

TEMA 5: DISPOSITIVOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

1. LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL MEDIANTE LÓGICA CABLEADA

A la hora de realizar un automatismo industrial, el primer paso es seleccionar el tipo de lógica que se va a emplear. En función de esta lógica, los automatismos se clasifican en:

- **Cableados:** Las funciones lógicas se determinan mediante la conexión de cables eléctricos.
- **Programables:** las funciones lógicas se determinan mediante un programa informático.

En este tema nos vamos a centrar en la lógica cableada y los elementos que la componen, siendo muchos de ellos compartidos con la lógica programada.

2. EL CONTACTOR

El contactor es un elemento electromecánico que es capaz de conectar y desconectar receptores eléctricos de potencia, como por ejemplo los motores eléctricos o resistencias eléctricas.

Cuando se necesita conectar algún receptor eléctrico de potencia, no se puede utilizar directamente un interruptor porque dicho elemento no es capaz de soportar las elevadas corrientes eléctricas. Por ello, es necesario algún dispositivo que se encargue de realizar dicha maniobra. Este elemento es el **contactor**.



Otra característica importante es el hecho de **poder realizar estas maniobras a distancia**. Es decir, que el elemento de accionamiento no tiene por qué estar junto al contactor. De esta manera es posible contar con centros de control, y los contactores estén junto a la máquina.

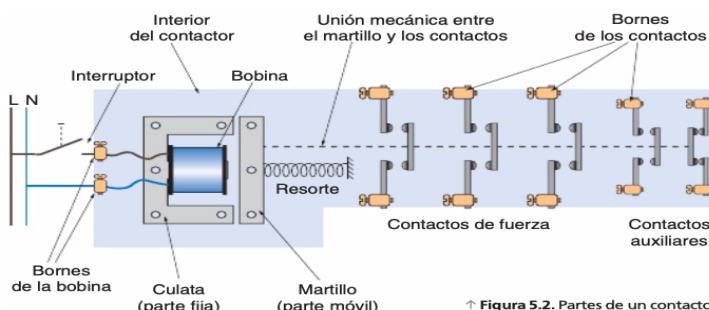
2.1. Constitución del contactor.

El contactor consta principalmente de tres partes:

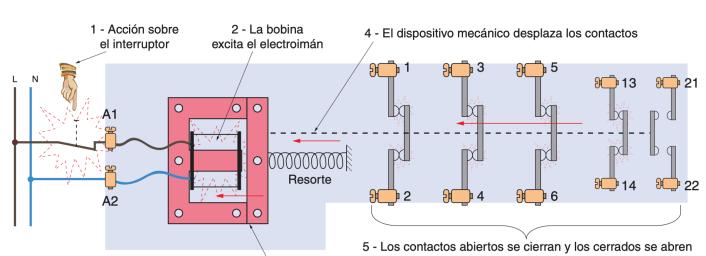
- Circuito electromagnético
- Contactos eléctricos principales o de fuerza
- Contactos auxiliares o de mando/maniobra.

El **circuito electromagnético** es el conjunto de elementos que se encarga de cerrar y abrir los contactos eléctricos mediante la acción de un campo electromagnético. Actúa como un electroimán. Consta de una bobina que al conectarse a la red eléctrica crea un campo magnético que atrae una parte móvil (armadura) sobre una parte fija (culata). Al cesar la corriente eléctrica, el campo magnético de la bobina desaparece y por medio de un resorte el conjunto vuelve a su posición inicial.

Mediante el movimiento de la parte móvil, una serie de contactos se cierra y otros se abren.



↑ Figura 5.2. Partes de un contactor.



Es importante fijarse a que tensión funciona la bobina, dado que puede hacerlo en corriente continua como alterna dependiendo del contactor que seleccionemos para la instalación.

Otra parte fundamental del contactor son los **contactos**, y tiene fundamentalmente dos tipos:

- **Contactos eléctricos principales, de potencia / fuerza:** son los contactos encargados de abrir o cerrar el circuito que se desea controlar

y así poder conectar los receptores a la red eléctrica de alimentación. Están diseñados para poder soportar altas corrientes eléctricas que requieren los receptores, tales como motores eléctricos, alumbrado etc. Estos contactos son denominados **1-2, 3-4, 5-6**. El número de contactos puede variar según el número de polos, bipolares, tripolares, tetrapolares.

- **Contactos eléctricos auxiliares, de mando / maniobra:** estos son los contactos que se emplean para poder realizar tareas auxiliares, tales como la maniobra de arranque, señalizar el estado del receptor mediante pilotos etc. Estos pares de contactos se identifican mediante números de dos dígitos: **11-12, 21-22, 33-34**.



2.2. Tipos de contactos

Tanto en contactores como en relés (y otros elementos usan mismos términos) existen dos formas de encontrarnos los contactos:

- **Contactos normalmente abiertos (NA o NO (normally open)):** son aquellos que en condiciones normales de reposo se encuentran abiertos.



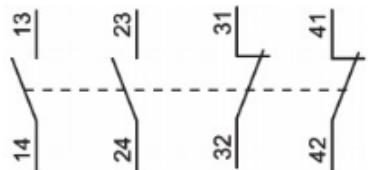
- **Contactos normalmente cerrados (NC o NO (normally close)):** son aquellos que en condiciones normales de reposo se encuentran cerrados.



Los contactos eléctricos van numerados según sus características:

- Los NC se enumeran con los números **_1 y _2**.
- Los NO se enumeran con los números **_3 y _4**

Tanto en relés como contactores suelen llevar más de un contacto, por lo que se enumeran con dos dígitos. El primero hace referencia al número de contacto y el segundo al tipo de contacto. Por ejemplo 23-24, el primer dígito hace referencia al segundo grupo de contactos y el 3-4 al que son NC.

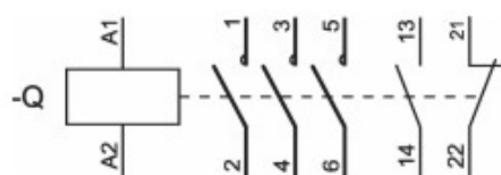


2.3. Simbología eléctrica del contactor.

La simbología eléctrica que se debe emplear con el contactor es:

Elemento	Símbolo
Bobina	
Contactos de fuerza	
Contactos de maniobra (NC y NO)	

Aunque se suelen representar por separado los elementos del contactor, (bobina y contactos) la representación conjunta sería la siguiente:



Según la norma que se use, el identificador del contactor y el relé será la siguiente:

Norma IEC 750	Ejemplo para aparatos eléctricos	Norma EN 81346
K	Relés auxiliares	K
K	Contactor auxiliar	K
K	Contactor semiconductor	T
K	Contactor de potencia	Q
K	Relés temporizadores	K

2.3.1. Otros elementos de los contactores

Podemos encontrar diferentes tipos de contactores dependiendo principalmente su morfología:

- Contactores auxiliares: es una variación del contactor, al cual se le han suprimido los contactos de potencia. Solamente hace maniobra.



- Elementos complementarios del contactor:
 - Bloques de contactos auxiliares: elemento compuesto de uno o varios contactos eléctricos de maniobra que hace que el contactor disponga de más contactos. Se emplea cuando se necesitan más contactos de los que proporciona el propio contactor. Existen bloques de contactos auxiliares NO, o NC o combinación y se sitúan normalmente solidarios al contactor.





- Bloques de contactos temporizados: añade contactos en los cuales el accionamiento depende del tiempo, de dos maneras, a la conexión y a la desconexión.



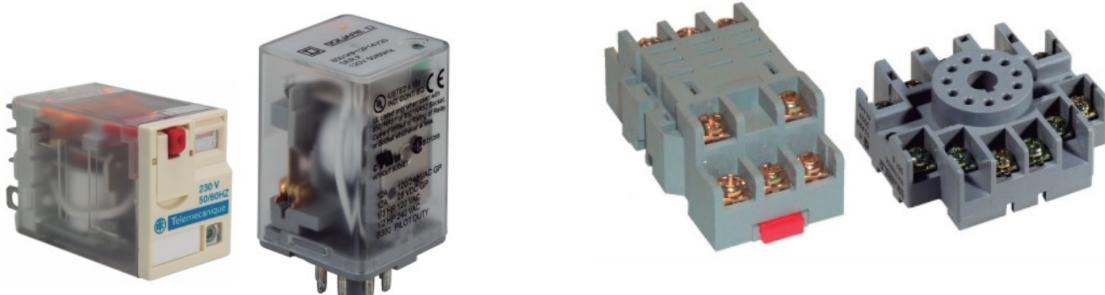
3. EL RELÉ

Se trata de otro elemento de conmutación. Al igual que el contactor, su función es la de cerrar y abrir circuitos eléctricos. Mientras que el contactor se emplea como elemento de control de potencia, el relé se emplea como elemento de control de maniobra. Aunque para cargas o receptores de pequeño amperaje, tanto en corriente monofásica o corriente continua, se emplean también relés.

El número de contactos va a depender del modelo a utilizar, y tal y como se ha dicho, al tener un amperaje pequeño, son de dimensiones reducidas comparados con el contactor.

Su funcionamiento, es idéntico al del contactor, en cuanto al movimiento de los contactos solidarios a la excitación de la bobina.

Sus elementos principales son los cabezales, donde se encuentran la bobina, y los zócalos, donde se encuentran los contactos.





3.1. Simbología eléctrica del relé.

La simbología es idéntica a la del contactor, salvo por los contactos de potencia. Su letra identificativa normalizada es la K.

Elemento	Símbolo
Bobina	
Contacto comutado	
Relé con dos contactos comutados. Símbolo de conjunto	
Contactos NO y NC	

4. DISPOSITIVOS DE ACCIONAMIENTO MANUAL

Para el control y accionamiento de un dispositivo automático, se necesita un elemento de accionamiento o de paro a voluntad. Estos dispositivos son principalmente pulsadores, interruptores o commutadores.

- **Pulsadores:** Para activarlo se debe realizar una acción sobre él, pero cuando cesa dicha acción vuelve automáticamente a su posición inicial de reposo (sin enclavamiento). Puede ser NA o NC.
- **Interruptores:** idénticos a los pulsadores, pero una vez se pulsan quedan enclavados, hay que volver a pulsarlos para devolverlos a su estado natural.
- **Comutadores:** Es un dispositivo de conexión y desconexión mecánica con varias posiciones de accionamiento. En función de la posición accionada la corriente circula por una rama u otra.
- **Otros accionamientos:** existen otros accionamientos dependiendo de la forma de realizar el esfuerzo en la maniobra.



Símbolo general	---	Llave	---
Pulsador	E--	Pedal	J---
Selector rotativo	F--	Tirador]---
Seta	O--	Manivela	L---

Los elementos de accionamiento se identifican con la letra S seguida de un número que hace referencia al orden dentro del esquema eléctrico.

4.1. Contactos eléctricos en pulsadores, interruptores, selectores y conmutadores.

Como ya se ha dicho, los contactos pueden ser NO, o NC. En los elementos que estamos viendo se conforman por un conjunto de partes que se verán a continuación:

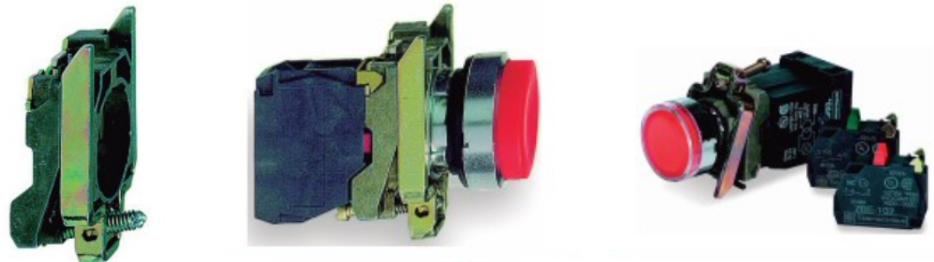
- Cámaras de contactos: son elementos modulares que se eligen y se combinan en función de las necesidades.



- Elementos físicos de accionamiento: dependiendo del tipo de accionamiento, físicamente se pueden ver en el mercado diferentes modelos, y a su vez serán diferentes dependiendo del fabricante.



- Acoplos o bastidores: para poder completar el mecanismo, es necesario tener un sistema de acople o bastidor, para el accionamiento y las cámaras de contactos. Estos elementos pueden ser diferentes dependiendo del fabricante, e incluso no disponer de ninguno.



5. DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN

En muchas ocasiones es necesario señalizar el estado de alguna maniobra (motor en marcha, motor parado, avería etc.) como elementos de señalización se tienen normalmente los avisadores luminosos y los acústicos.

Los dispositivos de señalización se identifican con la letra P o H según la norma que se aplique.

Su simbología podemos resumirla en la siguiente tabla:

Tipo	Nombre	Símbolo
Luminoso	Piloto de señalización	-P X1 X2
	Piloto de señalización intermitente	-P X1 X2
Acústico	Bocina	-P X1 X2
	Timbre	-P X1 X2
	Sirena	-P X1 X2
	Zumbador	-P X1 X2



Además, existe una norma para el uso de colores de las señales luminosas que se indica a continuación también:

Color (código)	Significado	Explicación	Casos típicos de empleo
Rojo (C2)	Peligro o alarma	Advertencia de un posible peligro o de un estado que requiera una acción inmediata.	<ul style="list-style-type: none">• Fallo del sistema.• Temperatura que excede de los límites de seguridad.• Paro de una parte esencial del equipo debido a la actuación de una protección.• Peligro debido a elementos accesibles bajo tensión o elementos en movimiento.
Amarillo (C4)	Precaución	Modificación o cambio próximo de condiciones.	<ul style="list-style-type: none">• Temperatura o presión que difiere del valor normal.• Sobrecarga admisible por tiempo limitado.
Verde (C5)	Seguridad	Condiciones de servicio seguras o luz verde para seguir funcionando.	<ul style="list-style-type: none">• Circulación del refrigerante.• Conexión automática de la maniobra.• Máquina dispuesta para la puesta en marcha.
Azul (C6)	Información específica	Significado distinto al de los mencionados anteriormente.	<ul style="list-style-type: none">• Señal para maniobra remota.• Selector colocado en posición de reparación.
Blanco (C9)	Información general	Confirmación u otro significado no cubierto por los colores: amarillo y verde.	<ul style="list-style-type: none">• Interruptor general conectado. Tensión en el circuito.• Velocidad o sentido de rotación elegido.

Las señales luminosas se pueden encontrar de distintas formas en los automatismos:

- De montaje exterior en placa o en botoneras
- Sobre carril DIN
- En balizas

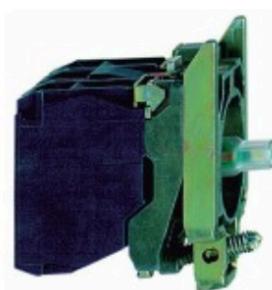


Figura 11.34. Piloto de señalización montado. (Cortesía de Schneider.)



Figura 11.35. Piloto de señalización de carril DIN. (Cortesía de Hager.)



Figura 11.36. Dispositivo de señalización luminosa. (Cortesía Schneider.)



Figura 11.37. Balizas de señalización. (Cortesía de Schneider.)

6. TEMPORIZADORES

El temporizador es un relé en el cual sus contactos se activan en función del tiempo. Este tiempo se puede fijar desde el propio dispositivo y su rango depende del modelo utilizado, pero suele oscilar entre el milisegundo hasta las horas.

Existen dos grupos de temporizadores:

- **Acoplados al contactor.** No tienen la parte de la bobina y constan solamente de los contactos. Se activan mediante la activación o desactivación de la bobina del contactor al cual se le acopla. Suelen llevar al menos un par de contactos (uno abierto y uno cerrado)
- **Independientes:** constan de su propia bobina junto con los contactos. Los contactos suelen ser comutados, es decir, que llevan un borne común a un contacto abierto y cerrado



6.1. Temporización a la conexión o desconexión

El relé temporizado puede encontrarse a la conexión o a la desconexión. Su identificación es a través de la letra K, a veces acompañado de la letra T, siendo KT. A continuación, vamos a ver cada uno de ellos y sus características.

- **Temporización a la conexión.** En el relé temporizado a la conexión, cuando la bobina del temporizador es activada, internamente realiza el



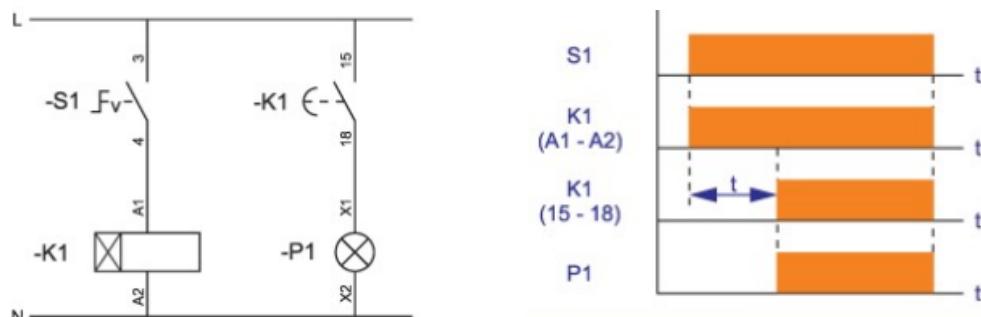
proceso de contar el tiempo. Alcanzado ese tiempo, activa sus contactos variando su posición, es decir abriendo los cerrados y cerrando los abiertos.

Está retrasando la conmutación de sus contactos al ser activada la bobina.

El símbolo del relé temporizado con retardo a la conexión es:

Elemento	Símbolo
Relé temporizado con retardo a la conexión	
Contactos temporizados a la conexión (NO y NC).	

A continuación, se muestra un ejemplo de activación de un temporizador a la conexión y su gráfica accionamiento – tiempo:



- Temporización a la desconexión.** En el relé temporizado a la desconexión, cuando la bobina del temporizador es activada, sus contactos cambian de estado instantáneamente, es decir, abriendo los cerrados y cerrando los abiertos.

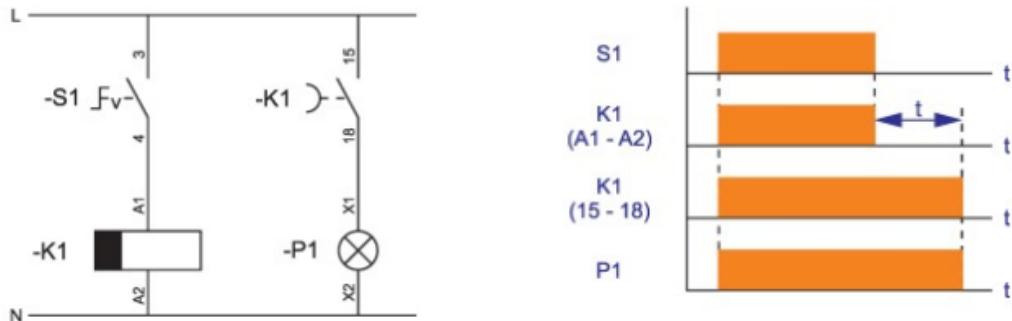
Está retrasando la conmutación de sus contactos al ser desactivada la bobina.

Sus símbolos:

Elemento	Símbolo
Relé temporizado con retardo a la desconexión.	
Contacto temporizado a la desconexión (NO y NC).	



A continuación, se muestra un ejemplo de activación de un temporizador a la desconexión y su gráfica accionamiento – tiempo:



6.2. Otras temporizaciones.

Existen otras temporizaciones con otros mecanismos como pueden ser:

- Reloj o relé horario: sirve para controlar el tiempo en medidas más grandes como 24h, por ejemplo, o incluso todo el año. Muy utilizados en viviendas, para accionar calefacciones o bombas de depuradoras, por ejemplo



7. INTERRUPTORES DE POSICIÓN

El interruptor de posición, también llamado **final de carrera**, es un dispositivo electromecánico, similar a los interruptores, el cual se acciona de manera mecánica por el contacto de algún elemento sobre él. Se emplean para detectar una posición concreta y definida de un objeto que se desplaza por una trayectoria fija y conocida.

Existen gran variedad de finales de carrera dependiendo principalmente de su cabezal o sistema de accionamiento:



Los contactos de los finales de carrera de nuevo son NC y NO y sus símbolos son muy similares a los de un pulsador, pero cambiando el sistema de accionamiento:

Elemento	Símbolo		
Final de carrera (símbolo genérico) (NO, NC y NO+NC)	-B		
Final de carrera (accionamiento mediante roldana) (NO, NC y NO+NC)	-B O		

8. SENSORES DE PROXIMIDAD

Los sensores de proximidad, también llamados transductores o captadores, son dispositivos que son capaces de transformar una magnitud física en una magnitud eléctrica, como la temperatura, la presión o la presencia.

Los detectores de proximidad revelan la presencia de un elemento dentro de su campo de acción, sin necesidad de tener contacto físico con él. Estos elementos desplazan así a los elementos mecánicos pues sufren menos desgaste.

Existen diferentes tipos de detectores de proximidad, de entre los que vamos a destacar:

8.1. Detectores inductivos y capacitivos

- **Inductivos:** Son detectores de presencia que se usan para la detección de elementos **de materiales metálicos**.

La distancia de campo de detección es corta, del **orden de mm a cm**. Su morfología puede variar, pero normalmente son muy similares entre sí de material metálico o plástico con o sin rosca y cuerpo roscado para facilitar su instalación. Físicamente son muy similares a los capacitivos debiendo asegurar su tipo con las referencias del proveedor



- **Capacitivos:** son detectores que son capaces de **detectar tanto materiales metálicos como no metálicos**, muy utilizados para detectar materiales sólido o líquidos, envases etc.

Su morfología es muy similar a los inductivos y sus rangos de detección igualmente reducidos.

- **Simbología:**

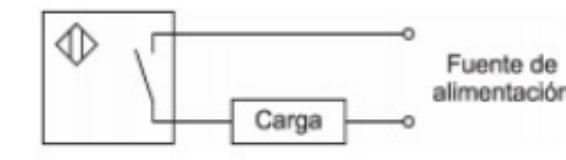
Elemento	Símbolo	
Símbolo genérico	-B	
Sensor de proximidad inductivo	-B	
	-B	
Sensor de proximidad capacitivo	-B	
	-B	



- Conexionado de los sensores capacitivos e inductivos.

Para realizar el conexionado de los sensores tanto capacitivos como inductivos, hay que atender al **número de hilos** que tienen. Normalmente tenemos sensores de dos y tres hilos, aunque existe la posibilidad de encontrarlos de 4 o 5 hilos.

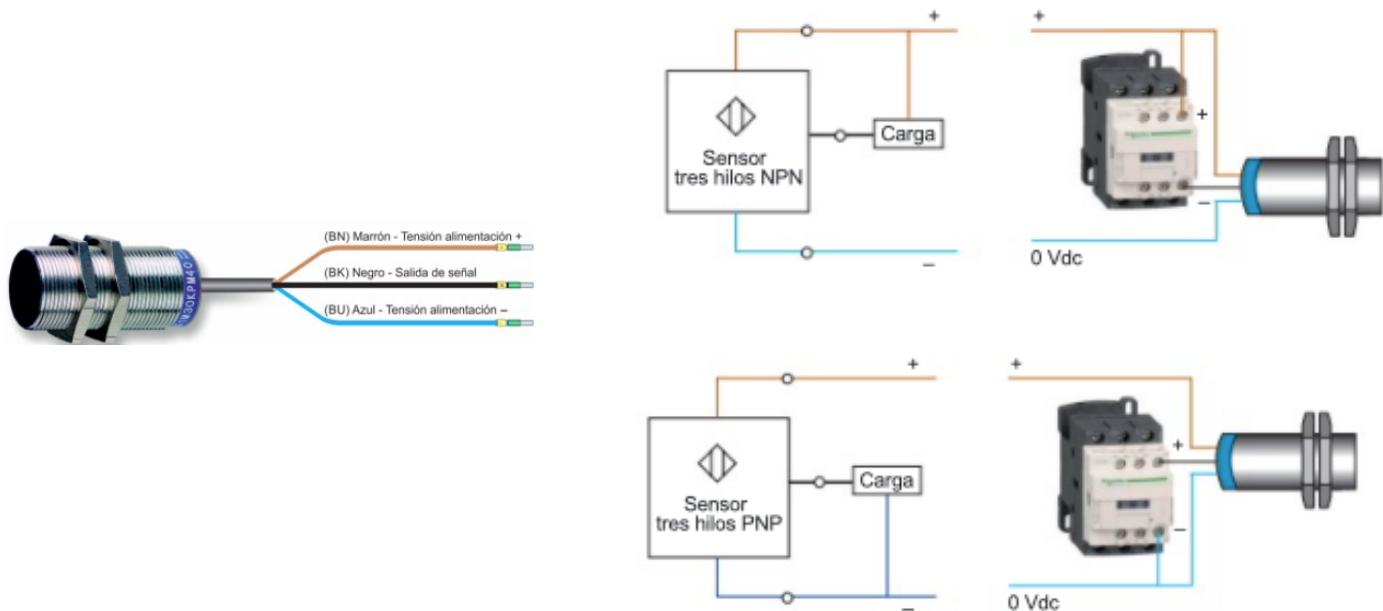
- Conexionado de 2 hilos: se conecta en serie con la carga, en corriente tanto alterna como continua dependiendo del modelo



- Conexionado de 3 hilos: disponen de 3 hilos de los cuales dos de ellos se conectan a la fuente de alimentación (+-) y otro a la señal de salida que se conecta a la carga (normalmente la bobina de un relé).

Existen dos tipos de sensores a tres hilos, los PNP y NPN.

Los PNP (salida a valor positivo) la carga se conecta a la salida del sensor y al negativo, mientras que en el NPN (salida a valor negativo) la carga se conecta a la salida del sensor y al positivo.



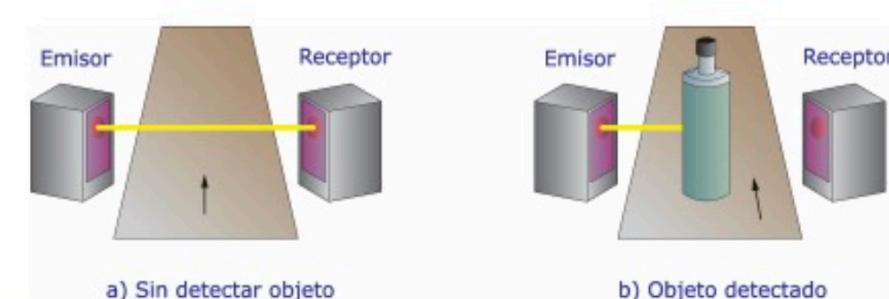
8.2. Detectores ópticos

Los detectores ópticos basan su funcionamiento en la emisión y posterior recepción de un haz de luz.

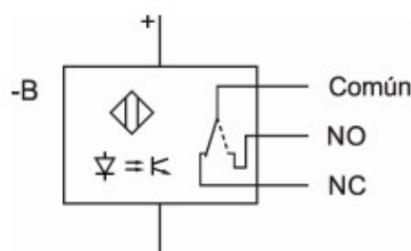
El sistema básico consiste en crear una barrera de luz, es decir un elemento llamado **emisor** es el encargado de generar y emitir un rayo de luz, y otro elemento, llamado **receptor**, es el encargado de recibir ese rayo de luz, creando entre ambos elementos una barrera. Hay diferentes morfologías dependiendo del modelo, fabricante o necesidad.



Existe dos formas de detectar, por bloqueo de haz y por retorno de haz, que se pueden encontrar en varios tipos: de barrera, (emisor receptor), réflex (utilizan un espejo), o de proximidad, (detecta contra el objeto). En el ejemplo un detector fotoeléctrico de bloqueo de haz por barrera



El conexionado principalmente es a **tres hilos o cinco hilos**, dos de alimentación y tres para la salida de tipo conmutado. En el ejemplo un sensor a cinco hilos.





En cuanto a su **simbología**, son elementos que se representan con la **letra B** y se representan tal y como se indica en la siguiente tabla:

Elemento	Símbolo	
Sensor fotoeléctrico (de barrera)	-B	
Sensor fotoeléctrico (emisor y receptor)	-B	
Sensor fotoeléctrico (réflex)	-B	
Sensor fotoeléctrico (de proximidad)	-B	

9. OTROS SENSORES

Existen multitud de sensores utilizados en la automatización industrial con una gran variedad de usos dependiendo de las variables que queramos medir, tanto de manera analógica como digital. Por ello en este punto vamos a ver algunos, pero teniendo claro que existen muchos más.

9.1. Sensores por ultrasonidos.

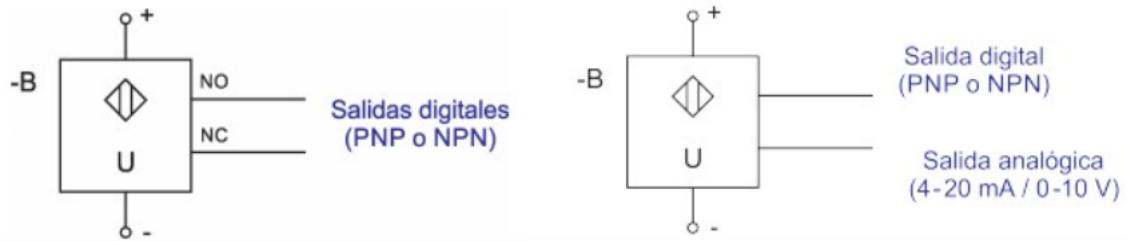
Detectores que son capaces de detectar un objeto situado dentro de un campo de actuación por medio de emisión y recepción de ondas ultrasónicas, que, por lo tanto, no existe contacto físico.

Su emisión-recepción es muy similar a la de los sensores fotoeléctricos, así como su morfología y conexionado.



Este tipo de sensores puede presentar sus datos de salida de forma analógica o digital.

Su **simbología** se representa idéntica para los sensores digitales y analógicos.



9.2. Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura, son elementos capaces de transformar una señal física de temperatura en una señal eléctrica.

Existen diferentes dispositivos para la medición eléctrica, termorresistencias, termopares, etc.

Se pueden encontrar analógicos o digitales. Si al llegar a una temperatura se abre o cierra será digital. Si miden la temperatura en todo momento serán analógicos.



En cuanto a su **simbología**, encontramos diferentes símbolos para diferentes sensores:

Elemento	Símbolo		
Termistor (PTC y NTC)	PTC +θ	NTC -θ	
Termopar	-B -	-B -	
RTD (Pt 100, a 2, 3 y 4 hilos)	Pt 100	Pt 100	Pt 100
Termostato (NO, NC y NO+NC)	-B θ -	-B θ -	-B θ -
Sensor de temperatura	θ		

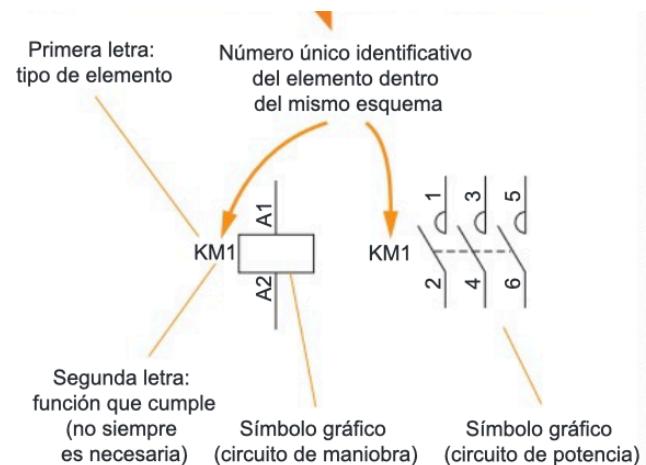


10. RESUMEN MARCACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

Como ya sabes, la simbología electrotécnica está normalizada. Destacan las normas IEC 61346, IEC 1082 e IEC 60445 y sus diversas transposiciones.

De manera general, el marcado se hace con un sistema alfanumérico que pretende facilitar la comprensión del funcionamiento de los equipos.

- La primera letra indica el tipo de elemento o mecanismo
- La segunda letra, solo cuando proceda, la función que cumple dentro del esquema.
- Las letras además van acompañadas de un número que permite diferenciar los dispositivos cuya función es similar.



La siguiente tabla recoge el significado específico del marcado dependiendo del tipo de equipo o material.

Referencia	Ejemplos de materiales
A	Conjuntos, subconjuntos funcionales
B	Transductores de una magnitud eléctrica en una magnitud eléctrica
C	Condensadores
D	Operadores binarios, dispositivos de temporización, de puesta en memoria
E	Materiales varios
F	Dispositivos de protección
G	Dispositivos de alimentación
H	Dispositivos de señalización
K	Relés de automatismo y contactores
KA	Relés y contactores auxiliares
KM	Contactores de potencia
L	Inductancias



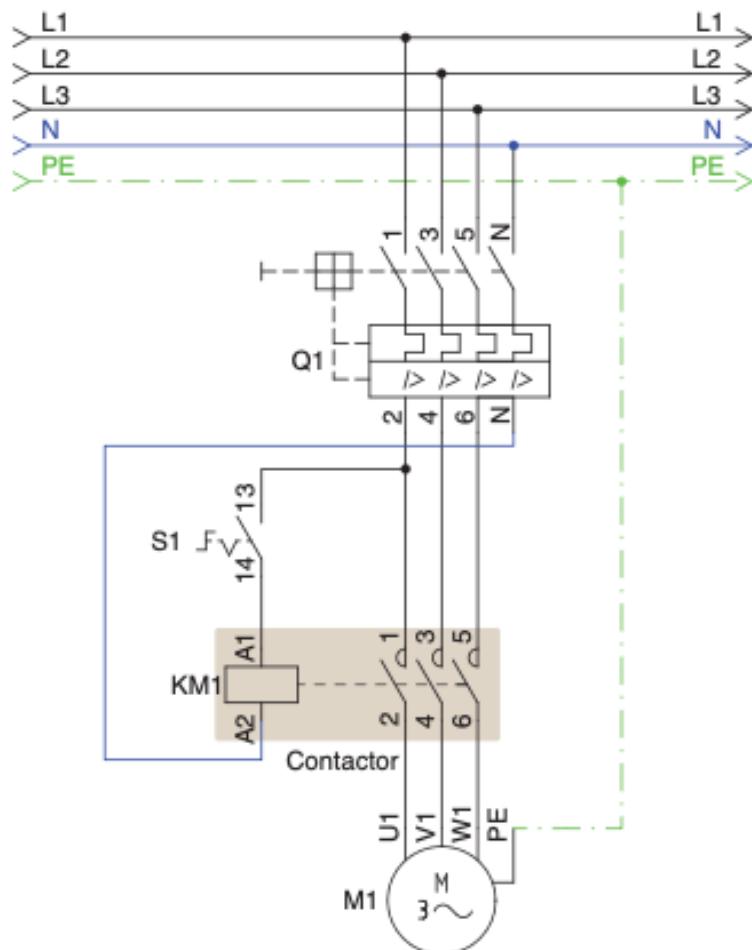
M	Motores	Motores eléctricos
N	Subconjuntos (no de serie)	Poner un guion para que la celda no quede vacía
P	Instrumentos de medida y de prueba	Aparato indicador, aparato grabador, contador, conmutador horario
Q	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia	Disyuntor, seccionador
R	Resistencias	Resistencia regulable, potenciómetro, reostato, shunt, termistancia
S	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de control	Auxiliar manual de control, pulsador, interruptor de posición, conmutador
T	Transformadores	Transformador de tensión, transformador de corriente
U	Moduladores, convertidores	Discriminador, demodulador, convertidor de frecuencia, codificador, convertidor-rectificador, ondulador autónomo
V	Tubos electrónicos, semiconductores	Tubo de vacío, tubo de gas, tubo de descarga, lámpara de descarga, diodo, transistor, tiristor, rectificador
W	Vías de transmisión, guías de ondas, antenas	Tirante (conductor de reenvío), cable, juego de barras
X	Bornas, clavijas, zócalos	Clavija y toma de conexión, clips, clavija de prueba, tablilla de bornas, salida de soldadura
Y	Aparatos mecánicos accionados eléctricamente	Freno, embrague, electroválvula neumática, electroimán
Z	Cargas correctivas, transformadores diferenciales, filtros correctores, limitadores	Equilibrador, corrector, filtro

11. REPRESENTACIÓN DE ESQUEMAS

En el punto anterior se han visto los diferentes elementos utilizados en los automatismos industriales, como son los contactores, relés, elementos de mando como pulsadores etc.

Estos elementos normalizados se representan en esquemas multifilares o unifilares, siendo los multifilares los más empleados en automatismos debido a la cantidad de elementos a conectar, pues facilitan su interpretación.

En estos esquemas se representa tanto el **circuito de potencia** (por ejemplo, para arrancar un motor trifásico), **como el de mando** (para la alimentación de la bobina de un contactor mediante diferentes tipos de sensores). Estos dos circuitos se pueden representar en un solo conjunto, en el mismo esquema, a esta representación se le denomina **esquema de conjunto**, como en la figura:



El uso de este tipo de esquemas está, **solamente justificado para esquemas muy sencillos**, pudiendo decir que **no se usan**, si no que se separan en **circuito de fuerza y circuito de mando**.

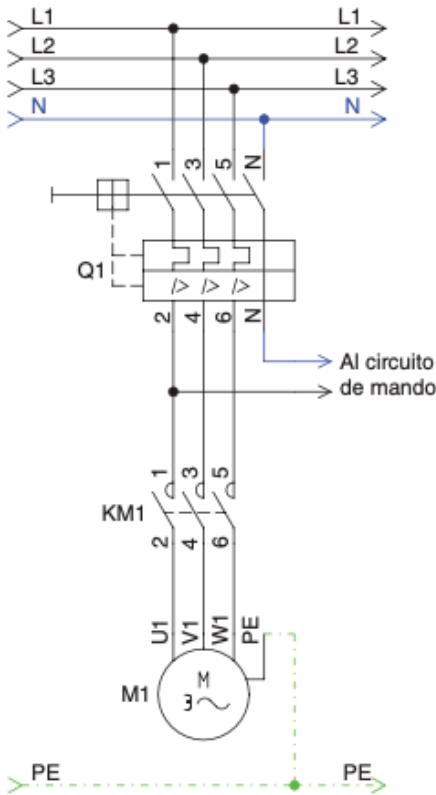
12. EL CIRCUITO DE FUERZA Y DE MANDO.

En la industria, los automatismos cableados pueden ser realmente complejos, y por consiguiente sus esquemas. Si estos se realizan en conjunto, el/la técnico de montaje y mantenimiento se verá en verdaderas dificultades.

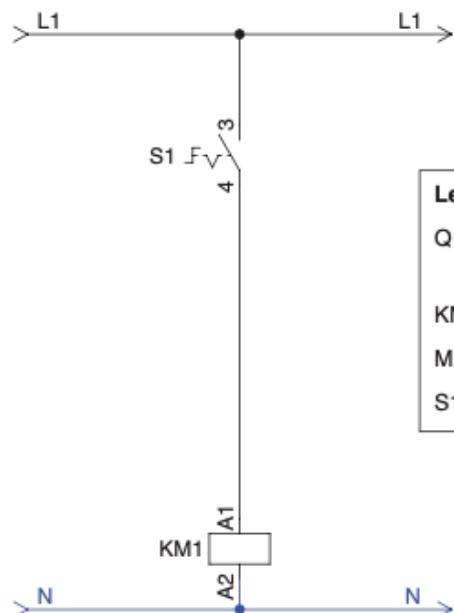
Por este motivo, se hace necesario separar gráficamente el circuito de potencia del circuito de mando o control.

El **esquema de potencia o fuerza**, representa la parte del circuito que alimenta el receptor o receptores de potencia.

El **esquema de mando**, representa, **entre la fase de alimentación**, la combinación lógica de los contactos de los elementos utilizados (contactores, temporizadores, sensores etc.)



Esquema de fuerza



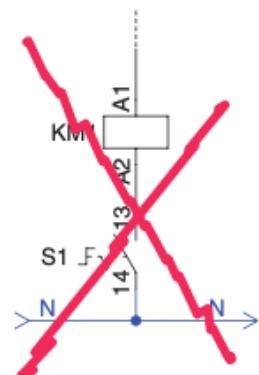
Esquema de mando

Leyenda:

- Q1: interruptor magnetotérmico tetrapolar
- KM1: contactor
- M1: motor
- S1: interruptor monopolar

En el esquema de fuerza los **interruptores y protecciones de corte general se representan en la parte superior**, próximos a la línea de red de alimentación. **Los receptores o motores en la parte inferior, y entre ambos los contactores de potencia**.

En la práctica, el circuito de fuerza se realiza con **cable de mayor sección que el de mando**, ya que debe estar calculado para soportar el paso de corriente del receptor de potencia, en este caso un motor. Sin embargo, **el cableado de mando se realiza con cable de menor sección, 1,5mm de**



color rojo, ya que el consumo de las bobinas no es muy elevado.

NOTA:

Aunque eléctricamente podría funcionar, conectar contactos debajo del borne A2 de la bobina del contactor, **GRÁFICAMENTE NO SE PUEDE HACER.**

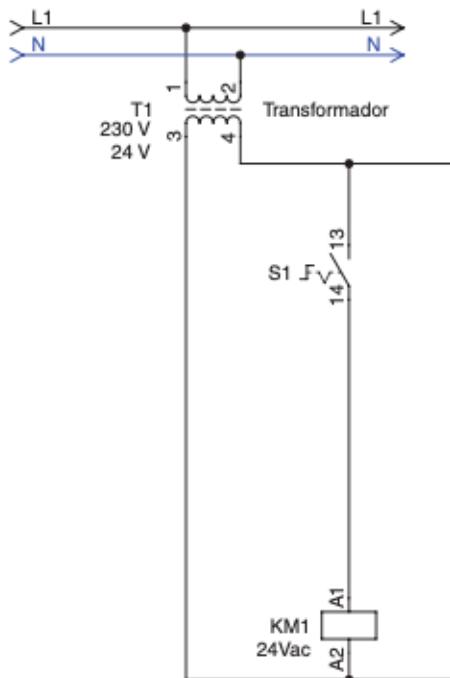
Todas las bobinas deben estar representadas con sus bornes A2 conectados a la fase inferior, en este caso el neutro.

12.1. Círculo de mando a tensiones reducidas.

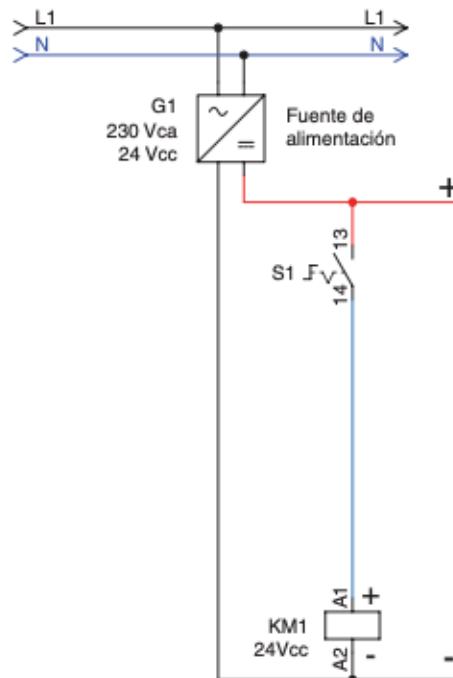
En el esquema anterior, la tensión de alimentación del circuito de fuerza es de 400V. sin embargo, el circuito de mando trabaja a 230V. por este motivo se conecta entre fase y neutro.

Existen contactores, que, si bien pueden controlar la carga de potencia para tensiones de 230 o 400V, sus bobinas están diseñadas, por seguridad, para trabajar a tensiones reducidas de 24 o 48V., en corriente alterna o continua.

En estas ocasiones el circuito de mando debe estar conectado a un transformador reductor de tensión en el primer caso o una fuente de alimentación en el segundo caso, tal y como se muestra en los siguientes esquemas.



↑ Figura 6.12. Mando a 24 V de corriente alterna.



↑ Figura 6.13. Mando a 24 V de corriente continua.