

# 2

## • Simbología y aparatos para automatismos



A partir de 1920 con la explotación de nuevos recursos y con la generalización del uso del petróleo y la electricidad, se origina un importante desarrollo que más tarde desembocará en la automatización de las fábricas. Aunque los precedentes de la automatización son anteriores, este concepto se introduce en la industria del automóvil y, de manera muy notable, en la industria textil a comienzos de la década de los 50.

En un principio, la automatización se limita a ciertas operaciones sencillas que consiguen realizarse sin intervención humana. Con el continuo desarrollo de la **aparatación eléctrica** y la aparición del **contactor** y los **relés**, se llega a que la automatización esté presente en todo el proceso industrial. Esto repercute en un ahorro de tiempo, mano de obra y en una producción más uniforme. Se consigue mejorar la productividad y aumentar la calidad. También se incrementa la seguridad de los trabajadores, encargando a las máquinas automatizadas hacer las tareas peligrosas y repetitivas.

El gran desarrollo de los aparatos para automatismos (contactores, relés, pulsadores, etc.) hace necesario que la **normalización internacional**, cada vez adoptada por más países, y que la automatización se estandarice, sea más fácil el diseño de procesos automatizados y el **intercambio de tecnología**.



Automatismos (Fiber).

# Fundamentos, simbología y aparamenta de los automatismos

## Actividades iniciales

1. Explica en qué consiste un proceso automatizado.
2. Enumera las ventajas de un sistema automatizado.
3. Describe y dibuja los principales aparatos que intervienen en el diálogo hombre-máquina.
4. Explica en qué consiste la normalización de un producto.

## SUMARIO

1. Simbología y normalización
  - 1.1. Símbolos
  - 1.2. Identificación de aparatos
  - 1.3. Marcado de bornes
2. Esquemas de un automatismo eléctrico
  - 2.1. Esquema de mando
  - 2.2. Esquema de potencia
3. Aparatos que forman un sistema automático
  - 3.1. El contactor
  - 3.2. Relés
  - 3.3. Fusibles
  - 3.4. Pilotos de señalización
  - 3.5. Pulsadores
  - 3.6. Finales de carrera
  - 3.7. Interruptores de control de nivel
  - 3.8. Termostatos
  - 3.9. Presostatos
  - 3.10. Detectores
  - 3.11. Aparatos de funciones múltiples
  - 3.12. Seccionadores
  - 3.13. Interruptores

## Al finalizar esta unidad...

- Conocerás la simbología utilizada en los automatismos cableados.
- Sabrás cómo identificar los aparatos que se utilizan en automatismos.
- Aprenderás a diseñar los esquemas necesarios en los procesos automatizados.
- Conocerás los aparatos utilizados en automatismos cableados.

## 1. Simbología y normalización

Una norma es el resultado de hacer que un determinado producto, instalación o proceso siga los mismos criterios constructivos de composición, dimensión, etc. Lo que se pretende es dar uniformidad a los productos. Quiere esto decir que una instalación hecha en diferentes puntos geográficos seguirá los mismos criterios dentro de su ámbito de aplicación.

Decimos que un producto está normalizado en un país cuando las fases de producción, las medidas, la composición y la representación son las mismas en cualquier parte del país que se fabrique. Las ventajas que se obtienen de la normalización son las siguientes:

- Simplificación del proceso productivo.
- Disminución del tipo de productos fabricados.
- Mejoras en el diseño.
- Aumento de la calidad.
- Posibilidad de automatización del proceso productivo.

Por el ámbito de aplicación las normas pueden ser nacionales, internacionales, de sectores productivos, de empresas, etc.

En España la norma aplicada es la norma UNE, y está regida por la asociación AENOR. Antes de llegar a una norma existe un proceso que comprende una serie de fases antes de su aprobación:

- Estudio de la necesidad de implantación
- Proyecto de norma
- Estudio de la propuesta
- Conclusiones finales y publicación en el BOE.

Las normas se publican en formato A4 y en su portada figuran el título, comité técnico, número y año de aprobación.

Dentro de las normas nacionales cada país tiene su propia normativa, así en España existe la norma UNE, en Francia AFNOR, en Italia UNI, en Inglaterra la BS, etc.

A nivel internacional se utiliza la CEI y la EN, norma europea. En cuanto a la simbología para automatismos, todos los países de la Unión Europea están utilizando cada vez con mayor asiduidad la norma EN, dado que las principales empresas productoras de aparatos eléctricos venden sus productos a todos los países de la UE.

La simbología que utilizaremos para diseñar símbolos compuestos y esquemas será la UNE, complementada con la CEI y EN, por su coincidencia en muchos de los aspectos. Al final del capítulo se incluyen tablas con los símbolos que más frecuentemente se utilizarán a lo largo del módulo.

### Recuerda

AENOR utiliza el formato A4 para publicar las normas. En la parte superior derecha se identifican de la siguiente manera.



## 1.1. Símbolos

Para la representación de esquemas se utilizan los símbolos literales de la norma CEI, (ver tablas al final de la unidad). Como los símbolos de todos los aparatos no están incluidos se pueden dibujar como combinación de éstos. Cuando sea necesario utilizar simbología no incluida en la norma, se permite el uso de otros símbolos siempre que se incluya una explicación clara de su significado.

Todos los aparatos de un esquema no los podemos representar con los símbolos literales publicados por una norma, y muchos de ellos están compuestos por varios de esos símbolos.

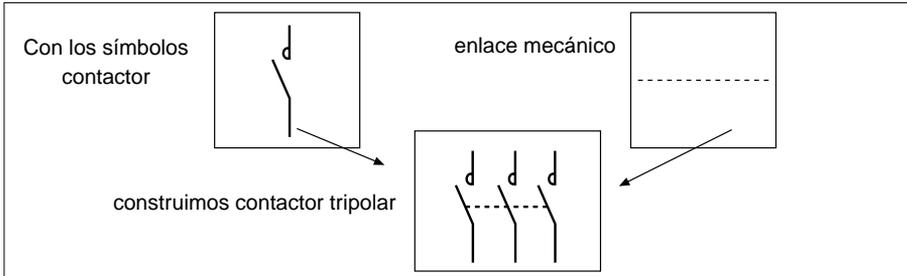


Figura. 2.1.

Para representar un contactor tripolar utilizamos símbolos del contactor unipolar y enlace mecánico.

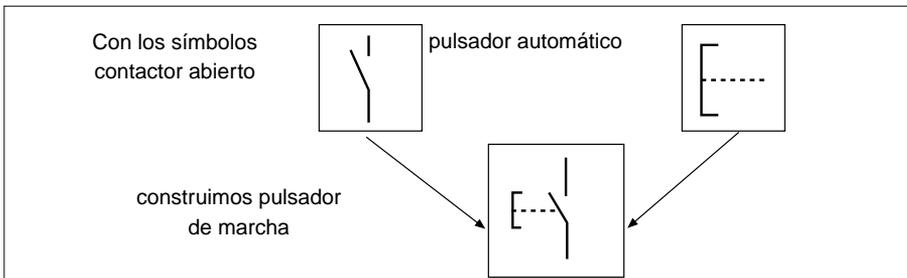


Figura. 2.2.

## 1.2. Identificación de aparatos

Según la norma UNE, los aparatos se identifican con tres signos:

- 1° Una letra que indica la clase de aparato.
- 2° Un número nos indica el número dentro del esquema.
- 3° Una letra nos indica la función.

Si en un esquema tenemos un aparato marcado con K3M tiene el siguiente significado.

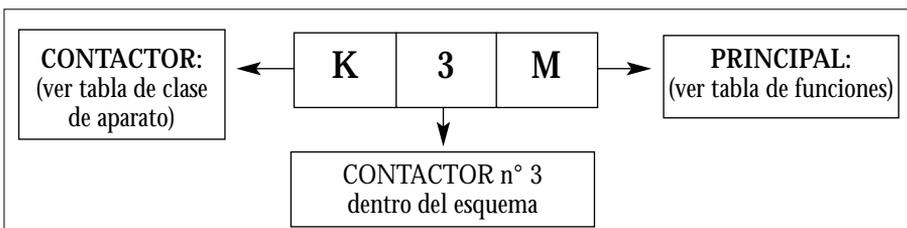


Figura. 2.3.

Aunque sólo es de obligado cumplimiento el número, debido a la complejidad cada vez mayor de los circuitos se deben poner los tres signos de identificación.

La norma CEI, cada vez más extendida, utiliza dos letras de clase y función seguidas y después el número para identificar los aparatos dentro de un esquema.

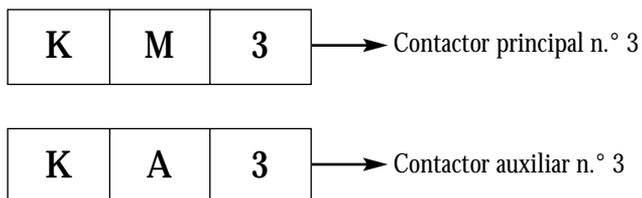


Figura. 2.4.

### 1.3. Marcado de bornes

Según la norma CEI los bornes de los aparatos se marcarán con la siguiente numeración:

#### a) Bobinas de mando electromagnético y señalización

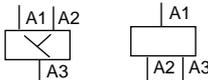
Dos bornes 	Tres bornes 
Bobina con dos arrollamientos 	Electroimán de enclavamiento 
Accionamiento por corriente de trabajo 	Accionamiento por mínima tensión 
Indicador luminoso directo 	Indicador luminoso con transformador 

Figura. 2.5.

#### b) Contactores contactos principales

Los bornes de entrada se marcan con una cifra impar y el borne de salida con la inmediata superior.



Figura. 2.6.

**Para saber más**

**NA:** contacto abierto en reposo que pasa a cerrado al pasar corriente por la bobina del contactor.

**NC:** contacto cerrado en reposo que pasa a abierto al pasar corriente por la bobina del contactor.

**c) Contactores contactos auxiliares de mando**

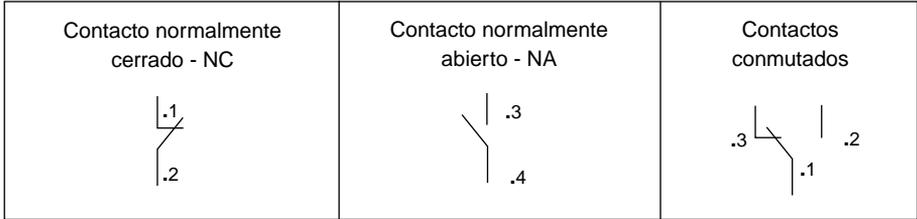


Figura. 2.7.

La cifra marcada con un (.) indica el orden que ocupa el contacto en el aparato. En un aparato con varios contactos abiertos y cerrados la segunda cifra nos indica la función, y la primera el orden dentro del elemento.

segunda cifra **función**

primera cifra **orden** dentro del apartado

El número característico de un contactor nos indica el número de contactos normalmente abiertos o normalmente cerrados que tiene, de la siguiente forma:  
 Primera cifra: número de contactos normalmente abiertos.  
 Segunda cifra: número de contactos normalmente cerrados.

Figura. 2.8.

**d) Contactos temporizados**

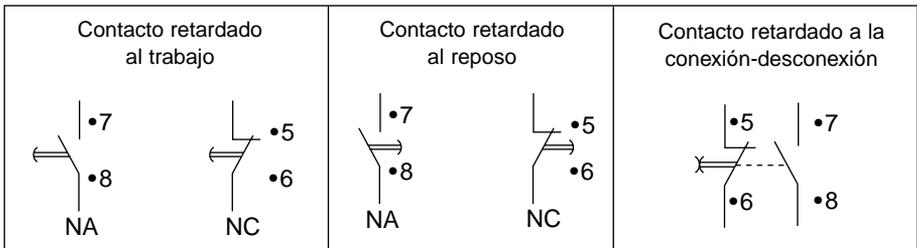


Figura. 2.9.

**e) Relés térmicos**

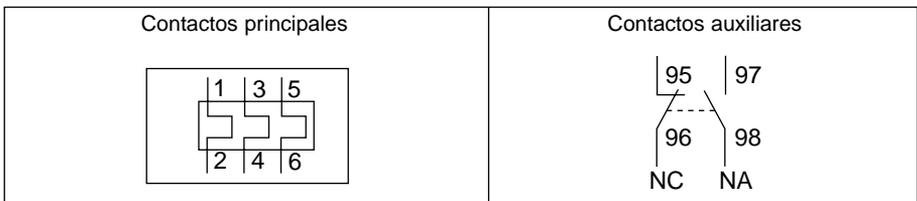


Figura. 2.10.

## 2. Esquemas de un automatismo eléctrico

Los esquemas de un automatismo eléctrico son representaciones simplificadas de un circuito, independientemente de la clase de esquema siempre se deben perseguir los siguientes objetivos:

- Expresar de una forma clara el funcionamiento del circuito y de cada uno de sus aparatos.
- Facilitar la localización de cada aparato y sus dispositivos dentro del circuito. Normalización de la simbología y del método de trabajo.

Por el número de elementos que se representan con un mismo símbolo pueden ser:

- Esquemas unifilares:** cuando se representan con un mismo trazo varios conductores o elementos que se repiten. Se utilizan para los circuitos de potencia de sistemas polifásicos en los que se dibuja una fase y se indica sobre el conductor a cuántas fases se extiende según sea bifásico, trifásico, etc.
- Esquemas multifilares:** cuando se representan todos los conductores y elementos cada uno con su símbolo. Se utilizan en la representación de los circuitos de mando, donde cada elemento realiza funciones diferentes, y para representar circuitos de potencia de automatismos.

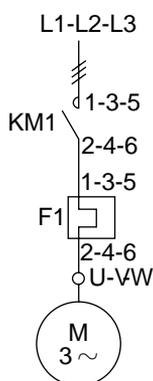


Figura 2.11. Esquema unifilar trifásico.

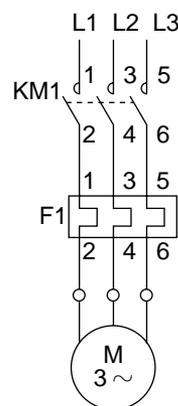


Figura 2.12. Esquema multifilar trifásico.

Por el lugar en que están situados los dispositivos de un mismo aparato dentro del esquema existen los siguientes tipos de representación:

- Representación conjunta:** todos los símbolos de dispositivos de un mismo aparato están representados próximos entre sí y se aprecia la función de cada uno de ellos en su conjunto. Esta representación está en desuso por la complejidad a que se llega en circuitos de grandes dimensiones.
- Representación semidesarrollada:** los símbolos de dispositivos de un mismo aparato están separados, aunque situados de manera que las uniones mecánicas se definen con claridad.
- Representación desarrollada:** los símbolos de dispositivos de un mismo aparato están separados y las uniones mecánicas entre ellos no se dibujan. En este tipo de representación deben estar identificados todos los dispositivos y aparatos para que quede clara la actuación y la secuencia de cada uno de ellos.

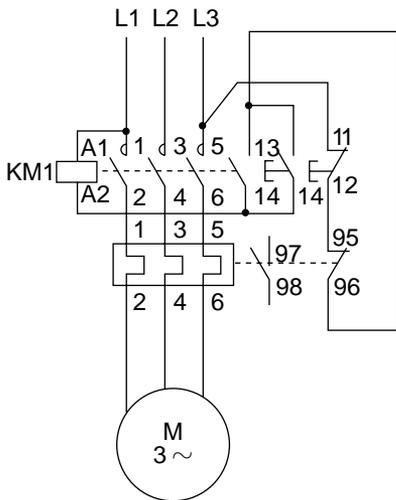


Figura 2.13. Representación conjunta.

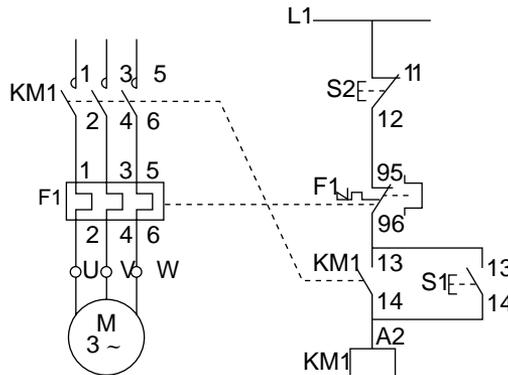


Figura 2.14. Representación semidesarrollada.

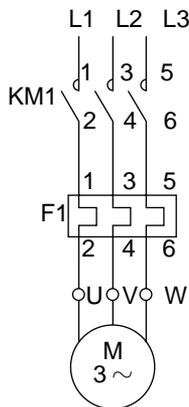


Figura 2.15. Representación desarrollada.

## 2.1. Esquema de mando

El esquema de mando es una representación de la lógica del automatismo, deben estar representados los siguientes elementos:

- Bobinas de los elementos de mando y protección (contactores, relés, etc.).
- Elementos de diálogo hombre-máquina (pulsadores, finales de carrera, etc.).
- Dispositivos de señalización (pilotos, alarmas, etc.).
- Contactos auxiliares de los aparatos.

Todos los elementos deben estar identificados por la clase de aparato, número y función.

El dibujo del esquema de mando se realiza sobre formato A4 con trazo más fino que el circuito de potencia, según norma UNE 0'5mm. Si el circuito es sencillo se pueden dibujar en la misma hoja el esquema de potencia, a la izquierda, y el de mando a la derecha, cuando esto no sea posible se dibuja primero el de la poten-

**Para saber más**

En los esquemas de automatismos, siempre que aparece representada una línea a trazos, indica que dos elementos de un mismo esquema están unidos mecánicamente y actúan a la vez. Por lo tanto dicha representación no debe ser interpretada **nunca** como una conexión eléctrica.



### Para saber más

En esta obra se ha decidido representar todos los esquemas de mando alimentados por dos de las fases utilizadas en el circuito de fuerza (L1-L2), pero es habitual el uso de transformadores reductores de tensión para alimentar los circuitos auxiliares. Así, es común encontrarse instalaciones que en el circuito de fuerza utilizan una tensión de 380 V o 220 V y sin embargo, el circuito de mando está alimentado a 24 V o 48 V. En estos casos, el transformador deberá ser representado en el esquema de mando.

Símbolo:  
380V



24V

Transformador de mando



Figura 2.17.

cia y después el de mando. Se utilizarán más hojas numerando el orden sobre el total, así 1/5, 2/5, 3/5... nos indica que el total de hojas son 5 y la cifra primera el orden que ocupa.

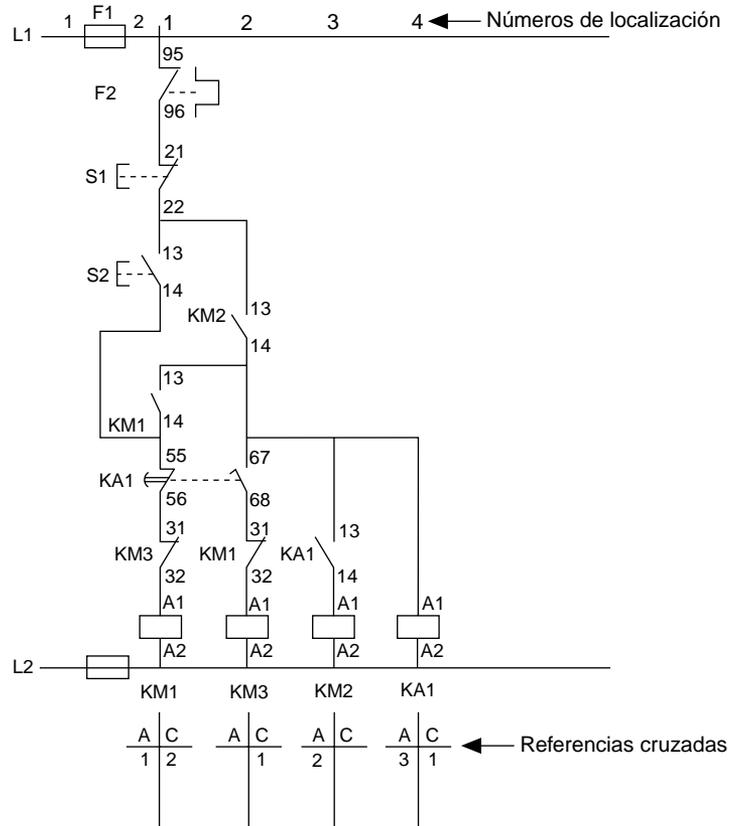


Figura 2.16. Esquema de mando.

Para la localización de elementos dentro del esquema el método más utilizado es el de cuadrícula, que consiste en numerar la parte superior de las hojas (abscisas) 1, 2, 3, etc., y en la parte izquierda (ordenadas) con letras A, B, C, etc., según sea necesario. El dibujo queda dividido en cuadrículas de manera que tendremos localizados los aparatos con las coordenadas que ocupan en el dibujo. Las cuadrículas no tienen porque ser iguales, ajustándose a las necesidades del esquema. Cuando la complejidad del esquema lo requiera se utilizarán anexos.

En los circuitos de mando, lo más habitual es dibujar debajo de cada aparato sus contactos y un número que nos indica dónde están localizados en el esquema (referencias cruzadas). Otra manera de representar las referencias es en forma de tabla, indicando el tipo de contacto abierto o cerrado y un número debajo que nos indica dónde se encuentra en el esquema.

## 2.2. Esquema de potencia

El esquema de potencia es una representación del circuito de alimentación de los accionadores (motores, líneas, etc.). En este esquema figuran los contactos principales de los siguientes elementos:

- Dispositivos de protección (disyuntores, fusibles, relés, etc.).



- Dispositivos de conexión-desconexión (contactores, interruptores, etc.).
- Actuadores (motores, instalaciones, etc.).

Todos los elementos estarán identificados con la letra de clase de aparato, número y función.

El dibujo del esquema de potencia se realiza sobre formato A4, con trazos más gruesos que el circuito de mando, según norma UNE 0,7 mm para el circuito de potencia 0,5 mm. para el circuito de mando.

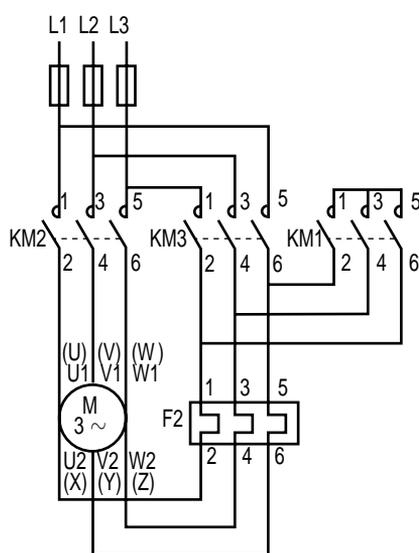


Figura 2.18. Esquema de potencia.

El circuito de potencia se coloca a la izquierda del circuito de mando correspondiente en automatismos sencillos. En caso de automatismos más complejos se hace primero el esquema de potencia y después el esquema de mando, se utilizan las hojas necesarias numerando el orden sobre el total, así 1/10, 2/10, 3/10, etc. nos indica que el total de hojas es 10, y la primera cifra la numeración dentro del total.

Para la localización de todos los elementos dentro del esquema el método más utilizado es el de la cuadrícula, que ya hemos explicado en el punto anterior.

### 3. Aparatos que forman un sistema automático

La **aparatura** (aparatos eléctricos) que interviene en un sistema automático se puede clasificar según la función que realiza y la fase en la que interviene. Básicamente en un automatismo eléctrico tenemos los siguientes grupos.

- Captadores:** recogen información del estado actual del sistema (variables de entrada). Está formado por los interruptores de posición, finales de carrera, y los detectores (inductivos, capacitivos, fotoeléctricos, termostatos etc.).
- Tratamiento de datos:** según sea el automatismo de ciclo combinatorio o de ciclo secuencial y la importancia del sistema, está compuesto por relés de automatismos, contactores auxiliares, células lógicas, o autómatas programables.

**✓ Para saber más**

La numeración de cables, como se verá en la Unidad 8, también necesita la numeración de hojas, para su localización.

**✓ Para saber más**

**Ciclo combinatorio:** el mando de las salidas está condicionado a los datos obtenidos en un determinado instante.

**Ciclo secuencial:** el mando de las salidas depende de los datos obtenidos en un determinado instante y los disponibles de acciones pasadas.

**✓ Para saber más**

El diálogo hombre-máquina, en un automatismo cableado, se realiza desde pupitres de mando en los que se ubican los elementos de accionamiento (pulsadores, interruptores, setas de emergencia, etc.) y los indicadores de estado de la máquina (pilotos luminosos, displays, etc.).

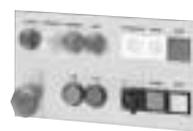


Figura 2.19.



Para saber más

### SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO

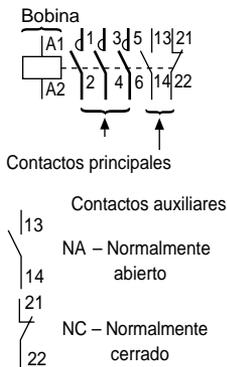
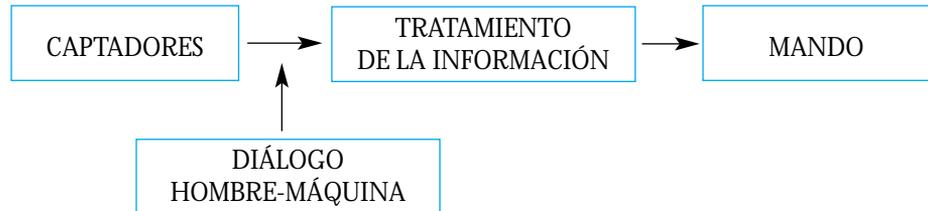


Figura 2.20.

- c) **Mando y control:** los circuitos de mando son activados por los datos disponibles en la unidad de tratamiento. Esta unidad la componen las bobinas de relés y contactores, arrancadores, distribuidores etc.
- d) **Diálogo hombre-máquina:** permite al operario el arranque y parada de un ciclo y controlar el estado en el que se encuentra el sistema. Este grupo lo forman los pulsadores, conmutadores, elementos de señalización, teclados etc.



### 3.1. El contactor

El contactor es un aparato de conexión/desconexión, con una sola posición de reposo y mandado a distancia, que vuelve a la posición desconectado cuando deja de actuar sobre él la fuerza que lo mantenía conectado. Interviene en el circuito de potencia a través de sus contactos principales y en la lógica del circuito de mando con los contactos auxiliares.

Por su forma de accionamiento pueden ser:

1. **Electromagnéticos:** accionados por un electroimán
2. **Electromecánicos:** accionados por medios mecánicos.
2. **Neumáticos:** accionados por la presión del aire.
3. **Hidráulicos:** accionados por la presión de un líquido.

El **contactor electromagnético** es el más utilizado por sus características y ventajas, entre las que destacan mantenimiento nulo, robustez, alta fiabilidad y un gran número de maniobras aseguradas. Se fabrican para pequeña, media y gran potencia, corriente continua, corriente alterna, para baja y alta tensión. Por su uso generalizado nos referiremos a este tipo de contactor.



Figura 2.21. Minicontactor.



Figura 2.22. Contactor disyuntor.

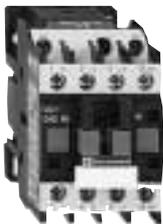


Figura 2.23. Contactor.



Figura 2.25. Contactor.



Figura 2.24. Contactor electromagnético (Telemecanique).

En la construcción de un contactor electromagnético se distinguen:

- a) **Circuito magnético.**
- b) **Contactos.**
- c) **Resortes.**
- d) **Cámaras.**
- e) **Soportes.**



a) El **circuito magnético** está formado por el núcleo, armadura y bobina.

El **núcleo** es una pieza, de chapa magnética si el contactor es de corriente alterna o hierro dulce si es de corriente continua, está situado en el interior de la bobina y es el encargado de atraer la armadura cuando esta es excitada.

La **armadura** está construida del mismo material que el núcleo, transmite el movimiento a los contactos cuando es atraída por el núcleo.

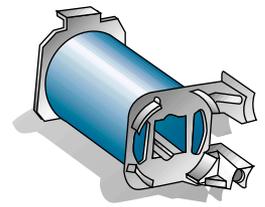
La **bobina** es un carrete de espiras de hilo esmaltado que al ser recorrida por la corriente, crea un campo magnético en el núcleo.

b) Los **contactos** son los encargados de la conexión y desconexión, los contactos **principales** actúan en el circuito de potencia y los **auxiliares** en el circuito lógico de mando.

c) Los **resortes** están constituidos por **muelles de presión**, su función es regular la presión entre contactos y **muelles antagonistas** encargados de separar bruscamente los contactos en la desconexión.

d) Las **cámaras** de extinción son compartimentos donde se alojan los contactos y son las encargadas de alargar, dividir, y extinguir el arco.

e) El **soporte** es el armazón donde están fijadas todas las piezas que componen el contactor.



Bobina.

Figura 2.26.

**✓ Para saber más**

La bobina del contactor puede estar alimentada por una tensión diferente a la utilizada en el circuito de fuerza. Por ejemplo 24 Vcc y 380 V respectivamente.

**✓ Para saber más**

En corriente alterna la intensidad cortada y la intensidad de cierre es el valor eficaz de su componente periódica.

**✓ Para saber más**

En el mercado existen contactores de los denominados de estado sólido. En estos, la conmutación de sus contactos no se realiza de forma mecánica, sino que se hace excitando un circuito electrónico de potencia basado en tiristores.

Al no existir elementos electromecánicos en su interior, su utilización es idónea en instalaciones donde el ambiente polvoriento puede deteriorar el contactor.



Figura 2.28.

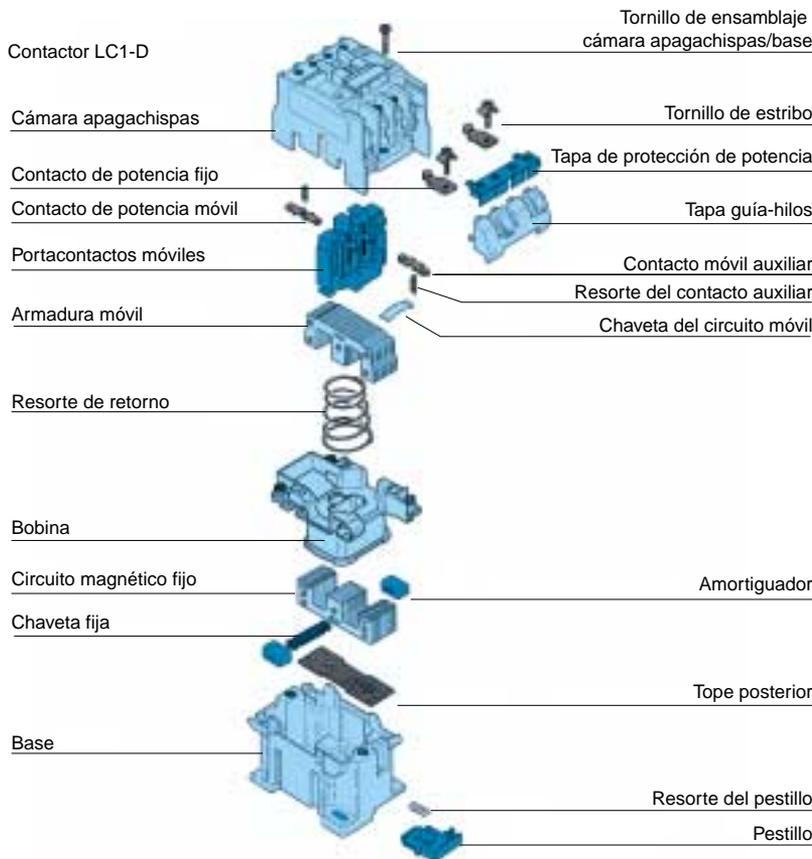


Figura 2.27. Partes de un contactor (cortesía Telemecanique).

Cuando por la bobina del contactor circula una corriente, la bobina atrae al núcleo, los contactos principales se cierran y los contactos auxiliares se conmutan (los NA

se cierran y los NC se abren). Esta situación se mantiene hasta que deje de circular corriente por la bobina. Los contactos principales deben ser capaces de soportar la intensidad de servicio tanto en funcionamiento normal como en sobrecarga.

**Elección de un contactor:** para elegir el contactor de un circuito se deben tener en cuenta aspectos como:

- Poder de corte:** valor de la intensidad que un contactor es capaz de interrumpir bajo una tensión dada y en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.
- Poder de cierre:** el valor de la intensidad que un contactor es capaz de restablecer bajo una tensión dada y en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.
- Intensidad de servicio:** el valor de la intensidad permanente que circula por sus contactos principales.
- Vida de un contactor:** el tiempo en años que dura un contactor según las condiciones de servicio.

$$\text{Vida} = \frac{\text{robusted en función de corriente cortada y categoría}}{\text{n}^\circ \text{ maniobras por hora} \cdot \text{n}^\circ \text{ horas por mes} \cdot \text{n}^\circ \text{ de meses trabajados al año}}$$

La norma UNE 20-109-89 establece categorías de empleo para los contactores según el tipo de carga, características y condiciones de trabajo.

CATEGORÍA	APLICACIONES
<b>Corriente alterna</b> AC-1 AC-2 AC-3 AC-4	Cargas no inductivas o débilmente inductivas, hornos de resistencia. Motores de anillos: arranque, inversión de marcha. Motores de rotor en cortocircuito: arranque, desconexión a motor lanzado. Motores de rotor en cortocircuito: arranque, marcha a impulsos, inversión en marcha.
<b>Corriente continua</b> DC-1 DC-2 DC-3 DC-4 DC-5	Cargas no inductivas o débilmente inductivas, hornos de resistencia. Motores <i>shunt</i> : arranque, desconexión a motor lanzado. Motores <i>shunt</i> : arranque, inversión de marcha, marcha a impulsos. Motores serie: arranque, desconexión a motor lanzado. Motores serie: arranque, inversión de marcha, marcha a impulsos

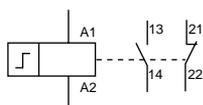
Clasificación de contactores por el tipo de carga.

Por inversión de marcha se entiende la parada o la inversión rápida del sentido de rotación del motor al permutar las conexiones de alimentación mientras el motor aún está girando.

Por marcha a impulsos se entiende un tipo de maniobra caracterizado por uno o varios cierres breves y frecuentes del circuito del motor, con objeto de conseguir pequeños desplazamientos del mecanismo accionado.

**✓ Para saber más**

Existe un contactor especial llamado telerruptor o relé de remanencia, cuya configuración es similar a la de un contactor convencional, la diferencia radica en su funcionamiento. En el telerruptor cada vez que se aplica tensión a su bobina, los contactos cambian de estado, si estaban abiertos se cierran y si estaban cerrados se abren. Por lo tanto, con un telerruptor se puede gestionar una carga de potencia, con un solo pulsador para la puesta en marcha y la parada. El símbolo es:



Su aspecto real:



Figura 2.29.

	Categoría de empleo	Valor de la intensidad de empleo asignada	Cierre			Corte		
			$I/I_e$	$U/U_e$	$\text{COS } \phi^2$	$I_c/I$	$U_r/U_e$	$\text{COS } \phi^2$
Corriente alterna <sup>1</sup>	AC-1	Cualquier valor	1,5	1,1	0,95	1,5	1,1	0,95
	AC-2	Cualquier valor	4	1,1	0,65	4	1,1	0,65
	AC-3	$I_e \leq 17 \text{ A}$	10	1,1	0,65	8	1,1	0,65
		$17 \text{ A} < I_e \leq 100 \text{ A}$	10	1,1	0,35	8	1,1	0,35
	AC-4	$I_e > 100 \text{ A}$	8 <sup>3</sup>	1,1	0,35	6 <sup>4</sup>	1,1	0,35
		$I_e \leq 17 \text{ A}$	12	1,1	0,35	10	1,1	0,35
		$17 \text{ A} < I_e \leq 100 \text{ A}$	12	1,1	0,35	10	1,1	0,35
		$I_e > 100 \text{ A}$	10 <sup>5</sup>	1,1	0,35	8	1,1	0,35
Corriente continua	DC-1		$I/I_e$	$U/U_e$	$L/R^6 \text{ (ms)}$	$I_c/I_e$	$U_r/U_e$	$L/R^6 \text{ (ms)}$
	DC-2	Cualquier valor	–	–	–	–	–	–
	DC-3 } motores	Cualquier valor	4	1,1	2,5	4	1,1	2,5
	DC-4 } shunt	Cualquier valor	4	1,1	2,5	4	1,1	2,5
	DC-5 } motores	Cualquier valor	4	1,1	15	4	1,1	15
	DC-5 } serie	Cualquier valor	4	1,1	15	4	1,1	15

$I$  = intensidad establecida.

$I_e$  = intensidad de empleo asignada.

$I_r$  = intensidad cortada.

$U$  = tensión antes del cierre.

$U_e$  = tensión de empleo asignada.

$U_r$  = tensión de restablecimiento.

<sup>1</sup> En corriente alterna, las condiciones de cierre se expresan en valor eficaz, sobreentendiéndose que el valor de cresta de la intensidad asimétrica, puede alcanzar un valor más elevado.

<sup>2</sup> Tolerancia para cos  $\phi$ :  $\pm 0,05$ .

<sup>3</sup> Con un mínimo de 1.000 A para  $I_c$ .

<sup>4</sup> Con un mínimo de 500 A para  $I_c$ .

<sup>5</sup> Con un mínimo de 1.200 A para  $I$ .

<sup>6</sup> Tolerancia para UR:  $\pm 15 \%$ .

Verificación de los poderes de cierre y de corte asignados. Condiciones de cierre y corte correspondientes a las diversas categorías de empleo 1.

## Actividades resueltas

- Elección de un contactor para un circuito que alimenta un motor de jaula de ardilla con las siguientes características. Tensión 220 V trifásica. Potencia, 10 kW,  $\text{cos } \phi \geq 0,7$ .

Para elegir un contactor debemos tener en cuenta el tipo de carga, las posibles sobrecargas, el número de maniobras y el factor de potencia, además debemos tener presente el tipo de carga, el poder de cierre y el poder de corte.

- Según indica la norma corresponde una categoría AC-3.
- La intensidad de servicio es de 37,5 A.

$$I = \frac{10.000}{220 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,7} = 37,5$$

- El poder de cierre está asegurado por la norma (Tabla 2). La intensidad de arranque de estos motores no alcanza 10 veces la intensidad nominal.

**Elegiremos un contactor de intensidad nominal de 40 A en categoría AC-3.**



Para saber más

**Jaula de Ardilla:** nombre que se da a los motores asíncronos con rotor en cortocircuito por la forma de este.



## 3.2. Relés

Un relé es un dispositivo que aprovecha el cambio de alguna de las características de funcionamiento de otros dispositivos, para actuar en el circuito o en otros circuitos eléctricos. De acuerdo con su función dentro del circuito los podemos clasificar en:

- **Relés de protección.** Su misión es proteger un circuito contra condiciones anormales de funcionamiento (sobrecargas, sobretensiones, etc.).
- **Relés de mando.** Son utilizados en la lógica del circuito de mando.
- **Relés de medida.** También llamados relés de regulación, su funcionamiento se debe a alguna modificación de las características del circuito (de mínima y máxima corriente, subtensión o sobretensión, medida de resistencia de un líquido, etc.).

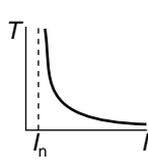
### A) Relés térmicos

Es un relé de protección de sobrecarga. El principio básico de funcionamiento de un relé térmico consiste en una lámina bimetalica constituida por dos metales de diferente coeficiente de dilatación térmica. Cuando aumenta la temperatura debido a una sobrecarga, la lámina bimetalica (al ser de diferente coeficiente de dilatación ambos metales) se curva en un sentido, al llegar a un punto determinado acciona un mecanismo, y este abre un contacto unido al mecanismo de disparo, desconectando el circuito. La curva de disparo, como en todas las protecciones térmicas, tiene una característica de tiempo inverso.

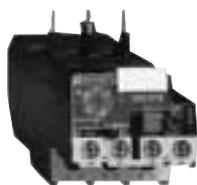
El calentamiento de la lámina bimetalica puede ser **directo** cuando por la lámina circula toda la corriente del circuito e **indirecto** cuando la corriente pasa por un dispositivo de caldeo que recubre la lámina.

 **Para saber más**

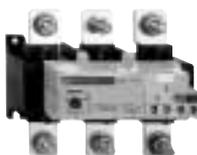
Características a tiempo inverso quiere decir que a mayor sobrecorriente corresponde menor tiempo de disparo



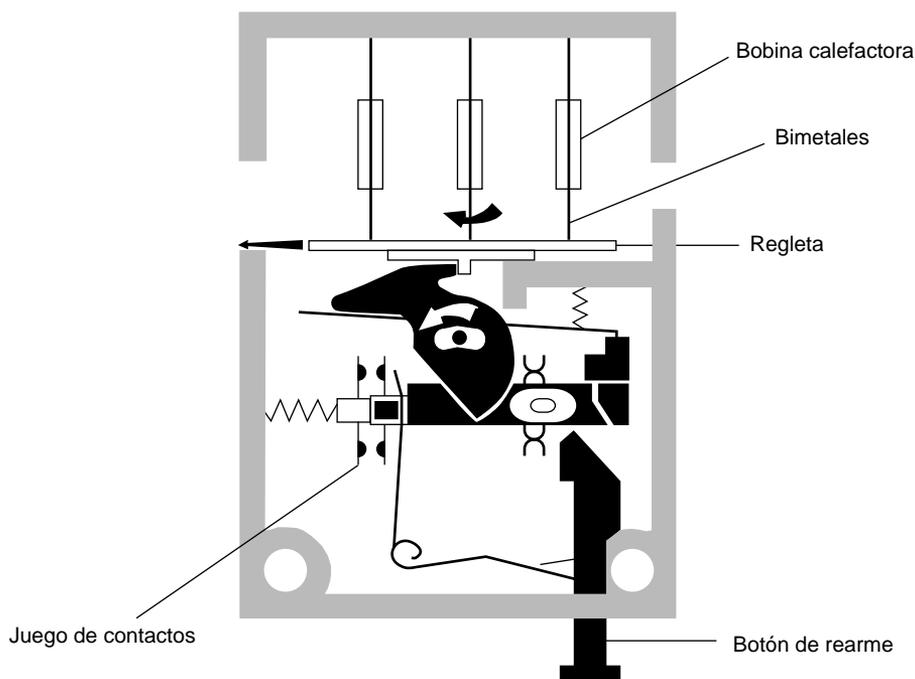
**Figura 2.30.**



**Figura 2.31.** Relé térmico comercial de pequeña potencia.



**Figura 2.32.** Relé térmico de gran potencia.



**Figura 2.33.** Sección de relé térmico.

El funcionamiento del relé térmico es el siguiente: cuando una sobreintensidad recorre las bobinas calefactoras los bimetales se deforman, las regletas diferenciales se desplazan en el sentido indicado y los contactos cambian de posición.

La elección de un relé térmico está condicionada por el tipo de carga y la magnitud de la misma.

Para cargas con intensidad elevada en el momento de arranque y de un elevado número de maniobras es conveniente utilizar relés temporizados que salven esta punta de intensidad.

Para cualquier tipo de carga elegiremos un relé que en sus límites de regulación abarque la intensidad de servicio, en el caso de motores trifásicos, en los que la intensidad de arranque es  $2 I_n$  se deben regular a  $2,4 I_n$ .

Para proteger una carga y al propio relé contra cortocircuitos se instalan conjuntamente con disyuntores y fusibles apropiados.

Según la norma IEC, la duración del disparo es de 7,2 veces la corriente de ajuste.

CLASE 10 A entre 2 y 10 segundos	CLASE 20 A entre 6 y 20 segundos
Zona de ajuste	Zona de ajuste
0,10 – 0,16	2,5 – 4
0,16 – 0,25	4 – 6
0,25 – 0,40	5,5 – 8
0,40 – 0,63	7 – 10
0,63 – 1	9 – 13
1 – 1,6	12 – 18
1,6 – 2,5	17 – 25
2,5 – 4	23 – 32
4 – 6	28 – 36

Clasificación según la intensidad de ajuste y el tiempo de disparo.

## B) Relés magnetotérmicos (interruptores magnetotérmicos)

También son relés de protección de sobrecarga que reúnen en un solo aparato las ventajas del relé térmico (disparo a tiempo inverso) y los relés electromagnéticos (disparo instantáneo). Están indicados para proteger contra sobrecargas por desconexión **térmica retardada** y contra sobrecargas muy elevadas y cortocircuitos por **desconexión con disparo instantáneo**.

El funcionamiento es el siguiente: el arrollamiento primario es recorrido por la corriente a controlar y el secundario está conectado al bimetálico, la intensidad que circula por el primario crea un campo de forma que parte de él tiende a atraer la paleta hacia el núcleo y parte induce en el secundario una corriente que calienta el bimetálico.

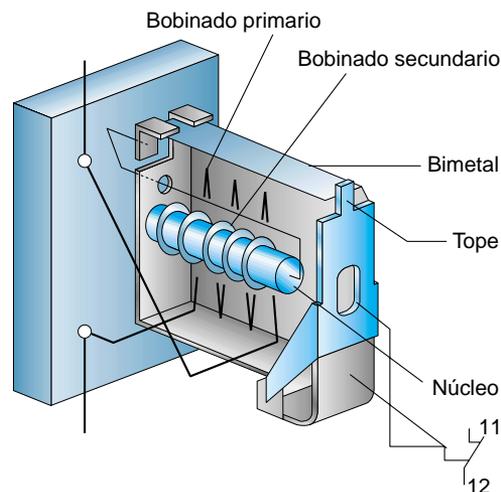


Figura 2.36. Relé magnetotérmico.

**Para saber más**

**SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO**

Figura 2.34.

**Para saber más**

Diferentes formas de representar el relé térmico en el esquema de mando:

Figura 2.35.



Figura 2.37. Interruptor magnetotérmico.

La gráfica de tiempos de disparo está compuesta por dos campos: uno corresponde al disparo a tiempo inverso, zona curva (protección térmica) y a partir de un determinado valor de la intensidad; el otro, una recta que corresponde al disparo instantáneo (protección electromagnética).

Para la elección de un magnetotérmico se deben tener en cuenta las características eléctricas y el tipo de curva de disparo. Según norma UNE –EN 60.898: 6000 se fabrican para cuatro tipos de curva.

Curva tipo	Disparo magnético	Aplicaciones
B	Entre $3I_n$ y $5I_n$	Protección de cables.
C	Entre $5I_n$ y $10I_n$	Instalaciones industriales, aplicaciones generales.
D	Entre $10I_n$ y $14I_n$	Cargas con Intensidad elevada en el arranque.
Z	Entre $2,4I_n$ y $3,6I_n$	Circuitos electrónicos.



**Para saber más**

**SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO DE BORNES**

Temporización al trabajo  $\begin{matrix} |55|67 \\ \text{---} \\ |56|68 \end{matrix}$

Temporización al reposo  $\begin{matrix} |57|65 \\ \text{---} \\ |58|66 \end{matrix}$

Figura 2.38.

Si por ejemplo queremos proteger un circuito electrónico con una intensidad nominal de 1 A. Elegimos en el mercado un magnetotérmico con protección térmica de 1 A y disparo magnético (tipo de curva Z) entre 5 y 7 A.

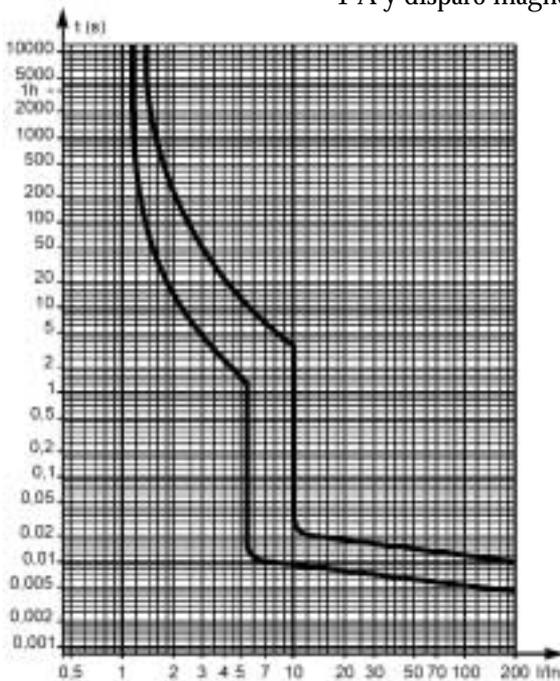


Figura 2.39.



**Para saber más**

Los contactos que pertenecen a una cámara de contactos temporizada de un contactor, se denominan KM, igual que el propio contactor. Si los contactos pertenecen a un temporizador, con su propio órgano de mando (bobina), se denominan KTx.

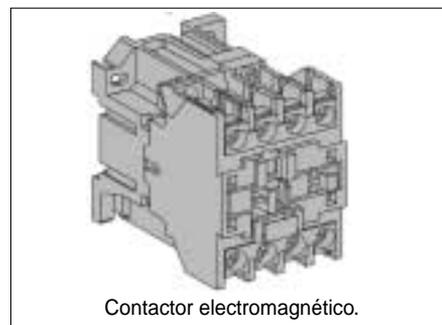
**C) Relés temporizados**

En todo sistema automatizado son frecuentes las partes en las que hay que incluir retardos a una o varias acciones. Existe un gran número de sistemas de temporización según los principios físicos en los que se basen. Existen temporizaciones magnéticas, electrónicas, térmicas, neumáticas, etc.

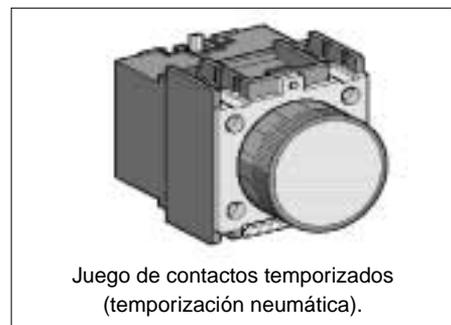
Cuando los tiempos de temporización no son demasiado grandes (arranadores para motores), se utilizan los juegos de contactos temporizados de forma neumática que se acoplan directamente sobre el contactor.

Existen tres tipos fundamentales de temporización:

- a) **Retardo a la conexión.** Los contactos pasan de la posición abierto a cerrado un tiempo después de la conexión de su órgano de mando.



Contactor electromagnético.



Juego de contactos temporizados (temporización neumática).

Figura 2.40. Contactores.

- b) **Retardo a la desconexión.** Cuando los contactos pasan de cerrado a abierto transcurrido un tiempo de retardo.
- c) **Retardo a la conexión-desconexión.** Es una combinación de los dos tipos anteriores.

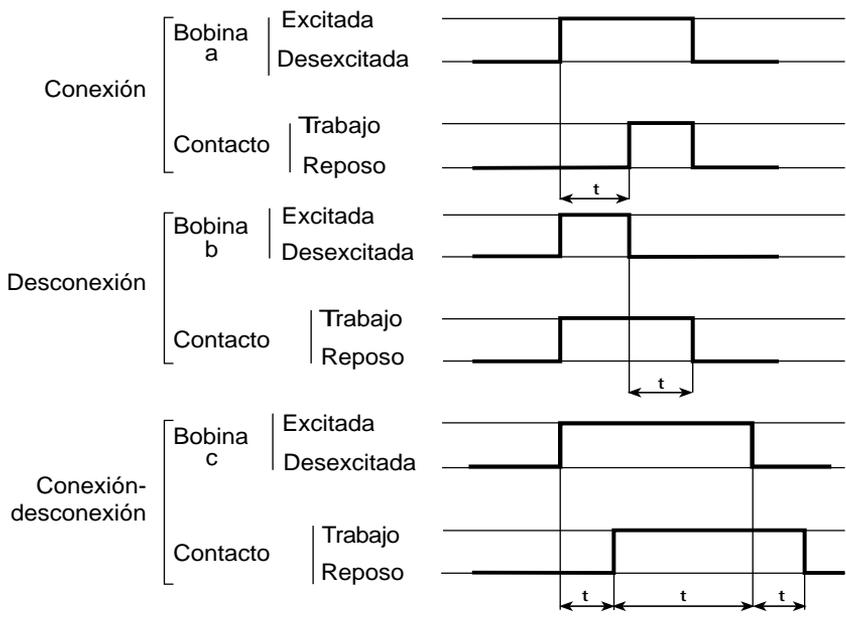


Figura 2.42. Tres tipos fundamentales de temporización.

### D) Relés de mando

El principio de funcionamiento de un relé de mando es idéntico al de un contactor desde el punto de vista de tipo de corriente, de alimentación, circuito magnético, etc. La principal diferencia que existe es el tamaño, ya que este relé realiza su función en el circuito de mando.

Las intensidades que circulan por los contactos son menores. En el mercado existe una gran variedad de contactores auxiliares, su elección está en función del número de contactos necesarios, condiciones de empleo, adaptabilidad, tamaño, etc.



Figura 2.44. Contactor auxiliar de mando (Telemecanique).

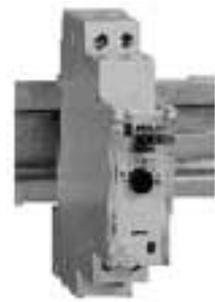


Figura 2.41. Temporizador electrónico.

**✓ Para saber más**

**SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO**

$$\begin{array}{cccc} |13 & |21 & |31 & |43 \\ \diagdown & \diagup & \diagdown & \diagup \\ |14 & |22 & |32 & |44 \end{array}$$

El referenciado de bornes depende de los contactos NA y NC que tiene el relé y del número total del conjunto.

**Figura 2.43.**

**✓ Para saber más**

Los fabricantes diferencian los contactores auxiliares (mando) de los de potencia (fuerza), aplicando diferentes colores al elemento móvil situado en el frontal del contactor. Por ejemplo: azul-potencia, naranja-mando.



Para saber más

**SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO**

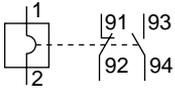


Figura 2.45.

### E) Relés de medida

Un relé de medida es un aparato destinado a controlar las características de funcionamiento de los receptores. Los más utilizados son los relés de medida de tensión y los relés de medida de intensidad.

**El relé de medida de intensidad** se utiliza cuando queremos controlar la carga de receptores e instalaciones. Existen de máxima o de mínima intensidad.

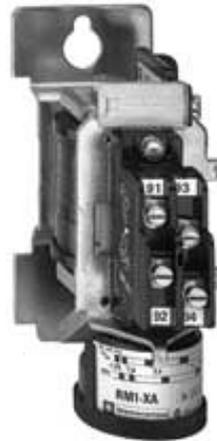


Figura 2.46. Relé de medida de intensidad (Telemecanique).



Para saber más

**SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO**

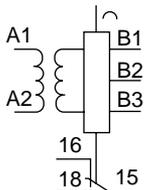


Figura 2.47.

El disparo de relé de máxima se produce por una sobreintensidad en máquinas con carga variable en caso de sobrecargas. El disparo del relé de mínima se produce por una disminución de la intensidad, es el caso de arrancadores automáticos por eliminación de resistencias, el relé controla el arranque progresivo con eliminación de resistencias rotóricas.

En ambos casos el contacto auxiliar cerrado de relé forma parte del circuito de mando y es el que al abrirse en el disparo provoca la apertura del contactor dejando fuera de servicio la máquina o instalación.

**El relé de medida de tensión** se utiliza en circuitos donde interesa que la tensión de alimentación de receptores sea la misma para la que han sido fabricados (tensión de alimentación de motores, tensión de salida de generadores).



Figura 2.48. Relé de medida de tensión (Telemecanique).



La bobina del relé está alimentada con la tensión A1 A2, y el disparo se produce cuando cambia bruscamente el valor de las tensiones a controlar B1, B2, B3.

## F) Relés diferenciales (interruptores diferenciales)

Un relé diferencial es un aparato destinado a la protección de personas contra los contactos directos e indirectos. Esta protección consiste en hacer pasar los conductores de alimentación por el interior de un transformador de núcleo toroidal. La suma vectorial de las corrientes que circulan por los conductores activos de un circuito en funcionamiento sin defecto es cero. Cuando aparece un defecto esta suma no es cero y se induce una tensión en el secundario, constituido por un arrollamiento situado en el núcleo, que actúa sobre el mecanismo de disparo, desconectando el circuito cuando la corriente derivada a tierra es superior al umbral de funcionamiento del dispositivo diferencial.

El valor de la tensión al que puede verse sometida una persona al tocar una masa con defecto y otro punto a potencial diferente se le llama tensión de contacto, y origina una corriente de defecto que puede cerrarse a través del cuerpo humano en función de la resistencia del mismo y la resistencia de paso a tierra.

El relé diferencial debe asegurar la apertura del circuito cuando la intensidad derivada a tierra alcanza un valor superior a la sensibilidad del aparato, y el no disparo para una intensidad menor de la mitad de su sensibilidad.



Figura 2.49. Interruptor magnetotérmico.

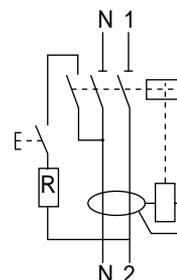
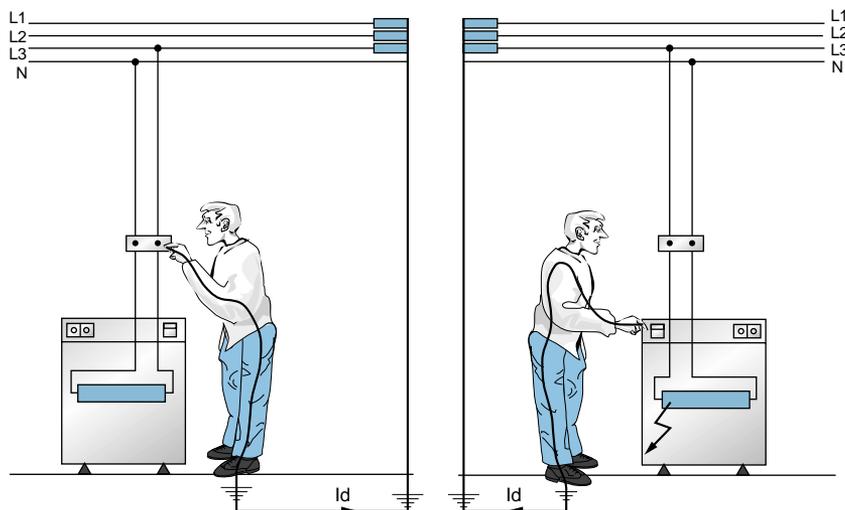


Figura 2.50.



Contacto directo con un conductor activo de la instalación.

Contacto indirecto a través de la parte metálica de un electrodoméstico sometido a tensión.

Figura 2.51.

## 1. Curvas de seguridad

La norma CEI 364 establece el tiempo máximo durante el cual la tensión de contacto puede ser soportada sin peligro para las personas, basándose en los valores de la resistencia del cuerpo humano en condiciones de seco, húmedo o sumergido. En la siguiente tabla se indican los valores de tensión de contacto y el tiempo máximo de desconexión de los dispositivos de protección:

**Para saber más**

**Contactos directos:** contactos de personas con partes activas de los materiales y equipos.

**Para saber más**

**Contactos indirectos:** contactos de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión.

Tiempo máximo de desconexión	Tensión de contacto en condiciones normales seco o húmedo	Tensión de contacto en ambiente mojado	Tensión de contacto piel sumergida
$\infty$	< 50 V	< 25 V	< 12 V
5. s	50 V	25 V	12 V
1 s	75 V	40 V	21 V
0,5 s	90 V	50 V	27 V
0,2 s	110 V	65 V	37 V
0,1 s	150 V	96 V	55 V
0,05 s	220 V	145 V	82 V
0,03 s	280 V	195 V	110 V
0,02 s	350 V		
0,01 s	500 V		

El dispositivo de corte actuará en un tiempo más corto cuanto más elevada sea la tensión de contacto.

Según la corriente diferencial de funcionamiento los relés diferenciales se clasifican en dos categorías: **alta sensibilidad** 6, 12 y 30 mA. **Media sensibilidad** 100, 300 y 500 mA.

Los interruptores diferenciales de alta sensibilidad aportan una protección muy eficaz contra incendios, al limitar a potencias muy bajas las eventuales fugas de energía eléctrica por defecto de aislamiento.

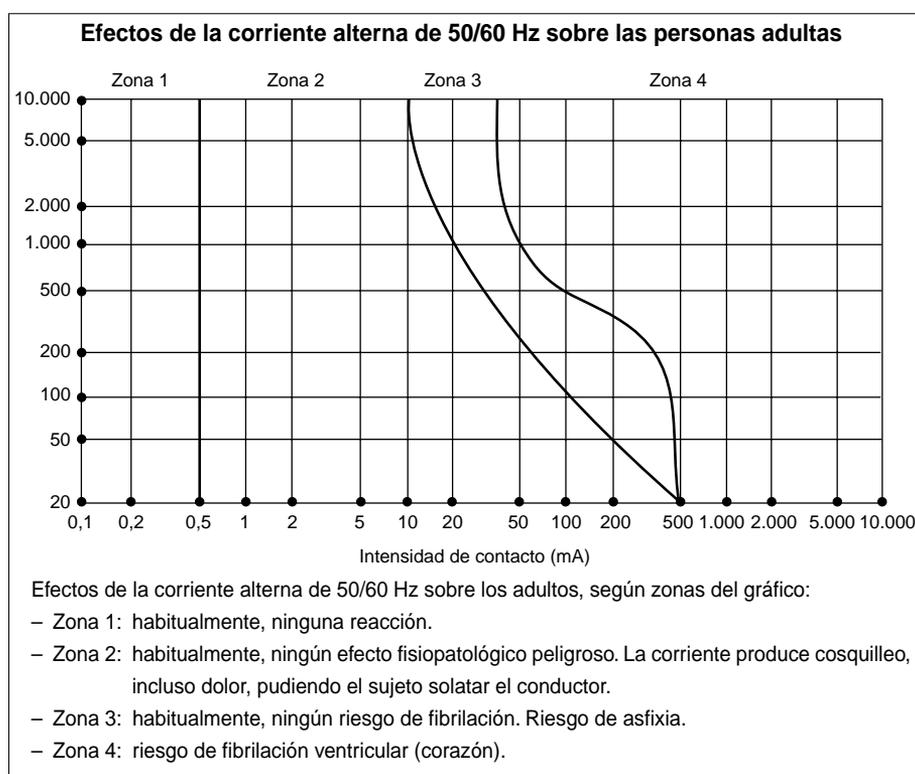


Figura 2.52.

## 2. Elección de un relé diferencial

Teniendo en cuenta las curvas de seguridad se toman como tensiones máximas de contacto 50 V para ambientes secos, 24 V para ambientes mojados y 12 V para ambientes sumergidos. La resistencia a tierra de las masas debe ser inferior o igual a la tensión de contacto máxima permitida, dividido por la sensibilidad del relé según las necesidades de cada caso.

Teniendo en cuenta el orden de magnitudes de los elementos se pueden considerar los valores de las tomas de tierra. El valor máximo de la intensidad de defecto se produce en un defecto franco  $R_d = 0$ .

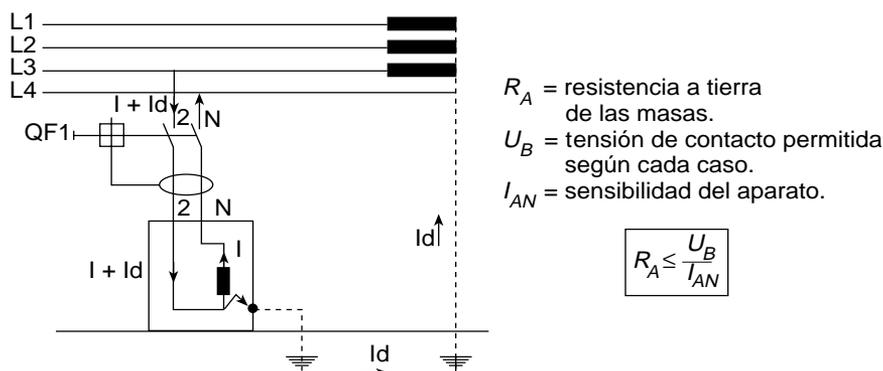


Figura 2.53.

## 3. Utilización de diferenciales

Como norma general, en el esquema TT la protección contra contactos indirectos se realiza por medio de un diferencial cuya sensibilidad sea menor o igual a la relación entre la tensión límite de seguridad y la resistencia de tierra.

$$I \Delta n = \frac{V_L}{R_A}$$

Con este valor de sensibilidad también quedarán protegidas las máquinas y equipos instalados al estar la magnitud de corriente de defecto muy por debajo de la peligrosa para los equipos.

En el esquema TN-S (ya que el TN-C está prohibido la utilización de diferenciales), el diferencial puede ser utilizado para la protección de derivaciones de gran longitud si se utiliza un diferencial de baja sensibilidad y el transformador de red no tiene una conexión estrella-estrella. También con la utilización de un diferencial se puede proteger la línea contra defectos entre el conductor neutro y el de protección.

En el esquema IT solo se utilizan diferenciales cuando en la instalación existan varias tomas independientes de tierra o el bucle de alimentación es de gran longitud.

La instalación del interruptor diferencial se realiza después del interruptor de cabecera (cuando el diferencial no pueda sustituirlo) y siempre antes de las derivaciones.

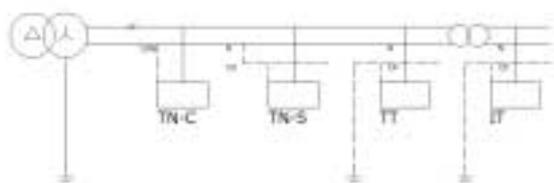


Figura 2.56. Regímenes de neutro.

## Para saber más

En el arranque de motores eléctricos es habitual el uso de dispositivos de protección para situaciones anómalas de funcionamiento que pueden destruir el motor de forma irreparable. Por ejemplo:

### – Relé de disparo instantáneo ante la falta de una fase

Desconecta de forma rápida y eficaz el circuito de mando del motor cuando es detectada la falta de una de las fases que alimentan el motor.



Figura 2.54.

### – Relé de control térmico del motor

Este dispositivo permite controlar la temperatura real del motor por medio de sensores, basados en termistancias. Estos se adosan directamente a la carcasa del motor. Cuando el motor sobrepasa una temperatura determinada, el circuito de mando es desconectado evitando que el motor se destruya.

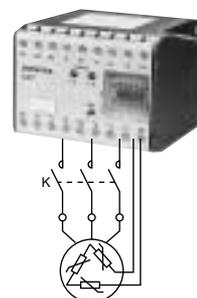


Figura 2.55.

Como la mayoría de los dispositivos electrónicos utilizados en los automatismos cableados, estos dispositivos disponen de una bobina de alimentación (A1-A2), un conjunto de contactos para ser utilizado en el circuito de mando y un grupo de bornes para la conexión de los sensores, si es que el equipo los necesita.

Campo de aplicación	ECT de la red	Sensibilidad del aparato	Temporización
<b>Uso domestico</b>			
Prolongador con protección diferencial (corte por contacto integrado)	TT - TN - IT	$\leq 300$ mA	0
Toma de corriente diferencial (corte por contacto integrado)	TT - TN - IT	30 mA	0
Interruptor diferencial	TT - TN - IT	30 - 300 mA	0
Interruptor automático diferencial de distribución	TT	$I\Delta n = 500$ mA	Selectivo
Interruptor automático diferencial de uso terminal	TT	30 - 300 mA	0
<b>Uso industrial</b>			
Interruptor diferencial	TT - TN e IT en protección de circuito de toma de corriente	30 - 300 mA	0
Interruptor automático diferencial de potencia	TT - TN e IT en protección de incendio, maquinas o distribuciones de gran longitud	30 mA - 30 A	0 a 1 s
Interruptor automático diferencial de uso terminal	TT - TN e IT en protección de incendio y maquinas	30 - 300 mA	0
Relé diferencial con elemento captador separado	TT - TN e IT en protección de incendio, maquinas o distribuciones de gran longitud	30 mA a 30 A	0 a 1 s

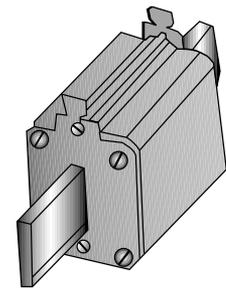
### 3.3. Fusibles

Son dispositivos de protección de sobreintensidad, abren el circuito cuando la intensidad que lo atraviesa pasa de un determinado valor, como consecuencia de una sobrecarga o un cortocircuito.

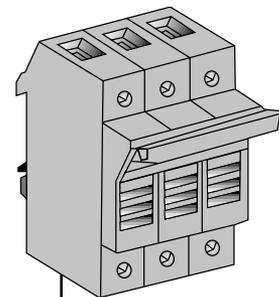
Generalmente están formados por un cartucho en cuyo interior está el elemento fusible (hilo metálico calibrado) rodeado de algún material que actúa como medio de extinción, el cartucho se aloja en un soporte llamado portafusible que actúa como protector. En ocasiones forman parte o están asociados con otros elementos de mando y protección como seccionadores interruptores etc.

La fusión del hilo metálico se debe al calor producido en el mismo por efecto de la corriente, de modo que cuando esta sobrepasa un cierto valor provoca la destrucción del hilo (fusión) y el corte de la corriente.

El poder de ruptura del fusible viene expresado por el valor eficaz de la corriente de cortocircuito que se hubiera alcanzado de no existir el fusible. Existe gran variedad de fusibles en el mercado de acuer-



Fusibles de cuchillas para seccionadores.



Portafusibles.



Fusible.

 **Para saber más**

**SIMBOLOGÍA**

Monofásico 

Bifásico 

Trifásico 

**Figura 2.57.**

**Figura 2.58.**

do con los elementos a proteger. En cuanto al poder de corte existen tres tipos: extra-rápidos, rápidos y de fusión lenta.

<b>gL</b>	Protección de cables y conductores.	Sobrecargas y cortocircuitos.
<b>aM</b>	Protección de aparatos de conexión, y acompañando a otros sistemas de protección.	Cortocircuitos. La intensidad de disparo es cuatro veces la nominal.
<b>gR</b>	Protección de sistemas electrónicos, semiconductores, etc.	Sobrecargas.

Clasificación de fusibles según sus aplicaciones.

De estas clases de fusibles los del tipo **gL** y **gR** se utilizan para proteger los circuitos contra **sobrecargas y cortocircuitos** y son los más utilizados.

Los fusibles tipo **aM** son utilizados para protección contra **cortocircuitos**. La fusión del fusible se produce para intensidad superior a cuatro veces la nominal, son utilizados de forma combinada con otras protecciones de sobrecarga dotadas de disparo magnético, este tipo de fusible es muy utilizado en circuitos de alimentación de forma conjunta con magnetotérmicos

La oferta de fusibles en el mercado está en función del tamaño escogido por cada marca, los calibres más comunes son de 2;4;6;10;16;20;25;35;50;63;80;100;125 etc.

En los circuitos de fuerza de los automatismos la elección del fusible está condicionada a los límites de otras protecciones, se suelen utilizar los fusibles tipo **aM** con un calibre igual o superior a la intensidad ajustada en magnetotérmicos y relés térmicos.

### 3.4. Pilotos de señalización

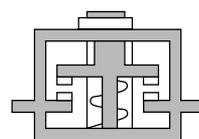
Los pilotos de señalización forman parte del diálogo hombre-máquina, se utiliza el circuito de mando para indicar el estado actual del sistema (parada, marcha, sentido de giro, etc.). Generalmente está constituido por una lámpara o diodo montada en una envoltura adecuada a las condiciones de trabajo.

Existe una gran variedad en el mercado según las necesidades de utilización (tensión, colores normalizados, consumo, iluminación, etc.).

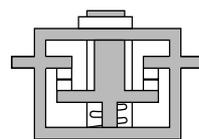
### 3.5. Pulsadores

Los pulsadores son elementos mecánicos de cierre y apertura. Un pulsador se activa actuando sobre él, pero volverá a su posición de reposo automáticamente cuando se elimine la acción que lo ha activado. Esto se debe a la energía de reposición acumulada que posee el pulsador y que generalmente es producida por un muelle.

Son elementos que intervienen en el diálogo hombre-máquina. Cuando son activados mandan una señal al elemento de tratamiento de información. En el mercado se suministran de forma individual o en cajas con varios elementos. Las cajas, por su forma de instalación, pueden ser fijas o móviles. Por su constitución interna se suministran pulsadores con varios juegos de contacto de cierre y apertura.



Pulsador de marcha.



Pulsador de paro.

Figura 2.61. Pulsadores. Corte esquemático.

**✓ Para saber más**

**SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO DE BORNES**

Directo      Con resistencia

Figura 2.59.



Figura 2.60. Piloto de señalización (Telemecanique).

**✓ Para saber más**

**SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO DE BORNES**

Marcha      Paro

Marcha Paro

Figura 2.62.



### Para saber más

El accionamiento de los contactos asociados a los interruptores de posición (finales de carrera), puede aparecer representado de diferentes formas en los manuales de usuario que facilitan los fabricantes:

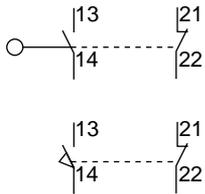


Figura 2.63.

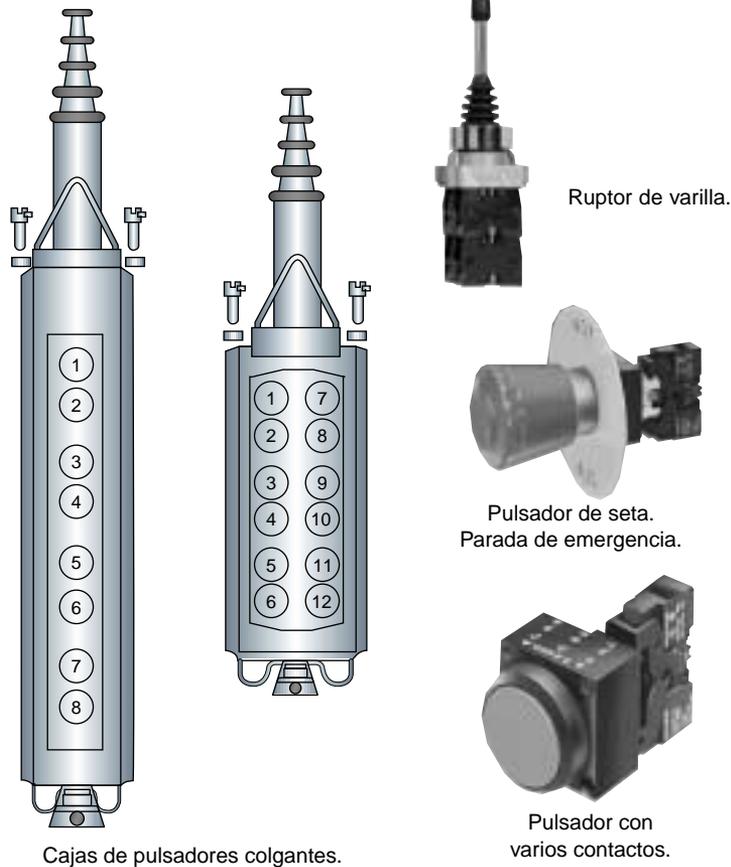


Figura 2.64. Pulsadores comerciales.

## 3.6. Finales de carrera

Los finales de carrera (**interruptores de posición**) son pulsadores utilizados en el circuito de mando, accionados por elementos mecánicos. Normalmente son utilizados para controlar la posición de una máquina herramienta.

Desde el punto de vista del circuito eléctrico están compuestos por un juego de contactos NA (normalmente abierto) NC (normalmente cerrado) de forma que cuando son accionados cambian las condiciones del circuito.

En la elección de un final de carrera se deben tener en cuenta:

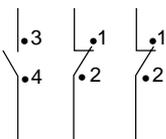
- Número de contactos necesarios.
- Condiciones de trabajo (seco, húmedo, materiales en suspensión, etc.).
- Esfuerzos mecánicos a los que será sometido.
- Número de maniobras por unidad de tiempo.

Los fabricantes suministran gran variedad de aparatos en los que dan información sobre las características y condiciones de trabajo de acuerdo con la normativa europea EN.



### Para saber más

#### SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO DE BORNES



(•) Cifra de orden que depende del número de contactos que tenga el aparato 1, 2, 3, etc.

Figura 2.65.



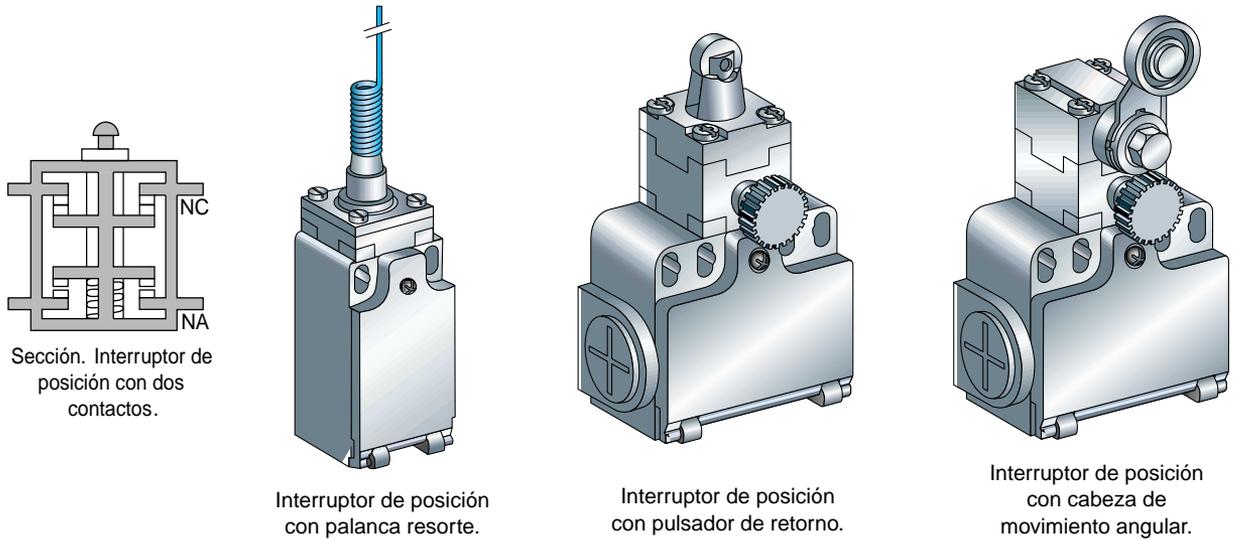


Figura 2.66. Interruptores de posición.

### 3.7. Interruptores de control de nivel

Los interruptores de nivel tienen cierta similitud con los finales de carrera, también controlan la posición de una máquina, en este caso un equipo de nivel de líquidos. Su utilización más frecuente es el control de electrobombas, provocando la puesta en marcha o parada según en la posición en que se encuentre el flotador situado en el interior del depósito. Este arranque o parada se realiza por medio de un juego de contactos que forman parte del circuito de mando.

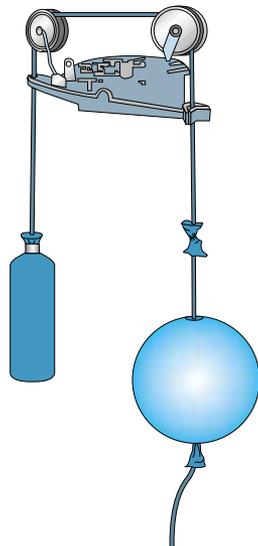


Figura 2.68. Interruptor de nivel basado en flotador.

### 3.8. Termostatos

Es un aparato destinado a influir en el circuito de mando para unos determinados valores de temperatura. Por medio de un dispositivo captador se cambia el estado de los contactos a partir de unos valores predeterminados de temperatura.

**Para saber más**

**SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO DE BORNES**

13	23	31	41
14	24	32	43
NA	NA	NC	NC

NA: normalmente abierto.  
NC: normalmente cerrado.

Figura 2.67.

**Para saber más**

Algunos fabricantes denominan a los contactos NC (*Normal Close*), normalmente cerrado y NO (*Normal Open*), normalmente abierto.



Para saber más

### SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO DE BORNES

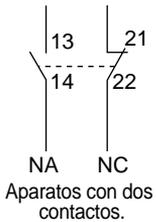
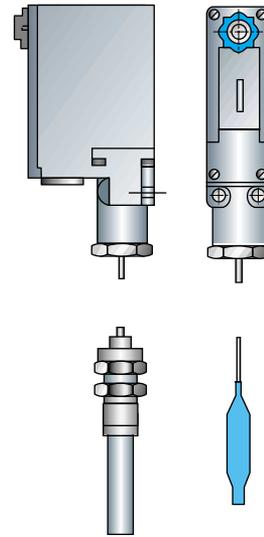


Figura 2.69.

En la elección de este aparato debemos tener en cuenta aspectos como el lugar de trabajo, entorno, margen de temperatura a controlar, fluido etc.



Termostato



Termostato con capilar

Figura 2.70. Termostatos.

### 3.9. Presostatos

Los presostatos son aparatos destinados a controlar equipos hidráulicos o neumáticos entre varios valores de presión. El dispositivo de presión actúa sobre un juego de contactos que cambiará las condiciones del circuito entre unos umbrales de presión.

En la elección de este aparato debemos tener en cuenta aspectos como el lugar de trabajo, entorno, margen de presión a controlar, fluido etc.

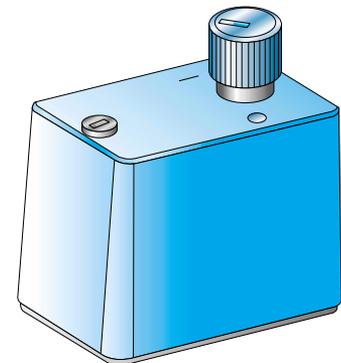
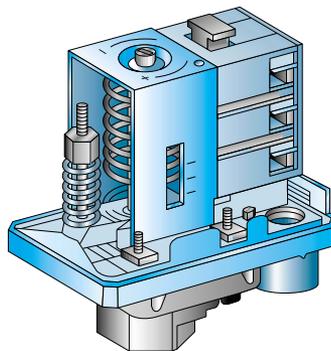


Figura 2.72. Presostato con intervalo de regulación.



Para saber más

### SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO DE BORNES

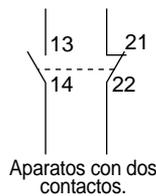


Figura 2.71.

### 3.10. Detectores

Los detectores son aparatos auxiliares que sustituyen en muchos sistemas a los finales de carrera, principalmente porque son estáticos y no sufriendo ningún tipo de desgaste mecánico como ocurre con los finales de carrera. Básicamente existen los siguientes tipos de detectores: **inductivos**, **capacitivos**, y **fotoeléctricos**.



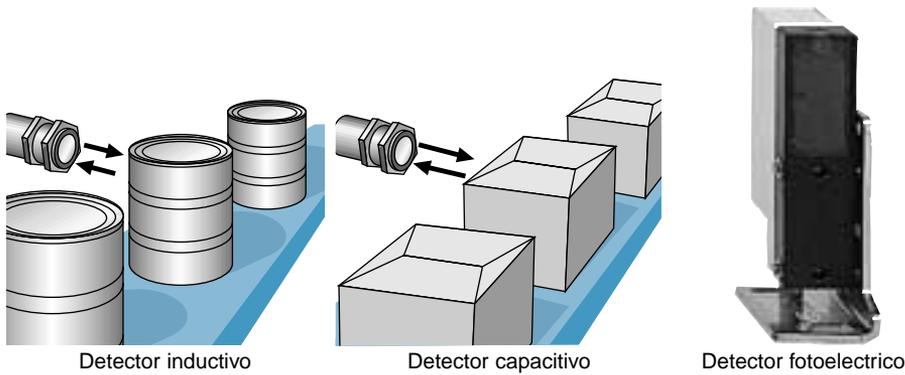


Figura 2.73. Detectores.

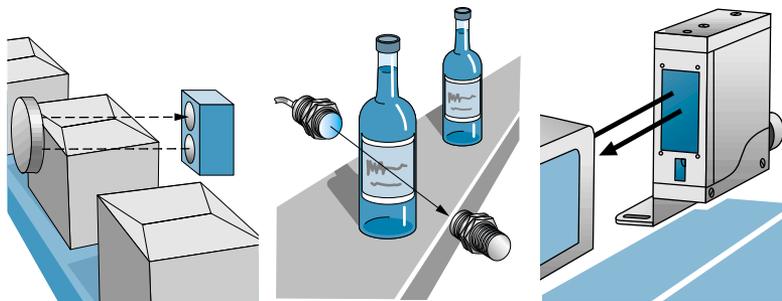


Figura 2.74. Detectores fotoeléctricos.

**Detectores capacitivos.** Están basados en un circuito oscilante formado por un condensador y una resistencia. Cuando cualquier objeto, metálico o no, se acerca al condensador, se produce una variación en la capacidad de este que provoca el accionamiento del circuito de disparo.

**Detectores inductivos.** Están basados en un circuito oscilante formado por una bobina y un condensador. En este caso solamente la proximidad de objetos metálicos producen las oscilaciones necesarias para el accionamiento del circuito de disparo.

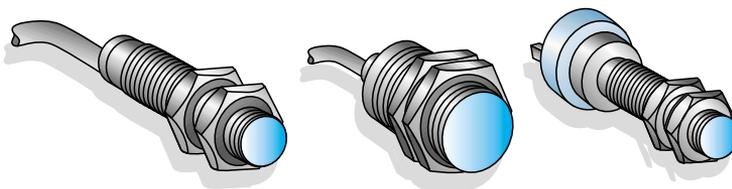


Figura 2.76. Diferentes formas de los detectores inductivos y capacitivos.

**Detectores fotoeléctricos.** Basan su funcionamiento en la interrupción de una barrera luminosa generada por un emisor de luz, visible o infrarroja. Cuando el elemento receptor deja de recibir la radiación luminosa es activado el circuito de disparo.

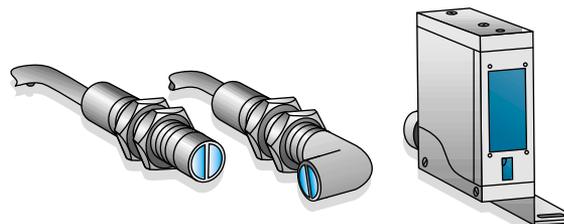


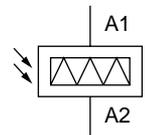
Figura 2.77. Diferentes formas de los detectores fotoeléctricos.

**Para saber más**

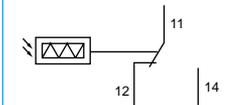
Para el accionamiento de cargas en función del estado de la luz solar, se emplean los denominados **interruptores crepusculares**. Estos activan uno o varios contactos en función de la luminosidad que recibe su órgano de captación (célula fotoeléctrica o LDR).

El uso más común de estos interruptores es el encendido y apagado automático del alumbrado público de las ciudades. Cuando se hace de noche el interruptor se cierra y cuando se hace de día el interruptor se abre.

Símbolo de la bobina:



Símbolo de los contactos asociados:



Su aspecto es:



Figura 2.75.

Aunque el principio de funcionamiento es el mismo, existen tres variantes de los detectores fotoeléctricos:

- Los detectores de **barrera**, tienen el emisor y el receptor del haz luminoso separados que se activa cuando se interrumpe el haz al intercalarse un objeto.



Figura 2.78.

- Los detectores **reflex**, donde el emisor y el receptor están montados juntos en el mismo soporte y el retorno se hace mediante un reflector.

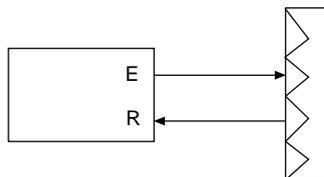


Figura 2.79.

- Los detectores de **proximidad**, donde el emisor y el receptor están montados juntos en el mismo soporte. El haz es reflejado hacia el receptor por cualquier objeto que se encuentre próximo a él.

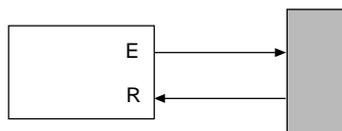


Figura 2.80.

Conexión de los diferentes tipos de detectores.

Dependiendo del circuito de disparo del detector estos pueden ser de 2 o 3 hilos.

- **Detectores de 3 hilos.** Atendiendo a la polarización del detector se distinguen dos tipos, PNP o NPN. En el detector NPN la carga se conecta entre el terminal de salida y el positivo de la alimentación.

Como dispositivos de carga pueden ser utilizados contactores o relés de tensiones adecuadas a la alimentación.

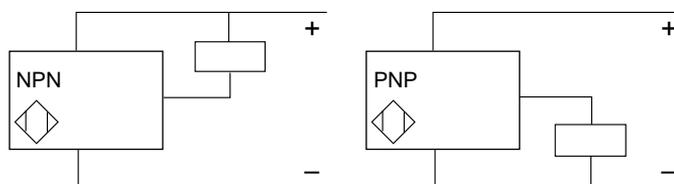


Figura 2.81.

Las tensiones de trabajo habituales de este tipo de detectores son 24 y 48 V en corriente continua y 120/240 V en corriente alterna.

- **Detectores de 2 hilos.** Se utilizan como captadores mecánicos convencionales: interruptores, pulsadores, etc., conectándose en serie con la carga a controlar.

Los alimentados por corriente continua necesitan respetar la polaridad de la alimentación.

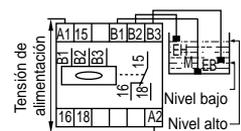
**Para saber más**

En el mercado existen multitud de equipos para detectar todo tipo de elementos, sólidos o líquidos, que intervienen en los procesos industriales.

Uno de los ampliamente utilizados es el interruptor de control de nivel de fluidos, utilizado para gestionar el llenado y vaciado de un depósito, un pozo o ambos a la vez. Posee un órgano de mando (bobina A1-A2) que necesariamente ha de ser conectado a la red para su funcionamiento, un conjunto de contactos (abiertos, cerrados o conmutados) para su utilización en el circuito de mando y un conjunto de bornes para el conexionado de las sondas.

Las sondas se introducen, en el recipiente en el que se desea controlar el nivel del líquido, a tres alturas diferentes tal como se muestra en la figura.

**Control mediante electrodos**



- EH = electrodo nivel alto.
- EB = electrodo nivel bajo.
- M = electrodo de referencia (común).

Figura 2.82.

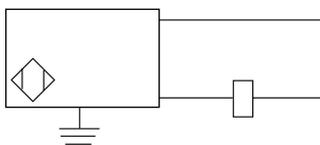


Figura 2.83.

Las tensiones de trabajo habituales de este tipo de detectores son 24 y 48 V en corriente continua y 120/240 V en corriente alterna.

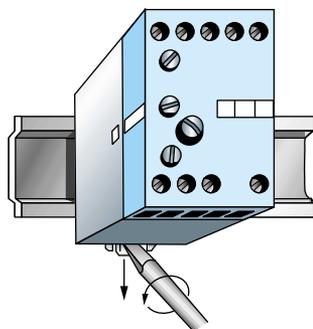


Figura 2.84.

Algunos fabricantes poseen módulos amplificadores específicos que se encargan de alojar en un mismo soporte la fuente de alimentación del detector y el dispositivo de disparo (generalmente un relé). Para su conexión es necesario estudiar la hoja de características que con estos se adjunta.

### 3.11. Aparatos de funciones múltiples

El grupo de aparatos de funciones múltiples está formado por combinaciones de aparatos trabajando conjuntamente en la alimentación de motores. La más frecuente es la asociación de disyuntor, contactor y relé térmico, también llamada guardamotor, en la que se reúnen en un mismo equipo la protección contra cortocircuitos produciéndose el corte omnipolar. La protección contra sobrecargas y contra falta de fase queda asegurada por medio del relé térmico.

En este tipo de asociaciones hay que tener especial cuidado en la elección de las características del contactor (poder de corte, poder de cierre, número de maniobras etc.).

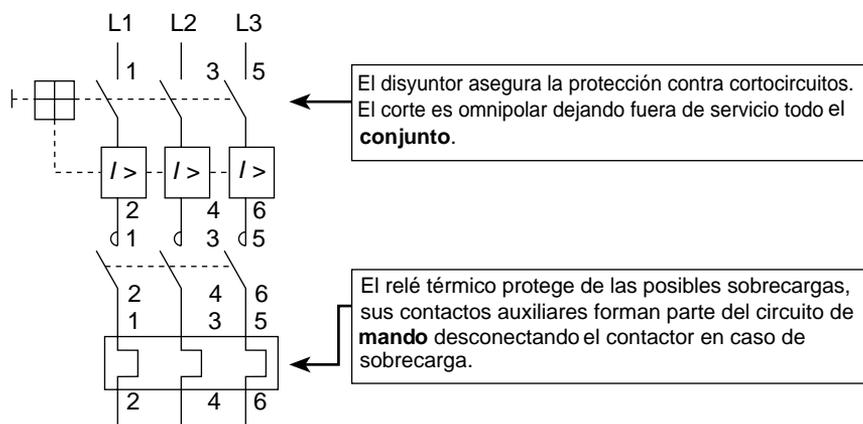


Figura 2.85. Aparato de funciones múltiples.



Para saber más

### SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO

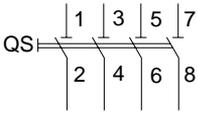


Figura 2.86.

## 3.12. Seccionadores

Los seccionadores, tanto en alta como en baja tensión, son aparatos destinados a dejar fuera de servicio parte de una línea o instalación. Aseguran en posición de abierto una separación de contactos que cumple las normas de seguridad.

Los seccionadores pueden soportar las condiciones normales del circuito, pero sólo pueden conectar y desconectar un circuito en vacío (sin carga).

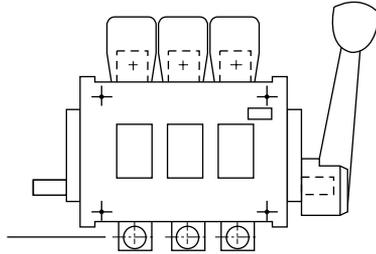


Figura 2.87. Seccionadores portafusibles.

## 3.13. Interruptores

Los interruptores son aparatos de conexión-desconexión de mando mecánico que pueden abrir y cerrar un circuito en condiciones normales de carga.

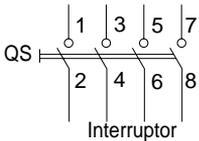
Existen combinaciones de los interruptores con otros aparatos, por ejemplo, los interruptores- seccionadores tienen igual poder de corte que los interruptores y las mismas condiciones de apertura de contactos que los seccionadores.

Los interruptores fusibles, reúnen en un mismo aparato el poder de corte en condiciones normales de carga de los interruptores y la protección de la instalación contra cortocircuitos de los fusibles.

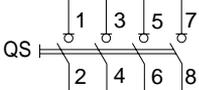


Para saber más

### SIMBOLOGÍA Y REFERENCIADO

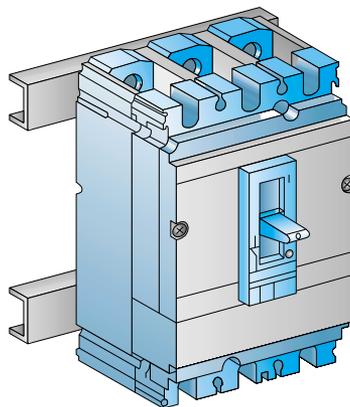


Interruptor

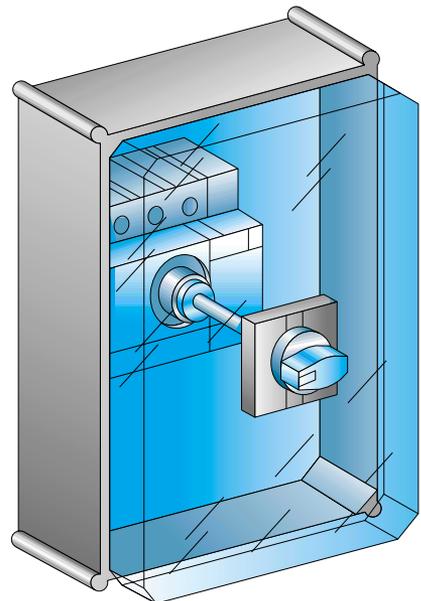


Interruptor-seccionador

Figura 2.88.



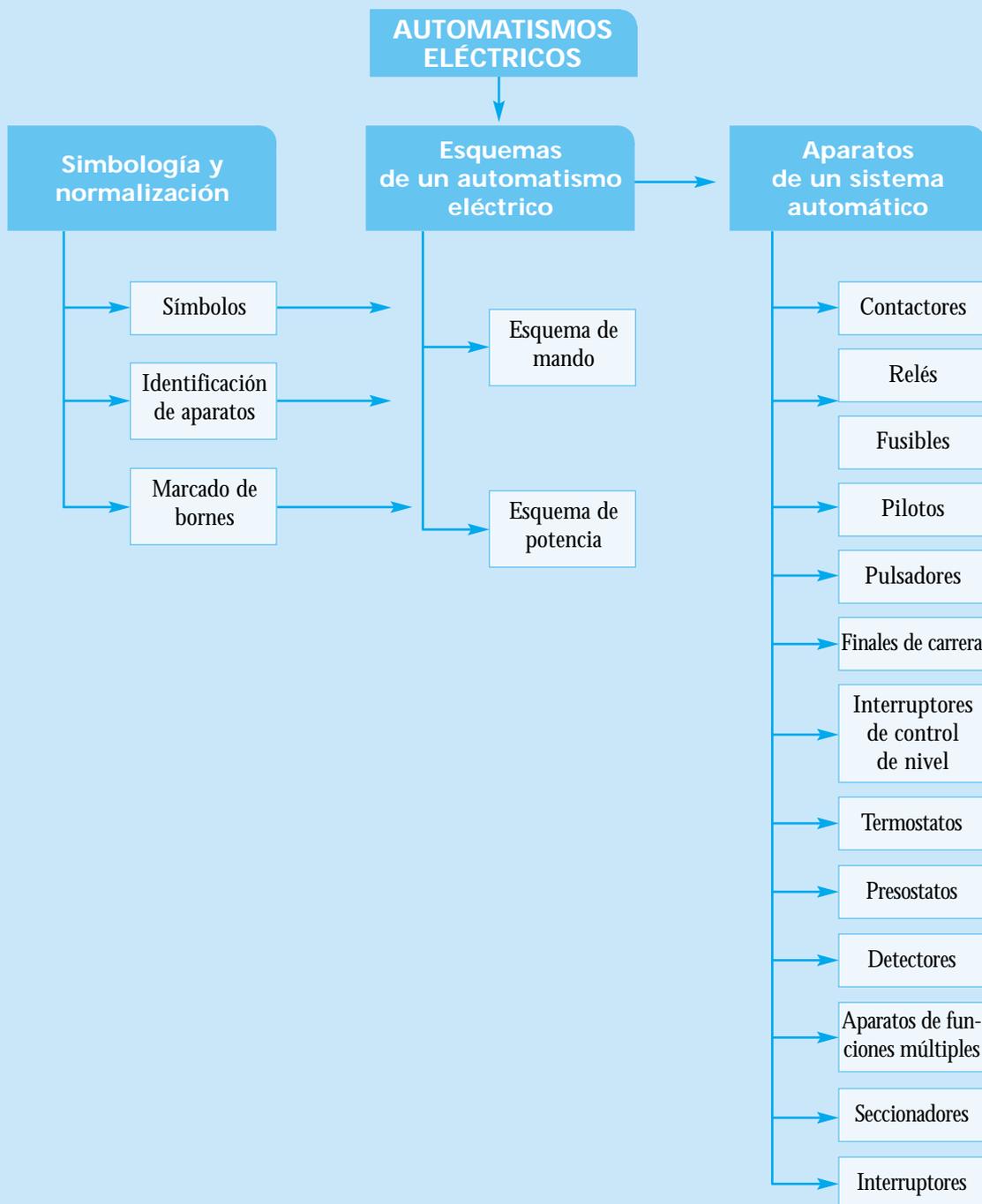
Interruptor seccionador.



Interruptor montado en cofre.

Figura 2.89. Interruptores.





## Actividades UD 2

### Evalúa tus conocimientos

Señala la respuesta correcta de cada una de las preguntas siguientes.

- 1** Los contactores se identifican dentro de un esquema por medio de:

  - A • Tres números.
  - B • Tres letras.
  - C • Dos números.
  - D • Dos letras y un número.
- 2** Los contactos principales de los contactores se marcan:

  - A • Con letras.
  - B • Con números.
  - C • Con símbolos.
  - D • Con números impares los bornes de entrada y pares los de salida.
- 3** La representación de automatismos se puede hacer de forma:

  - A • Conjunta.
  - B • Semidesarrollada.
  - C • Desarrollada.
  - D • De cualquiera de las formas anteriores.
- 4** En el esquema de potencia figuran:

  - A • Los contactos auxiliares.
  - B • Los contactos principales.
  - C • Todos los contactos.
  - D • Ninguno.
- 5** Un contactor electromagnético es accionado por:

  - A • Aire.
  - B • Agua.
  - C • Líquidos.
  - D • Un electroimán.
- 6** Los relés de mando se utilizan para:

  - A • La regulación.
  - B • Proteger circuitos.
  - C • Medir parámetros.
  - D • Construir la lógica cableada.
- 7** Un relé temporizado se aplica para:

  - A • Retardar una conexión.
  - B • Retardar una desconexión.
  - C • Hacer una maniobra.
  - D • Hacer retardos a la conexión, desconexión y conexión-desconexión.
- 8** Un fusible es un dispositivo de:

  - A • Mando.
  - B • Maniobra.
  - C • Señalización.
  - D • De protección.
- 9** Un final de carrera es:

  - A • Un interruptor principal.
  - B • Un interruptor de posición.
  - C • Un protector contra sobretensiones.
  - D • Un dispositivo de señalización.
- 10** Un seccionador se debe utilizar:

  - A • En vacío.
  - B • En carga.
  - C • De cualquier forma en carga o en vacío.
  - D • De ninguna de las anteriores.



### 1. Sobre el esquema de potencia de la figura.

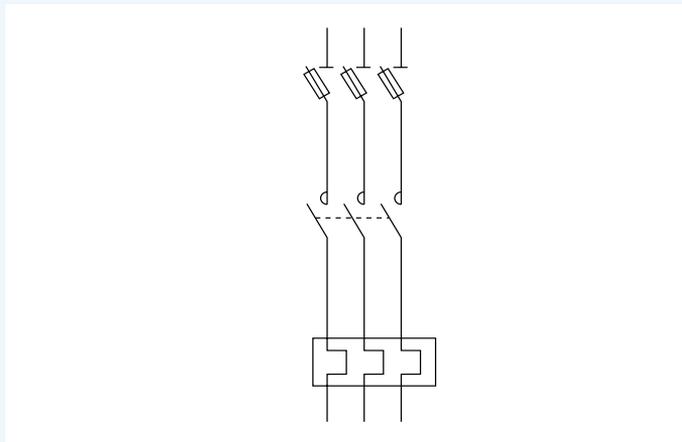


Figura 2.90.

- Realiza un referenciado de bornes según la norma CEI.
- Haz una lista de los aparatos que hay en el esquema.
- Dibuja el símbolo de cada aparato incluyendo los contactos auxiliares.

### 2. Elige un contactor para alimentar un circuito de calefacción con las siguientes características.

- $U = 220 \text{ V}$  trifásico.
- $P = 10 \text{ kW}$
- Factor de potencia 0,95.

### 3. Elige el tipo de fusibles más adecuado para proteger el circuito de la actividad anterior.

### 4. Investiga sobre materiales que existen en el mercado actual para automatismos cableados.

¿Qué norma utilizan para indicar el tipo de aparato, contactos etc.?

Realiza una clasificación comparativa de los elementos que ofrecen las distintas marcas existentes.

## Actividades prácticas

1. Desmonta un contactor que tengas en el aula.
  - Comprueba la tensión de alimentación de la bobina y el tipo de corriente de alimentación.
  - Anota sus características. (intensidad de servicio, poder de cierre, etc.).
  - Con la ayuda de la norma y las características estudia a qué tipo de utilización pertenece.
  - Investiga su número característico fijándose en los contactos NA y NC que tiene.
  - Con el polímetro en la escala de resistencias conecta las pinzas de prueba a cada uno de los contactos y presiona la armadura. ¿Qué ocurre con los contactos?
  
2. Con los relés térmicos de que dispongas haz las siguientes operaciones.
  - Anota la intensidad nominal.
  - Dibuja su símbolo y el referenciado.
  - Comprueba la intensidad de regulación.
  - Comprueba el tiempo de disparo y la clase.
  
3. Utilizando un magnetotérmico y sus características realiza las siguientes operaciones.
  - Comprueba la intensidad de servicio
  - Estudia su curva de disparo térmico y magnético.
  - Haz un dibujo de la curva de disparo y explica qué tipo de curva es aplicando la norma.
  
4. Clasifica los aparatos para automatismos de que dispongas atendiendo a la siguiente clasificación.
  - Aparatos de mando.
  - Aparatos de protección.
  - Captadores.
  - Lenguaje hombre-máquina.
  - Con ayuda de la norma (ver tablas) dibuja sus símbolos y su referenciado.

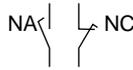
## SIMBOLOGÍA NORMALIZADA

Designación de las corrientes		Contactos	
Corriente alterna		Seccionador	
Corriente continua			
Corriente ondulada o rectificada		Contactador	
Corriente alterna trifásica 50 Hz	3  50 Hz		
Puesta a tierra		Ruptor	
Puesta a masa			
Tierra de protección		Disyuntor	
<b>Designación de los conductores</b>		Guardamotor	
Conductor circuito auxiliar		Interruptor seccionador	
Conductor circuito principal			
Haz de 3 conductores	L1 L2 L3	Interruptor seccionador con apertura automática	
Representación unifilar			
Conductor neutro	N	Seccionador fusible	
Conductor de protección	PE		
Conductores blindados (apantallados)		Contacto de dos direcciones sin solapado (apertura antes que el cierre)	
Conductores trenzados		Contactos de dos direcciones solapados	
<b>Contactos</b>		Contactos de dos direcciones con un punto central en posición de apertura	
Contacto cierre NA (símbolo general)		Contactos representados en posición «accionado»	
1) principal			
2) auxiliar			
Contacto apertura NC (símbolo gral.)			
1) principal			
2) auxiliar			
Interruptor (símbolo general)			

NA = normalmente abierto. NC = normalmente cerrado.

## Contactos (cont.)

Contacto adelantado actúa antes que los otros contactos de un mismo conjunto



– de un relé polarizado



– de corriente alterna



Contacto retardado actúa más tarde que los otros contactos de un mismo conjunto



– de un relé intermitente



Contacto de paso  
– cierre momentáneo al trabajo



– de un relé de impulso



– cierre momentáneo al reposo



– de acción y reposo retardados



Contacto nomamente abierto de posición



Relé de medida o dispositivo semejante (símbolo general)



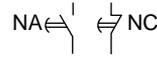
Interruptor de posición



– de sobreintensidad de efecto magnético



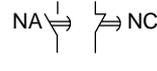
Contacto temporizado al trabajo



– de sobreintensidad de efecto térmico



Contacto temporizado al reposo



– de sobreintensidad de efecto magnetotérmico



## Órganos de mando o de medida

Mando electromagnético (símbolo general)



– de máxima intensidad



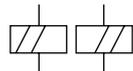
– de 2 arrollamientos



– de máxima tensión



– representación desarrollada



– de mínima tensión



– de acción retardada



– a falta de tensión



– de reposo retardado



– accionado por la frecuencia



– de un relé de remanencia



– accionado por el nivel de fluido



– de enclavamiento mecánico



– accionado por un número de sucesos



– accionado por la presencia de un caudal

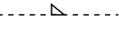
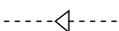
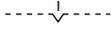
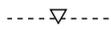
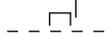
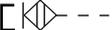
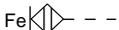


– accionado por presión

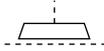
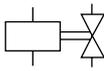
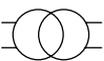


NA = normalmente abierto. NC = normalmente cerrado.

## Mandos mecánicos

1) Enlace mecánico largo		– por manivela	
2) Enlace mecánico corto		– por pulsador con desenganche automático	
Dispositivo enganche		Mando	
– retenido		– por roldana	
– liberado		– por palanca y roldana	
Retomo automático		– por motor eléctrico	
Retorno no automático		Traslación	
– enganchado		– hacia la derecha	
Enclavamiento mecánico		– hacia la izquierda	
Bloqueo		– en ambos sentidos	
Mando mecánico manual (símbolo general)		Rotación	
– por pulsador (retorno automático)		– sentido directo	
– por tirador (retorno automático)		– sentido inverso	
– rotativo (de enganche)		– en ambos sentidos	
– de seta		– limitada en ambos sentidos	
– por volante		<b>Mandos eléctricos</b>	
– por pedal		Mando por roce	
– de acceso restringido		– sensible a la proximidad de un imán	
– por palanca		– sensible a la proximidad de un imán	
– por palanca con maneta		– sensible a la proximidad del hierro	
– por llave		<b>Otros tipos de mando</b>	
		Neumático o hidráulico	
		– de simple efecto	
		– de doble efecto	

## Materiales o elementos diversos

Fusibles		Pararrayos	
Fusible con percutor		Arrancador	
Rectificador		Arrancador estrella-triángulo	
Puente rectificador		Aparato indicador (símbolo general)	
Tiristor		- amperímetro	
Condensador		Aparato registrador (símbolo general)	
Pila o acumulador		- amperímetro registrador	
Resistencia		Contador	
Shunt		- amperios/hora	
Inductancia		Freno (símbolo general)	
Potenciómetro		- con freno bloqueado	
Varistancia		- con freno liberado	
Fotoresistencia		Válvula	
Fotodiodo		Electro-válvula	
Fototransistor (tipo PNP)		Reloj	
Transformador de tensión		Contador de impulsos	
Autotransformador			
Transformador de intensidad			
Limitador de sobretensiones			

**Materiales o elementos diversos (cont.)**

Detector sensible al roce



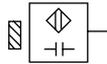
Detector de proximidad



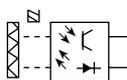
Detector de proximidad inductivo



Detector de proximidad capacitivo



Detector fotoelectrónico sistema reflex



**Señalización**

Lámpara de señalización o de alumbrado



Dispositivo luminoso intermitente



Si se desea precisar el color

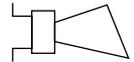
- rojo .....C2
- naranja .....C3
- amarillo.....C4
- verde .....C5
- azul .....C6
- blanco .....C9

Si se desea precisar el tipo:

- neón .....Ne
- vapor de sódio..... Na
- mercurio .....Hg
- yoda.....J
- electroluminiscente..... EL
- fluorescente.....FL
- infrarrojo.....IR
- ultravioleta .....UV



Bocina, claxon



Timbre



Sirena



Zumbador



**Bornes y conexiones**

Derivación



Doble derivación



Cruce sin conexión



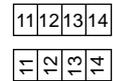
Borne de conexión móvil



Borne de conexión fija



Bornero de conexión (regleta terminal)



Conexiones por contacto deslizante



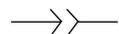
Clavija macho



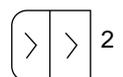
Toma hembra



Clavija y toma asociada

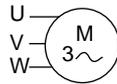


Conectores acoplados  
1) parte móvil, macho  
2) parte fija, hembra

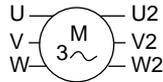


### Máquinas eléctricas giratorias

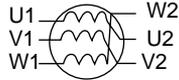
Motor asíncrono trifásico  
– de jaula



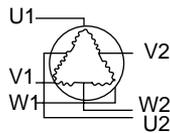
– de 2 arrolamientos  
estatóricos separados



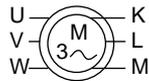
– de 6 bornas de salida  
(acoplamiento estrella-triángulo)



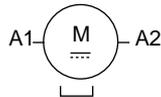
– de polos conmutables  
(motor de 2 velocidades)



Motor asíncrono trifásico,  
motor de anillos



Motor de imán permanente



### Máquinas eléctricas giratorias (cont.)

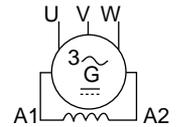
Generatriz de corriente alterna



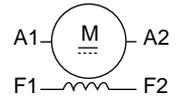
Generatriz de corriente continua



Conmutatriz  
(trifásica/continua)  
con excitación en derivación



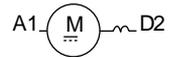
Motor de corriente continua  
con excitación independiente



Motor de corriente continua  
con excitación compuesta



Motor de corriente continua  
con excitación en serie



## DESIGNACIÓN DE APARATOS Y SUS COMPONENTES (DIN 40.719)

Cada aparato y sus componentes se designan en los planos de los circuitos principales y de mando por:

- Una primera letra que indica el tipo de aparato (ver cuadro siguiente).
- Un número ordinal para distinguir entre dos aparatos y/o funciones del mismo tipo.
- Una segunda letra que indica la función general que desempeña el aparato (ver cuadro de parte inferior).

Designación del tipo de aparato	Letra	Tipo de aparato	Ejemplo			
	A	Grupos constructivos, partes de grupos constructivos.	Amplificadores, amplificadores magnéticos, láser, máser, combinaciones de aparatos.			
	B	Convertidores de magnitudes no eléctricas a magnitudes eléctricas, y al contrario.	Transductores, sondas termoelectricas, termocélulas, células foto-eléctricas, dinamómetros, cristales piezoeléctricos, micrófonos, altavoces, aparatos de campo giratorio.			
	C	Condensadores.	—			
	D	Dispositivos de retardo, dispositivos de memoria, elementos binarios.	Conductores de retardo, elementos de enlace, elementos monoestables y biestables, memorias de núcleos, registradores, memorias de discos, aparatos de cinta magnética.			
	E	Diversos.	Instalaciones de alumbrado, calefacción y otras no indicadas.			
	F	Dispositivos de protección.	Fusibles, descargador de sobretensión, relés protección, disparador.			
	G	Generadores.	Generadores rotativos, transformadores de frecuencia rotativos, baterías, equipos de alimentación, osciladores.			
	H	Equipos de señalización.	Aparatos de señalización ópticos y acústicos.			
	K	Relés, contactores.	Relés auxiliares, intermitentes y de tiempo: contactores de potencia y auxiliares.			
	L	Inductividad.	Bobinas de reactancia.			
	M	Motores.	—			
	N	Amplificadores, reguladores.	Circuitos integrados.			
	P	Aparatos de medida, equipos de pruebas.	Instrumentos de medición, registradores y contadores, emisores de impulsos, relojes.			
	Q	Aparatos de maniobra para altas intensidades.	Interruptores de potencia y de protección, seccionadores, interruptores automáticos, seccionadores bajo carga con fusibles.			
	R	Resistencias.	Resistencias, potenciómetros, reostatos, <i>shunts</i> , resistencias en derivación, termistores.			
	S	Interruptores, selectores.	Pulsadores, interruptores de posición y mando, conmutador-selector, selectores rotativos, adaptadores selectores, emisores de señales.			
	T	Transformadores.	Transformadores de tensión y de intensidad, transmisores.			
	U	Moduladores, convertidores.	Discriminadores, convertidores de frecuencia, demoduladores, convertidores inversores, variadores, onduladores.			
	V	Válvulas, semiconductores.	Válvulas de vacío y descarga en gases, diodos, transistores, tiristores.			
W	Vías de conducción, guiaondas.	Hilos de conexión, cables, guiaondas, acoplamientos dirigidos por guiaondas, dipolos, antenas parabólicas.				
X	Bornes, clavijas, enchufes.	Clavijas y cajas de enchufe, clavijas de prueba, regletas de bornes, regletas de soldadura.				
Y	Equipos eléctricos accionados mecánicamente.	Frenos, embragues, válvulas.				
Z	Equipos de compensación, filtros, limitadores.	Circuitos para imitación de cables, reguladores dinámicos, filtros de cristal.				
Funciones generales	Letra	Tipo de función	Letra	Tipo de función	Letra	Tipo de función
	A	Función auxiliar	J	Integración	S	Memorizar, registrar, grabar
	B	Dirección de movimiento	K	Servicio pulsante	T	Medida de tiempo, retardar
	C	Contar	L	Designación de conductores	V	Velocidad (acelerar, frenar)
	D	Diferenciar	M	Función principal	W	Sumar
	E	Función «conectar»	N	Medida	X	Multiplicar
	F	Protección	P	Proporcional	Y	Analógica
	G	Prueba	Q	Estado (marcha, parada, limitación)	Z	Digital
	H	Señalización	R	Reposición, borrar		