

## El Contactor.

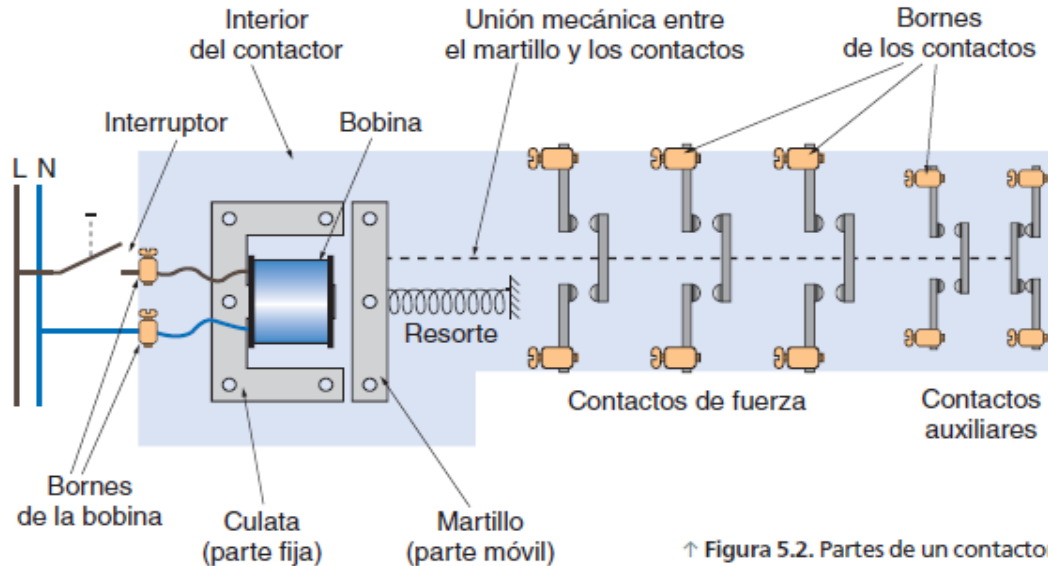
El contactor es un dispositivo electromagnético, que puede ser controlado a distancia **para cerrar o abrir circuitos de potencia**. Una de las principales aplicaciones del contactor se realiza en el control de los circuitos de alimentación de todo tipo de motores eléctricos, pero se utiliza para alimentar otros tipos de receptores, como sistemas de resistencias, líneas de luminarias, etc.

En el mercado existen contactores con diferentes formas y tamaños, cuyo uso depende del tipo de circuito a controlar y la ubicación del mismo, pero debes saber que la conexión de todos los contactores es prácticamente la misma.



### Partes del Contactor

El contactor dispone de las siguientes partes: bobina, circuito magnético y contactos eléctricos.



↑ Figura 5.2. Partes de un contactor.

### Bobina

Es el órgano del contactor que puede ser controlado a distancia cuando se aplica tensión a sus bornes. Está formada por hilo esmaltado de pequeño diámetro y muchas espiras, bobinado sobre un pequeño carrete de material aislante. Los dos bornes de la bobina, están etiquetados como A1 y A2. Se fabrican bobinas para diferentes tensiones de trabajo (12V, 24V, 48V, 230V, etc.), tanto para corriente alterna como para corriente continua.

Es importante que compruebes la tensión y el tipo de corriente de la bobina antes de conectarla a la red eléctrica, ya que de otra forma se destruirá de forma irremediable.



Bobina de un contactor.

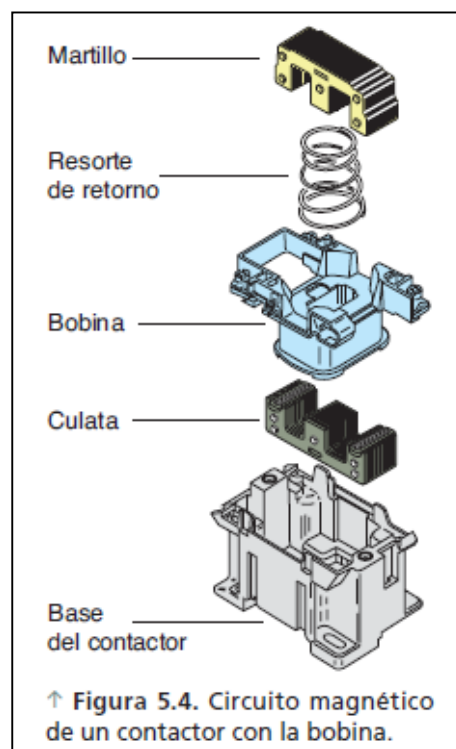
### Circuito magnético

Consta de dos partes, la **culata** y el **martillo**. La culata es la parte fija y en ella se aloja la bobina del contactor. El martillo es la parte móvil. Ambas partes se mantienen separadas en reposo debido a un dispositivo de resorte que tira de la parte móvil. Cuando la bobina se alimenta con la tensión adecuada, la culata se imanta atrayendo al martillo hacia ella.

Habitualmente el circuito magnético no se ve desde el exterior, pero todos los contactores disponen de un elemento de indicación mecánica, que se hunde o cambia de posición, permitiendo conocer si está activado o no.

### Contactos eléctricos

Están unidos mecánicamente a la parte móvil del circuito magnético. De esta forma, cuando el martillo se desplaza, también lo hacen los contactos, abriendo los que están cerrados y cerrando los que están abiertos.

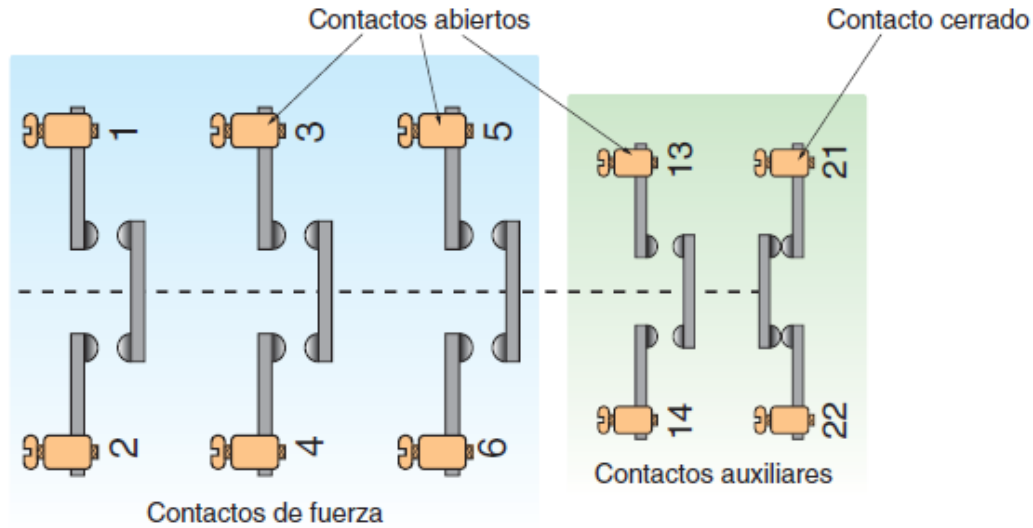


En general, se pueden encontrar dos tipos de contactos en un contactor: los de fuerza y los de mando, también llamados auxiliares. Los de **fuerza** están preparados para un mayor poder de corte y se encargan de controlar las cargas de potencia (por ejemplo, un motor eléctrico, un conjunto de radiadores eléctricos, etc.). Los de **mando** se utilizan para tareas auxiliares y de control. Desde el exterior del contactor, unos contactos se identifican de otros, ya que los bornes de los de fuerza están etiquetados con números de una sola cifra (1 – 2, 3 – 4, 5 – 6) y son normalmente abiertos. Los de mando tienen números de dos cifras (13 – 14, 21 - 22) y pueden ser abiertos o cerrados.

De los auxiliares, los que termina en 3 –4 son abiertos en reposo y los que terminan en 1 – 2 son cerrados. El número que va delante de ellos, es el número de orden (primero, segundo, tercero, etc.) que hace el contacto auxiliar en el contactor. A la mayoría de los contactores modernos se

les pueden añadir contactos auxiliares mediante cámaras acoplables. Estas se fijan por un sistema de conexión rápida, al cuerpo principal.

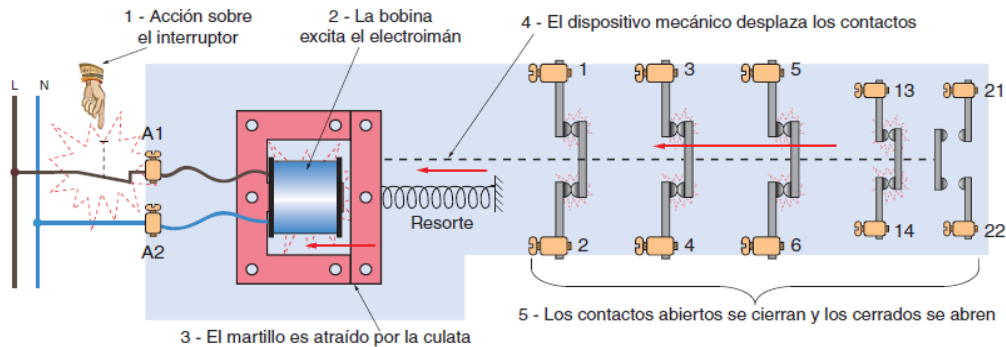
Las cámaras pueden tener diferentes tipos de contactos, pero los más habituales son los contactos abiertos, cerrados y temporizados.



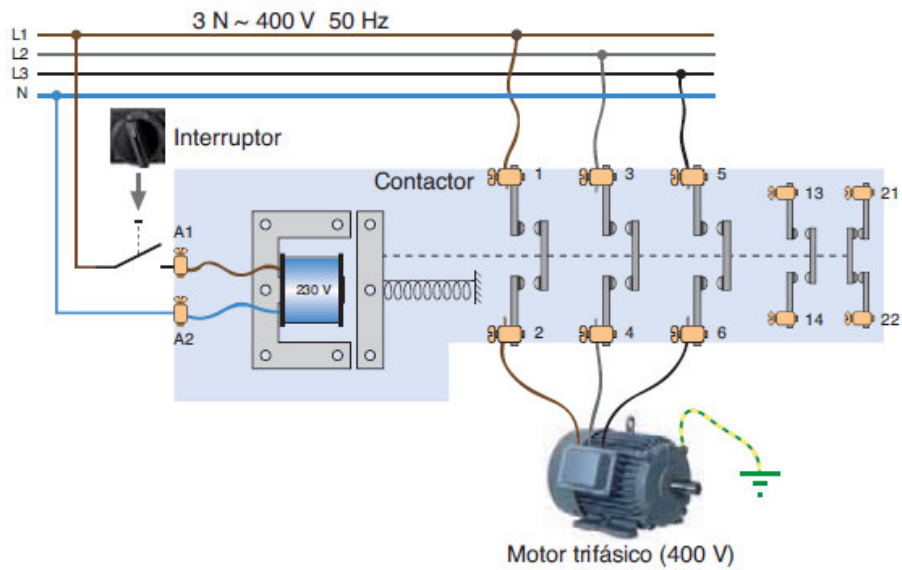
↑ Figura 5.5. Tipos de contactos de un contactor.

### Funcionamiento del Contactor.

Si conectas una bobina a la red eléctrica a través de un interruptor, como se muestra en la figura 5.9, observarás que cuando el interruptor está abierto, el circuito magnético se encuentra inactivo y el martillo se mantiene separado de la culata por el resorte. En esta situación, los contactos eléctricos, tanto los de fuerza como los auxiliares, se encuentran en su posición de reposo. Es decir, abiertos los abiertos y cerrados los cerrados. Si se cierra el interruptor conectado al borne A1 de la bobina, la bobina se excita y el circuito magnético se cierra, moviendo con él todos los contactos del contactor. En esta situación los contactos abiertos se cierran y los cerrados se abren. Si el interruptor vuelve a la posición de abierto, la bobina dejará de excitarse, abriéndose el circuito magnético mediante el resorte y por tanto, llevando a la posición de reposo los contactos del contactor.



De esta forma, si un motor trifásico se alimenta a través de los contactos de fuerza de un contactor, se puede parar y poner en marcha con un simple interruptor monopolar de escaso poder de corte.

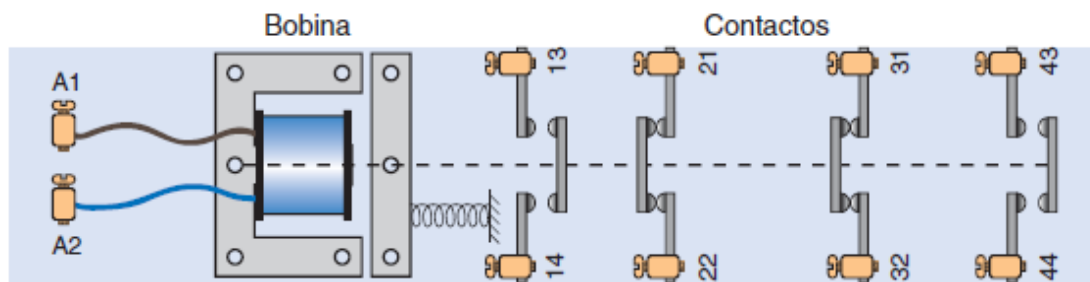


### Contactores auxiliares o de mando

Se denominan contactores auxiliares o de mando a aquellos que no disponen de contactos de potencia.

Pueden tener el mismo aspecto físico que los contactores de potencia, pero con la diferencia de estar dotados solamente con un conjunto de contactos auxiliares abiertos y/o cerrados.





Se utilizan en los circuitos de automatismos para operaciones de maniobra. Una forma sencilla de diferenciar un contactor auxiliar de uno de potencia, es observar que todos sus contactos están identificados con números dobles (13-14, 21, 22, 31-32, etc.).



↑ Figura 5.12. Partes de un contactor o relé auxiliar.

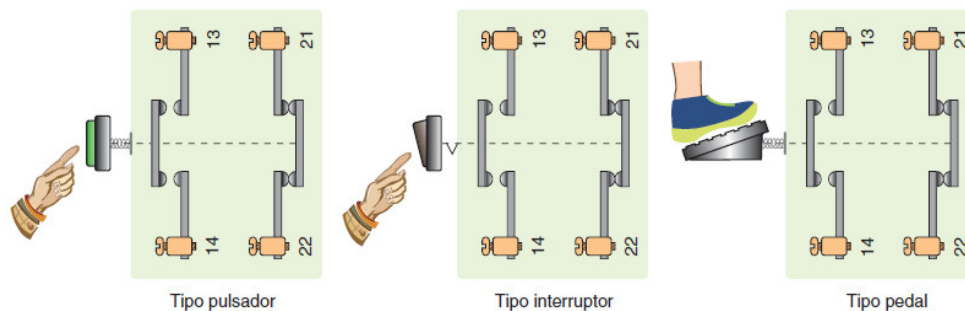
## Simbología.

Los símbolos gráficos para representar los elementos de un contactor o relé industrial son los siguientes:

Elemento	Símbolo	Identificador
Bobina		K
Contactos fuerza		K
Contacto auxiliar normalmente abierto		K
Contacto auxiliar normalmente cerrado		K

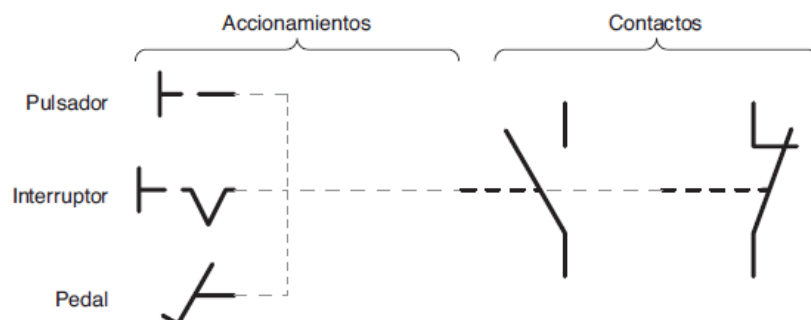
## Elementos de mando y señalización.

Los contactores y relés son los elementos por excelencia de los automatismos eléctricos cableados, sin embargo, cualquier sistema que se precie llamar automático debe disponer de sensores para captar las señales y receptores sobre los que actuar.



↑ Figura 5.14. Tipos de sensores electromecánicos.

La simbología gráfica utilizada para representar este tipo de captadores en los esquemas está basada en los contactos (abiertos y/o cerrados) y el sistema de accionamiento. Así, en una parte del símbolo se representa el contacto, o contactos, y en otra, unido mediante una línea discontinua, el accionamiento.



## Interrupedores



Figura 5.16. Diferentes tipos de accionamientos manuales para la misma cámara de contactos (SIEMENS AG).

Son de accionamiento manual y tienen dos posiciones. El cambio de una a otra se realiza actuando sobre el elemento de mando, que puede ser una palanca, un balancín, una manilla rotativa, etc.

Todos los interruptores disponen de un sistema de enclavamiento mecánico, que permite mantenerlos en una posición hasta que se interviene de nuevo sobre el elemento de mando.

Estos son algunos símbolos para representar los diferentes tipos de interruptores:

Elemento	Símbolo	Identificador
Interruptor rotativo de un solo contacto		S
Interruptor rotativo de doble cámara de contactos (uno abierto y otro cerrado)		S
Interruptor tipo pulsador de un solo contacto		S
Interruptor de llave de contacto normalmente cerrado		S

## Conmutadores.

Son de accionamiento manual y tienen dos o más posiciones. Permiten redireccionar la señal por diferentes ramas de circuito a través de un borne común.

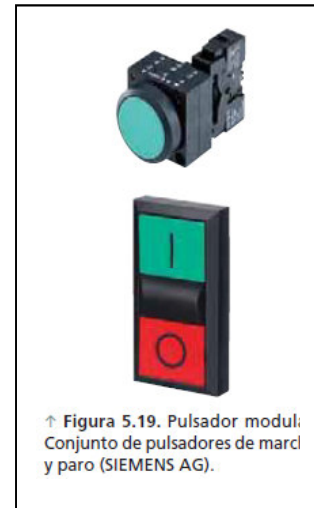
Elemento	Símbolo	Identificador
Conmutador rotativo de dos circuitos dos posiciones		S
Conmutador rotativo de dos circuitos tres posiciones		S

## Pulsadores

Son de accionamiento manual. Permiten abrir y/o cerrar circuitos cuando se ejerce presión sobre él. Sus contactos vuelven a la posición de reposo, mediante un resorte, cuando cesa la acción. Los botones de los pulsadores pueden ser de diferentes colores, pero hay que prestar especial atención al color verde que se utiliza para la puesta en marcha y al rojo que se utiliza para la parada.

### Simbología.

Elemento	Símbolo	Identificador
Pulsador con contacto normalmente abierto (pulsador de marcha)		S
Pulsador con contacto normalmente cerrado (pulsador de parada)		S
Pulsador de doble cámara con contacto abierto y contacto cerrado		S



## Pilotos y lámparas de cuadro.

Son dispositivos de señalización luminosa y disponen de un tamaño similar al de los pulsadores. Están diseñados para ser ubicados en puertas de cuadros o en bases de botoneras. Se pueden utilizar de diferentes colores, reservando el rojo para señalización de fallos y alarmas. El recambio de la lámpara se realiza de forma sencilla retirando el casquillo transparente de su frontal.



### Simbología.

Elemento	Símbolo	Identificador
Lámpara de señalización en general		H
Lámpara intermitente		H
Pulsador con señalización luminosa		S

## Los símbolos en los esquemas de control y comando

Los símbolos están normalizados y son utilizados por los técnicos eléctricos y automatistas de diferentes países. Esto permite que un esquema eléctrico sea un lenguaje global, entendible por personal cualificado de cualquier parte del mundo.

Un símbolo eléctrico consta de dos partes bien diferenciadas: la parte gráfica y la parte literal. En la primera se representa el aparato, de forma sencilla, con elementos gráficos (líneas, rectángulos, arcos, etc.). En la segunda se define, con letras y números, la función que define el tipo del aparato y el número de orden que hace en el esquema.



Figura 6.1. Partes de un símbolo eléctrico.

### Identificador con una sola letra.

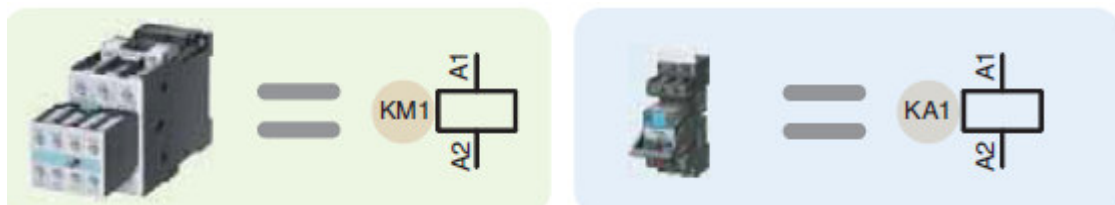
En el caso del ejemplo se representa un interruptor (S), que ocupa el cuarto (4) lugar en el esquema y que consta de dos bornes (13-14). En este caso, posiblemente, en el mismo esquema estarán representados al menos otros tres interruptores identificados como S1, S2 y S3.

Esta forma, con una letra y un número, es la más sencilla para identificar elementos en un esquema.

### Identificador con una segunda letra.

Solamente se utiliza en aquellos casos que se desea indicar la función general que desempeña el aparato en el esquema.

Se utiliza para identificar dispositivos en el mismo circuito que disponen de una función de tipo de aparato similar, sin embargo su función general es diferente.



En el caso de la figura anterior, los dos aparatos hacen la función de relé (K), sin embargo el de la izquierda es un contactor de potencia (KM) y el de la derecha un relé auxiliar (KA).



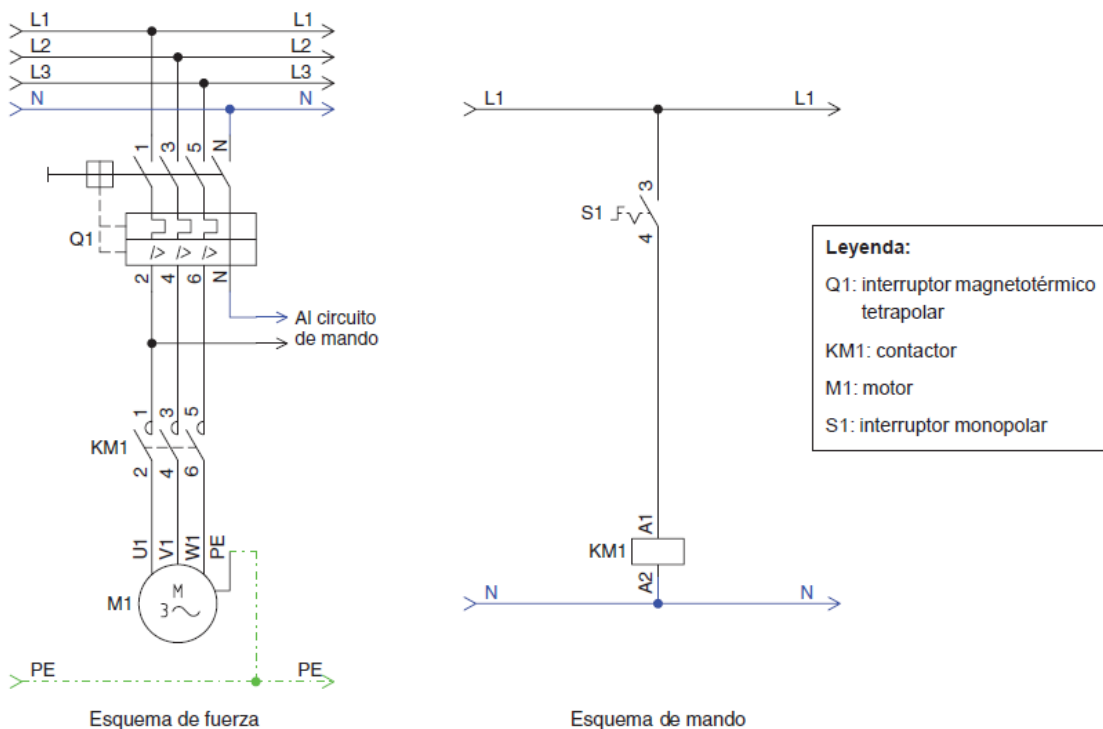
## Esquemas de fuerza y mando.

En la industria, los automatismos cableados pueden ser realmente complejos y por tanto, también sus esquemas. Si estos se realizaran por la representación conjunta, el técnico de montaje y de mantenimiento tendría verdaderas dificultades para entenderlos.

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

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

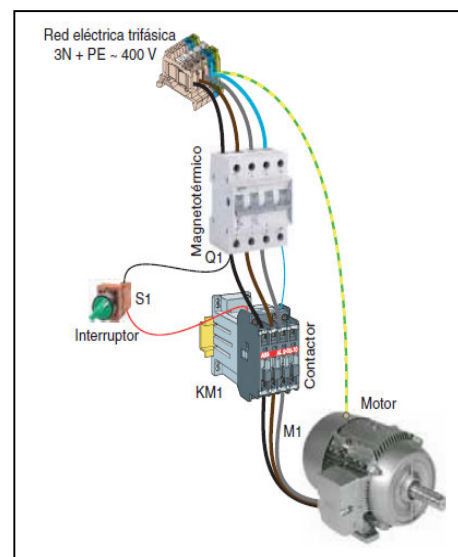
El **esquema de mando** representa, entre las dos fases de alimentación, la combinación lógica de los contactos de los sensores utilizados para gobernar las bobinas de los diferentes órganos de control, como contactores, temporizadores, relés auxiliares, etc.



↑ Figura 6.6. Esquema de fuerza y mando representación separada.

En el esquema de fuerza los interruptores y protecciones de corte general se representan en la parte superior, próximos a las líneas de la 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 el motor. Sin embargo, el cableado de mando se realiza con cable de menor sección (1,5 mm<sup>2</sup> de color rojo), ya que el consumo de las bobinas no es muy elevado.



## Señalización del estado de los contactores.

En muchas ocasiones es necesario señalar el estado de un contactor. Esto permite al operario detectar, de un simple vistazo si una máquina, está en funcionamiento o no.

Este tipo de señalización se puede realizar de varias maneras, pero la más sencilla se hace mediante pilotos, ubicados en las puertas de los cuadros eléctricos, o balizas luminosas.

Las lámparas de señalización se conectan en paralelo con las bobinas de los contactores o relés de los que se desea saber su estado de funcionamiento.

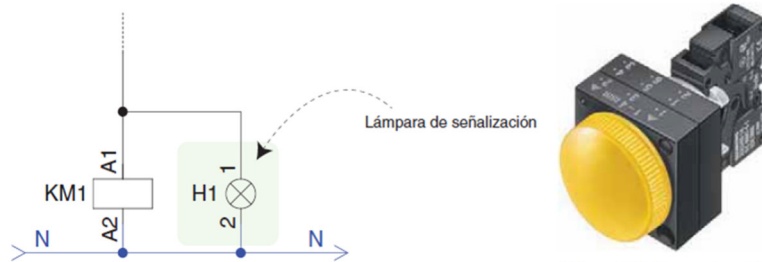


Figura 6.15. Conexión de lámpara de señalización en paralelo a bobina de un contactor.

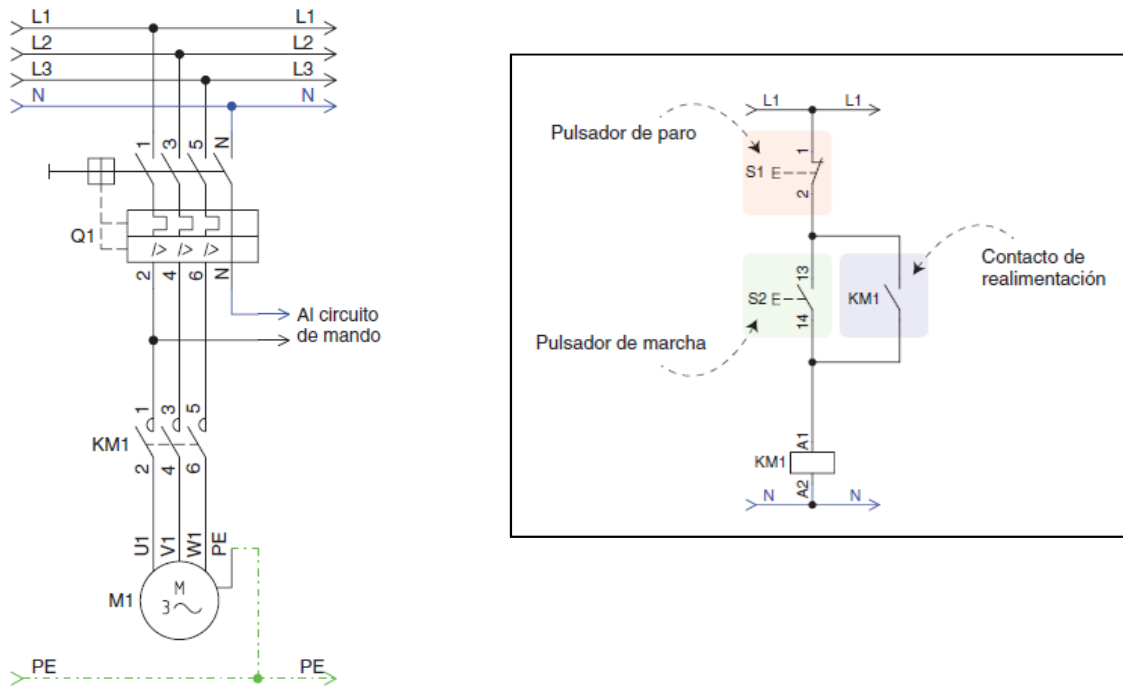
Figura 6.14. Lámpara de señalización para cuadro eléctrico (SIE-...)

## Circuito Partir Parar.

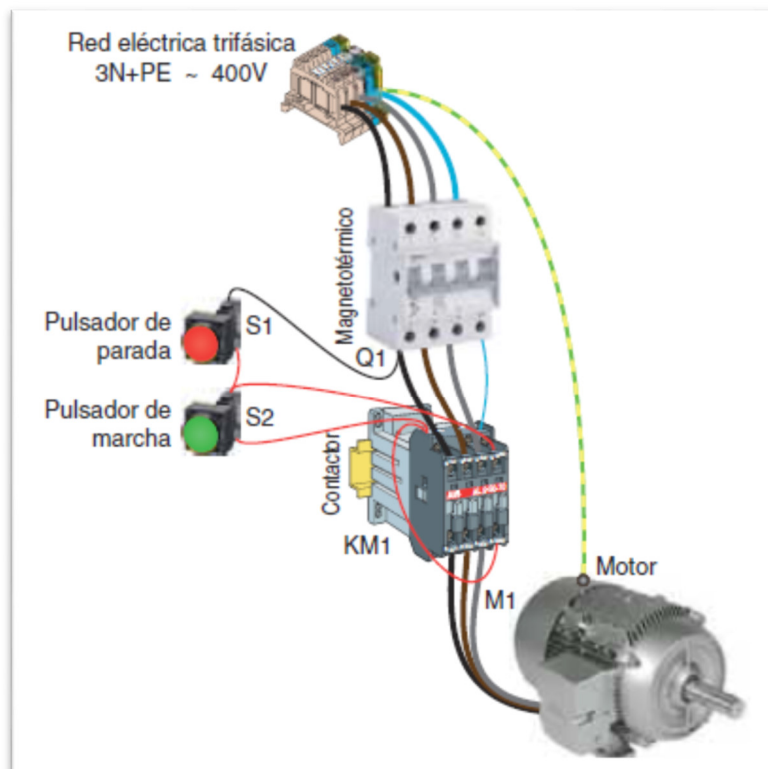
El circuito visto hasta ahora, basado en el mando con interruptor monopolar, para el arranque de motores, tiene un gran inconveniente de seguridad. Si estando la máquina funcionando, se produce un corte de la alimentación de la red eléctrica, cuando esta se repone nuevamente, el motor arrancará de inmediato sin ningún control para operario y si el motor está instalado en una máquina peligrosa (por ejemplo, una sierra eléctrica), este arranque inesperado puede ser sumamente peligroso. Por este motivo, lo habitual para el arranque de motores es utilizar botoneras con pulsadores de marcha y paro. Si en el circuito de mando anterior, sustituyes el interruptor por un pulsador (S2), apreciarás que el motor solamente está en marcha cuando se mantiene la acción sobre él. Para que el motor siga funcionando una vez cesada la acción sobre el pulsador, es necesario poner un contacto del propio contactor en paralelo con el pulsador, esta conexión es lo que se denomina **realimentación**. En esta situación, solamente se puede desactivar el circuito si se corta la alimentación de la bobina. Por tanto, para realizar esto, se debe colocar un pulsador normalmente cerrado (S1) en serie al conjunto en paralelo. Así, cada vez que se acciona este **pulsador de parada**, se interrumpe la alimentación de la bobina, el contacto de realimentación se abre y de esta manera se desconecta el contactor parando el motor.

## Enclavamiento, circuito de mando y potencia.

Utilizando el esquema de fuerza y el de mando, el cableado del circuito para el arranque de un motor trifásico mediante pulsadores de marcha y paro es el siguiente:



## Diagrama de conexionado.



## El relé térmico.

El relé térmico es un dispositivo de protección utilizado en circuitos de automatismos, destinados al arranque de motores. Con él se **protege el motor contra sobrecargas y fallos debidos a la falta de una fase**. Por tanto, siempre que se realice un circuito para el arranque de un motor, es necesario utilizar un relé térmico.

El relé térmico se conecta al circuito de fuerza, mediante seis bornes destinados a tal fin, y al circuito de mando, mediante un conjunto de contactos auxiliares.

La parte de fuerza del relé térmico es la encargada de detectar la sobrecarga. Los contactos auxiliares se utilizan para la desconexión del circuito de mando del contactor que gestiona el motor y para señalar el disparo.

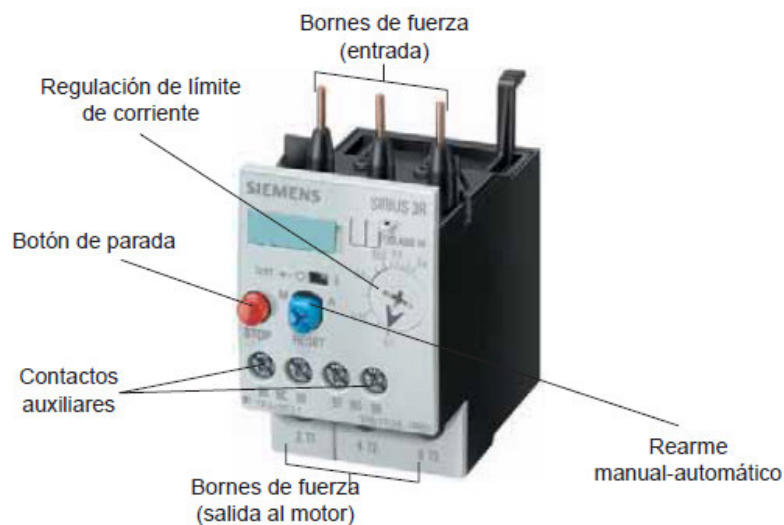


Figura 6.19. Partes del relé térmico (SIEMENS AG).

En los relés de baja potencia, los bornes de entrada se suelen presentar en forma de varillas o pletinas de cobre para insertar directamente en el contactor. Así, los símbolos utilizados para representar el relé térmico en ambos esquemas son los siguientes:

Elemento	Símbolo	Identificador
Relé térmico para circuito de fuerza		F
Contacto auxiliar de relé térmico NC		F
Contactos auxiliares NO y NC de relé térmico		F
Contacto auxiliar conmutado de relé térmico		F

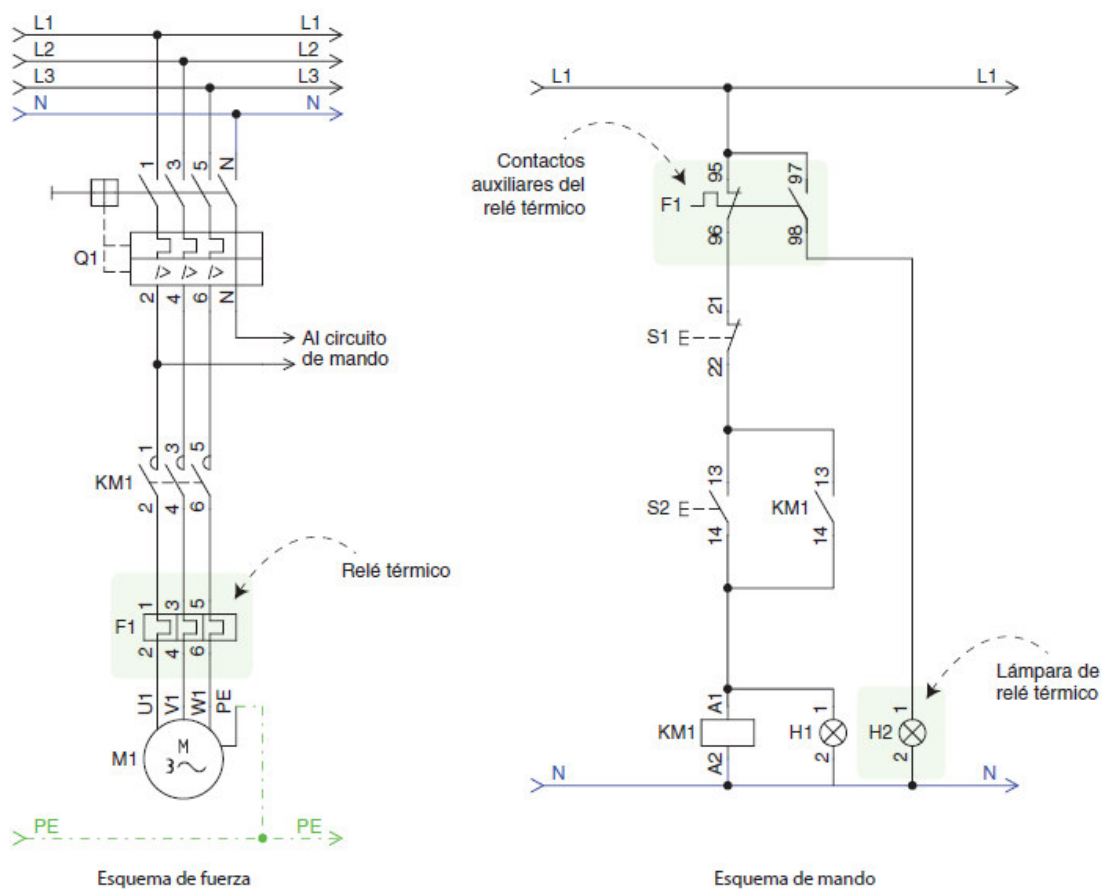
## El relé térmico en los esquemas de mando y fuerza.

La protección con el relé térmico, se representa en el esquema de fuerza entre el contactor y el motor. En el esquema de mando se representa lo más próximo a la fase representada en la parte superior y debajo del dispositivo de protección, si es que existe.

El contacto cerrado se pone en serie con el circuito que alimenta la bobina del contactor. El contacto abierto se conecta a un dispositivo de señalización (por ejemplo, una lámpara).

Si el relé térmico detecta sobrecarga o falta de una fase en el circuito de fuerza, el dispositivo de protección se dispara. En esta situación, el contacto auxiliar cerrado del relé térmico se abre, desconectando el circuito de alimentación de la bobina.

Si esto ocurre, el contactor KM1 abre sus contactos en el circuito de fuerza y el motor se detiene. En el mismo suceso, el contacto abierto del relé térmico se cierra, alimentando la lámpara de señalización (H2), que se enciende indicando que el relé térmico se ha disparado.



↑ Figura 6.21. Arranque de un motor trifásico con pulsadores de marcha y paro con protección por relé térmico.

## Inversor de Giro.

Para realizar la inversión del sentido de giro de un motor trifásico, se deben permutar dos de las fases que lo alimentan.

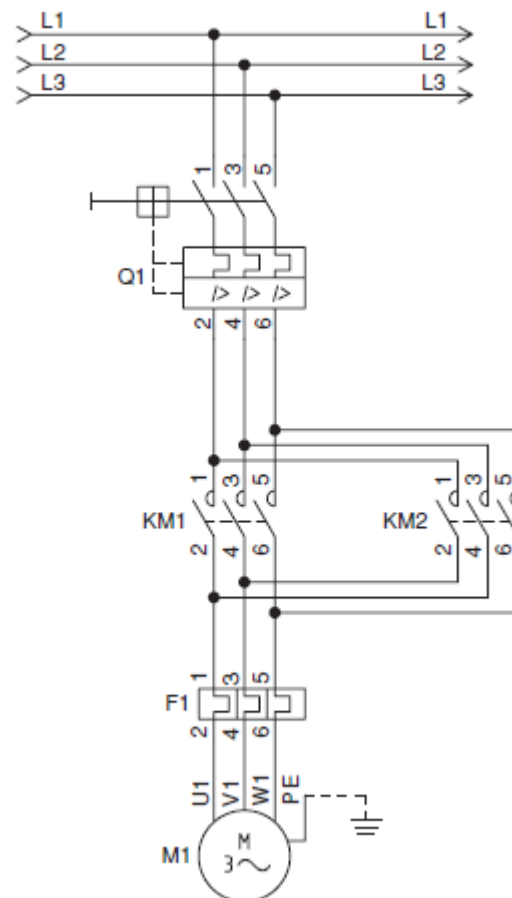


Esta maniobra, muy utilizada en ambiente industrial, se puede realizar con un conmutador trifásico inversor de potencia o a través de un automatismo basado en dos contactores. En este caso, en el circuito de fuerza, uno de los contactores aplica las fases en los bornes del motor con un orden determinado, por ejemplo: L1-L2 y L3, el otro hace lo mismo, pero permutando dos de ellas, por ejemplo, L2-L1-L3. Así, cuando la alimentación trifásica que llega al motor se recibe por un contactor, el motor gira en un sentido, y si lo hace por el otro, gira en sentido contrario.

Esquema de fuerza para la inversión del sentido de giro de un motor trifásico mediante contactores.

En ningún caso se pueden activar dos contactores a la vez, ya que se produciría un cortocircuito. Esto se puede evitar:

- Utilizando un conjunto de dos contactores que disponga de enclavamiento mecánico.
- Diseñando el circuito de mando de tal forma que si un contactor está activado, el otro no pueda hacerlo y viceversa.

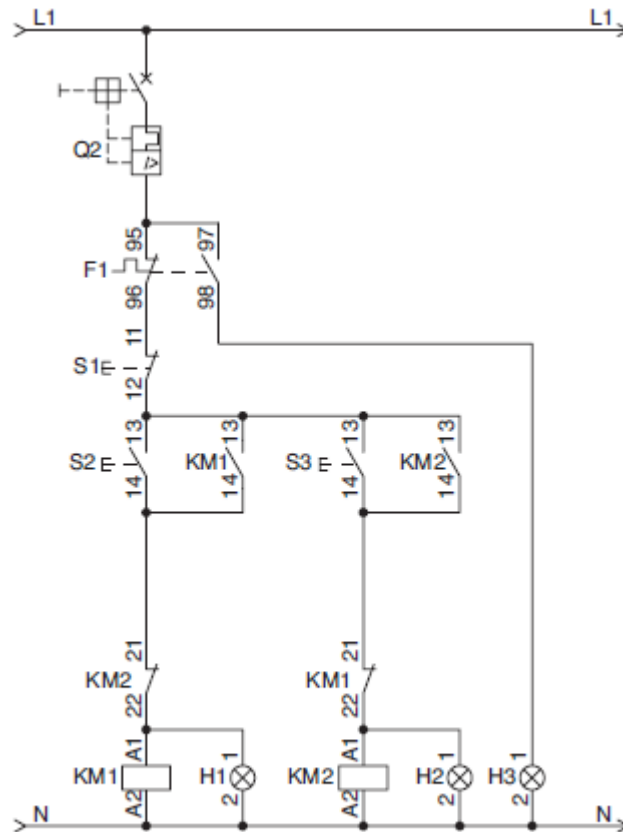


### Esquema de mando para la inversión del sentido de giro de un motor trifásico mediante contactores.

En este circuito se utilizan dos pulsadores de marcha, uno para cada sentido de giro, y un solo pulsador de parada. Cada vez que se acciona un pulsador de marcha, se activa el contactor correspondiente, realimentándose a través de un contacto propio normalmente abierto.

Como sistema de protección, es necesario el uso de enclavamiento eléctrico, para evitar que se active un contactor mientras esté en funcionamiento el otro.

En este circuito es necesario activar previamente el pulsador de paro (pasar por paro) para poder realizar la inversión del sentido de giro.



↑ **Figura 6.37.** Esquema de mando: inversión del sentido de giro mediante pulsadores pasando por paro.