

Plan de contingencia Pedagógica Para 5to Año
Incluye Bibliografía y Ejercicios de Repaso



Instrucciones: Leer el material desde la parte 7 hasta la parte 9 y luego tratar de resolver las actividades que se proponen al finalizar la parte 9.

Ante cualquier duda consultar al siguiente mail: hugowojczys@yahoo.com.ar

Automatización industrial mediante lógica cableada

7



La correcta interpretación de los circuitos de automatismos eléctricos pasa por identificar todos los componentes que pueden intervenir en los mismos, conocer las funciones que desarrollan y saber interpretar sus esquemas asociados.

En esta unidad aprenderemos a realizar y desarrollar circuitos de automatismos industriales en lógica cableada, analizando todos los componentes y peculiaridades asociados a los mismos.

Contenidos

- 7.1. Interpretación de los circuitos de automatismos
- 7.2. Dispositivos de control manual
- 7.3. Maniobras en los circuitos de automatismos
- 7.4. Dispositivos de control automático
- 7.5. Temporizadores y circuitos temporizados
- 7.6. Automatismos domésticos
- 7.7. Representación y marcado de componentes

Objetivos

- Aprender a interpretar los esquemas de fuerza y maniobra de los automatismos eléctricos.
- Conocer los dispositivos de control manual que intervienen en los circuitos.
- Definir las posibles maniobras asociadas a los circuitos automáticos.
- Conocer los dispositivos de control automático que intervienen en los circuitos.
- Dar a conocer los dispositivos de temporización y los automatismos domésticos.
- Dominar y comprender la representación y marcado de componentes en los circuitos de automatismos industriales.

7.1. Interpretación de los circuitos de automatismos

Tal como se ha mencionado en unidades anteriores, los automatismos eléctricos están formados por dos tipos de circuitos. El circuito de **fuerza o potencia**, mediante el cual se suministra energía a los **receptores** finales a través de las respectivas protecciones (generalmente motores eléctricos), y el circuito de **mando o maniobra**, cuya función principal es la de gobernar y gestionar el comportamiento del propio circuito de fuerza (generalmente a través de la alimentación de **electroimanes**).

Los automatismos basados en lógica cableada siempre van a requerir la intervención de uno o más operarios sobre el circuito de maniobra, como mínimo para poner el sistema en marcha y generalmente también para detenerlo. El fundamento principal que define a un automatismo industrial, por tanto, es que no requiere la intervención directa de ninguna persona sobre los circuitos de fuerza para que el sistema funcione con total normalidad.

SABÍAS QUE

La conmutación manual sobre un circuito de potencia puede realizarse a través de interruptores o conmutadores de fuerza de dos o tres posiciones, pero en estos **casos no se trata de instalaciones automatizadas propiamente dichas**.

7.1.1. Representación gráfica de los circuitos de automatismos

Todos los circuitos relacionados con el entorno de los automatismos eléctricos se representan gráficamente en estado de **reposo**. En esta situación, es posible encontrar dos tipos de contactos:

- **Normalmente abiertos (NO)**. Se encuentran abiertos en estado de reposo, por lo que no permiten el paso de la corriente eléctrica.
- **Normalmente cerrados (NC)**. Se encuentran cerrados en estado de reposo, permitiendo el paso de la corriente eléctrica.

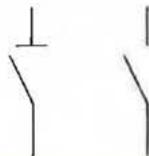


Figura 7.1. Ejemplos de representación de contactos NO.

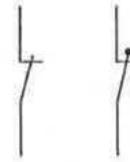


Figura 7.2. Ejemplos de representación de contactos NC.

Puesto que un determinado dispositivo puede tener asociados varios contactos diferentes, tanto en la parte de fuerza como en la parte de maniobra, existen dos métodos para mostrar que componentes y contactos están vinculados:

- Mediante **líneas discontinuas**: solo aplicable en circuitos pequeños o en elementos que se encuentren muy próximos, dado que de lo contrario su uso podría resultar confuso. A continuación se muestran dos ejemplos:

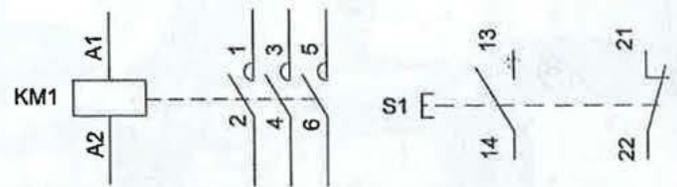


Figura 7.3. Líneas discontinuas de vinculación de elementos.

- Mediante **código alfanumérico**: los contactos o elementos que están asociados o que pertenecen a un mismo dispositivo físico, comparten idéntico código identificativo:

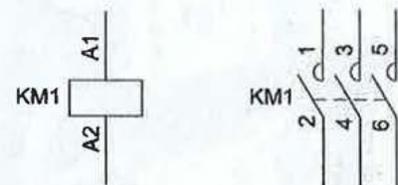


Figura 7.4. Vinculación de elementos mediante código alfanumérico.

7.1.2. El contactor en los esquemas de automatismos

Dado que las operaciones de marcha y paro, así como otras auxiliares, se realizan sobre los circuitos de maniobra, es necesario contar con un dispositivo o componente que sirva de enlace con los circuitos de fuerza: *el contactor*.

Tal como se ha estudiado en la Unidad 2, el contactor está compuesto básicamente por un electroimán, un grupo de contactos principales y un grupo de contactos auxiliares. Los **contactos principales** están abiertos en estado de reposo (es decir, serán de tipo *normalmente abierto* "NO") e irán conectados en el circuito de fuerza. Los **contactos**

auxiliares, que irán asociados al circuito de maniobra, podrán ser de tipo *normalmente abierto* "NO", o *normalmente cerrado* "NC". La mayoría de los contactores traen por defecto un contacto auxiliar de tipo NC y otro contacto auxiliar de tipo NO.

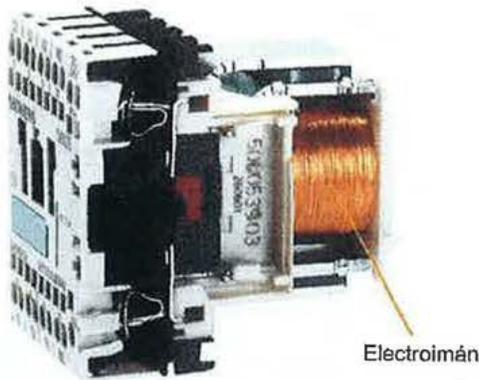


figura 7.5. Detalle del electroimán de un contactor trifásico.

En estado de reposo, un contactor común podría ser representado de la siguiente forma:

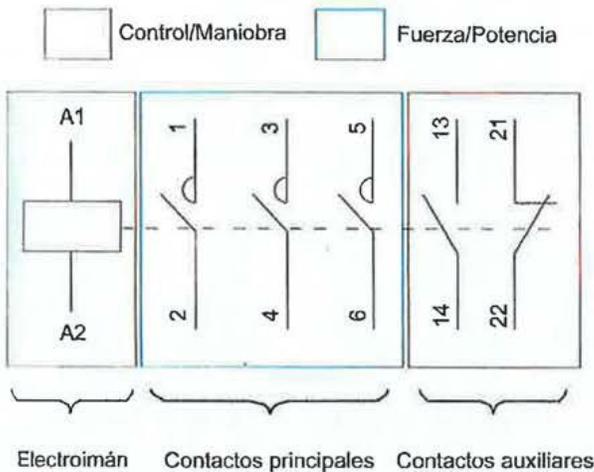


figura 7.6. Representación gráfica de un contactor en estado de reposo.

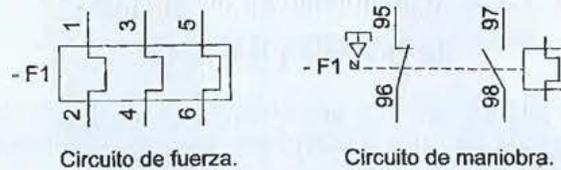
Cuando se **alimenta el electroimán** del contactor y es recorrido por una corriente eléctrica, se dice entonces que el contactor **está activado** y, como consecuencia, los contactos que en estado de reposo estaban cerrados se abrirán, y los que estaban abiertos se cerrarán.



Figura 7.7. Representación gráfica del contactor activado.

Actividad propuesta 7.1

Como recordarás, existen otros dispositivos relacionados con las instalaciones de automatismos industriales que intervienen tanto en el circuito de fuerza como en el circuito de mando. A continuación se muestra el detalle de un circuito automático en el que interviene uno de estos dispositivos, analízalo y responde a las preguntas:



- ¿De qué componente se trata?
- ¿Qué función cumple este elemento? ¿Cómo o por qué se activa?
- Indica qué ocurre con cada uno de los contactos mostrados, indicando cómo actúan en estado de reposo y cuándo se activa el dispositivo.

Como se ha comentado, la mayoría de los contactores traen por defecto un contacto auxiliar de tipo NC y otro contacto auxiliar de tipo NO. No obstante, en ocasiones resulta necesario disponer de más contactos auxiliares asociados a un mismo contactor, por lo que los fabricantes de estos dispositivos facilitan bloques de contactos auxiliares, los cuales en la mayoría de los casos se ensamblan en la parte frontal del contactor.

Lo más usual es que dichos bloques dispongan de dos contactos NO y otros dos contactos NC.



Figura 7.8. Bloques de contactos auxiliares en contactores.



SABÍAS QUE

En función de la fuente de energía que obliga al contactor a mantener la posición de trabajo, se distinguen tres tipos de contactores: electromagnéticos, neumáticos y electroneumáticos.

7.1.3. Alimentación de los circuitos de potencia y maniobra

Puesto que los circuitos de potencia y maniobra suministran energía eléctrica a receptores distintos, su alimentación tampoco tiene por qué estar relacionada.

Los circuitos de **potencia** se alimentan siempre de manera directa desde la red eléctrica principal, es decir:

- Polo positivo y polo negativo para receptores de corriente continua.
- Fase y neutro para receptores de corriente alterna monofásica.
- Tres fases para receptores trifásicos.

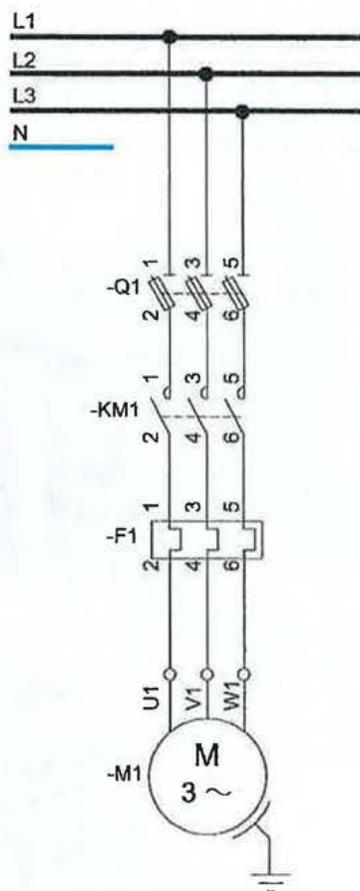


Figura 7.9. Ejemplo de alimentación de un circuito de fuerza con receptor trifásico.

Respecto a los circuitos de **maniobra**, la alimentación puede obtenerse de varias formas, dependiendo del tipo de dispositivos utilizados:

- En corriente alterna monofásica, directamente desde la red eléctrica.
- En corriente alterna monofásica, reduciendo la tensión mediante un transformador.
- En corriente continua.

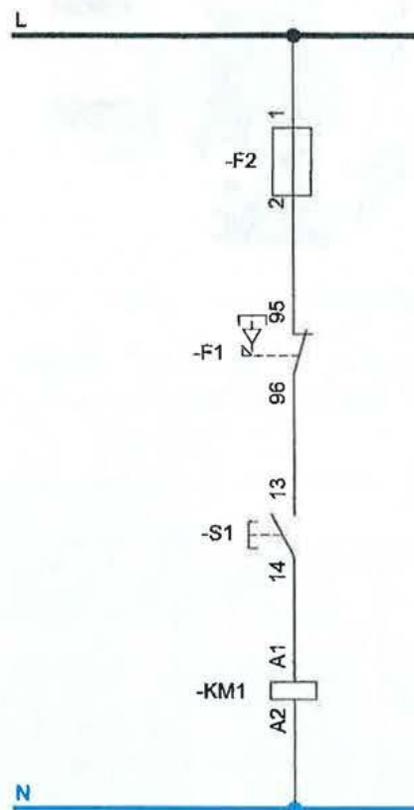


Figura 7.10. Ejemplo de alimentación de un circuito de maniobra directamente desde la red eléctrica.

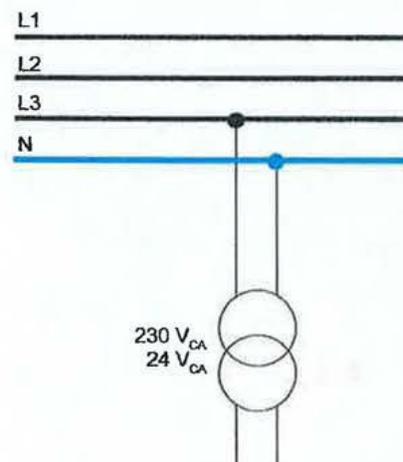


Figura 7.11. Alimentación a través de un transformador.

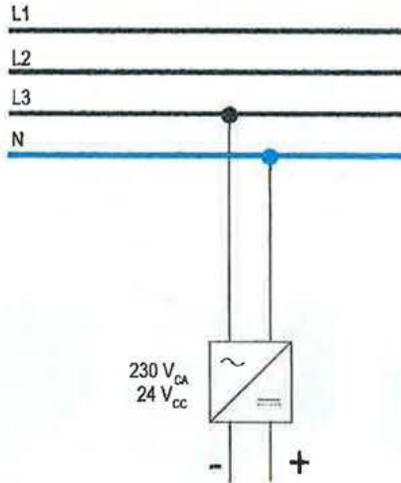


Figura 7.12. Alimentación en corriente continua.

SABÍAS QUE

La protección magnetotérmica de los circuitos de maniobra se realiza generalmente por medio de interruptores automáticos de bipolares (2x6A o 2x10A) o fusibles de pequeño calibre.

En lo que respecta al control y gestión de los circuitos de automatismos industriales, se realiza desde el circuito de maniobra mediante dispositivos de control manual (interruptores o pulsadores) o automático (sensores y detectores). A continuación serán analizadas todas las posibilidades.

7.2. Dispositivos de control manual

De entre todos los dispositivos de maniobra manual presentes en el mercado y diseñados para ser integrados en circuitos de maniobra, los de mayor uso en instalaciones de automatismos industriales son los interruptores y los pulsadores.

7.2.1. Interruptores

Se caracterizan porque una vez activados, se mantienen permanentemente en ese estado hasta que se vuelve a maniobrar sobre ellos. Los más utilizados en los circuitos de mando de las instalaciones de automatismos industriales son los siguientes:

- **Interruptor simple de dos posiciones:** permite la conmutación del circuito entre los estados de abierto o cerrado. Existen de tipo basculante, rotativo y de palanca.

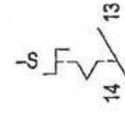


Figura 7.13. Símbolo genérico del interruptor.



Figura 7.14. Interruptor de dos posiciones basculante.



Figura 7.15. Interruptor de dos posiciones de palanca.

- **Interruptor conmutador de dos posiciones:** permite la conmutación del circuito entre dos estados de marcha distintos.

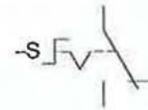


Figura 7.16. Símbolo del conmutador de dos posiciones.

- **Interruptor conmutador de tres o más posiciones:** permite la conmutación del circuito entre dos estados de marcha distintos (como mínimo) y un estado de paro. Los interruptores de tres posiciones pueden ser de tipo basculante y de palanca, pero los más frecuentes en instalaciones de automatismos son los de tipo rotativo. Los de cuatro o más posiciones son casi siempre rotativos.

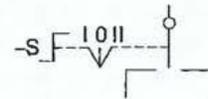


Figura 7.17. Símbolo del conmutador de tres posiciones.

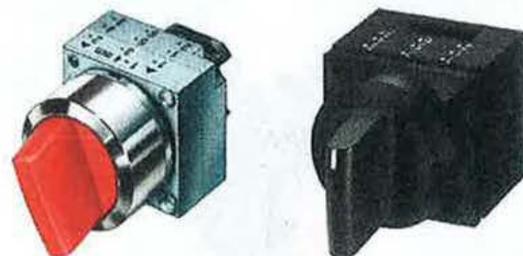


Figura 7.18. Interruptor conmutador rotativo de tres posiciones. (Cortesía de Siemens.)

- **Interruptores de llave:** solo pueden ser accionados mediante el giro de una llave

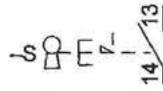


Figura 7.19. Símbolo del interruptor de llave.



Figura 7.20. Interruptor de llave. (Cortesía de Siemens.)

La mayoría de los interruptores generalmente suelen tener un único contacto asociado, pero también resulta posible encontrar en el mercado los denominados **interruptores de doble cámara de contactos**, los cuales poseen dos contactos auxiliares asociados, por regla general uno normalmente cerrado (NC) y otro normalmente abierto (NO).

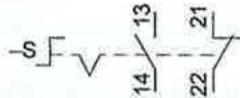


Figura 7.21. Símbolo del interruptor de doble cámara de contactos.

7.2.2. Pulsadores

Se caracterizan porque una vez activados, únicamente se mantienen en este estado mientras dure la presión sobre su superficie. En el momento que se deja de presionar un pulsador, este vuelve a su estado de reposo. Son, sin lugar a duda, los dispositivos de maniobra más utilizados en los circuitos de mando de las instalaciones de automatismos industriales.

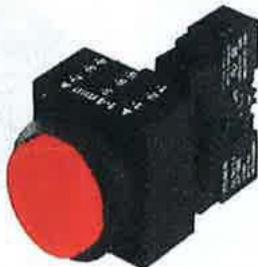


Figura 7.22. Pulsador. (Cortesía de Siemens.)

Generalmente, se codifican bajo un código de colores, siendo:

- De color **verde**, el pulsador de **marcha**. Tendrá asociado un contacto normalmente abierto (NO).
- De color **rojo**, el pulsador de **paro**. Tendrá asociado un contacto normalmente cerrado (NC).

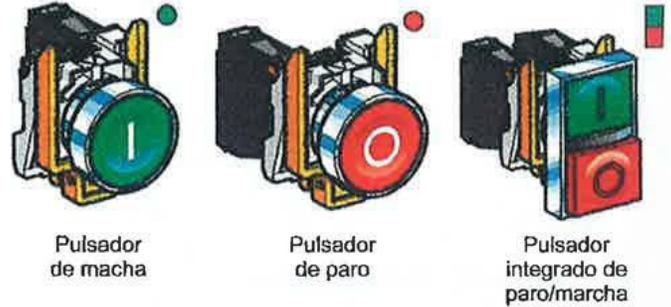


Figura 7.23. Representación de pulsadores. (Cortesía de Siemens.)



Figura 7.24. Simbología asociada a los pulsadores de paro (con contacto NC) y marcha (con contacto NO).

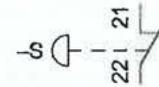


Figura 7.25. Símbolo del pulsador de paro de emergencia.

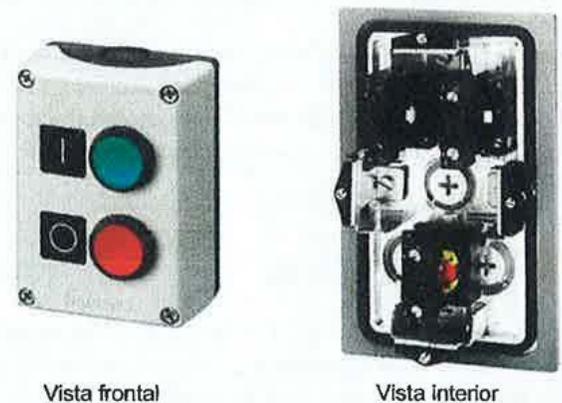


Figura 7.26. Detalle de los bornes de conexión de una botonera de paro-marcha. (Cortesía de Siemens.)

También resulta posible encontrar pulsadores especiales, como los pulsadores de pedal (que son activados con el pie del operario) o los pulsadores de palanca.



Figura 7.27. Pulsador de palanca. (Cortesía de Siemens.)

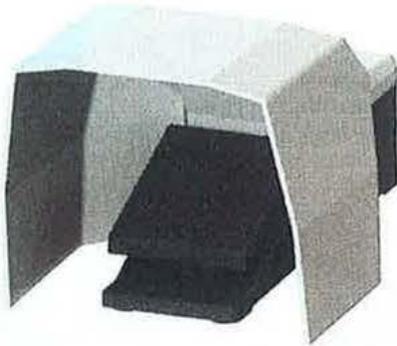


Figura 7.28. Pulsador de pedal. (Cortesía de Siemens.)

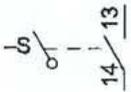


Figura 7.29. Símbolo del pulsador de palanca.

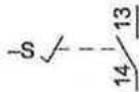


Figura 7.30. Símbolo del pulsador de pedal.

Al igual que en el caso de los interruptores, la mayoría de los pulsadores suelen disponer de un único contacto asociado, pero también resulta posible encontrar en el mercado los denominados **pulsadores de doble cámara de contactos**, los cuales poseen dos contactos auxiliares asociados.

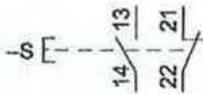


Figura 7.31. Símbolo del pulsador de doble cámara de contactos.

7.2.3. Instalaciones con varios puestos de mando

Determinados circuitos de potencia deben ser controlados desde varios lugares de una misma instalación, por ejemplo, es muy común encontrar receptores que disponen de circuitos de mando duplicados, uno en la cabina de control general y otro a *pie de máquina*.

En estos casos únicamente es posible interactuar con el circuito de maniobra mediante pulsadores, ya que un interruptor solo podría ser activado y desactivado desde un único lugar.

En estos casos es necesario tener muy en cuenta la correcta conexión de los pulsadores para no cometer errores que desencadenen fallos de funcionamiento. Dicha conexión debe ser:

- En **paralelo** los pulsadores de **marcha**, de manera que accionando cualquiera de los dos el circuito entre en funcionamiento.
- En **serie** los pulsadores de **paro**, de manera que el circuito se detenga con accionar cualquiera de los dos pulsadores.

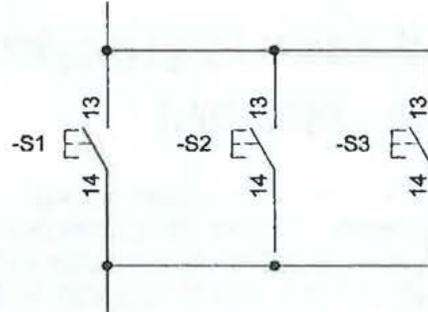


Figura 7.32. Ejemplo de conexionado de tres pulsadores de marcha.

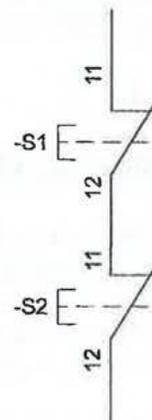


Figura 7.33. Ejemplo de conexionado de dos pulsadores de paro.

Actividad propuesta 7.2

¿Qué caracteriza a un interruptor o pulsador con doble cámara de disparo?

Propón una situación que se te ocurra dentro de un proceso industrial en el que sea necesario utilizar un interruptor o pulsador con doble cámara de disparo.

Actividad resuelta 7.1

¿Qué ocurriría si se conectasen dos pulsadores de paro en paralelo? ¿Y si se conectasen dos pulsadores de marcha en serie? ¿Para qué aplicaciones podrían resultar útiles estas conexiones?

Solución:

Si se conectan en serie dos pulsadores de marcha, al tener asociados contactos normalmente abiertos, el circuito solo podría entrar en funcionamiento si ambos son accionados a la vez. Por el contrario, si se conectan en paralelo dos pulsadores de paro, al tener asociados contactos normalmente cerrados, el circuito solo podría detenerse si ambos son accionados a la vez, ya que de lo contrario siempre circularía corriente por uno de los dos.

Este tipo de conexiones, no obstante, pueden ser utilizadas para aumentar la seguridad de los circuitos, ya que el hecho de que deban accionarse dos pulsadores de manera simultánea evita en gran medida las maniobras accidentales.

7.3. Maniobras en los circuitos de automatismos

En los circuitos de automatismos que funcionan mediante el uso de interruptores, cada una de las maniobras (marcha I, marcha II, paro, etc.) vienen determinadas por la posición fija del propio interruptor. Sin embargo, en la práctica, la mayoría de las instalaciones industriales cuentan con pulsadores para gobernar los circuitos de mando. En estos casos existen dos posibles modos de funcionamiento dadas las características intrínsecas del pulsador: a través de pulsos o de manera permanente mediante un contacto de realimentación.

7.3.1. Funcionamiento por pulsos

Puesto que un pulsador vuelve a su posición original cuando se deja de ejercer presión sobre su superficie, en condiciones normales de funcionamiento los circuitos de mando gobernados mediante pulsadores únicamente pueden ser activados de manera intermitente, es decir "a saltos o pulsos".

En estas situaciones no es necesario disponer de un pulsador de paro, puesto que el propio pulsador de marcha es el que detiene el circuito cuando deja de ser accionado.

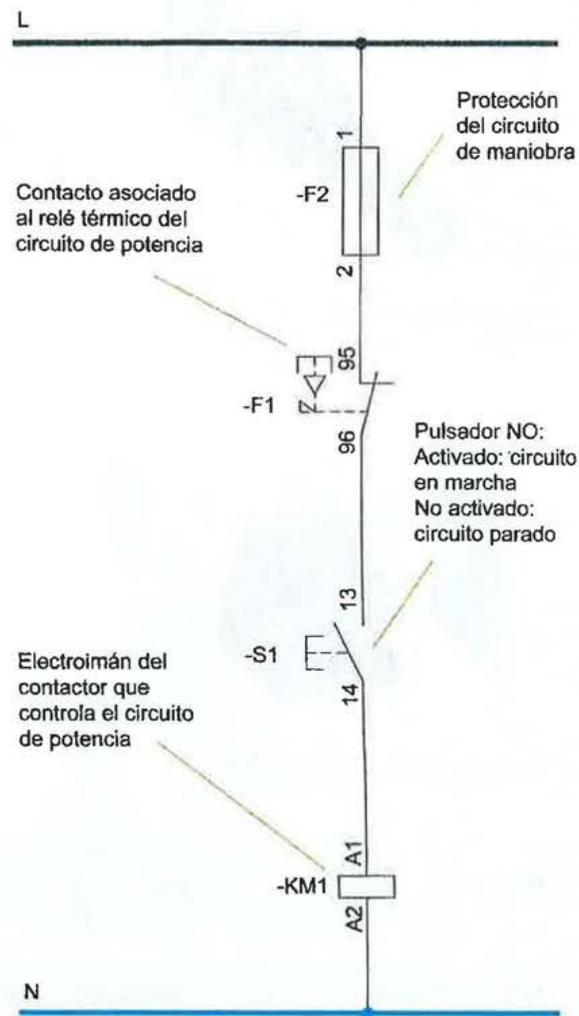


Figura 7.34. Circuito de maniobra gobernado mediante pulsos.

7.3.2. Funcionamiento continuo: la realimentación

Tal como se ha explicado, en condiciones normales el pulsador solo permite el funcionamiento de un circuito de potencia "a saltos", y dado que este dispositivo es el más utilizado en los circuitos de maniobra de las instalaciones de automatismos industriales, resulta imprescindible aplicar un método de conexionado mediante el cual un circuito de maniobra pueda seguir recibiendo corriente eléctrica aunque el operario haya dejado de oprimir el pulsador. Esto se consigue mediante la denominada **realimentación**.

La realimentación consiste en cortocircuitar el pulsador de marcha de un circuito de maniobra, colocando en paralelo a este un contacto auxiliar normalmente abierto perteneciente al contactor que deba permanecer activo durante el tiempo que dure el proceso. De esta manera, mientras la

bobina del electroimán reciba corriente, el contacto auxiliar del contactor permanecerá cerrado, permitiendo el paso de la corriente.

En estas circunstancias de funcionamiento la única forma de detener el circuito será mediante el accionamiento de un pulsador de paro.

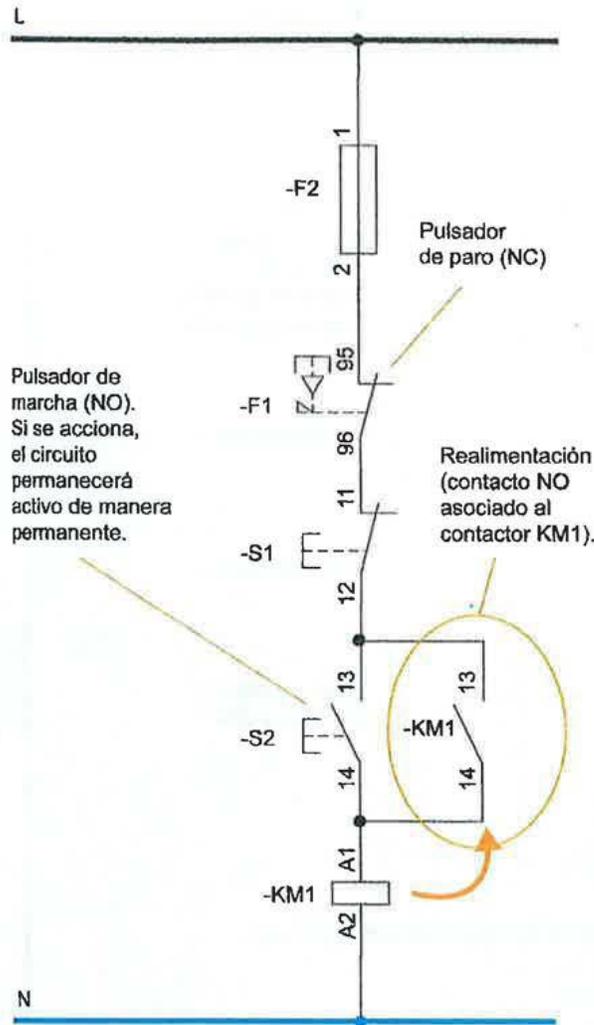


Figura 7.35. Circuito de maniobra con realimentación.

SABÍAS QUE

Este método de trabajo se denomina realimentación porque es el propio contactor (mediante un contacto NO) el que permite el paso de la corriente eléctrica hasta su propio electroimán.

El electroimán mantiene cerrado el contacto auxiliar y el contacto auxiliar alimenta al electroimán, de manera que se retroalimentan y el circuito se mantiene en marcha permanente hasta que se interrumpe la alimentación accionando el pulsador de paro.

7.3.3. Pilotos de señalización de marcha y paro

Cuando un contactor está activado, en la mayoría de los casos implica que uno o varios receptores se encuentran en estado de funcionamiento. Si los circuitos de maniobra son controlados mediante un pulsador y un sistema de realimentación, a los operarios les puede resultar complicado saber si el circuito está en marcha, dado que el contactor vuelve al estado de reposo al dejar de ser pulsado.

En estos casos resulta muy frecuente utilizar pilotos de señalización asociados en paralelo a las bobinas de los contactores principales, para indicar el estado activo del mismo.

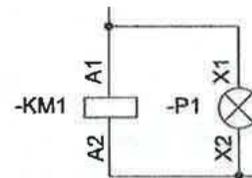


Figura 7.36. Representación del electroimán de un contactor con piloto de marcha asociado.



Figura 7.37. Detalle de los bornes de conexión de un piloto de señalización.



Figura 7.38. Piloto de señalización para carril DIN. (Cortesía de Siemens.)

Otro dispositivo que suele tener asociado un piloto indicador es el relé térmico. Alimentado a través de un contacto normalmente abierto, se activa cuando el relé entra en marcha por exceso de corriente en el circuito de potencia. El piloto asociado al relé térmico tiene asignado el color rojo, de manera que cualquier operario puede conocer el motivo por el cual se ha detenido el proceso al verlo iluminado.

RECUERDA

Los pilotos de señalización se identifican por la letra P, las lámparas, sin embargo, se identifican por la letra H.

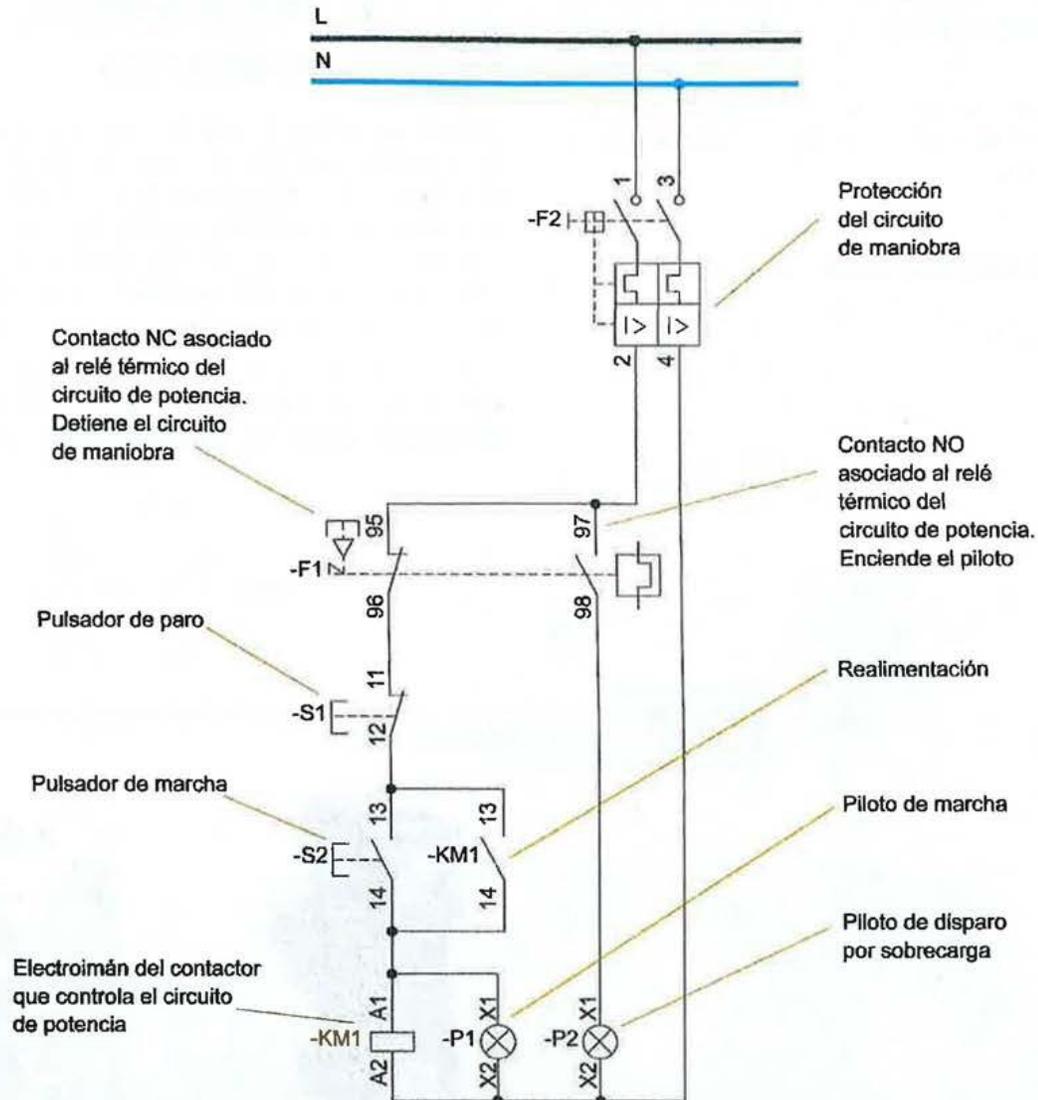


Figura 7.39. Esquema de maniobra completo, con realimentación y pilotos señalizadores de marcha y disparo por sobrecarga.

7.3.4. El enclavamiento

En ocasiones puede resultar necesario bloquear la puesta en marcha de un determinado contactor temporalmente, durante el funcionamiento de un circuito, dado que su activación accidental junto a otro podría desencadenar problemas como cortocircuitos entre las fases o daños directos al receptor conectado.

En estos casos se realiza el denominado **enclavamiento de maniobras**, que impedirá que los contactos de un contactor puedan cerrarse mientras otro dispositivo, generalmente otro contactor, se encuentre activado.

Existen básicamente dos tipos de enclavamiento:

- **Enclavamiento mecánico**, mediante elementos físicos de bloqueo de los propios dispositivos.



Figura 7.40. Elemento de enclavamiento mecánico. (Cortesía de Siemens.)

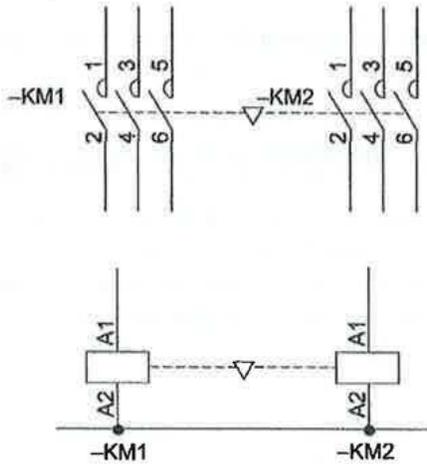
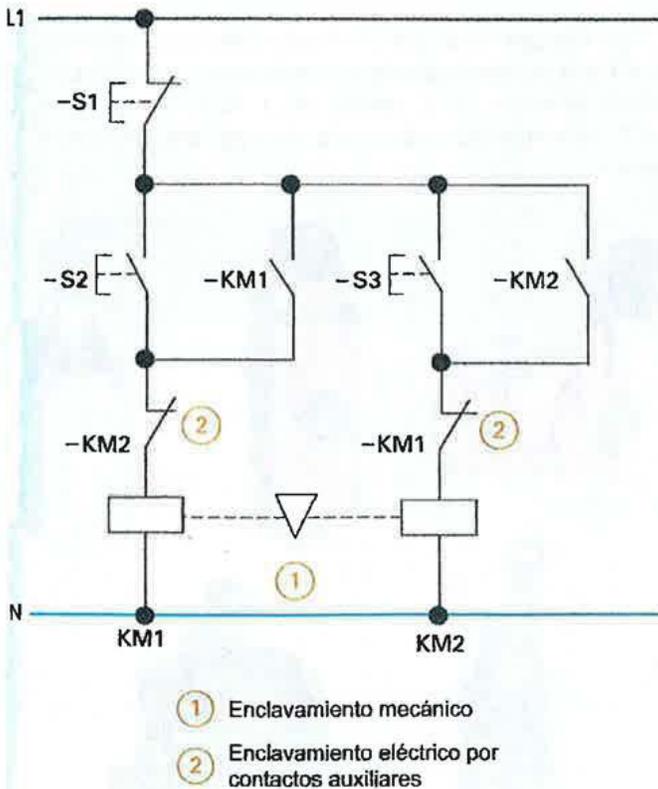


Figura 7.41. Representación gráfica de enclavamiento mecánico entre contactores (potencia y maniobra).



Figura 7.43. Contactores asociados con enclavamiento mecánico y eléctrico. (Cortesía de Siemens.)

- **Enclavamiento eléctrico**, mediante el diseño y uso sobre el circuito de maniobra de contactos auxiliares normalmente cerrados (NC) de un contactor en serie con el dispositivo a bloquear, de tal forma que cuando se encuentre activado aisle el otro circuito.



- ① Enclavamiento mecánico
- ② Enclavamiento eléctrico por contactos auxiliares

Figura 7.42. Representación de enclavamientos mecánicos y eléctricos entre contactores, en circuitos de maniobra.

RECUERDA

Los contactores siempre traen disponibles por defecto, y como mínimo, un contacto normalmente cerrado (NC) y un contacto normalmente abierto (NO). De esta manera el fabricante posibilita tanto la realimentación como la posibilidad de enclavamiento eléctrico.

7.4. Dispositivos de control automático

En el entorno de los automatismos industriales, los circuitos de maniobra también pueden ser gobernados por dispositivos cuyo control es totalmente automático: **los detectores y sensores**.

Estos componentes se encargan de medir variables externas (como temperatura, presión, movimiento y similares) y a continuación realizan alguna de estas dos funciones:

- En circuitos de lógica digital, envían la información captada en forma de señales eléctricas hacia el sistema. Estas señales generalmente serán recogidas y procesadas por ordenadores o autómatas programables.
- En circuitos de lógica cableada, abrirán o cerrarán los contactos auxiliares que tengan asociados.

En la actualidad, existen numerosos tipos de dispositivos de control y maniobra automáticos, que se clasifican en función del tipo de variable que son capaces de medir o ante la que reaccionan. Hay que tener muy en cuenta, además, que esta es un área de aplicación en constante desarrollo y evolución.