5) son cajas móviles y están destinadas al mando de contactores. Su uso más frecuente está en el control de máquinas de elevación, como puentes-grúa, grúas de pluma, máquinas-herramienta, etcétera.

Hoy se utilizan cajas que no necesitan usar ningún tipo de conexión física para transmitir las órdenes en las cuales la comunicación entre los pulsadores y el cuadro de maniobra se realiza por medio de ondas semejantes a las de radio. Al accionar un pulsador se genera una señal de radiofrecuencia que produce una sola respuesta en el elemento receptor, que se traduce en el movimiento correspondiente de la máquina. En la caja de pulsadores se encuentra el emisor de la señal de radiofrecuencia, y en el cuadro de maniobra, el receptor de esta y el convertidor de señal que la traduce en el movimiento deseado.

La señal de radio de alta frecuencia va ajustada tanto en el emisor como en el receptor. La máquina lleva un dispositivo de seguridad que la bloquea si se recibiese una señal procedente de una interferencia que pudiera provocar una falsa maniobra.



Fig. 5.4. Ejemplo de teclado.



Fig. 5.5. Cajas de pulsadores colgantes.

! Importante

Existen pulsadores de pedal de diversas clases: metálicos, con enclavamiento (que impide la puesta en funcionamiento intempestiva por caída de objetos), con tapa de protección, etcétera.

Claves y consejos

La elección de los modelos de los mandos particulares se realiza en función de las condiciones de utilización.

? ¿Sabías que...?

Generalmente, y salvo casos muy específicos incluidos en los equipos, la función de parada de emergencia está encomendada a los pulsadores llamados *de seta*, por su peculiar forma que se asemeja a la de estos hongos.

En muchos casos suelen llevar dispositivo de enclavamiento, de manera que cuando se actúe sobre el pulsador de seta, este quede enclavado (enganchado) en la posición pulsado. Solo la persona encargada puede desenclavar el pulsador por medio de una llave.



Fig. 5.8. Pulsador de seta o de emergencia.

● E. Mandos particulares

Se integran en el tipo de **mandos particulares** todos aquellos dispositivos que engloban varios movimientos, ya sea de forma independiente o simultánea, de una misma máquina. Entre ellos podemos citar los combinadores y pedales.

Los **combinadores** (Fig. 5.6) se accionan con la ayuda de una palanca vertical y se utilizan para disponer de mando semiautomático y, en varios tiempos, en los aparatos de elevación, pórticos, puentes-grúa, etcétera.

Los **pedales** (Fig. 5.7) están destinados al mando sobre todo de máquinas-herramienta. Se emplean generalmente cuando el operador tiene las manos ocupadas y suelen llevar tapa de protección.

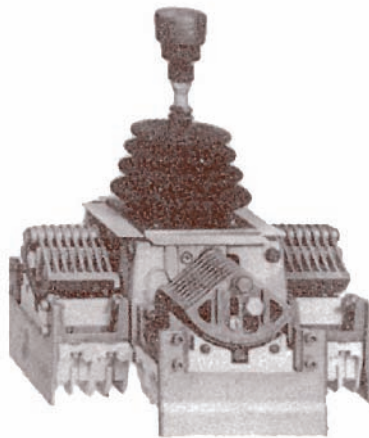


Fig. 5.6. Combinador.

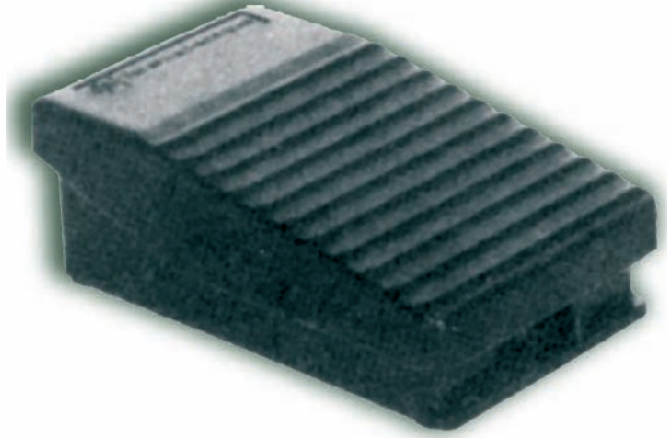


Fig. 5.7. Pulsador de pedal.

● F. Paradas de emergencia

Una **parada de emergencia** es una medida que se adopta como respuesta a situaciones en las que puede haber peligro para personas o instalaciones. Esta detención puede afectar a una máquina, a una zona, o llegar incluso a producir la parada total de una fábrica o industria. La parada de emergencia puede provocarse actuando sobre el circuito principal, el de mando, en reguladores por circuitos electrónicos o en autómatas programables.

- En el primer caso se recurre al empleo de **interruptores generales con dispositivo de parada de emergencia**, que suelen responder a unas normas establecidas y deben desconectar la alimentación eléctrica de la instalación al ser accionados.
- En la actuación sobre el **circuito de mando** pueden darse dos circunstancias: la parada de circuitos pequeños o la interrupción de varios que afectan a diferentes equipos.
- En el primer caso se trata de circuitos con dispositivos electromagnéticos (contactores, relés) y el mecanismo de parada se instala independiente del mando normal.
- En el segundo caso se trata de desconectar instalaciones con varios equipos electromagnéticos; no obstante, deben permitir la puesta en marcha de un equipo a pequeños impulsos para poder comprobar y subsanar el defecto.
- En el tercer caso, actuando en **dispositivos con reguladores por medio de circuitos electrónicos** que no posean su propio sistema de protección.
- Por último, en el caso de los **autómatas programables**, que carecen de sistemas electrónicos de seguridad. Al activarse el sistema de parada, deben desactivarse todas las salidas de los autómatas y quedar sin tensión de mando en la entrada.

● G. Interruptores de posición electromecánicos

Los **interruptores de posición electromecánicos**, conocidos familiarmente como finales de carrera, se dividen en dos grupos:

- **Interruptores de control**, cuyo papel consiste en detectar la presencia o el paso. Se conectan a las entradas de la unidad de tratamiento de datos.
- **Interruptores de potencia**, insertados en las fases de alimentación de los aparatos de accionamiento. Generalmente, su función se limita a la seguridad.

Deben tener las cualidades siguientes: seguridad de funcionamiento, alta precisión en el punto de accionamiento, ser inalterable a las perturbaciones electromagnéticas, facilidad de manejo, fácil instalación y funcionamiento preciso.

Constan de tres partes: el *contacto eléctrico*, el *cuerpo* y la *cabeza de mando* con su dispositivo de ataque. Son accionados mecánicamente y la mayoría se componen partiendo de diferentes tipos de cuerpos.

La **cabeza**, o elemento de ataque, se asocia a diferentes cuerpos que son los que llevan incorporados los contactos. Podemos encontrar cabezas para aparatos de movimiento rectilíneo o cabezas para dispositivos de movimiento angular. Son elementos que actúan sobre el estado de una máquina y se utilizan como mando de contactores y señalizaciones, para controlar la puesta en marcha, para disminuir la velocidad, para establecer la parada en un sitio determinado o para mandar ciclos de funcionamiento automático, etc. En las máquinas de elevación se establece un límite hasta el que puede llegar un móvil, a partir del cual se desconecta el dispositivo que lo mueve.

La elección debe hacerse teniendo en cuenta los factores que puedan afectarle, como golpes, presencia de líquidos, gases, características ambientales de la zona de ubicación, espacio físico para alojar el dispositivo, forma de fijación, peso, condiciones de utilización, número y naturaleza de los contactos, forma de la corriente, valor de la tensión e intensidad que hay que controlar, etcétera.



Fig. 5.9. Diferentes tipos de finales de carrera.

● 5.2. Señalización

La **señalización** de los equipos consiste en testigos, generalmente luminosos, que se ponen en las instalaciones para poder disponer de información del estado del funcionamiento de la misma.

La norma UNE EN 60204-1 establece el código de colores para los visualizadores y los pilotos. Por ejemplo, un piloto rojo indica una señal de emergencia; uno amarillo alerta de un funcionamiento anormal, etcétera.

El significado de los colores es igual en otros elementos como los pulsadores. Así, un pulsador rojo es un elemento que hay que pulsar en caso de peligro; uno amarillo, en caso de condiciones anormales, para poner nuevamente en marcha un ciclo automático interrumpido, etcétera.

Cuando puede ser necesario vigilar los parámetros con mayor precisión que la que nos aportan los pilotos se utilizan *visualizadores numéricos* y *alfanuméricos*. Los visualizadores numéricos muestran medidas de magnitudes, como temperatura, presión, etc. Pueden mostrar la cantidad de piezas producidas o indicarnos la posición de móviles, etcétera.

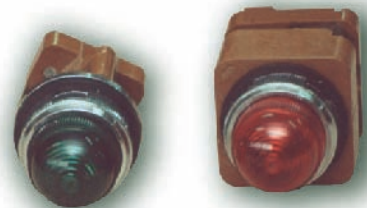


Fig. 5.10. Pilotos de señalización.

Claves y consejos

Los **interruptores de flotador** son el mínimo complemento indispensable de los grupos electrobombas. Provocan el arranque y la parada en función del nivel en el depósito. Son polivalentes, ya que pueden regular el máximo nivel admisible controlando una bomba de alimentación, o el nivel más bajo controlando un equipo para bomba de vaciado.

Ten cuidado

Siempre que se utilicen equipos de radiofrecuencia, es de vital importancia que las dos partes constitutivas de los mismos (emisor y receptor) se ajusten a una banda de frecuencia establecida. Se evita así que otras señales interfieran y puedan afectar a su funcionamiento.

Los sistemas de funcionamiento por radiofrecuencia están regulados y deben contar con la correspondiente autorización de la Dirección General de Telecomunicaciones.

Claves y consejos

Un **presostato** permite mantener una presión establecida en una instalación conectando o desconectando los elementos necesarios para conseguirlo.

5.3. Interruptores de control

Los **interruptores de control** son dispositivos encargados de vigilar una serie de magnitudes físicas que intervienen en el proceso productivo y cuya variación han de estar debidamente reguladas para el adecuado funcionamiento de la instalación. Algunos ejemplos son: controles de niveles, temperaturas, presión, detección, etcétera.

A. Control de nivel

Los interruptores de **control de nivel** son aparatos de control de fluidos. Supervisan el nivel en un depósito y ponen en marcha o paran, sucesiva y automáticamente, un cierto número de grupos electrobombas en función del caudal solicitado.

Un interruptor de control de nivel de flotador consta del propio interruptor que contiene los contactos para la puesta en funcionamiento del equipo, activados por una palanca de balanza, un flotador, un contrapeso y una varilla.

Posteriormente, se han fabricado relés capaces de mantener el control al mismo tiempo sobre dos niveles. Estos controles se realizan mediante el empleo de sondas que van sumergidas y, por tanto, en contacto con el líquido que hay que controlar.

Como elementos de última generación, encontramos unos dispositivos que mediante el uso de señales de radio frecuencia pueden controlar niveles de líquidos a gran distancia. Debido a su bajo consumo, no es imprescindible dotarlos de una línea eléctrica para su funcionamiento, puesto que pueden abastecerse de energía solar o de pilas. La elección del modelo depende de las características de la instalación (incluida la forma del depósito), de la naturaleza y temperatura del líquido, y del ambiente en el que funciona el aparato.



Fig. 5.11. Interruptor de control de nivel.

B. Control de presión. Presostatos y vacuostatos

- El **presostato** controla la subida de la presión y cuando esta llega al límite establecido provoca la apertura de un contacto.
- El **vacuostato** controla la bajada de presión, o depresión, procediendo a cerrar el contacto.

Cuando cesa la causa que ha originado dichos movimientos, ambos recuperan la posición inicial. Sus utilizaciones más frecuentes se dan en los calderines de los compresores, donde regulan la puesta en marcha y parada en función de la presión establecida. También se usan para garantizar refrigeraciones o lubricaciones mediante la circulación de un fluido, para controlar presiones en algunas máquinas-herramienta provistas de cilindros hidráulicos o para detener el funcionamiento de una máquina en caso de baja presión.

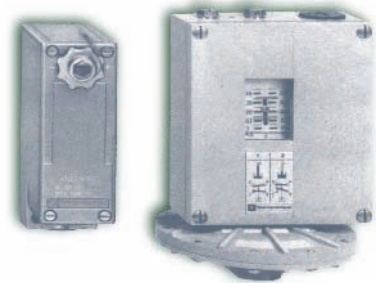


Fig. 5.12. El control de la presión está encargado a los presostatos y a los vacuostatos.

Como en todos los aparatos, a la hora de elegir debe tenerse en cuenta:

- El tipo de funcionamiento al que van dirigidos.
- Si deben controlar un solo sentido o dos.
- Si deben regularse los niveles máximo y mínimo.
- El tipo de fluido al que se destinan: aceite hidráulico, agua de mar, aire.
- Los valores en los que se moverá la presión que queremos controlar.
- Las circunstancias de ambiente en las que van a ubicarse.

● C. Control de temperatura. Termostatos

Los **termostatos** (Fig. 5.13) son dispositivos empleados para controlar las temperaturas. Van provistos de un contacto que cambia su posición cuando el valor de la temperatura alcanza el previamente establecido.

Su funcionamiento puede provocar dos tipos de respuesta: como medio de corte de elementos calefactores, o de puesta en marcha de componentes refrigerantes.

Así, los termostatos pueden utilizarse para controlar la temperatura en:

- **Climatización.** Bien sea como elemento de una instalación de calefacción o de refrigeración. En el primer caso, conecta y desconecta la calefacción para mantener la temperatura a unos niveles establecidos. La refrigeración se utiliza en la conservación de alimentos, desde los pequeños frigoríficos a las grandes cámaras frigoríficas. También forma parte de muchas aplicaciones de ámbito doméstico.
- **Industria.** Como controlador de la temperatura de las máquinas-herramienta para mantener una buena refrigeración. Para elegir los presostatos debe tenerse en cuenta el mismo tipo de circunstancias indicadas en los casos anteriores y sobre todo su rango, en función de la temperatura que se desea controlar.

● D. Detectores inductivos y capacitivos

Los **detectores** realizan funciones parecidas a las de los contactos de elementos por mando mecánico, aunque fueron concebidos de una forma totalmente diferente. Son estáticos y no contienen pieza de mando (pulsador, palanca, etc.) ni ningún elemento móvil.

Entre sus ventajas, destacan que no les afectan los ambientes enrarecidos por humedad, polvo o ambientes corrosivos. Poseen una vida que no depende del número y la frecuencia con que ejecuta las maniobras. Realizan la señal de respuesta en un breve espacio de tiempo y permiten la conmutación de pequeñas corrientes sin posibilidad de errores o fallos (Fig. 5.14).

Existen dos tipos de detectores:

- **Inductivos**, son los que detectan cualquier objeto de material conductor. Realizan su función mediante la variación que sufre un circuito electromagnético cuando al mismo se aproxima un objeto metálico.
- **Capacitivos**, son los apropiados para otros tipos de objetos, aunque sean aislantes, líquidos o estén cubiertos de polvo. Su funcionamiento tiene como principio la alteración que sufre un campo eléctrico al aproximarle un objeto.

Estos detectores disponen de un potenciómetro de regulación de sensibilidad.

Claves y consejos

Un *termostato* permite mantener una temperatura establecida en una instalación conectando o desconectando los elementos necesarios para conseguirlo.

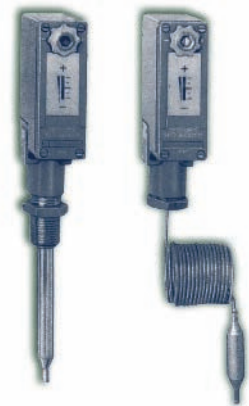


Fig. 5.13. Imagen de termostatos.

Importante

Los *detectores* son aparatos que funcionan sin partes en movimiento, sin que haya rozamiento ni contacto con el móvil que hay que detectar y no produce ninguna alteración o reacción en este.



Fig. 5.14. Diferentes tipos de detectores de proximidad.

Claves y consejos

En los detectores fotoeléctricos, la emisión puede realizarse en infrarrojo o en luz visible.



Fig. 5.15. Detector fotoeléctrico.

Importante

Todo sistema óptico está influenciado por las variaciones de la transparencia existente en el medio donde se realiza la instalación. Estas variaciones están causadas por el polvo, los humos y las perturbaciones atmosféricas.

El alcance necesario para obtener una detección fiable en cualquier sistema está condicionado por las características del entorno.

E. Detectores fotoeléctricos

Los **detectores fotoeléctricos** constan de un emisor y un receptor de luz. La detección es efectiva cuando el objeto penetra en el haz luminoso y modifica la cantidad de luz que llega al receptor para provocar el cambio de estado de la salida. Permiten detectar todo tipo de objetos, sean opacos, transparentes, reflectantes, etc., en gran variedad de aplicaciones industriales.

Van asociados a un relé electrónico, y cuando el haz luminoso es interrumpido se modifica la posición del contacto NA/NC de dicho relé. Por su peculiaridad de funcionamiento, son aparatos que trabajan en tensión.

Existen cinco tipos de sistemas de montaje, en función de una serie de circunstancias:

- **Sistema de barrera.** Se monta cuando se trata de alcanzar longitudes largas (permite alcances de hasta 100 m) y los objetos que queremos detectar son reflectantes (los transparentes no los detecta), si estos son lo suficientemente brillantes o están pulidos. El emisor y el receptor están situados uno frente al otro a la distancia estipulada (Fig. 5.16). El haz que emite puede ser de infrarrojo o láser y posee una excelente precisión, aunque para ello es necesario alinear muy bien el emisor y el receptor. Los detectores de barrera son muy adecuados para los entornos contaminados (humos, polvo, intemperie, etc.).
- **Sistema réflex.** En este caso, emisor y receptor (Fig. 5.17) están en el mismo aparato. El haz luminoso que lanza el emisor va dirigido a una pantalla situada frente a él a la distancia conveniente, provocando el retorno del haz por medio de un elemento reflector que está montado sobre dicha pantalla. La detección se produce cuando el objeto interrumpe el reflejo del haz. Este sistema no permite la detección de objetos reflectantes que podrían reenviar una cantidad más o menos importante de luz al receptor. Estos modelos están indicados para instalaciones de alcance medio o corto, especialmente cuando no hay posibilidad de instalar el receptor y el emisor separados.

El alcance de un detector fotoeléctrico réflex es de dos a tres veces inferior al de un sistema de barrera. Puede utilizarse en un entorno contaminado, aunque como el margen de efectividad es inferior al de un sistema de barrera, es indispensable estudiarlo bien antes de decidirse por este sistema.

- **Sistema de proximidad.** Solo está indicado cuando se trata de realizar instalaciones para alcances cortos. Emisor y receptor (Fig. 5.18) van incorporados en la misma caja. El haz emitido, que en este caso es infrarrojo, llega al receptor valiéndose del reflejo que provoca sobre los objetos que hay que controlar, aunque situados a una distancia relativamente corta. Incluyen un ajuste de sensibilidad para impedir que cualquier objeto del entorno pueda alterar el normal funcionamiento, lo que podría ocurrir si existiera algún elemento reflectante tras el objeto que hay que detectar.

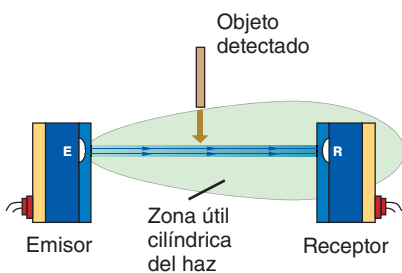


Fig. 5.16. Principio del sistema de barrera.

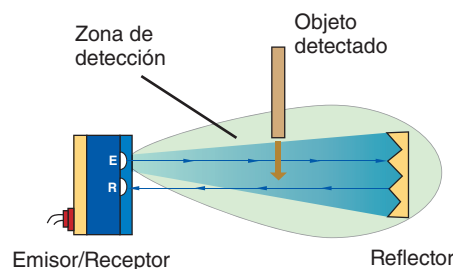


Fig. 5.17. Principio del sistema réflex.

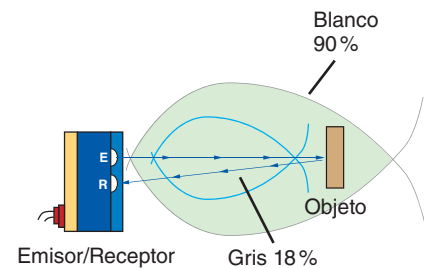


Fig. 5.18. Principio del sistema de proximidad.

- **Sistema réflex polarizado.** Cuando los objetos que hay que detectar son brillantes. (Fig. 5.19), de manera que en lugar de cortar el haz reflejan la luz, es preciso utilizar un sistema réflex polarizado, un detector equipado con dos filtros polarizados opuestos. El funcionamiento de un detector réflex polarizado puede verse perturbado por la presencia de ciertos materiales plásticos en el haz que despolarizan la luz que los atraviesa. Se recomienda evitar la exposición directa de los elementos ópticos a las fuentes de luz ambiental.
- **Sistema de proximidad con borrado del plano posterior.** Están equipados con un potenciómetro de regulación de alcance que permite ajustar la zona de detección y evitar la detección de los objetos existentes en un plano posterior (Fig. 5.20). Pueden detectar a la misma distancia objetos de diferentes colores y con reflexiones distintas. El funcionamiento de este sistema en un entorno contaminado es superior al de un sistema estándar, debido a que el alcance no varía en función de la cantidad de luz devuelta por el objeto.

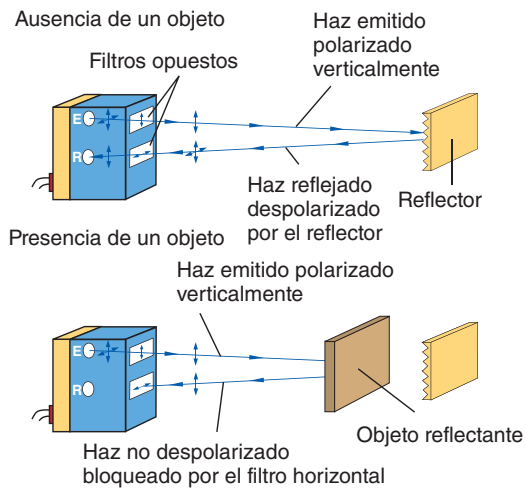


Fig. 5.19. Principio del sistema réflex polarizado.

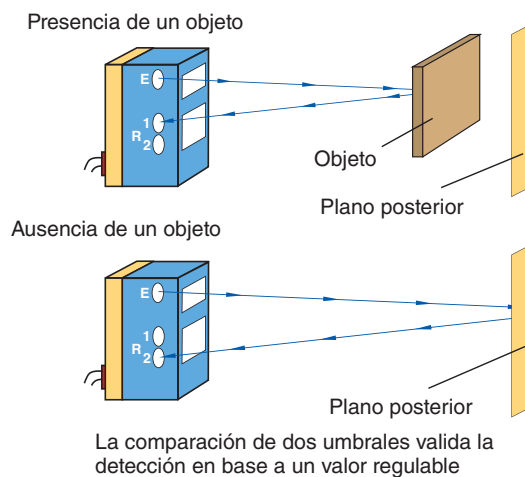


Fig. 5.20. Principio del sistema de proximidad con borrado de plano posterior.

Claves y consejos

Los fabricantes establecen un margen de seguridad cuando especifican el alcance nominal de los detectores fotoeléctricos.

Actividades

2. Explica cómo funciona un detector de proximidad capacitivo y uno inductivo.
3. ¿Con qué aparato se controla la subida de la presión y de qué forma actúa?

5.4. Relés

En el concepto de **relés** se incluyen aparatos que cumplen funciones muy diferentes, tales como realizar una labor de protección, combinar o establecer secuencias dentro del funcionamiento de los equipos, etc. Existe gran diversidad de tipos desde el punto de vista de su forma constructiva.

○ Constitución de un relé industrial: el electroimán

Su principio de funcionamiento es idéntico al de los contactores, aunque es más pequeño (Fig. 5.21). La construcción del circuito magnético, igual que en aquellos, también va en función de la naturaleza de la corriente de alimentación, es decir, si es alterna o continua.

El funcionamiento del contacto de un relé puede ser:

- **Instantáneo:** cuando la bobina recibe tensión cambia inmediatamente de posición; en el momento en que la bobina deja de recibir tensión, la vuelta a la posición de reposo es instantánea.
- **Temporizado** al trabajo o al reposo.

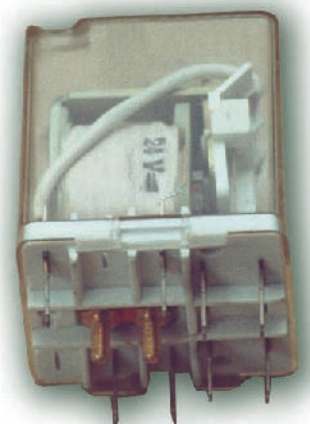


Fig. 5.21. Imagen de un relé industrial.

! Importante

Los relés están fabricados para controlar intensidades pequeñas, o al menos no tan altas como otros componentes, pero deben cumplir sin fallos su función dentro del esquema, ya que el buen funcionamiento del equipo, el control de tiempo, el respeto de la secuencia de marcha y otros tipos de circunstancias dependen de su fiabilidad.

Los contactos del relé son los encargados de cortar o conectar los circuitos con una gran fiabilidad; por eso, a la hora de fabricar sus piezas, la elección de los materiales empleados se hace teniendo en cuenta estas circunstancias.

● A. Principio de funcionamiento de un relé temporizado

Los contactos de los **relés temporizados** se abren o cierran una vez transcurrido un tiempo desde que se les aplica o corta la tensión a su bobina, es decir, desde el cambio de estado. El tipo de temporización a la conexión (o trabajo) o a la desconexión (o reposo) depende de la misión a realizar dentro del circuito.

○ Relé temporizado a la conexión o al trabajo

Cuando los **relés temporizados a la conexión o al trabajo** reciben tensión en su bobina, cambia la posición de sus contactos tras un tiempo determinado. Sin embargo, una vez que ha cesado dicha tensión, la vuelta a la posición de reposo se realiza de manera instantánea.

La regulación del tiempo suele hacerse mediante un dispositivo que gira sobre una graduación en forma circular incorporada en la parte superior del relé. En la Figura 5.22 podemos ver la imagen de un relé temporizado a la conexión.

El relé va provisto de un contacto conmutable o basculante con tres bornes de conexión. Uno de los bornes es común a ambos contactos. De los otros dos, uno pertenece al contacto normalmente cerrado (NC) y otro al abierto (NA).

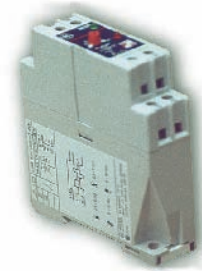


Fig. 5.22. Relé temporizado.

○ Relé temporizado a la desconexión o al reposo

En un **relé temporizado a la desconexión o al reposo**, cuando la bobina recibe tensión, se produce inmediatamente el cambio de la posición de sus contactos. Cuando la tensión cesa, debe transcurrir un tiempo previamente regulado antes de recuperar la posición de reposo. Igual que el temporizado a la conexión, cuenta con una escala graduada en la que se establece la regulación del tiempo con el mismo número y forma de los contactos.

○ Relé temporizador neumático

Un **relé con temporización neumática** puede estar constituido por diferentes contactos, dependiendo del tipo y del fabricante: contactos NANC o NA + NC, contactos instantáneos NA o NC, etc. La regulación del tiempo puede ajustarse por medio de un tornillo que lleva en el frontal (Fig. 5.23).

En este sistema, la temporización se obtiene por corriente de aire que recorre un surco de longitud regulable. El aire se recicla y se filtra, permitiendo con ello que el funcionamiento no se vea afectado por poluciones ambientales.

Al igual que en los anteriores tipos, existen relés neumáticos temporizados a la conexión y temporizados al reposo.

En la Figura 5.24 se explica el principio de funcionamiento de un relé neumático temporizado al reposo de la casa Telemecanique:

1. **Se activa el relé.** Al cerrarse, el circuito magnético comprime el resorte A y la membrana. El aire de la cámara B se expulsa a la cámara C por el orificio D, que se abre brevemente. El contacto bascula instantáneamente.

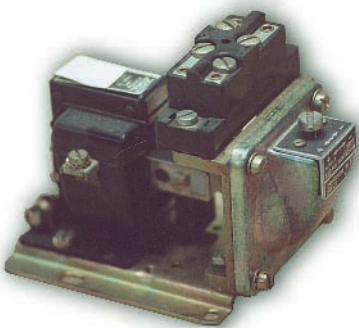


Fig. 5.23. Temporizador de tipo neumático.

! Ten cuidado

Los *temporizadores neumáticos* no están indicados para maniobras cuyo ciclo de repetición sea muy breve o frecuente.

2. **Comienza a contar el tiempo.** Al abrirse el circuito magnético de control, el resorte A repele la membrana y crea una depresión en la cámara B. El aire de la cámara C vuelve a la cámara B a través de un filtro de metal sintetizado. Su velocidad se regula mediante un surco de longitud variable practicado entre dos discos. La temporización es el resultado de la variación de posición relativa de los dos discos que se obtiene por medio del tornillo de regulación.
3. **Fin de la temporización.** Al finalizar el tiempo regulado, el contacto bascula y vuelve a su posición inicial.

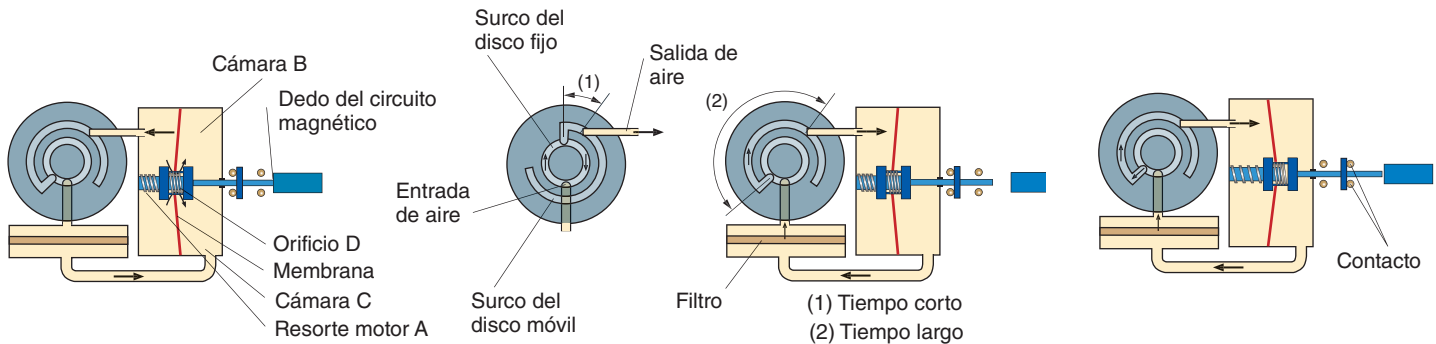


Fig. 5.24. Esquema de funcionamiento de un relé neumático temporizado al reposo de la casa Telemecanique.

○ Temporizador electrónico

La instalación de los **temporizadores electrónicos** (Fig. 5.25) se ha impuesto dentro de los equipos de automatismos. Utilizando un circuito electrónico de pequeño consumo, se obtiene un contador programable. La programación se realiza por medio de un *potenciómetro* colocado en la parte frontal del aparato.

En los modelos más habituales, la corriente de salida del circuito electrónico alimenta, a su vez, un relé equipado de contactos NA/NC que funcionan igual que en los casos anteriores.

○ Relojes horarios

Los relés que hemos citado son adecuados cuando los tiempos no superan varios minutos. El problema se planteó ante la necesidad de disponer de tiempos de actuación superiores que los anteriores relés no cubrían. Se solucionó con la aparición de **relojes horarios**, es decir, relés temporizados mediante motor asíncrono que pueden determinar tiempos desde segundos a horas.

El motor pone en marcha un dispositivo de relojería por medio de un *embrague*. El tiempo se regula, y una vez transcurrido, el embrague acciona un contacto que cierra o abre el circuito. Hoy en día se ha impuesto el empleo de relojes horarios cuyo mecanismo es de tipo electrónico (Fig. 5.26).



Fig. 5.25. Relé temporizado de tipo electrónico.



Fig. 5.26. Reloj horario electrónico.

● 5.5. Tipos de protecciones

Los **receptores eléctricos** pueden ser el origen de un gran número de incidentes mecánicos o eléctricos. Con el fin de evitar que dichos incidentes estropeen los receptores y el equipo que los manda y que hagan extensiva la incidencia a la red o línea de alimentación, es necesario protegerlos. Esa es la misión de los relés de protección, de los seccionadores portafusibles y de los interruptores de seguridad.

Los **incidentes de origen mecánico** más corrientes son el bloqueo o sobrecarga corta o prolongada, que provoca el aumento de la intensidad absorbida por el motor y por tanto un calentamiento peligroso de los devanados, y si es prolongada, puede existir riesgo de incendio de los conductores.

Actividades

4. ¿Cómo pueden ser los contactos, respecto a su funcionamiento, en un relé industrial?
5. Explica cuál es el principio de funcionamiento de un relé.

A Vocabulario

El *seccionamiento* consiste en aislar eléctricamente una instalación de su red de alimentación, según establecen las normas de seguridad a este respecto.

Los de **origen eléctrico** más corrientes suelen ser la sobretensión, la caída de tensión, el desequilibrio de fase, la falta de fase (todas provocan un aumento de la intensidad que atraviesa los devanados y el circuito de alimentación) y los cortocircuitos, cuya intensidad puede sobrepasar el poder de corte del propio contactor.

Un **aparato de protección** tiene como misión, en esos momentos, preservar la línea y el órgano de mando (por ejemplo el contactor) por encima de sus límites.

El elemento de protección debe permitir el arranque del motor, aunque durante este proceso el valor de la intensidad es muy superior a la normal de servicio y debe actuar deteniendo el funcionamiento del motor cuando el valor de la intensidad aumenta, de forma prolongada, por encima de la intensidad nominal.

La protección de los equipos pasa generalmente por cuatro funciones básicas: el seccionamiento, la protección contra los cortocircuitos o contra las sobrecargas y la conmutación.

Existen diferentes tipos de protección utilizados en los equipos automáticos por contactores:

- Los **relés térmicos**, **sondas de termistancias** y **relés magnetotérmicos**, que se emplean para proteger los equipos de las pequeñas sobrecargas prolongadas.
- Los **relés magnetotérmicos** y los **electromagnéticos** están indicados para las protecciones de sobrecargas más grandes.
- Los **fusibles**, **seccionadores dotados de portafusibles**, **guardamotores** de alto poder de corte y los **interruptores de seguridad** se utilizan para protegerse de los cortocircuitos.
- Para proteger la falta de una fase en los motores trifásicos se utilizan los **relés térmicos diferenciales** o **seccionadores** con dispositivo apropiado.
- Los **seccionadores** e **interruptores de seguridad** protegen a las personas ante la posibilidad de contactos eventuales con partes en tensión.
- La falta de tensión se previene utilizando **contactores con autoalimentación** o **relés de medida**. Estos últimos se emplean también para la protección de máxima y mínima intensidad.

Para manipular las instalaciones o las máquinas y sus respectivos equipos eléctricos con total seguridad, es necesario disponer de medios que permitan aislar eléctricamente de la red de alimentación general. Esta función, llamada *seccionamiento*, se realiza por medio de seccionadores o interruptores seccionadores, aunque a veces esta función está incluida dentro de equipos o aparatos de funciones múltiples.



Actividades

6. ¿Cuáles son las cuatro funciones básicas de protección de las instalaciones?

● A. Protección contra los cortocircuitos

El **cortocircuito** es un incidente eléctrico producido por accidente o de forma intencionada y consiste en establecer un contacto directo entre dos puntos con potenciales eléctricos distintos.

El cortocircuito puede darse:

- En **corriente alterna** (CA): por unión entre fases, entre fase y neutro o entre fases y masa conductora.
- En **corriente continua** (CC): entre los dos polos o entre la masa y el polo aislado.

El cortocircuito trae como consecuencia un aumento considerable de corriente. Esta genera efectos electrodinámicos y térmicos que pueden dañar gravemente el equipo,

Ten cuidado

El *cortocircuito* trae como consecuencia un aumento considerable de corriente, que en milésimas de segundo puede alcanzar un valor cien veces superior al valor de la corriente de uso.

los cables y los elementos situados en la misma línea por delante del punto donde se produce el cortocircuito. Por lo tanto, es preciso utilizar dispositivos de protección que detecten el fallo e interrumpan el circuito rápidamente, a ser posible antes de que la corriente alcance su valor máximo.

Estos dispositivos pueden ser *fusibles*, *disyuntores motor magnéticos*, *aparatos de funciones múltiples* o *dispositivos de protección contra funcionamiento en dos fases*.

○ Fusibles

Un **fusible** es un elemento de la instalación que, deliberadamente, se hace más débil para que en caso de producirse un cortocircuito interrumpa la corriente en ese punto, evitando así que puedan dañarse otros lugares de la instalación, con lo cual se asegura la protección en cada una de las fases.

Tienen un poder de corte importante y no ocupan mucho espacio (Fig. 5.27). Se clasifican en dos tipos: distribución y motor.

- **Distribución** o de **tipo gG**. Permiten a la vez una doble protección: contra los cortocircuitos y contra las sobrecargas en aquellos circuitos en los que el valor de las puntas de intensidad no son importantes.

El calibre del cartucho debe tener el valor inmediatamente superior al de la intensidad consumida, a plena carga, del circuito que protege. La sección de los conductores han de soportar dicha intensidad.

- **Motor** o de **tipo aM**. Solamente protegen la instalación de cortocircuitos en los casos en que los aparatos tengan que soportar puntas de intensidad elevadas, como las derivadas de máquinas eléctricas.

En estos casos es conveniente dotar al equipo de otra protección adicional contra las sobrecargas si se comprueba que el valor de la intensidad no es tan elevado como para hacer saltar los fusibles. Se da la circunstancia de que aunque un cartucho fusible esté sometido a una intensidad dos o tres veces superior a su calibración, se calienta pero no se funde. También en este caso, el calibre del cartucho debe ser de un valor inmediatamente superior al de la corriente de plena carga del circuito que hay que proteger.

○ Disyuntores motor magnéticos

Un **disyuntor motor magnético** es un dispositivo de protección contra los cortocircuitos con corte omnipolar, es decir, por apertura de todos los polos. Normalmente cumplen con lo establecido en la norma UNE IEC 947 sobre seccionamiento de las instalaciones.

En muchas ocasiones, estos aparatos se asocian con un contactor y un relé de protección térmica para formar un arrancador o guardamotor.

○ Aparatos de funciones múltiples

Algunos **aparatos de funciones múltiples** pueden reunir en un único aparato todas o parte de las cuatro funciones básicas de un arrancador protector. La combinación de dispositivos ofrece numerosas ventajas: simplificar el cableado, reducir las dimensiones de los equipos, facilitar las reparaciones y el mantenimiento, y utilizar menos piezas de repuesto.

○ Dispositivos de protección contra funcionamiento en dos fases

Un **dispositivo de protección contra funcionamiento en dos fases** es un elemento que puede instalarse en un portafusibles multipolar o en un seccionador portafusibles. Para su funcionamiento requiere el uso de fusibles con percutor o con indicador de haberse fundido.

Vocabulario

A

Un *aparato de funciones múltiples* es aquel que reúne más de una de las cuatro funciones básicas establecidas para la protección de las instalaciones.



Fig. 5.27. Fusibles de diferentes tipos y tamaños.

Vocabulario

A

Un *corte omnipolar* es la desconexión de todas las fases o polos de alimentación de la instalación.



Ejemplos

Un motor cuyo bobinado está preparado para soportar en condiciones normales una temperatura de 90 °C y tiene calculada una vida de dos años; si soportara de forma continuada una temperatura de 100 °C, se acortaría su tiempo de vida a la mitad, es decir, un año.

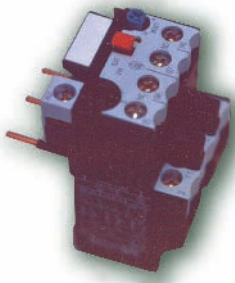


Fig. 5.28. Relé de intensidad.



Importante

Las láminas bimetálicas de los relés de intensidad poseen un coeficiente de dilatación por temperatura muy diferente, de forma tal que al paso de la corriente una dilata más que la otra, lo que hace que se curve en el sentido de la de mayor coeficiente, provocando la apertura del contacto.

Dispone de un mecanismo que se acciona cuando se funde uno de los fusibles. Esta circunstancia activa la apertura de un contacto conectado, en serie, con la bobina del contactor. De este modo, queda garantizada la parada del contactor.

● B. Protección contra las sobrecargas

Las **sobrecargas** consisten en el aumento de la corriente absorbida por el motor, lo que provoca un calentamiento excesivo del mismo. Cualquier motor en condiciones normales de trabajo sufre un calentamiento como consecuencia de éste. Ahora bien, ese calentamiento debe estar dentro de unos límites razonables para que no se vean afectados los aislamientos internos.

Cuando un motor tiene que trabajar en ambientes en el que la temperatura es muy elevada, la temperatura del propio motor se ve incrementada en función de la temperatura ambiental, con lo que la suma de ambas podría dar lugar a un calentamiento excesivo. No todos los motores eléctricos están preparados para trabajar en ambientes con temperaturas elevadas: depende del tipo de aislamiento eléctrico empleado en su construcción. Si el motor no está preparado, los aislamientos se deteriorarán más rápidamente, acortando su vida útil.

Si la temperatura de funcionamiento de un motor sobrepasa de forma continuada en 10 °C la establecida para el tipo de aislamiento que posee, la vida útil del motor se reduce un 50%. Podemos deducir, pues, que resulta imprescindible una buena protección contra las sobrecargas, para:

- Evitar que los motores funcionen en circunstancias anormales, ya que provocan un calentamiento excesivo y reducen por ello su tiempo de vida.
- Eliminar paradas indeseadas o imprevistas, lo que permite un funcionamiento normal de las instalaciones.
- Hacer que la vuelta al funcionamiento normal de un motor tras un disparo de protección sea lo más rápida posible, manteniendo las condiciones de seguridad, tanto de los equipos como de las personas.

● C. Relés de intensidad o relé térmico

Los **relés de intensidad** (Fig. 5.28), también llamados *relés térmicos*, se utilizan para proteger las máquinas contra sobrecargas prolongadas.

Pueden emplearse tanto en CA como en CC y su funcionamiento tiene efecto cuando el valor de la intensidad que recorre el circuito está por encima de la intensidad nominal de la máquina, sin llegar a ser elevado, pero manteniéndose durante cierto tiempo.

Los relés de intensidad pueden ser de dos tipos:

- **Tripolares**, que pueden utilizarse en corriente trifásica, bifásica y monofásica.
- **Diferenciales**, que detectan un desequilibrio entre fases, o un fallo o corte de alguna de ellas, como ocurre cuando funde un fusible y un motor trifásico permanece funcionando en dos fases.

○ Principio de un relé de intensidad o térmico

El principio de funcionamiento de un **relé de intensidad** se basa en la curvatura que experimenta una lámina bimetálica (Fig. 5.29) como consecuencia del calentamiento. Esta circunstancia se aprovecha para mover un contacto.

○ Relé de intensidad térmico trifásico

Un **relé de intensidad térmico trifásico** está compuesto de tres láminas (una por fase, conectadas en serie con ellas), constituidas cada una por dos metales con coeficientes de dilatación diferentes, soldados entre sí (Fig. 5.30).

Un arrollamiento calefactor, conectado en serie en cada fase del motor y cuya sección está construida en función de la intensidad que hay que controlar, está arrollado sobre cada bimetálico y provoca su deformación por dilatación.

La corriente absorbida por el motor calienta el arrollamiento calefactor, haciendo que las láminas se deformen en mayor o menor grado según la intensidad de dicha corriente. Dicha deformación provoca a su vez el movimiento de un elemento que va unido al dispositivo de disparo.

Si la intensidad absorbida por el receptor aumenta a causa de un incidente, los bimetálicos van deformándose poco a poco y accionan el dispositivo diferencial, provocando un desplazamiento y la apertura del contacto. El calentamiento va deformando las láminas con lentitud, pero cuando la deformación llega al máximo, la apertura del contacto se realiza de forma brusca.

El relé cuenta con un contacto NC, que va intercalado en el circuito de la bobina del contactor (Fig. 5.31), y otro contacto NA que, al contrario del anterior, se cierra cuando se produce el disparo, lo que se utiliza como contacto de señalización de dicho disparo. El relé no recupera la posición de reposo, lo que se conoce como rearme, hasta que los bimetálicos se han enfriado.

Un dispositivo de regulación es el encargado de establecer la intensidad seleccionada sobre el relé y de la temperatura ambiente del lugar donde está.

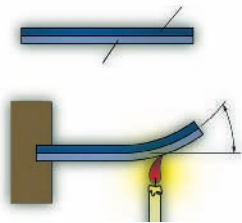


Fig. 5.29. Comportamiento de la lámina bimetálica.

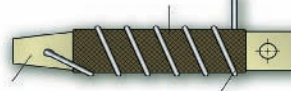


Fig. 5.30. Forma del contacto de un relé de intensidad.

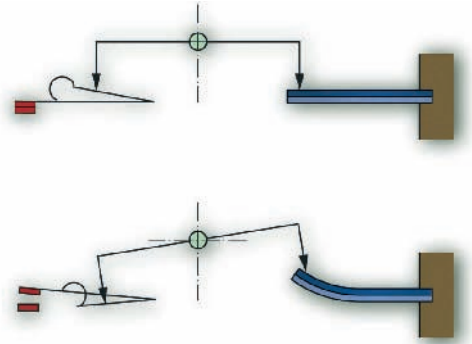


Fig. 5.31. Funcionamiento del contacto auxiliar de un relé de intensidad como consecuencia del calentamiento de la lámina bimetálica.

○ Relé térmico diferencial

El **relé térmico diferencial** (Fig. 5.32) es un aparato encargado de realizar la parada de un equipo cuando detecta que el valor de las intensidades que recorren cada una de las láminas bimetálicas que componen sus contactos no son iguales entre sí por alguna circunstancia.

La diferencia del valor de las intensidades se conoce como desequilibrio de fases. La rapidez a la hora de efectuar el disparo depende del valor de dicha diferencia. Así, será más rápido cuanto mayor sea dicha diferencia.

Este tipo de relé no está indicado para circuitos trifásicos que tienen que alimentar receptores monofásicos. Además, los equipos provistos de estos relés deben estar protegidos con fusibles que actúen en caso de cortocircuitos.

Podemos decir, sin miedo a equivocarnos, que un porcentaje muy elevado de motores se quema como consecuencia de que les falta una fase, a pesar de ir protegidos por un relé de intensidad apropiado y que está correctamente regulado.

Esto es debido a que, según las normas establecidas, un relé térmico debe soportar la intensidad nominal del motor a plena carga, además de un incremento del 50% de esta si la duración es inferior a un minuto, y de una sobrecarga del 20% durante un periodo de tiempo inferior a dos minutos.

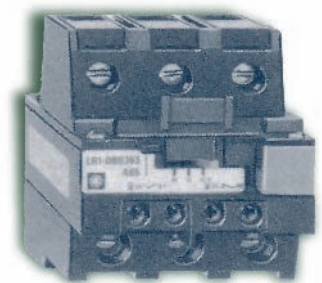


Fig. 5.32. Imagen de un relé térmico diferencial.

Importante

Un **relé térmico** no protege contra los cortocircuitos, sino que está preparado para la protección contra las sobrecargas prolongadas de los motores.



Caso práctico 1

Supongamos que tenemos un motor trifásico conectado en triángulo, y que por el relé circulan 24 A, por lo que está regulado a 24 A. La intensidad por fase equivale a la intensidad de la línea dividida por $\sqrt{3}$:

$$I_F = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$$

Si sustituimos valores, tendremos que:

$$I_F = \frac{24}{\sqrt{3}} = 13,8 \text{ A}$$

Esta es la intensidad que soporta el bobinado a plena carga.

En el supuesto de que falte una de las fases y la intensidad de la línea continúe siendo de 24 A, la intensidad en las fases sería:

- Por las bobinas que quedan en serie, a consecuencia de la falta de una fase:

$$I_F = I_L \cdot \frac{1}{3} = \frac{24}{3} = 8 \text{ A}$$

Según esto, las dos fases del bobinado soportan una intensidad inferior a la nominal.

- Por la bobina a la que no le falta ninguna fase:

$$I_F = I_L \cdot \frac{2}{3} = 24 \cdot \frac{2}{3} = 16 \text{ A}$$

El bobinado está soportando una intensidad un 15% superior a la nominal, lo que puede provocar un calentamiento. Si en este caso la intensidad de la línea se elevara en un 10%, es decir, a 26,4 A, el relé térmico no dispararía, pero veamos lo que ocurriría en los bobinados:

- En el primer caso pasaría a ser $8 \text{ A} \cdot 1,1 = 8,8 \text{ A}$, por lo que seguiría funcionando por debajo de la intensidad nominal.
- En el segundo caso: $I_F = 16 \text{ A} \cdot 1,1 = 17,6 \text{ A}$; es decir, un 27% superior a la nominal, con lo que el motor se quemaría sin que el relé térmico actuara.

● D. Las sondas de termistancias PTC

Una **termistancia** es una resistencia que modifica su valor en función de la temperatura. Es un sistema de protección contra sobrecargas pequeñas, pero persistentes, que trabaja controlando la temperatura de los devanados del motor.

! Importante

Para utilizar una protección por *termistancia* es necesario que las sondas se hayan incorporado a los bobinados durante el proceso de fabricación del motor o al realizarse un rebobinado.

Además, la protección por termistancia es aplicable a cualquier aparato que pueda llevarla acoplada y no solo a máquinas eléctricas. Es decir, puede utilizarse para controlar el calentamiento de los elementos mecánicos de los motores o demás aparatos que admitan sondas: cojinetes, fluidos de refrigeración, etcétera.

Está formado por un dispositivo (Fig. 5.33) al que van unidas las sondas de termistancias. Estas van colocadas en los propios devanados del estátor del motor. El incremento de la temperatura en el bobinado hace aumentar el valor de la resistencia en función de dicha temperatura.

El conjunto se complementa con un relé que mueve un contacto auxiliar, intercalado en el circuito de mando, que es sensible a la variación de la resistencia de las sondas (Fig. 5.34), es decir, al calentamiento de bobinado del motor. Cuando detecta el aumento del valor de la resistencia, ordena el cambio de estado de los contactos de salida. Con este conjunto, el motor queda protegido contra calentamientos, sea cual sea la causa que los origine.

En función del tipo de sondas, este modo de protección puede activar una alarma sin detener la máquina si la temperatura de las sondas es inferior a la máxima fijada para el receptor protegido, o detenerla si la temperatura llega a la máxima.



Fig. 5.33. Dispositivo para acoplamiento de una sonda de termistancia.

La protección de los cables de alimentación al receptor no queda asegurada por el dispositivo de sondas PTC, ya que a este sistema no le afecta para nada la intensidad absorbida por el circuito. Así pues, se hace necesario montar una protección del circuito de alimentación, como puede ser un relé térmico.

Actividades

7. Define lo que conocemos como una termistancia.
8. ¿Cuándo puede acoplarse al estátor un sistema de protección por termistancias?

E. Relés electromagnéticos de máxima intensidad

Los **relés electromagnéticos de máxima intensidad** son elementos destinados a la protección contra las sobrecargas producidas por puntas de intensidad frecuentes, como ocurre con los arranques de motores de anillos de las máquinas de elevación.

El relé está constituido por un circuito magnético con una parte fija y otra móvil, una bobina y unos contactos auxiliares NA+NC. Va provisto de un mecanismo de regulación que actúa sobre el entrehierro y de unos bornes de conexión.

La sección de la bobina debe ser la adecuada para la intensidad que debe recorrerla y se conecta a una de las fases del receptor. Un contacto cerrado está conectado en el circuito de alimentación de la bobina del contactor principal, y al abrirse se produce la parada del contactor, cortando la alimentación de corriente.

F. Conjunto fusibles-seccionador-contactor-relé térmico

En un **conjunto fusibles-seccionador-contactor-relé térmico**, los fusibles o elemento similar son los encargados de establecer el corte en la alimentación cuando se produce un cortocircuito.

Para evitar que el motor pueda seguir funcionando con la ausencia de alguna de las fases en el seccionador, se acopla en este un dispositivo de protección contra el funcionamiento en dos fases. Cuando se funde un fusible, hace que el contactor se abra inmediatamente, provocando el corte instantáneo y omnipolar del circuito.

El seccionador, además, es el encargado de establecer el corte total del circuito cuando el valor de la intensidad se ve incrementado sin hacer que el relé térmico actúe, garantizando así la protección del motor.

Si la instalación no está provista del dispositivo que detecte la falta de un fusible, el relé debe ser del tipo de protección contra desequilibrio de fase (Fig.5.35); así, la falta de una conlleva, gracias al relé térmico, la parada del contactor. Para formar un equipo que funcione así, la instalación debe someterse a un estudio minucioso con el fin de elegir los componentes que permitan la protección total del equipo.

G. Conjunto disyuntor magnético-contactor-relé térmico

Un **conjunto disyuntor magnético-contactor-relé térmico** garantiza la protección contra los cortocircuitos, sobrecargas y contra la marcha en dos fases.

El disyuntor magnético protege el circuito contra los cortocircuitos mediante corte omnipolar y los contactos indirectos.

Este conjunto presenta el inconveniente de que el poder de corte del disyuntor es inferior al de los fusibles, por lo que cuando se producen cortocircuitos, a veces hay que cambiar el contactor, el relé térmico, o ambos, porque se han estropeado.

Para garantizar la total protección del motor, el relé térmico debe compensarse en función de la temperatura y al mismo tiempo dotarlo de un dispositivo de protección contra desequilibrio entre fases.

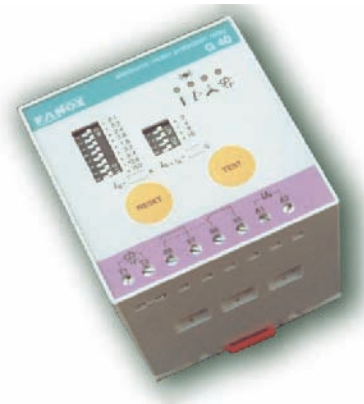


Fig. 5.34. Relé para protección térmica por sonda de termistancia.

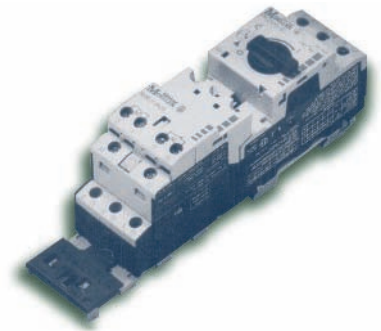


Fig. 5.35. Conjunto seccionador-contactor con protección térmica.

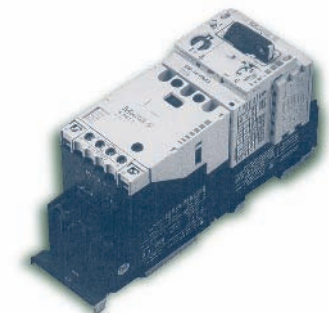


Fig. 5.36. Conjunto de contactor-disyuntor con protección magnetotérmica.



Fig. 5.37. Conjunto disyuntor-motor-contactor.

Tabla 5.1. Cuadro resumen de protecciones.

Dispositivos de protección	Protección contra las sobrecargas		Protección contra los cortocircuitos	Protección del personal, aislamiento	Protección contra el funcionamiento monofásico	Protección de motores de gran inercia
	Línea	Receptor				
Fusibles gG	Sí	No	Sí	Sí	No	No
Fusibles aM	No	Sí	Sí	Sí	No	No
Seccionadores*	No	No	No	Sí	No	No
Seccionadores portafusibles gG*	Sí	No	Sí	Sí	Sí**	No
Seccionadores portafusibles aM*	No	Sí	Sí	Sí	Sí**	No
Interruptores-seccionadores	No	No	No	Sí	No	No
Disyuntores magnetotérmicos GB2	Sí	No	Sí	Sí	No	No
Relés térmicos	Sí	Sí, protección indirecta	No	No	Sí	No, salvo TC saturables
Dispositivos de sondas	No	Sí, protección directa	No	No	Sí	Sí
Relés magnéticos RMI	Sí*** Fuertes sobrecargas	Sí***, fuertes sobrecargas	Sí***	No	No	No
Disyuntores-motores	Sí	Sí, protección indirecta	Sí	Sí, en determinadas condiciones	Sí, magnetotérmicos	No
Disyuntores magnéticos	No	No	Sí	No	No	No
Contactores-disyuntores	Sí	Sí, protección indirecta	Sí	Sí	Sí	Sí
Contactores-disyuntores de instalación	Sí	Sí, salvo motores	Sí	Sí	No	No

* Estos aparatos deben funcionar en vacío y no en carga.

** En caso de que la fusión de un fusible provoque un funcionamiento monofásico y el aparato disponga de una protección contra el funcionamiento monofásico.

*** En caso de asociación con un contactor con un poder de corte suficiente.

● H. Conjunto disyuntor-motor-contactor

El **conjunto disyuntor-motor-contactor** (Fig. 5.37) se monta con disparadores térmicos y magnéticos. El disparador térmico del disyuntor garantiza la protección del motor contra las sobrecargas. De la protección contra los cortocircuitos se encarga el disyuntor con un alto poder de corte.

Las características de funcionamiento de los dispositivos de protección conectados en serie deben ser objeto de estudio, para que cuando se produzca un fallo en cualquier punto de la instalación, se solucione con el dispositivo de protección más cercano (por encima) a ese punto. Así, se consigue que las consecuencias de un fallo solo afecten a la parte de la instalación donde se ha producido.

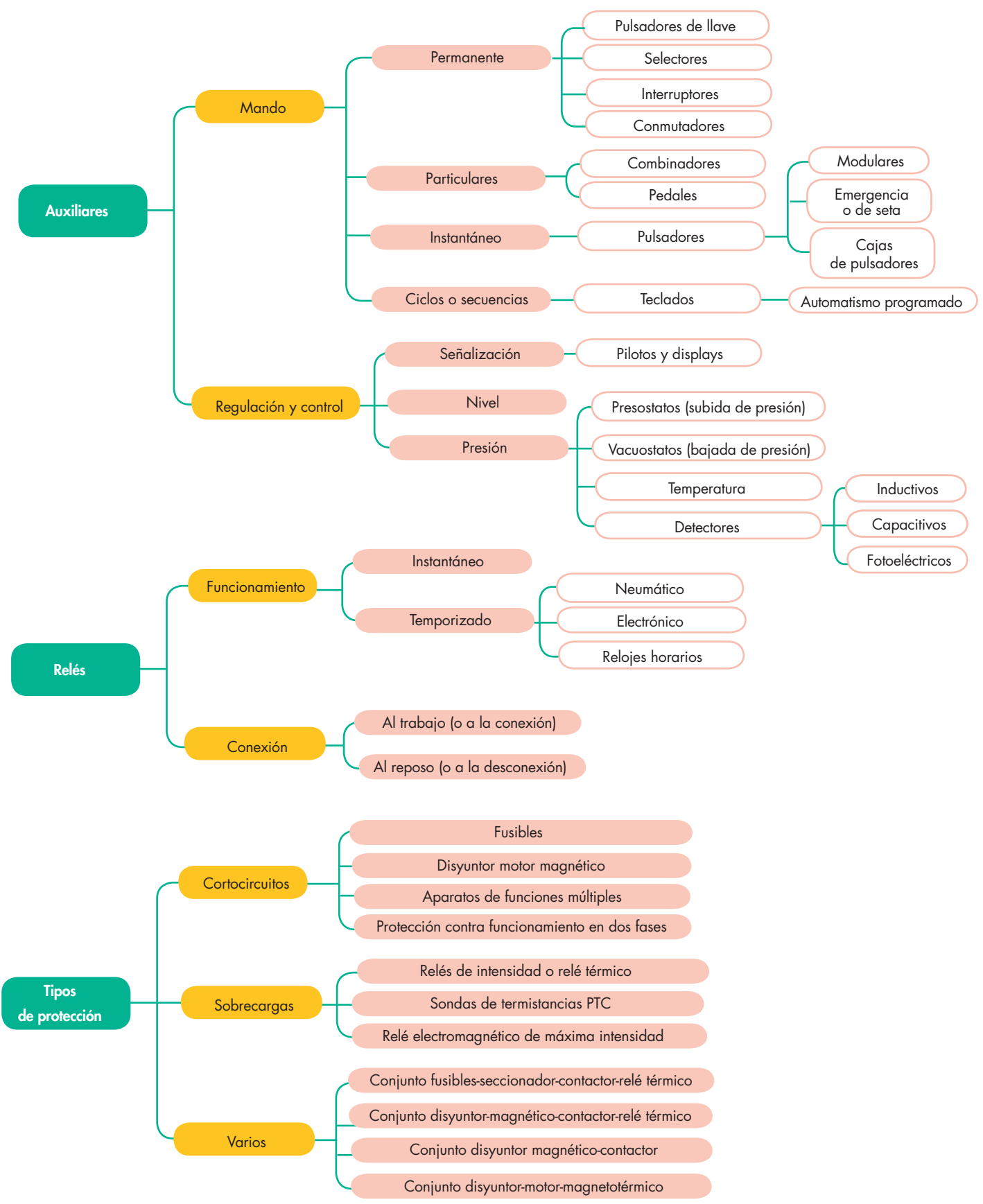
● I. Conjunto disyuntor-motor-magnetotérmico

El **conjunto disyuntor-motor-magnetotérmico** es un equipo de control y protección por corte omnipolar. Un disparador magnetotérmico tripolar incorporado al aparato protege contra cortocircuitos por medio de los elementos magnéticos y contra sobrecargas débiles y prolongadas por los elementos térmicos.

Normalmente se utiliza para el control local de motores. Acoplando un dispositivo de disparo por mínima tensión o de emisión de tensión, puede efectuar el disparo a distancia del disyuntor motor. Resulta un aparato idóneo para máquinas pequeñas.

Su instalación puede complementarse con contactos auxiliares instantáneos, que pueden ser reversibles NC o NA, que se utilizan para la señalización del estado marcha o paro, de disparo magnético o térmico, o disparo por mínima tensión. En este caso impide que el receptor vuelva a ponerse en marcha inesperadamente después de un corte de alimentación de red.

Síntesis





Test de repaso

1. Un pulsador es un aparato de:

- a) Mando permanente.
- b) Mando instantáneo.
- c) Programación.
- d) Ninguno de ellos.

2. Un presostato y un vacuostato se diferencian entre sí en:

- a) No hay diferencia, los dos sirven para lo mismo.
- b) El presostato controla la bajada de presión y el vacuostato la subida.
- c) El presostato controla la subida de presión y el vacuostato la bajada.
- d) Los dos controlan la subida o bajada.

3. Si decimos que un pulsador de emergencia lleva un enclavamiento para que puedan quedar fijados al actuar sobre ellos, podemos calificarlos como:

- a) Aparato auxiliar.
- b) Interruptor de posición.
- c) Mando permanente.
- d) Mando instantáneo.

4. En toda instalación de contactores que se pone en marcha mediante un mando permanente ha de colocarse un contacto de mantenimiento:

- a) Siempre.
- b) Nunca.
- c) Depende.
- d) En caso de necesidad.

5. Un sistema de detección fotoeléctrico de barrera está indicado para:

- a) Distancia cortas.
- b) Distancias medias.
- c) Es muy utilizada.
- d) Distancias largas.

6. Cuando decimos que un pulsador es de desconexión-conexión, entendemos que está formado por contactos que son:

- a) Uno cerrado y otro abierto.
- b) Dos cerrados.
- c) Dos abiertos.
- d) Conjunto modular.

7. Un relé neumático es aconsejable:

- a) Para cualquier tipo de instalación de automatismo.
- b) Cuando el funcionamiento no es frecuente.
- c) En instalaciones que lleven aire de refrigeración.
- d) Para aliviar al de intensidad en algunos casos.

8. Una resistencia que varía en función de la temperatura se llama:

- a) Impedancia.
- b) Tolerancia.
- c) Inductancia.
- d) Termistancia.

9. El órgano encargado de proteger los motores cuando le falta una fase es:

- a) El relé de intensidad térmico.
- b) El relé de control de fases.
- c) El relé térmico diferencial.
- d) El relé de secuencia.

10. El conjunto disyuntor-motor-contactor, en automatismos, protege contra:

- a) Sobrecargas.
- b) Cortocircuitos.
- c) Ambas dos.
- d) Ninguna de ellas.

Comprueba tu aprendizaje

1. Aparatos de mando, control y regulación

1. ¿Cómo pueden ser y cómo funcionan los pulsadores de emergencia?
2. ¿Cómo se soluciona el problema que plantea un mando instantáneo para que no deje de funcionar la instalación al soltar el pulsador de marcha?
3. ¿Cuáles son los principales campos de aplicación de los pulsadores de llave?
4. Haz una relación de los distintos sistemas de detectores fotoeléctricos.
5. Enumera las partes constitutivas de un interruptor de control de nivel y cuál es su utilidad.
6. Cuando se habla de contactos abiertos o cerrados, ¿qué debemos entender?
7. Indica las aplicaciones y la necesidad de implantar los teclados como elementos de mando de las instalaciones.
8. Enumera los tipos de contactos que pueden llevar los pulsadores dobles.
9. ¿Qué entiendes por un elemento de mando que se dice que es modular?
10. Explica cada una de las distintas aplicaciones que pueden tener los termostatos.
11. ¿Qué problema plantean los sistemas de detección de proximidad?
12. Explica el funcionamiento y aplicaciones de un sistema de detectores fotoeléctricos de barrera.
13. Cuando es necesario vigilar parámetros con mayor precisión que la que dan los pilotos, ¿qué podemos utilizar?
14. Explica el funcionamiento y aplicaciones de un sistema réflex de detectores fotoeléctricos.
15. Las cajas de pulsadores colgantes que necesitaban cables para transmitir las órdenes de mando planteaban un problema, ¿cuál era ese problema y cómo se ha solucionado?
16. Existe un dispositivo encargado de controlar una bajada de presión. Di de qué aparato se trata y de qué forma realiza su trabajo.
17. Explica el funcionamiento y aplicaciones de un sistema de detectores fotoeléctricos de barrera.

2. Relés. Funcionamiento y tipos

18. Comenta el funcionamiento de un relé temporizado a la conexión.
19. ¿Qué es y cómo funciona un relé electromagnético de máxima intensidad?
20. ¿Cómo funciona un relé temporizado a la desconexión?
21. Indica la diferencia que hay entre un relé neumático y uno electrónico.
22. Enumera algunas ventajas de la utilización del conjunto disyuntor-motor-contactor en automatismos.
23. ¿Podrías decir para qué tipo de instalaciones no están indicados los relés temporizados de tipo neumático?
24. Explica para qué se utilizan los fusibles denominados de distribución.

3. Incidencias y dispositivos de protección

25. Explica qué es y cómo se realiza una parada de emergencia actuando sobre el mando.
26. Explica el funcionamiento de una protección por termistancias (PTC).
27. ¿Cómo funciona un relé térmico? ¿Qué condiciones deben soportar los relés térmicos.
28. Enumera algunas de las incidencias cuyo origen sea de tipo eléctrico que pueden aparecer en un motor eléctrico.
29. Explica brevemente en qué consiste la protección de un motor contra el funcionamiento en dos fases.
30. Enumera algunas de las incidencias cuyo origen sea de tipo mecánico que pueden aparecer en un motor eléctrico.
31. ¿Se puede decir que todos los motores eléctricos pueden funcionar, sin problemas, en un ambiente con temperaturas elevadas?
32. En electricidad, ¿qué se entiende por un cortocircuito?
33. ¿Si decimos que una sonda de termistancia nos puede proporcionar una alarma o una parada a voluntad, es correcto? Razona tu respuesta.

Práctica final

● P8. Puesta en marcha de motor III adosado a una máquina considerada peligrosa

○ Conocimientos generales

Se nos ha encargado la instalación de un motor que mueve una máquina mediante un contactor. Como circunstancia especial, se nos dice que la máquina presenta un gran peligro para las manos del operario durante un determinado tiempo o recorrido. Por tanto, es necesario que en el transcurso de ese tiempo el operario mantenga las manos fuera de la zona de peligro. Se decide, por tanto, que el contactor sea gobernado por dos pulsadores, que mantendrán ocupadas las dos manos durante la fase de peligro.

Cuando transcurra dicho tiempo de peligro, el operario podrá soltar ambas manos y la máquina seguirá funcionando.

Para realizar este tipo de instalación siguiendo las normas establecidas al respecto, los dos pulsadores de marcha se distribuirán de forma que impidan que el operario pueda manejarlos utilizando una sola mano o se valga de algún elemento complementario que pudiera sustituir a la segunda mano, ya que si soltase una de estas la máquina se pararía. Así, la máquina llevará dos pulsadores de marcha independientes entre sí y un pulsador de paro (M-P-M).

○ Circuito de mando

Como se indica en las normas que se vieron en la Unidad 2, y a pesar de haber mencionado en este ejercicio el tiempo, los relés temporizados no pueden utilizarse como elementos encargados de limitar los desplazamientos de órganos de la instalación o máquina. Solo se emplearán como elementos encargados de definir tiempos. Por esta razón hemos de recurrir al uso de interruptores o detectores de posición (Apartado 5.1 G).

Así, se situará un interruptor de posición en la zona en la que ya ha pasado el peligro, con el fin de que actúe sobre un relé instantáneo que a partir de ese momento servirá de mantenimiento de la instalación de manera que se puedan soltar los pulsadores.

El funcionamiento es el siguiente: con tensión en la red para la puesta en marcha del contactor y por tanto del motor, deben accionarse a la vez los dos pulsadores de marcha, M1 y M2, de modo que reciba tensión la bobina del contactor. Cuando el contactor cierra sus contactos, se pone en marcha el motor.

Como hemos dicho, la instalación de los pulsadores debe hacerse de forma que si se soltara uno, la máquina se pararía.

Cuando el móvil llega al punto donde ya ha pasado el peligro, se acciona el interruptor de posición que conecta un relé instantáneo que se encarga de hacer el mantenimiento del contactor y el suyo propio para que el motor continúe en marcha. En este momento el operario puede soltar ambos pulsadores y la máquina continúa en marcha. Una lámpara de señalización debidamente conectada nos indicará cuándo puede el operario separar las manos de los pulsadores. La parada de la máquina se efectúa accionando el pulsador P o por falta de tensión en la red.

○ Circuito de potencia

Continuamos con el mismo circuito de potencia que empleamos en la práctica de la Unidad 4.

○ Materiales necesarios

- Un contactor III, con bobina ajustada a la tensión existente en el taller.
- Un relé de intensidad térmico III adecuado al contactor.
- Tres fusibles unipolares para el circuito de potencia, o magnetotérmico III.
- Un fusible unipolar para el circuito de mando.
- Dos pulsadores de marcha, M1 y M2, y uno de paro, P.
- Un piloto de señalización de la tensión utilizada en el circuito de mando.
- Un relé instantáneo de al menos un contacto NA y bobina adecuada a la tensión del taller.
- Un interruptor de posición.

Práctica final



● P9. Mando de motor III de forma manual o automática mediante reloj

○ Conocimientos generales

Queremos realizar la instalación de un motor que puede funcionar de forma manual o automática, a voluntad del encargado del mismo. Para la elección del sistema de funcionamiento se ha dispuesto de un selector de dos posiciones más una posición cero intermedia.

Para conseguir el funcionamiento en automático se ha pensado en un reloj horario que, programado convenientemente, ponga en marcha el motor durante el tiempo que se haya previamente establecido. Este motor se arrancará mediante un contactor con relé de intensidad.

○ Circuito de mando

Como hemos dicho, el elemento de mando es un selector (conmutador unipolar con posición de cero intermedia) que nos permitirá elegir la forma de funcionamiento. Para el manual, bastará con poner el conmutador en la posición correspondiente de manera que el contactor se ponga en marcha inmediatamente, permaneciendo así hasta llevar de nuevo el selector a la posición cero (recordemos que los selectores pertenecen a los sistemas de mando permanente, Apartado 5.1 B). El funcionamiento automático lo realiza una vez seleccionada dicha posición en el conmutador, siempre dentro de sus posibilidades y de acuerdo con la programación que se establezca (hora u horas de conexión y paradas en el reloj). En ambos casos, la puesta a cero del conmutador produce la parada del contactor.

El funcionamiento se produce como se explica a continuación. Con tensión en la red, al cerrar el conmutador de mando en la posición manual, le llega tensión directa a la bobina del contactor. Se pone en marcha el motor. La parada se produce al situar el conmutador de nuevo en la posición de cero.

Si se pone el conmutador en la posición de automático, la instalación quedará preparada para que le llegue tensión a la bobina del contactor cuando el reloj horario cierre su contacto. La parada del contactor, en este caso, puede hacerse de dos formas distintas: la primera y más lógica

consiste en dejar que lo haga el propio reloj cuando lo indique su programación. La segunda consiste en poner el conmutador en la posición cero.

○ Consideraciones sobre el reloj

Siempre que se utiliza un reloj horario, la alimentación al acumulador del mismo debe hacerse directamente, es decir, sin pasar por el conmutador selector o elemento de mando. Así, aunque el selector esté en la posición cero, el reloj mantendrá la hora. Esto hace necesario y conveniente protegerlo con un fusible calibrado apropiado a dicho acumulador, puesto que con el general de mando solo no estaría protegido al ser este de una intensidad superior.

Existen dos tipos de relojes horarios: unos que se paran en el mismo momento en que les falta tensión, denominados sin reserva de hora, y otros que mantienen la hora y la programación aun faltándoles tensión durante un tiempo limitado de horas. El tipo de reloj dependerá del caso específico de instalación. Existen relojes cuya programación se repite a diario. Si esto no es necesario para el cliente, hay que recurrir a los relojes que permiten programar los días de actuación y discriminar los demás. Actualmente existe una gran gama de relojes horarios que pueden cubrir las necesidades de la casi totalidad de usuarios.

○ Circuito de potencia

El circuito de potencia de esta instalación es el mismo que el de la práctica anterior.

○ Materiales necesarios

- Un contactor III, con bobina ajustada a la tensión existente en el taller.
- Un relé de intensidad térmico III adecuado al contactor.
- Tres fusibles unipolares para el circuito de potencia o magnetotérmico III.
- Un fusible unipolar para el circuito de mando.
- Una caja de pulsadores M-P.
- Un reloj horario con tensión adecuada a la del taller.



Práctica final

● P10. Puesta en marcha de motor III con señal acústica previa a su entrada en funcionamiento

○ Conocimientos generales

En circunstancias de peligrosidad de las máquinas, su puesta en movimiento no debe realizarse en el mismo momento de accionar su mecanismo de mando, ya que podría ser causa de algún accidente. Una solución para estos casos es retardar el arranque de la máquina durante un tiempo, aunque este retraso no sería suficiente por sí solo; sería necesario, además, montar dispositivos que avisasen de su puesta en servicio.

Como muestra de este tipo de instalaciones, hemos dispuesto el presente ejercicio en el que vamos a realizar la instalación de forma que cuando el operario encargado de la máquina accione el pulsador de marcha, empiece a sonar un timbre sin que la máquina se ponga en funcionamiento. Transcurrido un tiempo, que se puede ampliar o reducir a voluntad, deja de sonar dicho timbre y empieza a funcionar la máquina.

○ Circuito de mando

Para poder realizar la instalación de forma que cumpla con el funcionamiento establecido, además del contactor, debe utilizarse una serie de aparatos auxiliares.

El primero que se necesita es un relé instantáneo (Apartado 5.4), que será el encargado de mantener en tensión los elementos que han de funcionar desde el momento de accionar el pulsador de marcha hasta que la máquina se pone en movimiento. Igualmente hemos de recurrir a un relé temporizado al trabajo o conexión (Apartado 5.4 A), que será el encargado de marcar el tiempo intermedio entre la acción de pulsar y la de movimiento de la máquina.

Por último, necesitamos el elemento que emitirá el aviso sonoro, que puede ser un timbre de mayor o menor potencia o una bocina o sirena, dependiendo del lugar de ubicación, el nivel de ruidos, etcétera.

El funcionamiento es el siguiente. Alimentados los pulsadores a través del fusible de protección y del contacto auxi-

liar NC del relé de intensidad, al accionar el pulsador de marcha M, la bobina empieza a recibir tensión de un relé instantáneo que debe quedar realimentado a través de un contacto NA propio y de un NC del contactor que pone en marcha el motor de la máquina.

En paralelo con la bobina del relé instantáneo está conectada la bobina del relé de tiempo. Empieza a sonar el timbre de alarma. Transcurrido el tiempo de regulación del relé, al cambiar la posición de sus contactos y al cerrarse el contacto NA, conecta la bobina del contactor, con lo que se pone en marcha el motor. El contactor, por medio del contacto cerrado NC, deja sin tensión las bobinas del relé instantáneo y de tiempo, y deja de sonar el timbre. Para evitar que el contactor se desconecte, tendremos que realimentarlo con un contacto auxiliar propio NA en paralelo con el dispositivo que lo pone en marcha (el contacto abierto del relé de tiempo), quedando así en marcha el motor. La instalación permanecerá así hasta que se accione el pulsador de paro P.

○ Circuito de potencia

En esta práctica, al igual que en las anteriores, la alimentación del motor será una serie entre la alimentación trifásica, los fusibles, el contactor, el relé de intensidad y el motor.

○ Materiales necesarios

- Un contactor III, con bobina ajustada a la tensión existente en el taller.
- Un relé de intensidad térmico III adecuado al contactor.
- Un relé instantáneo con bobina adecuada a la tensión del taller.
- Un relé temporizado a la conexión o al trabajo adecuado a la tensión del taller.
- Tres fusibles unipolares para el circuito de potencia o magnetotérmico III.
- Un fusible unipolar para el circuito de mando.
- Una caja de pulsadores M-P.
- Un timbre o zumbador de tensión adecuada a la del taller.

Práctica final



● P11. Puesta en marcha y parada de un motor en ciclo repetitivo. Caso 1

○ Conocimientos generales

Con esta práctica, vamos a entrar en las instalaciones que deben realizar un trabajo repetitivo y sin interrupción, a no ser que se accione el dispositivo de paro (en este caso un interruptor) u ocurra alguna anomalía.

Suponemos que se necesita instalar una máquina provista de un motor III que debe funcionar un tiempo, se ha de parar otro, ponerse en marcha nuevamente, y así sucesivamente, hasta que se decida pararla accionando el elemento de mando.

El funcionamiento consiste, pues, en puestas en marcha y paradas sucesivas sin interrupción con tiempos regulables a voluntad.

Hemos de tener presente que aquí contamos con dos tiempos diferentes: el primero de funcionamiento del motor y el segundo de parada. Para eso debemos contar con dos relés temporizados al trabajo.

○ Circuito de mando

El circuito de mando, manteniendo todo lo explicado y realizado en los ejercicios anteriores, deberá construirse de forma que actúe como está especificado.

El ciclo completo de funcionamiento es el siguiente. Partiendo de la posición de reposo de todos los aparatos, al cerrar el interruptor de mando reciben tensión las bobinas del contactor y del relé de tiempo R1. Este relé marca el tiempo de funcionamiento del motor.

Al ser el elemento de mando un interruptor que pertenece a los sistemas de mando permanente, no necesitamos realizar el mantenimiento del contactor.

Cuando transcurre el tiempo al que está regulado el relé R1, el contacto NA conecta la bobina de otro relé de tiempo R2 y la de un relé instantáneo, que es necesario para que el relé R2 siga en tensión, contando el tiempo de parada. El relé instantáneo, por medio de un contacto NC, desconecta el contactor y R1. Al cortar tensión a R1, su

contacto NA vuelve a la posición inicial. El relé R2 y el instantáneo deben permanecer en tensión, para lo cual habrá de realizarse su correspondiente mantenimiento.

Cuando transcurre el tiempo, R2 al cerrar el contacto abierto NA, conecta de nuevo el contactor y la bobina de R1. La entrada en funcionamiento de estos aparatos hace que se desconecten el relé instantáneo y R2. Para eso podemos valer de un contacto NC del contactor.

El tiempo de parada del motor es el mismo que permanece funcionando el relé instantáneo. Este ciclo es repetitivo, por lo que la instalación no se para hasta que se abra de nuevo el interruptor. Todos los tiempos pueden modificarse a voluntad y no tienen por qué ser iguales.

Conviene indicar que en este tipo de instalaciones las conexiones de los aparatos se realizan en función de las necesidades que deben cumplir, y en la mayoría de los casos las bobinas se alimentan de unos lugares mientras sus contactos lo hacen de otros.

Debemos hacer constar que en las instalaciones de ciclos repetitivos, mientras unos aparatos trabajan otros deben permanecer en reposo, para invertirse más tarde estos estados.

○ Circuito de potencia

El circuito de potencia vuelve a ser el que venimos utilizando en las prácticas anteriores.

○ Materiales necesarios

- Un contactor III, con bobina ajustada a la tensión existente en el taller.
- Un relé de intensidad térmico III adecuado al contactor.
- Tres fusibles unipolares para el circuito de potencia o magnetotérmico III.
- Un fusible unipolar para el circuito de mando.
- Un interruptor unipolar.
- Un relé instantáneo con bobina a la tensión de red.
- Dos relés temporizados al trabajo.



Práctica final

● P12. Puesta en marcha y parada de motor en ciclo repetitivo. Caso 2

Esta práctica tiene como variante respecto a la anterior que el mando ahora no es un interruptor, en este caso se manda desde una caja de pulsadores M-P.

Cuando una instalación de automatismo se gobierna con mando permanente, en muchos casos, no necesita contactos de mantenimiento porque la interrupción del circuito no se realiza hasta que no se abre de nuevo el elemento de mando.

Por el contrario, en los circuitos gobernados desde una caja M-P, como se ha indicado en esta unidad, hemos de pensar en un mantenimiento del circuito, para que el funcionamiento no quede interrumpido una vez que se suelta el pulsador M.

El funcionamiento sería:

- 1.º Partiendo de la posición de reposo de los aparatos, al accionar el pulsador M, reciben tensión las bobinas del contactor y del relé de tiempo R1. Este relé marca el tiempo de funcionamiento del motor. Cuando se suelta el pulsador M, la instalación sigue en marcha.
- 2.º Cuando transcurre el tiempo al que está regulado el relé R1, en el movimiento de su contacto, conecta a la bobina de otro relé de tiempo R2 y la de un relé instantáneo. Este relé es necesario para que el relé R2 siga en tensión contando el tiempo de parada

El relé instantáneo desconecta al contactor y a la bobina de R1.

3.º Al cortar tensión a R1, su contacto vuelve a la posición inicial. El relé R2 y el instantáneo deben permanecer en tensión.

4.º Cuando transcurre el tiempo R2, al cerrar el contacto abierto, conecta de nuevo al contactor y la bobina de R1. La entrada en funcionamiento de estos aparatos hace que se desconecten el relé instantáneo y R2.

5.º El tiempo de parada del motor es el que hay entre los puntos 2.º y 3.º

Este ciclo se repite sin interrupción, no debiendo pararse la instalación hasta que se accione el pulsador P.

○ Circuito de potencia

El circuito de potencia es el mismo que en la práctica anterior.

○ Materiales necesarios

- Un contactor III, con bobina ajustada a la tensión existente en el taller.
- Un relé de intensidad térmico III adecuado al contactor.
- Tres fusibles unipolares para el circuito de potencia o magnetotérmico III.
- Un fusible unipolar para el circuito de mando.
- Un interruptor unipolar.
- Un relé instantáneo con bobina a la tensión de red.
- Dos relés temporizados al trabajo.

Práctica final



● P13. Inversión de giro de motor monofásico pasando por paro

○ Conocimientos generales

Esta práctica tiene por objeto la realización de una instalación de un motor que ha de girar a voluntad en los dos sentidos, si bien una vez que está girando en uno, solo el pulsador de paro podrá pararlo.

Para que un motor gire en dos sentidos se recurre a alimentarlo mediante dos contactores.

Es bastante corriente escuchar la expresión «inversión del sentido de giro de motor, pasando por paro». Esta instalación, en condiciones normales, podría hacerse utilizando pulsadores que disponen de un solo contacto, normalmente abierto, para cada una de las marchas, y en la mayoría de las ocasiones se realiza con dichos pulsadores, pero en muchos casos se descarta esta posibilidad, y se aconseja la utilización de pulsadores de los denominados de doble cámara, que están constituidos por un contacto cerrado y otro abierto en cada pulsador. Con la utilización de estos pulsadores evitaremos cualquier anomalía, incluso si se accionasen los dos pulsadores de marcha a la vez, ya que no funcionaría ningún contactor.

Con pulsadores de doble cámara, cada uno de los pulsadores de marcha se alimenta a través del contacto cerrado del pulsador de marcha contrario, y si se accionan los dos a la vez, el cerrado de cada uno de ellos interrumpe la alimentación a los pulsadores de marcha contrarios. Esto es lo que se conoce como «enclavamiento de protección».

En los contactores inversores, en los cuales cada uno determina el sentido de rotación de los motores, deben ser enclavados mecánica y eléctricamente, de tal manera que en el servicio normal no pueda producirse ningún cortocircuito durante la marcha.

○ Circuito de mando

Para la realización del esquema del circuito de mando se establece una serie entre el pulsador de paro P, el contacto cerrado de uno de los pulsadores de marcha, el abierto del pulsador de marcha contrario al que hemos utilizado

anteriormente, contacto cerrado de un contactor y bobina del contactor contrario al que hemos utilizado el contacto cerrado.

La misma serie se repetirá para la bobina del segundo contactor, si bien se utilizarán los elementos no utilizados anteriormente, mientras que el paro P es común. El mantenimiento de cada contactor debe tomarse de forma tal que solo el pulsador de paro P pueda pararlo, a pesar de las series que hemos descrito.

○ Circuito de potencia

En el caso del monofásico, hemos de actuar en la placa de bornas para separar las conexiones (puentes) que normalmente trae y que unen el bobinado principal al auxiliar para que gire en un solo sentido. Así pues, desconectados los puentes, tenemos cuatro bornas, que corresponden dos al bobinado principal y otras dos al auxiliar.

Al disponer de cuatro bornas que debemos de alimentar con cuatro conductores, se hace necesario utilizar contactores tetrapolares, es decir, de cuatro polos o contactos de potencia. Esto produce el corte omnipolar de los conductores cuando no esté activado ningún contactor, mientras que si fuera tripolar, tendríamos que usar el viejo, y no exento de riesgo, recurso, de alimentar al motor directamente con un conductor, que en algunos casos puede ser el neutro, pero de no serlo supondría un peligro para la persona encargada de manipular la placa de bornas del motor.

La inversión en este tipo de motores se consigue manteniendo la alimentación de uno de los dos bobinados en el mismo orden por ambos contactores, y al segundo bobinado se le invierte dicho orden por un contactor respecto del otro.

○ Materiales necesarios

- Dos contactores tetrapolares, con bobina ajustada a la tensión existente en el taller.
- Tres fusibles unipolares para el circuito de potencia.
- Un fusible unipolar para el circuito de mando.
- Una caja de pulsadores M-P-M.
- Un motor monofásico.



Práctica final

● P14. Inversión de giro de motor III sin pasar por paro

○ Conocimientos generales

La indicación que se hace en el título, «sin pasar por paro», no quiere decir que no exista pulsador de paro P, o que estando girando el motor en un sentido se pueda invertir ese sentido sin tener que pararlo previamente. Como es lógico, ninguno de estos dos planteamientos es correcto, pues si así fuere, como decíamos en el caso anterior, se produce un cortocircuito en el circuito de potencia. Esta indicación solo quiere decir que no es imprescindible accionar el pulsador de paro P para que el motor pueda invertir el sentido de giro.

Como aclaración a todo lo expuesto, diremos que no es necesario accionar el pulsador de paro P, porque en realidad cada contactor dispone de dos pulsadores de paro: P, pulsador común para ambos, y el cerrado de cada pulsador de marcha que hace de pulsador de paro del contactor contrario. Así, para el contactor de giro a derechas tendrá como pulsadores de paro P y el contacto cerrado de MI (marcha a izquierdas). Para la marcha a izquierdas, el segundo paro será el cerrado de MD (marcha a derechas).

Debe quedar bien claro que el abierto de MI sirve para conectar el contactor de giro a izquierdas, mientras que el abierto de MD se utiliza para conectar el contactor de giro a derechas.

Para realizar esta instalación se hace imprescindible la utilización de pulsadores de doble cámara, ya que sin ellos sería imposible su funcionamiento. Además, en este caso, el mantenimiento de los contactores deberá llevarse a cabo de forma que, además del paro, cada contactor tenga como paro los contactos antes indicados.

○ Circuito de mando

Para la realización del esquema de mando se actuará igual que en la práctica anterior, construyendo la misma serie tal como se relacionaba. La variación con respecto a aquel radica en la conexión de los contactos de mantenimiento de los contactores, que irán tomados de forma tal que el contacto cerrado correspondiente al pulsador contrario pueda pararlo.

○ Circuito de potencia

Como se ha indicado, para conseguir que un motor gire en dos sentidos, debe ser alimentado mediante dos contactores.

El circuito de potencia de esta instalación consiste en la alimentación de un motor, desde una sola red, por dos caminos diferentes, en uno de los cuales se invierten dos fases en el orden de alimentación al motor respecto al otro. Esto hará que el motor gire en un sentido con cada uno de los contactores.

Hay que tener en cuenta que en ambos casos el relé de intensidad debe proteger el motor.

○ Materiales necesarios

- Dos contactores III, con bobina ajustada a la tensión existente en el taller.
- Un relé de intensidad térmico III adecuado al contactor.
- Tres fusibles unipolares para el circuito de potencia.
- Un fusible unipolar para el circuito de mando.
- Una caja de pulsadores M-P-M.
- Un motor trifásico.

Práctica final



● P15. Puesta en marcha alternativa e intermitente de tres motores. Caso 1

○ Conocimientos generales

Con esta instalación pretendemos entrar en el grupo de las pertenecientes a los ciclos repetitivos y hemos supuesto que tenemos tres motores que deben funcionar un tiempo cada uno (que puede ser regulado a voluntad), nunca simultáneamente, y además, para que pueda ponerse en marcha uno, ha de estar parado el que le antecede.

La instalación se manda desde una caja de pulsadores M-P y los motores se conectan por medio de contactores. La puesta en marcha se realiza siempre en el mismo orden, mientras tres relés, temporizados a la conexión, se encargan de ir efectuando los respectivos cambios de uno a otro motor. Los tiempos de funcionamiento de los distintos motores no tienen por qué ser iguales.

En este primer caso, como decíamos, es totalmente imprescindible que antes de ponerse en marcha un contactor se haya desconectado el anterior, por ser incompatibles en su funcionamiento. Esto nos obliga, además, a intercalar en serie con las bobinas de cada contactor un contacto de enclavamiento del contactor que le antecede.

○ Circuito de mando

Se pide construir el circuito de mando de forma que cumpla con el siguiente funcionamiento.

Al accionar el pulsador de marcha M reciben tensión, a través del contacto de enclavamiento de K3, las bobinas del contactor K1 y del relé R1. El motor 1 se pone en marcha. Por construcción, solamente puede conectarse K1 cuando se acciona el pulsador M. Al dejar de accionar el pulsador de marcha, la instalación debe continuar funcionando.

Cuando transcurre el tiempo de regulación de R1, al cambiar la posición de sus contactos, debe pararse en primer lugar el contactor K1 (por medio del contacto NC), de forma que se cerraría el contacto de enclavamiento de K1 en la bobina de K2 y entonces el contacto abierto NA de R1 conecta las bobinas de K2 y R2. Se pone en marcha el motor 2.

Transcurrido el tiempo de R2, y en el movimiento de sus contactos, se para en primer lugar K2, y una vez cerrado el contacto de enclavamiento de este en la bobina de K3, se conectan las bobinas de K3 y R3. Se pone en marcha el motor 3.

Una vez transcurrido el tiempo R3, y en el movimiento de su contacto, se ha de parar K3; se cierra su contacto de enclavamiento en la bobina de K1, conectándose de nuevo las bobinas de K1 y R1.

A partir de aquí nos encontramos de nuevo como cuando accionamos el pulsador de marcha M, repitiéndose el ciclo cuantas veces sea necesario hasta que se accione el pulsador de paro P, que detendrá la secuencia en cualquier punto.

Una vez accionado el pulsador de paro P, si accionásemos el pulsador de marcha M, como dijimos, la maniobra comenzaría de nuevo por el K1, independientemente de dónde se encontrara cuando se efectuó la parada.

En las instalaciones de ciclo repetitivo debemos tener en cuenta que mientras unos aparatos trabajan otros descansan, de manera que están preparados para realizar su trabajo cuando la instalación lo requiera. En el caso que nos ocupa, una vez que el relé cumple con su misión (parar un contactor y conectar el siguiente), debe quedar sin tensión para que recupere su posición de reposo y poder repetir su trabajo cuando le corresponda.

○ Circuito de potencia

En este caso el circuito de potencia carece de relevancia, pero se realizaría como se especifica en la Práctica 1, aunque repitiéndolo tres veces.

○ Materiales necesarios

- Tres contactores III, con bobina ajustada a la tensión existente en el taller.
- Tres relés de intensidad térmicos III adecuados al contactor.
- Tres relés temporizados al trabajo.
- Nueve fusibles unipolares para el circuito de potencia o tres magnetotérmicos III.
- Un fusible unipolar para el circuito de mando.
- Una caja de pulsadores marcha-paro.

Práctica final

● P16. Puesta en marcha alternativa e intermitente de tres motores. Caso 2

○ Conocimientos generales

Para este segundo caso hemos dispuesto el mismo funcionamiento que en el anterior, si bien ahora los motores no son incompatibles, es decir, que aunque solo ha de funcionar uno, la parada del anterior puede producirse cuando el siguiente se ponga en funcionamiento. Esta modificación permite realizar la maniobra de distintas formas. Una de las soluciones consistiría en disponer un contacto NC del contactor siguiente en serie con la bobina del que le precede en el funcionamiento, de manera que dicho contacto actuaría como pulsador de paro.

○ Circuito de mando

Al igual que en el primer caso, la instalación dispone de una caja de pulsadores M-P como dispositivos de mando y los motores se conectan por medio de contactores. La puesta en marcha se realiza siempre en el mismo orden, y tres relés, temporizados a la conexión, se encargan de ir efectuando los respectivos cambios de uno a otro motor.

Como norma general, se puede decir que el contacto auxiliar NC de un contactor puede hacer de elemento de paro de otro solamente cuando ambos contactores no sean incompatibles en su funcionamiento. Como hemos dicho anteriormente, en este caso no son incompatibles, es decir, pueden coincidir en marcha un momento, por lo que es posible establecer esta forma de paro.

El funcionamiento es el siguiente. Al accionar el pulsador de marcha M reciben tensión, a través de un contacto NC de K2, las bobinas del contactor K1 y del relé R1. El motor 1 se pone en marcha. Por construcción, solamente puede conectarse K1 cuando se acciona el pulsador M. Cuando transcurre el tiempo de regulación de R1, al cam-

biar la posición de su contacto, NA conecta las bobinas de K2 y R2. Se pone en marcha el motor 2. La conexión de K2 provoca la parada de K1 por medio del contacto NC de K2, puesto en serie con la bobina de K1.

Transcurrido el tiempo de R2, y en el movimiento de su contacto NA, se conectan las bobinas de K3 y R3. Se pone en marcha el motor 3. La conexión de K3 provoca la parada de K2 mediante el contacto NC de K3 intercalado en serie con la bobina de K2.

Una vez transcurrido el tiempo R3, y en el movimiento de su contacto, se conectan de nuevo las bobinas de K1 y R1.

A partir de aquí nos encontramos como cuando accionamos el pulsador de marcha M, repitiéndose el ciclo cuantas veces sea necesario hasta que se accione el pulsador de paro P, que parará la secuencia en cualquier punto.

Una vez accionado el pulsador de paro P, si accionásemos de nuevo el pulsador de marcha M, como dijimos, la maniobra comenzaría de nuevo por el K1, independientemente de dónde se encontrara cuando se efectuó la parada.

○ Circuito de potencia

El circuito de potencia de esta práctica es el mismo que el utilizado en la anterior.

○ Materiales necesarios

- Tres contactores III, con bobina ajustada a la tensión existente en el taller.
- Tres relés de intensidad térmicos III adecuados a los contactores.
- Tres relés temporizados al trabajo.
- Nueve fusibles unipolares para el circuito de potencia o 3 magnetotérmicos III.
- Un fusible unipolar para el circuito de mando.
- Una caja de pulsadores marcha-paro.