

HABLEMOS DE RELÉS ELECTROMAGNÉTICOS

Procede conocer este elemento, ahora que ya sabemos algo del contactor.

Un relé, también, es un actuador mediante el cual se puede controlar una potencia mucho mayor con un consumo muy reducido.

Estructura de un relé

En general, podemos distinguir en la estructura de un relé los siguientes bloques:

- Bobina y sus terminales de conexión.
- Parte móvil, que genera, al actuar, un clic característico.
- Circuito de salida, constituido por uno o varios contactos, simples o conmutados.

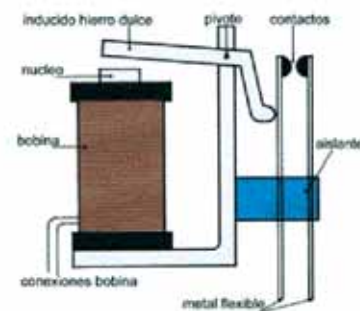
Las características generales de cualquier relé son:

- El aislamiento entre los terminales de entrada y de salida.
- Fácil conexión a la fuente de alimentación.
- Posibilidad de soportar sobrecargas, tanto en el circuito de entrada como en el de salida.
- Las dos posiciones de trabajo en los contactos de salida de un relé se distinguen por:
 - En estado abierto, alta impedancia.
 - En estado cerrado, baja impedancia.



Tipos de relés

- Electromagnéticos convencionales.
- De Núcleo Móvil.
- Tipo Reed.
- Polarizados.



Relés electromecánicos convencionales

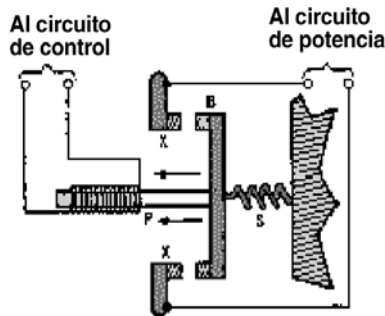
Son los más antiguos y también los más utilizados. El electroimán hace vascular la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es NO ó NC (normalmente abierto o normalmente cerrado), o conmutándolos (contactos inversores).

Están formados por una bobina y unos contactos los cuales pueden conmutar corriente continua o bien corriente alterna.



Relés de Núcleo Móvil

Éstos tienen un émbolo en lugar de la armadura anterior. Se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos, debido a su mayor fuerza atractiva (por ello es útil para manejar altas corrientes). Este modelo se utiliza mucho en automoción.



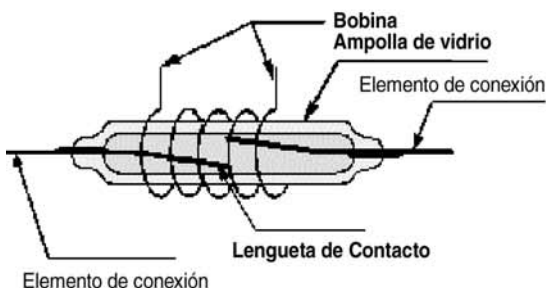
Se utilizan mucho en maniobras que sirven para proteger accesos, a la entrada de intrusos. Imaginemos, por ejemplo una puerta o ventana. Para evitar un cableado absurdo, lo que se hace es poner, sobre el quicio de estas, un potente imán, que incluso puede pasar inadvertido si lo empotramos. El relé está en la parte fija con el cableado que lo alimenta. También puede ocultarse.

Relé tipo Reed

Formados por una ampolla de vidrio, en cuyo interior están situados los contactos (pueden ser múltiples) montados sobre delgadas láminas metálicas. Dichos contactos se cierran por medio de la excitación de una bobina, que está situada alrededor de dicha ampolla.

Los relés Reed pueden estar formados exclusivamente por la ampolla de vidrio y el contacto interior.

Para activarlo basta con aproximar a la ampolla un imán.



Relés Polarizados

Llevar una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior puede girar dentro de los polos de un electroimán y el otro lleva una cabeza de contacto. Si se excita al electroimán, se mueve la armadura y cierra los contactos. Si la polaridad es la opuesta girará en sentido contrario, abriendo los contactos ó cerrando otro circuito (o varios).



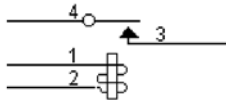
Normalmente, como se aprecia en la figura, un relé suele llevar patillas, tipo faston (medidas 6,3 x 0,8; 2,6 x 0,8 por ejemplo), o lengüetas, o conectores tubulares, con la intención de enchufarlo a una base a la que se pueden conectar todos los circuitos actuando, simplemente con un destornillador, sobre las bornas de tornillo que forman la dotación de esta base.



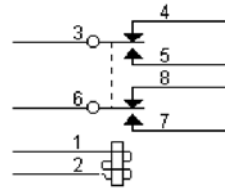
Aplicaciones típicas de los relés

La más utilizada es la que se conoce como “relevador” y que se resume diciendo que hay ocasiones en que se sabe que un

contacto no puede soportar la intensidad de un circuito, simplemente porque tiene poca superficie. En este caso hay que “reforzarlo” y para ello nada mejor que el auxilio de un relé.



Esquema de un relé de contacto simple.



Esquema de un relé de contactos conmutados.

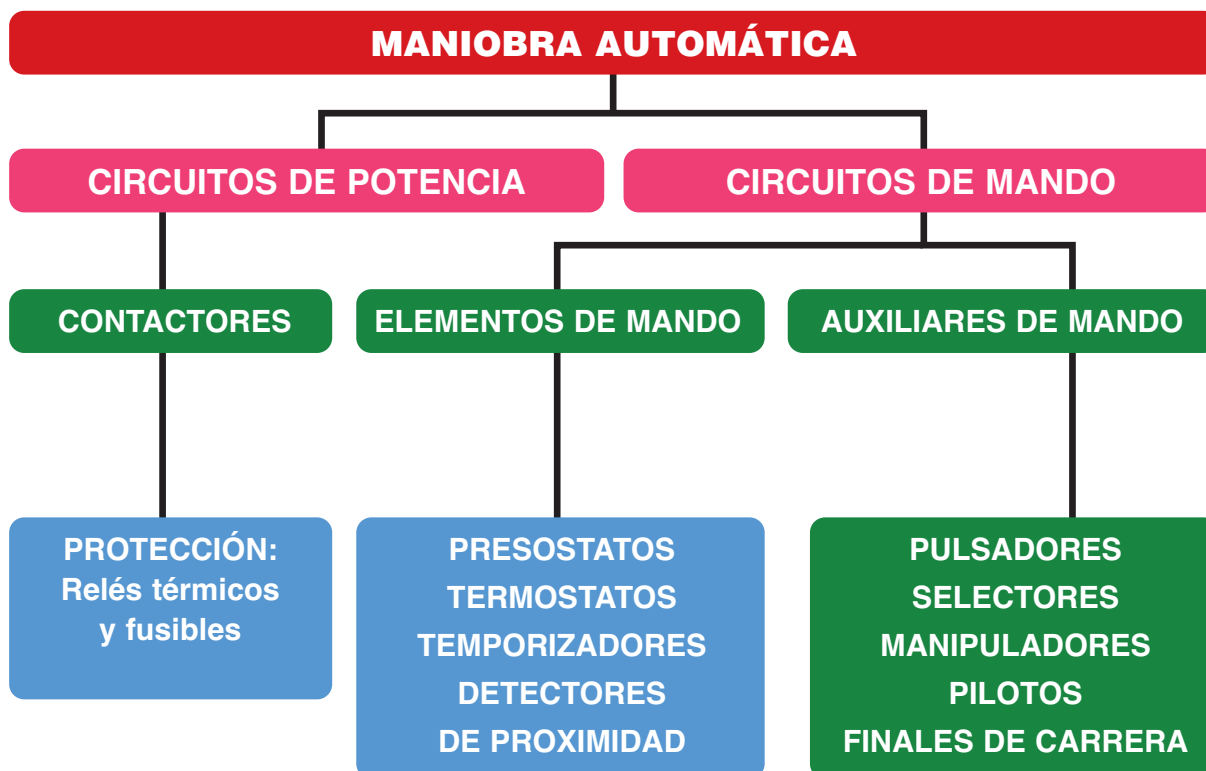


Relevar:

- Exonerar de un peso o gravamen.
- Remediar o socorrer.
- Exaltar o engrandecer una cosa.



ELEMENTOS DE UN AUTOMATISMO



Se ha comentado que el contactor es el ejecutor de una maniobra automática, se encarga de controlar la **potencia** del circuito, pero por sí mismo es incapaz de *gestionar* ninguna instalación, sobre todo actuar sobre un motor, sin el auxilio de una serie de elementos que completan la maniobra.

Un lugar importante de estos elementos lo ocupa el relé térmico, necesario para proteger al motor de sobrecargas y los fusibles, que protegen el conjunto contactor motor de cortocircuitos.

Después podemos mencionar los pulsadores de marcha, de paro, selectores y finales de carrera cuya función está lejos de

toda duda y a los que se conoce como **auxiliares de mando**.



**Fiabilidad: se entiende por la misma la capacidad de un componente de presumir de una larga vida sin deteriorarse. Lo interesante es saber qué valor tiene esa vida.*

Añadamos un sinfín de elementos más, que rematan la acción automática, que permiten, si son de suficiente **fiabilidad*, pres-

cindir, en cierto modo, de la ****intervención humana**. Estamos hablando de presostatos, termostatos, cédulas de detección, inductivas y capacitivas, relés temporizados.

Les llamaremos **elementos de mando**, pues son ellos los que controlan y ordenan el inicio o fin de una maniobra.



Aspecto de un relé térmico.



****La intervención humana es imprescindible, pero en su ausencia, es decir, cuando esta no es posible y como ejemplo podemos mencionar el vuelo de una nave espacial hacia un planeta muy lejano, es preciso garantizar una durabilidad de los sistemas y para ello se recurre a duplicarlos y si es necesario a triplicarlos. Esta acción tiene un nombre y es el de "sistemas redundantes".**

En caso de sobrecarga, al cabo de un determinado tiempo definido por su curva característica, los bimetales accionan un mecanismo de disparo y provocan la apertura de un contacto, a través del cual se alimenta la bobina del contactor de maniobra. Este abre y desconecta el motor.

Se supone que el disparo se provoca por el desplazamiento, suma de empujes de las tres deformaciones proporcionales de los bimetales y la duda es si se produce el descargo cuando falla una fase.

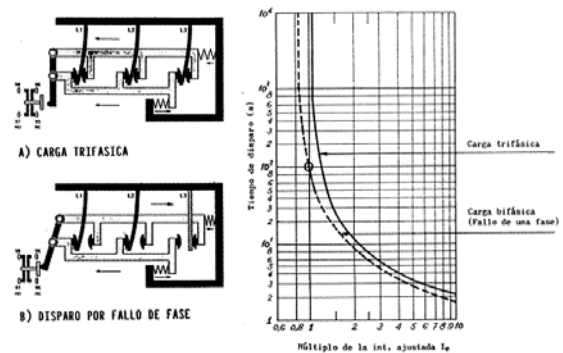
La respuesta es que el térmico debe poseer la característica de ser "diferencial" para poder comportarse en esta circunstancia, porque...

En los relés térmicos diferenciales se dispone de un sistema mecánico para la protección contra fallos de una fase. Si durante la marcha del motor se interrumpe una fase (p.e. L3), el bimetal de esta fase se enfría y desplaza hacia la izquierda la regleta superior. Con ello se consigue una carrera adicional en el extremo de la palanca, de forma que con una menor deformación de los otros dos bimetales se produce el disparo.

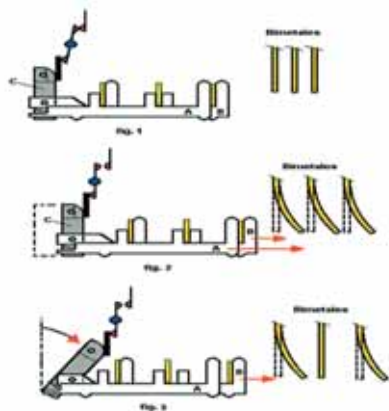
RELE TÉRMICO BIMETÁLICO

Los relés térmicos bimetálicos constituyen el sistema más simple y conocido de la protección térmica por control indirecto, es decir, por calentamiento del motor a través de su consumo.

Los bimetales están formados por la soldadura al vacío de dos láminas de materiales de muy diferente coeficiente de dilatación (generalmente invar y ferroniquel). Al pasar la corriente eléctrica, los bimetales se calientan y se curvan, con un grado de curvatura que depende del valor de la corriente y del tiempo.



Otra forma de verlo:



El efecto resultante es un desplazamiento de la curva de disparo según la línea de trazos de la curva característica, de forma que éste se produce con una intensidad inferior a la nominal (generalmente a 0,85 de la nominal)...

Pero se trata, pues, de una protección contra fallos de fase muy relativa, ya que el tiempo de disparo depende de la intensidad que esté consumiendo el motor. Si en el momento del fallo de fase esta intensidad fuera inferior al valor ajustado en el relé, éste no dispararía o lo haría en un tiempo muy grande. En cualquier caso se trata de un disparo lento, ya que incluso con la intensidad nominal habría que esperar un tiempo de aproximadamente 100 segundos.

Por otra parte, los relés térmicos tienen una curva de disparo fija y está prevista para motores con arranque normal, es decir, con tiempos de arranque del orden de 5 a 10 segundos.

En los casos de arranque difícil (p.e. en centrifugadoras, molinos, grandes ventiladores, etc.), que tienen un mayor tiempo de arranque, la curva de disparo resulta demasiado rápida y el relé térmico disparará durante el arranque. Para evitarlo hay que recurrir a algún procedimiento especial como puentear el térmico durante el arranque o alimentarlo a través de transformadores saturables, que, además de encarecer considerablemente el arrancador, supone emplear procedimientos sin fundamento físico porque en realidad lo que se hace es engañar a la protección.

El sistema de protección por relés térmicos bimetálicos es generalmente utilizado por ser, con mucho, el más simple y económico, pero no por ello se deben dejar de considerar sus limitaciones, entre las cuales podemos destacar las siguientes:

- Curva de disparo fija, no apta para arranques difíciles.
- Ajuste impreciso de la intensidad del motor.
- Protección lenta o nula contra fallos de fase, dependiendo de la carga del motor.
- Ninguna señalización selectiva de la causa de disparo.
- Imposibilidad de autocontrolar la curva de disparo.

Los **relés térmicos** (o simplemente térmicos) significan un método indirecto de protección ya que operan en función de la corriente que el motor está tomando de la red. En base a ella evalúa un determinado estado de calentamiento de los arrollamientos del motor.

Constituyen un excelente medio de protección, pero no protegen al motor cuando el calentamiento de éste se produce por **causas ajenas** a la corriente que está tomando de la red. En esos casos, se recomienda el uso de **sensores** en los bobinados del motor, capaces de medir exactamente la temperatura interna del mismo y de un equipo que analice el estado de temperatura del motor y decida en consecuencia.

Por otro lado, en el caso particular de **falta de fase**, el motor se calienta y hay un aumento en el consumo de corriente, lo cuál hace actuar al térmico.

El relé térmico siempre debe estar **regulado** al valor de funcionamiento del motor; sólo si está a plena carga, es decir al valor de la placa de características del motor; y nunca a un valor superior al nominal.

Los térmicos suelen tener señalización de relé disparado, botón de disparo, botón de reposición automática o bloqueo de reconexión, y dos contactos auxiliares para desconexión del contactor, o un contacto

inversor, para señalar a distancia el defecto.

En resumen, si la corriente del motor sobrepasa los valores admitidos, el térmico acciona un contacto auxiliar y éste, a su vez, actúa sobre el contactor que desconecta de la red al equipo sobrecargado.

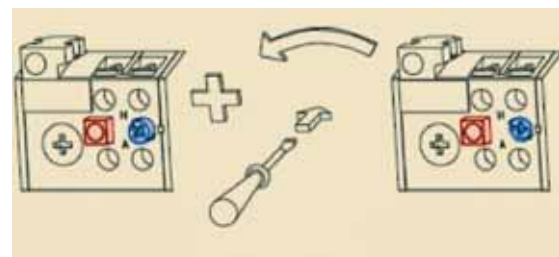
Las **curvas de desconexión** del térmico deben seguir lo más cerca posible las variaciones de la temperatura del motor, midiéndola a través de la corriente que éste toma de la red. Cuanto mayor es esta corriente más rápido actúan estos relés (característica de tiempo inverso como los fusibles).

Para lograr una correcta desconexión debe eliminarse la influencia de la temperatura ambiente sobre los bimetales de la protección térmica; esto se logra por un dispositivo compensador. Habitualmente las curvas de desconexión son independientes de la temperatura ambiente entre $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En ciertos casos es conveniente que el térmico no vuelva automáticamente a su posición de "conectado" una vez que haya actuado; sobre todo en automatismos que puedan llevar a una serie de maniobras no deseadas (por ejemplo, en bombas de elevación de agua).

Cuando el motor es controlado por medio de pulsadores, de cualquier forma debe ser puesto en marcha mediante su pulsador de arranque. En este caso, es práctico que el relé vuelva solo a su posición de conectado automáticamente.

Ambas variantes están incluidas en algunos modelos. Una ligadura o botón permite conectarlo en automático (o sea sin reset), o bien conectarlo en manual (es decir con reset). El mismo botón permite reconectar el contactor.



RESET MANUAL (H)

Presionar el pulsador azul para reconectar.

RESET AUTOMÁTICO (A)

Reconecta automáticamente.

Como se ha dicho, el relé debe ser ajustado al valor real de consumo del motor; dicho ajuste puede realizarse durante el funcionamiento del equipo.

EN BUSCA DE LA PROTECCIÓN COMPLETA: LOS FUSIBLES

La maniobra donde interviene un contactor tiene sus puntos débiles que hemos de controlar.



El relé térmico, ya presentado, se ocupa de la protección contra sobrecargas del motor, Pero ¿quién controla los cortocircuitos? ¿Quién protege al motor y al contactor de los efectos destructores de estos? La respuesta es sencilla: los cortocircuitos.

CORTACIRCUITOS FUSIBLES DE BAJA TENSIÓN

Los cortacircuitos fusibles son el medio más antiguo de protección de los circuitos eléctricos y se basan en la fusión por efecto de Joule de un hilo o lámina intercalada en la línea como punto débil.

Tienen formas y tamaños muy diferentes según sea la intensidad para la que deben fundirse, la tensión de los circuitos donde se empleen y el lugar donde se coloquen.

El elemento metálico interior de un fusible tiene sección circular cuando la corriente que controla es pequeña, o está formado por láminas si la corriente es grande. En ambos casos el material de que están formados es siempre un metal o aleación de bajo punto de fusión a base de plomo, estaño, zinc, etc.

Fundamentalmente encontraremos dos tipos de fusibles en las instalaciones de baja tensión:

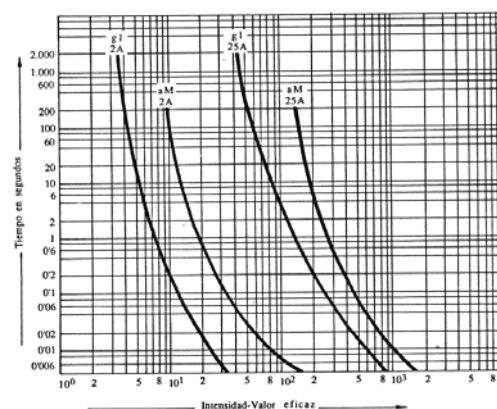
- gI (fusible de empleo general).
- aM (fusible de acompañamiento de Motor).

Los fusibles de tipo gI se utilizan en la protección de líneas, estando diseñada su curva de fusión "intensidad-tiempo" para una respuesta lenta en las sobrecargas, y rápida frente a los cortocircuitos.

Los fusibles de tipo aM, especialmente diseñados para la protección de motores, tienen una respuesta extremadamente lenta frente a las sobrecargas, y rápida frente a los cortocircuitos. Las intensidades de hasta diez veces la nominal ($10 I_n$) deben ser desconectadas por los aparatos de protección propios del motor, mientras que las intensidades superiores deberán ser interrumpidas por los fusibles aM.

La intensidad nominal de un fusible, así como su poder de corte, son las dos características que definen a un fusible.

La intensidad nominal es la intensidad normal de funcionamiento para la cual el fusible ha sido proyectado, y el poder de corte es la intensidad máxima de cortocircuito capaz de poder ser interrumpida por el fusible. Para una misma intensidad nominal, el tamaño de un fusible depende del poder de corte para el que ha sido diseñado, normalmente comprendido entre 6.000 y 100.000 A.



Un gran inconveniente de los fusibles es la imprecisión que tiene su curva característica de fusión frente a otros dispositivos que cumplen el mismo fin, tales como los interruptores automáticos. Esto equivale a decir que la banda de dispersión de los fusibles es mayor que la de los interruptores automáticos, pese a que el fabricante solamente facilita la curva media de los fusibles.

Otro inconveniente de los fusibles es la facilidad que tienen de poder ser usados con una misma disposición de base, hilos o láminas no adecuadas.

Así mismo, la independencia de actuación de los fusibles en una línea trifásica supone un serio problema, ya que con la fusión de uno de ellos se deja a la línea a dos fases, con los inconvenientes pertinentes que ello conlleva.

La selectividad entre fusibles es importante tenerla en cuenta, ya que de ello dependerá el buen funcionamiento de los circuitos. Idéntico problema se nos presentará con la selectividad de los interruptores automáticos.

Entre la fuente de energía y el lugar de defecto suele haber varios aparatos de protección contra cortocircuitos. Para desconectar la zona afectada, es necesario que los fusibles reaccionen de forma selectiva, es decir, debe desconectar primero el fusible más próximo al lugar de defecto. Si por alguna causa este fusible no responde correctamente, debe actuar el siguiente, y así sucesivamente.

La selectividad entre dos fusibles se determina gráficamente mediante la comparación de ambas características de disparo; para ello, las curvas, a la misma escala, no deben cortarse ni ser tangentes. Esto es cierto en el caso de sobrecargas y pequeñas intensidades de cortocircuito, pero no lo es en el caso de intensidades muy grandes de cortocircuito, ya que aquí los tiempos de fusión son extremadamente cortos y solamente es posible la selectividad en fusibles con una notable diferencia de valor nominal de la intensidad.

Según la norma VDE 0636, los fusibles cuyas intensidades nominales se encuen-

tren en la relación 1:1.6, deben de poder desconectar de forma selectiva.

La norma CEI 269-2, no es tan exigente, y dice que sólo los fusibles cuyas intensidades nominales estén en la relación 1:2 pueden desconectar de forma selectiva.

Intensidad nominal mínima admisible en un fusible aM.

La intensidad nominal mínima del fusible de protección de un motor se determina a partir de la intensidad de arranque y del tiempo de arranque del mismo. En un arranque normal un fusible no debe fundir ni envejecer.

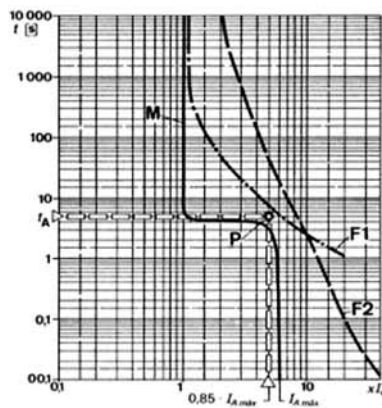
En los motores de jaula de ardilla (arranque directo) la intensidad de arranque es aproximadamente de 4 a 8 veces la intensidad nominal. El tiempo de arranque depende del par de giro del motor y del momento de inercia de todas las masas a acelerar; este tiempo suele estar comprendido entre 0,2 y 4 segundos, pudiendo ser mayor en casos especiales de "arranque difícil".

En los motores de anillos rozantes y motores de jaula con arranque estrella-triángulo, la intensidad de arranque suele estar comprendida entre 1,1 y 2,8 veces la intensidad nominal. El tiempo de arranque en estos casos varía muy ampliamente.

Para tiempos de arranque de hasta 5 segundos, la intensidad nominal del fusible puede ser igual a la intensidad nominal de empleo del motor, pero para valores iguales o superiores es conveniente determinar la intensidad nominal del fusible, teniendo en cuenta las curvas características intensidad-tiempo de arranque del motor y del relé térmico de protección.

Seguidamente veamos el caso de un motor cuya intensidad de arranque es seis veces el valor nominal y el tiempo es de cinco segundos.

La intensidad nominal mínima del fusible la podemos obtener mediante la intersección de dos líneas, la determinada por el tiempo de arranque t_A y la correspondiente a 0,85 de la intensidad nominal I_A . El punto así determinado nos marca el límite inferior de la banda de dispersión del fusible, por lo



M = Evolución de la intensidad de arranque del motor.
 I_{max} = Intensidad en el arranque.
 t_A = Tiempo de arranque.
 F_1 = Característica de disparo del relé térmico.
 F_2 = Característica media del fusible elegido.
 P = Punto determinante de la intensidad nominal mínima.

tanto el fusible elegido deberá pasar por encima de este punto.

Observando la curva característica de la protección térmica F_1 y la curva característica del fusible elegido F_2 , podremos observar cómo la actuación de relé térmico se extiende hasta diez veces la intensidad nominal (intersección de F_1 con F_2), y a partir de este valor será el fusible el encargado de proteger el motor.

EL GUARDAMOTOR

Lo incluimos aquí porque es un dispositivo que reúne las necesidades de un arranque directo en un solo aparato. Interviene en la maniobra más sencilla, la del arranque de un motor de poca potencia, hasta 12,5 KW.



Es, básicamente, un interruptor automático, cuya característica de disparo es exactamente igual a la del relé térmico. Puede incluir el disparo por falta de fase, la compensación de temperatura ambiente y un disparo magnético ajustado para proteger adecuadamente al térmico. Por eso el guardamotor, dentro de ciertos límites, **reemplaza** al conjunto [contactor + térmico + fusibles].

Si bien logra reunir en un solo aparato las cualidades de tres, con las consecuentes ventajas de espacio, tiempo de montaje y cableado, tiene una **limitada** capacidad de ruptura, que le impide ser colocado en cualquier instalación. Sin embargo, para instalaciones domiciliarias, inclusive edificios, el guardamotor satisface todos los requerimientos.

Por su parte, su condición de interruptor le da una reducida vida útil con una limitada frecuencia de maniobras.

Su accionamiento es manual, por lo que es necesario accionarlo de frente. Por ello, son muy limitadas las posibilidades de realizar con él automatismos.

Para evitar la destrucción de alguno de los elementos de la instalación se puede efectuar una combinación de dispositivos para aprovechar las bondades de cada uno de ellos. Estas combinaciones sólo son factibles con algunos guardamotors ya que éstos tienen la propiedad de limitar las corrientes de cortocircuito, protegiendo de esta manera al contactor.



ELECCIÓN DE UN CONTACTOR ELECTROMAGNÉTICO

Es necesario conocer las siguientes características del receptor:

- La tensión nominal de funcionamiento, en voltios (V).
- La **corriente de servicio (I_e)** que consume, en amperios (A).

Potencia mecánica (P_m) (kW)	Corriente de servicio (I_e) (A)	
	220 V	380 V
0,75	3	2
1,1	4	2,5
1,5	6	3,5
2,2	8,5	5
3	11	6,5
4	14,5	8,5
5,5	18	11,5
7,5	25	15,5
10	35	21
11	39	23
15	51	30
22	73,5	44

- La **corriente de corte**, que depende del tipo de categoría de servicio y se obtiene a partir de la corriente de servicio, amperios (A).

Los pasos a seguir para la elección de un contactor son los siguientes:

1. Obtener la corriente de servicio (I_e) que consume el receptor.
2. A partir del tipo de receptor, obtener la categoría de servicio.
3. A partir de la categoría de servicio elegida, obtener la corriente de corte (I_c) con la que se obtendrá el **calibre** del contador.


Con estos valores se consultan las tablas provistas por los fabricantes para elegir el contactor más apropiado. Estas tablas dan los límites garantizados de aplicación de cada uno de los modelos de contactores, para cumplir con las normas correspondientes.

Cabe señalar que estas tablas también permiten la selección del relé térmico y el fusible adecuado para la aplicación.

- La naturaleza y la utilización del receptor, o sea, su categoría de servicio.

Categoría de servicio	I_c / I_e	Factor de potencia
AC1	1	0,95
AC2	2,5	0,65
AC3	1	0,35
AC4	6	0,35

Por tal se entiende una serie de elemen-

Aplicaciones	Todo tipo de automatismo					
						
Corriente asignada de empleo le máx. AC-3 (Ue ≤ 440 V) le AC-1 (θ ≤ 60 °C)	9 A 20 A	12 A 25 A	18 A 32 A	25 A 40 A	32 A 50 A	38 A
Tensión asignada de empleo	690 V					
Número de polos	3	3 4	3	3 4	3	3
Potencia asignada de empleo en AC-3	380/400 V 415/440 V 500 V 690/690 V 1000 V	4 kW 5,5 kW 7,5 kW	5,5 kW 7,5 kW 10 kW	7,5 kW 10 kW 15 kW	11 kW 15 kW 18,5 kW	15 kW 18,5 kW 18,5 kW
Contactos auxiliares	1 "NC" y 1 "NA" instantáneos incorporados a los contactores completos mediante aditivos comunes en toda la gama					
Relés térmicos manual-auto asociables	Clase 10 A Clase 20	0,10...10 A 2,5...10 A	0,10...13 A 2,5...13 A	0,10...18 A 2,5...18 A	0,10...32 A 2,5...32 A	0,10...38 A -
Módulos de antiparasitado (contactores y bajo consumo antiparasitados de origen)	Varistor Diodo Circuito RC Diodo de limit. de crestabidireccional	• - • •	• - • •	• - • •	• - • •	• - • •
Interfaces	De relé De relé y marcha forzada Estático	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •

Todos los parámetros que hemos comentado aparecen en esta tabla de seis contactores.

LOS AUXILIARES DE MANDO

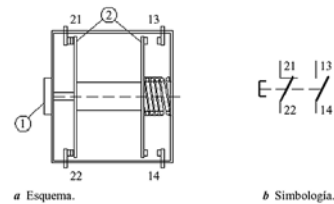


Figura 10. Pulsador.

tos que pueden activar, parar y señalar una maniobra automática.

Nos estamos refiriendo a los pulsadores de marcha, paro, selectores, actuadores de mando y a los pilotos de señalización.

Todos ellos están formados por una parte externa, que es la que vemos al acercarnos a un cuadro eléctrico, sujeta a la tapa del cuadro de forma tal que es difícil que pueda soltarse o girar, lo que sería un peligro para la seguridad de la maniobra. El sistema consiste, normalmente, en un aro, situado en la parte oculta, con dos tornillos que lo comprimen contra el cuadro. En este aro entra la cabeza del pulsador como una bayoneta.

Y una parte oculta a la que suele llamarse cámara de contactos, en el caso de los pulsadores, selectores y actuadores y zócalo portalámparas, en el caso de los pilotos.

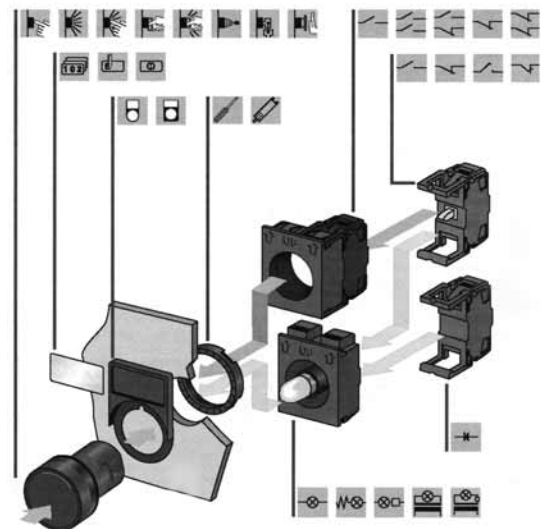
Esta cámara acostumbra engancharse a la cabeza mediante clips.

Suelen poder acoplarse hasta tres cámaras.

Marcado 1: empujador.



Marcado 2: contactos móviles.



Características constructivas de los pulsadores

El diámetro más utilizado es de 22,5 mm ya que es un tamaño muy adaptable, que ocupa poco espacio y resulta muy operativo.

También existe una medida mayor, 30,5 mm, pero se destina a lugares donde no importa el tamaño.

El grado de protección suele ser IP 40, pero también existe una protección mayor IP 65 y finalmente otra superior, IP 66, conseguida con la incorporación de capuchones de goma.



Téngase presente que hay situaciones donde el dedo que acciona un pulsador puede no estar seco, tener grasa o cualquier otra sustancia que pudiera entrar en contacto con las cámaras de contactos y alterar el resultado deseado, con el consiguiente peligro.

La protección eléctrica es muy importante, debe existir un aislamiento perfecto entre el dedo actuador y los contactos con tensión, por ello, hoy en día, todas las marcas los fabrican de CLASE II.

Duración mecánica:

Se asigna a los pulsadores una duración de 2 millones de maniobras, A los selectores y manipuladores con retención, 500.000 maniobras y a los pulsadores de paro de emergencia, 300.000 maniobras.

Estos elementos pueden ser empotrados en paneles de espesor de 1 a 6 mm.

Capacidad de los contactos:

> 1 x 0,5 mm² pero < de 2 x 2,5 mm².

El funcionamiento de los contactos:

Suelen ser de accionamiento lento, autolimpiante por arrastramiento.

Respecto a su montaje suele haber dos tipos:

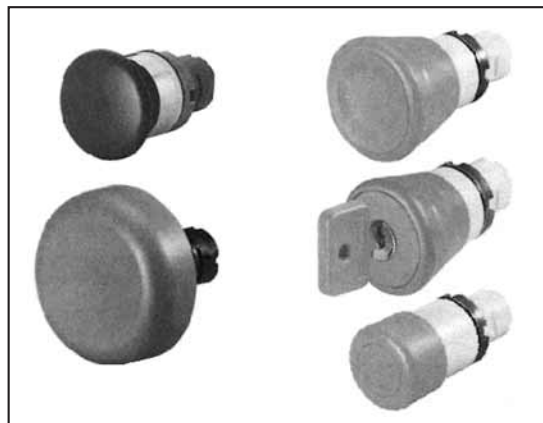
- **Tras cuadro**, que significa que en la tapa del cuadro se encuentra el pulsador y la cámara de contactos.
- **Fondo cuadro**. En este caso en la tapa se queda la cabeza y en el fondo del cuadro la cámara de contactos.

La fuerza de de apertura positiva, que es aquella que nos asegura la apertura del contacto, tiene un valor de 15N en un pulsador normal y 40 N en un pulsador seta.

La velocidad de accionamiento tiene un valor máximo de 20 mm/s y un valor mínimo de 10 mm/s.

Modelos de cabezas de accionamiento.

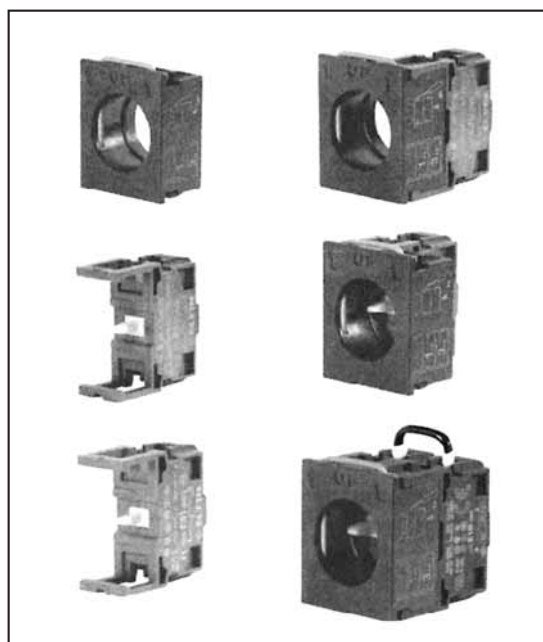
En la figura podemos ver distintos modelos.



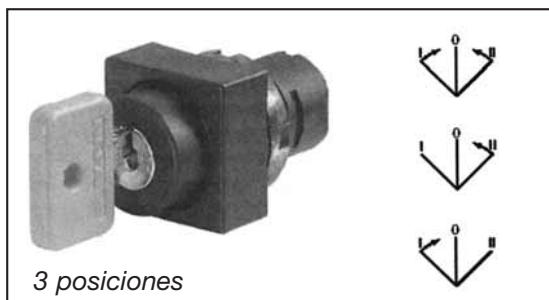
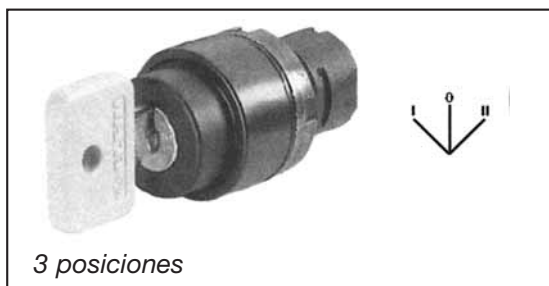
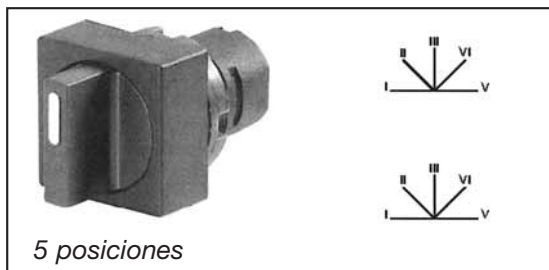
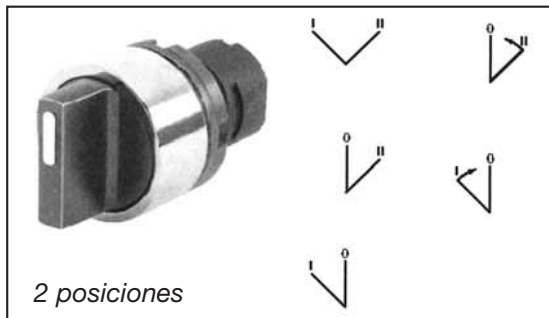
Modelos de cámaras de contactos.

Son el complemento de las anteriores.

Es interesante el de cierre anticipado y el de apertura retardada.

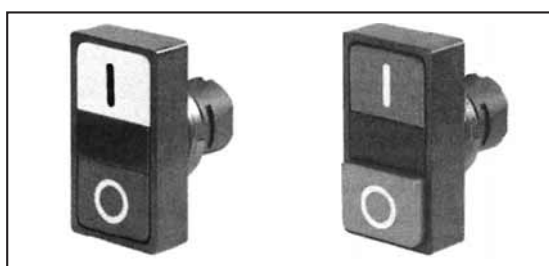


Los selectores tienen otro aspecto y se llaman así por su carácter selectivo.



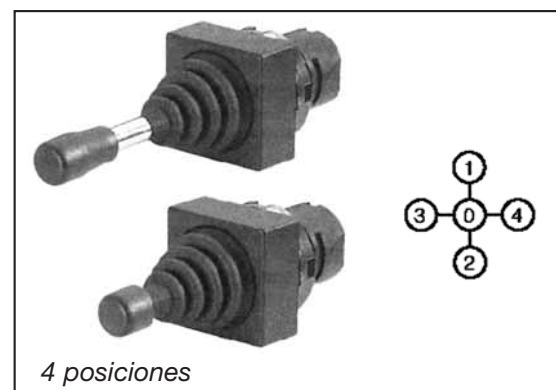
Pulsadores dobles.

Simplifican el montaje cuando eso es lo que deseamos.



Manipuladores.

Son como una palanca de cambios.



Pilotos.

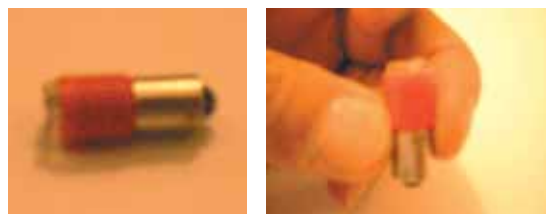
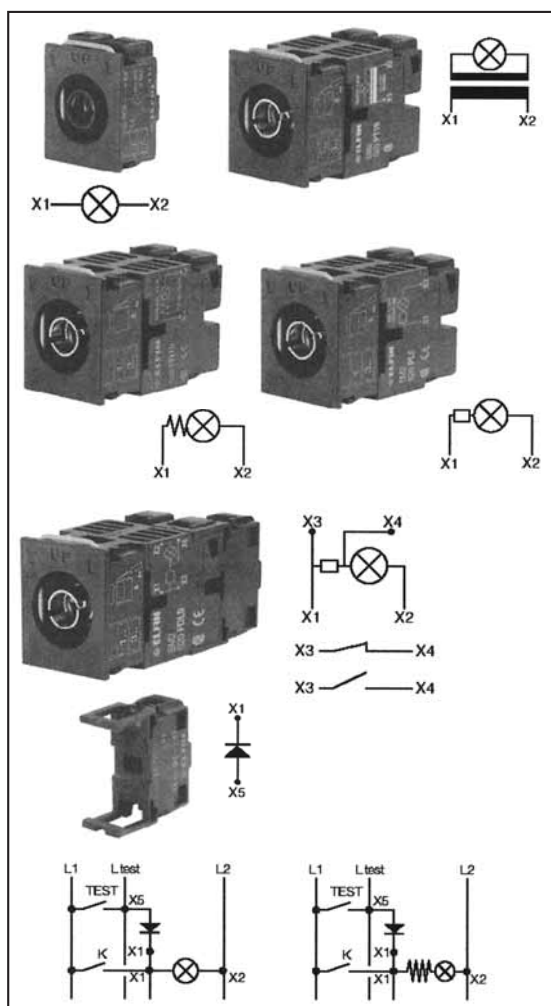


Las maniobras se deben señalar de tal forma que se nos advierta de su estado. Para ellos recurrimos a los pilotos de señalización.

Están formados por una parte externa que se llama carátula y puede tener, como luego veremos, distintos colores, pero no arbitrarios sino fruto de lo que se detalla en la norma correspondiente.

Dentro de la carátula se aloja una lámpara de señalización. La parte oculta lleva una base o zócalo con un portalámparas, generalmente de bayoneta Ba9s, para que no se afloje y pueda falsear un estado que no es cierto. Es importante destacar que no se deben permitir lámparas fundidas, por lo que acabamos de decir. Como se da la circunstancia de que la duración de estas pequeñas lámparas es muy baja, 5.000 ó 10.000 horas, hay que recurrir a diversos artilugios, que enumeramos:

- Alimentación directa con corriente alterna o continua, lámpara de 2W, no muy aconsejada.
- Conjunto resistencia lámpara en serie. Así rebajamos la tensión, en la lámpara, a 110 -125 V y su vida se ve sensiblemente aumentada.
- Utilizando lámparas multiled a 48 V podemos alcanzar las 50.000 horas de funcionamiento. Rebajar la tensión a esos 48 V se logra con una resistencia en serie.
- El uso de una pastilla intermitente en serie permite incrementar la vida de la lámpara.
- Un pequeño transformador rebaja la tensión a 6V y así podemos conseguir mayor duración.
- Combinando alguno de estos sistemas se logra también buenos resultados.



¿Qué es un multiled?

Es un conjunto de diodos LED,s, normalmente 7, de un diámetro de 3 mm, unidos en paralelo.

¿Qué es un diodo LED?

Aconsejamos a nuestros lectores leer, en EL MUNDO DE LA ILUMINACIÓN, la parte correspondiente a estas fuentes de luz del futuro.

No obstante recordamos que son semiconductores que generan luz.

Cada día se diseñan nuevos diodos con mayor eficiencia y sobre todo con una vida estimada de 50.000 a 100.000 horas.

Finalmente, en los últimos esquemas, podemos ver cómo, gracias aun diodo, es posible **verificar todas las lámparas** de un enorme cuadro sinóptico, de una central eléctrica, por ejemplo.

El funcionamiento es sencillo:

Todas las lámparas llevan un línea adicional de un sólo hilo, que gracias al carácter conductor, en un sentido, del diodo, es posible alimentarlas, al activar el interruptor de test, si interferir en sus circuitos.

Aparatos de mando y señalización, 22 mm.






Selección del color de conformidad con IEC 60204-1

IEC 60073 especifica los principios de codificación para indicadores y actuadores y proporciona recomendaciones en cuanto al uso de los colores. A continuación presentamos una excerta de la norma. Para más información, ver la norma.

Selección de los colores

La siguiente tabla muestra los principios generales del significado de los colores para indicar la información

Significado de los colores – Principios generales

Color		Significado		
		Seguridad de las personas o del entorno	Condición del proceso	Estado del equipo
ROJO		Peligro	Emergencia	Fallo
AMARILLO		Advertencia/precaución	Anomalia	Anomalia
VERDE		Seguro	Normal	Normal
AZUL		Obligatorio		
BLANCO, GRIS, NEGRO		Sin significado específico		

Actuadores opacos

Actuadores de emergencia

Los actuadores de PARADA DE EMERGENCIA/PARO deberán estar identificados con el color **ROJO**

Actuadores de PARADA/PARO

BLANCO, **GRIS** y **NEGRO** son los colores preferidos para los actuadores de PARADA/PARO. El color preferido es el **NEGRO**. El **ROJO** también está permitido. El **VERDE** no debe utilizarse.

Actuadores de ARRANQUE/MARCHA

BLANCO, **GRIS** y **NEGRO** son los colores preferidos para los actuadores de ARRANQUE/MARCHA, que realizan el cierre de los aparatos de conmutación y arrancan el equipo. El color preferido es el **BLANCO**. El **VERDE** también está permitido. El **ROJO** no debe utilizarse.

Uso del BLANCO y del NEGRO para significados especiales

Cuando los colores **BLANCO** y **NEGRO** se utilizan para distinguir entre los actuadores de ARRANQUE/MARCHA y PARADA/PARO, el **BLANCO** se utilizará para los actuadores de ARRANQUE/MARCHA y el **NEGRO** para los actuadores de PARADA / PARO.

Mismos actuadores para ARRANQUE y PARADA o MARCHA y PARO

BLANCO, **GRIS** y **NEGRO** son los colores preferidos para los actuadores que, cuando se accionan varias veces, actúan alternativamente como actuadores de ARRANQUE/MARCHA y PARADA/PARO.

Los colores **AMARILLO** y **VERDE** no deben utilizarse. El color **ROJO** sólo deberá utilizarse cuando el mismo actuador, que no sea un pulsador, se utilice tanto para PARADA DE EMERGENCIA/PARO como para un funcionamiento normal.

BLANCO, **GRIS** y **NEGRO** son los colores preferidos para los actuadores que provocan un movimiento cuando se accionan y detienen el movimiento cuando se sueltan (por ejemplo, actuadores de avance lento y de impulso momentáneo). El **VERDE** también está permitido. El **ROJO** no debe utilizarse.

Actuadores de REARME

Los actuadores de rearme (utilizados, por ejemplo, con relés protectores) deben ser **AZULES**, **BLANCOS**, **GRISES** o **NEGROS**, excepto aquéllos que también actúen como actuadores de PARADA / PARO.

El color de dichos actuadores de PARADA/PARO deberá corresponder con el de los **actuadores de PARO/PARADA** indicados más arriba.

Pulsadores luminosos.

Simplifican la maniobra y ayudan a localizar todos los elementos.












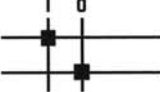
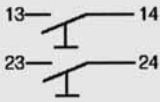


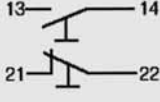
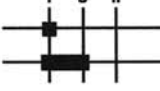
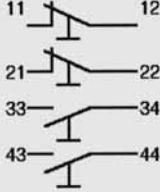
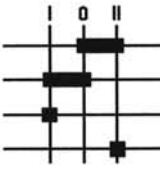

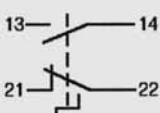
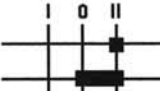

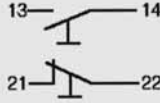



Selectores luminosos.

Lo mismo que en el caso anterior.



Finalmente, presentamos un resumen de los esquemas de actuación de los selectores y combinadores.

Selectores	Esquema
 	
 	
 	
 	
	
 	
	
 	
 	

Selectores		Esquema	
	11 — 12 21 — 22 33 — 34 43 — 44		
	11 — 12 21 — 22 33 — 34 43 — 44		
	21 — 22 33 — 34 43 — 44		
	11 — 12 21 — 22 33 — 34 43 — 44		
	11 — 12 21 — 22 33 — 34 43 — 44		
Selectores		Esquema	
	13 — 14 23 — 24		
	11 — 12 21 — 22 33 — 34 43 — 44		



Conviene tomar los datos mencionados del catálogo del fabricante con el que trabajemos pues no todos tienen ni los mismos valores ni las mismas características.

Así, por ejemplo, hay fabricantes que incorporan, a la gama de pulsadores y pilotos, un elemento curioso, un zumbador, con el que se puede advertir una perturbación en la maniobra.

Veamos cómo es:



Cajas montadas.

Son una alternativa cuando se quiere hacer llegar la maniobra desde el cuadro a otros lugares donde sea preciso también controlarla.

Otra aplicación es cuando no hay sitio en el propio cuadro de la maniobra.





INTERRUPTORES FINAL DE CARRERA - LIMITADORES GENERALIDADES Y APLICACIONES

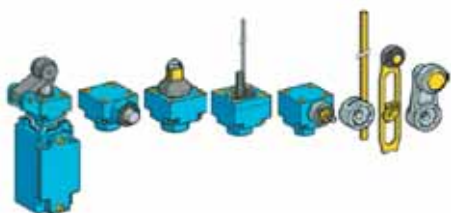
Los finales de carrera significan un paso más en la evolución del automatismo industrial, que exige al hombre de tareas de control repetitivas y monótonas.

Son sinónimo de acción y de movimiento.

Cualquier máquina, léase prensa, cizalla, plegadora o ascensor incorpora estos elementos de forma masiva.

Tal vez en este último es donde se entiende más la función perfecta del final de carrera. Si no estuviera instalado en el lugar exacto para la parada no nos fiaríamos de este medio de desplazamiento entre pisos. La fiabilidad de funcionamiento hace que nos sintamos seguros.

Veamos cómo actúan.



Existen muchas variantes de éste tipo de interruptores, para aplicaciones típicamente industriales, con diversas características.

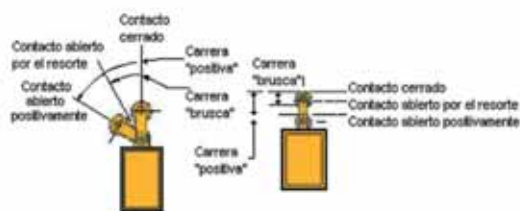


Contactos con ruptura brusca.

Hay que intentar adaptar el más idóneo en cada aplicación particular.

Sin embargo, prevalecen unas condiciones, de aplicación general, que conviene

tener presente al diseñar una función. Una de ellas, muy importante sin duda, es que **no debe utilizarse nunca** un final de carrera como **tope mecánico**.



En cualquier aplicación, en máquinas, en equipos automatizados, etc., se debe colocar siempre que sea necesario, un tope mecánico independiente, con el fin de evitar que un final de carrera efectúe ésta función, para la cual no ha sido diseñado.

Posiblemente algún modelo de interruptor final de carrera puede soportar este esfuerzo, durante un tiempo limitado, pero con ello se perjudica gravemente su fiabilidad y eficacia, llegando a corto plazo a su deterioro o simplemente su destrucción inevitable.

Una de las particularidades que se le exigen es su precisión respecto a la reiteración del punto de conmutación.

Pues en el caso de que reciba impactos mecánicos (al actuar como tope mecánico), se desplaza inevitablemente su posición, y con ello se modifica su punto de ruptura respecto al actuador, y con ello queda afectado el comportamiento eléctrico del sistema.

En aplicaciones de seguridad, la Normativa actual no sólo prohíbe utilizar un interruptor como tope mecánico, sino que incluso, en la mayoría de los casos, exige

un sistema de fijación física, que impida su posible desplazamiento, bien sea mediante unos pitones de posicionado complementarios, o mediante un diseño del interruptor que no permita su posterior desplazamiento, una vez instalado.

Además y de forma periódica, hay que supervisar su posición correcta y su fijación mecánica.

Al diseñar la aplicación del interruptor de este tipo, se debe procurar que un posible desplazamiento de la parte móvil actuadora, no incida en el mismo interruptor, sino que debe ofrecer salida libre, más allá del interruptor, para el caso de un sobrecorrido inesperado de la parte móvil.

Generalmente, los interruptores final de carrera suelen accionarse mediante dispositivos como son los de pistón directos, los tipo telescópicos, los que llevan rodillo, las palancas con rodillo, las palancas abatibles, y las palancas oscilantes con rodillo.

En cada caso, existen unos ángulos de ataque previstos por el fabricante, que limitan el ángulo de incidencia de la parte móvil, de tal forma, que no resulte perjudicado el interruptor, debido a un ángulo inadecuado de accionamiento, y por ello es aconsejable consultar los datos técnicos del fabricante.

En el caso de un accionamiento mediante leva, o rampa móvil, al pistón directo del interruptor, se produce un desdoblamiento del par de fuerza aplicado al pistón, y con ello se genera un rozamiento lateral, en la guía del mismo, que a medio plazo puede deteriorar dicha guía, debido al posible juego mecánico creado por el desgaste lateral.

En el caso de accionamiento directo, en el mismo sentido que permite el propio pistón, no se genera éste desgaste lateral indeseado, pero hay que procurar que no se llegue a producir la situación de tope mecánico, por el propio final de carrera.

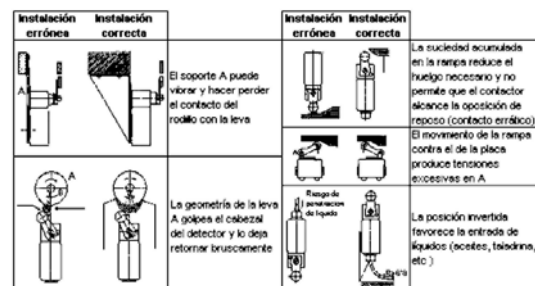
Con éste fin, existen algunos modelos de actuador, que disponen de un sistema telescópico, elástico, que admite su desplazamiento más allá del punto de conmutación, sin por ello perjudicar la fiabilidad

del interruptor, ya que existe un post-recorrido de seguridad, generalmente suficientemente importante, para evitar que el movimiento actuador, llegue al final de su recorrido propio.

Sin embargo, generalmente resulta más aconsejable utilizar una palanca con rodillo, capaz de efectuar la función eléctrica con facilidad, y al mismo tiempo dar salida, sin riesgo alguno, al actuador móvil de la máquina.

Las palancas oscilantes, y todas sus versiones (que suelen ser muchas), son en la mayoría de los casos, la solución óptima, ya que su versatilidad ofrece niveles de fiabilidad, difícilmente comparables con las palancas directas.

Otro punto a tener en cuenta, es la forma con que se deja de actuar al final de carrera: Hay que evitar un salto brusco al soltar el actuador, ya que en tal caso pueden generarse rebotes mecánicos, o incluso rebotes eléctricos, debido a la inercia del sistema de accionamiento.



Un final de carrera con palanca oscilante, puede ocasionar problemas a corto plazo, si se suelta de forma abrupta, una vez accionado, y esto es debido a la inercia de la palanca y su rodillo, al efectuar su retorno de forma muy rápida, por el resorte propio de recuperación. Así resulta aconsejable disponer de un ángulo de caída en la leva o en la rampa de accionamiento, que evite dicho retorno libre e incontrolado de la palanca y su rodillo, sobretodo en casos de palancas de dimensiones medias y grandes.

Los rodillos o ruedas de accionamiento, situados en las palancas, también requie-

ren una selección adecuada por el diseñador de la máquina o del sistema, a fin de aplicar el material más adecuado a su futuro trabajo.

Existen rodillos de materiales muy diversos, plásticos, metálicos, de acero inoxidable, de goma, etc. etc., y según el tipo de aplicación, deberá seleccionarse el material más adecuado, y tener en cuenta que a veces puede resultar más adecuado un rodillo plástico, que uno metálico, siempre dependiendo del actuador, de su perfil, y de su material. Los rodillos metálicos, debido a su masa superior, aumentan el momento de inercia del conjunto rodillo más palanca, cosa no siempre deseable a medio o largo plazo. Una revisión periódica del sistema palanca y rodillo puede evitar problemas e incidencias del sistema. Frecuentemente se pueden suministrar recambios de palancas con rodillo, o del rodillo suelto, según cada fabricante, pudiendo así reducir el coste económico de la reparación, de forma importante.

También resulta posible, en muchos casos, obtener recambios originales del cabezal oscilante, o incluso de alguna de sus partes sometidas a desgastes, o que aconsejan su recambio debido a una maniobra indebida, causante de su destrucción. No se dude en consultar su posible suministro, como recambio suelto.

Definiciones y terminología técnica

- **FM. Fuerza de mando.**

Fuerza necesaria aplicar al órgano de mando para desplazarlo de la posición de reposo (**PRP**) a la posición de trabajo (**PTR**).

- **FAP. Fuerza de apertura positiva.**

Fuerza aplicada al órgano de mando para cumplir la maniobra positiva de apertura.

- **FCT. Fuerza de carrera total.**

Fuerza aplicada al órgano de mando para alcanzar la carreta total (**CT**).

- **FR. Fuerza de relajamiento.**

Valor hasta el que hay que reducir la fuerza de mando (**FM**) de manera que permita el retorno del mecanismo a la posición de relajamiento (**PRL**).

- **PRP. Posición de reposo.**

Posición del órgano de mando cuando no se le aplica ninguna fuerza mecánica exterior.

- **PA. Posición de acción.**

Posición del órgano de mando respecto a su fijación en el momento en que una fuerza de acción provoca el funcionamiento del mecanismo de acción brusca.

- **PTR. Posición de trabajo.**

Posición del órgano de mando cuando la fuerza aplicada lo ha llevado al valor de carrera capaz de un funcionamiento mecánico y eléctrico fijado.

- **PAP. Posición de apertura positivo.**

Posición del órgano de mando en el momento en que una fuerza provoca la maniobra positiva de apertura.

- **PFC. Posición de final de carrera.**

Posición del órgano de mando cuando la fuerza aplicada lo ha desplazado hasta los límites efectivos de la carrera aceptable sin acarrear deterioro.

- **PRL. Posición de relajamiento.**

Posición del órgano de mando en el momento en que el mecanismo de acción brusca vuelve a su estado inicial.

- **CA. Carrera de aproximación.**

Distancia entre la posición de reposo (**PRP**) y la posición de acción (**PA**).

- **CTR. Carrera de trabajo.**

Distancia entre la posición de reposo (**PRP**) y la posición de trabajo (**PTR**).

- CAP. Carrera de apertura positiva.**
 Desplazamiento mínimo del órgano de mando que asegura la maniobra positiva del contacto en la apertura.
- CD. Carrera diferencial.**
 Distancia entre la posición de acción (**PA**) y la posición de relajamiento (**PRL**).
- CT. Carrera total.**
 Distancia entre la posición de reposo (**PRP**) y la posición de final de carrera (**PFC**).

FUERZAS - POSICIONES - CARRERAS

