

En esta parte trataremos únicamente los elementos más usados en el control y la automatización de procesos industriales. No es posible abordarlos todos, por cuanto son muchísimos y cada día salen al mercado nuevos productos.

ASPECTOS GENERALES

Para mayor claridad definamos algunos conceptos que usaremos en este libro.

✓ **AUTOMATISMO:** dispositivo que sustituye las operaciones secuenciales realizadas manualmente por un operario, por otras acciones automáticas (no dependientes del operario), para garantizar el correcto funcionamiento de una máquina.

Puede realizarse mediante técnicas de lógica cableada y/o lógica programada.

✓ **PROCESO:** desarrollo de una serie de acciones encaminadas a obtener un determinado resultado o producto.

✓ **SECUENCIA:** sucesión ordenada de varias acciones que tienen relación de dependencia entre sí y constituyen un conjunto.

✓ **ETAPA:** desarrollo parcial de un

proceso o una secuencia.

✓ **CICLO:** ejecución de todas las etapas de una secuencia (ciclo único).

✓ **CICLO FORZADO:** desarrollo de un ciclo sin posibilidad de ser interrumpido en forma normal.

✓ **CICLICO:** repetición automática de un ciclo (ciclo continuo).

En todo proceso automático encontramos:

La parte operativa: compuesta por la máquina en sí y los accionadores.

La parte de comando o automatización: la adquisición y tratamiento de datos, y los preaccionadores.

El diálogo hombre-máquina: en la cual el operario vigila y aporta sus propios datos a los ya adquiridos.

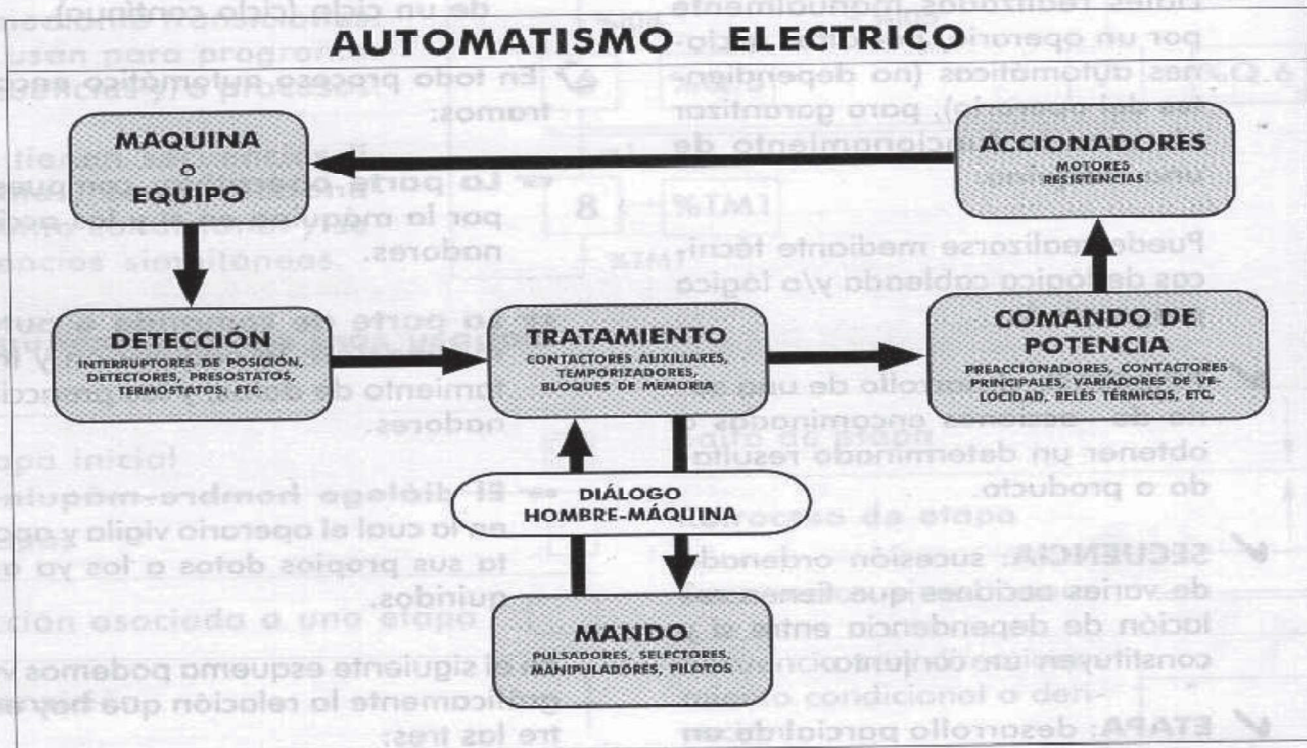
En el siguiente esquema podemos ver gráficamente la relación que hay entre las tres:



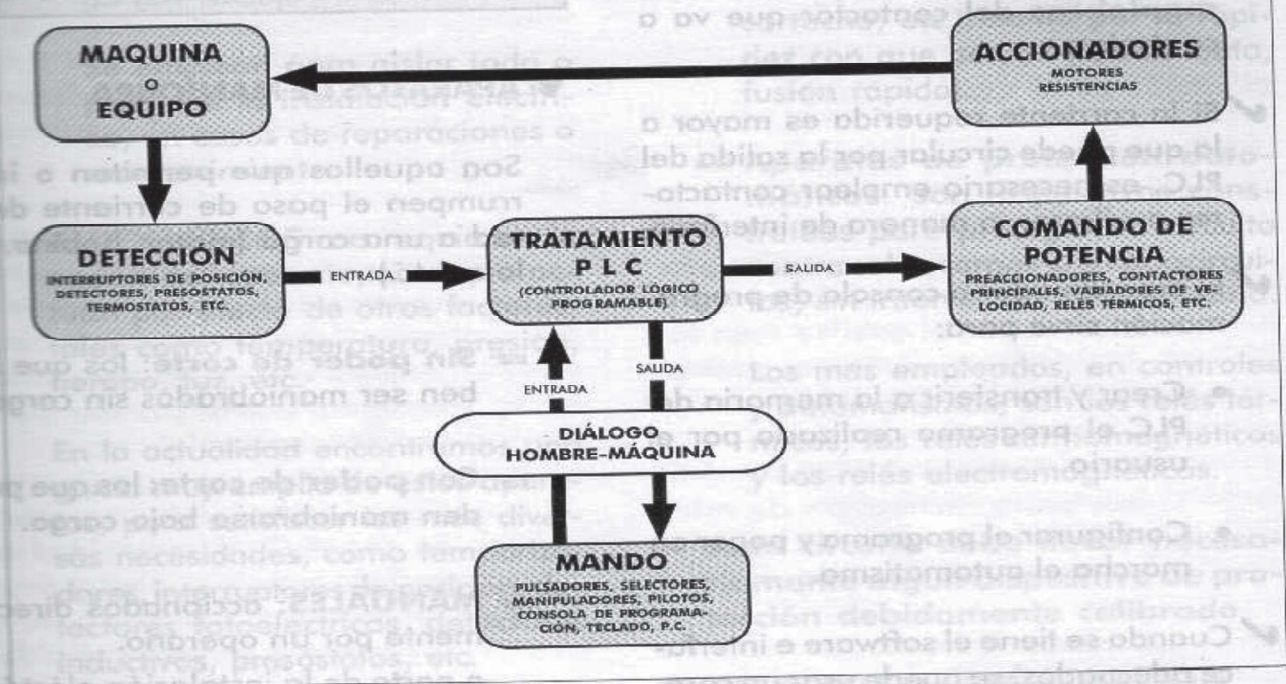
CLASES DE AUTOMATISMOS

✓ Dependiendo de la diversidad que haya entre los elementos que se usen encontraremos diferentes tipos de automatismos.

✓ En forma gráfica veremos a continuación el ciclo de algunos automatismos, para establecer la semejanza que hay entre ellos.



AUTOMATISMO ELECTRÓNICO



✓ En los dos gráficos anteriores vemos:

★ La diferencia fundamental entre estos dos automatismos está en la etapa de tratamiento.

★ No hay diferencia alguna en las etapas de detección o adquisición de datos, ni en la de comando de potencia, ni en la de los accionadores.

✓ El PLC o autómatas no solamente sustituye todos los contactores auxiliares, temporizadores y bloques de memoria sino que además, por las características y funciones que posee, puede realizar procesos muchísimo más complejos.

✓ La capacidad de un PLC está dada entre otros factores por:

✎ Número de entradas: señales

que pueden llegar de la etapa de detección o de mando.

✎ Número de salidas: señales que se pueden enviar básicamente a las bobinas de los contactores principales.

✎ Capacidad para procesar la información adquirida y entregarla ya procesada.

✎ Memoria para almacenar las instrucciones del programa realizado.

✓ Las salidas del PLC pueden ser por relé o por transistores.

✓ Hay que tener mucho cuidado con las corrientes que pueden circular, tanto por las entradas como especialmente por las salidas, por cuanto éstas son muy pequeñas (normalmente mA).

- ✓ Además de la corriente es necesario fijarse en la tensión y el número de maniobras del contactor que va a controlar.
- ✓ Si la corriente requerida es mayor a la que puede circular por la salida del PLC, es necesario emplear contactores auxiliares, a manera de interface.
- ✓ El programador o consola de programación sirve para:
 - Crear y transferir a la memoria del PLC el programa realizado por el usuario.
 - Configurar el programa y poner en marcha el automatismo.
- ✓ Cuando se tiene el software e interface adecuados, se puede usar un computador en lugar de la consola de programación.
- ✓ En un proceso industrial, además de los automatismos vistos, encontramos los automatismos neumáticos, electro-neumáticos e hidráulicos.
- ✓ El ciclo de estos automatismos es prácticamente el mismo.
- ✓ La diferencia radica en el uso de componentes neumáticos, electroneumáticos o hidráulicos, como fines de carrera neumáticos, pulsadores neumáticos, válvulas distribuidoras, válvulas de bloqueo, de presión o de flujo, cilindros, electroválvulas, motores neumáticos, etc.
- ✓ En los procesos industriales actuales es difícil encontrar un solo tipo de automatismo. Por lo general se encuentran combinados, tratando de obtener más eficiencia y mayor rendimiento.

APARATOS DE MANIOBRA

Son aquellos que permiten o interrumpen el paso de corriente de la red a una carga (motor, bobina, piloto, etc.):

- ✎ **Sin poder de corte:** los que deben ser maniobrados sin carga.
- ✎ **Con poder de corte:** los que pueden maniobrarse bajo carga.
- ✎ **MANUALES:** accionados directamente por un operario, o parte de la instalación eléctrica, en casos de reparaciones o mantenimiento.
- ★ **Interruptores:** son dispositivos, con poco poder de corte, empleados para abrir y/o cerrar circuitos, necesiándose en cada una de estas operaciones la acción directa del operario.
- ★ **Pulsadores:** aparatos, con poco poder de corte. Se diferencian de los interruptores porque cierran o abren circuitos solamente mientras actúa sobre él un operario, recuperando su posición inicial o de reposo tan pronto cesa la presión ejercida sobre él.
- ★ **Seccionadores:** aparatos de maniobra con o sin poder de corte. Los que son sin poder de corte deben ser accionados úni

camente cuando están sin carga (en vacío).

Se emplean para aislar toda o parte de la instalación eléctrica, en casos de reparaciones o mantenimiento.

☞ **AUTOMÁTICOS:** no requieren la acción del operario, sino que actúan por efecto de otros factores, tales como temperatura, presión, tiempo, luz, etc.

En la actualidad encontramos una gama muy amplia de estos aparatos, para satisfacer las más diversas necesidades, como temporizadores, interruptores de posición, detectores fotoeléctricos, detectores inductivos, presostatos, etc.

En este grupo de aparatos de maniobra automáticos tienen particular importancia los contactores, usados en las etapas de tratamiento y comando de potencia.

☛ **APARATOS DE PROTECCION**

Son todos aquellos elementos destinados a proteger todo o parte del circuito, separándolo de las líneas de alimentación, cuando se presentan irregularidades en su funcionamiento, particularmente por sobrecargas o sobreintensidades y cortocircuitos.

☞ **Fusibles:** son conductores calibrados específicamente para el paso de determinadas cantidades de corriente, de manera que al producirse un corto circuito se fundirán rápidamente, interrumpiendo inmediatamente el circuito y evitando daños mayores en las cargas o en los conductores.

Existen muchos tipos de fusibles, tanto por la forma (de botella, de cartucho, etc.), como por la rapidez con que actúan (fusión lenta, fusión rápida).

☞ **Aparatos de protección automáticos:** Son dispositivos contruídos para proteger un circuito contra sobrecargas y/o cortocircuitos, sin intervención del operario.

Los más empleados, en controles y automatismos, son los relés térmicos, los relés termomagnéticos y los relés electromagnéticos.

Todo circuito debe llevar necesariamente algún dispositivo de protección debidamente calibrado.

☛ **APARATOS DE SEÑALIZACION**

Elementos destinados para indicar si el contactor está o no funcionando, y por consiguiente si la carga está o no en funcionamiento.

Los más empleados son los pilotos luminosos y las señalizaciones acústicas.

EL CONTACTOR

☞ Forma parte de los aparatos de maniobra automáticos con poder de corte.

"El contactor es un interruptor accionado a distancia por medio de un electroimán".

Como tal no tiene símbolo sino una marca, precedida por un guión, y luego un índice: -KM... ó -KA...

● PARTES DEL CONTACTOR

✓ CARCAZA

- ★ Soporte fabricado en material no conductor, con un alto grado de rigidez y resistencia al calor, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores del contactor.
- ★ Para obtener estas características, en la fabricación de estos materiales se emplea un alto porcentaje de fibra de vidrio.
- ★ Un inconveniente que presenta este componente es el hacerlo quebradizo (vidrioso), por lo cual es necesario tener mucho cuidado cuando se manipulan los contactores, especialmente en la zona de los contactos, para que no se quiebre parte alguna.
- ★ Cuando se ha roto alguna parte no es recomendable usar pegantes, de ningún tipo, para repararlo.

✓ ELECTROIMAN o circuito electromagnético:

- ★ Es el elemento motor del contactor. Está compuesto por una serie de partes cuya finalidad específica es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando un campo magnético muy intenso, el cual a su vez producirá un movimiento mecánico.

★ **BOBINA:** es un arrollamiento de alambre de cobre (con características muy especiales) muy delgado y un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético.

El flujo magnético produce un par electromagnético, superior al par resistente de los muelles (resortes) que separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente.

Cuando una bobina se energiza con A.C. la intensidad absorbida por ésta, denominada **corriente de llamada**, es relativamente elevada, debido a que en el circuito prácticamente sólo se tiene la resistencia del conductor. En estas condiciones el $\cos \varphi$ es alto (0,8 a 0,9) y la reactancia inductiva muy baja, por existir mucho entrehierro entre el núcleo y la armadura.

Esta corriente elevada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo puede atraer a la armadura, a pesar del gran entrehierro y la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo.

Una vez que se cierra el circuito magnético, al juntarse el núcleo con la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada se reduce considerablemente, obteniéndose de esta manera una **corriente de mantenimiento** o trabajo mu-

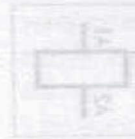
cho más baja (unas 10 o más veces menor), con un $\cos \phi$ más bajo pero capaz de mantener cerrado el circuito magnético.

Las bobinas están calculadas y dimensionadas para trabajar normalmente con las corrientes bajas de mantenimiento. Si el circuito magnético queda abierto, total o parcialmente, la corriente de llamada circulará más tiempo del previsto, que es sólo de algunos milisegundos, generando calor en la bobina, con el peligro de recalentarla e incluso dañarla por completo.

Para evitar estos inconvenientes, una bobina no debe energizarse si no tiene el núcleo y la armadura, o si éstos no pueden juntarse por alguna razón.

Cuando la bobina está construída para ser alimentada con C.C. no se presenta este fenómeno, porque la corriente de llamada es igual a la corriente de mantenimiento. Como no hay variación en la impedancia, el valor de la corriente que circula por la bobina depende únicamente de la resistencia de ésta, que siempre es la misma, motivo por el cual estas bobinas presentan características especiales, de tal manera que una bobina para A.C. no debe alimentarse con C.C. y una bobina para C.C. no debe alimentarse con A.C.

Otro factor importante que hay que tener presente antes de energizar una bobina es la tensión y la frecuencia de ali-



mentación. Puede ser la misma del circuito de potencia o inferior a ésta (reducida por un transformador o suministrada por otra fuente de alimentación). La información de estas características viene claramente registrada en la bobina o en el contactor.

En la actualidad se consiguen bobinas para ser alimentadas con A.C. y tensiones de 24V, 48V, 100-120V, 208-220V y frecuencias de 50 y/o 60 Hz (monofrecuencia o bifrecuencia). También se encuentran bobinas para ser alimentadas con C.C. y tensiones desde 12V hasta 220V.



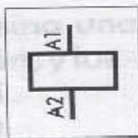
La tendencia actual, en nuestro medio, es la de usar bobinas para A.C., monofrecuencia y a 120V ó 208-220V., por cuanto estas bobinas absorben una corriente mucho menor que las alimentadas con tensiones bajas. Este factor será particularmente importante cuando se emplean los diferentes tipos de detectores y los PLC.

ASPECTOS PRACTICOS para el manejo de las bobinas de un contactor:

- Un circuito de control consiste, en último término, en energizar y desenergizar la bobina del contactor que deseamos que funcione.

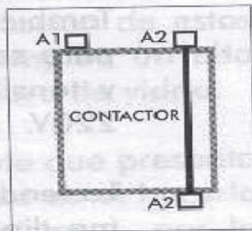
- Los símbolos de las bobinas deben llevar, al lado izquierdo, las mismas marcas del contactor al cual pertenecen.

- La entrada y salida (principio y final) de la bobina vienen claramente indicadas y grabadas en ésta. Actualmente se usan las marcas A1 y A2.



- Las normas internacionales recomiendan que el punto A2, de todas las bobinas, se conecten única y exclusivamente a la línea inferior de alimentación del esquema de mando.

- Existen modelos recientes en los cuales el terminal A2 se encuentra ubicado en dos puntos diferentes del contactor, debidamente interconectados, para mayor comodidad en el montaje.



- Después de diseñar un esquema debe revisarse muy bien, para que ninguna bobina quede alimentada directamente, sino que pueda energizarse y desenergizarse según las necesidades y requerimientos previstos.

★ **NUCLEO:** es una parte metálica, de material ferromagnético, generalmente en forma de E, que va fijo en la carcasa.

Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo),

para atraer con mayor eficiencia la armadura.

Se construye con láminas delgadas (chapas) de acero al silicio, aisladas entre sí pero formando un sólo bloque, fuertemente unido por remaches, con la finalidad de reducir al máximo las corrientes parásitas o corrientes de foucault (= corriente eléctrica que circula por el núcleo, cuando está sometida a una variación del flujo magnético, y que origina pérdidas de energía por efecto joule).

El pequeño entrehierro que se deja entre el núcleo y la armadura, bien sea por falta de metal o la inserción de un material paramagnético, sirve para eliminar el magnetismo remanente (= campo magnético que permanece cierto tiempo, una vez desenergizada la bobina).

En los contactores cuya bobina debe alimentarse con A.C. (no así si debe alimentarse con C.C.), el núcleo debe llevar, en los extremos de las columnas laterales, un elemento adicional denominado espiras de sombra o anillos de defasaje.

Al circular corriente alterna por la bobina, cada vez que la tensión es 0 la armadura debería separarse del núcleo, porque el flujo magnético producido por la bobina es también 0.

En realidad, como el tiempo de separación es muy pequeño cada vez (1/120 de segun-

do si la frecuencia es de 60 Hz), no es posible que la armadura se separe completamente del núcleo, pero si es suficiente para que se origine una vibración y un zumbido, y se eleve la corriente de mantenimiento, que de ser continuo y prolongado, terminará por estropear la bobina e incluso otros componentes del contactor.

Este problema se evita con las espiras de sombra, que suministran al circuito magnético un flujo adicional (flujo retrasado respecto al principal), en los momentos en que la bobina no lo produce, obteniéndose así un flujo magnético constante, semejante al generado con corriente continua.

★ **ARMADURA:** Elemento móvil, cuya construcción se parece a la del núcleo, pero sin espiras de sombra. Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que en estado de reposo debe estar separada del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina entrehierro o cota de llamada.

Las características del muelle permiten que, tanto el cierre como la apertura del circuito magnético, se realicen en forma muy rápida (sólo unos 10 milisegundos). Cuando el par resistente del muelle es mayor que el par electromagnético, el núcleo no logrará atraer la armadura o lo hará con mucha

dificultad. Por el contrario, si el par resistente del muelle es demasiado débil, la separación de la armadura no se producirá con la rapidez necesaria.

Robustez mecánica es el número de maniobras (apertura + cierre) que puede realizar el contactor en vacío y sin ningún inconveniente.

El movimiento que se obtiene en la armadura, cada vez que se energiza o desenergiza la bobina, a consecuencia de la generación o suspensión del campo magnético, se emplea para accionar los contactos que tiene el contactor, de modo que actúen como interruptores, permitiendo o interrumpiendo el paso de corriente. Para lograrlo se colocan sobre la armadura, debidamente aislada, una serie de contactos (específicamente el elemento móvil de los contactos) que abrirán y/o cerrarán simultáneamente varios circuitos, cada vez que la armadura se ponga en movimiento, porque los contactos están mecánicamente unidos (son solidarios) pero eléctricamente separados.

✓ CONTACTOS

Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente, tanto en el circuito de potencia como en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina, por lo que se denominan **contactos instantáneos**.

Todo contacto está compuesto por tres elementos: dos partes fijas (contactos fijos) ubicadas en la carcasa y una parte móvil (contacto móvil) colocada en la armadura, para establecer o interrumpir el paso de la corriente entre las partes fijas. El contacto móvil lleva un resorte que garantiza la presión y por consiguiente la unión de las tres partes.

Los contactos están hechos de bronce fosforado, material que es muy buen conductor, mecánicamente resistente y con un mayor grado de elasticidad que el cobre o el bronce.

En los puntos donde se establece el contacto (extremos de los contactos fijos y móvil) toda vez que se abre el circuito bajo carga, se produce una chispa eléctrica proporcional a la intensidad absorbida por la carga, por lo cual es necesario que estos puntos, al mismo tiempo que sigan siendo muy buenos conductores, tengan mayor dureza, resistencia mecánica y resistencia a las altas temperaturas. Para lograrlo se emplean, en dichos puntos, materiales aleados a base de platino, cadmio, óxido de cadmio, níquel, paladio, etc.

Estas aleaciones también ayudan a evitar la oxidación (que se convierte en material aislante), el desgaste, la erosión y además disminuyen la posibilidad de pegarse o soldarse.

A pesar de estas características, los contactos, especialmente los principales, requieren de un mantenimiento periódico, para que el con-

tacto se establezca siempre en forma óptima y tenga un adecuado y normal funcionamiento.

Este mantenimiento se hace empleando productos especialmente fabricados para ello, y no limándolos, lijándolos y engrasándolos.

Los contactos auxiliares también necesitan un mantenimiento periódico, a no ser que sean «autolimpiantes» (= contactos en los cuales la parte móvil se desliza sobre la parte fija antes de que se establezca el contacto definitivo).

★ CONTACTOS PRINCIPALES

Su función específica es establecer o interrumpir el circuito principal, permitiendo o no que la corriente se transporte desde la red a la carga.

Deben estar debidamente calibrados y dimensionados para permitir el paso de las intensidades requeridas por la carga, sin peligro de deteriorarse.

Sin embargo, con el tiempo, los contactos van sufriendo desgaste, por lo cual es necesario verificar periódicamente la cota de presión (= distancia que permite que los contactos fijos y móviles se junten antes de que el circuito electromagnético se cierre completamente) en funcionamiento, pues es recomendable cambiarlos cuando ésta esté por debajo del 50% de la cota inicial.

Cuando se tengan que cambiar

los contactos, es recomendable:

- Cambiar todos los contactos y no solamente el dañado.
- Alinear los contactos, respetando la cota inicial de presión.
- Verificar la presión de cada contacto con el contactor en funcionamiento.
- Verificar que los tornillos y tuercas queden bien apretados.

Robustez eléctrica es el número de maniobras que puede realizar un contactor bajo carga (en función de la corriente máxima cortada).

Los contactos principales son generalmente NA, aunque se encuentran contactores con contactos NC, para usos muy específicos.

Se fabrican contactores con contactos principales capacitados para transportar corrientes desde unos cuantos amperios (9 A) hasta corrientes con intensidades muy elevadas (más de 2.000 A en AC1).

Cuando un contacto bajo carga interrumpe el circuito, se produce una chispa entre el contacto fijo y móvil, de tal manera que, a pesar de que estos contactos se hayan separado, el circuito no se interrumpe inmediatamente, sino que la corriente sigue pasando por unos milisegundos a través del aire io-

nizado (= aire que al calentarse se vuelve conductor).

Como la chispa se produce siempre, los contactos se ubican en una zona conocida comúnmente como «cámara apagachispas», construida con materiales muy resistentes al calor (poliésteres con un gran porcentaje de fibra de vidrio) y con características especiales, capaces de extinguir rápidamente esta chispa, de manera que no llegue a transformarse en un arco eléctrico, el cual al generar temperaturas muy elevadas (hasta unos 8.000°C), los desgastará por erosión, debilitará por el exceso de calor y finalmente acabará destruyéndolos completamente.

Por esta razón, en los contactos principales es imprescindible reducir y apagar la chispa que se forma en el tiempo más breve posible. Esto se logra mediante diferentes técnicas.

- **Soplado por autoventilación:** Sistema en el cual la cámara apagachispas o cámara de soplado, tiene una abertura amplia en la parte inferior y otra pequeña en la parte superior, de manera que el aire circula como por una chimenea: al producirse la chispa se calienta el aire de la cámara, que al salir por la abertura superior es sustituida por el aire frío que entra por la parte inferior. Este desplazamiento del aire hace que la chispa se alargue y enfríe al rozar con las diversas pie-

zas metálicas, extinguiéndose finalmente por completo.

Este sistema es adecuado y efectivo sólo cuando las intensidades no son muy elevadas.

- **Cámaras desionizadoras:** son cámaras cuyas paredes se recubren con láminas metálicas para que absorban el calor producido, actuando como disipadores. De esta manera el aire no alcanza las temperaturas de ionización. Normalmente este sistema está combinado con el de soplado por autoventilación.

- **Transferencia y fraccionamiento del arco:** consiste en dividir la chispa que se produce en muchas chispas más pequeñas, de manera que su extinción sea más rápida, fácil y sencilla.

Para lograr esta división es necesario que el arco inicial pase rápidamente a unas puntas ubicadas en los extremos del contacto móvil, y de éstas a unas guías de arco de los contactos fijos, para que finalmente se realice el fraccionamiento y la extinción total del arco, en una serie de aletas (algunas cámaras llevan hasta 32 aletas) que se encuentran en las paredes de la cámara apagachispas.

- **Soplo magnético:** Es una técnica que permite alargar el arco eléctrico para aumentar su resistencia eléctrica, impidiendo de esta manera que la

corriente siga circulando. Para conseguirlo se emplea un procedimiento electromagnético. Al formarse el campo eléctrico se crea un campo magnético circular, que es orientado y canalizado por dos placas de acero, que se encuentran a los lados de la cámara apagachispas, para ser aumentado a través de un núcleo de láminas, que por repulsión magnética, tiende a alejar el arco desplazándolo y alargándolo hasta su total extinción.

Ordinariamente este sistema, para mayor eficacia de la extinción del arco, en la etapa final, requiere de la autoventilación.

El campo magnético que provoca el alargamiento del arco y su proyección hacia la parte superior de la cámara debe ser tal, que la extinción total de la chispa se realice en un tiempo, ni muy prolongado, porque ocasionaría el desgaste y daño prematuro de los contactos, ni demasiado corto, por cuanto podría producir sobretensiones, capaces de producir perforaciones en los materiales aislantes, especialmente cuando los circuitos que se controlan son más inductivos que resistivos.

★ CONTACTOS AUXILIARES

Contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de corriente a las bobinas de los contactores o a los ele-

mentos de señalización, por lo cual están dimensionados únicamente para intensidades muy pequeñas (miliamperios o a lo más algún amperio).

Por la función que cumplen en el circuito de mando, es importante que su nivel de fiabilidad (= probabilidad estadística de asegurar un funcionamiento sin averías) sea muy grande, tanto más que muchas veces deben trabajar con los PLC.

Esto se asegura, en algunos casos, construyendo los platinos de los contactos con estrías cruzadas, entre los dos contactos (móvil y fijo), para que evacúen fácilmente cuerpos extraños y se dé además, en cada maniobra, un contacto multipunto.

Por otra parte, se refuerza aún más esta fiabilidad, haciendo que el contacto móvil se deslice lateralmente (autolimpiante), en cada cierre de maniobra, sobre el contacto fijo.

La versatilidad que tienen los contactores depende, en gran parte, del uso correcto que se le dé a los contactos auxiliares, por lo cual es muy importante conocer las funciones y operaciones que se pueden realizar con ellos, si se quiere optimizar la etapa de tratamiento.

Normalmente los contactos auxiliares son:

- **Instantáneos:** actúan tan pronto se energiza la bobina del contactor.

- **De apertura lenta:** la velocidad y el desplazamiento del contacto móvil es igual al de la armadura.

- **De apertura positiva:** los contactos abiertos y cerrados no pueden coincidir cerrados en ningún momento.

Sin embargo se encuentran contactos auxiliares con adelanto al cierre o a la apertura y con retraso al cierre o a la apertura. Estos contactos actúan algunos milisegundos antes o después que los contactos instantáneos.

Existen dos clases de contactos auxiliares:

- **Contacto normalmente abierto (NA ó NO),** llamado también contacto instantáneo de cierre: contacto cuya función es cerrar un circuito, tan pronto se energice la bobina del contactor al cual pertenece. En estado de reposo debe encontrarse **abierto**.

- **Contacto normalmente cerrado (NC),** llamado también contacto instantáneo de apertura: contacto cuya función es abrir un circuito, tan pronto se energice la bobina del contactor al cual pertenece. En estado de reposo debe encontrarse **cerrado**.

Los contactores principales tienen normalmente por lo menos un contacto auxiliar NA, pero se encuentran contactores con

varios contactos auxiliares abiertos y/o cerrados.

Uno de los contactos auxiliares NA debe cumplir la función de garantizar la alimentación de la bobina, cuando se suelte el pulsador de marcha, por lo cual recibe el nombre específico de **contacto auxiliar de sostenimiento o retención**.

A pesar de que todos los contactos auxiliares actúan solidariamente, si se tienen contactos auxiliares NA y NC se da un tiempo de conmutación entre ambos, por la forma constructiva y ubicación que tienen en la armadura (lo que se ha llamado anteriormente apertura POSITIVA).

Normalmente, al energizar la bobina, primero se abren los contactos cerrados y luego de unos milisegundos se cierran los abiertos.

Los contactores que tienen únicamente contactos auxiliares, con variedad de combinaciones (sólo abiertos, sólo cerrados, abiertos y cerrados), se denominan **CONTACTORES AUXILIARES**. Deben tener gran robustez mecánica y se usan específicamente en los circuitos de mando, pero también pueden usarse, a manera de interface, entre la salida de un PLC y la bobina de un contactor principal.

Cuando un contactor no tiene el número suficiente de contactos auxiliares que se requieren

en un determinado circuito, es necesario emplear:

Bloques aditivos de contactos auxiliares, que se accionan con la misma armadura del contactor al que se asocia mecánicamente. Los hay frontales y laterales.

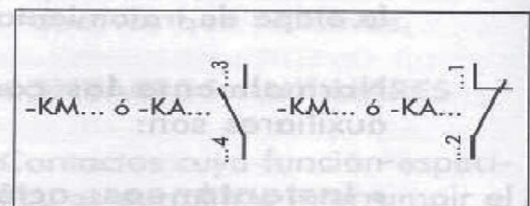
Solamente algunos modelos de contactores pueden llevar estos bloques.

- **Contactores auxiliares:** en este caso se conecta la bobina del contactor (o contactores) que se adiciona, en paralelo con la bobina del contactor que tiene insuficiencia de contactos auxiliares, de tal manera que los contactos de aquel actuarán como si fueran contactos auxiliares de éste.

Los símbolos de los contactos auxiliares se encuentran solamente en los esquemas de mando o control.

Para una adecuada interpretación y el correcto montaje de un circuito, debemos tener en cuenta lo siguiente:

- El símbolo correspondiente a los contactos NA y NC.



- Para identificar plenamente

un contacto auxiliar, se usa la misma marca del contactor al cual pertenece, colocada al lado izquierdo del símbolo, y unos índices, que corresponden a la entrada y salida del contacto.

En los planos actuales, y según las normas IEC 1082-1, las marcas y los índices se deben colocar en la parte izquierda del símbolo.

FUNCIONAMIENTO DEL CONTACTOR

☞ Cuando la bobina es energizada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo atrae a la armadura, con un movimiento muy rápido.

☞ Con este movimiento todos los contactos del contactor, principales y auxiliares, cambian inmediatamente y en forma solidaria de estado (los contactos cerrados se abren y los contactos abiertos se cierran).

- **Poder de cierre:** valor de la corriente, independientemente de la tensión, que un contactor puede establecer en forma satisfactoria y sin peligro de que sus contactos se suelden.

- **Poder de corte:** valor de la corriente que un contactor puede cortar, sin riesgo de daño de los contactos y de los aislantes de la cámara apagachispas. La corriente es más débil cuanto más alta es la tensión.

☞ Para que los contactos vuelvan a la posición inicial o estado de reposo, es necesario desenergizar la bobina.

☞ Durante esta desenergización o desconexión de la bobina (= carga inductiva) se producen sobretensiones de alta frecuencia, que pueden producir interferencias en los equipos electrónicos.

- Para evitar este inconveniente se recomienda el uso de bloques antiparasitarios o antiparásitos, que se conectan en paralelo con la bobina.

- Comúnmente se usan los antiparasitarios o limitadores RC, por diodo y por varistor o varistancias.

☞ Desde el punto de vista de funcionamiento del contactor el elemento más importante es la bobina.

☞ Desde el punto de vista de las aplicaciones que se le dé a un contactor, los elementos más importantes que tiene son los contactos.

CLASIFICACION DE LOS CONTACTORES

✓ POR SU CONSTRUCCION

- ★ Contactores electromecánicos

- ★ Contactores estáticos o de estado sólido (tiristores).

Inconvenientes que presentan:

- Su dimensionamiento debe

ser muy superior al requerido (± 15 veces).

- La potencia disipada es muy grande (unas 30 veces superior).
- Son muy sensibles a los parásitos eléctricos y tienen una corriente de fuga importante.
- Su costo es mayor que el de un contactor electromecánico equivalente.

✓ **POR EL TIPO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA QUE ALIMENTA LA BOBINA**

- ★ Contactores para A.C.
- ★ Contactores para C.C.

✓ **POR LOS CONTACTOS QUE TIENE**

- ★ Contactores principales
- ★ Contactores auxiliares

✓ **POR LA CARGA QUE PUEDEN MANIOBRAR**

- ★ Es lo que se conoce como la categoría de empleo, que tiene en cuenta el valor de la corriente que el contactor debe establecer o cortar, durante una maniobra bajo carga.
- ★ Para establecer la categoría se toma en cuenta el tipo de carga controlada (inductiva, resistiva...) y las condiciones en las cuales se efectúan los cortes (motor lanzado, inversión, frenado por contracorriente...).

★ Las categorías más usadas en A.C. son:

AC1: Cargas no inductivas (resistencias, distribución) o débilmente inductivas, cuyo factor de potencia sea por lo menos de 0,95.

AC3: Para el control de motores jaula de ardilla (motores de rotor en cortocircuito) que se apagan a plena marcha.

- Al cierre se produce el paso de corrientes de arranque, con intensidades equivalentes a 5 ó más veces la I_n del motor.
- A la apertura corta el paso de corrientes equivalentes a la I_n absorbida por el motor. Es un corte relativamente fácil.

★ Además de estas dos se tienen:

AC2: Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente, así como a la marcha por impulso permanente de los motores de anillos.

- Al cierre el contactor establece el paso de corrientes de arranque, equivalentes a más o menos 2,5 veces la I_n del motor.
- A la apertura el contactor debe cortar la intensidad de arranque, con una tensión inferior o igual a la tensión de la red.

AC4: Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de jaula.

- Al cierre se produce el paso de corrientes de arranque, con intensidades equivalentes a 5 o más veces la I_n del motor.
- Su apertura provoca el corte de la I_n a una tensión, tanto mayor cuanto menor es la velocidad del motor. Esta tensión puede ser igual a la de la red. El corte es severo.

* En C.C. se encuentran cinco categorías de empleo: DC1, DC2, DC3, DC4 y DC5.

* Un mismo contactor, dependiendo de la categoría de empleo, puede usarse con diferentes intensidades. Por ejemplo un contactor que en categoría AC1 puede usarse para controlar hasta 80 A, en la categoría AC3 solamente podrá usarse para controlar hasta unos 63 A. Esta especificación la debe dar el fabricante.

VENTAJAS PARA SU USO

- ✓ Automatización en el arranque y paro de motores.
- ✓ Posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones.

✓ Se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.

✓ Seguridad del personal, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, y las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeñas.

✓ Control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de los aparatos auxiliares de mando, como interruptores de posición, detectores inductivos, presostatos, temporizadores, etc.

✓ Ahorro de tiempo al realizar maniobras prolongadas.

CRITERIOS PARA SU ELECCION

Para elegir el contactor más conveniente y adecuado se debe tener presente:

☞ Tipo de corriente, tensión de alimentación de la bobina y frecuencia.

☞ Potencia nominal de la carga.

☞ Condiciones de servicio: ligera, normal, dura, extrema. Existen maniobras (marcha por impulso permanente, inversión inmediata de un motor..) que modifican la intensidad de arranque y de corte.

☞ Frecuencia de maniobras (cierre + apertura), robustez mecánica (maniobras en vacío) y robustez eléctrica (maniobras bajo carga).

• Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.

• Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.

• Por la categoría de empleo.

CAUSAS DE DETERIORO O DAÑO

✓ Cuando un contactor no funciona o lo hace en forma deficiente, lo primero que debe hacerse es revisar el circuito de mando y de potencia (esquemas y montaje), verificando el estado de los conductores y de las conexiones, porque se pueden presentar falsos contactos, tornillos flojos, etc.

✓ Además de lo anterior es conveniente tener presente los siguientes aspectos:

• En la bobina:

* La tensión permanente de alimentación debe ser la especificada por el fabricante, \pm un 10% de tolerancia.

* El cierre del contactor se puede producir \pm con el 85% de la En y la apertura se puede producir si ésta desciende \pm del 65%.

* Cuando se producen caídas de tensión frecuentes y de corta duración, se pueden emplear retardadores de apertura capacitivos.

* Si el núcleo y la armadura no se cierran por completo, la bobina se recalientará hasta deteriorarse por completo, por el aumento de la corriente de mantenimiento.

• En el núcleo y la armadura:

Cuando el núcleo y la armadura no se juntan bien y/o se separan, produciendo un campo electromagnético ruidoso, es necesario revisar:

* La tensión de alimentación de la bobina: si es inferior a la especificada, generará un campo magnético débil, sin la fuerza suficiente para atraer completamente la armadura.

* Los muelles: ya que pueden estar vencidos, por fatiga del material, o muy tensos.

* La presencia de cuerpos extraños en las superficies rectificadas del núcleo y/o la armadura. Estas superficies se limpian con productos adecuados (actualmente se fabrican productos en forma de aerosoles). Por ningún motivo se deben raspar, lijar y menos aún limar.

• En los contactos:

Cuando se produce un deterioro prematuro es necesario revisar:

* Si el contactor corresponde a la Pn del motor, y al número y frecuencia de maniobras requerido.

* Cuando la elección ha sido la adecuada y la intensidad de bloqueo del motor es inferior al poder de cierre del contactor, el daño puede tener origen en el circuito de mando, que no permite un correcto funcionamiento del circuito electromagnético.

* Caídas de tensión en la red, provocadas por la sobreintensidad producida en el arranque del motor, que origina pérdida de energía en el circuito magnético, de tal manera que los contactos, al no cerrarse completamente y carecer de la presión necesaria, acaban por soldarse.

* Cortes de tensión en la red: al reponerse la tensión, si todos los motores arrancan simultáneamente, la intensidad puede ser muy alta, provocando una caída de tensión, por lo cual es conveniente colocar un dispositivo, para espaciar los arranques por orden de prioridad.

* Microcortes en la red: cuando un contactor se cierra nuevamente después de algún microcorte (corte que dura algunos milisegundos), la fuerza contraelectromotriz produce un aumento de la corriente pico, que puede alcanzar hasta el doble de lo normal, provocando un arco eléctrico e incluso la soldadura de algunos contactos, entre otros problemas. Este inconveniente puede eliminarse usando un temporizador,

que retarde dos o tres segundos el nuevo cierre.

* Vibración de los contactos de enclavamiento, que repercute en el electroimán del contactor de potencia, provocando cierres incompletos y soldadura de los contactos.

ELEMENTOS DE MANDO

✓ Son todos aquellos aparatos que actúan accionados directamente por un operario, para establecer el diálogo hombre-máquina. En el diagrama de un automatismo se encuentran en la etapa de mando.

✓ La apertura y el cierre de sus contactos se realiza por **apertura o ruptura lenta**, porque la velocidad de desplazamiento del contacto móvil, de estos aparatos, es igual o directamente proporcional a la velocidad de desplazamiento del órgano de mando.

● PULSADORES

Aparatos de maniobra cuyo contacto, o contactos, cambian de posición solamente mientras una fuerza externa actúa sobre ellos, volviendo a su posición original, o de reposo, tan pronto cese ésta.

☞ POR SU APARIENCIA Y FORMA EXTERIOR

- **Rasante:** el botón y la carcasa donde se encuentra alojado están al mismo nivel. Se emplea cuando es necesario evitar maniobras involuntarias.

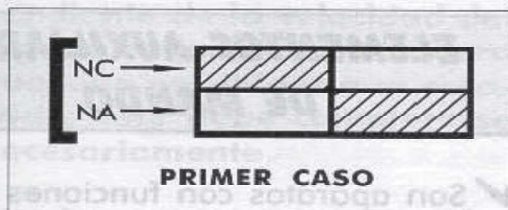
- **Saliente:** El botón sobresale al nivel de la carcaza. Se usa cuando su accionamiento involuntario no presenta inconvenientes, o cuando el operario encuentra dificultad para utilizar un pulsador rasante (por ejemplo si debe usar guantes).
- **De llave:** para poder mover el contacto móvil es necesario usar una llave. Se usa para accionamientos delicados o de gran responsabilidad, donde la puesta en marcha o el paro no autorizados, pueden ocasionar serios inconvenientes, en el operario o en la máquina.
- **De seta:** pulsador cuyo botón, siempre rojo, es más grande de lo normal, de manera que en casos de emergencia pueda ser localizado y accionado de manera fácil y sobre todo rápida (accidentes, situaciones en que los sistemas automáticos de paro no han respondido, etc.).
- Existen modelos con enclavamiento o con llave, que para ser maniobrados nuevamente deben desenclavarse.
- **Con capuchón:** el botón y la carcaza están completamente cubiertos. Se emplea para ambientes polvorientos.
- **De pedal:** para maniobras en las que el operario tiene las manos ocupadas, debiendo accionar con el pie.
- **Luminoso:** con señalización incorporada. Se emplea cuando es necesario conocer si ha sido ac-

cionado, especialmente si se está alejado de él.

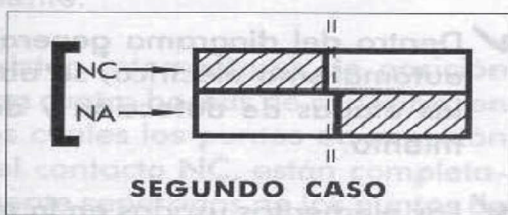
☞ POR LA FUNCIÓN QUE REALIZAN

- **Normalmente cerrado (NC):** tiene sólo un contacto, el cual se encuentra normalmente cerrado. Sirve para abrir un circuito.
 - **De desconexión múltiple:** es el mismo NC pero con dos o más contactos cerrados, unidos mecánicamente. Sirve para abrir dos o más circuitos en forma simultánea.
 - **Normalmente abierto (NA o NO):** tiene sólo un contacto, el cual se encuentra normalmente abierto. Sirve para cerrar un circuito.
 - **De conexión múltiple:** es el mismo NA pero con dos o más contactos abiertos, unidos mecánicamente. Sirve para cerrar dos o más circuitos.
 - **De conexión-desconexión:** es un solo pulsador pero con dos contactos, uno NC y otro NA unidos mecánicamente. Sirve para abrir un circuito y cerrar otro en forma simultánea (no confundir estos pulsadores con los pulsadores dobles).
- A pesar de que todos estos pulsadores tienen un contacto NC y otro NA, no todos ellos actúan de la misma forma, sino que se presentan variantes en la forma de abrir y cerrar los diferentes circuitos.

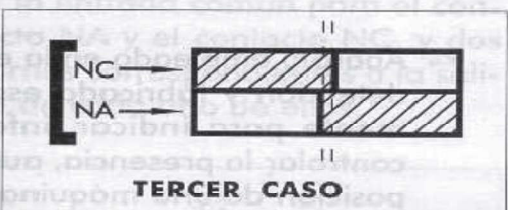
En forma gráfica veamos las diferentes modalidades.



Cuando se oprime el botón del pulsador, el contacto NC se abre en el mismo momento en que se cierra el contacto NA.



Cuando se oprime el botón del pulsador, el contacto NC se abre y el contacto NA se mantiene abierto un momento más antes de cerrarse, de manera que durante un tiempo y espacio determinados, ambos contactos estarán abiertos (el espacio que hay entre las dos líneas punteadas). Este es el que más se usa.



Cuando se oprime el pulsador, sucede todo lo contrario del caso anterior, ya que durante un tiempo y espacio ambos contactos estarán cerrados.

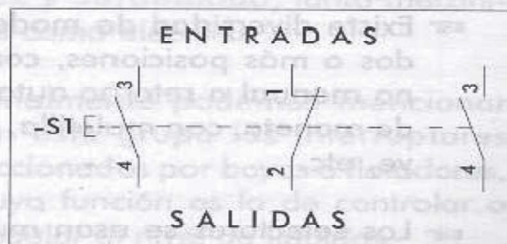
- **De conexión-desconexión múltiple:** es un pulsador con tres o más contactos (NA y NC combinados), unidos mecánicamente. Sirve para abrir y cerrar tres o más circuitos simultáneamente. Se pueden presentar los mismos casos de los pulsadores de conexión-desconexión.

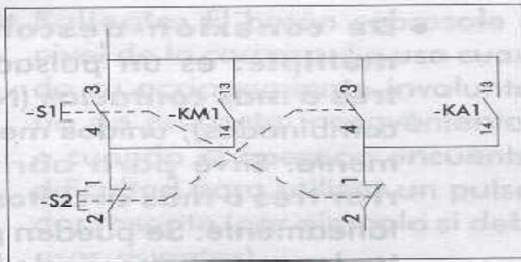
ASPECTOS PRACTICOS PARA LA CONEXIÓN DE PULSADORES

- ★ Ante todo tengamos presente que cuando se habla de un pulsador, se hace referencia a un botón que se debe accionar, y no al número de contactos que puede tener. Por eso, cuando en un esquema se quiere representar un pulsador, se emplea una sola marca (-S y un subíndice) y un solo símbolo (E--), que hace referencia al botón pulsador, aspectos que no se alteran por el hecho de tener uno o varios contactos.

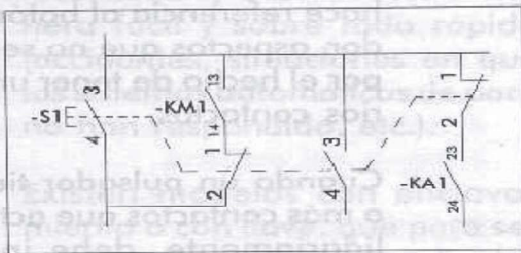
- ★ Cuando un pulsador tiene dos o más contactos que actúan solidariamente, debe indicarse este aspecto mediante el símbolo de unión mecánica.

- ★ En los siguientes gráficos vemos, no solamente este aspecto, sino también los índices más usados actualmente.





Si para un montaje se debe usar un pulsador con dos o más contactos, al diseñar el esquema de mando, los símbolos de los diversos contactos se ubican en los circuitos donde realizan una determinada función, no olvidando que siempre deben unirse sus puntos medios con una línea punteada recta o quebrada (unión mecánica), buscando permanentemente que tenga una trayectoria continua y sin derivaciones.



SELECTORES

- ☞ Conocidos también como interruptores giratorios, se emplean cuando es necesario elegir un determinado tipo de maniobra.
- ☞ Existe diversidad de modelos: de dos o más posiciones, con retorno manual o retorno automático, de maneta, con muletilla, con llave, etc.
- ☞ Los selectores se usan mucho en

los circuitos diseñados bajo la modalidad manual-automático.

ELEMENTOS AUXILIARES DE MANDO

- ✓ Son aparatos con funciones similares a la de los pulsadores, pero que a diferencia de éstos, no son accionados por el operario sino por otros factores, como presión, tiempo, luz, acción mecánica, campos magnéticos, temperatura, etc.
- ✓ Dentro del diagrama general de un automatismo eléctrico, se ubican en las etapas de detección y de tratamiento.
- ✓ Los elementos usados en la etapa de detección, tienen las mismas aplicaciones e importancia en los automatismos electrónicos.
- ✓ Como en el caso de los pulsadores, únicamente trataremos aquellos que tienen un uso más frecuente y generalizado en los procesos industriales actuales.

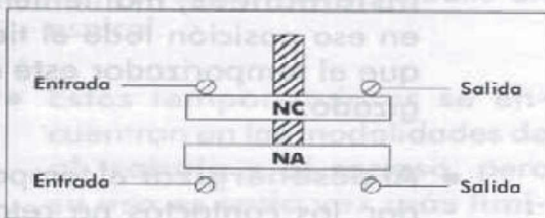
INTERRUPTOR DE POSICION O FINAL DE CARRERA

- ☞ Aparato empleado en la etapa de detección y fabricado específicamente para indicar, informar y controlar la presencia, ausencia o posición de una máquina o parte de ella, siendo accionado por ellas mismas mediante contacto físico (ataque).
- ☞ Regularmente tiene dos contactos (NA y NC) de apertura o ruptu-

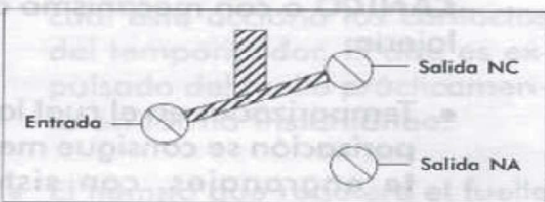
ra brusca, es decir que la velocidad de desplazamiento de los contactos móviles es independiente de la velocidad del órgano de mando, de manera que, una vez iniciado su recorrido, éste debe completarse necesariamente.

Los dos contactos están unidos mecánicamente y se comportan exactamente como los contactos de los pulsadores de conexión-desconexión (segundo caso), con las salvedades expuestas anteriormente.

Existen interruptores de posición con cuatro bornas de conexión, en los cuales los puntos de conexión del contacto NC, están completamente separados de los puntos de conexión del contacto NA.



Así mismo existen interruptores de posición solamente con tres bornas de conexión: una borna que es la entrada común para el contacto NA y el contacto NC, y dos bornas correspondientes a la salida de cada uno de ellos.



Como el ataque o accionamiento

que se ejerce sobre ellos depende de la aplicación específica que se les dé, se encuentran diferentes tipos de interruptores de posición:

- De ataque frontal: con cabeza cilíndrica o vástago de acero.
- De ataque lateral unidireccional o bidireccional: con rodana, en variedad de formas.
- De ataque lateral multidireccional: con varilla flexible y resorte.

Cuando es necesario usar finales de carrera, en máquinas de dimensiones reducidas o con desplazamientos cortos, se emplean los **microinterruptores**, llamados así por ser muy pequeños. Se encuentran también en variedad de formas en su zona de ataque. Su funcionamiento es idéntico al de los finales de carrera normales.

Los interruptores de posición se emplean especialmente en operaciones automáticas, en las cuales es necesario **detener, alterar o invertir** el desplazamiento de una máquina (apertura y cierre de puertas, montacargas, rectificadoras, ascensores, prensas, etc.).

Por el trabajo que realizan estos aparatos deben tener gran **robustez y durabilidad**, tanto mecánica como eléctrica.

Finalmente podemos mencionar en este grupo los interruptores accionados por boyas o flotadores, cuya función es la de controlar o regular el nivel de líquidos.

Aspectos prácticos para la conexión de los finales de carrera:

★ En primer lugar téngase en cuenta todo lo dicho sobre el uso de los pulsadores, especialmente de conexión-desconexión.

★ Las marcas e índices son los mismos que se emplean para los pulsadores, porque, en último análisis, cumplen las mismas funciones.

⚙️ TEMPORIZADORES O RELES DE TIEMPO

Son aparatos en los cuales se abren o cierran determinados contactos, llamados **contactos temporizados**, después de cierto tiempo, debidamente preestablecido, de haberse abierto o cerrado su circuito de alimentación.

Se emplean específicamente en la etapa de tratamiento.

Existe una gran variedad de tipos de temporizadores, tanto por la forma de temporizar, como por las técnicas constructivas, funcionamiento, precisión, etc.

✓ TEMPORIZADOR AL TRABAJO

- Aquel cuyos **contactos temporizados actúan después de cierto tiempo de que se ha energizado el elemento motor del temporizador.**
- En el momento de energizar el temporizador, los contactos

temporizados que tiene siguen en la misma posición de estado de reposo, y solamente cuando ha transcurrido el tiempo programado, cambian de estado, es decir que el contacto NA se cierra y el contacto NC se abre.

✓ TEMPORIZADOR AL REPOSO

- En este tipo de temporizador, los **contactos temporizados actúan como temporizados solamente después de cierto tiempo de haber sido desenergizado el elemento motor del temporizador.**
- Cuando se energiza el temporizador, sus contactos temporizados actúan inmediatamente, como si fueran contactos instantáneos, manteniéndose en esa posición todo el tiempo que el temporizador esté energizado.
- Al desenergizar el temporizador, los contactos no retornan inmediatamente a su estado de reposo, sino que lo hacen cuando haya transcurrido el tiempo preestablecido, actuando en ese momento como contactos temporizados.

✓ TEMPORIZADOR ELECTROME-CÁNICO o con mecanismo de relojería

- Temporizador en el cual la temporización se consigue mediante engranajes, con sistemas comparables al de los relojes mecánicos. El conteo del tiem-

po programado se inicia al energizar un pequeño motor síncrono de velocidad constante, que mueve una serie de engranajes, para reducir la velocidad del motor. El último de los engranajes lleva un pin o tope para accionar unos contactos de apertura lenta o un microrruptor de apertura brusca, los cuales actúan como contactos temporizados.

- El tiempo se programa alejando o acercando manualmente el pin que acciona los contactos.
- Para que el temporizador esté en condiciones de temporizar nuevamente es necesario desenergizar su elemento motor y esperar que los engranajes vuelvan a su posición de reposo, por acción de un muelle en espiral.
- Estos temporizadores se encuentran en las modalidades de **al trabajo y al reposo**, pero su uso es cada vez más limitado.

✓ TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS

- Temporizadores en los cuales la temporización se obtiene regulando la entrada de aire en un fuelle, hasta que se llene completamente, momento en el cual éste acciona los contactos del temporizador. El aire es expulsado del fuelle prácticamente en forma instantánea.
- El tiempo que requiere el fuelle para llenarse de aire nos da el tiempo de temporización.

La regulación del tiempo se realiza por medio de un diafragma, compuesto por dos discos superpuestos que llevan sendas perforaciones y una ranura que los va interconectando, de manera que, de acuerdo a la distancia existente entre dichas perforaciones, se tendrá un mayor o menor paso de aire y por consiguiente un menor o mayor tiempo.

- La expulsión del aire, se produce por acción de la armadura, al ser energizada la bobina que lleva el temporizador, o la bobina del contactor sobre el cual se ha colocado el bloque temporizado.
- En los **temporizadores neumáticos al trabajo**, la armadura, cuando está separada del núcleo (temporizador o contactor en reposo), **mantiene el fuelle comprimido**. Al energizar la bobina, la armadura se separa del fuelle, permitiendo que éste comience a expandirse hasta llenarse completamente de aire, momento en el cual recién accionará los contactos, cambiándolos de estado: primero se abre el contacto NC y luego de unos milisegundos se cierra el contacto NA (conmutación de apertura positiva).
- En los **temporizadores neumáticos al reposo**, cuando la armadura está separada del núcleo (temporizador o contactor desenergizado), el fuelle se encuentra **expandido**, manteniendo los contactos en un determinado estado. Al ener-

energizar el temporizador o la bobina del contactor, en el cual se ha colocado el bloque temporizado, la armadura comprime el fuelle, por la cual los contactos actúan en ese momento como si fueran instantáneos (el contacto NC se abre y el contacto NA se cierra) y no como temporizados. En este nuevo estado permanecerán todo el tiempo que la bobina se mantenga energizada.

- Al desenergizar el temporizador la armadura deja de comprimir el fuelle, de manera que éste empieza a expandirse nuevamente, iniciándose la temporización. Cuando el fuelle se llene completamente de aire, vuelve a accionar los contactos, que esta vez sí actúan como contactos temporizados, retornando a la posición inicial de reposo, después del tiempo programado.
- Los contactos temporizados que accionan el fuelle pueden ser de apertura lenta o bien de apertura brusca.
- Si los contactos son de apertura brusca, el diseño del circuito no presenta ninguna dificultad adicional.
- Si los contactos son de apertura lenta, el circuito debe diseñarse de tal manera que se garantice la apertura y sobre todo el cierre del contacto NA, porque si la bobina se desenergiza demasiado rápido, es muy probable que actúe únicamente el contacto NC y no su

ceda lo mismo con el contacto NA, al no llegar a cerrarse completamente.

- Existen algunos temporizadores con bobina propia y otros en los cuales el elemento motor es la misma armadura del contactor, principal o auxiliar, al cual se le adiciona mecánicamente el bloque temporizado (como si fuera un bloque frontal de contactos auxiliares) compuesto únicamente por el fuelle, el diafragma y los contactos temporizados.

- Cuando el temporizador tiene su propia bobina, además de los contactos temporizados, debe llevar por lo menos un contacto instantáneo NA.

- Si el temporizador está compuesto por el contactor y el bloque temporizado, todos los contactos del contactor siguen siendo instantáneos y los del bloque temporizado son los contactos temporizados.

- El uso de los temporizadores neumáticos es bastante común, sobre todo si no se necesita mucha precisión, porque tienen la ventaja de ser insensibles a los parásitos de origen eléctrico.

✓ TEMPORIZADORES ELECTRONICOS

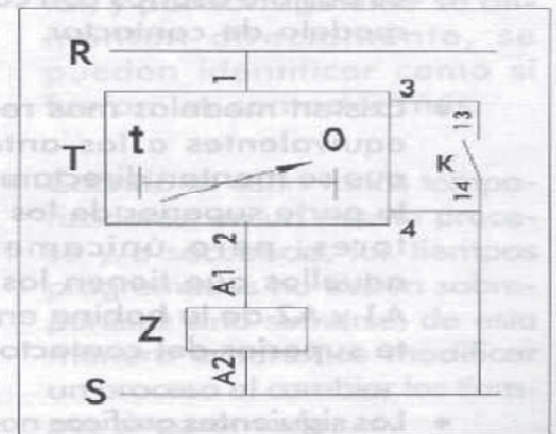
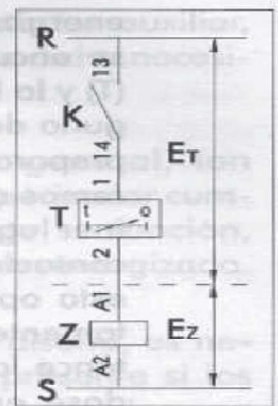
- Son aquellos cuyo sistema de temporización está conformado por circuitos electrónicos.
- Se encuentra una gran variedad de modelos, dependiendo de su

funcionamiento (al trabajo o al reposo), energización, tiempo de temporización, precisión, etc., por lo cual su uso se va extendiendo cada vez más, a pesar de ser más delicados que los neumáticos y electromecánicos.

- Existen temporizadores cuyo sistema de temporización se conecta directamente a las líneas de alimentación. Este tipo de temporizador debe tener sus propios contactos temporizados y además puede tener uno o más contactos instantáneos.
- También encontramos los denominados temporizadores electrónicos serie, los cuales no pueden energizarse directamente, sino que deben energizarse necesariamente conectados en serie con la bobina de un contactor, razón por la cual presentan algunas particularidades que es necesario tener en cuenta en el momento de usarlos.
- Veamos en primer lugar cómo funciona el temporizador electrónico serie al trabajo.
- Al cerrarse el circuito en el que se encuentran el temporizador (T) y la bobina (Z), ambos elementos quedan energizados, pero por ser un circuito serie, la tensión de alimentación (R-S) se divide entre las dos cargas (T y Z). Por la naturaleza de los componentes, en el momento de la energización E_r es mayor y permite que el temporizador T pue-

da comenzar a temporizar, mientras que E_z es tan pequeña que el contactor, cuya bobina es Z, no puede actuar.

- Transcurrido el tiempo de temporización, el proceso se invierte, es decir que Z recibirá la tensión mayor, de manera que el contactor puede actuar, como si recién hubiera sido energizado, mientras que el temporizador al recibir ahora una tensión muy pequeña, es como si hubiera sido desenergizado.
- Este tipo de temporizadores no tiene contactos temporizados, por cuanto todos los contactos del contactor, con cuya bobina está en serie, se comportan como si fueran los contactos temporizados del temporizador.
- Temporizador electrónico serie al reposo: cuando se



energiza el circuito en el cual se encuentran el temporizador (T) y la bobina (Z) no actúa ninguno de los dos, pero ya están preparados para actuar. Si queremos que T temporice, en primer lugar es necesario cerrar el contacto K. Como resultado de esta operación actúa inmediatamente el contactor al cual pertenece la bobina Z, manteniéndose en esa posición todo el tiempo que el contacto K esté cerrado.

- El temporizador T empezará a temporizar solamente cuando el contacto K se vuelva a abrir. Durante la temporización el contactor sigue actuando y al finalizar la temporización volverá al estado de reposo.
- Como en el caso del temporizador electrónico serie al trabajo, todos los contactos del contactor, cuya bobina está en serie con el temporizador, actúan como contactos temporizados.
- Los temporizadores electrónicos serie expuestos se montan sobre perfiles omega, por lo cual es posible usarlos con cualquier modelo de contactor.
- Existen modelos más recientes, equivalentes a los anteriores, que se montan directamente en la parte superior de los contactores, pero únicamente de aquellos que tienen los puntos A1 y A2 de la bobina en la parte superior del contactor.
- Los siguientes gráficos nos mues-

tran cómo se montan y cómo se conectan.

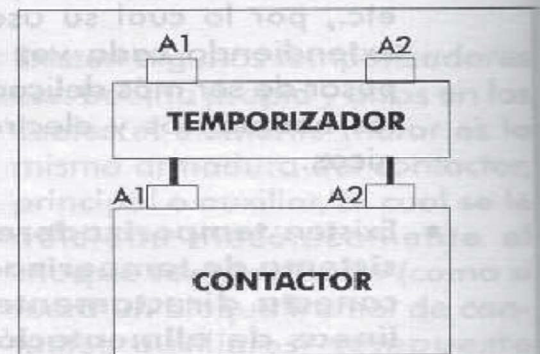
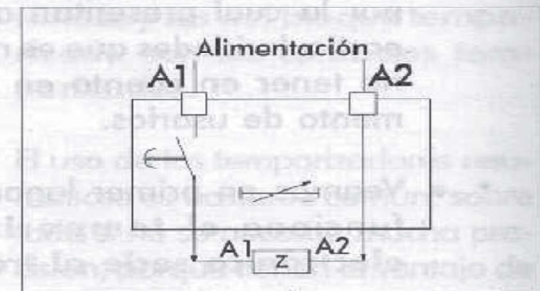


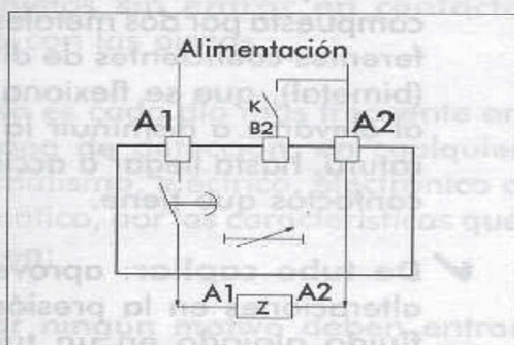
Diagrama que nos muestra como se monta un temporizador electrónico serie sobre un contactor.

- **Temporizador electrónico serie al trabajo:** basta alimentar los puntos A1 y A2 del temporizador para que automáticamente se establezca el circuito serie.



- **Temporizador electrónico serie al reposo:** al alimentar los puntos A1 y A2 del temporizador, éste queda preparado para temporizar. Si se cierra el contacto K, inmediatamente actúa el contactor cuya bobina Z está en serie con el temporizador. En el momento en que el contacto K se vuelve

a abrir, el temporizador comienza a temporizar. Durante este tiempo de temporización, el contactor sigue actuando y solamente cuando concluya dicho tiempo volverá al estado de reposo.



• ASPECTOS PRACTICOS PARA EL MANEJO DE LOS TEMPORIZADORES

- * Antes de conectar un temporizador es necesario conocer el tipo de temporizador, la clase de corriente eléctrica, la tensión y la corriente.
- * Observe bien si tiene solamente contactos temporizados, o si por el contrario posee contactos instantáneos y temporizados. Así mismo debe tratar de averiguar si estos contactos son de apertura lenta o de apertura brusca, para realizar un diseño correcto y darles un uso adecuado a los diferentes contactos.
- * Si un temporizador requiere de un contacto auxiliar de sostenimiento, pero no tiene contactos instantáneos, se debe conectar en paralelo

con él un contactor auxiliar, para que cubra dicha necesidad.

- * Como norma general, tan pronto un temporizador cumpla plenamente su función, éste debe ser desenergizado.

- * Al realizar un diseño, es necesario tener presente si los contactos temporizados son de apertura lenta o de apertura brusca (cuando no hay certeza es mejor considerarlos como si fueran de apertura lenta), y si sus bornas de conexión están completamente separadas o tienen un punto común.

- * Por lo general, los bloques temporizados se asocian a contactores auxiliares (excepcionalmente a contactores principales), razón por la cual, los contactos temporizados se identifican con la misma marca del contactor con el cual se ha juntado.

- * Los temporizadores que tienen su propio elemento motor, y por consiguiente se alimentan directamente, se pueden identificar como si fueran un contactor más.

- * Cuando se usan varios temporizadores, en un mismo proceso y/o secuencia, los tiempos programados no deben superponerse sino sumarse, de esta manera evitaremos modificar un proceso al cambiar los tiempos programados.

- * En un proceso es conveniente emplear un mismo tipo de temporizador. En el presente libro no se sigue este criterio con el fin de aprender a usar diferentes temporizadores.

☛ PRESOSTATOS

Son aparatos que abren o cierran un circuito eléctrico al detectar cambios de presión en sistemas neumáticos o hidráulicos.

✓ **De membrana:** la variación de presión, en un sistema neumático o hidráulico, produce la deformación de una membrana. Esta deformación se trasmite a un pistón, el cual a su vez, desplaza los contactos eléctricos que tiene el presostato.

✓ **Sistema tubular:** funciona gracias a un tubo ondulado (a manera de fuelle metálico), el cual maniobra los contactos eléctricos del presostato, de acuerdo con las variaciones de presión.

Los presostatos se instalan en las tuberías de conducción de gases o líquidos, o bien en los tanques de almacenamiento de dichos elementos.

Pueden emplearse como reguladores de presión entre dos valores preestablecidos, uno superior o alto y otro inferior o bajo. La regulación de cada uno de ellos se hace por separado, y la zona entre el punto alto y el bajo se conoce como zona de intervalo.

☛ TERMOSTATO

Aparatos que abren o cierran circui-

tos eléctricos, en función de la temperatura que los rodea. Los termostatos no deben confundirse con los relés térmicos.

✓ **De láminas metálicas:** se fundamenta en la acción que ejerce la temperatura en una lámina, compuesta por dos metales con diferentes coeficientes de dilatación (bimetal), que se flexiona (dobla) al elevarse o disminuir la temperatura, hasta llegar a accionar los contactos que tiene.

✓ **De tubo capilar:** aprovecha las alteraciones en la presión de un fluido alojado en un tubo muy delgado, al variar la temperatura. Esta variación de presión produce a su vez una modificación en la forma del tubo, hasta accionar los contactos eléctricos que posee, a medida que sube o baja la temperatura.

De acuerdo con la temperatura que se tiene que controlar, se encuentran modelos con tubo capilar o bulbo especial.

☛ PROGRAMADORES

Son aparatos que accionan un gran número de contactos, en forma independiente, simultánea, secuencial o periódicamente (cíclica). Están conformados por un motor, transmisión y contactos (microrruptores).

Actualmente casi todos los sistemas mecánicos se sustituyen por procedimientos electrónicos. En efecto, entre los bloques de función con que cuentan los PLC están precisamente los programadores cíclicos.

DETECTORES

Conocidos también como **captadores** o **sensores**, son dispositivos electrónicos que transmiten información sobre presencia, ausencia, paso, fin de recorrido, rotación, contaje, etc., de objetos sin entrar en contacto físico con las piezas.

Su uso es cada día más frecuente en la etapa de detección, en cualquier automatismo, eléctrico, electrónico o neumático, por las características que ofrecen:

- ✓ Por ningún motivo deben entrar en contacto físico con los objetos que detectan.
- ✓ Generalmente no tienen piezas en movimiento, por lo cual no hay desgaste mecánico, siendo su vida útil independiente del número de maniobras.
- ✓ Pueden detectarse objetos muy frágiles y delicados.
- ✓ Se pueden obtener cadencias (frecuencias) elevadas de funcionamiento y grandes velocidades de ataque.
- ✓ Tienen gran compatibilidad con los automatismos electrónicos, particularmente con los PLCs.

TERMINOLOGÍA EMPLEADA:

- ✓ **Alcance nominal (S_n):** espacio de influencia convencional que le asigna el fabricante, sin tener en cuenta ningún otro factor (temperatura ambiente, tensión de alimentación, etc.).

✓ **Alcance real (S_r):** espacio que puede cubrir la influencia del detector, teniendo en cuenta la tensión nominal asignada (E_n) y la temperatura ambiente asignada (T_n). Este alcance está comprendido entre el 90% y 110% del alcance nominal.

✓ **Alcance útil (S_u):** espacio que cubre la influencia del detector, en condiciones específicas de tensión de alimentación (E_b) y temperatura. Este alcance está comprendido entre el 90% y 110% del alcance real.

✓ **Alcance de trabajo (S_a):** espacio en el que la detección de la placa de medida (= placa cuadrada, de lado igual al diámetro de la cara sensible o igual a $3 S_n$, de acero dulce A37 de 1mm de espesor) es segura, cualesquiera que sean las dispersiones de tensión y temperatura. Es el dominio o campo de funcionamiento del detector.

✓ **Carrera diferencial o histéresis (H):** es la distancia entre el punto de accionamiento, cuando el objeto se acerca al detector, y el punto de desaccionamiento cuando el objeto se aleja del detector. Se expresa en porcentaje del alcance real.

Es necesario tomar en cuenta este factor, porque el recorrido de una pieza a detectar nunca es totalmente uniforme, a causa de la vibración o juego mecánico de una máquina.

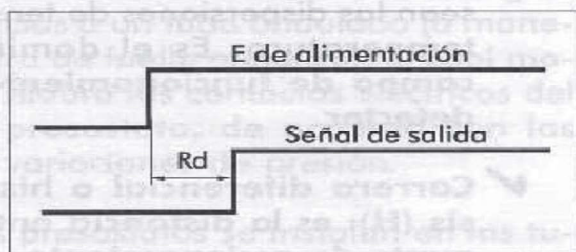
Para evitar este inconveniente, algunos detectores poseen una ban-

da diferencial o histéresis que permite obtener una conmutación segura de la salida.

✓ **Reproductibilidad o fidelidad (R):** es la precisión que tiene un sensor, en su alcance útil, al repetir varias detecciones en intervalos de tiempo, temperatura y tensión especificados. Se expresa en porcentaje del alcance real.

✓ **Frecuencia de conmutación:** hace referencia a la posibilidad de ser detectado un objeto, en función de la velocidad con que se mueve y sus dimensiones.

✓ **Retraso a la disponibilidad (Rd):** tiempo necesario para garantizar la utilización de la señal de salida de un detector, después de haber sido energizado.



✓ **Retraso al accionamiento (Ra):** Tiempo que transcurre desde que el objeto entra en la zona activa de detección y el cambio de la señal de salida del detector.

Este tiempo limita la velocidad con que debe moverse el objeto, en función de su tamaño, para poder ser detectado.

✓ **Retraso al desaccionamiento (Rr):** tiempo que transcurre desde que el objeto sale de la zona acti-

va de detección y el cambio de la señal de salida del detector.



Este tiempo limita el espacio que debe existir entre dos objetos para poder ser detectados individualmente.

✓ **Intensidad residual:** corriente que circula por un detector cuando no está sensando. Es una característica específica de los detectores del tipo 2 hilos.

✓ **Tensión residual:** diferencia de potencial que hay entre las bornas de un detector cuando está sensando. Es una característica específica de los detectores del tipo 2 hilos.

✓ En forma gráfica veamos cuales son las partes de que se componen los detectores inductivos y capacitivos:

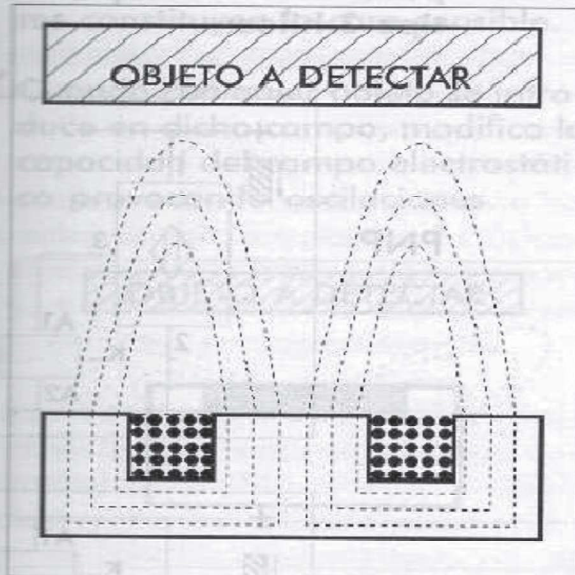


DETECTORES INDUCTIVOS

✓ Elemento cuyo principio de funcionamiento se sustenta en la varia-

ción de un campo electromagnético, cuando se acerca un objeto metálico a su cara sensible.

- ✓ Está compuesto esencialmente por un oscilador, en el cual un bobinado, que constituye la cara sensible del detector, crea un campo magnético alterno.



- ✓ Cuando un objeto metálico se coloca dentro de este campo, las corrientes inducidas constituyen una carga adicional que ocasiona la interrupción de las oscilaciones.



- ✓ En esas condiciones, un circuito de conmutación genera una señal de salida, equivalente a un contacto abierto o a un contacto ce-

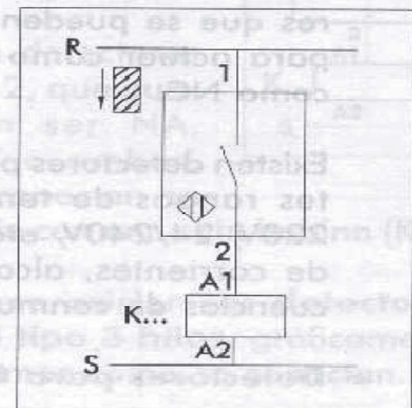
rrado, que se usa para controlar la bobina del contactor con el cual está en serie, como si fuera un pulsador o un interruptor de posición.

- ✓ Existen detectores en variedad de tipos, formas y diversidad de alcances.

★ Detectores para A.C. o A.C./C.C.

Son detectores del tipo 2 hilos y se conectan en serie con la bobina de un contactor. Los más usados son:

• Detectores NA:

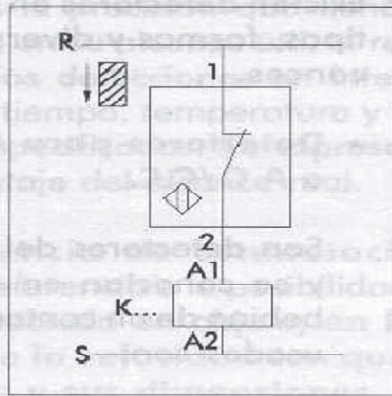


Al momento de energizar el circuito el contactor no actúa, porque el detector se comporta como si fuera un contacto NA. Al ser detectado el objeto, el sensor se vuelve pasante, actuando en ese momento el contactor.

• Detectores NC:

Al momento de energizar el circuito el contactor actúa de una vez, porque el detector se comporta como si fuera un

contacto NC. Al ser detectado el objeto, como el detector deja de ser pasante, el contactor deja de actuar.



Encontramos algunos detectores que se pueden programar para actuar como NA o bien como NC.

Existen detectores para diferentes rangos de tensión (110/220V, 24/240V, etc), variedad de corrientes, alcances y frecuencias de conmutación.

★ Detectores para C.C.

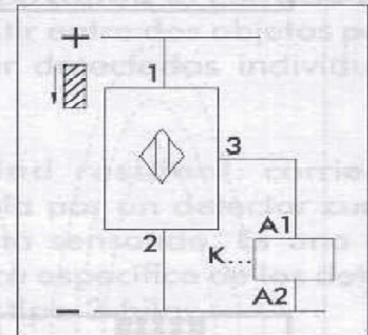
Son más delicados que los de A.C. (cualquier tensión de cresta por encima del permitido, deteriorará inmediatamente el detector), por lo cual hay que cerciorarse de que la fuente de alimentación elegida incluya transformador, rectificador y filtrado.

Por lo general el transformador debe entregar, en el secundario, una tensión más baja que la tensión continua requerida (por ejemplo 18 V en A.C. para obtener 24 V en C.C.).

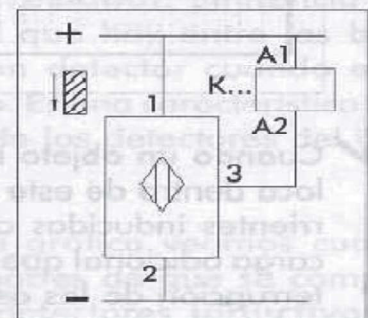
Así mismo el filtrado debe ser correcto: mínimo 400 μ F por detector o bien 2000 μ F mínimo, por amperio consumido.

Aunque encontramos detectores del tipo 2 hilos, polarizado y no polarizado y 4 hilos, normalmente los detectores para C.C. corresponden al tipo 3 hilos:

PNP



NPN



Estos detectores se encuentran en las modalidades NA y NC.

También se encuentran detectores universales programables, que pueden realizar las funciones PNP/NA, PNP/NC, NPN/NA, NPN/NC.

Los detectores para C.C. tienen la ventaja de ofrecer modelos con frecuencias muy altas de conmutación.

DETECTORES CAPACITIVOS

- ✓ Elemento cuyo principio de funcionamiento se sustenta en la variación de un campo electrostático, al acercarse cualquier objeto a su cara sensible.
- ✓ Consta básicamente de un oscilador, en el cual unos condensadores constituyen la cara sensible.
- ✓ Cuando cualquier objeto se introduce en dicho campo, modifica la capacidad del campo electrostático provocando oscilaciones.



- ✓ Todo lo dicho para los detectores inductivos es perfectamente válido para los detectores capacitivos.

CONEXION DE DETECTORES

- ✓ **Conexión de un solo detector**
Se conectan como se ha indicado en las páginas 61 y 62, dependiendo del tipo de detector.

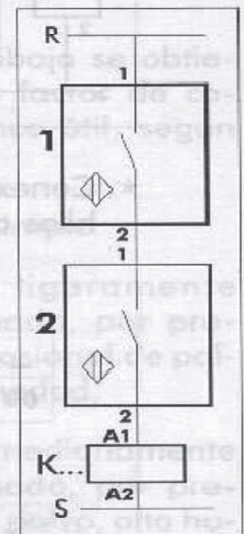
✓ Conexión de varios detectores

En los siguientes gráficos vemos las diferentes formas de conectar dos o más detectores.

* Conexión en serie

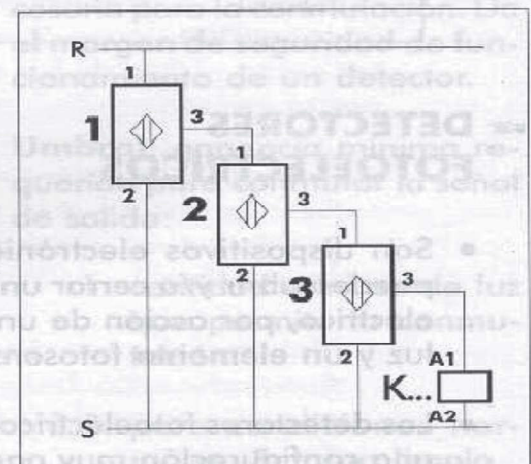
Para detectores del tipo 2 hilos es necesario que estos sean multitensión, pues la tensión se reparte (de acuerdo a lo dicho anteriormente) entre los detectores.

Los detectores 1 y 2, que pueden ser NA, NC o ambos, se conectan en serie con una sola bobina (K...).

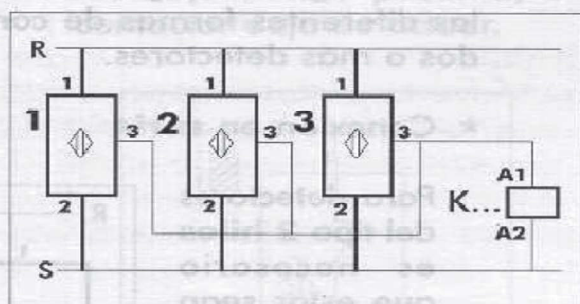


Como existen los **detectores del tipo 3 hilos**, gráficamente veamos como se conectan.

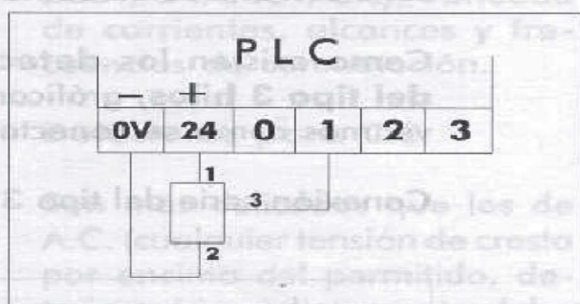
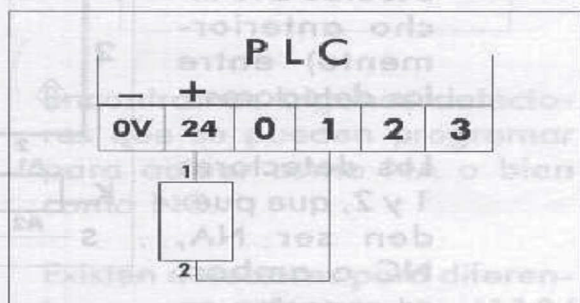
Conexión serie del tipo 3 hilos



★ **Conexión en paralelo de detectores tipo 3 hilos**



★ **Conexión de detectores de 2 y 3 hilos a un PLC.**



DETECTORES FOTOELECTRICOS

- Son dispositivos electrónicos que pueden abrir y/o cerrar un circuito eléctrico, por acción de un haz de luz y un elemento fotosensible.
- Los detectores fotoeléctricos tienen una configuración muy parecida a

la de los detectores inductivos y capacitivos.



- Todo detector fotoeléctrico está compuesto por un emisor y un receptor.

- ★ **El emisor:** su única función es producir y emitir una luz infrarroja modulada y pulsante (invisible al ojo humano) o una luz visible roja.

Esta luz infrarroja o roja es producida por unos diodos electroluminiscentes (LED) o por fototransistores, cuando son atravesados por una corriente eléctrica.

Se usa la luz infrarroja modulada porque garantiza una gran inmunidad a otras formas de luz ambientales (luces parásitas), así como por su alto rendimiento luminoso, gran velocidad de respuesta, insensibilidad a choques y vibraciones y porque su vida útil es prácticamente ilimitada.

La luz roja se utiliza para transmisión por fibra óptica plástica y en detectores reflex polarizados.

- ★ **El receptor:** compuesto por un fototransistor, sensible únicamente a la luz infrarroja modulada y pulsante del LED, cuya función es captar la luz produci-

da por el emisor, y tratarla para luego controlar una carga.

Cada vez que recibe dicho haz, entrega una señal de salida equivalente a un contacto abierto y/o cerrado, o bien acciona un pequeño relé con un contacto abierto y/o cerrado, que controla la bobina de un contactor.

✓ TERMINOLOGÍA EMPLEADA

- En general los términos relativos a tensión, corriente, retrasos, etc., es la misma que se ha usado para los detectores inductivos y capacitivos. Sin embargo se encuentran algunos términos y conceptos nuevos.

- **Alcance útil o nominal (S_n):** distancia convencional que cubre el haz de luz (emisor-receptor, emisor-reflex, emisor-objeto a detectar), asignada por el fabricante y que sirve para designar y escoger un detector.

- **Alcance de trabajo o campo de funcionamiento (S_a):** distancia de trabajo real del haz de luz, teniendo en cuenta los diversos factores del entorno, reflector, margen de seguridad en la detección del objeto, etc.

Normalmente es menor que el alcance útil.

A mayor contaminación del entorno, menor alcance de trabajo.

- **Entorno:** ambiente que rodea al detector. Puede ser limpio o contaminado por polución, polvo, humo, vapor, lluvia, niebla,

humedad, frío, vibraciones, choques, etc.

A mayor contaminación ambiental, se requiere una limpieza más frecuente y periódica de los lentes del emisor y receptor y los reflectores.

El alcance de trabajo se obtiene aplicando un factor de corrección al alcance útil, según el entorno:

1 : entorno limpio

0.5 : entorno ligeramente contaminado, por presencia ocasional de polvo o humedad.

0.25 : entorno medianamente contaminado, por presencia de polvo, alta humedad, vapores...

0.10 : entorno muy contaminado, por partículas en el aire, operaciones de lavado con detergente...

- **Ganancia:** es el cociente que hay entre la señal recibida por el fototransistor y la señal necesaria para la conmutación. Da el margen de seguridad de funcionamiento de un detector.

- **Umbral:** ganancia mínima requerida para conmutar la señal de salida:

1 : cantidad mínima de luz que permite la conmutación.

≥ 3 : para condiciones normales. Entorno limpio.

≥ 5: para entorno ligeramente polvoriento.

≥ 10 para ambiente polucionado, muy polvoriento, neblina ligera...

≥ 50 para entorno muy polucionado, humo, neblina, vapores...

- **Sensibilidad:** tamaño mínimo del objeto para poder ser detectado, o capacidad de reflejar la luz del emisor para que pueda retornar al receptor.

- **Reglaje:** valor previamente determinado, para poder regular la sensibilidad del detector.

- **Frecuencia de conmutación:** duración de la señal de salida, en función de la velocidad de paso y de las dimensiones del objeto.

Los detectores para C.C. presentan frecuencias de conmutación muy superiores a la de los detectores para A.C. ó A.C./C.C.

- **Función luz:** la señal de salida es conmutada cuando el receptor capta el haz de luz enviado por el emisor.

- * **Sistema de barrera y reflex:** la bobina o el relé dejan de actuar al ser detectado un objeto.

- * **Sistema de proximidad o autoreflex:** la bobina o el relé se activan al ser detectado un objeto.

- **Función sombra:** la señal de salida es conmutada si el receptor no recibe la luz del emisor.

- * **Sistema de barrera o reflex:** la bobina o el relé se activan al ser detectado un objeto.

- * **Sistema de proximidad o autoreflex:** la bobina o el relé dejan de actuar al ser detectado un objeto.

- **Detección por bloqueo:** el objeto es sensado cuando interrumpe el haz de luz que va del emisor al receptor.

- **Detección por reflejo:** el objeto es sensado cuando el haz de luz, emitida por el emisor, incide sobre el objeto y éste lo refleja hacia el receptor.

- **Salida por relé:** la conmutación de la señal de salida, se realiza por medio de un relé incorporado en el detector. Se controlan cargas con mayores intensidades, pero con frecuencias bajas.

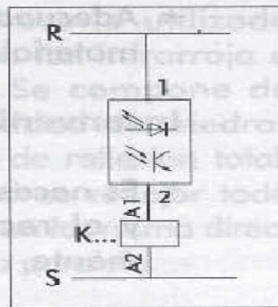
- **Salida estática:** la conmutación de la señal de salida se realiza por medio de un semiconductor. Se obtienen mayores cadencias de conmutación y tienen una vida útil mayor.

✓ **SENSORES para A.C. ó A.C./C.C.**

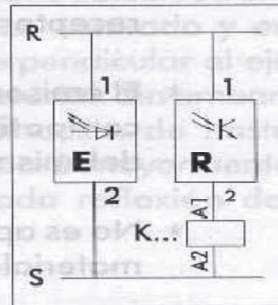
- ★ **Tipo 2 hilos:** se usan en serie con la bobina de un contactor.

Si el detector es del sistema de barrera, solamente el receptor se coloca en serie con la bobina K...

DETECTOR FOTOELÉCTRICO REFLEX

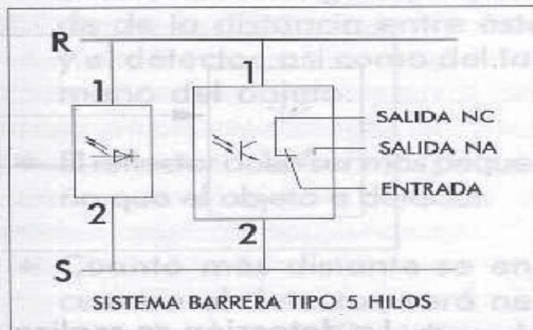


DETECTOR FOTOELÉCTRICO DE BARRERA



★ **Tipo 5 hilos:**

Se usan 2 conductores para la alimentación del emisor y receptor y 3 conductores para la señal de salida, que se realiza mediante un relé inversor, que tiene un contacto NA y un contacto NC, con un punto común.



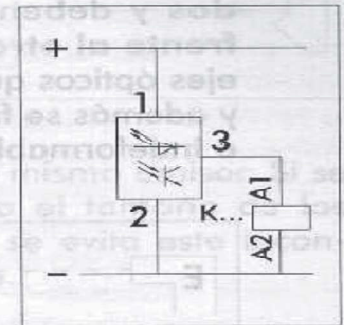
✓ **DETECTORES PARA C.C.**

★ **Tipo 3 hilos:**

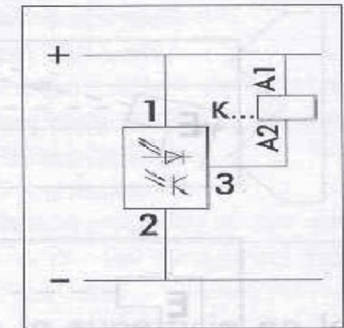
Deben conectarse en serie con la bobina de un contactor.

Al igual que los detectores inductivos se tienen dos tipos: PNP y NPN.

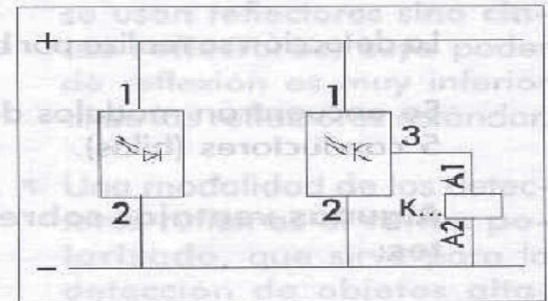
REFLEX PNP



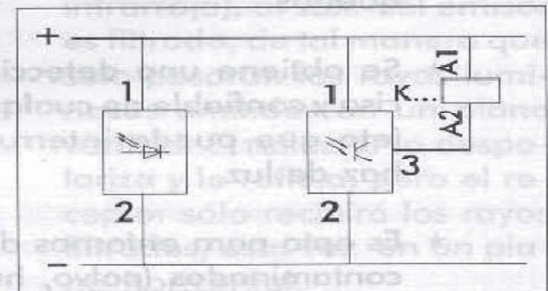
REFLEX NPN



DE BARRERA PNP

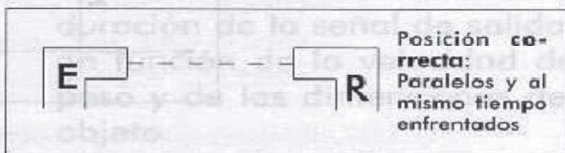
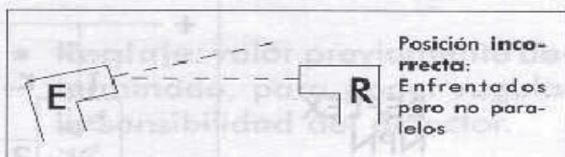
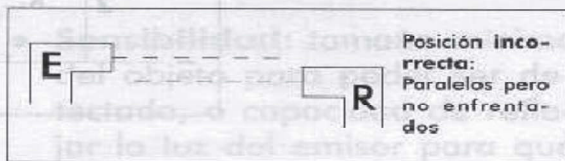


DE BARRERA NPN



✓ SISTEMA DE BARRERA

En estos detectores el emisor y el receptor se encuentran separados y deben colocarse el uno frente al otro, cuidando que sus ejes ópticos queden superpuestos y además se fijen en forma rígida e indeformable.



La detección se realiza por bloqueo.

Se encuentran modelos de 2, 3 y 5 conductores (hilos).

Algunas ventajas sobresalientes:

- ★ El más apto para grandes alcances y la detección de objetos pequeños.
- ★ Se obtiene una detección precisa y confiable de cualquier objeto que pueda interrumpir el haz de luz.
- ★ Es apto para entornos difíciles y contaminados (polvo, humo...).

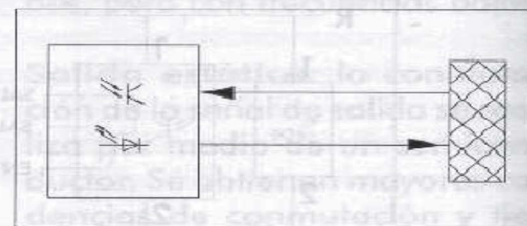
- ★ Adecuado para la detección de materiales opacos y reflectantes.

Inconvenientes:

- ★ Es necesario conectar el emisor y el receptor independientemente.
- ★ El alineamiento del emisor y receptor debe ser muy preciso.
- ★ El emisor y el receptor deben ser compatibles (preferiblemente del mismo modelo).
- ★ No es apto para la detección de materiales transparentes.

✓ SISTEMA REFLEX:

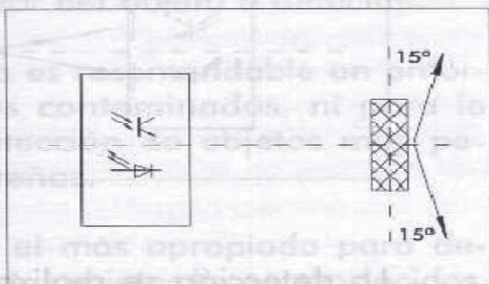
- ★ Sistema en el cual el emisor y el receptor se encuentran en la misma caja o cofre, por lo cual, para que el receptor capte la luz emitida por el emisor, es necesario colocar un reflector frente al detector.



- ★ La detección se realiza por bloqueo.
- ★ Existen detectores reflex para A.C., C.C. y A.C./C.C., como también para 2, 3 y 5 hilos, con características similares a la de los detectores de barrera.

★ **Reflector:** accesorio utilizado para reflejar la luz infrarroja o roja emitida. Se compone de una gran cantidad de triedros trirrectángulos, de reflexión total, cuya propiedad es reflejar todo rayo incidente, en la misma dirección y en forma paralela.

* El reflector debe ubicarse frente al detector, centrado y en un plano perpendicular al eje óptico del detector. Sin embargo una inclinación de hasta 15° no afectará mayormente una adecuada reflexión del haz de luz.

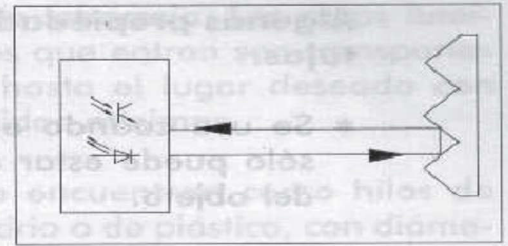


* El tamaño de reflector (sea circular o rectangular) depende de la distancia entre éste y el detector, así como del tamaño del objeto.

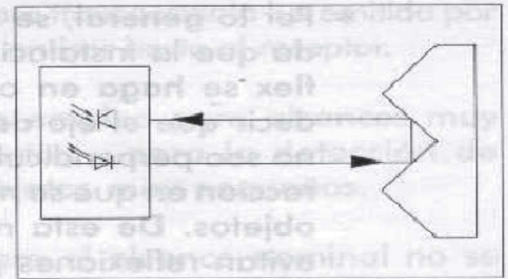
* El reflector debe ser más pequeño que el objeto a detectar.

* Cuanto más distante se encuentre el detector, será necesario usar reflectores de mayores dimensiones.

* Para distancias pequeñas no deben usarse reflectores con los triedros estándar (pequeños), porque el haz de luz no incidirá sobre el receptor sino



sobre el mismo emisor. Si se aumenta el tamaño de los prismas se evita este inconveniente.

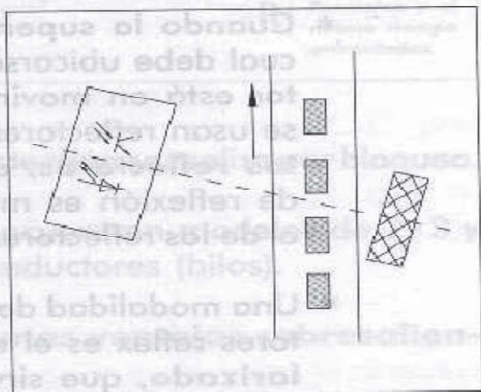


* Cuando la superficie en la cual debe ubicarse el reflector está en movimiento, no se usan reflectores sino cintas reflectoras, cuyo poder de reflexión es muy inferior al de los reflectores estándar.

* Una modalidad de los detectores reflex es el reflex polarizado, que sirve para la detección de objetos altamente reflectantes o muy brillantes. El haz de luz roja (no infrarroja), al salir del emisor es filtrado, de tal manera que sólo pasarán los rayos luminosos emitidos en un plano vertical. El reflector lo despolariza y lo refleja, pero el receptor sólo recibirá los rayos filtrados, esta vez en un plano horizontal.

Algunas propiedades y ventajas:

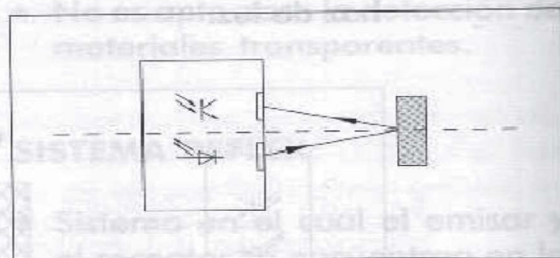
- * Se usa cuando el detector sólo puede estar a un lado del objeto.
- * Su instalación es más rápida y sencilla, por estar emisor y receptor en la misma caja, así como por el margen de inclinación que puede tener el reflector.
- * Por lo general, se recomienda que la instalación del reflector se haga en oblicuo, es decir que el eje del detector no sea perpendicular a la dirección en que se mueven los objetos. De esta manera se evitan reflexiones parásitas.



- * Es apto para alcances medianos y cortos.
- * No es recomendable para ser usado en ambientes o entornos contaminados.
- * No es conveniente para la detección de objetos lisos, reflectantes y pequeños.

✓ SISTEMA DE PROXIMIDAD O AUTORREFLEX

Al igual que en los detectores reflex, el emisor y el receptor se encuentran en la misma caja o cofre, pero no necesitan del reflector, ya que es el mismo objeto detectado, quien reflejará el haz de luz emitido, razón por la cual el objeto debe encontrarse en un plano perpendicular al eje óptico, para poder conseguir un alcance óptimo.



La detección se realiza desde un solo lado y por reflexión en el mismo objeto a detectar.

Una modalidad es el detector de proximidad con borrado del plano posterior: este detector capta el objeto sólo hasta cierta distancia, de manera que ignora cualquier objeto (aunque sea más reflectivo que el objeto a detectar) que se encuentre más alejado.

Existen algunos modelos en los cuales es posible ajustar la sensibilidad.

Algunas ventajas y propiedades:

- * La detección es por reflejo. Este factor hace que la conmutación de la señal de salida, difiera

mucho de los detectores de barrera y reflex.

- * Existen detectores de proximidad para A.C., C.C. y A.C./C.C., como también para 2, 3 y 5 conductores, con características similares a la de los detectores de barrera y reflex.
- * Se usa cuando la detección puede hacerse sólo desde un lado del objeto.
- * Sirve sólo para alcances cortos.
- * El alcance y la reflexión dependen del poder reflectante y el color del objeto a detectar.
- * No es recomendable en entornos contaminados, ni para la detección de objetos muy pequeños.
- * Es el más apropiado para detectar objetos lisos, translúcidos, transparentes y altamente reflectantes.
- * Si el detector no es con borrado del plano posterior, se debe dejar un espacio libre detrás del objeto a detectar, para evitar detecciones indebidas (detección permanente al sensar el objeto y el plano posterior).
- * En los detectores que tienen ajuste de la sensibilidad: cuando los objetos son menos reflectantes se le debe dar una mayor sensibilidad.

✓ **FIBRA OPTICA:** elemento que actúa como un conductor de luz

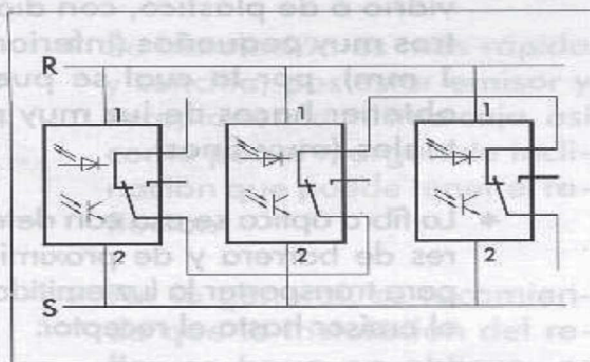
roja o infrarroja. Los rayos luminosos que entran son transportados hasta el lugar deseado con pérdidas mínimas.

- * Se encuentran como hilos de vidrio o de plástico, con diámetros muy pequeños (inferiores a 1 mm), por lo cual se pueden obtener haces de luz muy puntuales (muy finos).
- * La fibra óptica se usa con detectores de barrera y de proximidad, para transportar la luz emitida por el emisor hasta el receptor.
- * Se emplea para alcances muy cortos y para la detección de objetos muy pequeños.
- * Para el alcance nominal no se toma en cuenta la longitud de la fibra óptica, sino únicamente la distancia que hay entre la fibra óptica que va al emisor y la que va al receptor.

CONEXION DE DETECTORES FOTOELECTRICOS

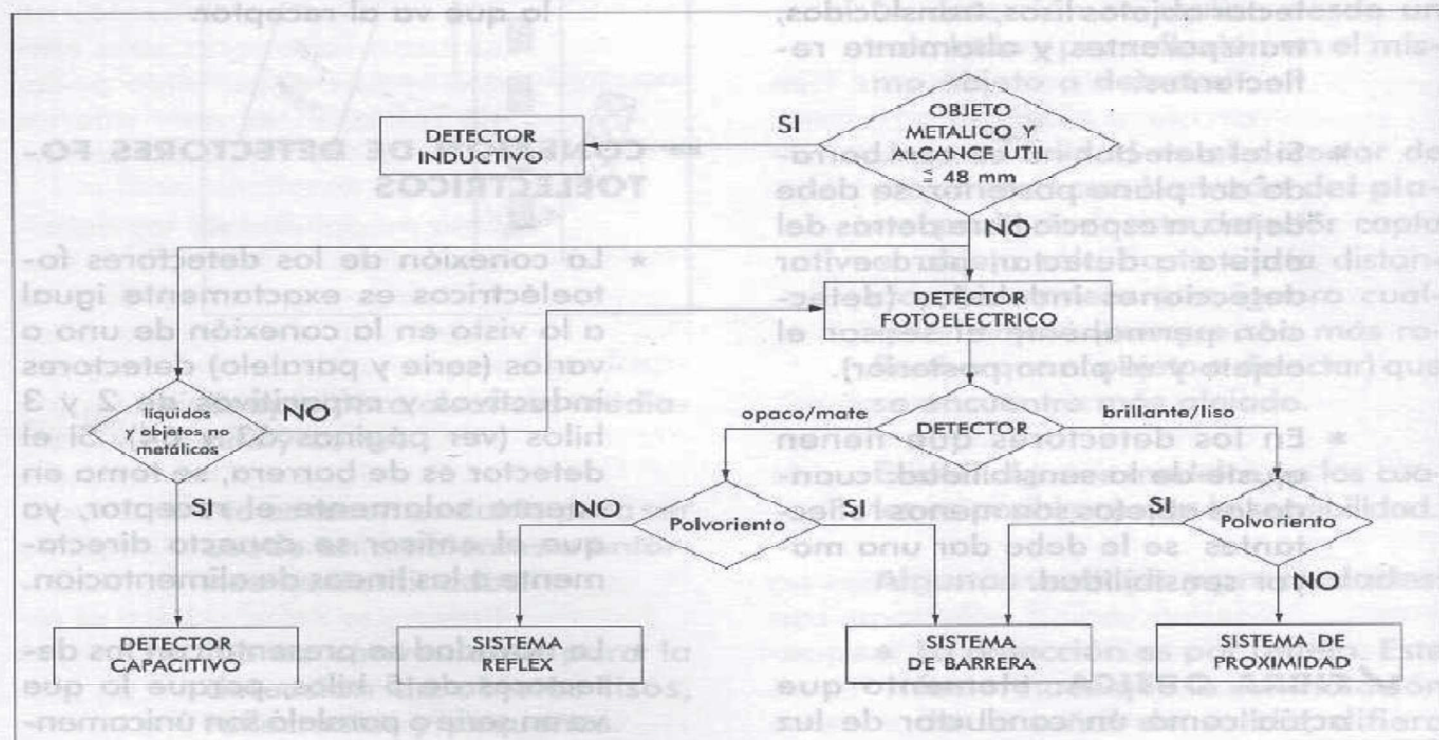
- * La conexión de los detectores fotoeléctricos es exactamente igual a lo visto en la conexión de uno o varios (serie y paralelo) detectores inductivos y capacitivos de 2 y 3 hilos (ver páginas 63 y 64). Si el detector es de barrera, se toma en cuenta solamente el receptor, ya que el emisor se conecta directamente a las líneas de alimentación.
- * La novedad se presenta con los detectores de 5 hilos, porque lo que va en serie o paralelo son únicamen-

te los contactos NA o NC, y no el detector como tal. Además, al poner en serie o en paralelo, no se toman en cuenta los dos contactos sino sólo uno por detector.



★ Los contactos NC de los tres detectores están en serie.

El siguiente diagrama de flujo nos presenta algunos criterios, que pueden ser muy útiles para seleccionar el detector o sensor más adecuado, para la operación o acción que se desea realizar.



GUIA PARA LA ELECCION DE UN DETECTOR

- Determinar la naturaleza, velocidad y frecuencia de paso, tamaño, forma y distancia del objeto al detector o sensor.
- Elegir el tipo de detección que mejor se acomode a la necesidad.
- Verificar la influencia del entorno y determinar el tipo de montaje.
- Elegir la forma, dimensiones, el cuerpo, grado de protección correspondiente al alcance útil deseado.
- Elegir el tipo y las características del circuito de mando.

USOS MÁS COMUNES DE LOS SENSORES O DETECTORES

- ★ Detección de piezas delicadas y frágiles, por lo cual es necesario evitar el contacto físico.
- ★ Selección de paquetes, máquinas de ensamblaje, puertas, ascensores, escaleras...

★ Para cadencias o frecuencias de funcionamiento elevadas.

- ★ Detección de piezas muy pequeñas o ligeras...
- ★ Detección de paso, conteo de piezas
- ★ Control de presencia, ausencia, fin de carrera.

INTRODUCCIÓN A LOS PLC

El avance tecnológico en la automatización nos obliga a tratar, aunque sea en forma muy general, lo relativo a los PLC, y más adelante aspectos muy prácticos para programar e introducirlo en el PLC. Este tema se trata más ampliamente en el libro «Diseño y Programación con Automata Programable o PLC».

El desarrollo de los PLC y la analogía con el cuerpo humano, han permitido el nacimiento de la **ROBOTICA**, al producir máquinas capaces de efectuar trabajos que antes sólo podían ser realizados por el ser humano.

El **PLC** (Controlador Lógico Programable) o Automata Programable, es un dispositivo electrónico capaz de estructurar y procesar la información que recibe de los elementos conectados a las entradas o en forma de programa, para entregar una nueva información en las salidas, que permite el funcionamiento automático de una secuencia o de un proceso, así como su optimización.

El PLC sustituye los elementos electromecánicos o electrónicos empleados en

la etapa de tratamiento, en un automatismo eléctrico, y además es posible programarlo o modificarlo, sin alterar el cableado existente, de acuerdo con las necesidades y procesos requeridos, mediante un programador o bien un computador, si se tiene el software e interfaz adecuados.

ESTRUCTURA DEL PLC:

- **Procesador o unidad central de proceso:** microprocesador que se usa para el tratamiento de la información de las instrucciones que contiene el programa, relativos al funcionamiento de la aplicación deseada.
- **Entradas (E):** sirven para recibir las señales eléctricas procedentes de los elementos empleados en la etapa de detección (sensores, interruptores de posición, presostatos, etc.) y mando (pulsadores, selectores) y convertirlas en señales comprensibles para el PLC.

● Para las entradas es muy común el uso de C.C. (24 V), pero también se encuentran PLC en los cuales se

usa A.C. (110-120 V), pero en cualquier caso las corrientes son muy pequeñas (mA).

- El número de entradas es importante para conocer la capacidad del PLC, en cuanto al número de señales externas que puede recibir.
- Los elementos de mando (pulsadores y selectores) deben ser únicamente NA.

☞ **Salidas (S):** elementos a través de los cuales se transmiten las órdenes de mando y de señalización, provenientes del tratamiento y la ejecución del programa, a los preaccionadores (normalmente a las bobinas de los contactores principales, electroválvulas o pilotos).

- Las salidas se pueden realizar a través de relés, transistores o triacs.
- El número de salidas de un PLC nos da la capacidad del número de preaccionadores que se pueden controlar.
- Las corrientes que pueden circular por los elementos de salida son normalmente muy pequeñas (mA o a lo más 1 ó 2 A), por lo cual es necesario observar muy bien las especificaciones dadas por el fabricante.

☞ **Memoria:** capacidad para almacenar un determinado programa o una cantidad de instrucciones. Se tiene la memoria RAM y la memoria EEPROM y EPROM.

☞ **Bits internos o marcadores:** equivalente a los contactores auxiliares. Memorizan los estados intermedios y

se utilizan únicamente para la ejecución interna de un programa.

☞ **Bits sistema:** controlan el correcto funcionamiento del PLC, y el desarrollo del programa de aplicación.

Algunos son controlados exclusivamente por el sistema, otros por el usuario y otros tanto por el sistema como por el usuario.

Existe un buen número de bits sistema. A continuación vemos solamente algunos de los más usados, especialmente en el lenguaje grafset, o para señalizaciones intermitentes:

★ %S6: Bits cuyo cambio de estado temporiza un reloj interno que suministra un pulso cada segundo.

★ %S21: inicialización del Grafset.

Normalmente está en estado 0, y se pone en estado 1 únicamente en el tratamiento preliminar, mediante la instrucción S ó la bobina Set, inicializando el Grafset: las etapas activas se desactivan y las iniciales se activan. Vuelve nuevamente a 0 por acción del sistema, una vez inicializado el Grafset.

★ %S22: Puesta a 0 del Grafset.

Normalmente está en estado 0. Sólo puede ponerse en estado 1 por medio del programa, en el tratamiento preliminar, provocando la desactivación de todas las etapas activas del Grafset. Es puesto nuevamente a 0 por el sistema, una vez iniciada la ejecución del tratamiento secuencial.

★ %S23: preposicionamiento e inmovilización del Grafset. Normalmen-

te está en estado 0. Únicamente puede pasar al estado 1 mediante el programa del usuario, en el tratamiento preliminar, permitiendo validar el preposicionamiento del Grafcet. Si se mantiene en el estado 1 provoca la inmovilización del Grafcet. Vuelve a 0 por acción del sistema, al comenzar la ejecución del tratamiento secuencial, para asegurar la evolución del Grafcet, a partir de la situación fijada.

☞ **Bits etapa:** permiten indicar el estado de activación o desactivación de las diferentes etapas en lenguaje Grafcet.

☞ **Funciones o bloques de función:** en los PLC encontramos además temporizadores, contadores/descontadores, programadores cíclicos, paso a paso, registros de palabras, etc. Su uso y configuración se verá en forma práctica más adelante.

☞ **Los PLC sólo pueden realizar funciones para las que fueron programadas,** de manera que una aplicación es posible, únicamente si los términos del problema están clara y exactamente definidos en el programa.

☞ **PROGRAMAR:** es introducir una serie o conjunto de instrucciones literales o gráficas para que el PLC los ejecute. Está conformado por unas funciones «lógicas» que tratan la información recibida en las entradas, para elaborar una nueva información en las salidas. La programación en sistema booleano sólo reconoce dos estados o situaciones: **nivel lógico 1** (activado, presencia o cerrado) y **nivel lógico 0** (de reposo, ausencia o abierto).

LENGUAJES DE PROGRAMACION:

De los diferentes lenguajes que se emplean para programar un PLC, veamos algunos que se usan actualmente.

✓ Por Lista de instrucciones:

- Es un lenguaje de texto de tipo booleano.
- Cada renglón o label está compuesto por dirección, instrucción y operando.

DIRECCION	INSTRUCCION	OPERANDO
000	LD	%I0.1
001	OR	%Q.1
002	ANDN	%I0.2
003	AND	%S6
004	ST	%Q.1
...
...

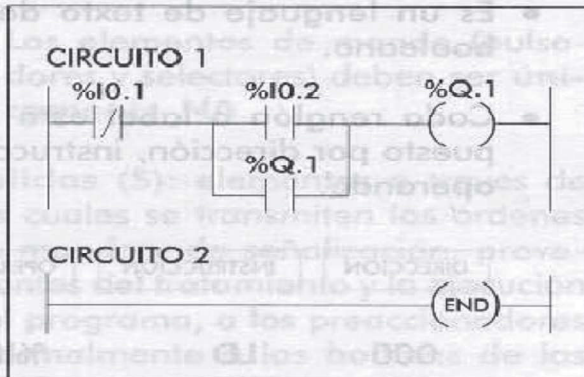
- Los esquemas a contactos y Grafcet se pueden introducir en el PLC mediante el lenguaje por Lista de instrucciones.
- Las instrucciones que se usan y cómo se usan, se verán posteriormente en forma práctica.

✓ Lenguaje Ladder, a contactos o escalera.

- Lenguaje booleano basado en circuitos gráficos.
- El esquema gráfico es similar al esquema de funcionamiento.
- Son esquemas horizontales, en los cuales las líneas de alimentación se representan verticalmente y las lí-

neas en que se ubican los diferentes contactos, horizontalmente.

- Solamente se usan contactos NA (NO) y NC, debidamente identificados en la parte superior del símbolo.



- Todo circuito parcial debe concluir necesariamente en un operando (bobina) o en un bloque de función.
- Para introducir el programa en el PLC se puede usar el esquema gráfico o por Lista de instrucciones:

000	LDN	%IO.1
001	AND(%IO.2
002	OR	%Q.1
003)	
004	ST	%Q.1
005	END	

✓ Programación en Grafset

- El Grafset es un método gráfico muy funcional que facilita las descripciones y la automatización de los procesos secuenciales.
- El esquema se realiza en función de un proceso automático secuencial, descomponiéndolo en una

serie de etapas sucesivas y asociadas o ligadas entre sí mediante transiciones y condiciones, para formar un proceso cerrado y/o cíclico, de manera que la última etapa debe volver siempre a la primera o a una anterior (aspecto que se indica con una flecha).

- Las transiciones son contactos NA ó NC que enlazan una etapa con otra, pertenecientes a los elementos conectados a las entradas del PLC (pulsadores, selectores, interruptores de posición, detectores, etc.) o bloques de función (temporizadores, contadores, etc.).

Se representan mediante unos pequeños trazos que cortan perpendicularmente la línea que une dos etapas.

Si en una transición se encuentra =1, significa que no hay condición.

- **Etapas:** parte de un proceso secuencial, que realiza una o más acciones específicas asociadas a ella, en el momento de ser activada.

Las etapas no pueden activarse simultáneamente, sino que lo hacen en forma progresiva (una después de otra), de manera que para que se active una etapa es necesario que se desactive previamente la anterior.

Las etapas se representan con un cuadrado y deben llevar un número, en el interior, en forma progresiva.



Etapas



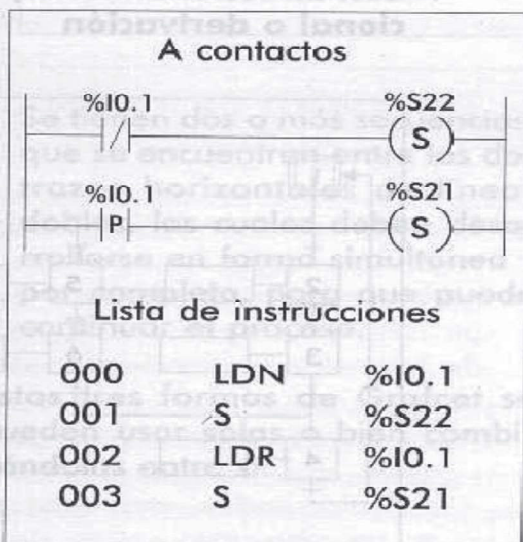
Etapas siguientes

Una acción asociada a una etapa se representa con un rectángulo.

● **UN PROGRAMA GRAFCET CONSTA DE:**

Tratamiento preliminar:

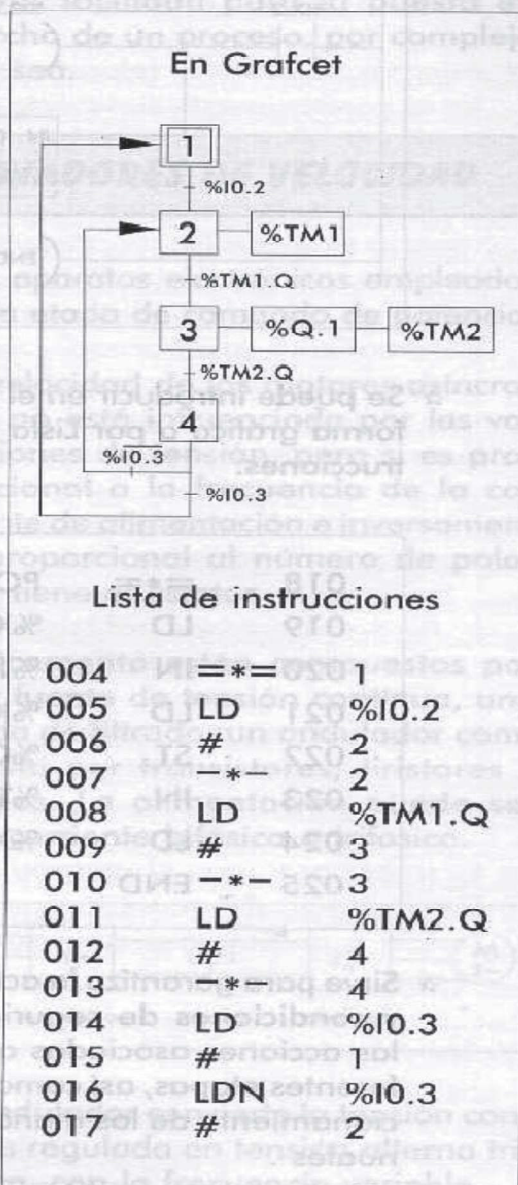
- ☆ Está ubicada al comienzo del programa.
- ☆ Se grafica en lenguaje a contactos.
- ☆ Consta de instrucciones que no son Grafcet y no dependen de las etapas Grafcet, como son los aspectos relativos a las seguridades, funcionamiento automático, funcionamiento manual, paro de emergencia, etc.



Tratamiento secuencial:

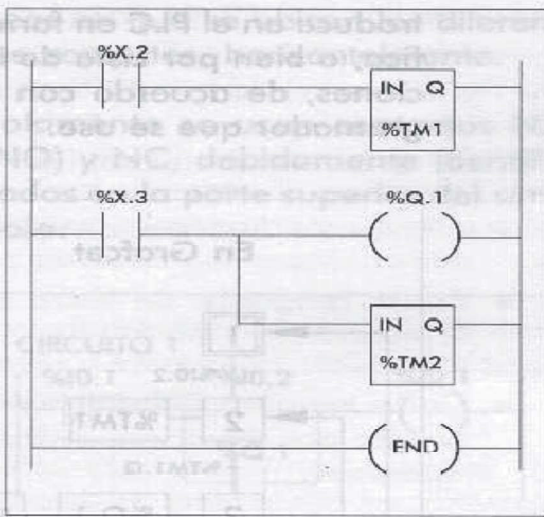
- ☆ Se grafica en Grafcet.
- ☆ Está conformado por todas las etapas, transiciones y acciones asociadas con las etapas.
- ☆ El tratamiento secuencial se in-

roduce en el PLC en forma gráfica, o bien por Lista de instrucciones, de acuerdo con el programador que se use.



Tratamiento posterior:

- ☆ Ubicado al final del programa.
- ☆ Se grafica en lenguaje a contactos.



☆ Se puede introducir en el PLC en forma gráfica o por Lista de instrucciones.

018	==	POST
019	LD	%X2
020	IN	%TM1
021	LD	%X3
022	ST	%Q.1
023	IN	%TM2
024	LD	%X4
025	END	

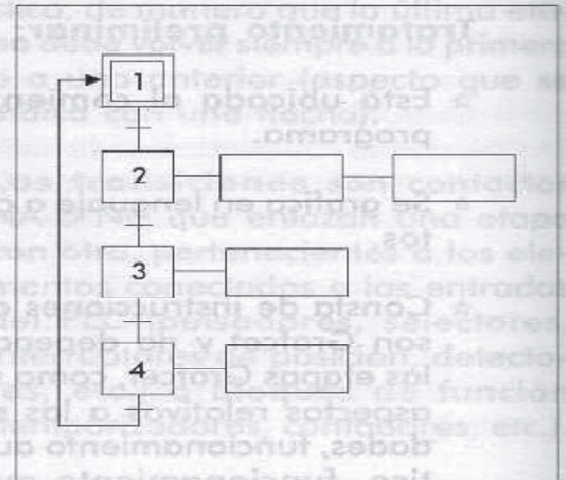
☆ Sirve para garantizar la activación y condiciones de seguridad de las acciones asociadas a las diferentes etapas, así como el funcionamiento de los mandos manuales.

☆ Existen varias formas de diseñar un grafcet, de acuerdo a la complejidad que tenga el proceso.

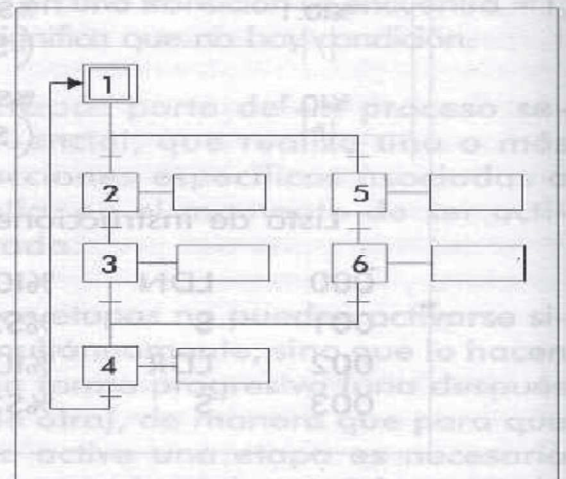
☆ A continuación veremos gráficamente los tres tipos de grafcet que se usan actualmente.

• CLASES DE GRAFCET:

* Secuencia lineal



* Con direccionamiento, condicional o derivación

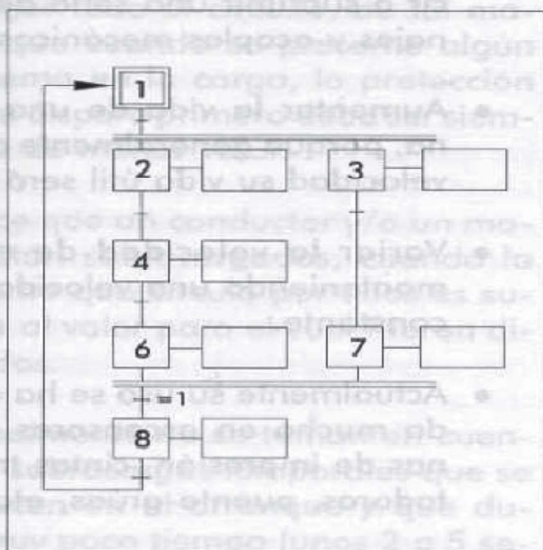


En los Grafcet con direccionamiento se tienen dos o más secuencias lineales en un mismo proceso, pero no pueden trabajar simultáneamente.

En el momento de poner en funcionamiento el proceso es ne-

cesario elegir una de las secuencias, ya que ambas no pueden funcionar simultáneamente.

* Secuencias simultáneas



Se tienen dos o más secuencias, que se encuentran entre los dos trazos horizontales de líneas dobles, las cuales deben desarrollarse en forma simultánea y por completo, para que pueda continuar el proceso.

Estas tres formas de Grafcet se pueden usar solas o bien combi­nán­do­las entre sí.

ALGUNAS VENTAJAS DE LOS PLC:

- ☞ **Cableado más simple:** solamente los elementos de detección, mando, bobinas de los contactores principales y a veces contactores auxiliares, conectados como interfaces entre el PLC y los contactores principales. A pesar de ello se obtiene la automatización de procesos muy complejos.

- ☞ **Gran facilidad para la modificación o cambio de procesos:** basta modificar o cambiar el programa sin alterar el cableado.
- ☞ **Mayor facilidad para la puesta en marcha de un proceso, por complejo que sea.**

VARIADORES DE VELOCIDAD

- ☞ Son aparatos electrónicos empleados en la etapa de comando de potencia.
- ☞ La velocidad de los motores asíncronos no está influenciada por las variaciones de tensión, pero si es proporcional a la frecuencia de la corriente de alimentación e inversamente proporcional al número de polos que tiene el estator.
- ☞ Básicamente están compuestos por una fuente de tensión continua, una etapa de filtrado, un ondulador compuesto por transistores, tiristores y diodos. La alimentación puede ser con corriente bifásica o trifásica.



- ☞ El ondulador convierte la tensión continua regulada en tensión alterna trifásica, con la frecuencia variable.
- ☞ El variador modifica automáticamente tensión y frecuencia, teniendo en cuenta la carga del motor, con lo cual la velocidad es prácticamente constante y además se disminuye el calentamiento del motor en vacío y a

velocidades bajas, asegurando al mismo tiempo un sobrepasar importante, si es necesario.

La regulación de la velocidad se obtiene con solo girar un potenciómetro.

Además de variar la velocidad del motor es posible invertir su sentido de giro, mediante el uso de un selector.

Pueden recibir información de elementos externos (potenciómetros, detectores, etc.) o de un PLC, que permite un completo diálogo con un automatismo programado, como el poder programar, entre otros factores, el tiempo y el control de la aceleración y desaceleración, etc.

Se encuentran variadores de velocidad para las más variadas necesidades:

- Para motores monofásicos y trifásicos, para A.C y C.C.
 - Para arranque y parada progresivos, de par constante, de par variable, etc.
- Es importante que el variador de velocidad esté de acuerdo con la potencia nominal, a plena carga, del motor.
- Algunas aplicaciones:
- Mantener una velocidad constante, independientemente de la carga, fluctuaciones de la red y temperatura.
 - Puesta en marcha o aceleración progresiva, siguiendo una exigencia predeterminada, para asegurar el manejo de productos frágiles y el posesionamiento de un móvil.

• Sincronizar, enclavar o combinar entre sí, las velocidades empleadas en diferentes máquinas o secciones de una misma máquina.

• Simplificar las máquinas, al reducir o suprimir una serie de engranajes y acoples mecánicos.

• Aumentar la vida de una máquina, porque generalmente a menor velocidad su vida útil será mayor.

• Variar la velocidad de rotación manteniendo una velocidad lineal constante.

• Actualmente su uso se ha extendido mucho en ascensores, máquinas de impresión, cintas transportadoras, puente-grúas, etc, etc.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

✓ Son dispositivos cuya finalidad es proteger una carga, los aparatos de maniobra y la instalación en sí, contra posibles daños producidos por el paso de intensidades inadecuadas:

• De origen mecánico, como bloqueo, sobrecargas momentáneas o prolongadas, excesivas puestas en marcha, etc.

• De origen eléctrico, como sobretensiones, caídas de tensión, desequilibrio de fases, falta de alguna fase, cortocircuitos, etc.

✓ En general todo circuito debe llevar varias protecciones en forma escalonada, las cuales deben estar debidamente dimensionadas.

La más débil es la que se encuentra más próxima a la carga y a medida que se alejen de ella se irán incrementando su dimensionamiento, y las últimas en colocarse son las que van en las líneas de alimentación para proteger todo el circuito, de tal manera que cuando se presente algún problema en la carga, la protección que se dispare primero debe ser siempre la de menor valor.

✓ Se dice que un conductor y/o un motor están sobrecargados, cuando la corriente que circula por ellos es superior al valor para el cual fueron diseñados.

✓ Normalmente no se toman en cuenta las sobrecargas temporales que se producen en el arranque y que duran muy poco tiempo (unos 2 a 5 segundos).

✓ Cada conductor de fase debe ir debidamente protegido. En cambio el conductor neutro no debe llevar protección alguna.

✓ FUSIBLES

Son elementos destinados específicamente para proteger contra cortos circuitos (ver pág. 33), al fundirse rápidamente el material con el cual se fabrican, cuando pasan corrientes muy intensas.

✓ RELES TERMICOS

✓ Son elementos de protección únicamente contra sobrecargas, cuyo principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos elementos (bimetales) bajo el

efecto del calor, para accionar, cuando éste alcanza ciertos valores, unos contactos auxiliares que desenergicen todo el circuito y energicen al mismo tiempo un elemento de señalización.

✓ El bimetálico está formado por dos metales de diferente coeficiente de dilatación y unidos firmemente entre sí, regularmente mediante soldadura de punto. Es muy común el uso de hierro y níquel en composiciones de 20% y 80% ó 75% y 25% respectivamente.

✓ El calor necesario para curvar o flexionar la lámina bimetalica es producida por una resistencia, arrollada alrededor del bimetálico, que está cubierto con un material de asbesto, a través de la cual circula la corriente que va de la red al motor. Se ubica en el circuito de potencia.

✓ Los bimetales comienzan a curvarse cuando la corriente sobrepasa el valor nominal para el cual han sido dimensionados, empujando una placa de fibra (material muy consistente, aislante eléctrico y resistente al calor) hasta que se produce el cambio de estado de los contactos auxiliares que lleva. Dichos contactos se ubican en el circuito de mando: el NC desenergiza la bobina del contactor y el NA energiza el elemento de señalización.

✓ El tiempo de desconexión del relé térmico depende de la intensidad de la corriente que circule por las resistencias. Naturalmente que este tiempo debe ser tal, que no ponga en peligro el aislamiento de

las bobinas del motor, ni se produzcan desconexiones innecesarias, por lo cual deben estar normalmente dimensionadas para la I_n de la carga.

Una vez que los relés térmicos hayan actuado, acción que se conoce como disparo, se rearmen o retornan al estado de reposo, mediante dos sistemas:

★ **Rearme manual:** es el operario quien debe presionar un botón que lleva el térmico para esta operación. Es el sistema más recomendable, especialmente en los sistemas automáticos, en los cuales el circuito puede reenergizarse al bajar nuevamente la temperatura del bimetálico.

★ **Rearme automático:** cuando el relé térmico tiene un sistema por el cual se rearma el mismo, una vez que el bimetálico vuelve a su temperatura normal. No es muy recomendable, pero se puede usar exclusivamente para los casos en los cuales se emplean pulsadores, de manera que la reconexión del contactor sólo podrá realizarse accionando nuevamente el pulsador.

Existen relés térmicos para rearme manual, para rearme automático y para rearme manual o automático.

En casos especiales en que la corriente pico es muy alta, se pueden usar relés térmicos de acción retardada, cortocircuitar el relé durante un tiempo, o bien usar transformadores de intensidad.

La solución para el caso en que la frecuencia de maniobras de arranque sea elevada, es calibrar el relé por encima de la I_n , pero únicamente hasta ciertos valores, ya que de lo contrario la garantía de protección y eficiencia del relé será muy pequeña, o bien disminuyendo la carga inicial del motor.

La verificación del relé térmico en el lugar de utilización es a menudo necesario, sin embargo ésta es discutible en vista de la precisión de estos aparatos y los medios de verificación insuficientes con que generalmente se cuentan.

El método, bastante extendido, de hacer funcionar el motor en vacío o en dos fases es erróneo, si se quiere juzgar la precisión de un relé térmico en función del tiempo que emplea para realizar la desconexión, ya que bajo estos regímenes el motor no absorbe la corriente requerida. Por otra parte la desconexión es inútil en el primer caso, al no estar en peligro el motor, y en el segundo caso se pone en peligro el motor.

Se puede verificar (tomando ciertas precauciones) el funcionamiento del relé haciendo girar el motor a plena carga y bloqueándolo. La desconexión debe realizarse en pocos segundos.

La regulación de un relé térmico es correcta si corresponde exactamente a la I_n del motor, salvo las excepciones expuestas anteriormente. Una regulación demasiado baja impide desarrollar la potencia total del motor, y una regulación alta no ofrecerá la protec-

ción adecuada, si se producen las sobrecargas.

☞ Cuando un relé, correctamente regulado, se dispara con mucha frecuencia, será necesario disminuir la carga del motor o reemplazarlo por otro de mayor rango o potencia.

☞ El relé actuará correctamente y en el tiempo esperado, solamente en aquellos casos en que la absorción de corriente, por parte de la carga, sea muy alta o esté causada por una sobrecarga mecánica, caída apreciable de tensión a plena carga, un arranque seguido por un bloqueo de la máquina o una tensión insuficiente.

☞ Por el contrario el relé no actuará, aún estando el motor en peligro, si esta situación no implica aumento en la I_n , como puede ser: penetración de humedad, reducción del enfriamiento motivado por disminución de la velocidad o taponamiento del sistema de refrigeración, calentamiento pasajero proveniente del exterior, desgaste de los ejes, bujes o rodamientos, etc.

☞ Finalmente, un cortocircuito después de los relés, si los elementos de protección están mal calibrados o sobredimensionados, puede provocar el daño de los relés. En este caso, tanto el motor como el contactor corren el peligro de deteriorarse.

✓ RELES TÉRMICOS DIFERENCIALES

☞ En un sistema trifásico, cuando

falta una fase o hay desequilibrio apreciable en la red, el motor puede seguir funcionando, pero con el peligro de que las bobinas se quemen rápidamente, por circular corrientes superiores a la I_n , por las otras dos fases. En estos casos la protección del relé térmico, aunque esté bien elegido y regulado, no es suficiente, por lo cual es necesario recurrir a los relés térmicos diferenciales.

☞ Su funcionamiento se fundamenta en la diferencia de curvatura de los tres bimetales que tiene todo relé térmico normal (un bimetale por cada una de las tres fases), al fallar una fase, para lo cual se emplean dos regletas que detectan esa diferencia de curvatura de los bimetales, de manera que una falla, en cualesquiera de las tres fases, será detectada inmediatamente, se accionarán los contactos auxiliares del relé térmico, y por consiguiente se interrumpirá inmediatamente el circuito de mando. La desconexión será tanto más rápida cuanto mayor diferencia de curvatura exista entre los bimetales.

☞ En la actualidad prácticamente todos los relés térmicos son diferenciales.

☞ Cuando el circuito de potencia es monofásico o bifásico, es indispensable que se usen los tres bimetales del relé térmico diferencial, para que el motor quede correctamente protegido.

☞ Los relés térmicos diferenciales se fabrican para un rango determinado, por ejemplo de 17 a 25 A.

Al elegir un relé es recomendable hacerlo de acuerdo con un valor intermedio al rango elegido (para el ejemplo anterior sería ± 21 A), de manera que pueda realizarse un ajuste correcto de acuerdo a la intensidad que realmente consume el motor.

✓ RELES TERMOMAGNETICOS

Al igual que los relés térmicos, son aparatos destinados a proteger los motores contra posibles sobrecargas, pero adicionalmente protegen el circuito contra cortocircuitos.

Está compuesto básicamente por un bimetal, una bobina y unos contactos auxiliares.

La protección contra sobrecargas, se realiza por medio de un sistema exactamente igual al de los relés térmicos diferenciales (bimetal + resistencia).

Para la protección contra cortocircuitos cuenta con una bobina (por la cual circula la corriente del circuito de potencia) y un núcleo móvil, que accionará los contactos auxiliares del relé termomagnético, como lo haría el bimetal.

- **Protección contra sobrecargas o disparo diferido:** se produce por acción del térmico.

Si la corriente sobrepasa el valor ajustado, el bimetal se calienta y se deforma, dejando libre, después de cierto tiempo, un tope que está unido a la lámina que bloquea el bimetal. La unión tope-lámina se flexio-

na, y una palanca actúa sobre el eje de transmisión, provocando el cambio de estado de los contactos auxiliares que tiene. El rearme se puede realizar solamente cuando el bimetal se haya enfriado suficientemente.

- **Protección contra cortocircuitos o disparo instantáneo:** se produce por acción del campo magnético, producido por la bobina que tiene el relé termomagnético.

Cuando se produce un cortocircuito, la corriente que circula por el circuito es muy grande. Como la bobina se encuentra en el circuito, el campo magnético será también muy intenso, por ser proporcional a la corriente, de manera que antes de que el bimetal se deforme lo necesario para liberar el tope, la atracción magnética sobre el núcleo será tan fuerte, que al ser atraído en forma casi instantánea por la bobina, realizará exactamente la misma función del bimetal, provocando el cambio de estado de los contactos auxiliares del relé termomagnético.

- Estos relés pueden tener dos calibraciones independientes: una para la protección contra sobrecargas y otra para la protección contra cortocircuitos.

✓ RELES ELECTROMAGNETICOS

- Estos relés sirven para proteger los circuitos contra fuertes sobrecargas, desconectando en forma casi

instantánea el correspondiente circuito de mando.

☞ Su funcionamiento se fundamenta en la fuerza producida por un electroimán sobre una armadura, muy parecida a la de un contactor.

☞ Cuando la corriente que absorbe el motor es muy superior a la I_n , la bobina del electroimán crea un campo magnético fuerte, suficiente para ejercer una fuerza de atracción capaz de vencer el par resistente contrario.

☞ Unidos a la armadura se encuentran los contactos del circuito de mando, de manera que el circuito se interrumpirá cuando la armadura se mueva. Al interrumpirse el circuito de alimentación, el relé vuelve a su posición de reposo por acción de un muelle.

☞ **Relé electromagnético diferencial:** Se llama así porque actúa en función de la diferencia de corrientes entre fases, la cual se presentará siempre que existan fugas a tierra, en cualesquiera de las fases.

☞ Este tipo de relés dispone de un circuito magnético, en forma toroidal, sobre el que se embobinan, en el mismo sentido, los conductores de las tres fases. En condiciones normales, la suma geométrica de las corrientes de las tres fases es nula y por consiguiente no hay un flujo resultante. Solamente cuando se presenta una corriente de fuga a tierra, y ésta alcanza un determinado valor de sensibilidad (entre 30 y 500 mA según el grado de protección que se requiera), se producirá un flujo resultante, el cual in-

duce en la bobina una corriente que anula el efecto del imán, abriendo un contacto que desenergiza el circuito de mando, y por consiguiente todo el circuito.

✓ RELES DE PROTECCION ELECTRONICOS

☞ Además de los anteriores actualmente se tienen relés de protección electrónicos que protegen contra sobrecargas, desequilibrio y ausencia de fases, así como para determinados sistemas de arranques.

☞ Están provistos de contactos y además señalizan el tipo de disparo que se ha producido.

✓ DAÑOS EN LOS RELES DE PROTECCION:

☞ El relé no dispara a la intensidad ajustada, por una falla en el mecanismo del relé o por estar defectuoso el bimetal.

☞ Los contactos auxiliares del relé o contactos de disparo, pueden estar defectuosos e incluso soldados.

☞ Deficiencias en el sistema de rearme del relé.

✓ SONDAS DE TERMISTANCIAS

☞ Sistema electrónico empleado para proteger los motores, cuando se eleva la temperatura real de los devanados por encima de valores permisibles, desconectando el circuito de control.

Para que el sistema actúe, se instalan en los devanados del motor unas termorresistencias PTC, las cuales captan el calentamiento que se produce en ellos, ya sea por sobrecarga, falta de ventilación o bloqueos.

Se obtiene una protección eficaz si las sondas han sido elegidas y montadas correctamente.

Estos dispositivos se usan también para proteger cualquier aparato que corra peligro a causa de calentamientos indeseados, siempre y cuando puedan instalarse adecuadamente los termistores PTC.

✓ GUARDAMOTORES

Aparatos de maniobra y protección cuyo accionamiento es manual y su desconexión puede ser manual o automática.

La desconexión automática se produce por acción de un relé termomagnético que lleva incorporado.

Existen guardamotores a los cuales se les puede adicionar una bobina de mínima tensión o a emisión de tensión.

ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN

Son todos aquellos dispositivos cuya función es indicar o llamar la atención sobre el correcto funcionamiento o paros anormales, aumentando así la seguridad del personal y facili-

tando el control y mantenimiento de las máquinas y equipos.

✓ ACUSTICAS

Son todas aquellas señales que pueden ser percibidas por el oído. Entre las más usadas industrialmente figuran las sirenas y los sonidos electrónicos musicales.

✓ OPTICAS

Son aquellas señales que pueden ser percibidas mediante los ojos. Existen dos clases:

- **Visuales:** si se emplean determinados símbolos que indican la operación que se está realizando.
- **Luminosos:** cuando se emplean únicamente lámparas, llamados pilotos, de diferentes colores, para señalar las diversas operaciones.

De acuerdo con la complejidad y riesgo en el manejo de los equipos, se pueden emplear simultáneamente señalizaciones ópticas y acústicas.

✓ CONEXIONADO

- **Señalización de marcha:** se usa para indicar que una máquina o equipo se ha puesto en funcionamiento. Se conecta en paralelo con la bobina del contactor o mediante contactos auxiliares.
- **Señalización de paro de emergencia originado por sobrecarga:** para estos casos se usa el contacto NA del relé térmico.