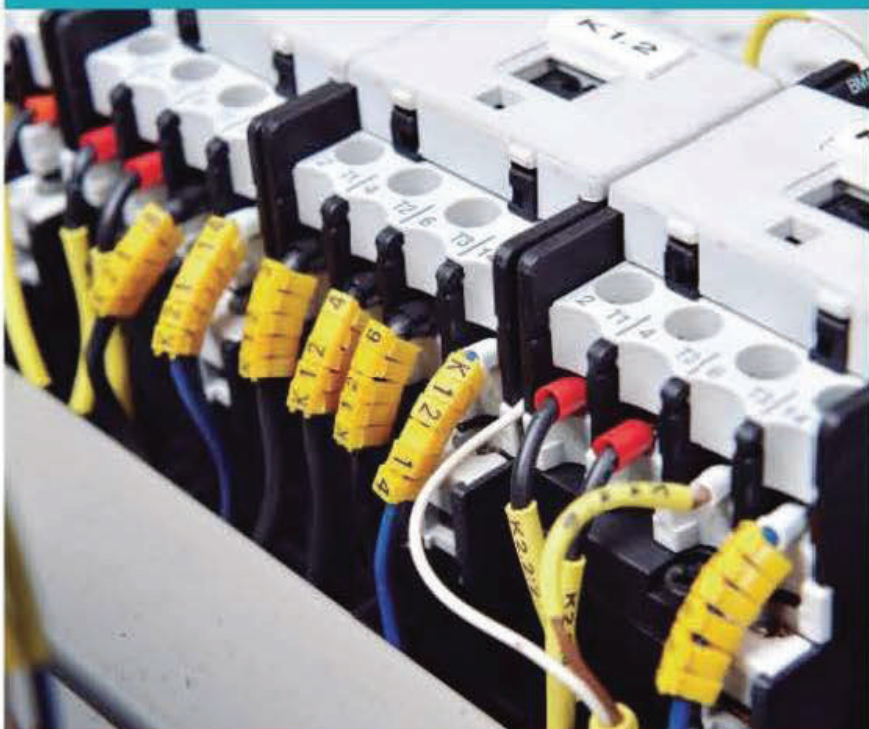


# Los elementos de conmutación: el relé y el contactor

# 3



En las instalaciones eléctricas, no todos los receptores están permanentemente conectados a la red eléctrica, por eso se necesita de algún elemento de conmutación que pueda conectar y desconectar a voluntad estos receptores. Esos elementos son los relés y los contactores, donde los contactores se encargan de los elementos de potencia mientras que los relés se emplean en tareas de mando y maniobra.

Para interactuar de forma manual con estos elementos de conmutación se emplean principalmente los pulsadores, de tal manera que accionando un pulsador se pueda dar la orden de conmutación a un contactor o relé. Aunque también existen muchos más dispositivos que se verán más adelante.

## Contenidos

- 3.1. El contactor
- 3.2. El relé
- 3.3. Elementos de mando
- 3.4. Operaciones con los contactos auxiliares
- Prácticas de taller

## Objetivos

- Comprender la finalidad de los elementos de conmutación.
- Saber cómo funcionan y cuáles son las características principales de los relés y contactores.
- Comprender y saber emplear las diferentes técnicas de uso de los contactores.
- Conocer los diferentes elementos de mando que se emplean en los circuitos de automatismos.
- Conocer y comparar las distintas firmas comerciales del sector.
- Adquirir destrezas en el uso y empleo de contactores y relés en el taller de prácticas.

## 3.1. El contactor

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

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 del contactor es el hecho de poder realizar estas maniobras a distancia. Es decir, el elemento de accionamiento no tiene por qué estar junto al contactor. De esta manera, es posible contar con recintos o centros de control mientras que los contactores estarán junto a la máquina.

El contactor es el elemento principal de todo circuito de automatismos eléctricos. Entendiendo automatismo como el circuito eléctrico que es capaz de conectar y desconectar una serie de receptores eléctricos en función de una serie de parámetros y condicionantes, por ejemplo el circuito que es capaz de poner en funcionamiento un motor eléctrico de una cinta transportadora en función de si se ha accionado un pulsador o sensor y según una serie de condiciones, como por ejemplo que se haya depositado una carga en la cinta.



Figura 3.1. Contactores de diversas gamas y fabricantes.

Los automatismos se clasifican en:

- Cableados. Las funciones lógicas se determinan mediante la conexión de cables eléctricos (hardware).
- Programables. Las funciones lógicas se determinan mediante un programa informático (software).

Pero en ambos casos, el elemento principal es el contactor.

Aunque todos los contactores funcionan de la misma manera, cada fabricante los diseña de diferente aspecto físico. Además, existe una amplia gama en función de sus condiciones de trabajo que dependerá del receptor eléctrico a controlar.

### 3.1.1. Constitución de un contactor

Un contactor está constituido por las siguientes partes:

- El circuito electromagnético.
- Contactos eléctricos principales o de fuerza.
- Contactos eléctricos auxiliares o de maniobra.

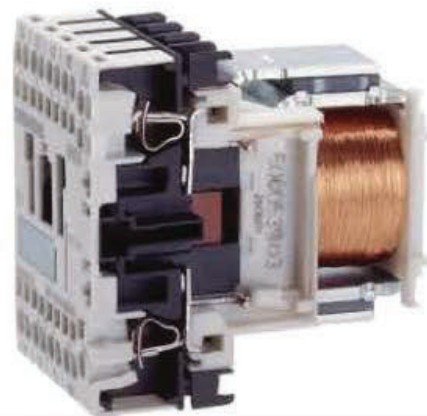


Figura 3.2. Vista interna de un contactor.

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 (llamada armadura) sobre una parte fija (llamada culata). Al cesar la corriente eléctrica, el campo magnético de la bobina desaparece y por medio de un muelle el conjunto vuelve a su posición inicial.

La bobina es un arrollamiento de cobre de una sección muy pequeña y con un gran número de espiras. Va colocada sobre la culata. La armadura tiene como función la de cerrar el circuito magnético.

Mediante el movimiento de la armadura sobre la culata se abren y se cierran una serie de contactos eléctricos.



Figura 3.3. Bobinas de contactores.

Todo el conjunto va protegido sobre una envolvente llamada carcasa que es de un material aislante y es la que le da el aspecto físico externo.

La bobina puede funcionar a diversas tensiones, tanto en corriente continua como en corriente alterna. Es por ello que este parámetro es importante a la hora de seleccionar un contactor.

Los contactos de la bobina se identifican por las letras A1 y A2.

Un contactor dispone de dos grupos de contactos eléctricos:

**Contactos eléctricos principales, de potencia o de 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 las altas corrientes eléctricas que requieren los receptores tales como los motores eléctricos, resistencias de calefacción, alumbrado, etc.

Estos pares de contactos se identifican con las letras: L1-T1, L2-T2, L3-T3 y L4-T4.

### RECUERDA

Se debe comprobar siempre que la tensión de la bobina corresponde con la tensión de funcionamiento del circuito. Si no es así, el contactor no funcionará o incluso se estropeará. Los fabricantes suelen indicar este valor sobre el mismo producto.



Figura 3.4. Contactos A1-A2 de la bobina.

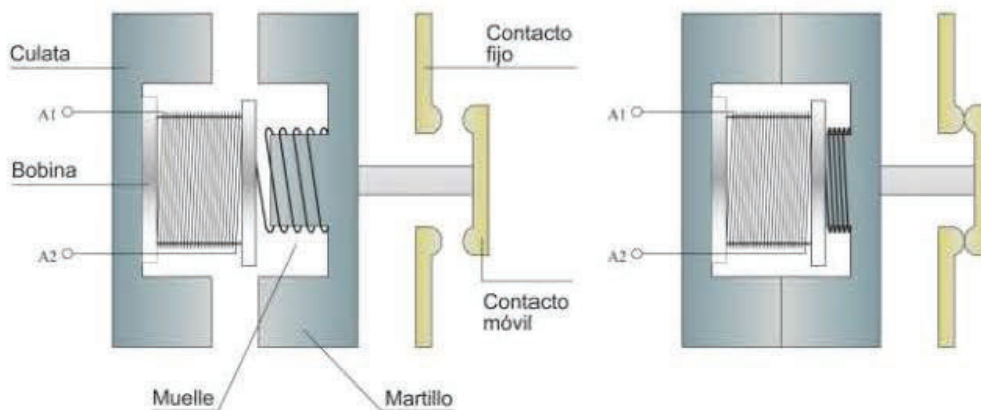


Figura 3.5. Partes internas de un contactor. Sin activar y activado.

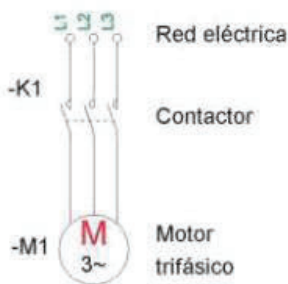


Figura 3.6. Conexión de un contactor con motor.

El número de contactos de potencia puede variar según modelos, encontrándose en el mercado de 2 polos (bipolares) de 3 polos (tripolares) y de 4 polos (tetrapolares)

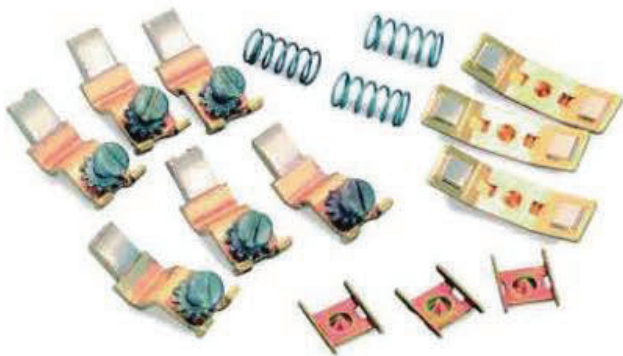


Figura 3.7. Kit de repuesto de contactos.



Figura 3.8. Contactor tetrapolar.



**RECUERDA**

En los contactos de potencia del contactor es donde se conecta el receptor eléctrico que se desea controlar a la red eléctrica.

**Contactos eléctricos auxiliares, de mando o de maniobra.** Estos contactos se emplean para poder realizar tareas auxiliares tales como la maniobra de arranque, se-

ñalizar el estado del receptor mediante pilotos de señalización, etcétera.

Estos pares de contactos se identifican con números de dos dígitos; por ejemplo: 13-14, 21-22, 33-34, etc.



Figura 3.9. Contactos de un contactor por bloques: fuerza, maniobra y bobina.

**3.1.2. Tipos de contactos**

Como se ha visto, tanto el contactor como el relé disponen de una serie de contactos eléctricos. Estos contactos pueden ser de dos tipos:

- **NO: contactos normalmente abiertos (Normally Open).** Son aquellos contactos eléctricos que en condiciones normales de reposo, estos se encuentran abiertos. Es decir, por ellos no circula la corriente eléctrica.



Figura 3.10. Contacto NO.

- **NC: contactos normalmente cerrados (Normally Close).** Son aquellos contactos eléctricos que en condiciones normales de reposo, estos se encuentran cerrados. Es decir, por ellos circula la corriente eléctrica.



Figura 3.11. Contacto NC.

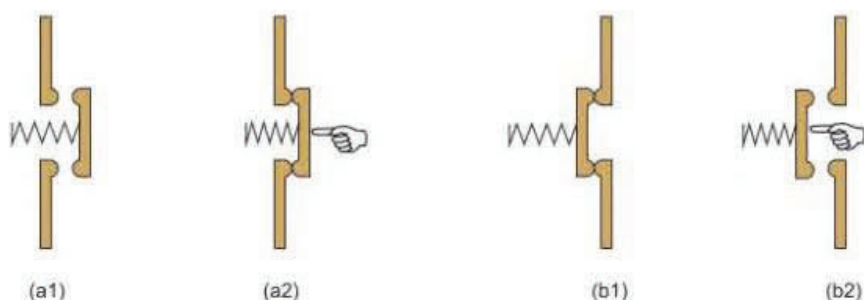


Figura 3.12. Accionamiento sobre unos contactos NO (a1 en reposo, a2 accionado) y NC (b).

Un contacto eléctrico solo puede tener dos estados eléctricos: o está abierto o está cerrado.

Un contacto es de tipo monoestable, lo que quiere decir que solo tiene un único estado estable. Cuando un contacto eléctrico es accionado, este contacto cambia de estado: si está abierto pasará a estar cerrado y si está cerrado pasará a estar abierto. Permanecerá en este nuevo estado mientras permanezca la acción que originó el cambio, y una vez cesa esta acción, el contacto vuelve a su posición inicial.

Por ello se dice que son **normalmente** abiertos o cerrados, ya que corresponde a su posición estable o de reposo.

Los contactos eléctricos van numerados según sus características.

- Los contactos NC (cerrados) se numeran con los números 1 y 2.
- Los contactos NO (abiertos) se numeran con los números 3 y 4.

Como tanto el relé como el contactor suelen llevar más de un contacto, se numeran con dos dígitos. El primer dígito hace referencia al número de contacto y el segundo dígito hace referencia al tipo de contacto. Por ejemplo, el par 23-24, el primer dígito, que es el 2, hace referencia a que es el segundo par de contactos y los dígitos 3 y 4 hacen referencia a que es un contacto de tipo NC (cerrado). Por la misma razón, los contactos 41-42, indican que son el cuarto contacto y los números 1 y 2 indican que es un contacto normalmente cerrado.

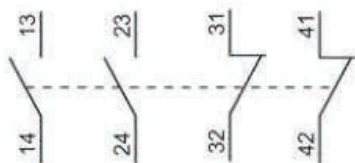


Figura 3.13. Representación de 4 contactos de un mismo relé.

### 3.1.3. Simbología eléctrica

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

Tabla 3.1. Representación gráfica del contactor y sus partes.

Elemento	Simbolo
Bobina	-K
Contactos de fuerza	-K
Contacto de maniobra, normalmente cerrado (NC)	-K
Contacto de maniobra, normalmente abierto (NO)	-K

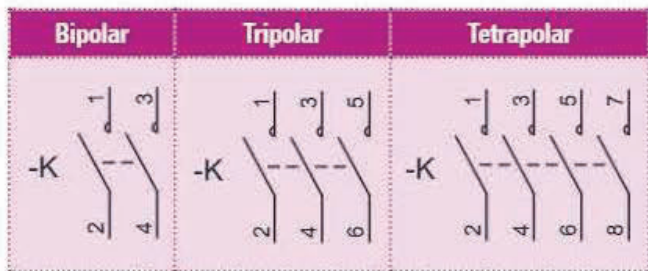
En la representación gráfica de un contactor, aparte del símbolo, se incluye una letra, que hace referencia a la naturaleza del elemento. En el caso del contactor, la letra identificativa es la K. A continuación se le añade un número para diferenciarlos de los demás, por ejemplo K1.

El motivo de que un contactor tenga varias representaciones, depende de la parte que interese detallar. Si en los

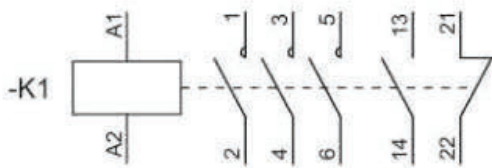
esquemas eléctricos solo interesa la parte de potencia, no es necesario representar los elementos de maniobra y sí los contactos de potencia y viceversa.

Un contactor se puede clasificar en función del número de sus contactos de potencia, y en este caso tenemos tres tipos:

**Tabla 3.2.** Representación gráfica del contactor en función del número de contactos de potencia.



El contactor se suele dibujar con sus elementos por separado (bobina, contactos principales o de fuerza y contactos auxiliares o de maniobra), aunque hay veces en las cuales se puede dibujar con todos sus elementos al completo.



**Figura 3.14.** Representación gráfica de un contactor.

Como en un esquema eléctrico, puede haber varios contactores, para que no haya confusión entre ellos, los contactores se numeran junto con su letra identificativa, así el primer contactor se llamaría K1, el segundo K2 y así sucesivamente.



**NOTA TÉCNICA**

Aunque un contactor se identifica por la letra K, a veces se complementa con una segunda letra, que hace referencia a la carga a controlar. En el caso de motores se emplea la letra M y en el caso de ser un contactor auxiliar se emplea la letra A. Por ejemplo, en el primer contactor que gobierna un motor se emplearía la identificación KM1.

**3.1.4. Contactores auxiliares**

Los contactores auxiliares son una variación del contactor, al cual se le han suprimido los contactos de potencia. El

modo de funcionamiento es idéntico al contactor e incluso suelen tener el mismo aspecto físico. Se emplean para realizar solamente las tareas de maniobra.

El número de contactos y su tipo varían según modelos.



**Figura 3.15.** Contactores auxiliares.

**Consejo**

Puedes diferenciar a simple vista un contactor de uno auxiliar fijándote en que no tiene los pares de contactos de fuerza: L1-T1, L2-T2 y L3-T3.

**3.1.5. Elementos complementarios del contactor**

A un contactor se le pueden añadir una serie de elementos complementarios que hacen que ese contactor aumente sus prestaciones o incluso incorpore alguna función más.

Los elementos complementarios más importantes son:

- Los bloques de contactos auxiliares.
- Los bloques de contactos temporizados.
- Los filtros.

El **bloque de contactos auxiliares** es un 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 con diferentes configuraciones: todos los contactos son normalmente abiertos (NO), todos los contactos son normalmente cerrados (NC) o con una combinación de ellos.

El **bloque de contactos temporizados** añade una serie de contactos los cuales su accionamiento dependerá del tiempo. Existen de dos tipos: temporizados a la conexión



Figura 3.16. Bloques de contactos auxiliares de varios polos.

(al activar la bobina, los contactos no cambian de estado hasta pasado un tiempo) y temporizados a la desconexión (al desactivar la bobina, los contactos no cambian de estado hasta pasado un tiempo).



Figura 3.17. Bloque de contactos temporizado de tipo neumático.

El filtro, también llamado filtro antiparasitario, es un elemento que se coloca en paralelo a los bornes de la bobina y cuya función es la de protección. En el momento de la conexión de cargas inductivas (por ejemplo, motores), se generan una serie de perturbaciones que pueden dañar a la bobina. Estos filtros absorben estos defectos, eliminando el riesgo de daño.



Figura 3.18. Filtros antiparasitarios para contactor.

Todos estos elementos complementarios pueden ir acoplados en el frontal o en un lateral.



Figura 3.19. Acople del bloque de contactos frontal.



Figura 3.20. Bloques de contactos de tipo lateral.

### 3.1.6. Las categorías de empleo

No todos los contactores se emplean para todos los receptores eléctricos. Según el tipo de receptor, así debe ser el tipo de contactor. Según la norma IEC 947, las categorías de empleo para corriente alterna son:

- AC1: cargas no inductivas o ligeramente inductivas, factor de potencia  $\geq 0,95$ . Se emplean por ejemplo en resistencias eléctricas de calefacción.

- AC2: motores de anillos rozantes. Se emplean en motores de gran potencia, como pueden ser los motores de los puentes grúa.
- AC3: motores de jaula de ardilla. Son la mayoría de los motores eléctricos.
- AC4: motores de jaula de ardilla con funcionamiento a impulsos (arranque y paradas continuas).

Existe otra categoría para cargas en continua:

- DC1: cargas resistivas, como por ejemplo resistencias eléctricas de calefacción.
- DC2: arranque de motores *shunt* en régimen normal.
- DC3: arranque de motores *shunt* en régimen de impulsos.
- DC4: arranque de motores serie en régimen normal.
- DC5: arranque de motores serie en régimen de impulsos.



#### NOTA TÉCNICA

La gran mayoría de aplicaciones de potencia en trifásica se centra en el arranque de motores, por ello la categoría más empleada es la AC3. La siguiente categoría que más se emplea en otros usos es la AC1.

### 3.1.7. Cómo seleccionar un contactor

A la hora de seleccionar un contactor, lo primero es conocer las características del receptor eléctrico a controlar, en especial la naturaleza del receptor (resistivo o inductivo), su tensión de funcionamiento y la corriente.

#### Actividad resuelta 3.1

Según datos del catálogo de las Tablas 3.3 y 3.4, selecciona un contactor para controlar un motor trifásico de 5,5 kW, conectado a una red trifásica de 400 V. La tensión del circuito de mando será de 230 V en corriente alterna.

##### Solución:

Para un contactor de la marca Schneider (Tabla 3.3) se busca uno para una potencia de 5,5 kW, que corresponde al modelo LC1-D12 (12 A).

Y para la bobina o circuito de mando de 230 V es el modelo P7. Por tanto, el modelo seleccionado es **LC1-D12 P7**.

Para la marca de Siemens, se procede de similar manera, seleccionando el modelo **3RT2017AP01**.

Un aspecto a tener en cuenta es el poder de corte y que está relacionado con el receptor a gobernar: hay receptores que en el momento de la conexión la corriente que circula puede ser de hasta diez veces superior a la corriente de servicio. La consecuencia de un mal dimensionamiento podría ser la soldadura de los contactos.

También es importante analizar las condiciones de trabajo: el número de ciclos de maniobra por hora, la temperatura ambiente, etcétera.

Los fabricantes suelen incluir una serie de tablas para poder seleccionar el contactor con facilidad, pero hay que tener en cuenta que esos criterios se suelen hacer para unas condiciones de trabajo específicas, por lo general: 30 ciclos de maniobra por hora y una temperatura ambiente de 40 °C.

Teniendo presente estos aspectos, los pasos a la hora de seleccionar un contactor, son los siguientes:

1. Seleccionar el fabricante. Por ejemplo: Schneider, Siemens, Moeller, etc.
2. Seleccionar la tecnología: electromagnéticos o de estado sólido.
3. Seleccionar la gama. Cada fabricante suele tener diversas gamas de contactores. Por ejemplo: Siemens (Sirius, etc.), Schneider (Tesy D, K, etc.).
4. Seleccionar la categoría de empleo. Por ejemplo: AC3, AC1.
5. Seleccionar el tipo y la tensión de la bobina. Por ejemplo: 230 V en corriente alterna o 24 V en corriente continua.
6. Una vez escogido el contactor, verificar el resto de parámetros tales como los valores de corriente y tensión máximos para los contactos, poder de corte, etc.

#### Actividad resuelta 3.2

Según datos del catálogo de las Tablas 3.3 y 3.4, selecciona un contactor para controlar un motor trifásico por el cual circula una corriente de 16 A, estando conectado a una línea eléctrica trifásica de 400 V. El circuito de mando se ha realizado a una tensión de 24 VDC.

##### Solución:

Para un contactor de la marca Schneider (Tabla 3.3) se busca uno para una corriente mínima de 16 A, que corresponde al modelo LC1-D18 (18 A).

Y para la bobina o circuito de mando de 24 V<sub>DC</sub> es el modelo BD. Por tanto, el modelo seleccionado es **LC1-D18 BD**.

Ejemplos de modelos comerciales de contactores para motores trifásicos en AC-3:

Tabla 3.3. Contactores Schneider serie Tesys D.

SCHNEIDER – Serie TESYS D												
Potencia normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en categoría AC3 (θ ≤ 60°C)						Corriente asignada de empleo en AC3 hasta 440 V	Contactos auxiliares	Referencia básica para completar con el código de la tensión				
220 V 230 V	380 V 400 V	415 V	440 V	500 V	660 V 690 V				A			
kW	kW	kW	kW	kW	kW							
2,2	4	4	4	5,5	5,5	9	1NO+1NC	LC1-D09	●			
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	12	1NO+1NC	LC1-D12	●			
4	7,5	9	9	10	10	18	1NO+1NC	LC1-D18	●			
5,5	11	11	11	15	15	25	1NO+1NC	LC1-D25	●			
7,5	15	15	15	18,5	18,5	32	1NO+1NC	LC1-D32	●			
9	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	38	1NO+1NC	LC1-D32	●			
11	18,5	22	22	22	30	40	1NO+1NC	LC1-D40	●			
15	22	25	30	33	33	50	1NO+1NC	LC1-D50	●			
18,5	30	37	37	37	37	65	1NO+1NC	LC1-D65	●			

Corriente alterna	Tensión del circuito de mando											
Volts.	24	42	48	110	115	220	230	240	480	400	415	440
LC1-D9..D65	B7	D7	E7	F7	FE7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7

Corriente continua	Tensión del circuito de mando											
Volts.	12	24	36	48	60	72	110	125	220	250	440	
LC1-D9..D65	JD	BD	CD	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD	



Figura 3.21. Ref. LC1-D09.

Se sustituye ● por el código de tensión correspondiente al circuito de mando

Tabla 3.4. Contactores Siemens serie Sirius.

SIEMENS – Contactores serie SIRIUS				
Motor trifásico AC3/400 V	Contactos auxiliares	Tensión del circuito de mando		
		Referencia 24 V <sub>DC</sub>	Referencia 230 V <sub>AC</sub> /50 Hz	
kW				
0,04 a 3	1 NC	3RT2015 ● BB42	3RT2015 ● AP02	
	1 NO	3RT2015 ● BB41	3RT2015 ● AP01	
4	1 NC	3RT2016 ● BB42	3RT2016 ● AP02	
	1 NO	3RT2016 ● BB41	3RT2016 ● AP01	
5,5	1 NC	3RT2017 ● BB42	3RT2017 ● AP02	
	1 NO	3RT2017 ● BB41	3RT2017 ● AP01	
7,5	1 NC	3RT2018 ● BB42	3RT2018 ● AP02	
	1 NO	3RT2018 ● BB41	3RT2018 ● AP01	
7	1 NC + 1 NO	3RT2025 ● BB40	3RT2025 ● AP00	
11	1 NC + 1 NO	3RT2026 ● BB40	3RT2026 ● AP00	
15	1 NC + 1 NO	3RT2027 ● BB40	3RT2027 ● AP00	
18,5	1 NC + 1 NO	3RT2028 ● BB40	3RT2028 ● AP00	



Figura 3.22. Ref. 3RT2028.

Se sustituye ● por el código de bornes:

- ① Bornes de tornillo
- ② Bornes de resorte
- ③ Bornes de anillo

## 3.2. El relé

El relé es otro de los **elementos 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 potencia, **el relé se emplea como elemento de control o maniobra**. Aunque para cargas o receptores de pequeño amperaje, tanto en corriente monofásica como en corriente continua se emplean también los relés.

El relé consta de las siguientes partes:

- Circuito electromagnético.
- Contactos eléctricos.
- Zócalo.

El **circuito electromagnético** es similar al del contactor. Se fabrican para diferentes tensiones de activación tanto en corriente continua como en corriente alterna.



### NOTA TÉCNICA

Las tensiones de activación de los relés más comunes son de 230 V y 24 V en corriente alterna y 24 V en corriente continua. Aunque existen otras más.

El número de **contactos eléctricos** y su tipo varían según el modelo. Como se diseñan para operaciones de maniobra, sus contactos no soportan corrientes elevadas. Este hecho permite que sus dimensiones sean reducidas en comparación al contactor.

Tanto el circuito electromagnético como los contactos eléctricos van encapsulados juntos. Este conjunto se conecta a un zócalo que hace de soporte. La principal ventaja es que en caso de sustitución del relé por avería, esta operación se realizaría con rapidez y seguridad al no tener que desmontar el cableado.

Los contactos eléctricos de un relé, por lo general, van montados de tal manera que cada circuito consta de tres



Figura 3.23. Relés.

contactos: un contacto abierto, otro cerrado y uno que es el común a ambos. La manera de emplearlos es conectar siempre el común y en función de las necesidades, conectar el abierto o el cerrado o incluso ambos. Estos tipos de contactos se llaman **contactos conmutados**.

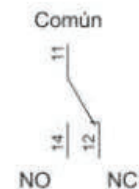


Figura 3.24. Símbolo de un contacto conmutado.

Existen en el mercado diferentes tipos de relés y por tanto de zócalos.

Una vez ensamblados el cabezal del relé en su zócalo, el conjunto está dispuesto para trabajar.



Figura 3.25. Zócalos para relés de diferentes tipos.



Figura 3.26. Diferentes tipos de zócalos con el relé ensamblado.

### 3.2.1. La tecnología de estado sólido

Hasta ahora los elementos de conmutación que se han visto se basaban en que la conexión se realizaba por medios mecánicos. Hoy en día, y gracias a la electrónica, los elementos de conmutación (contactores y relés) han evolucionado y se ha creado un nuevo tipo llamado de estado sólido. Estos elementos **no tienen ninguna parte móvil**, lo cual los hace silenciosos en su funcionamiento y tienen una mayor vida útil, sin embargo son sensibles a las perturbaciones y sobrecargas, aparte de necesitar de una buena disipación de calor.



Figura 3.28. Gama de contactores de estado sólido.



Figura 3.27. Relé de estado sólido.

**⚡ PRECAUCIONES**

Siempre antes de emplear un relé se debe verificar la tensión de la bobina, así como la posición de los contactos.

### 3.2.2. Simbología eléctrica del relé

La simbología eléctrica que se necesita para poder representar al relé es la siguiente:

Tabla 3.5. Simbología del relé.

Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Bobina	-K	Relé con dos contactos conmutado. Símbolo de conjunto	-K1
Contacto conmutado	-K1	Contactos NO y NC	-K

El relé, al igual que el contactor, su simbología eléctrica es idéntica, salvo que el relé no cuenta con los contactos eléctricos de potencia. Su letra identificativa es la K.

### 3.2.3. Cómo seleccionar un relé

Los pasos a la hora de seleccionar un relé, son los siguientes:

1. Seleccionar el fabricante. Por ejemplo: Omron, Schneider, Siemens, etc.
2. Seleccionar la tecnología: relés electromagnéticos o de estado sólido.

Ejemplo de modelos comerciales:

3. Seleccionar la gama. Cada fabricante suele tener diversas gamas de relés. Por ejemplo: Omron (MY, G2R, etc.), Schneider (RPM, RS, etc.).
4. Seleccionar el tipo y la tensión de la bobina. Por ejemplo: 230 V en alterna o 24 V en corriente continua.
5. Seleccionar el número de circuitos en función de las necesidades.
6. Seleccionar en función de la corriente que pueden manejar sus contactos.
7. Una vez escogido el relé, verificar el resto de parámetros.

Tabla 3.6. Codificación de relé Omron G2RV.

OMRON Serie G2RV-SL		Referencia: G2RV-SL ①②③④⑤				
① Conexión	② Led	③ Pulsador	④ Tensión de control			Núm. polos
			Vdc	Vac/dc	Vac	
7: A tornillo 5: A presión	0: Sin led	0: Sin pulsador	12 24	24 48	110 230	1 polo (6A)
Ejemplo: G2RV-SL700-24Vdc						



Tabla 3.7. Codificación de relé Omron G2RS.

OMRON Serie G2RS	Referencia: G2RS ①②③④⑤⑥⑦
① Función de relé	En blanco : Propósito general
② Número de polos	1: 1 polo (10 A) 2: 2 polos (5 A)
③ Configuración de contactos	En blanco: SPDT
④ Tipo de contacto	En blanco: Simple
⑤ Terminales	S: Enchufable
⑥ Clasificación	En blanco: Propósito general N: Indicador Led D: Diodo ND: Led indicador y diodo NI: Indicador Led con pulsador de prueba NDI: Con Led y diodo con pulsador de prueba
⑦ Tensión de la bobina	Vdc: 6, 12, 24, 48 Vac: 24, 120, 240
Ejemplo: G2RS-1-S NDI-24vdc	





Tabla 3.8. Codificación de relé Schneider RPM2.

SCHNEIDER Serie RPM2		Referencia: RPM①②③④⑤⑥						
① Núm. contactos	② Led	③④ Tensión de control						
1, 2, 3, 4	1: Sin led 2: Con led	12 24 48 110 120 230						
		cc	JD	BD	ED	FD	-	-
		ca	-	B7	E7	-	F7	P7

Ejemplo: RPM22BD



### 3.3. Elementos de mando

En toda instalación de automatismos eléctricos cableados, se necesita de un elemento de accionamiento o de puesta en marcha y de paro a voluntad.

Un elemento de mando se compone, principalmente, de dos partes:

- Los contactos eléctricos.
- El accionamiento.

Los **contactos eléctricos** pueden ser, como ya se ha visto, de tipo NO (normalmente abiertos) o NC (normalmente cerrados).



#### NOTA TÉCNICA

Los contactos eléctricos de los elementos de mando también se denominan cámaras de contactos.

Estas cámaras de contactos son elementos modulares que se eligen y se combinan en función de las necesidades de montaje.

El **accionamiento** es la forma de activar los contactos eléctricos. Existe una gran diversidad en la forma del accionamiento, que dependerá de las necesidades. Por ejemplo, hay ocasiones donde se necesita que una máquina se accione con la mano desde unos pulsadores, sin embargo en otras ocasiones puede ser interesante que se accione con el pie (pedal). Habrá ocasiones, donde por seguridad, se necesite una llave para su accionamiento, etc.

Entre los sistemas de mando mecánico, tenemos las siguientes:

Tabla 3.9. Simbología de accionamientos.

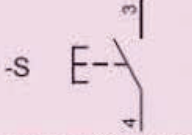
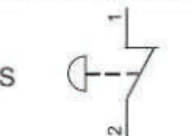
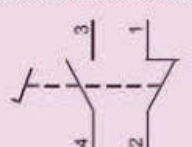
<b>Símbolo general</b>		<b>Llave</b>	
<b>Pulsador</b>		<b>Pedal</b>	
<b>Selector rotativo</b>		<b>Tirador</b>	
<b>Seta</b>		<b>Manivela</b>	
<b>Volante</b>		<b>Roldana</b>	
<b>Palanca</b>		<b>Palanca con maneta</b>	



Figura 3.29. Cámaras de contactos.

Por tanto, la simbología gráfica de un elemento de mando es la unión de ambas. Un sistema de accionamiento puede actuar sobre uno o varios contactos, por ejemplo:


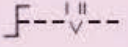
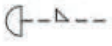
**Tabla 3.10.** Ejemplos de sistemas de accionamientos.

-S		Accionamiento mediante pulsador con contacto normalmente abierto (NO).
-S		Accionamiento mediante pulsador de seta con contacto normalmente cerrado (NC).
-S		Accionamiento mediante pedal de dos contactos, uno normalmente abierto (NO) y otro normalmente cerrado (NC).

La unión entre ambas partes se realiza mediante una línea discontinua.

Hay ocasiones en las cuales se modifica el comportamiento del accionamiento. Esta información se añade modificando esta línea discontinua:

**Tabla 3.11.** Comportamiento del accionamiento.

Símbolo	Descripción	Ejemplos	
- - - √ - - -	Retorno no automático. Después de ser accionado, el sistema no vuelve a su posición inicial.	Interruptor 	Selector 
- - - Δ - - -	Con retención. El sistema cuenta con un elemento que bloquea la posición.	Seta de emergencia 	

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

A nivel físico, los diversos fabricantes proporcionan el sistema de accionamiento por separado de las cámaras de contactos.



Figura 3.30. Pulsador.



Figura 3.31. Selector.



Figura 3.32. Selector con llave.



Figura 3.33. Paro de emergencia.

**A2 ARGOT TÉCNICO**

Al accionamiento del paro de emergencia se le llama seta de emergencia por su aspecto físico.

Debido a la diversidad de variaciones, los fabricantes emplean un sistema de acople o bastidor entre las cámaras de contactos y los cabezales de accionamiento.



Figura 3.34. Chasis o collarín de montaje.

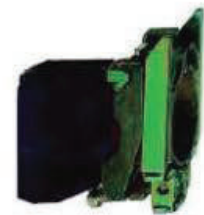


Figura 3.35. Conjunto bloque de contactos montado.



Figura 3.36. Conjunto montado.



Figura 3.37. Conjunto de pulsador.

Por lo general, un sistema de acople o bastidor permite unir varias cámaras de contacto con un sistema de cabezal,



Figura 3.38. Piloto de señalización montado.



Figura 3.39. Contactos del piloto de señalización.



Figura 3.40. Piloto de señalización.

es decir un mismo accionamiento permite manejar una o dos cámaras (que pueden ser NO o NC, o de los dos tipos). Incluso algunos están preparados para añadirle un sistema de iluminación.

**NOTA TÉCNICA**

Los elementos de mando no están estandarizados, por ello cada fabricante realiza sus propios modelos siendo incompatibles entre gamas y marcas de fabricantes.

### 3.4. Operaciones con los contactos auxiliares

Los contactos auxiliares se emplean principalmente en las siguientes tareas:

- Realimentación.
- Operaciones de señalización.
- Operaciones con condicionantes.

#### 3.4.1. La realimentación de la bobina

En las maniobras de automatismos cableados se emplean pulsadores. Así pues, se necesita de alguna técnica que permita emplear pulsadores para la activación y desactivación de contactores y relés. A esta técnica se le denomina realimentación de la bobina.

Para emplear la técnica de la realimentación se necesita un pulsador normalmente abierto (NO) que actuará como marcha, en paralelo con un contacto abierto de la bobina a gobernar. Este conjunto estará en serie con un pulsador normalmente cerrado (NC) que actuará como paro.

La Figura 3.41 representa la secuencia de realimentación de una bobina de un contactor. En (a) se ve el sistema en reposo sin alimentación. Al conectar alimentación (b), la fase llega hasta los contactos 3 del pulsador de marcha (S2) y 13 del contacto de K1, pasando a través del pulsador cerrado de K1, mientras pulsamos S2 (c), la corriente eléctrica circula a través de él, activando la bobina del contactor. Una vez activada esta bobina, sus contactos cambian de estado, cerrando los contactos abiertos y abriendo los contactos cerrados, en este caso cierra el contacto abierto 13-14 (d). Al dejar de pulsar S2 (e), la bobina sigue alimentándose a

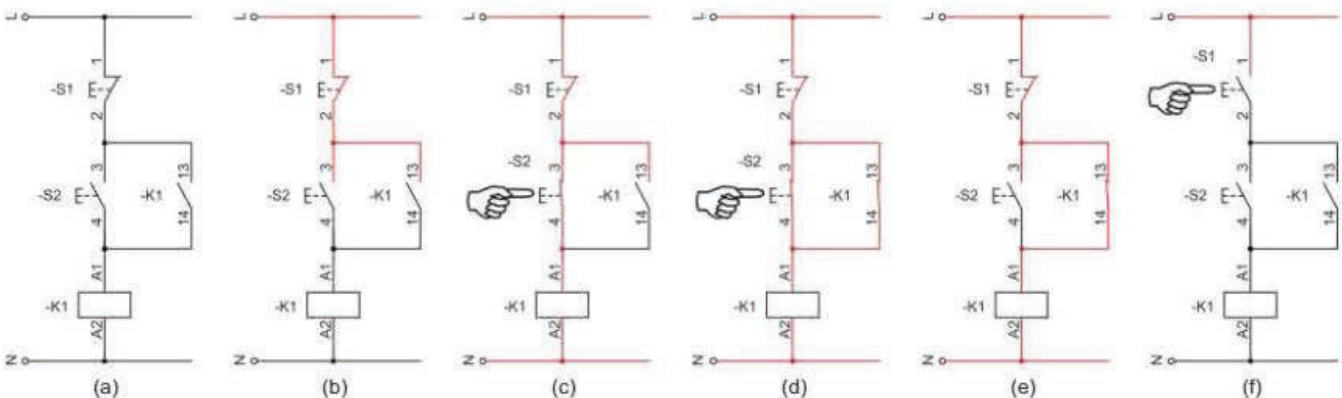


Figura 3.41. Proceso de realimentación de una bobina.

través de su contacto. Para parar o desactivar la bobina, pulsamos paro S1 (f), abriendo el circuito e impidiendo que la corriente eléctrica llegue a la bobina. Al desactivarse la bobina, sus contactos vuelven a la posición de reposo.



Figura 3.42. Botonera marcha-para en un único cabezal.



Figura 3.43. Botonera marcha-para con pulsadores independientes.

En equipos industriales, se emplean botoneras que pueden agrupar ambos pulsadores. Se componen de un cabezal que tiene dos botones y de dos cámaras de contactos: una abierta y la otra cerrada.

La técnica de la realimentación se emplea como elemento de seguridad. Siempre que una maquinaria pare su funcionamiento por fallo en la alimentación, no podrá volver a arrancar por sí sola en el caso de que vuelva el suministro eléctrico. Una puesta en funcionamiento de cualquier máquina sin esperarlo puede causar un accidente.

### 3.4.2. Operaciones de señalización

Una forma de diálogo entre las máquinas y los operarios es mediante señales. Podemos indicar que cierta máquina está funcionando o bien que se ha parado debido a algún problema. Estas señales son de tipo luminoso y/o acústico.

Para activar estas señales se emplean los contactos auxiliares asociados a un contactor o relé.

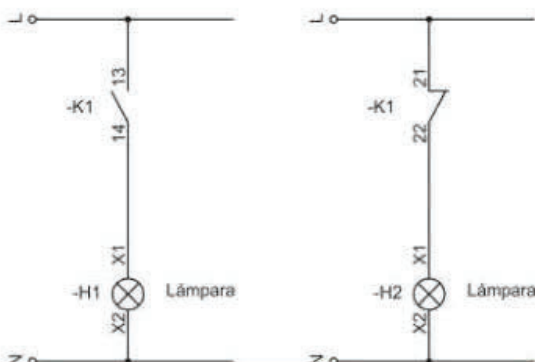


Figura 3.44. Técnicas de señalización.

Los elementos de señalización con contactos abiertos se emplean cuando se desea indicar que cierto contactor o relé

está activado. Por ejemplo, en la Figura 3.44(a), el piloto de señalización H1 se encenderá cuando el contactor K1 esté activado, si el contactor K1 activa por ejemplo un motor, el piloto H1 indicará que el motor está funcionando.

Los elementos de señalización con contactos cerrados se emplean cuando se desea indicar que cierto contactor o relé no está activado. Por ejemplo, en la Figura 3.44(b), el piloto de señalización H2 se encenderá cuando el contactor K1 no está activado, si el contactor K1 activa por ejemplo un motor, el piloto H2 indicará que el motor está parado.

### 3.4.3. Operaciones con condicionantes

Hay ciertas operaciones en las cuales se necesita que, para activar cierto contactor o relé, se cumplan una serie de condicionantes, como por ejemplo:

- Se tiene una máquina eléctrica de corte de piezas que producen polvo en el ambiente. Se debe activar primero un motor de ventilación antes que se pueda activar la máquina de corte.
- Se tiene un horno eléctrico que calienta las piezas que le llegan por una cinta transportadora. Para que se active la cinta transportadora primero debe activarse el horno.
- Se tiene un motor eléctrico que puede girar en los dos sentidos de giro. Si gira en un sentido se imposibilita, por seguridad, que gire en el sentido inverso.

Estas condiciones de funcionamiento se aplican mediante contactos abiertos o cerrados, según la necesidad.

En el ejemplo de la Figura 3.45, se observa que para activar K1, no hay ninguna condición, simplemente se activará pulsando S2. Sin embargo, para que se active K2 primero debe estar activado K1, ya que de lo contrario el contacto 23-24 de K1 no se cerrará impidiendo la activación de K2. Es decir K2 está condicionado por K1.

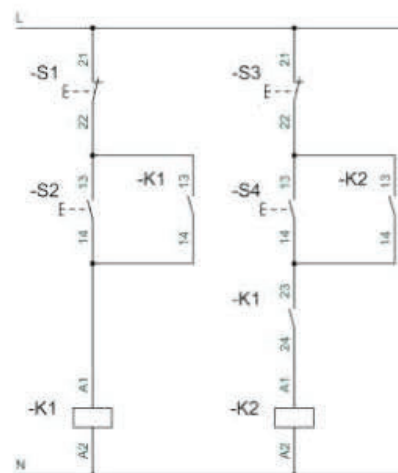
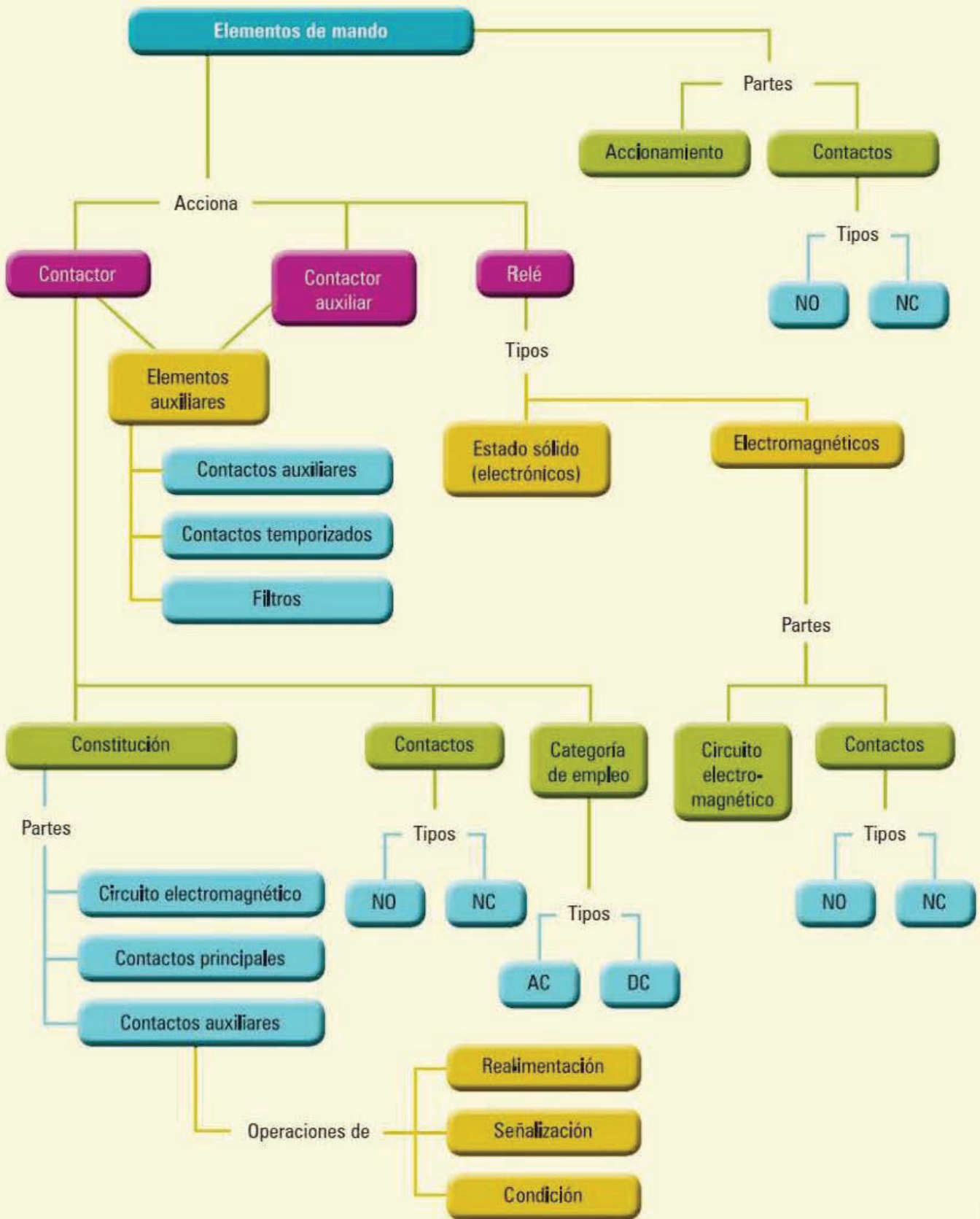


Figura 3.45. Ejemplo de condición.



### Actividades de comprobación

- 3.1.** ¿De qué partes está constituido un contactor?
- De una bobina junto con unos contactos principales.
  - De un circuito electromagnético junto con su elemento de activación.
  - De una bobina junto con los contactos principales y auxiliares.
  - De un circuito electromagnético junto con los contactos principales y auxiliares.
  - De ninguna de ellas.
- 3.2.** ¿Qué significa que un contacto es de tipo normalmente cerrado?
- Que cuando está en reposo, está cerrado su contacto, es decir, que permite el paso de la corriente eléctrica.
  - Que cuando está en reposo, está cerrado su contacto, es decir, que impide el paso de la corriente eléctrica.
  - Que cuando está activado, está cerrado su contacto, es decir, que permite el paso de la corriente eléctrica.
  - Que cuando está activado, está cerrado su contacto, es decir, que impide el paso de la corriente eléctrica.
- 3.3.** Un contactor auxiliar, básicamente es:
- Un contactor al que se le han añadido más contactos auxiliares.
  - Un contactor al que se le han quitado sus contactos auxiliares.
  - Un contactor al que se le han quitado sus contactos principales.
  - Así es como se les llama a los contactores que se emplean en monofásica para diferenciarlos de los que se emplean en trifásica.
  - Es lo mismo que un relé, solo que es más técnico y más correcto llamarlo contactor auxiliar que relé.
- 3.4.** Se tiene un contactor de potencia que tiene dos contactos auxiliares, pero se necesitan en total seis contactos auxiliares. ¿Qué es lo más apropiado hacer en este caso?
- Cambiar el contactor por otro que cuente con el número de contactos que se necesiten, es decir por uno de tres contactos principales y seis contactos auxiliares.
  - Añadir un bloque de contactos auxiliares de cuatro contactos.
  - Colocar tres contactores de potencia, ya que así en total tendremos los seis contactos auxiliares que se necesitan.
  - Este es uno de los casos en el que no se puede resolver el problema y hay que recurrir a cambiar el diseño del circuito eléctrico.
- 3.5.** Los filtros en los contactores tienen como función:
- Eliminar las perturbaciones eléctricas que se generan en los procesos de conmutación.
  - Transformar la tensión eléctrica de 230 voltios a 24 voltios en los contactores que funcionan a esta tensión y que así no se quemen.
  - Transformar la corriente alterna en corriente continua, que es la que se necesita en la bobina del contactor.
  - Evitar que se estropee el contactor si se colocan al revés los cables de alimentación de la bobina.
  - Todas las respuestas anteriores, ya que el filtro es un elemento de seguridad.
- 3.6.** ¿De qué categoría de empleo debe ser el contactor que controla el motor de un sistema de ventilación industrial?
- AC1, ya que es un motor de ventilación que no es de tipo inductivo.
  - AC2, ya que la mayoría de motores de ventilación son de tipo de anillos rozantes.
  - AC3, puesto que tiene un factor de potencia que no está próximo a la unidad.
  - AC4, puesto que sus tiempos de funcionamiento son largos.
  - Ninguna de ellas, ya que los motores de corriente alterna son de tipo DC.
- 3.7.** ¿Qué diferencias existen entre un relé y un contactor?
- Un relé se emplea como elemento de mando y un contactor como elemento de potencia.
  - Un relé no cuenta con contactos de potencia.
  - Físicamente, un contactor es más voluminoso que un relé, ya que debe manejar corrientes más elevadas.
  - Todas las anteriores.
  - El relé, al ser un elemento de mando, la tensión de la bobina es de 24 voltios mientras que en el contactor es de 230 voltios.

3.8. ¿Dónde emplearías, principalmente, un relé de estado sólido?

- a) Donde se requiere un silencio o bajo ruido de funcionamiento.
- b) En zonas de trabajo donde la temperatura ambiente es alta, ya que esta tecnología aguanta muy bien el calor.
- c) En zonas de trabajo donde hay muchas perturbaciones eléctricas, ya que estos dispositivos, por su electrónica interna, son inmunes y trabajan muy bien, al contrario que los de tipo electromagnético bajo estas condiciones.
- d) En zonas de trabajo donde hay muchos contactores, ya que si se cambian por la tecnología de estado sólido, se reduce el consumo eléctrico, siendo los cuadros más ecológicos.
- e) Todas las anteriores, ya que la tecnología de estado sólido mejora en todos los aspectos a los de tipo electromagnético, que son de una tecnología muy antigua.

3.9. ¿Cuál es la función de la realimentación?







- a) Conseguir que le siga llegando corriente eléctrica a la bobina del contactor aunque se pulse el botón de paro.
- b) Todos los contactores necesitan tener realimentación para poder funcionar.
- c) Para activar un piloto de señalización se necesita un contacto auxiliar del contactor como realimentación

y que de esta manera le llegue la corriente eléctrica y se ilumine.

- d) Que la corriente eléctrica que le llegue a los elementos de señalización sea acorde a su valor de tensión eléctrica.
- e) Poder emplear pulsadores en lugar de interruptores y que se comporten como tales.

3.10. Copia y completa la tabla, relacionando el modo de accionamiento con su símbolo gráfico:

Tabla 3.12. Símbolos.

Roldana			
Pedal		Símbolo general	
		Palanca	
			
Manivela			
		Llave	

## Actividades de aplicación

3.11. Realiza un esquema de mando donde se active un contactor (KM1) desde dos puntos: punto A (marcha S1, paro S2), punto B (marcha S3, paro S4).

3.12. Realiza un esquema de mando con el siguiente funcionamiento:

- Pulsar S1o S2 conecta KM1.
- Pulsar S3 y S4 desconecta KM1.

3.13. Realiza un esquema de mando con el siguiente funcionamiento:

- Pulsar S1, conecta KM1.
- Pulsar S2 y S3, conecta KM1.
- Pulsar S4 y S5, desconecta KM1.

3.14. Realiza un esquema de mando con el siguiente funcionamiento:

- Pulsar S1, activa KM1.
- Pulsar S2, activa KM2 si KM1 no está activado y enciende H1.
- Pulsar S3, desactiva KM1 y KM2, además, apaga H1.
- Pulsar S4, activa KM3 y enciende H2.
- Pulsar S5, desactiva KM3 y apaga H2.

3.15. Realiza un esquema de mando con el siguiente funcionamiento:

- Alimentación a 24 V en corriente continua, a partir de una tensión de 230 V.
- S1 o S2 paran todo el circuito.

- S3 activa a K1 y K2.
- K3 activado desde S4, desactiva K2.
- K4 activado desde S5 o S6, solo puede activarse cuando no está activado K2.
- Señalización de K2 cuando no está funcionando.
- Señalización de K1 y K3 cuando están funcionando a la vez.
- Señalización de circuito en reposo cuando no está activado ningún contactor.

**3.16.** Realiza un esquema de mando con el siguiente funcionamiento:

- Pulsando sobre S8 y S9 a la vez, se desactiva KM2.
- Pulsando sobre S1 o S2 se para todo el circuito.
- KM1 se activa desde S3, si no está activado KM2.
- KM2 se activa desde S4 o S5, si no está activado KM1.
- KM3 se activa desde S6 y S7.
- Señalizar KM1 cuando no está activado.
- Señalización de S1 cuando está presionado.

**3.17.** Realiza un esquema de mando con el siguiente funcionamiento:

- Pulsando sobre S1 se para todo el circuito.
- Pulsando sobre S2 se activa KM1 y se desactiva KM2 si está activado.
- Pulsando sobre S3 se activa KM2 y se desactiva KM1 si está activado.
- KM1 y KM2 no pueden funcionar a la vez.

**3.18.** Realiza un esquema de mando con el siguiente funcionamiento:

- Pulsar S1, para todo el circuito.
- Pulsar S2 o S4 activa KM1 y desactiva KM2 si está funcionando.
- Pulsar S3 y S5 a la vez activa KM2 y desactiva KM1 si está funcionando.
- KM1 y KM2 no pueden funcionar a la vez.

**3.19.** Realiza un esquema de mando con el siguiente funcionamiento:

- S1 o S2 paran todo el circuito.
- KM1 se activa desde S3, si KM2 no está activado.
- KM2 se activa desde S4 o S5, si KM3 está activado.
- KM3 se activa desde S6 y S7 y desactiva KM1.
- S8 desactiva KM2.
- Señalización de KM1 cuando no está activado.

**3.20.** Realiza un esquema de mando con el siguiente funcionamiento:

- Alimentación del circuito de mando de 230 voltios. Tensión de funcionamiento de las bobinas 24 voltios.
- S1 para todo el circuito.
- K1 se activa desde S2 y S3, a la vez, si K3 está activado.
- K2 se activa desde S4 si K3 esta desactivado.
- K2 se desactiva pulsando S7 y S8.
- K3 se activa desde S5 o S6.
- K3 se desactiva pulsando S3.
- K2 y K3 no pueden funcionar a la vez.
- H1, señalización de activación de K1.
- H2, señalización de K2 o K3 cuando está funcionando.

## ■ Actividades de ampliación

**3.21.** Selecciona un fabricante de contactores y busca en internet las piezas de repuesto para dicho elemento. Confecciona una lista de los elementos con su código de referencia.

**3.22.** Busca en internet o a través de catálogos de contactores de estado sólido. Selecciona uno que pueda accionar un motor de al menos 736 W, en categoría AC-3.