

LUIS FLOWER LEIVA

**CONTROLES
Y
AUTOMATISMOS**

DUODÉCIMA EDICIÓN

Autor y Editor: Luis Flower Leiva
Dibujos y diagramación: Luis Flower Leiva
CD interactivo:
Diseño: Luis Flower Leiva
Animación, videos y programación: Ai Digital
ISBN 958-95319-4-6
Impresión: Panamericana Formas e Impresos S.A.

Primera edición:	1989
Segunda edición:	1990
Tercera edición:	1991
Cuarta edición:	1994
Quinta edición:	1996
Sexta edición:	1998
Séptima edición:	2001
Octava edición:	2003
Novena edición:	2005
Décima edición:	2008
Undécima edición:	2011
Duodécima edición:	2012

Reservados todos los derechos conforme a la ley.

ISBN 958-95319-3-8

Copyright © 1989 Luis Flower Leiva

Bogotá - Colombia

PRÓLOGO

La **automatización eléctrica y electrónica**, hasta hace poco empleada exclusivamente en las industrias más avanzadas y sofisticadas, ha ido entrando aceleradamente en nuestro medio industrial, prácticamente en todas las áreas, porque el avance tecnológico tan continuo y vertiginoso, en este mundo eminentemente industrializado, hace cada día más imprescindible e imperiosa la necesidad de optimizar los procesos, mejorar la productividad y seguridad, incrementar la calidad y eficiencia, etc.

El presente trabajo es apenas una introducción al estudio de los **CONTROLES Y AUTOMATISMOS**. Por consiguiente no se pretende, en modo alguno, abarcar todo el tema, ni mucho menos agotarlo, pero sí crear una gran inquietud por el mismo y prestar una ayuda eficaz a todas aquellas personas, especialmente estudiantes y técnicos, que desean conocerlo y practicarlo.

Con la finalidad de dar una fundamentación lo más amplia y completa posibles, en forma clara y sobre todo sencilla sobre el tema, se ha dividido el libro en dos partes:

La **PRIMERA PARTE**: aborda el tema de la automatización y los sistemas de control con lógica cableada, buscando obtener conocimientos sólidos al respecto, por lo cual se hace énfasis en la lectura y análisis de esquemas de funcionamiento y sobre todo en la interpretación y el diseño de circuitos de mando manuales y automáticos, como un requisito indispensable para diseñar y programar posteriormente en un PLC.

En esta parte se han integrado las Prácticas Interactivas (51 en total) que trae el CD, de manera que sea una herramienta realmente útil y valiosa para poder entender mejor el funcionamiento de los circuitos de control y potencia, así como de los ejercicios de esta primera parte del libro.

En el **CD** encontrarás los siguientes archivos: **a) Diseños**, el cual contiene a su vez 2 archivos: **NUEVOS DISEÑOS** (algunos diseños para lógica cableada y lógica programada de ejercicios que no se encuentran en el libro); **PRÁCTICAS RESUELTAS** (soluciones sugeridas para los ejercicios propuestos en el libro); **b) Prácticas interactivas**; **c) Utilidades** (los software que debes tener instalado para visualizar correctamente el contenido del disco).

Después de introducir el CD en el computador, abre los archivos del mismo, luego haz doble click sobre el archivo CAE2. Una vez finalice el video inicial, para poder acceder al menú principal, **haz click sobre el botón que quedó debajo de PASSWORD**. Haz click sobre el archivo que desees abrir. Si abres el archivo PRÁCTICAS, haz click sobre la práctica elegida.

Es muy importante tener presente que los diseños de los ejercicios prácticos son simples sugerencias y una orientación para nuevos diseños, porque la simple repetición de los esquemas propuestos, no es suficiente para aprender realmente a leer, analizar, interpretar y sobre todo diseñar esquemas de control.

La **SEGUNDA PARTE**: es un estudio básico para iniciarse en la programación y el uso de los PLCs, mediante el planteamiento de una serie de situaciones que pueden presentarse en la realidad, constituyéndose de esta manera, en una auténtica herramienta pedagógica para aprender a usarlo y programarlo, empleando los lenguajes de programación básicos: por lista de instrucciones, ladder (conocido también como escalera o a contactos), grafcet y por bloques secuenciales. Por consiguiente el libro no pretende realizar un estudio de lo que es la arquitectura interna de los PLCs.

La forma más eficiente de aprender a programar un PLC es a través de ejercicios o prácticas reales. Por esta razón y para que haya una continuidad con la primera parte del libro, se retoman algunos ejercicios realizados con lógica cableada para diseñarlos con lógica programada. Además se sugieren otros diseños más complejos, pero estructurados de tal manera que sea

posible ir aprendiendo aspectos concernientes con el diseño y la programación de circuitos de control manuales, automáticos, manuales-automáticos, cíclicos, con contadores, bloques de función, etc., relativamente complejos, empleando los PLCs.

Es muy importante que, con base en los ejercicios propuestos, se diseñen otras prácticas un poco más complejas, las cuales tengan relación con procesos industriales, tales como textiles, plásticos, transporte, mecánica industrial y automotriz, automatización de invernaderos, etc.

Ambas partes se desarrollan con base en una serie de ejercicios prácticos, siguiendo una secuencia progresiva tanto en la dificultad como en la complejidad de los montajes, con el objetivo fundamental de familiarizarse con los principios de funcionamiento y manejo de los diferentes elementos de detección, tratamiento y accionamiento, así como con la programación básica de los PLCs.

En ningún momento debemos olvidar el carácter de sugerencia y guía que tienen los ejercicios propuestos, de tal manera que en lugar de limitar o eliminar la propia iniciativa y creatividad, el esfuerzo y la forma personal para diseñar, deben servir como un punto de partida para desarrollar y realizar nuevos ejercicios, para crear nuevos procesos y ampliar permanentemente sus conocimientos sobre la automatización, buscando aplicaciones prácticas y novedosas.

Además es necesario tener presente que todas las prácticas propuestas en este libro han sido elaboradas con un carácter predominantemente didáctico y pedagógico, por lo cual no siempre pueden representar totalmente la realidad. En consecuencia es responsabilidad directa de cada técnico su aplicación en la industria, en forma parcial o total, y el autor no se responsabiliza por la utilización incorrecta de la información y los esquemas que figuran en el libro. También es necesario tener presente la posibilidad de encontrar algunos errores (a pesar de la revisión cuidadosa que se realiza), por lo que se recomienda adoptar las precauciones necesarias y comprobar que los diseños de las prácticas sugeridas no contienen errores.

Espero que este trabajo sea una contribución más al desarrollo tecnológico de nuestro país, y sobre todo una herramienta útil para todos aquellos técnicos que trabajan en mantenimiento y control eléctrico, bachilleres técnicos, estudiantes de carreras intermedias, universitarios que siguen el pregrado en diseño industrial, accionamientos eléctricos, control eléctrico, automatización, mecánicos, etc. que desean incrementar sus conocimientos en el tema del control y la automatización de procesos industriales.

En la presente edición, aparte del cambio en su presentación, se fusionan las obras anteriores de CONTROLES Y AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS y DISEÑO Y PROGRAMACIÓN CON AUTÓMATA PROGRAMABLE o PLC, manteniendo el contenido y la forma de tratar los diferentes temas casi en su totalidad, por cuanto actualmente un técnico no puede limitarse a la parte de lógica cableada, sino que necesariamente debe tener conocimientos cada vez más profundos sobre lógica programada.

Con esta nueva presentación se tiene en un solo libro las dos obras anteriores, de manera que este trabajo, dentro de sus limitaciones, sea de gran utilidad y preste un mayor y mejor servicio.

El autor

PRIMERA PARTE - La Automatización y los Sistema de Control - LÓGICA CABLEADA

CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES

1.1. Definiciones fundamentales	229
1.2. Partes de un proceso automático	229
1.3. Clases de automatismos	230
1.4. Diferencias y semejanzas entre ambos	231
1.5. Otros aspectos que hay que considerar para realizar una automatización	231

CAPÍTULO 2 DISPOSITIVOS MÁS USADOS

2.1. Generalidades	232
2.2. Contactores	232
2.2.1. Definición del contactor	232
2.2.2. Identificación de los contactores	233
2.2.3. Partes del contactor	233
2.2.4. Funcionamiento del contactor	239
2.2.5. Ventajas que tiene el uso de los contactores	240
2.2.6. Clasificación de los contactores	240
2.2.7. Criterios para elegir un contactor	242
2.2.8. Causas del deterioro de los contactores	242
2.3. Aparatos de mando	243
2.3.1. Pulsadores	243
2.3.2. Selectores	246
2.3.3. Manipuladores	246
2.3.4. Código de colores según la norma IEC-73	246
2.4. Aparatos de señalización	246
2.5. Aparatos auxiliares de mando	247
2.5.1. Temporizadores o relés de tiempo	248
2.5.2. Detectores, sensores o captadores	254
2.6. Aparatos de protección	270

CAPÍTULO 3 MOTORES ASÍNCRONOS TRIFÁSICOS

3.1. Clasificación de los motores eléctricos	275
3.2. Arranque de motores con rotor en cortocircuito	277
3.3. Tablas de intensidades de corriente	279

CAPÍTULO 4 DISEÑO DE ESQUEMAS ELÉCTRICOS

4.1. Esquemas eléctricos	281
4.2. Símbolos más usados	284

CAPÍTULO 5 PRÁCTICAS CON ARRANQUES DIRECTOS

5.1. Control de un solo motor	287
5.2. Control manual de varios motores trifásicos en forma secuencial	300
5.3. Control automático y manual-automático de varios motores en forma secuencial	314
5.4. Ejercicios para diseñar el esquema de mando	354

CAPÍTULO 6 PRÁCTICAS CON INVERSORES DE GIRO

6.1. Aspectos generales de los inversores	369
6.2. Sistemas de enclavamiento	369

6.3. Circuito de potencia	371
6.4. Circuitos de mando manuales y automáticos	372

CAPÍTULO 7 OTROS SISTEMAS DE ARRANQUE

7.1. Arranque por conmutación estrella-triángulo	391
7.2. Arranque por resistencias estatóricas	398
7.3. Arranque por acoplamiento estrella-resistencias-triángulo	400
7.4. Arranque por resistencias rotóricas	402
7.5. Arranque por autotransformador	404
7.6. Arranque de motores que tienen dos o más velocidades	406

PRIMERA PARTE

LA AUTOMATIZACIÓN Y LOS SISTEMAS DE CONTROL

LÓGICA CABLEADA

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1. DEFINICIONES FUNDAMENTALES

Para evitar confusiones e impresiones en este libro usaremos las siguientes definiciones:

AUTOMATISMO: dispositivo que sustituye las operaciones secuenciales que realiza manualmente un operario, por otras acciones automáticas que no dependen de las personas, para garantizar el correcto funcionamiento de una máquina. Puede ser realizada 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 que constituyen un conjunto.

ETAPA: desarrollo parcial de un proceso o una secuencia.

CICLO o CICLO ÚNICO: ejecución de todas las etapas de una secuencia.

CICLO FORZADO: desarrollo de un ciclo sin la posibilidad de interrumpirlo en forma normal. El ciclo puede ser detenido únicamente mediante un pulsador de paro de emergencia.

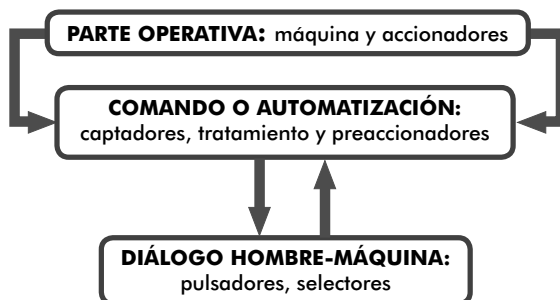
CÍCLICO o CICLO CONTINUO: repetición automática de un ciclo.

1.2. PARTES DE UN PROCESO AUTOMÁTICO

PORTE OPERATIVA: compuesta por la máquina en sí y los accionadores.

COMANDO O AUTOMATIZACIÓN: la adquisición y tratamiento de datos, y los preaccionadores.

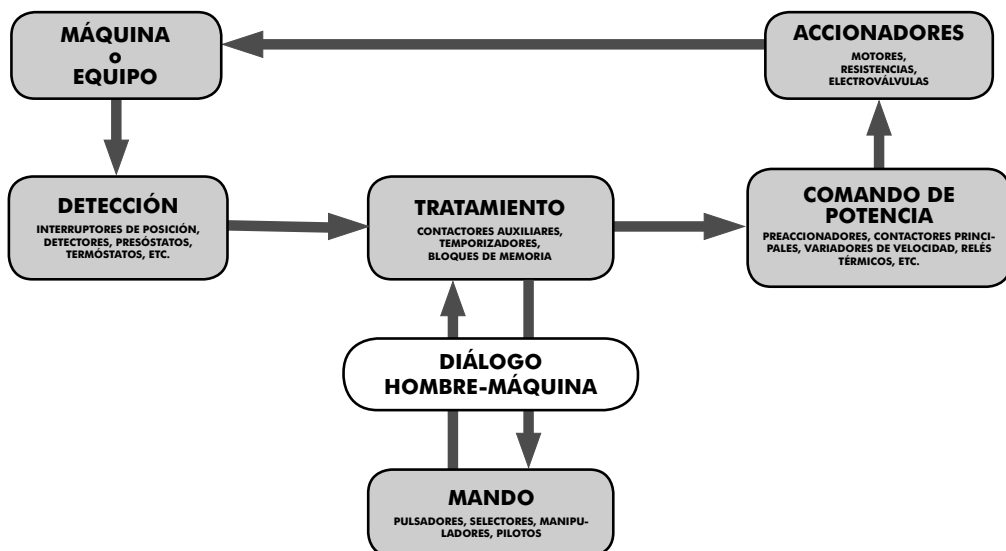
DIÁLOGO HOMBRE-MÁQUINA: en la cual el operario vigila y aporta sus propios datos a los ya adquiridos.



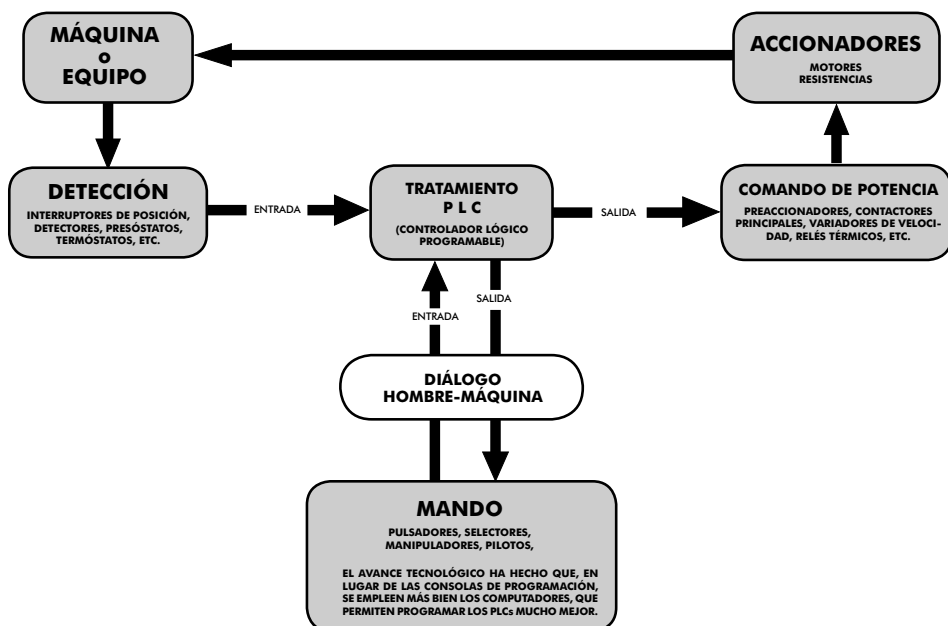
1.3. CLASES DE AUTOMATISMOS

Existen diferentes tipos de automatismos, dependiendo de los componentes que se emplean en el mismo. Vemos en la parte inferior y en forma gráfica los dos automatismos que son objeto de este libro.

ELÉCTRICO



ELECTRÓNICO



1.4. DIFERENCIAS Y SEMEJANZAS ENTRE AMBOS

- **ETAPA DE DETECCIÓN:** no existen diferencias.
- **ETAPA DE COMANDO DE POTENCIA:** no se presentan diferencias.
- **ETAPA DE ACCIONADORES:** no existen diferencias.
- **ETAPA DE TRATAMIENTO:**
 - * **LOS AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS:** para obtener una automatización, especialmente si es un poco compleja, es necesario emplear un gran número de contactores auxiliares y temporizadores, e incluso en algunos casos se requieren bloques de memoria. Construir un tablero de control en estas condiciones es mucho más trabajoso y costoso, así como su mantenimiento, reparación y sobre todo si se requieren modificaciones.
 - * **LOS AUTOMATISMOS ELECTRÓNICOS:** se usan los **PLCs o autómatas programables** (para circuitos relativamente pequeños actualmente se usan mucho los secuenciadores o micro PLCs), los cuales, no solamente sustituyen todos los contactores auxiliares, temporizadores y bloques de memoria, sino que además, por las características y funciones que poseen, permiten realizar procesos muchísimo más complejos y sobre todo cambiar los procesos, modificando rápidamente la programación.

1.5. OTROS ASPECTOS QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA REALIZAR UNA AUTOMATIZACIÓN

En muchos procesos industriales actuales, sobre todo si no son muy complejos, es posible encontrar automatismos solamente eléctricos, por consiguiente realizados con lógica cableada.

Los procesos más complejos utilizan sobre todo los automatismos electrónicos y en parte los automatismos eléctricos y son realizados con lógica programada y cableada.

Además de estos automatismos, muchos procesos industriales actuales emplean también los automatismos neumáticos, electroneumáticos e hidráulicos, que en este libro no trataremos.

Sin embargo es necesario tener presente que el ciclo de estos automatismos es prácticamente el mismo, diferenciándose de los anteriores solamente por el uso de los componentes, los cuales pueden ser neumáticos, electroneumáticos o hidráulicos (como fines de carrera neumáticos, pulsadores neumáticos, válvulas distribuidoras, válvulas de bloqueo, de presión o de flujo, cilindros, electroválvulas, sensores neumáticos, motores neumáticos, etc.).

Finalmente es necesario tener presente que muchas máquinas, especialmente si deben realizar operaciones y procesos complejos o muy complejos, por lo general requieren varios tipos de automatismos, para obtener mayor eficiencia y rendimiento.

CAPÍTULO 2

DISPOSITIVOS MÁS USADOS

2.1. GENERALIDADES

En esta parte se tratan todos aquellos dispositivos que permiten o interrumpen el paso de corriente eléctrica desde la red hasta una determinada carga (motor, bobina, piloto, etc.).

Existen aparatos **con poder de corte** (los cuales permiten una maniobra **bajo carga**) y **sin poder de corte** (cuando la maniobra debe ser realizada **sin carga**).

2.1.1. DISPOSITIVOS MANUALES

Todos aquellos aparatos que son accionados directamente por un operario:

- **INTERRUPTORES:** son dispositivos, con poco poder de corte, empleados para abrir y/o cerrar circuitos, necesitándose en cada una de estas operaciones la acción directa del operario.
- **PULSADORES:** son aparatos que tienen poco poder de corte. Se diferencian de los interruptores porque cierran o abren circuitos solamente mientras actúa sobre ellos un operario, recuperando su posición inicial o de reposo tan pronto cesa la presión que se estaba ejerciendo sobre él.
- **SECCIONADORES:** aparatos de maniobra con o sin poder de corte. Los que son sin poder de corte deben ser accionados únicamente cuando están sin carga (en vacío). Se emplean para aislar toda o parte de la instalación eléctrica, en casos de reparaciones o mantenimiento.

2.1.2. DISPOSITIVOS AUTOMÁTICOS

Son aquellos aparatos que actúan por acción de factores distintos a la maniobra que pueda realizar un operario, como la temperatura, la presión, el tiempo, la luz, etc.

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

2.2. CONTACTORES

2.2.1. DEFINICIÓN DEL CONTACTOR

Comúnmente el contactor se define como **“un interruptor accionado a distancia por medio de un electroimán”**.

CONTACTORES PRINCIPALES: son de los aparatos de maniobra automáticos, con poder de corte, más importantes que se utilizan para automatizar una máquina o un proceso.

CONTACTORES AUXILIARES: son unos contactores con mucho menor poder de corte que los contactores principales, por cuanto están diseñados exclusivamente para los circuitos de control. En esta misma categoría podemos ubicar los llamados relevos, similares a los contactores auxiliares, pero de dimensiones aún menores.

2.2.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONTACTORES

El contactor como tal no tiene símbolo sino una marca, precedida por un guión, y luego un índice:

-**KM**... para el contactor principal

-**KA**... para el contactor auxiliar

2.2.3. PARTES DEL CONTACTOR

2.2.3.1. CARCASA: es el soporte del contactor fabricado en un material aislante, 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 su fabricación se emplean materiales con un alto porcentaje de fibra de vidrio.

Un inconveniente que presenta este componente es ser muy quebradizo (vidrioso), por lo cual es necesario tener mucho cuidado cuando se manipulan los contactores, especialmente en la zona de los contactos fijos de los contactos principales y auxiliares y terminales de la bobina, para que no se quiebre parte alguna. En caso de que esto suceda no es recomendable usar pegantes, de ningún tipo, para tratar de repararlos.

2.2.3.2. ELECTROIMÁN o CIRCUITO ELECTROMAGNÉTICO: es la parte motor del contactor. Está compuesto por una serie de elementos, 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. Está compuesto por la bobina, el núcleo y la armadura.

➡ **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 se genere el campo magnético.

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 así una corriente de mantenimiento o trabajo mucho más baja (unas 10 o más veces menor), con un $\cos \varphi$ 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 construida 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 alimentación. 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 24 V, 48 V, 100-120 V, 208-220 V y frecuencias de 50 y/o 60 Hz (monofrecuencia o bifrecuencia). También se encuentran bobinas para ser alimentadas con C.C. y tensiones desde 12 V hasta 220 V.

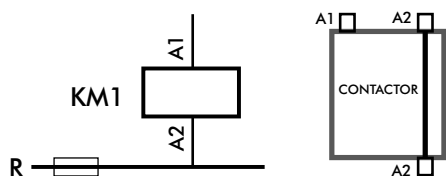
La tendencia actual, en nuestro medio, es la de usar bobinas para A.C., monofrecuencia y a 120 V ó 208-220 V, por cuanto estas bobinas absorben una corriente mucho menor que las alimentadas con tensiones bajas. Este factor será particularmente importante cuando se emplean los diferentes tipos de detectores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

Un contactor funcionará en la medida que se energice o desenergice la bobina, por lo cual el circuito de mando se diseña, en último término, con esta finalidad.

ASPECTOS PRÁCTICOS PARA DISEÑAR UN ESQUEMA Y CONECTAR LAS BOBINAS

Cuando se realiza el diseño de un esquema eléctrico los símbolos de las bobinas deben llevar, al lado izquierdo, las mismas marcas del contactor al cual pertenecen.

Cuando se va a ejecutar el montaje correspondiente, es necesario tener en cuenta que 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 respectivamente. 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.



Las normas internacionales recomiendan que las salidas (punto A2) de todas las bobinas, se conecten única y exclusivamente a la línea inferior de alimentación del esquema de mando. Con esta medida se minimiza el riesgo de cortocircuitos, porque así las dos líneas de alimentación nunca se unirán directamente.

Después de diseñar un circuito, sobre todo si tiene cierta complejidad, se debe revisar muy bien el esquema que se ha obtenido, para que ninguna bobina quede alimentada directamente, sino que pueda energizarse y desenergizarse, por lo menos a través de un contacto N.A. de un elemento de mando o auxiliar de mando, según las necesidades y requerimientos previstos.

► **NÚCLEO:** es la parte metálica, de **material ferromagnético**, generalmente **en forma de E**, que va fijo en la parte inferior de 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 unidas 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 segundo si la frecuencia es de 60 Hz), no es posible que la armadura se separe completamente del núcleo, pero sí 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 estas 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 y 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.

El número de maniobras (apertura + cierre) que puede realizar el contactor en vacío y sin ningún inconveniente se denomina **robustez mecánica**.

El movimiento de la armadura es el que 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, porque los contactos están mecánicamente unidos (son solidarios) pero eléctricamente separados.

2.2.3.3. 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. (Ver PRÁCTICA 14 en el CD)

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, aleaciones con base en metales como 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.

► **CONTACTOS PRINCIPALES:** la función específica de estos contactos es permitir o interrumpir el paso de corriente por el circuito principal (razón por la cual estos contactos son generalmente NA), desde la red hasta la carga, por lo cual deben estar debidamente calibrados y dimensionados, de acuerdo a las intensidades requeridas por la carga, para evitar que se deterioren rápida o prematuramente.

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

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 ionizado (= 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 soldándolos y destruyéndolos completamente.

TÉCNICAS PARA ELIMINAR EL ARCO ELÉCTRICO

- **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 enfrie al rozar con las diversas piezas metálicas, extinguiéndose finalmente por completo. Es útil sólo si las intensidades no son muy altas.

- **Cámaras desionizadoras:** son cámaras cuyas paredes se recubren con láminas metálicas para que absorban el calor producido, de manera que actúen como si fueran unos disipadores. De esta manera el aire no alcanza las temperaturas de ionización. Normalmente este sistema se combina con el de soplado por autoventilación.
- **Transferencia y fraccionamiento del arco:** consiste en dividir la chispa que se produce en muchas chispas más pequeñas, para 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, 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. Cuando se forma el campo eléctrico se crea también 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 mediante un núcleo de láminas, el cual por repulsión magnética tiende a alejar el arco, desplazándolo y alargándolo hasta su total extinción.

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.

ASPECTOS SOBRESALIENTES DE LOS CONTACTOS PRINCIPALES

Se fabrican contactores con contactos principales capacitados para transportar corrientes desde unos cuantos amperios (menos de 10 A en AC3) hasta corrientes con intensidades muy elevadas (más de 2.000 A en AC1).

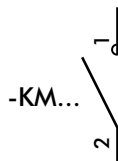
Estos contactos necesitan un mantenimiento periódico, para que el contacto se establezca siempre en forma óptima y tenga un adecuado y normal funcionamiento, el cual se realiza empleando productos especialmente fabricados para ello, y no limándolos, lijándolos y engrasándolos.

A pesar de todos los cuidados que se apliquen, 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 ya no es suficiente el mantenimiento y se necesita cambiar los contactos, se recomienda:

- 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.

Los símbolos de los contactos principales, los cuales se encuentran solamente en los esquemas de potencia, deben llevar en la parte izquierda la misma marca del contactor al cual pertenecen, y además es necesario identificar con números de una sola cifra las entradas (1, 3, 5) o las marcas L1, L2, L3 y las salidas (2, 4, 6) o las marcas T1, T2, T3.



⇒ **CONTACTOS AUXILIARES:** Contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de corriente a las bobinas de los contactores o a los elementos de señalización, por lo cual están dimensionados únicamente para intensidades muy pequeñas (miliamperios o a lo más algún amperio).

CLASIFICACIÓN DE LOS CONTACTOS AUXILIARES

- **Instantáneos:** son aquellos contactos que actúan tan pronto se energiza la bobina del contactor.
- **De apertura lenta:** en estos contactos la velocidad y el desplazamiento del contacto móvil es igual al de la armadura. Ver PRÁCTICA 4 en el CD.
- **De apertura positiva:** los contactos abiertos y cerrados no pueden coincidir cerrados en ningún momento. Ver PRÁCTICA 4 en el CD.
- **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.
- **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.

ASPECTOS SOBRESALIENTES

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, lo cual se obtiene construyendo los platinos de los contactos con estrías cruzadas, entre los contactos móvil y fijo, para que evacuen fácilmente cuerpos extraños y se dé, en cada maniobra, un contacto multipunto. Además se refuerza la fiabilidad de los contactos auxiliares si el contacto móvil es "autolimpiante" (= contactos en los cuales la parte móvil se desliza sobre la parte fija antes de que se establezca el contacto definitivo).

Los contactores principales tienen normalmente por lo menos un contacto auxiliar NA, pero se encuentran contactores sin contactos auxiliares o con varios contactos auxiliares. La versatilidad que tienen los contactores depende, en gran parte, del uso correcto que se le dé a los mismos. Uno de los contactos NA debe cumplir la función de mantener energizada 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 de un contactor actúan solidariamente, si tiene contactos auxiliares NA y NC se da un tiempo de conmutación entre ambos, por la forma constructiva y ubicación que tienen en la armadura, de manera que actúan como contactos de apertura positiva.

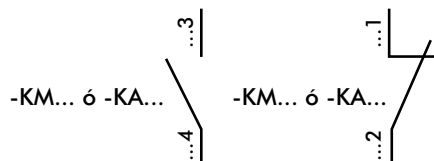
Normalmente, al energizar la bobina, primero se abren los contactos cerrados y luego de unos milisegundos se cierran los abiertos.

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. Estos se accionan con la misma armadura del contactor al que se asocia mecánicamente. Los hay frontales y laterales con contactos NA, NC o ambos.

Solamente algunos modelos de contactores pueden llevar estos bloques. En caso de tener que adicionar contactos auxiliares a un contactor principal empleando contactores auxiliares, se conectan las bobinas de ambos contactores en paralelo, de tal manera que todos los contactos actuarán como si fueran contactos de un solo contactor.

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.

Los símbolos de los contactos auxiliares, los cuales se encuentran solamente en los esquemas de mando o control, se identifican con la misma marca del contactor al cual pertenece, colocada al lado izquierdo del símbolo, y unos índices (número que tiene dos o tres cifras), que corresponden a la entrada y salida del contacto.



2.2.4. FUNCIONAMIENTO DEL CONTACTOR

Cuando la bobina de un contactor se energiza genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo atrae a la armadura, con un movimiento muy rápido, por lo cual todos los contactos del contactor, principales y auxiliares, cambian instantánea y solidariamente de estado (los contactos cerrados se abren y los contactos abiertos se cierran).

Si se desenergiza la bobina, los contactos vuelven a la posición inicial o estado de reposo. Esta desenergización o desconexión de la bobina (que es una carga inductiva), produce sobretensiones de alta frecuencia, las cuales pueden generar interferencias en los equipos electrónicos.

Para minimizar o evitar este inconveniente se recomienda el uso de bloques antiparasitarios, antiparásitos o limitadores RC (por diodo y por varistor o varistancia), los cuales se conectan en paralelo con la bobina.

PODER DE CIERRE: es el valor de la corriente, que puede circular por los contactos de un contactor, cuando éstos se cierran, 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.

CONCLUSIONES: desde el punto de vista de funcionamiento del contactor, el elemento más importante es la bobina, y desde el punto de vista de las aplicaciones que se le dé a un contactor, los elementos más importantes son los contactos.

2.2.5. VENTAJAS QUE TIENE EL USO DE LOS CONTACTORES

- Se puede realizar el control y automatización de equipos y máquinas con procesos simples, pero sobre todo complejos, mediante la ayuda de los aparatos auxiliares de mando, como interruptores de posición, detectores inductivos, presostatos, temporizadores, etc., en el arranque, funcionamiento y paro.
- Es posible controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones.
- Se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
- Existe mayor 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.
- Es posible obtener ahorro de tiempo al realizar maniobras prolongadas.

2.2.6. CLASIFICACIÓN DE LOS CONTACTORES

2.2.6.1. POR SU CONSTRUCCIÓN

CONTACTORES ELECTROMECAÑICOS: son aquellos que se han estudiados en páginas anteriores.

CONTACTORES ESTÁTICOS: llamados también de estado sólido (tiristores). La gran ventaja que tienen es que en ellos no se produce movimiento alguno, y por consiguiente no tienen desgaste mecánico.

Sin embargo se presentan algunos inconvenientes:

- 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.

2.2.6.2. POR EL TIPO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA QUE ALIMENTA LA BOBINA

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

2.2.6.3. POR LOS CONTACTOS QUE TIENE

- Contactores principales
- Contactores auxiliares

2.2.6.4. POR LA CARGA QUE PUEDEN MANIOBRAR

Para poder elegir correctamente un contactor principal, es fundamental tener en cuenta la carga que debe controlar, lo cual 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 poder establecer la categoría de empleo se toma en cuenta el tipo de carga que va a controlar, porque no es lo mismo una carga inductiva (por ejemplo bobinas) que una carga resistiva, o si es para distribución, etc., y las condiciones en las cuales se efectúan los arranques o los cortes (arranque directo, arranque estrella-triángulo, motor lanzado, inversión, frenado por contracorriente, etc.).

Aunque la mayoría de las cargas emplean corriente alterna, existen algunas cargas que utilizan corriente continua, por lo cual hay que tener muy presente este aspecto.

CATEGORÍAS MÁS USADAS EN A.C.:

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. Cuando se cierran los contactos, se produce el paso de corrientes de arranque con intensidades equivalentes a 5 ó más veces la I_n del motor. Cuando se separan los contactos, cortan el paso de corrientes equivalentes a la I_n absorbida por el motor. Es un corte relativamente fácil.

Además de las dos categorías anteriores 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.

2.2.7. CRITERIOS PARA ELEGIR UN CONTACTOR

Con base en las consideraciones anteriores, para elegir el contactor más conveniente y adecuado es necesario tener presente los siguientes aspectos:

- 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.
- La categoría de empleo.

2.2.8. CAUSAS DEL DETERIORO DE LOS CONTACTORES

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:

2.2.8.1. 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 E_n 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.

2.2.8.2. 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 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.

2.2.8.3. EN LOS CONTACTOS

Cuando se produce un deterioro prematuro es necesario revisar si el contactor corresponde a la potencia nominal del motor, y al número y frecuencia de maniobras requerido.

- Si 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 restablecerse la energía, 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 sostenimiento, que repercute en el electroimán del contactor de potencia, provocando cierres incompletos y soldadura de los contactos.

2.3. APARATOS DE MANDO

Son dispositivos que actúan accionados por un operario, en los cuales la apertura y el cierre de sus contactos se realiza por apertura lenta, porque la velocidad de desplazamiento del contacto móvil es directamente proporcional a la velocidad de desplazamiento del órgano de mando. (Ver PRÁCTICA 4 en el CD)

2.3.1. PULSADORES

Son aparatos de maniobra, con muy poco poder de corte, 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. Existe una gran variedad. Veamos algunos.

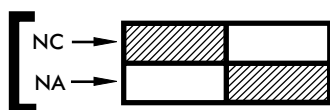
2.3.1.1. POR SU APARIENCIA Y FORMA EXTERIOR

- 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 carcasa. 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 (accidentes, situaciones en que los sistemas automáticos de paro no han respondido, etc.) pueda ser localizado y accionado de manera fácil y sobre todo rápida. Existen modelos con enclavamiento o con llave, que para ser maniobrados nuevamente deben desenclavarse.
- De pedal:** para maniobras en las cuales el operario tiene las manos ocupadas, razón por la cual es necesario que la acción se realice con el pie.
- Luminoso:** con señalización incorporada. Se emplea cuando es necesario conocer si ha sido accionado, especialmente si se está alejado de él.
- Con capuchón:** el botón y la carcasa están completamente cubiertos. Se usan cuando los ambientes no son limpios y están contaminados especialmente por polvo o polución.

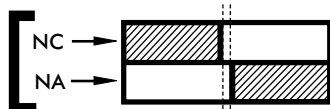
2.3.1.2. POR LA FUNCIÓN QUE REALIZAN

- 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 (por consiguiente tiene un solo botón) pero con dos contactos, uno NC y otro NA, los cuales se encuentran unidos mecánicamente, pero no eléctricamente (sirven para abrir un circuito y cerrar otro en forma simultánea). No deben confundirse con los pulsadores dobles.

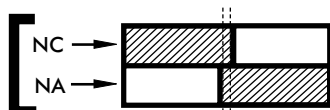
A pesar de que todos estos pulsadores tienen un contacto NC y otro NA, no todos ellos actúan de la misma forma, sino que se presentan variantes en la forma de abrir y cerrar los diferentes circuitos, como puede verse en los siguientes gráficos:



PRIMER CASO: el contacto NC se abre en el mismo momento en que el contacto NA se cierra.



SEGUNDO CASO: el contacto NC se abre y el contacto NA queda abierto un tiempo más antes de cerrarse, de manera que durante un tiempo y espacio determinados, ambos contactos estarán abiertos. Se conoce como de apertura positiva (ver PRÁCTICA 4 en el CD).



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

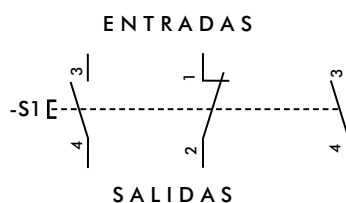
De conexión-desconexión múltiple: es un pulsador con tres o más contactos (NA y NC combinados), unidos mecánicamente. Sirve para abrir y cerrar tres o más circuitos simultáneamente. Se pueden presentar los mismos casos que en los pulsadores de conexión-desconexión.

2.3.1.3. ASPECTOS PRÁCTICOS PARA DISEÑAR UN ESQUEMA Y CONECTAR LOS PULSADORES

Cuando se habla de un pulsador, se hace referencia al botón que se acciona, y no al número de contactos que éste pueda tener.

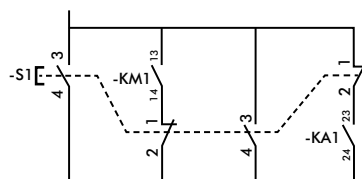
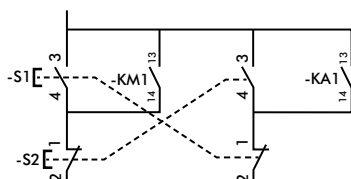
Por este motivo, para representar un pulsador en los esquemas, se emplea una sola marca (-S y un subíndice) y un solo símbolo (E--), que hace referencia al botón pulsador, independientemente de si tiene uno o varios contactos.

Las **entradas** se identifican con 1 (para los contactos cerrados) y con 3 (para los contactos abiertos), y las **salidas** se identifican con 2 (para los contactos cerrados) y con 4 (para los contactos abiertos). Algunos fabricantes emplean también 11-12 (cerrados) y 13-14 (abiertos).



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

Si en un montaje es necesario 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), de manera que tenga una trayectoria continua y sin derivaciones.



2.3.2. SELECTORES

Estos aparatos de mando son conocidos también como interruptores giratorios y 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.

Además se encuentran con uno o más contactos, los cuales pueden ser abiertos (NA), cerrados (NC) o combinados (NA + NC).

Son muy usados en los circuitos diseñados para la modalidad **manual-automático**.

2.3.3. MANIPULADORES

Son aparatos de mando semejantes a los selectores, pero cuyo accionamiento se realiza con la ayuda de una palanca, pudiéndose realizar distintas maniobras según el movimiento que se realice con la palanca.

Los hay de dos posiciones (hacia arriba y hacia abajo) o de cuatro posiciones (hacia arriba, hacia abajo, hacia la derecha y hacia la izquierda) y de retorno automático o con posición mantenida.

2.3.4. CÓDIGO DE COLORES SEGÚN LA NORMA IEC-73

Los botones de los componentes de mando, especialmente los pulsadores, se identifican con un determinado color, para facilitar su uso y aplicación.

ROJO: se emplea para paradas normales y para paros en caso de emergencia.

VERDE: para arranques o puestas es marcha normales.

AMARILLO: si hay que intervenir para eliminar condiciones anormales o evitar cambios no deseados.

AZUL: cuando se desea una función especial no indicada por los colores nombrados anteriormente.

NEGRO, GRIS O BLANCO: ningún significado específico.

2.4. APARATOS 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 facilitando el control y mantenimiento de las máquinas y equipos. Es muy común que sean empleados para indicar si el contactor está o no funcionando, y por consiguiente si la carga está o no en funcionamiento.

2.4.1. ACÚSTICAS

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

2.4.2. ÓPTICAS

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 señalizar las diversas operaciones.

2.4.3. CONEXIONADO DE LOS PILOTOS

- **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, el cual se cerrará cuando se dispare el relé térmico.

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

2.4.4. CÓDIGO DE COLORES SEGÚN LA NORMA IEC-73

Las señalizaciones ópticas se identifican con un determinado color, para facilitar su uso y aplicación.

ROJO: se emplea para situaciones de peligro o que requieren una intervención inmediata del operario.

VERDE: autorización para proceder con seguridad y funcionamiento con normalidad.

AMBAR: precaución, cambio o impedimento en el cambio de condiciones.

AZUL: significado específico de acuerdo a necesidades no indicadas por los colores anteriores.

BLANCO: ningún significado específico o si hay duda sobre la aplicación del rojo, verde o ámbar.

2.5. APARATOS 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 tanto en los automatismos eléctricos como 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 no muy complejos.

2.5.1. TEMPORIZADORES O RELÉS DE TIEMPO

Son aparatos en los cuales se abren o cierran determinados contactos, llamados contactos temporizados, después de cierto tiempo, debidamente preestablecido por el operario, 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, de funcionamiento, precisión, etc.

Ver PRÁCTICAS 2, 5, 7 y 8 en el CD.

2.5.1.1. 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.

2.5.1.2. 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.

2.5.1.3. TEMPORIZADOR ELECTROMECAÁNICO

Temporizador en el cual la temporización se consigue mediante engranajes (por lo cual se los conoce también como de mecanismo de relojería). El conteo del tiempo 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.

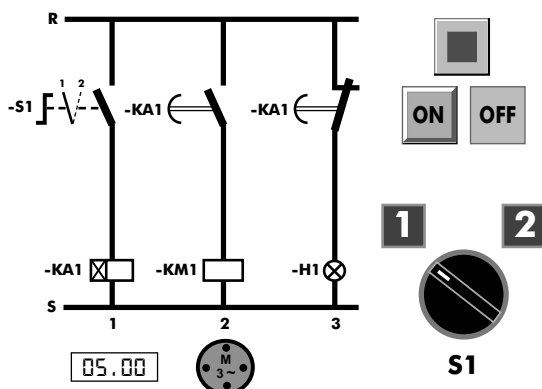
2.5.1.4. TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS

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 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.

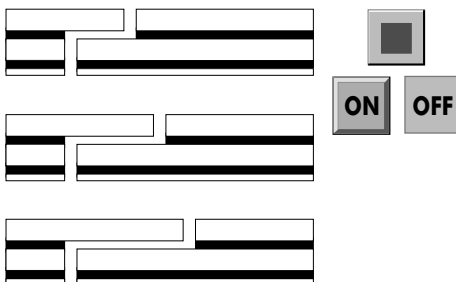
Finalizada la temporización, el aire es expulsado del fuelle prácticamente en forma instantánea. La expulsión del aire se produce por acción de la armadura, al ser energizada la bobina que lleva el temporizador, o la bobina del contactor sobre el cual se ha colocado el bloque temporizado.

En los **TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS AL TRABAJO**, la armadura, cuando el temporizador o contactor está 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 EL CD: PRÁCTICA 3 - Contactos temporizados al trabajo

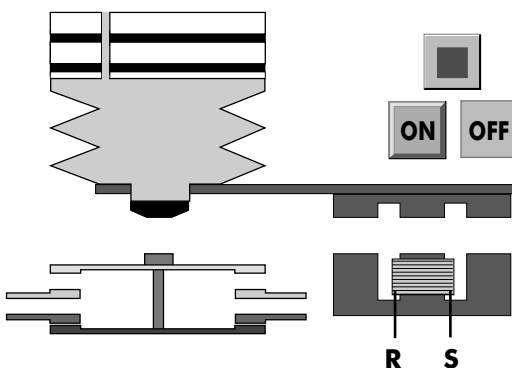


EN EL CD: PRÁCTICA 1 - Cómo se modifica el tiempo



Haz click en ON y verás que cuanto mayor es la distancia entre la entrada y salida, el aire necesitará más tiempo para realizar todo el recorrido. Oprime OFF y se detiene el proceso.

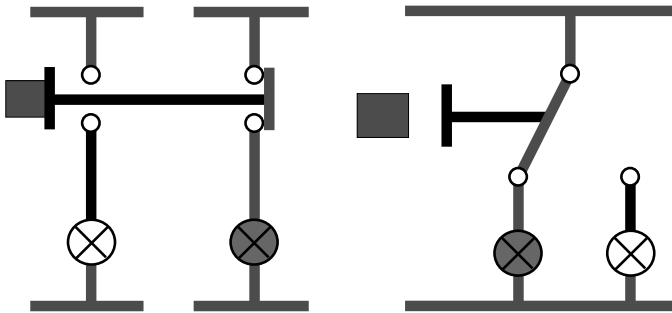
EN EL CD: PRÁCTICA 2 - Temporizador al trabajo



1. Haz click en ON para ver cómo funciona el fuelle al ser activada la bobina que lo libera.
2. Para ver el funcionamiento de los contactos haz click en ON, luego haz click en el selector para pasar de la posición 1 a la posición 2.
3. Observa qué sucede con los contactos temporizados, el tiempo (05.00) y el motor.
4. Para desactivar haz click en OFF.

Antes de continuar con los temporizadores al reposo, veamos prácticamente qué son CONTACTOS DE APERTURA LENTA, DE APERTURA BRUSCA Y DE APERTURA POSITIVA.

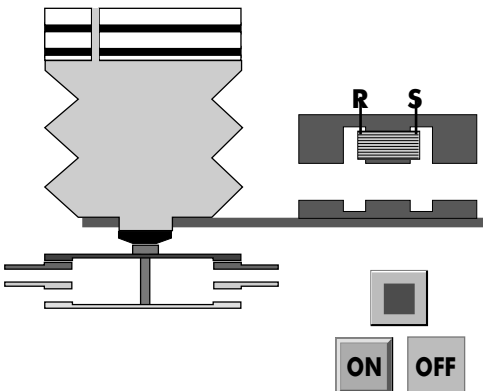
EN EL CD: PRÁCTICA 4 - Apertura positiva, lenta y brusca



1. En el gráfico de la izquierda vemos un contacto NA y otro NC, eléctricamente independientes, porque cada uno tiene su propia entrada y su propia salida, pero unidos mecánicamente, porque ambos se mueven simultáneamente.

2. Ubica el cursor sobre el botón y oprime el botón izquierdo del mouse. Sin soltar el botón arrastra el cursor hacia la derecha y observa que los contactos se mueven siguiendo el movimiento del cursor, o deteniéndose si el cursor se detiene. Este comportamiento se conoce como **APERTURA LENTA**.
3. También observa que primero cambia de estado el contacto cerrado y luego lo hace el contacto abierto. En ningún momento de la maniobra los dos contactos quedan cerrados, pero si permanecen abiertos. Este comportamiento se conoce como **APERTURA POSITIVA**.
4. En el gráfico de la derecha también se ven los dos contactos (NA y NC), pero observa que hay una sola entrada la cual es común para ambos. En cambio sus salidas son independientes, de tal manera que se tienen solamente tres puntos de conexión.
5. Realiza una acción similar a la expresada en el punto 2 y observa que el botón se empieza a mover hacia la derecha. En determinado momento el botón empujará el contacto móvil, iniciando su desplazamiento de manera que se abre el contacto NC y se cierra el contacto NA. Este movimiento, una vez iniciado, es independiente del desplazamiento de botón y concluye solamente cuando el contacto NA se cierra completamente, aunque el botón se detenga e incluso vuelva a su posición inicial. Este comportamiento se conoce como **APERTURA BRUSCA**.

EN EL CD: PRÁCTICA 5 - Temporizador al reposo

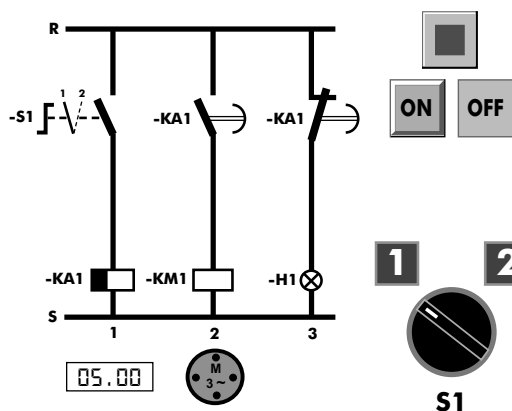


En los **TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS AL REPOSO**, cuando la armadura está separada del núcleo, el fuelle se encuentra expandido, manteniendo los contactos en un determinado estado.

1. Haz click en ON para energizar la bobina y observa detenidamente qué sucede con la armadura, el fuelle y los contactos.
2. Después de un cierto tiempo haz click en OFF para desenergizar la bobina y observa qué sucede con la armadura, el fuelle y los contactos.
3. Sigue interactuando hasta entender plenamente.

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.

EN EL CD: PRÁCTICA 6 - Contactos temporizados al reposo



1. Haz click en ON para energizar el circuito.
2. Haz click en el selector S1 para que pase a la posición 2 y se energice la bobina de KA1.
3. Inmediatamente los dos contactos temporizados cambian de estado, comportándose como contactos instantáneos.
4. Después de cierto tiempo haz click en el selector para que vuelva a la posición 1. Desenergizado el temporizador recién empieza a temporizar y luego del tiempo programado los contactos temporizados vuelven al estado de reposo.

Los contactos temporizados que acciona 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, pero 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 el contacto NA no llegue a cerrarse completamente.

Existen algunos temporizadores con bobina propia. En estos casos, además de los contactos temporizados, deben llevar por lo menos un contacto instantáneo NA.

Cuando el elemento motor es la misma armadura del contactor, principal o auxiliar, al cual se le adiciona mecánicamente un bloque temporizado (como si fuera un bloque frontal de contactos auxiliares) compuesto únicamente por el fuelle, el diafragma y los contactos temporizados, 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 si no se necesita mucha precisión, o cuando la temporización debe darse en ausencia de energía eléctrica (como el arranque de muchas plantas de emergencia). Tienen la ventaja de ser insensibles a los parásitos de origen eléctrico.

En la práctica el uso del temporizador neumático, a pesar de las ventajas citadas, es cada vez menor.

2.5.1.5. TEMPORIZADORES ELECTRÓNICOS

Son aquellos cuyo sistema de temporización está conformado por circuitos electrónicos, por lo cual para que funcionen y durante todo el tiempo de temporización, deben estar convenientemente energizados.

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.

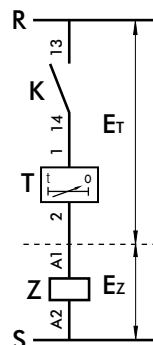
Existen temporizadores cuyo sistema de temporización se conecta directamente a las líneas de alimentación (en este libro los identificaremos como de alimentación directa o multifunción). Este tipo de temporizador tiene sus propios contactos temporizados y además tiene uno o más contactos instantáneos. Son temporizadores que se operan prácticamente como los temporizadores neumáticos.

Entre los temporizadores electrónicos 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.

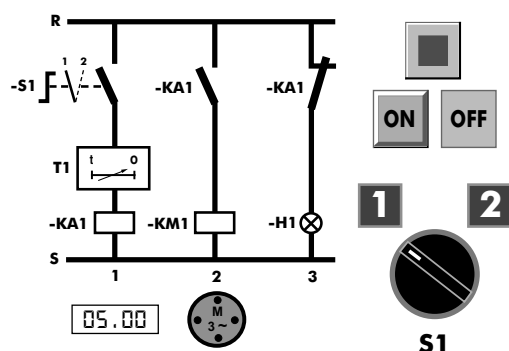
TEMPORIZADOR SERIE AL TRABAJO

Al cerrarse el circuito en el que se encuentra 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_T es mayor y permite que el temporizador T pueda 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 una tensión muy pequeña, es como si hubiera sido desenergizado. Estos temporizadores no tienen contactos temporizados. Todos los contactos del contactor se comportan como contactos temporizados.



EN EL CD: PRÁCTICA 7 - Temporizador serie al trabajo

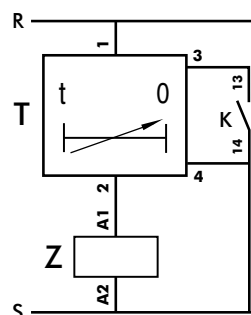


1. Haz click en ON y sobre el selector S1 para que se energice T1 y KA1. Observa lo que sucede con cada uno de ellos y el tiempo programado.
2. Mientras se cuenta el tiempo haz click en S1 y observa qué sucede.
3. Vuelve a hacer click en S1 y observa qué sucede, cuando se termine de contar el tiempo programado, con los contactos de KA1 y el motor.

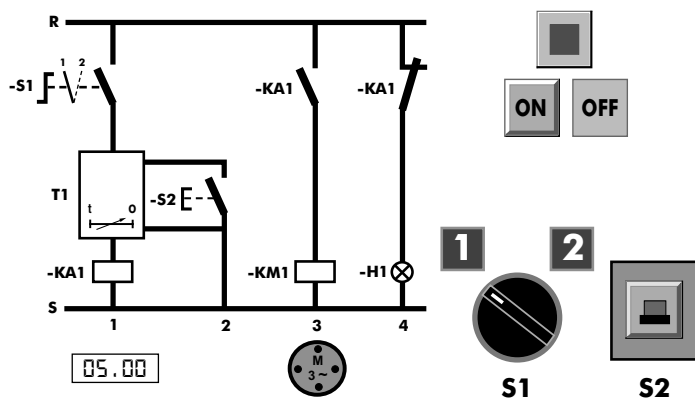
TEMPORIZADOR SERIE AL REPOSO

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 energizados.

Para que el temporizador T tempore, es necesario que el contacto K se cierre. El contactor se activa inmediatamente y se mantiene así todo el tiempo que el contacto K esté cerrado. Solamente cuando el contacto K vuelve a abrirse, el temporizador comienza a temporizar. Finalizada la temporización el contactor se desactiva y vuelve al estado de reposo.



EN EL CD: PRÁCTICA 8 - Temporizador serie al reposo



1. Haz click en ON y sobre el selector S1. Observa que sucede en todo el circuito, pero especialmente en T1, KA1 y KM1.
2. Haz click en el pulsador S2 y mantén oprimido el botón izquierdo del mouse. Observa con detenimiento qué sucede con T1, KA1, KM1, el tiempo programado y el motor.

3. Ahora suelta el botón del mouse o simplemente retira el cursor del pulsador S2. Observa con mayor detenimiento que sucede con el circuito, pero especialmente con los componentes observados en el numeral anterior.

SIGUE INTERACTUANDO CON ESTA PRÁCTICA PARA ENTENDERLO PLENAMENTE

2.5.1.6. ASPECTOS PRÁCTICOS PARA EL USO CORRECTO 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, además observe bien si tiene solamente contactos temporizados, o si por el contrario posee contactos instantáneos y temporizados, si las bornas de conexión del temporizador están completamente separadas o si tienen un punto común, si los contactos temporizados son de apertura lenta o de apertura brusca, para realizar un diseño correcto y darles un uso adecuado a los mismos. Si no se tiene certeza al respecto es mejor realizar el diseño como si fueran de apertura lenta.

Si un temporizador requiere de un contacto auxiliar de sostenimiento, pero no tiene contactos instantáneos, se le debe conectar un contactor auxiliar en paralelo, para que cubra dicha necesidad, pero como norma general, tan pronto el temporizador cumpla plenamente su función, éste debe ser desenergizado.

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 auxiliar 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 tipos de temporizadores.

2.5.2. DETECTORES, SENSORES o CAPTADORES

Son dispositivos mecánicos o electrónicos que transmiten información sobre presencia, ausencia, paso, fin de recorrido, rotación, conteo, etc., de objetos con o sin entrar en contacto físico con las piezas.

Su uso es casi indispensable y por consiguiente cada vez más frecuente en la etapa de detección, en cualquier automatismo eléctrico, electrónico o neumático, por las características y ventajas que ofrecen.

2.5.2.1. INTERRUPTOR DE POSICIÓN 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).

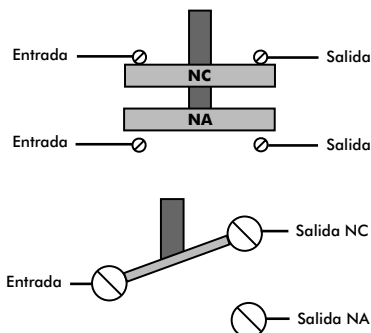
Normalmente tiene dos contactos (NA y NC) de apertura o ruptura brusca. Se denominan así porque la velocidad de desplazamiento de los contactos móviles es independiente de la velocidad del órgano de mando, de manera que, una vez iniciado su recorrido o ciclo de desplazamiento, éste debe completarse necesariamente, sin la posibilidad de ser interrumpido. Esta característica hace que el movimiento sea muy rápido.

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.

Repasar, si es necesario, lo relativo sobre contactos de apertura positiva, apertura lenta y apertura brusca (ver PRÁCTICA 4 en el CD).



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:** llevan una roldana en el punto de ataque, el cual facilita el accionamiento del interruptor de posición. Se encuentran en variedad de formas.
- **De ataque lateral multidireccional:** con varilla flexible y resorte.

Si se requieren finales de carrera en máquinas con dimensiones reducidas o desplazamientos cortos, se emplean los **microrruptores**, 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.). 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 es necesario tener en cuenta todo lo dicho sobre el uso de los pulsadores, especialmente sobre los pulsadores de conexión-desconexión, en los cuales hay un espacio y un tiempo en que ambos contactos se encuentran abiertos.

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

2.5.2.2. PRESÓSTATOS

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

CLASES DE PRESÓSTATOS

- **DE MEMBRANA:** la variación de presión, en un sistema neumático o hidráulico, produce la deformación de una membrana. Esta deformación se transmite a un pistón, el cual a su vez, desplaza los contactos eléctricos que tiene el presóstato.
- **SISTEMA TUBULAR:** funciona gracias a un tubo ondulado (a manera de fuelle metálico), el cual maniobra los contactos eléctricos del presóstato, de acuerdo con las variaciones de presión.

Los presóstatos 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.

2.5.2.3. TERMÓSTATOS

Son aparatos que abren o cierran circuitos eléctricos, en función de la temperatura que los rodea. Los termóstatos no deben confundirse con los relés térmicos.

CLASES DE TERMÓSTATOS

- **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) cuando aumenta o disminuye 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.

2.5.2.4. 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 PLCs están precisamente los programadores cíclicos.

2.5.2.5. DETECTORES INDUCTIVOS, CAPACITIVOS Y FOTO-ELÉCTRICOS

Son dispositivos electrónicos que transmiten información sobre presencia, ausencia, paso, fin de recorrido, rotación, conteo, etc., de objetos, con los cuales por ningún motivo deben entrar en contacto físico, de manera que pueden detectar también objetos muy frágiles y delicados.

Como no tienen piezas en movimiento, no son susceptibles de desgaste mecánico, siendo su vida útil independiente del número de maniobras. Además se pueden obtener cadencias (frecuencias) elevadas de funcionamiento y grandes velocidades de ataque.

Otra ventaja que poseen es que tienen gran compatibilidad con los automatismos electrónicos, particularmente con los PLCs. Por estos motivos y las características que ofrecen, su uso es cada día más frecuente en la etapa de detección, en cualesquiera de los automatismos, sean eléctricos, electrónicos o neumáticos.

Ver PRÁCTICAS 9, 10, 11 y 12 en el CD.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

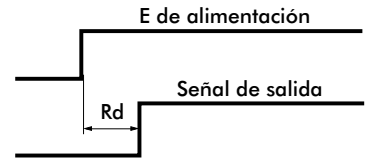
- **ALCANCE NOMINAL (S_n):** espacio de influencia convencional que le asigna el fabricante, sin tener en cuenta ningún otro factor (temperatura ambiental, tensión de alimentación, etc.).
- **ALCANCE REAL (S_r):** espacio que puede cubrir la influencia del detector, teniendo en cuenta la tensión nominal asignada (E_n) y la temperatura ambiental 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 1 mm de espesor) es segura, cualesquiera que sean los valores 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. Se evita este inconveniente empleando detectores que poseen una banda diferencial o histéresis que permite obtener una conmutación segura de la salida.

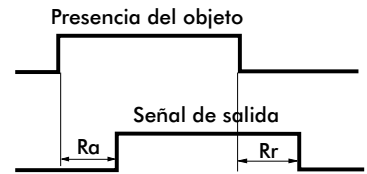
- **REPRODUCTIBILIDAD O FIDELIDAD (R):** es la precisión que tiene un sensor, en su alcance útil, al repetir varias detecciones en intervalos de tiempo, temperatura y tensión especificados. Se expresa en porcentaje del alcance real.
- **FRECUENCIA DE CONMUTACIÓN:** hace referencia a la posibilidad de ser detectado un objeto, en función de la velocidad con que se mueve y sus dimensiones.

- **RETRASO A LA DISPONIBILIDAD (R_d):** tiempo necesario para garantizar la utilización de la señal de salida de un detector, después de haber sido energizado.



- **RETRASO AL ACCIONAMIENTO (R_a):** 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.

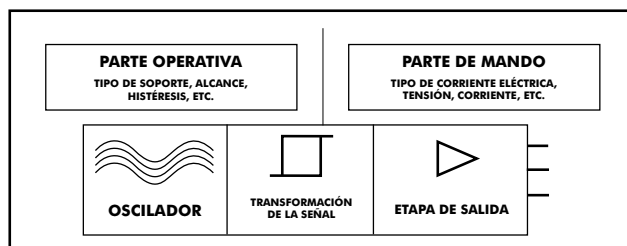
- **RETRASO AL DESACCIONAMIENTO (R_r):** tiempo que transcurre desde que el objeto sale de la zona activa de detección y el cambio de la señal de salida del detector. Limita el espacio que debe existir entre dos objetos para poder ser detectado individualmente.



- **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.

PARTES DE LOS DETECTORES INDUCTIVOS Y CAPACITIVOS

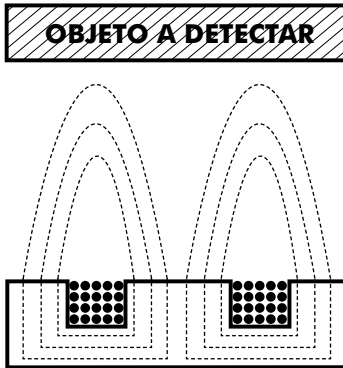
En la siguiente gráfica podemos apreciar las partes de que se componen, tanto los detectores inductivos como los detectores capacitivos.



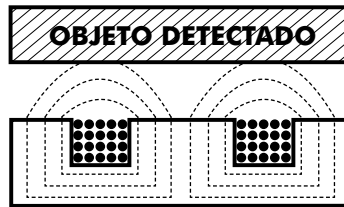
DETECTORES INDUCTIVOS

En estos detectores el principio de funcionamiento se sustenta en la variación 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.

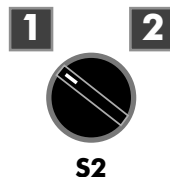
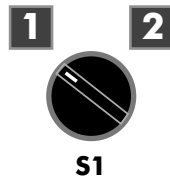
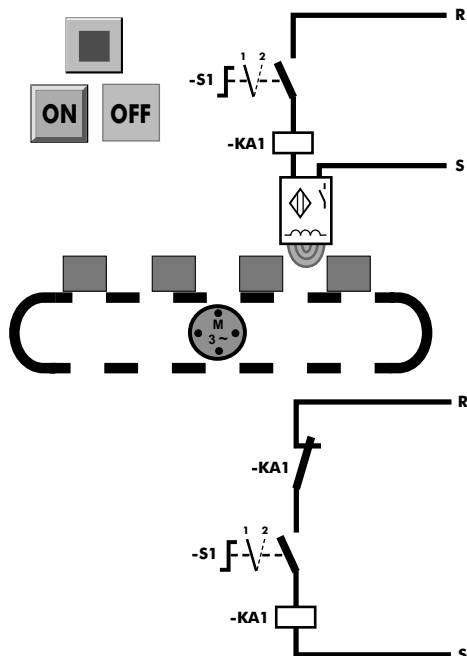


Cuando un objeto metálico se coloca dentro de este campo, las corrientes inducidas constituyen una carga adicional que ocasiona la interrupción de las oscilaciones.



En esas condiciones, un circuito de conmutación genera una señal de salida, equivalente a un contacto abierto o a un contacto cerrado, 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.

EN EL CD: PRÁCTICA 9 - Detector inductivo



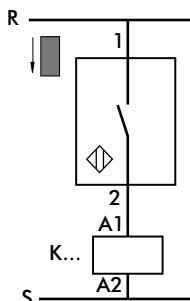
- Haz click en ON para energizar el circuito.
- Haz click sobre el selector S1 para activar el circuito del sensor. Observa qué sucede cada vez que haces click en el selector S1.
- Con el selector S1 en la posición 1, haz click sobre el selector S2 y observa qué sucede.
- Haz click sobre el selector S1, luego haz click sobre el selector S2 y observa qué sucede.
- Interactúa con el circuito hasta entender y hacer funcionar correctamente el circuito.

Existen diversos tipos de sensores, por la forma (cilíndricos, planos, paralelepípedos, etc.), por el uso que se les va a dar (enchufables o no), por en el tipo de alimentación que requieren (para corriente alterna o para corriente continua o para ambos), la sensibilidad, alcance, frecuencia de respuesta, etc.

⇒ **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:

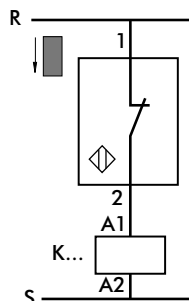
Detectores NA

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.



Algunos detectores se pueden programar para actuar como NA o bien como NC.

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

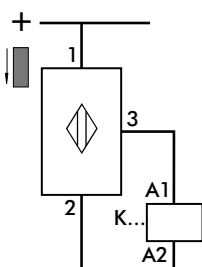
⇒ **DETECTORES SÓLO PARA C.C.:** son más delicados que los de A.C. (cualquier tensión de cresta por encima del permitido, deteriorará inmediatamente el detector), por lo cual hay que cerciorarse de que la fuente de alimentación elegida incluya transformador, rectificador y filtrado.

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.).

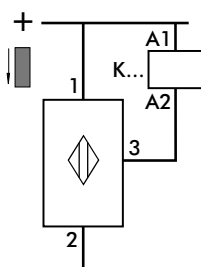
Así mismo el filtrado debe ser correcto: mínimo 400 μF por detector o bien 2000 μF mínimo, por amperio consumido.

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

El principio de funcionamiento de estos sensores es 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 sobre los detectores inductivos es completamente válido para los detectores capacitivos.

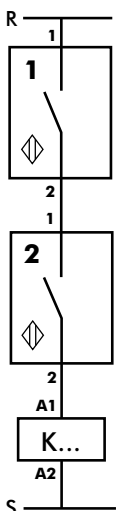
CONEXIÓN DE DETECTORES INDUCTIVOS Y CAPACITIVOS

- **CONEXIÓN DE UN SOLO DETECTOR:** Se conectan como se ve en los gráficos que se encuentran en las páginas anteriores, dependiendo del tipo de detector.
- **CONEXIÓN DE VARIOS DETECTORES:** En los siguientes gráficos vemos las diferentes formas de conectar dos o más detectores, en serie o en paralelo, si son de dos o de tres hilos.

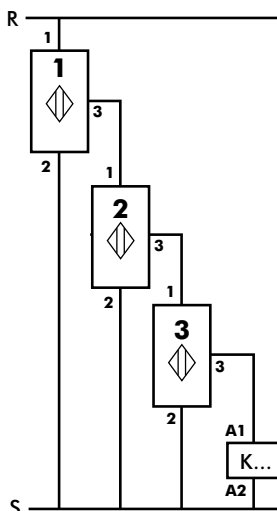
CONEXIÓN EN SERIE

Si los detectores son del tipo 2 hilos (Pueden ser NA, NC o ambos) es necesario que éstos sean multitensión, pues

la tensión se reparte (de acuerdo a lo dicho anteriormente) entre todos los detectores que se van a conectar en serie. Por este motivo, debemos tener el suficiente cuidado para que ninguno de los sensores reciba una tensión mayor a la especificada por el fabricante.

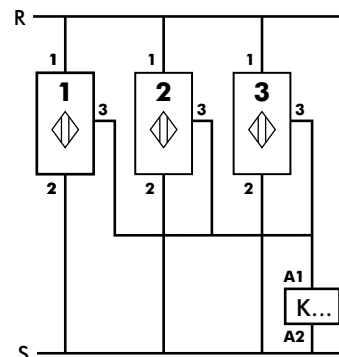


Conexión en serie de varios detectores del tipo 3 hilos



CONEXIÓN EN PARALELO

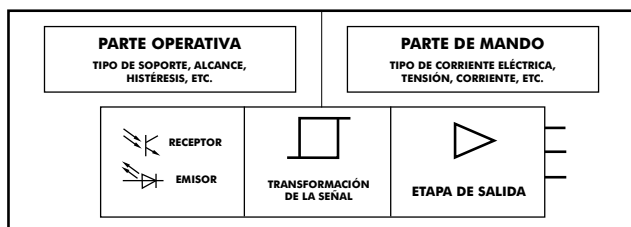
En este esquema para detectores tipo 3 hilos se puede ver que todas las entradas (punto 1) se conectan a la fase R, todas las salidas (punto 2) se conectan a la fase S. Todos los puntos tres (3) se conectan a la entrada de la bobina K, y la salida de ésta a la fase S.



DETECTORES FOTOELÉCTRICOS

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 interna muy parecida a la que tienen los detectores inductivos y capacitivos.



PARTES DE LOS DETECTORES FOTOELÉCTRICOS

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

EMISOR: tiene como única función producir y emitir una luz infrarroja modulada y pulsante (invisible al ojo humano) o una luz visible roja, las cuales son producidas por unos diodos electroluminiscentes (LED), cuando son atravesados por una corriente eléctrica.

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

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

RECEPTOR: compuesto por un fototransistor, sensible únicamente a la luz infrarroja modulada y pulsante del LED, cuya función es captar la luz producida 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.

TERMINOLOGIA 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.

- **ENTORNO:** ambiente que rodea al detector. Puede ser limpio o contaminado por polución, polvo, humo, vapor, lluvia, niebla, humedad, frío, vibraciones, etc. Cuanto mayor es la contaminación ambiental, se necesita una limpieza más frecuente y periódica de los lentes del emisor, receptor y los reflectores.
- **ALCANCE ÚTIL O NOMINAL (S_n):** distancia convencional que cubre el haz de luz (emisor-receptor, emisor-reflex, emisor-objeto a detectar), y que sirve para designar y escoger un detector.

- **ALCANCE DE TRABAJO O CAMPO DE FUNCIONAMIENTO (Sa):** 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, y a mayor contaminación del entorno, menor alcance de trabajo.

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

1: entorno limpio

0.50: 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. tienen 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, dependiendo del tipo de sensor:
 - **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 detectar 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.

CLASES DE DETECTORES FOTOELÉCTRICOS

- **DETECTORES FOTOELÉCTRICOS 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...

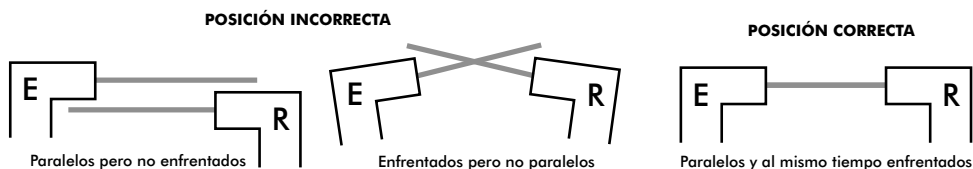
Tipo 5 hilos: Se usan 2 conductores para la alimentación del emisor y receptor y 3 conductores para la señal de salida, que se realiza mediante un relé inversor, que tiene un contacto NA y un contacto NC, con un punto común.

- **DETECTORES FOTOELÉCTRICOS SÓLO 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.

DETECTORES DE BARRERA

En este tipo de sensores el emisor y el receptor se encuentran completamente separados y deben colocarse el uno frente al otro, cuidando que sus ejes ópticos se superpongan (como se ve en el tercer gráfico) y los dos componentes queden bien asegurados para evitar que, con el tiempo y las vibraciones, el haz de luz vaya sufriendo desviaciones indebidas. La detección se realiza por bloqueo, es decir cuando el objeto a detectar se interpone entre el emisor y el receptor.



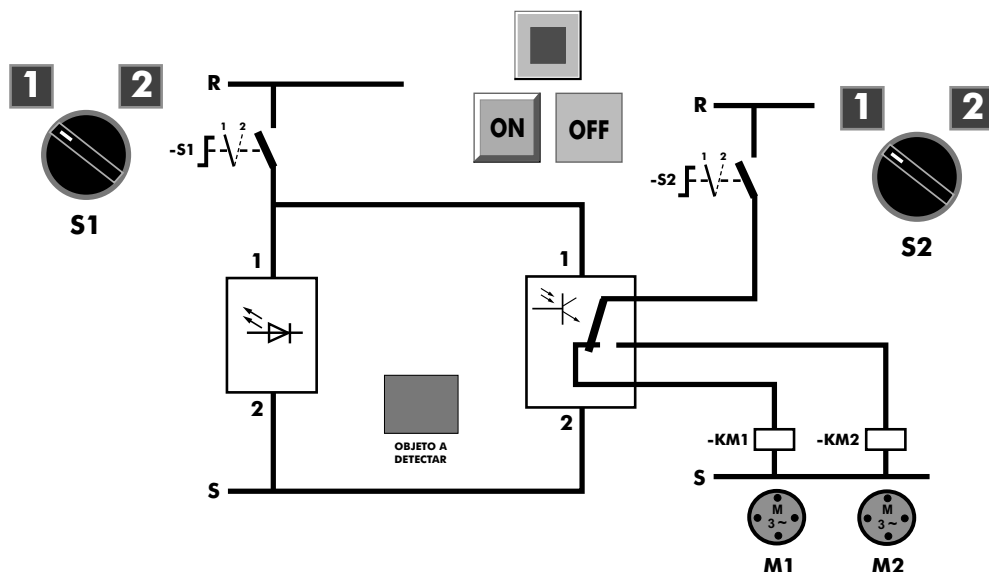
VENTAJAS SOBRESALIENTES:

- Apto para grandes alcances, la detección de objetos opacos, reflectantes y pequeños.
- La detección del objeto que interrumpe el haz de luz es precisa y confiable, incluso en entornos contaminados (polvo, humo,...).

ALGUNOS INCONVENIENTES:

- Es necesario conectar el emisor y el receptor independientemente y deben quedar perfectamente alineados.
- El emisor y el receptor deben ser compatibles (del mismo modelo).
- No es apto para la detección de materiales transparentes.

EN EL CD: PRÁCTICA 10 - Detector de barrera

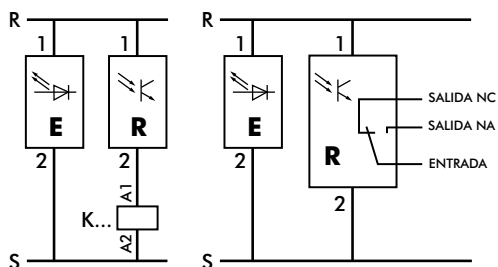


1. Energiza el circuito haciendo click en ON
2. Activa y desactiva el emisor y el receptor haciendo click sobre el selector S1 y observa con atención que sucede en el circuito. Deja el selector en la posición 1.
3. Haz click sobre el selector S2 y observa qué sucede en el circuito que alimenta las bobinas KM1 y KM2, los motores y los sensores.
4. Haz click sobre el selector S1 y sobre el selector S2. Coloca el cursor sobre el objeto a detectar y arrástralo hacia arriba hasta que interrumpa completamente el haz de luz que va del emisor al receptor. Observa cuidadosamente qué sucede en el momento que el haz de luz queda totalmente interrumpido.
5. Retira el objeto arrastrando el cursor hacia abajo y observa qué sucede cuando el haz de luz vuelve a incidir en el receptor.

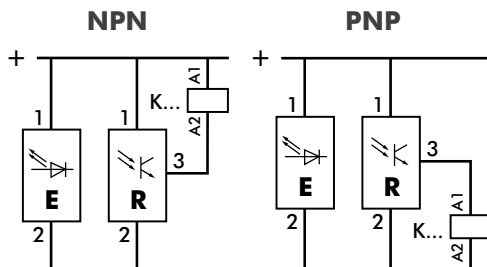
SIGUE INTERACTUANDO CON ESTE CIRCUITO Y SACA ALGUNAS CONCLUSIONES

En los siguientes gráficos vemos algunos tipos de detectores de barrera: para A.C., para D.C., de 2, 3 y 5 conductores (hilos).

PARA CORRIENTE ALTERNA

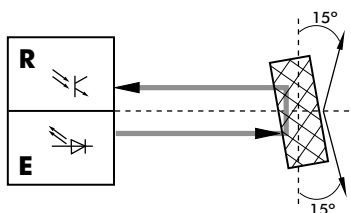
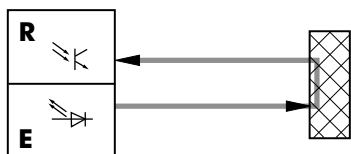


PARA CORRIENTE CONTINUA



DETECTORES REFLEX

El emisor y el receptor se encuentran en la misma caja o cofre, y 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.



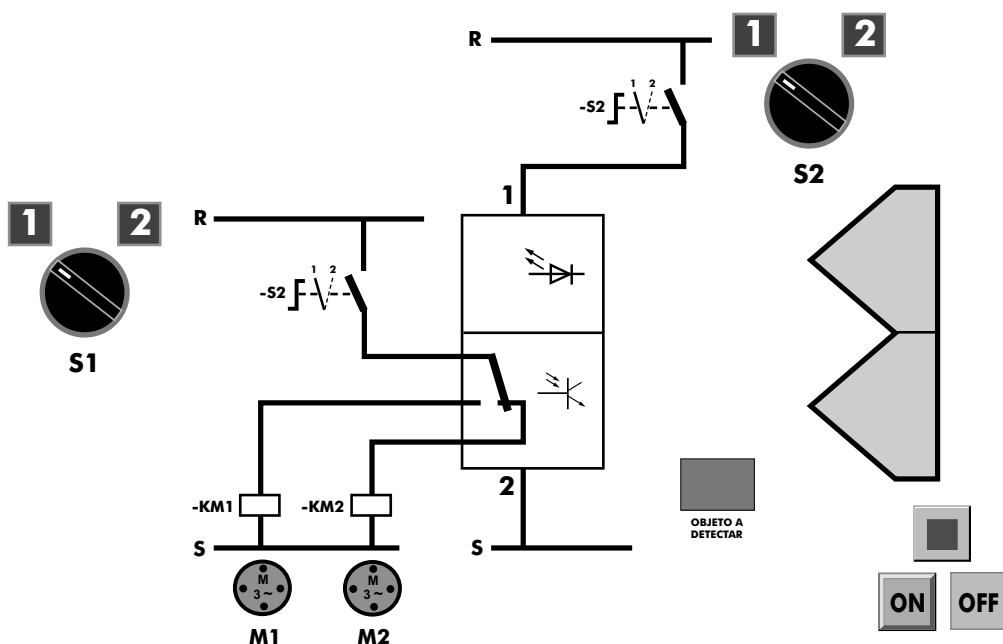
REFLECTOR: accesorio utilizado para reflejar la luz infrarroja o roja emitida. Se compone de una gran cantidad de triedros trirrectángulos, de reflexión total, cuya propiedad es reflejar todo rayo incidente, en la misma dirección y en forma paralela.

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

El tamaño de reflector depende de la distancia al detector, así como del tamaño del objeto. Éste debe ser mayor que el reflector.

A mayor distancia se requiere un reflector de mayor dimensión.

EN EL CD: PRÁCTICA 11 - Detector reflex

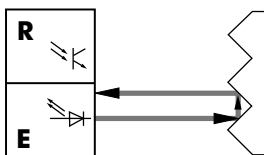


1. Energiza el circuito haciendo click en ON.
2. Como el circuito es muy parecido al circuito con el detector fotoeléctrico de barrera, ejecuta todos los pasos realizados en la práctica anterior y observa con atención las semejanzas y diferencias.

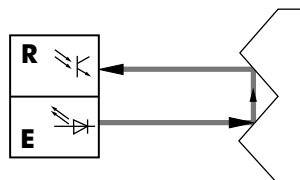
SIGUE INTERACTUANDO CON ESTE CIRCUITO Y SACA ALGUNAS CONCLUSIONES

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.

Reflector incorrecto



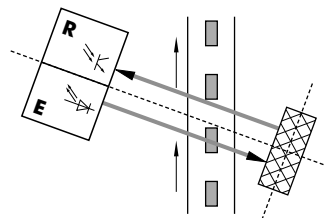
Reflector correcto



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.

El **reflex polarizado** sirve para la detección de objetos altamente reflectantes o muy brillantes. El haz de **luz roja**, al salir del emisor es filtrado, de tal manera que sólo pasarán los rayos luminosos emitidos en un plano vertical. El reflector lo despolariza, lo refleja y el receptor sólo recibirá los rayos filtrados, pero en un plano horizontal.

Cuando se usa un sensor reflex para detectar objetos en movimiento, se recomienda que la instalación del reflex 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.



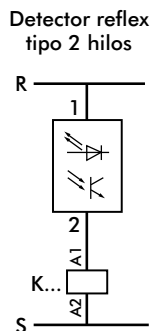
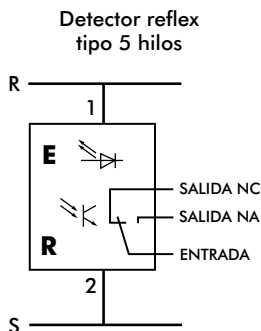
PROPIEDADES Y VENTAJAS DEL DETECTOR REFLEX

- 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.
- 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.

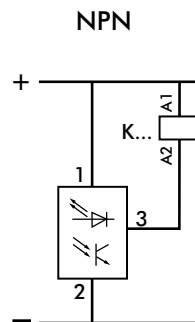
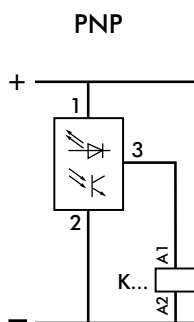
CLASES DE DETECTORES FOTOELÉCTRICOS REFLEX

Además de la gran variedad por su forma y construcción, 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 fotoeléctricos de barrera. Veamos gráficamente algunos de ellos.

PARA CORRIENTE ALTERNA

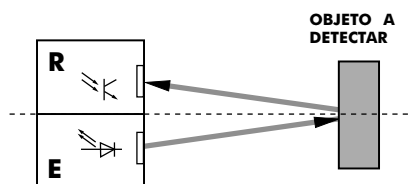


PARA CORRIENTE CONTINUA



DETECTORES 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.

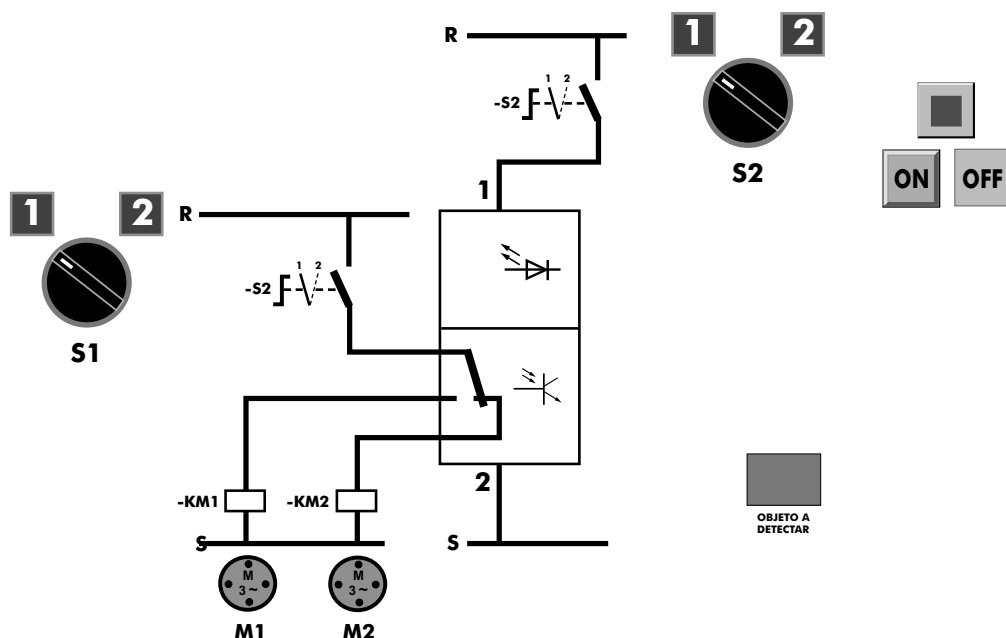


La detección se realiza desde un solo lado y por reflexión en el mismo objeto a detectar.

Una modalidad es el detector de proximidad con borrado del plano posterior: este detector capta el objeto únicamente hasta cierta distancia, de tal manera que ignora cualquier objeto (aunque el objeto que se encuentra en la parte posterior sea más reflectivo que el objeto a detectar) que se encuentre más alejado y por fuera de los parámetros establecidos por el fabricante.

Existen algunos modelos en los cuales es posible ajustar la sensibilidad y el alcance útil.

EN EL CD: PRÁCTICA 12 - Detector autorreflex



1. Energiza el circuito haciendo click en ON.
2. Como el circuito es muy parecido al circuito con el detector fotoeléctrico de barrera, ejecuta todos los pasos realizados en las dos prácticas anteriores y observa con atención las semejanzas y diferencias.

SIGUE INTERACTUANDO CON ESTE CIRCUITO Y SACA ALGUNAS CONCLUSIONES

ALGUNAS VENTAJAS Y PROPIEDADES DE LOS DETECTORES DE PROXIMIDAD

- 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 deja 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 ÓPTICA: 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.

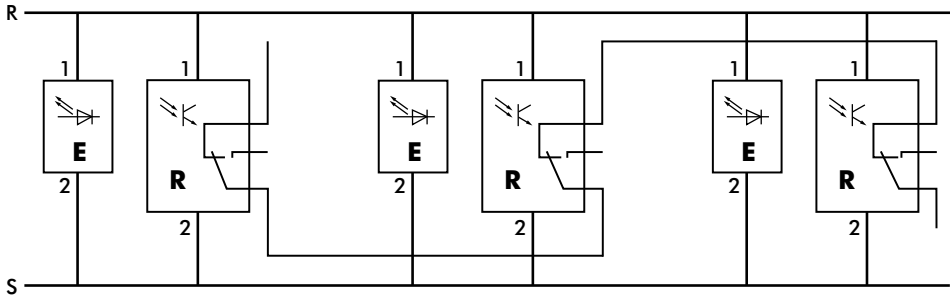
- Se encuentran como hilos de vidrio o de plástico, con diámetros muy pequeños (inferiores a 1 mm), por lo cual se pueden obtener haces de luz muy puntuales (muy finos).
- La fibra óptica se usa con detectores de barrera y de proximidad, para transportar la luz emitida por el emisor hasta el receptor.
- 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.

CONEXIÓN DE DETECTORES FOTOELÉCTRICOS

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 anteriores).

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 únicamente 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, como se ve en el siguiente gráfico.

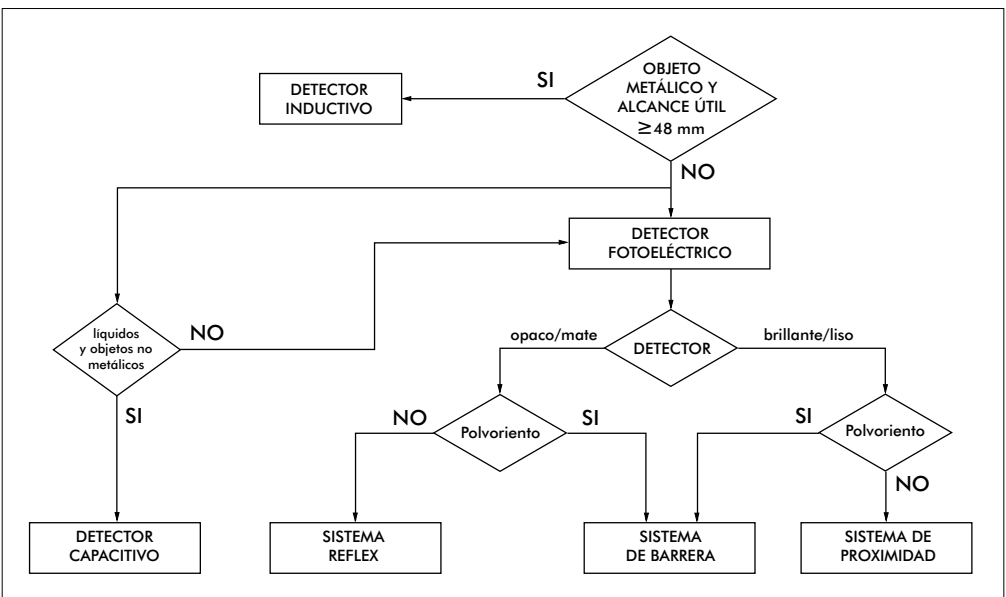


Los contactos NC de los tres detectores están en serie.

GUÍA PARA ELEGIR CORRECTAMENTE 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, las dimensiones, el cuerpo, el grado de protección correspondiente al alcance útil deseado.
- Elegir el tipo y las características del circuito de mando.

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.



2.6. APARATOS DE PROTECCIÓN

Son todos aquellos elementos destinados a proteger una carga, los aparatos de maniobra y la instalación en sí, separándolo de las líneas de alimentación, cuando se presentan irregularidades en su funcionamiento, por cortocircuitos o por el paso de intensidades inadecuadas de origen mecánico (bloqueos, sobrecargas momentáneas o prolongadas, excesivas puestas en marcha, etc.) o de origen eléctrico (sobretensiones, caídas de tensión, desequilibrio de fases, falta de alguna fase, cortocircuitos, etc.).

Estos dispositivos deben actuar en forma automática, sin necesidad de la intervención de un operario, para que garanticen una protección eficaz.

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 de los motores y que duran muy poco tiempo (unos 2 a 5 segundos).

Cada uno de los conductores de fase debe ir debidamente protegido. En cambio el conductor neutro no debe llevar ninguna protección.

2.6.1. FUSIBLES

Son elementos destinados específicamente para proteger contra cortocircuitos. Al estar calibrados para el paso específico de determinadas cantidades de corriente, cuando se produce un corto circuito se funden rápidamente, de manera que se abre inmediatamente el circuito, evitando así 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).

2.6.2. RELÉS TÉRMICOS

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. Se ubican exclusivamente en el circuito de potencia.

El bimetálico está formado por dos metales de diferente coeficiente de dilatación y unidos firmemente entre sí, por lo regular mediante soldadura de punto.

El calor para flexionar la lámina 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 al motor.

Los bimetálicos 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 circula por las resistencias que rodean el bimetálico del relé térmico.

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.

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.

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.

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 necesaria, sin embargo ésta es discutible en vista de la precisión de estos aparatos y porque los medios de verificación con que generalmente se cuentan son insuficientes.

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 protección 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.

Finalmente es conveniente tener presente que 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.

2.6.3. RELÉS 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.

El funcionamiento de estos relés térmicos diferenciales se fundamenta en la diferencia de curvatura de los tres bimetálicos que tiene todo relé térmico normal (un bimetálico 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 bimetálicos, 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.

El cambio de estado de sus contactos auxiliares será tanto más rápido cuanto mayor diferencia de curvatura se produzca entre los bimetálicos.

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 bimetálicos del relé térmico diferencial, para que el motor quede correctamente protegido.

Los relés térmicos diferenciales no se fabrican para un determinado valor, sino para un rango determinado, por ejemplo de 17 a 25 A. Por este motivo, cuando se tiene que 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.

2.6.4. RELÉS TERMOMAGNÉTICOS

Al igual que los relés térmicos, estos aparatos están destinados para proteger los motores contra posibles sobrecargas, pero adicionalmente protegen el circuito también contra cortocircuitos.

Están compuestos básicamente por un bimetálico, una bobina y unos contactos auxiliares.

La **protección contra sobrecargas**, se realiza mediante un sistema exactamente igual al de los relés térmicos diferenciales (bimetálico + resistencia). Si la corriente sobrepasa el valor ajustado, el bimetálico se calienta y se deforma, dejando libre, después de cierto tiempo, un tope que está unido a la lámina que bloquea el bimetálico. La unión tope-lámina se flexiona, y una palanca actúa sobre el eje de transmisión, provocando el cambio de estado de los contactos auxiliares que tiene.

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.

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 bimetálico 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 bimetálico, 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.

2.6.5. RELÉS ELECTROMAGNÉTICOS

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 induce 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.

2.6.6. RELÉS DE PROTECCIÓN ELECTRÓNICOS

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 también señalizan el tipo de disparo que se ha producido.

Además de las funciones de los anteriores relés de protección, éstos pueden ofrecer:

- Protección contra los desequilibrios de fase.
- Protección de los circuitos desequilibrados.
- Protección de los circuitos monofásicos.

2.6.7. 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 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.

2.6.8. 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. También pueden ser accionados a distancia si se les adiciona una bobina de mínima tensión o una bobina a emisión de tensión, según se necesite.

2.6.9. ALGUNOS DAÑOS EN LOS RELÉS DE PROTECCIÓN

El relé no dispara a la intensidad ajustada, por una falla en el mecanismo del relé o por estar defectuoso el bimetálico o porque se presentan deficiencias en el sistema de rearme del relé.

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

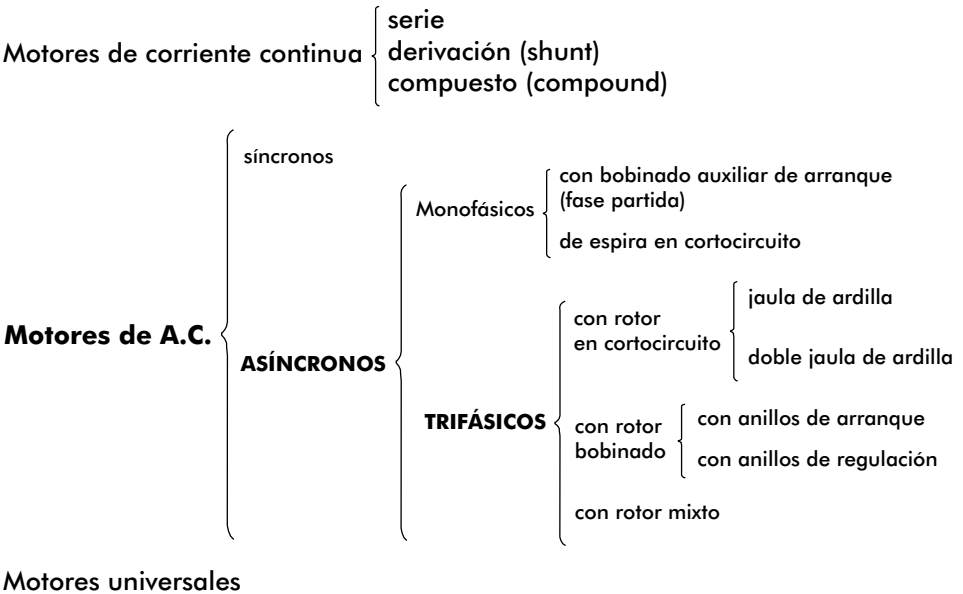
Pueden existir deficiencias en el sistema de disparo y rearme del relé de protección.

CAPÍTULO 3

MOTORES ASÍNCRONOS TRIFÁSICOS

3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

En forma esquemática veamos los tipos de motores más comunes:



3.1.1. MOTORES ASÍNCRONOS MONOFÁSICOS

Cada día son menos utilizados industrialmente, porque son más voluminosos y de menor rendimiento que los motores trifásicos de igual potencia.

A pesar de ello tengamos en cuenta que hay varios tipos de motores monofásicos asincronicos.

- **ARRANQUE POR BOBINA AUXILIAR O DE FASE PARTIDA:** en este tipo de motor, el estator lo forman dos devanados defasados 90°.
- Al energizar el motor circula por el bobinado principal una corriente mayor que la que circula por el bobinado auxiliar.
- El campo generado es producido por dos corrientes defasadas una respecto a la otra, y el campo giratorio resultante es suficiente para provocar el arranque en vacío del motor. Cuando el motor alcanza alrededor del 80% de su velocidad, el bobinado auxiliar puede desconectarse.
- Para invertir el sentido de rotación es suficiente invertir la conexión de un bobinado.

- **ARRANQUE POR CONDENSADOR:** es el más utilizado. Consiste en colocar un condensador en uno de los bobinados, normalmente en el auxiliar. La presencia de la capacidad provoca un defasaje inverso al de la inductancia, provocando el arranque del motor. Una vez efectuado el arranque, es importante mantener el defasaje entre las dos corrientes, y el condensador normalmente es desconectado.

3.1.2. EL MOTOR ASÍNCRONO TRIFÁSICO

El motor asíncrono se compone de un rotor y un estator. Ambas partes están formadas por un gran número de láminas ferromagnéticas, que disponen de ranuras, en las cuales se alojan los devanados estatóricos y rotóricos respectivamente. En ellos tendrá lugar la transformación de la potencia eléctrica absorbida en energía mecánica cedida.

Al alimentar el bobinado trifásico del estator, con un sistema de tensiones trifásicas, se crea un campo magnético giratorio, el cual induce en las espiras del rotor una f.e.m., y como todas las espiras forman un circuito cerrado, circulará por ellas una corriente, obligando al rotor a girar en el mismo sentido que el campo giratorio del estator.

PARTES DEL MOTOR ASÍNCRONO

ESTATOR: es la parte fija del motor.

Las partes sobresalientes de que se compone un estator son:

- **CARCASA:** parte que sirve de soporte para el núcleo magnético. Se construye con hierro fundido o acero laminado. Para los motores de potencias reducidas puede emplearse láminas de acero.

En los motores de mediana y gran potencia, la carcasa debe tener gran resistencia mecánica y disponer de canales y aletas de refrigeración.

- **NÚCLEO MAGNÉTICO:** es un conjunto de láminas ferromagnéticas de pequeño espesor, apiladas y aisladas entre sí por medio de barnices.

En motores pequeños las láminas se construyen de una sola pieza, mientras que en los motores de gran potencia se hacen de varios segmentos.

- **BOBINADO ESTATÓRICO:** las bobinas que la conforman tienen la función de producir el campo magnético. Están alojadas en las ranuras (las cuales pueden ser abiertas o semicerradas) que tiene el núcleo.
- **BORNERA:** conjunto de bornes situado en la parte frontal de la carcasa, que sirve para conectar la red a los terminales del bobinado estatórico.

Los bornes a los cuales se conectan los principios de las bobinas, se identifican en la actualidad con U1, V1 y W1 (anteriormente U, V y W), y los finales con U2, V2 y W2 (anteriormente X, Y y Z).

ROTOR: es la parte móvil del motor.

- Básicamente está formado por un eje y un paquete de láminas ferromagnéticas, que llevan en la periferia unas ranuras para alojar las bobinas rotóricas.

- Los extremos del eje se introducen en unos bujes o rodamientos, para que el rozamiento sea mínimo, de manera que la corriente absorbida por el motor (I_n) no se incremente por esta causa.

ENTREHIERRO: es la separación existente entre el estator y el rotor. Presenta un valor constante y debe ser lo más pequeño posible, suficiente para impedir el rozamiento entre ellos.

La medida del entrehierro se hace con unas hojas metálicas de espesores conocidos, colocándolas entre un diente del estator y el rotor.

De acuerdo con la forma en que se colocan los conductores del rotor, en cortocircuito o formando un bobinado, se obtienen dos tipos de motores asíncronos:

3.1.3. MOTORES CON ROTOR EN CORTOCIRCUITO O JAULA DE ARDILLA

- Son aquellos cuyo rotor está conformado por un paquete de láminas ferromagnéticas de espesores muy pequeños y aisladas entre sí. Este conjunto se comprime y se encaja en el eje, haciendo tope sobre unas hendiduras que lleva, de forma que no puedan salirse.
- En motores de mayor potencia, se colocan unos pasadores aislados que atraviesan todo el paquete de láminas.
- El bobinado del rotor está formado por un conjunto de conductores desnudos, de cobre o aluminio, y puestos en cortocircuito, al soldarlos a dos anillos frontales del mismo material. Por el parecido que tienen con una jaula de ardilla reciben ese nombre.
- En los motores pequeños se inyecta aluminio en las ranuras, obteniéndose al mismo tiempo los dos anillos frontales y las aletas de ventilación.
- En los motores de mediana y gran potencia se construyen rotores con doble jaula o ranura profunda.
- Cuando se energizan estos motores absorben una corriente muy grande, pudiendo provocar, si la línea de alimentación es insuficiente, una caída de tensión apreciable, capaz de producir perturbaciones en otros receptores y aparatos de iluminación, por lo cual, cuando superen cierta potencia, el arranque ya no debe ser directo.

3.1.4. MOTORES CON ROTOR BOBINADO

En estos motores el rotor lleva un bobinado trifásico en estrella, que se aloja en las ranuras que lleva el núcleo. Los extremos del bobinado se llevan al colector, sobre los cuales se apoyan las escobillas.

3.2. ARRANQUE DE MOTORES CON ROTOR EN CORTOCIRCUITO

Teóricamente es posible energizar un motor conectándolo directamente a la red de alimentación. El inconveniente que se presenta en este caso es que la corriente absorbida en el instante del arranque, que puede durar unos segundos, llega a alcanzar valores de hasta 7 veces la I_n .

Estas corrientes altas no perjudican el motor, siempre y cuando no se mantengan por un tiempo mayor al previsto (alrededor de unos 5 segundos), pero sí pueden ocasionar caídas de tensión en la red principal, así como también producir un gran choque en la máquina accionada, en el momento del arranque. Por este motivo normalmente, cuando el motor supera los 5 HP, el arranque del motor se efectúa a tensión reducida, con el objeto de disminuir la intensidad absorbida durante el arranque, en la misma proporción en que se reduce la tensión (ley de Ohm).

Para evitar que la aceleración sea muy pequeña, es necesario que los dispositivos elegidos para el arranque, tengan en cuenta la carga y se eviten períodos muy largos de aceleración, que puede ocasionar calentamiento anormal del motor, especialmente cuando la maniobra de arranque debe repetirse con cierta frecuencia.

En general los diferentes sistemas de arranque tienden a:

- Aplicar una tensión, menor que la nominal, al estator del motor.
- Aumentar la resistencia del circuito del rotor.

3.2.1. ARRANQUE DIRECTO CON UN SOLO SENTIDO DE GIRO

Es el procedimiento más sencillo y consiste en aplicar la tensión total de línea a los bornes (U1, V1 y W1) del motor, por medio de un interruptor o contactor, en un solo tiempo. La corriente que absorbe el motor con este tipo de arranque suele alcanzar, con carga, valores de 5 a 7 In, por lo cual se emplea solamente con motores de pequeña y mediana potencia.

El motor que más se presta para ser conectado a la red con el sistema de arranque directo es el motor con rotor en cortocircuito.

En estos motores, la reducción de la intensidad de arranque está acompañada por la disminución del par de arranque, no siendo prácticamente regulable.

En cambio, en los motores con rotor bobinado, la reducción de la intensidad permite un aumento del par, siendo regulable hasta el valor máximo de la intensidad nominal.

Cuando se realiza un arranque directo **utilizando un solo contactor**, es conveniente tener en cuenta:

- El arrancador es simple, económico, de fácil instalación y mantenimiento, y fácil adquisición en el mercado.
- El contactor debe estar dimensionado para soportar la intensidad nominal del motor, y el relé térmico regulado para dicha intensidad.
- La corriente pico de arranque es alta.
- El par de arranque es superior al nominal.
- El sistema debe limitarse a motores de baja potencia.
- Se emplean tres conductores desde el arrancador hasta el motor.

3.2.2. ARRANQUE DIRECTO CON DOS SENTIDOS DE GIRO

Conocidos simplemente como inversores de marcha. Se ve más ampliamente en el capítulo 6 (Página 369).

3.3. TABLAS DE INTENSIDADES DE CORRIENTE

INTENSIDAD MEDIA A PLENA CARGA (en A) DE MOTORES TRIFÁSICOS

KW	HP	Cos φ	208V	220V	260V	380V	440V	500V
0,373	0,5	0,54	1,8	1,8	1,6	1,1	0,9	0,8
0,560	0,8	0,54	2,9	2,7	2,3	1,6	1,4	1,2
0,746	1,0	0,55	3,8	3,6	3,0	2,0	1,8	1,6
1,119	1,5	0,66	4,7	4,5	3,8	2,6	2,2	2,0
1,492	2,0	0,66	6,3	5,9	5,0	3,4	3,0	2,6
2,238	3,0	0,67	9,3	8,8	7,4	5,0	4,4	3,9
2,984	4,0	0,67	12,4	11,7	9,9	6,8	5,9	5,2
3,730	5,0	0,72	14,4	13,6	11,5	7,9	6,8	6,0
4,103	5,5	0,73	15,6	14,8	12,5	8,6	7,4	6,5
5,595	7,5	0,73	21,3	20,0	17,0	11,7	10,0	8,9
7,460	10,0	0,73	28,4	27,0	23,0	15,5	13,4	11,8
8,952	12,0	0,73	34,0	32,0	27,0	18,7	16,0	14,0
10,071	13,5	0,74	38,0	36,0	30,0	21,0	18,0	16,0
11,190	15,0	0,74	42,0	40,0	34,0	23,0	20,0	18,0
14,920	20,0	0,74	56,0	53,0	45,0	31,0	27,0	23,0
18,650	25,0	0,76	68,0	65,0	55,0	37,0	32,0	28,0
22,380	30,0	0,77	81,0	76,0	65,0	44,0	38,0	34,0
26,110	35,0	0,77	94,0	89,0	75,0	52,0	45,0	39,0
29,840	40,0	0,77	108,0	102,0	86,0	59,0	51,0	45,0
33,570	45,0	0,77	121,0	115,0	97,0	66,0	57,0	50,0
37,300	50,0	0,77	135,0	127,0	108,0	74,0	64,0	56,0
40,284	54,0	0,78	144,0	136,0	115,0	79,0	68,0	60,0
44,760	60,0	0,78	160,0	151,0	128,0	88,0	76,0	66,0
52,220	70,0	0,80	181,0	172,0	145,0	99,0	86,0	76,0
55,950	75,0	0,80	194,0	184,0	156,0	107,0	92,0	81,0
59,680	80,0	0,80	207,0	196,0	166,0	114,0	98,0	86,0
63,410	85,0	0,80	220,0	208,0	176,0	121,0	104,0	92,0
74,600	100,0	0,80	259,0	245,0	207,0	142,0	123,0	108,0
82,060	110,0	0,81	282,0	266,0	225,0	154,0	133,0	117,0
93,250	125,0	0,81	320,0	303,0	256,0	175,0	151,0	133,0
101,456	136,0	0,81	348,0	329,0	279,0	191,0	165,0	145,0
111,900	150,0	0,81	384,0	363,0	307,0	210,0	182,0	160,0
130,550	175,0	0,81	448,0	424,0	358,0	245,0	212,0	186,0
134,280	180,0	0,82	455,0	430,0	364,0	249,0	215,0	189,0
141,740	190,0	0,82	480,0	454,0	384,0	263,0	227,0	200,0
149,200	200,0	0,82	506,0	478,0	405,0	277,0	239,0	210,0
152,930	205,0	0,82	516,0	488,0	413,0	282,0	244,0	215,0
164,120	220,0	0,82	556,0	526,0	445,0	305,0	263,0	231,0
182,770	245,0	0,82	620,0	586,0	496,0	339,0	293,0	258,0
186,500	250,0	0,82	632,0	598,0	506,0	350,0	299,0	263,0
201,420	270,0	0,82	683,0	645,0	546,0	374,0	323,0	284,0
223,800	300,0	0,82	749,0	709,0	600,0	410,0	359,0	316,0
253,640	340,0	0,82	860,0	813,0	688,0	471,0	407,0	358,0
261,100	350,0	0,82	885,0	837,0	708,0	485,0	419,0	368,0
283,480	380,0	0,82				526,0	454,0	400,0
298,400	400,0	0,82				554,0	478,0	421,0
305,860	410,0	0,82				568,0	490,0	431,0

CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE PERMISIBLE EN LOS CONDUCTORES DE COBRE AISLADO, EXPRESADA EN AMPERIOS, PARA 0 a 2000 V

(Tabla adaptada de las tablas 310-16 y 310-17, de la Norma Icontec NTC 2050 , primera actualización y de las tablas 27 y 32 del RETIE)

CALIBRE	Diámetro nominal en mm	Sección nominal en mm ²	POR DUCTO			AL AIRE LIBRE		
			TW	THW	THHN THHW	TW	THW	THHN THHW
16 AWG	1,29	1,31			18			24
14 AWG	1,63	2,08	20	20	25	25	30	35
12 AWG	2,05	3,30	25	25	30	30	35	40
10 AWG	2,59	5,25	30	35	40	40	50	55
8 AWG	3,26	8,36	40	50	55	60	70	80
6 AWG	4,11	13,29	55	65	75	80	95	105
4 AWG	5,19	21,14	70	85	95	105	125	140
3 AWG	5,83	26,66	85	100	110	120	145	165
2 AWG	6,54	33,62	95	115	130	140	170	190
1 AWG	7,33	42,20	110	130	150	165	195	220
1/0 AWG	8,25	53,50	125	150	170	195	230	260
2/0 AWG	9,27	67,44	145	175	195	225	265	300
3/0 AWG	10,40	85,02	165	200	225	260	310	350
4/0 AWG	11,68	107,21	195	230	260	300	360	405
250 MCM	12,70	126,67	215	255	290	340	405	455
300 MCM	13,91	152,01	240	285	320	375	445	505
350 MCM	15,03	177,34	260	310	350	420	505	570
400 MCM	16,06	202,68	280	335	380	455	545	615
500 MCM	17,96	253,35	320	380	430	515	620	700
600 MCM	19,67	304,02	355	420	475	575	690	780
700 MCM	21,25	354,69	385	460	520	630	755	855
750 MCM	22,00	380,02	400	475	535	655	785	855
800 MCM	22,72	405,36	410	490	555	680	815	920
900 MCM	24,10	456,03	435	520	585	730	870	985
1000 MCM	25,40	506,70	455	545	615	780	935	1055
1250 MCM	28,40	633,38	495	590	665	890	1065	1200
1500 MCM	31,11	760,05	520	625	705	980	1175	1325
1750 MCM	33,60	886,73	545	650	735	1070	1280	1445
2000 MCM	35,92	1013,40	560	665	750	1155	1385	1560

AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

- **TW** : resistente a la humedad
- **THW**: resistente a la humedad y al calor (75°C - 90°C)
- **THHN**: resistente al calor (90°C) y retardante de la llama
- **THHW**: resistente al calor (75°C - 90°C), retardante de la llama y resistente a la humedad

Para más información consultar la tabla 310-13 de la NTC 2050

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE ESQUEMAS ELÉCTRICOS

4.1. ESQUEMAS ELÉCTRICOS

La simbología gráfica y las referencias de identificación que se emplean en este libro, para realizar los esquemas, están de acuerdo con la norma internacional IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) 1082-1 de diciembre de 1992.

4.1.1. ESQUEMA ELÉCTRICO

Es la representación gráfica de un circuito eléctrico. Para la elaboración de un esquema eléctrico se emplean símbolos, trazos, marcas e índices.

SÍMBOLO: representación de una máquina o parte de ella, de un aparato (de manobra, mando o señalización) o parte de él, o de un instrumento de medición.

TRAZO: línea que representa un conductor o la unión mecánica de varios aparatos o elementos.

MARCA: letra o letras que se usan para identificar aparatos, símbolos o trazos.

ÍNDICE: número que se usa con la marca para la plena identificación de un aparato, símbolo o trazo. Además se emplea para identificar todo punto o borne de conexión de un aparato o contacto (entrada y salida).

Un esquema elaborado correctamente debe estar hecho de tal manera que pueda ser interpretado correctamente por cualquier técnico.

Los esquemas siempre se diseñan en estado de reposo, es decir que las bobinas deben estar desenergizadas y los aparatos de mando sin accionar.

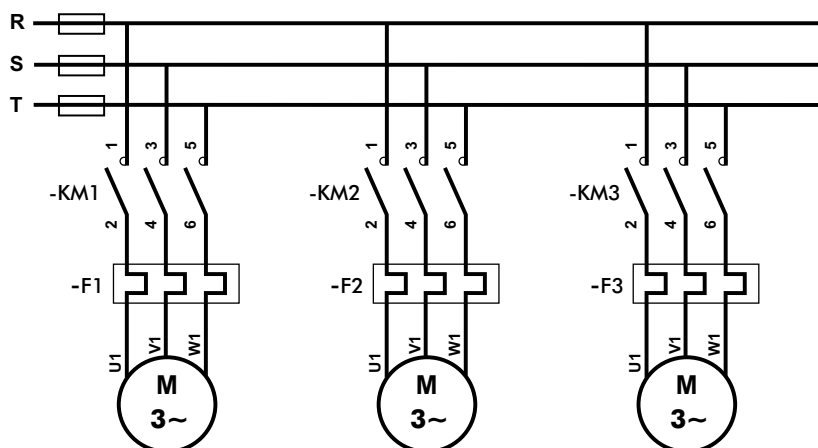
4.1.2. CLASES DE ESQUEMAS

A continuación se tratan únicamente los esquemas que más se usan para el diseño de los esquemas de potencia y control.

4.1.2.1. MULTIFILAR

Esquema en el cual se representan todos los elementos, con sus correspondientes símbolos, y todos los conductores o conexiones entre los bornes de los mismos, mediante trazos o líneas independientes.

Actualmente se emplea para los circuitos de potencia o fuerza (= conexión de la red a la carga).

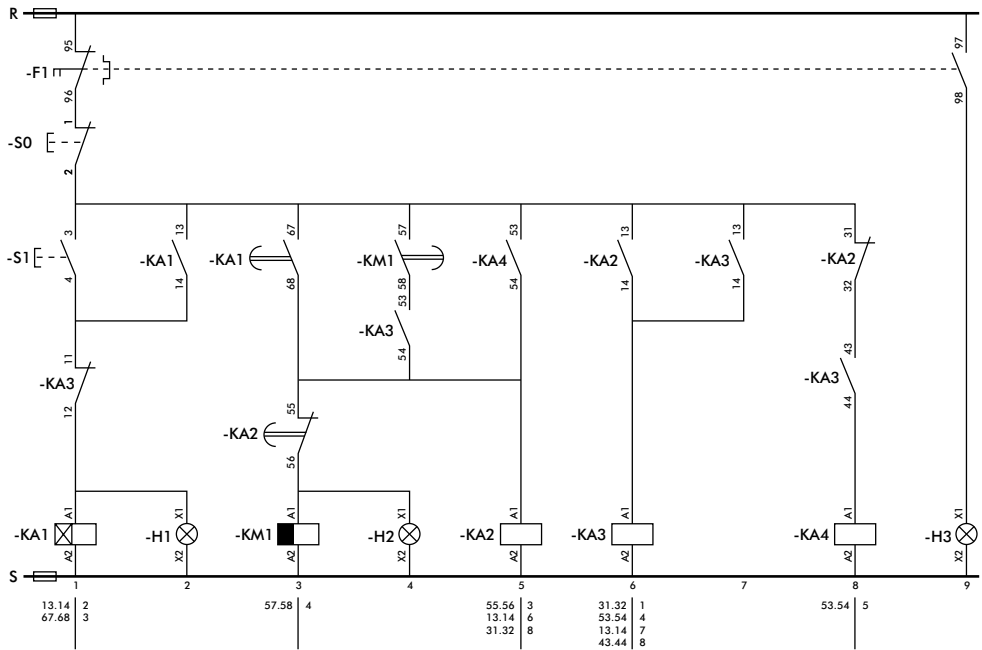


4.1.2.2. DE FUNCIONAMIENTO

Esquema que indica la forma cómo se conectan y controlan las bobinas de los contactores y los demás elementos de control y de señalización.

- En la actualidad se usa específicamente para los circuitos de mando o control, en lógica cableada.
- En estos esquemas se prescinde totalmente de la ubicación física de los distintos elementos de control, así como de la naturaleza de los mismos, considerando únicamente la función que van a realizar en su totalidad o en sus partes.
- Presenta una notable simplificación en su ejecución gráfica.
- El esquema está compuesto por dos líneas horizontales separadas, que representan las líneas de alimentación del circuito, y una serie de líneas verticales, entre las horizontales, que corresponden a los circuitos parciales, en los cuales se ubican los símbolos de los diferentes elementos del circuito de control, de acuerdo con la función que van a realizar.
- Los conductores representados por líneas verticales se trazan desde una de las líneas de alimentación a la entrada o salida de un símbolo, o de un símbolo a otro.
- La interconexión de los circuitos parciales se realiza mediante líneas horizontales que unen dos trazos verticales. En estos trazos no debe ubicarse elemento alguno del circuito de control.
- Con el fin de obtener mayor claridad en el diseño gráfico del esquema, éste debe hacerse, en lo posible, sin cruce de líneas, para facilitar la lectura, el análisis y la interpretación del plano.
- Un conductor nunca se representa con una línea oblicua.
- Un trazo (horizontal, vertical, oblicuo o quebrado) representa una unión mecánica si es una línea punteada. Va de la mitad de un símbolo a la mitad de otro símbolo. Pueden cruzarse entre sí o con trazos que representan conductores.
- Los esquemas de control se diseñan en estado de reposo y, siempre que sea posible, en una sucesión lógica de maniobra.

- Todos los elementos del esquema deben estar claramente identificados, así como sus respectivas entradas y salidas.
- Si se encuentran varios símbolos con la misma marca, significa que pertenecen a un mismo aparato.
- En un mismo esquema podemos colocar varios símbolos con las mismas marcas, pero nunca debemos colocar dos o más símbolos que tengan las mismas marcas y además los mismos índices.
- Por razones de seguridad, se recomienda que la línea de alimentación inferior del circuito de mando, se una exclusivamente a la salida de los elementos que constituyen cargas (borne A2 de bobinas, pilotos, temporizadores, etc.). Todos los elementos del esquema deben estar claramente identificados, así como sus respectivas entradas y salidas.



- Todos los elementos de control y/o contactos se deben ubicar entre la línea de alimentación superior y la entrada de los elementos que constituyen carga, señalados anteriormente (bobinas y pilotos). Por consiguiente, entre éstos y la línea de alimentación inferior (que si no es una fase debe ser el conductor neutro) no debe ubicarse ningún elemento.
- Debajo de los símbolos de bobinas y de la línea de alimentación se consignan, en dos columnas, todos los contactos, instantáneos y temporizados, pertenecientes al contactor cuya bobina está representada en la parte superior, indicando el número del circuito en el cual se encuentra, y si es necesario también la página. Esta información ayudará a localizar rápidamente un determinado contacto y a adquirir el contactor y/o los bloques de contactos más apropiados.
- Los esquemas de potencia y mando son complementarios, por lo cual todo esquema de potencia debe tener necesariamente su correspondiente esquema de mando o control y viceversa.

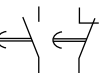
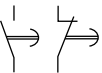
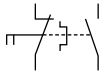
4.1.2.3. INALÁMBRICO

- Es una lista o tabla en la que se indican, paso a paso, todas las conexiones que deben efectuarse en lógica cableada, por lo cual realmente no es un esquema.
- Esta lista se obtiene del esquema de funcionamiento, después de haberlo analizado, interpretado correctamente y comprendido muy bien.
- Esta lista es de gran ayuda para el personal que no tiene mayores conocimientos de electricidad, o para aquellas personas que no tienen una adecuada formación en la lectura e interpretación de planos eléctricos de control (específicamente ayudantes de tableristas).
- Esquema inalámbrico correspondiente al esquema de la página anterior.

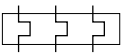
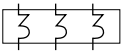
Cir.Nº Conexiones a realizar

- 1 R - borna - 97F1 - 95F1
- 2 96F1 - borna - 1S0
- 3 57KM1 - 13KA1 - 67KA1 - 13KA2 - 31KA2 - 13KA3 - 53KA4 - borna - 2S0 - 3S1
- 4 14KA1 - 31KA3 - borna - 4S1
- 5 A1KA1 - 32KA3 - borna - X1H1
- 6 68KA1 - A1KA2 - 55KA2 - 54KA3 - 54KA4
- 7 58KM1 - 53KA3
- 8 A1KM1 - 56KA2 - borna - X1H2
- 9 14KA2 - 14KA3 - A1KA3
- 10 32KA2 - 43KA3
- 11 44KA3 - A1KA4
- 12 98F1 - borna - X1H3
- 13 S - borna - A2KM1 - A2KA1 - A2KA2 - A2KA3 - A2KA4 - borna - X2H1 - X2H2 - X2H3

4.2. SÍMBOLOS MÁS USADOS

Corriente alterna 	Doble derivación 	Adelantado a la apertura 
Corriente continua 	4.2.1. CONTACTOS	
Conductor de potencia 	Instantáneo NA (NO) 	Retardado al cierre 
Conductor de mando 	Instantáneo NC 	Retardado a la apertura 
Cruce sin conexión 	Principal 	Temporizado al trabajo 
Derivación de un conductor 	Adelantado al cierre 	Temporizado al reposo 
		NC y NA de relé térmico 

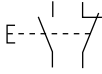
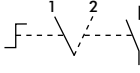
4.2.2. ÓRGANOS DE MANDO Y DE PROTECCIÓN

Bobina de contactor		Detector capacitivo		Seccionador	
Temporizador neumático al trabajo		Detector inductivo		Disyuntor	
Temporizador neumático al reposo		Detector fotoeléctrico		Guardamotor	
Temporizador electrónico		Electroválvula		Relé térmico	
Interruptor de posición		Fusible		Relé termomagnético	

4.2.3. MANDOS MECÁNICOS

Unión mecánica		Selector rotativo		Por llave	
Enclavamiento mecánico		Por flotador		Para paro de emergencia	
Retorno automático		Por contador de eventos		Enganche mecánico retenido	
Retorno no automático		Por presión		Enganche mecánico liberado	
Botón pulsador		Por pedal			

4.2.4. ALGUNOS APARATOS DE MANDO

Pulsador NA (NO)		Pulsador conexión-desconexión		Selector rotativo de tres posiciones	
Pulsador NC		Selector rotativo de dos posiciones		Selector rotativo de cuatro posiciones con retorno automático	

4.2.5. ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN

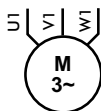
Piloto luminoso		Piloto luminoso e intermitente		Bocina	
Sirena		Timbre			

4.2.6. MARCAS PARA CONDUCTORES Y APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

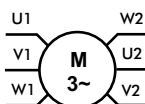
Fases	R - S - T L1 - L2 - L3	Contactor auxiliar	-KA...	pulsadores, selectores, interruptores de posición	-S...
Neutro	N	Elementos de protección (relé térmico, fusible,...)	-F...	Disyuntor, seccionador	-Q...
Contactor principal	-KM...	Dispositivos de señalización (pilotos, sirenas,...)	-H...		

4.2.7. MOTORES TRIFÁSICOS

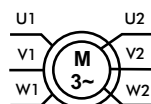
Trifásico



Estrella - triángulo



De doble bobinado



ASPECTOS GENERALES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA PARA REALIZAR LAS PRÁCTICAS

- Los esquemas que se presentan son simplemente sugerencias. Es conveniente tratar de diseñar esquemas diferentes a los propuestos, pero que cumplan exactamente las mismas funciones, por lo cual es necesario analizar e interpretar cada esquema hasta obtener total comprensión del mismo, así como de su ciclo de funcionamiento.
- Tener siempre presente que los esquemas de funcionamiento no indican la posición física de los diversos elementos o componentes, por lo cual, antes de iniciar el cableado, hay que ubicarlos, identificarlos y determinarlos claramente, colocándoles sus respectivas marcas.
- Al ejecutar un montaje realizar única y exclusivamente las conexiones indicadas en el esquema. Si es necesario alterar alguna conexión o realizar una modificación, consignar dicho cambio en el esquema, antes de llevarlo a la práctica. Sin embargo es conveniente tratar de simplificar al máximo las conexiones, sin cambiar o alterar el esquema con el cual se está trabajando, evitando la congestión de conductores en los bornes.
- Por seguridad, se recomienda realizar en primer lugar los diferentes circuitos de mando, y únicamente al finalizar cada bloque de prácticas, el circuito de potencia correspondiente. Además una vez finalizado el montaje es aconsejable revisar detenidamente el trabajo, para constatar que ha sido realizado de acuerdo con los planos o esquemas.
- Si al realizar una prueba se observan deficiencias, revisar en primer lugar el esquema, para poder detectar las causas de la falla, y luego realizar una minuciosa revisión del montaje.
- Para realizar el ensayo, es indispensable separar completamente, durante el mismo, el circuito de potencia del circuito de mando. Primero energizar el circuito de mando y una vez que se ha probado circuito por circuito, energizar y probar el circuito de potencia en vacío.

CAPÍTULO 5

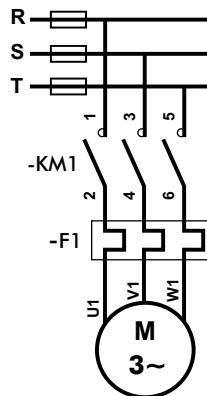
PRÁCTICAS CON ARRANQUES DIRECTOS

5.1. CONTROL DE UN SOLO MOTOR

CIRCUITO DE POTENCIA: El circuito de potencia nos indica cómo se conectan las líneas de alimentación a un motor trifásico. Al cerrarse los contactos principales que tiene KM1, el motor recibirá toda la tensión de las líneas de alimentación (= arranque directo).

Los conductores, fusibles, contactor y relé térmico se dimensionan o calculan tomando en cuenta el 100% de la intensidad nominal (In) del motor.

Este circuito de potencia sirve para todos los esquemas de mando, manuales y/o automáticos, de un arranque directo.



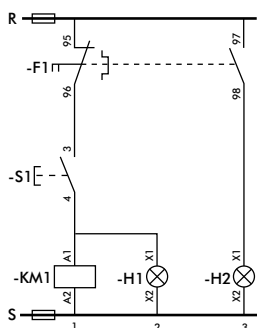
CIRCUITO DE MANDO: El circuito de mando nos indica cómo se controla el cierre o la apertura de los contactos principales, para que se pueda o no energizar el motor. Se diseñan empleando los esquemas de funcionamiento.

El cableado se realiza interpretando adecuadamente el esquema, por lo cual será de gran ayuda tener perfectamente identificados los elementos, así como sus puntos de conexión (entradas y salidas) con las correspondientes marcas e índices.

PRÁCTICA 1 - MANDO POR IMPULSO PERMANENTE

En este tipo de circuitos debe mantenerse oprimido el pulsador NA para que la bobina se mantenga energizada.

Esquema de FUNCIONAMIENTO



Esquema INALÁMBRICO

Cada numeral (1, 2, 3...) del esquema inalámbrico indica una sucesión de puntos (tornillos), que deben interconectarse en el

orden indicado, sin ninguna interrupción y sin que se crucen:

1. R - bornera - 95F1 - 97F1
2. 96F1 - bornera - 3S1
3. A1KM1 - bornera - 4S1 y X1H1
4. 98F1 - bornera - X1H2
5. S - bornera - A2KM1 y X2H1 - X2H2

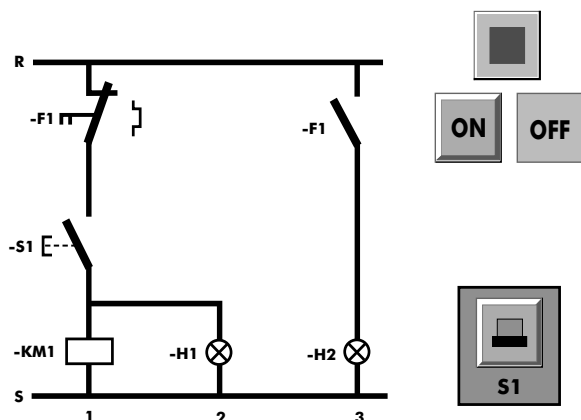
CICLO DE FUNCIONAMIENTO:

Al pulsar S1 se cierra el circuito 1: la bobina de KM1 se energiza y el piloto de marcha H1 se enciende. Al energizarse la bobina de KM1 se cierran los contactos principales de KM1, poniéndose in-

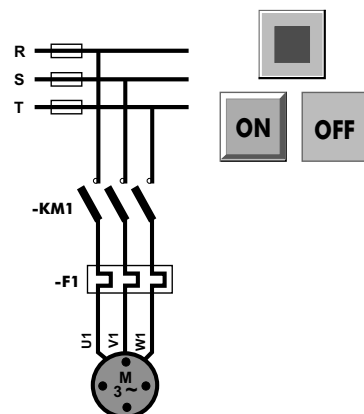
mediatamente en marcha el motor. Si se deja de pulsar S1 se abre nuevamente el circuito, desenergizándose la bobina de KM1 y apagándose el piloto de marcha, por lo cual se abren nuevamente los contactos principales deteniéndose el motor. Si cuando está funcionando el motor se produce una sobrecarga en él, se disparará el relé térmico F1 cambiando de estado sus dos contactos: se abre el contacto 95-96 desenergizando la bobina de KM1 y el piloto H1, y se cierra el contacto 97-98 encendiéndose el piloto H2, para señalar el paro de emergencia producido por el disparo del relé térmico.

EN EL CD: PRÁCTICA 13 - Mando por impulso permanente

Esquema de funcionamiento



Esquema de POTENCIA



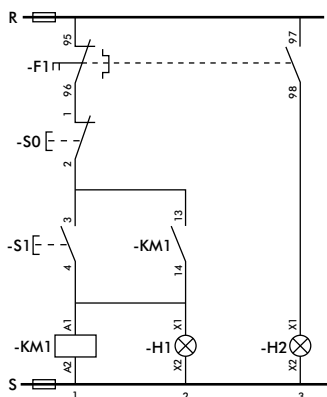
Observa muy bien lo que sucede en cada una de las siguientes maniobras:

1. Oprime el botón izquierdo del mouse, después de colocar el cursor sobre el símbolo del contacto cerrado de F1, y luego deja de oprimir el botón del mouse.
2. Realiza la misma operación sobre el contacto abierto de F1.
3. Oprime el botón izquierdo del mouse, después de colocar el cursor sobre el símbolo de S1, luego deja de oprimirlo.
4. Realiza la misma operación anterior, pero ahora manteniendo el botón oprimido, retira el cursor del símbolo de S1.
5. Coloca el cursor sobre el símbolo de la bobina del contactor de KM1 y haz click con el botón izquierdo del mouse.
6. Realiza la misma operación sobre los símbolos de los pilotos H1 y H2.
7. Oprime el botón izquierdo del mouse después de colocar el cursor sobre el símbolo de los contactos abiertos de KM1, luego deja de oprimir el botón del mouse o retira el cursor de dicho símbolo.
8. Oprime el botón izquierdo del mouse después de colocar el cursor sobre el pulsador S1. Después suelta el botón del mouse o retira el cursor del pulsador S1.
9. Coloca el cursor sobre el botón ON del esquema de funcionamiento y haz click.
10. Realiza la misma operación sobre el botón OFF del esquema de funcionamiento.
11. Realiza la misma operación sobre los botones ON y luego OFF del esquema de potencia.
12. Vuelve a hacer click sobre los dos botones ON y repite la maniobra 8, o la maniobra 3 ó 4.

SIGUE INTERACTUANDO HASTA ENTENDER PLENAMENTE EL CIRCUITO

PRÁCTICA 2 - MANDO POR IMPULSO INICIAL

Un circuito es por impulso inicial cuando el operario debe oprimir el pulsador S1, que es NA, únicamente hasta que se energice la bobina (acción que dura unos milisegundos). Una vez energizada ésta, cuando el operario deja de oprimir el pulsador, la bobina se mantendrá energizada.



- 1 R - bornera - 95F1 - 97F1
- 2 96F1 - bornera - 1S0
- 3 13KM1 - bornera - 2S0 - 3S1
- 4 A1KM1 - 14KM1 - bornera - 4S1 y X1H1
- 5 98F1 - bornera - X1H2
- 6 S - bornera - A2KM1 y X2H1 - X2H2

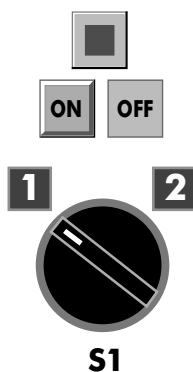
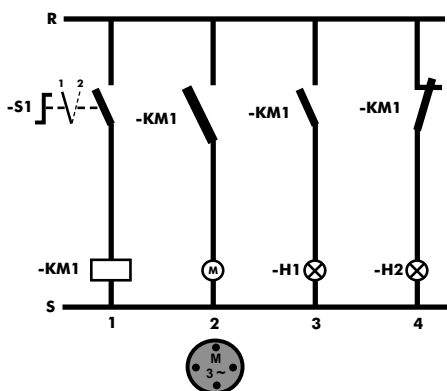
CICLO DE FUNCIONAMIENTO:

Al pulsar S1 se cierra el circuito 1 energizándose la bobina de KM1 y encendiéndose el piloto de marcha H1, por lo cual casi al mismo tiempo se cierra el contacto auxiliar de KM1, de manera que la corriente llega ahora a la bobina a través del pulsador y del contacto auxiliar (por los puntos 13-14).

Cuando se deja de oprimir S1, éste vuelve a su posición de reposo abriéndose, pero la bobina seguirá energizada (autosostenida o autoalimentada) por los puntos 13-14 del contacto auxiliar. Por este motivo el contacto auxiliar que realiza esta función se denomina contacto auxiliar de sostenimiento o retención.

Para desenergizar la bobina hay que interrumpir el circuito 1 oprimiendo el pulsador S0, con lo cual también se abre el contacto auxiliar. Al soltar el pulsador S0, a pesar de que se vuelve a cerrar, la bobina quedará desenergizada, por haber quedado abierto el circuito que la alimenta (tanto en 3-4 del pulsador, como en 13-14 del contacto auxiliar). El funcionamiento del relé térmico F1, así como de las señalizaciones, es exactamente igual que en la práctica 1.

EN EL CD: PRÁCTICA 14 - Contactos instantáneos

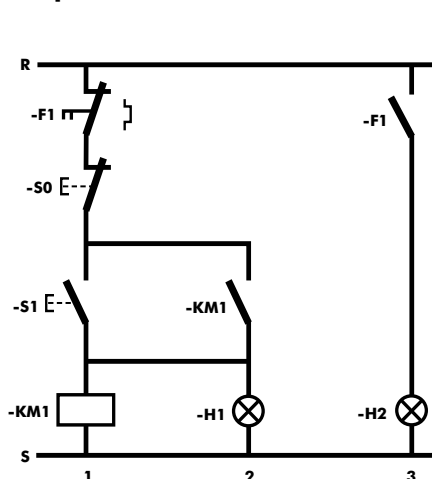


1. Después de energizar el circuito (ON) haz click en el selector S1 (pasa a la posición 2): se activa la bobina del contactor KM1.
2. Tan pronto se active la bobina cambian de estado los tres contactos (por lo cual reciben el nombre de instantáneos): se abre el que se encuentra en el circuito 4 y se cierran los que se encuentran en los circuitos 2 y 3.

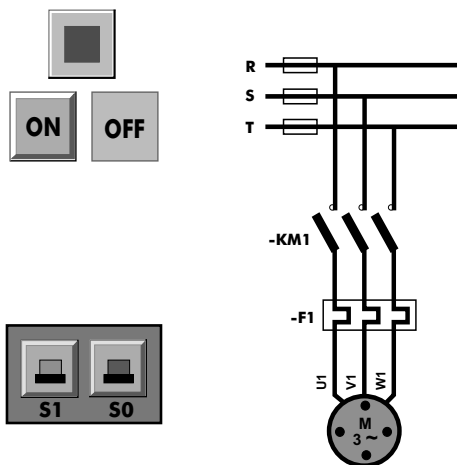
3. El contacto del circuito 2 es un contacto principal, y los contactos de los circuitos 3 y 4 son contactos auxiliares y además de apertura positiva.
4. Vuelve a hacer click en el selector (vuelve a la posición 1) y los contactos de KM1 retornan a su posición inicial (en reposo).

EN EL CD: PRÁCTICA 15 - Mando por impulso inicial

Esquema de FUNCIONAMIENTO



Esquema de POTENCIA



En las siguientes prácticas, que se encuentran en el CD, solamente se consignarán las orientaciones para interactuar con él, cuando sean diferentes a las que se vayan realizando en prácticas anteriores, porque es necesario ir transfiriendo lo interactuado a las nuevas prácticas.

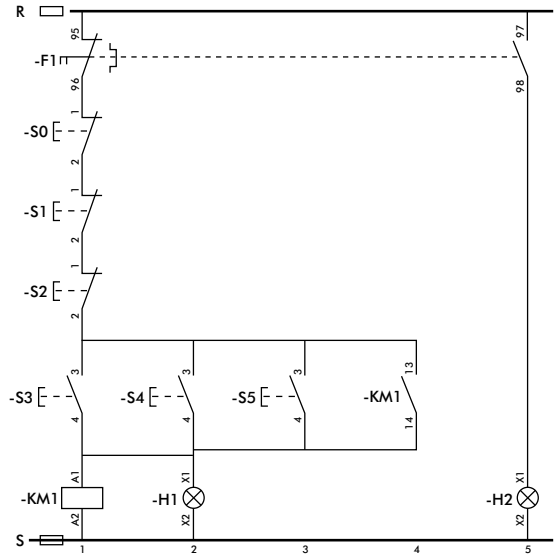
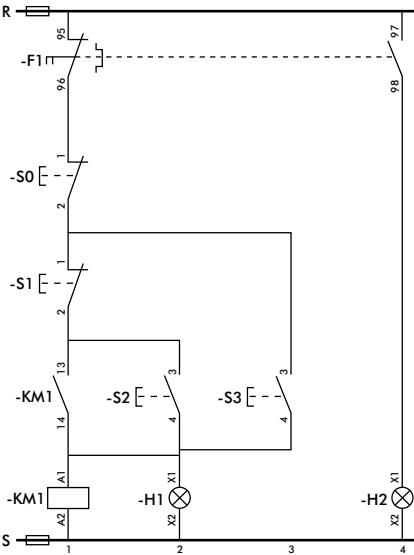
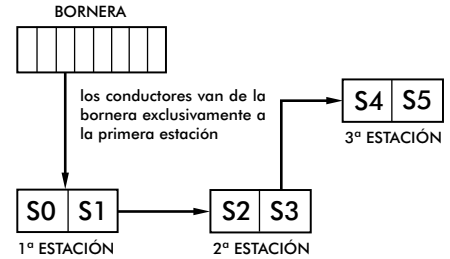
1. El botón ON energiza tanto el circuito de mando como el circuito de potencia.
2. Oprime el botón izquierdo del mouse sobre S1 y mantenlo oprimido: observarás que al cerrarse el contacto de S1 la corriente continúa su recorrido. Cuando la corriente de la fase R llegue a la bobina KM1 ésta se activará, por lo cual el contacto instantáneo de KM1, que se encuentra en el circuito 2, así como los contactos principales, que se encuentran en el circuito de potencia, se cerrarán inmediatamente: el circuito se autosostendrá y el motor empezará a girar. Si dejas de oprimir el pulsador S1 antes de que se active la bobina, el proceso para activar la bobina se interrumpirá.
3. El circuito se desactiva oprimiendo S0 o si se hace click en F1.
4. Si oprimes OFF, estando activada la bobina, se desenergizan ambos circuitos.
5. Vuelve a oprimir ON. Los dos circuitos quedan energizados, pero la bobina seguirá desactivada, por lo cual debes volver a oprimir S1 para reactivarla.
6. Mientras el motor está funcionando haz click en F1. La bobina se desactiva y el motor se detiene. Vuelve a hacer click en F1, el relé térmico se rearma pero la bobina seguirá desactivada.
7. Para que la bobina vuelva a energizarse debes volver a oprimir el pulsador S1.

**SIGUE INTERACTUANDO HASTA ENTENDER PLENAMENTE COMO FUNCIONA
TANTO EL CIRCUITO DE FUNCIONAMIENTO COMO EL DE POTENCIA**

PRÁCTICA 3 - MANDO POR IMPULSO INICIAL DESDE VARIAS ESTACIONES

Estación o caja de pulsadores es la agrupación física, en una misma caja o cofre, de todos los pulsadores que cumplen funciones diferentes, de manera que, desde cualquier estación, debe ser posible maniobrar completamente el sistema o la máquina. Como norma general: los contactos cerrados de los pulsadores que cumplen la misma función, se conectan en serie, y los contactos abiertos, de los pulsadores que cumplen la misma función, se conectan en paralelo.

Cuando se trabaje con dos o más estaciones hay que tratar de que los conductores vayan, en lo posible, de la bornera únicamente a la primera estación, de ésta únicamente a la segunda, de la segunda solamente a la tercera y así sucesivamente. Esto se logra ubicando en la primera estación aquellos pulsadores que, según el esquema de funcionamiento, necesariamente deben conectarse con los contactores, o algún otro elemento que se encuentre en el tablero (térmicos, temporizadores, conductores de alimentación, etc.).



CICLO DE FUNCIONAMIENTO: Al pulsar cualesquiera de los pulsadores de marcha se energiza la bobina de KM1, autososteniéndose por 13-14 de KM1, y al oprimir cualesquiera de los pulsadores de paro el circuito que alimenta la bobina de KM1 se abrirá, desenergizándose el sistema.

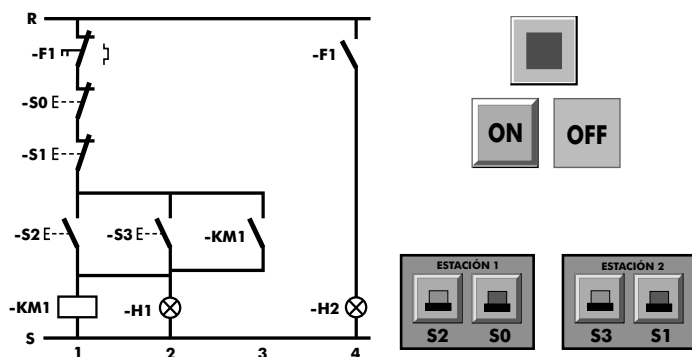
El relé térmico y las señalizaciones de marcha y paro de emergencia cumplen la misma función, independientemente del número de estaciones.

Además en todas las estaciones el orden de los pulsadores debe ser siempre el mismo. Se recomienda que los pulsadores de paro se ubiquen a la izquierda, y los pulsadores de marcha a la derecha.

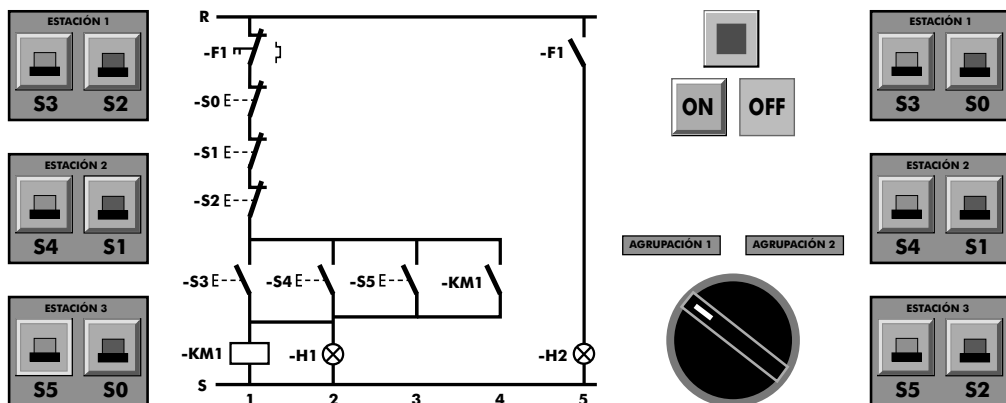
EN EL CD: PRÁCTICA 16 - Mando desde dos estaciones

La práctica 16 y 17 son muy similares, por lo cual colocamos en la parte inferior algunas indicaciones que son comunes para ambas prácticas.

Aunque estos dos gráficos no corresponden exactamente al que se presenta en el CD, tienen los mismos componentes menos el circuito de potencia.



EN EL CD: PRÁCTICA 17 - Mando desde tres estaciones

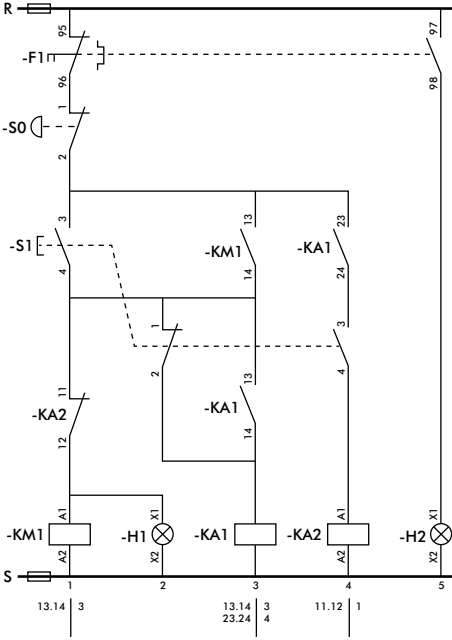


1. Para realizar el montaje, en ambas prácticas, es necesario agrupar un pulsador NA y un pulsador NC, para obtener las estaciones.
2. Existen varias posibilidades de agrupar los pulsadores para realizar el montaje, sin que tengamos que modificar el esquema de funcionamiento. En la práctica 16 se presenta solamente una agrupación, mientras que en la práctica 17 se presentan dos agrupaciones. Mediante el selector se puede elegir la agrupación 1 (que se encuentra a la izquierda) o la agrupación 2 (que se encuentra a la derecha).
3. Si se elige la agrupación 1 (se deja el selector en la posición inicial o si está en la posición 2 haciendo click sobre el selector) se puede activar la bobina indistintamente con los pulsadores S3, S4 o S5, y desactivarla indistintamente con los pulsadores S0, S1 o S2.
4. Si se elige la agrupación 2 (haciendo click sobre el selector si éste se encuentra en la posición 1) se puede activar la bobina también indistintamente con los pulsadores S3, S4 o S5, y desactivarla indistintamente con los pulsadores S2, S1 o S0. El funcionamiento no sufre alteración, pero sí el cableado, como se podrá comprobar al hacer el correspondiente montaje.
5. Para interactuar con el CD se siguen las mismas orientaciones que se dieron en la práctica 13 y 15.

SIGUE INTERACTUANDO HASTA ENTENDER PLENAMENTE LOS DOS CIRCUITOS

PRÁCTICA 4 - CIRCUITOS ESPECIALES PARA MANDO POR IMPULSO INICIAL

Práctica 4.1. MARCHA Y PARO CON EL MISMO PULSADOR



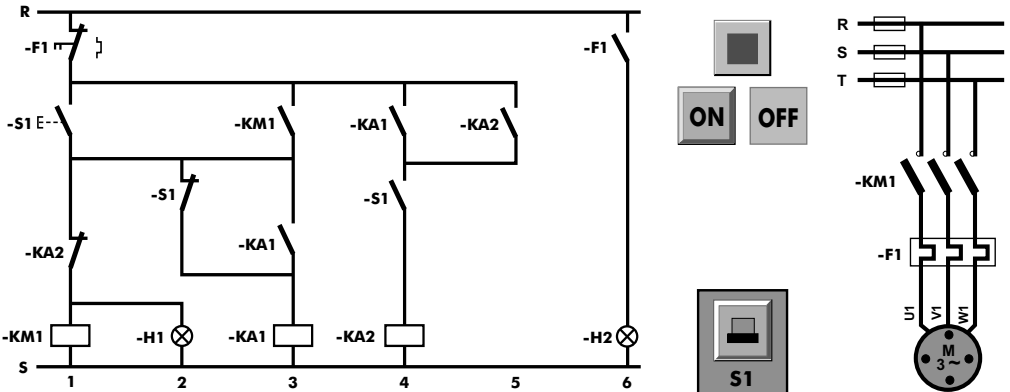
La energización y desenergización de KM1 se realiza únicamente con el pulsador S1, y un correcto manejo de contactores auxiliares. El pulsador S0, que es un pulsador de seta, tiene como función específica desenergizar KM1 en casos de emergencia (paro de emergencia).

CICLO DE FUNCIONAMIENTO: Al pulsar S1 se energiza únicamente KM1, autososteniéndose por 13-14 de KM1. Al soltar el pulsador se energiza KA1 por 1-2 de S1, cerrándose los contactos 13-14 y 23-24 de KA1.

Al pulsar nuevamente S1 se energiza KA2 por el contacto 3-4 de S1, el cual se encuentra en el circuito 4, y el contacto 23-24 de KA1. Al energizarse KA2 se abre el contacto 11-12 de KA2 desenergizándose solamente KM1, manteniéndose energizados KA1 y KA2.

Al soltar el pulsador S1 se desenergiza tanto KA1 como KA2, quedando todo el circuito desenergizado y preparado para que, con un nuevo pulso de S1, vuelva a energizarse KM1.

EN EL CD: PRÁCTICA 18 - Con pulsador conexión-desconexión múltiple

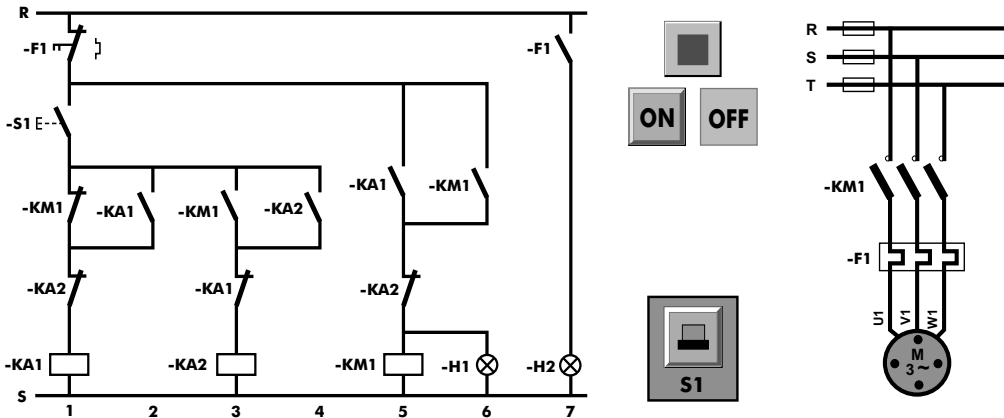


1. Después de energizar el circuito oprime el pulsador de conexión-desconexión múltiple S1, manteniéndolo oprimido observa lo que sucede. Así mismo observa qué sucede con el circuito al soltar el pulsador.
2. Vuelve a oprimir el pulsador S1 y, manteniéndolo oprimido, observa bien lo que sucede con el circuito en esta oportunidad. Suelta el pulsador y observa lo que sucede con el circuito.

SIGUE INTERACTUANDO HASTA ENTENDER PLENAMENTE EL CIRCUITO

EN EL CD: PRÁCTICA 19 - Con un pulsador NA

En la siguiente práctica se presenta otro diseño para poder prender y apagar un motor empleando el mismo pulsador.



INTERACTÚA CON EL CIRCUITO Y ESTABLECE LAS SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS CON LA PRÁCTICA 18

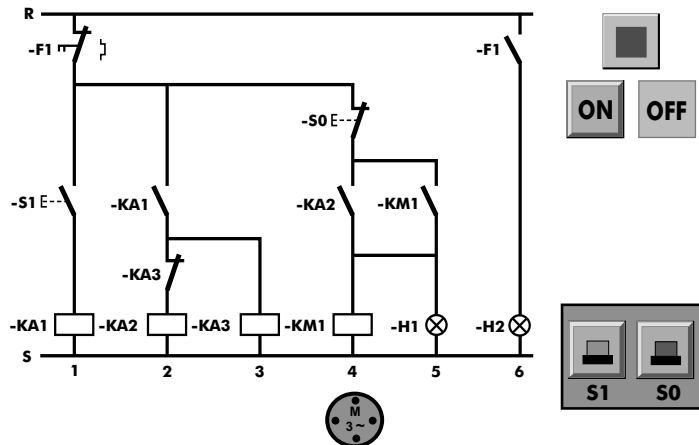
Práctica 4.2. PARA CASOS EN QUE EL PULSADOR DE MARCHA SE QUEDE CERRADO

Es posible que el contacto del pulsador de marcha al ser accionado falle y se quede pegado. En un circuito normal, si esto sucede, no sería posible desactivar la bobina del contactor KM1. Empleando contactores auxiliares, como se ve en el siguiente esquema, se soluciona este problema.

EN EL CD: PRÁCTICA 20 - Con flanco ascendente

1. Haz click en el botón pulsador S1 y se activa normalmente la bobina del contactor KM1. Si haces click en el botón de S0 se desenergiza la bobina y se detiene el motor.

2. Para simular el daño en el pulsador de marcha se hace click sobre el símbolo de S1 que se encuentra en el circuito 1. Dicho contacto se queda cerrado, sin embargo si se oprime el pulsador S0 la bobina del contactor KM1 se desactiva normalmente, deteniéndose el motor.



3. Vuelve a hacer click sobre el símbolo de S1, éste se abre y el circuito volver a actuar normalmente.

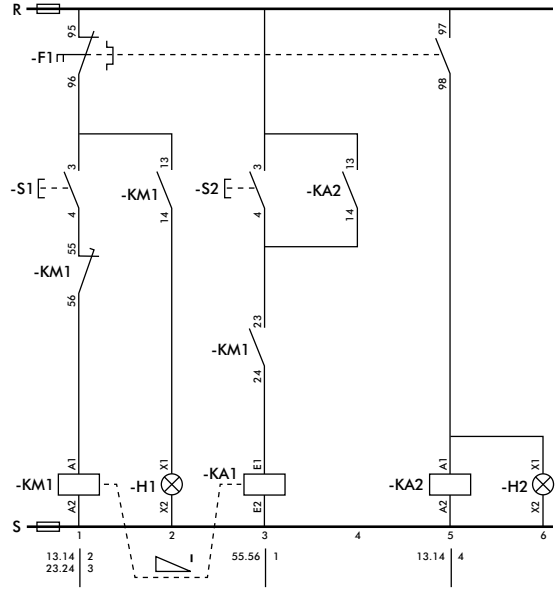
INTERACTÚA CON EL CIRCUITO Y ESTABLECE LAS SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS CON LA PRÁCTICA 15

Práctica 4.3. CORTE Y RESTABLECIMIENTO DE LA ENERGÍA EN LA ALIMENTACIÓN

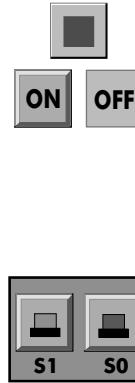
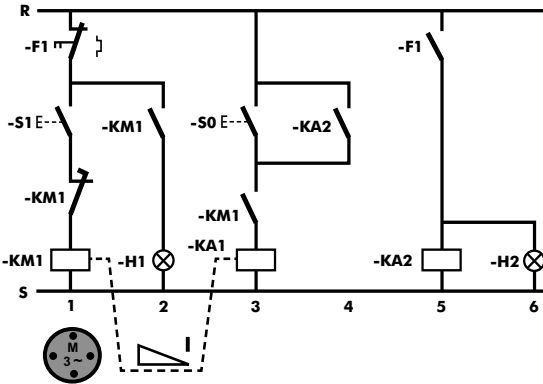
Cuando se presenta una falla en el suministro de energía, el contactor se desenergiza, y cuando se restablezca la energía será necesario volver a oprimir el pulsador de marcha. Se evita este inconveniente empleando un bloque de retención mecánica o bloque de memoria.

Una vez energizado el contactor, éste se mantiene enganchado mediante un sistema mecánico que posee el bloque, por lo cual un corte de energía y su posterior reposición no afectará ni interrumpirá su funcionamiento.

Si no se producen cortes de energía, al pulsar S1 se activa KM1 y se energiza H1 y al pulsar S2 se desactiva, porque el campo magnético que genera la bobina (E1-E2) que posee el bloque de memoria (KA1) desenclava la armadura de KM1. De igual forma si se dispara el término F1 se activa H2 y se desactiva KM1.



EN EL CD: PRÁCTICA 21 - Con bloque de memoria



1. Oprime el pulsador S1 y observa qué sucede, mientras lo tienes oprimido, con el contacto NA de S1, con la bobina de KM1, con los contactos de KM1 que se encuentran en los circuitos 1, 2 y 3, la retención mecánica (bloque de memoria) y el motor.
2. Cuando sueltes el pulsador observa con cuidado qué sucede con todos esos componentes. Luego oprime el pulsador S0 y observa qué sucede, especialmente con la bobina del bloque de retención mecánica.
3. Activa la bobina del contactor KM1. Luego haz click en F1. Vuelve a hacer click en F1. Observa bien qué sucede con el circuito.
4. Activa la bobina del contactor KM1. Mientras la bobina está activada haz click en OFF. Luego haz click en ON. Observa qué sucede con el circuito.

SIGUE INTERACTUANDO HASTA ENTENDER PLENAMENTE Y SACAR TUS CONCLUSIONES

PRÁCTICA 5 - MANDO POR IMPULSO INICIAL Y PERMANENTE

Existen situaciones en las cuales se necesita que una máquina funcione a veces por impulso permanente y a veces por impulso inicial. Para estos casos es necesario diseñar un sistema que permita ambos accionamientos.

Práctica 5.1. CON UN SELECTOR DE DOS POSICIONES

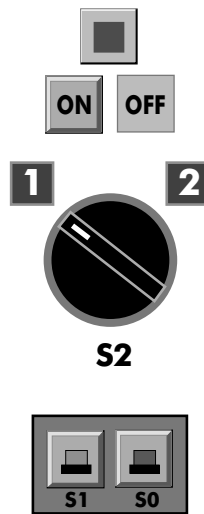
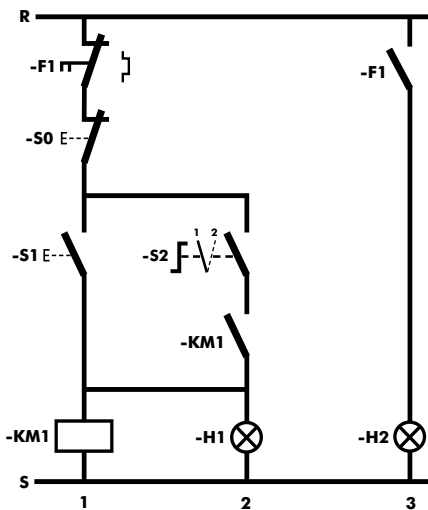
Es la forma más simple de obtener que la máquina funcione de las dos formas:

Posición 1: Funcionamiento por **impulso permanente**. En esta posición el selector S2 tiene el contacto abierto, por tanto si se pulsa S1 la bobina se energiza pero no se autosostiene.

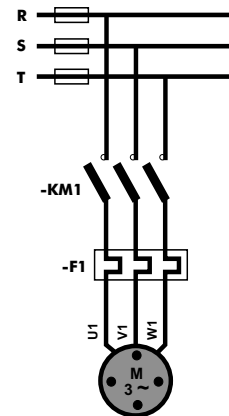
Posición 2: Funcionamiento por **impulso inicial**. Al girar el selector S2 se cierra su contacto 3-4, de manera que al pulsar S1 se energiza la bobina y se autosostiene.

EN EL CD: PRÁCTICA 22 - Con selector

Esquema de MANDO



Esquema de POTENCIA



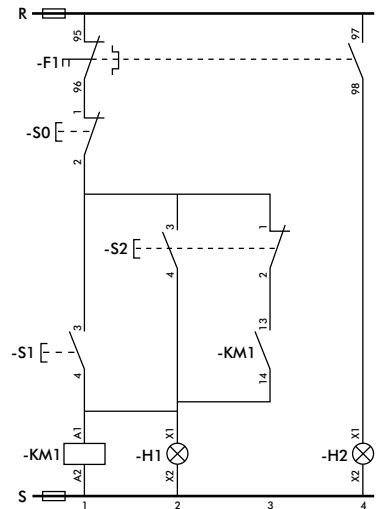
1. El selector S2 nos permitirá elegir el tipo de funcionamiento que deseamos: en la posición 1 para funcionamiento por impulso permanente, y en la posición 2 para funcionamiento por impulso inicial.
2. Para pasar de la posición 1 a la posición 2, o viceversa, se hace click en el símbolo del selector, en el botón del selector o en el número 1 ó 2 ubicados en la parte superior del selector.
3. Para seguir interactuando con el CD tener presente las prácticas 13 y 15, de acuerdo a la elección hecha: impulso permanente (PRÁCTICA 13) o impulso inicial (PRÁCTICA 15).

Práctica 5.2. CON UN PULSADOR DE CONEXIÓN-DESCONEXIÓN

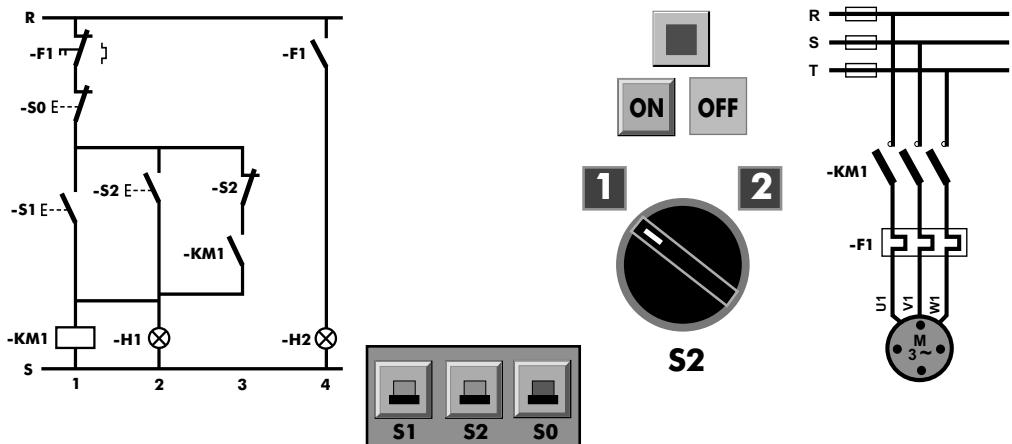
Para esta práctica el pulsador debe ser de apertura positiva.

Por impulso inicial: al pulsar S1 se energiza la bobina de KM1, autososteniéndose por 13-14, porque el contacto 1-2 de S2 se mantiene cerrado. Para desenergizar la bobina de KM1 es necesario oprimir S0.

Por impulso permanente: al pulsar S2 el contacto cerrado 1-2 se abre y el contacto abierto 3-4 se cierra, de manera que la bobina de KM1 queda energizada únicamente a través del contacto NA de S2, y aunque el contacto auxiliar 13-14 se ha cerrado, la bobina no se autosostiene por estar abierto el contacto NC (1-2). Al dejar de pulsar S2 se desenergiza la bobina.



EN EL CD: PRÁCTICA 23 - Con pulsador de conexión-desconexión



1. En esta práctica se tienen dos circuitos independientes pero exactamente iguales, y puede ser elegido, mediante el selector, aquel con el cual deseamos interactuar. Antes de seguir repasa lo dicho sobre los contactos de apertura positiva.
2. Elige la posición 1. Energiza el circuito. Oprime el botón izquierdo del mouse y mantenlo oprimido sobre el pulsador S2, mientras actúan plenamente sus contactos. Observa muy bien lo que sucede con dichos contactos y cómo funciona el circuito cuando se oprime y cuando se suelta.
3. Luego elige la posición 2. Energiza el circuito y acciona el pulsador S2, de la misma forma que lo hiciste cuando el selector estaba en la posición 1. Observa cuidadosamente lo que sucede en cada caso.
4. Los pulsadores S1 y S0 actúan exactamente de la misma manera en ambos circuitos.

2. Elige la posición 1. Energiza el circuito. Oprime el botón izquierdo del mouse y mantenlo oprimido sobre el pulsador S2, mientras actúan plenamente sus contactos. Observa muy bien lo que sucede con dichos contactos y cómo funciona el circuito cuando se oprime y cuando se suelta.

3. Luego elige la posición 2. Energiza el circuito y acciona el pulsador S2, de la misma forma que lo hiciste cuando el selector estaba en la posición 1. Observa cuidadosamente lo que sucede en cada caso.

4. Los pulsadores S1 y S0 actúan exactamente de la misma manera en ambos circuitos.

INTERACTÚA CON EL CIRCUITO Y ESTABLECE LAS SEMEJANZAS, DIFERENCIAS Y CONCLUSIONES

[illegible]

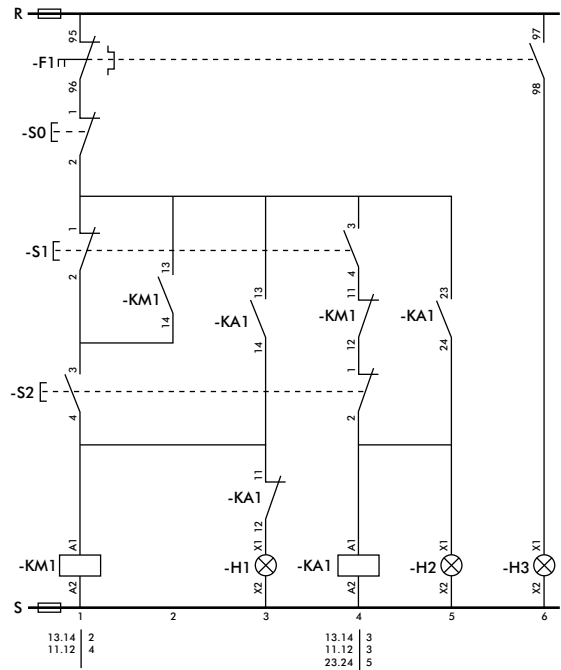
Práctica 5.4. CON SEÑALIZACIÓN PARA IMPULSO INICIAL Y SEÑALIZACIÓN PARA IMPULSO PERMANENTE

En este ejercicio se presentan una serie de elementos nuevos que hay que tener en cuenta al realizar el diseño de un circuito, sobre todo para evitar interferencias entre las diferentes maniobras que se tienen que ejecutar.

CICLO DE FUNCIONAMIENTO: Al pulsar S1 se energiza KA1, autososteniéndose por 23-24. KM1 también se energiza a través del contacto 13-14 de KA1. El piloto H2 señala que el funcionamiento es por impulso inicial.

Al pulsar S2 se energiza KM1. Si se deja de pulsar, KM1 se desenergiza por no tener sostenimiento. El piloto H1 señala que el funcionamiento es por impulso permanente.

No es posible realizar simultáneamente las dos maniobras, ni interferir la que esté en funcionamiento. Analiza muy bien la función que cumple cada elemento del circuito.



OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

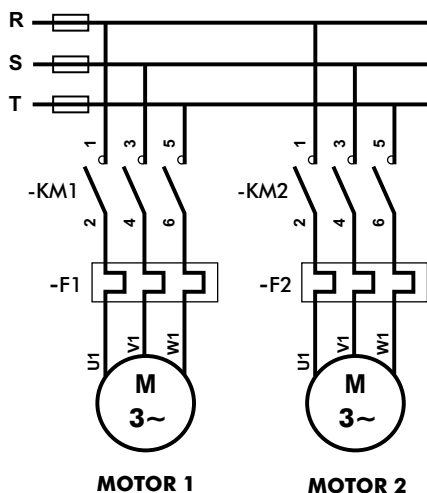
5.2. CONTROL MANUAL DE VARIOS MOTORES TRIFÁSICOS EN FORMA SECUENCIAL

CIRCUITO DE POTENCIA

Los circuitos secuenciales se refieren a la energización y desenergización de dos o más motores, en forma progresiva para prenderlos, apagarlos o prenderlos y apagarlos.

Cada motor tiene su propio circuito de potencia, exactamente como en el arranque directo de un motor, visto en las prácticas anteriores. En consecuencia el circuito de potencia para las prácticas con dos motores es el que vemos a la derecha.

CIRCUITO DE MANDO: puede realizarse en forma manual, semiautomática o automática, como se verá en las siguientes prácticas.



PRÁCTICA 6 - SECUENCIA MANUAL DE DOS ETAPAS

Práctica 6.1. INICIAR LA 2ª ETAPA ANTES DE APAGAR LA 1ª ETAPA

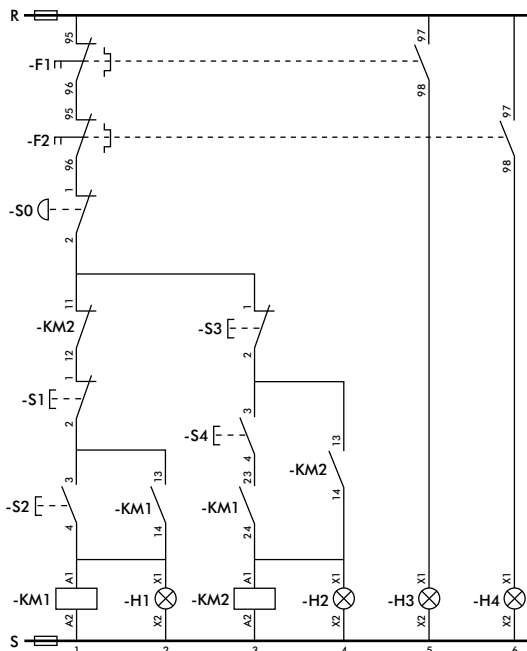
Para facilitar la comprensión del proceso de la secuencia usaremos un diagrama de barras, en el cual cada barra representa un motor. Al tener dos o más barras podemos relacionar el funcionamiento (arranque y paro) de varios motores.

En la parte izquierda de cada barra se coloca la marca del contactor de potencia que energiza o desenergiza el motor correspondiente.



En el diagrama del proceso se ve claramente que en primer término debe energizarse KM1. Sólo cuando queda energizado KM1 es posible energizar KM2, y tan pronto es energizado KM2 se desenergiza inmediatamente KM1. KM2 se desenergiza manualmente.

CICLO DE FUNCIONAMIENTO: el primer factor que relaciona las dos etapas de esta secuencia son los térmicos: basta que uno de ellos se dispare para que todo el proceso se interrumpa.

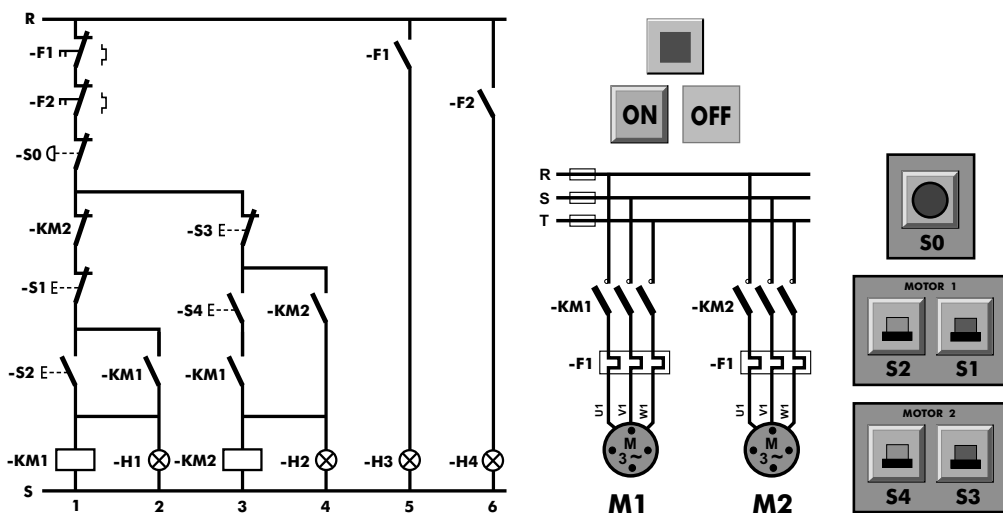


La segunda etapa está supeditada a la primera por el contacto 23-24 de KM1. Mientras este contacto no se cierre, será imposible que la bobina de KM2 se energice. Por consiguiente el proceso necesariamente (como se indica en el diagrama) debe comenzar con la energización de la bobina de KM1.

Cuando se pulsa S2 se energiza la bobina de KM1, autososteniéndose por 13-14, que se encuentra en el circuito 2. Simultáneamente se cierra el contacto 23-24, preparando de esta manera la siguiente maniobra, o sea la energización de la segunda etapa, cuando se pulse S4. Si se pulsa S1, se interrumpe la secuencia, pero si se pulsa S4 se energiza la bobina de KM2, que se autosostiene por 13-14 de KM2. Una vez que se energiza la bobina de KM2 se abre el contacto 11-12 de KM2, que se encuentra en el circuito 1. El tiempo entre la energización de KM2 y la desenergización de KM1 es de algunos milisegundos, que depende exclusivamente de la construcción de dicho contacto. Para desenergizar KM2 se pulsa S3. El pulsador S0, se usa exclusivamente como pulsador de paro de emergencia.

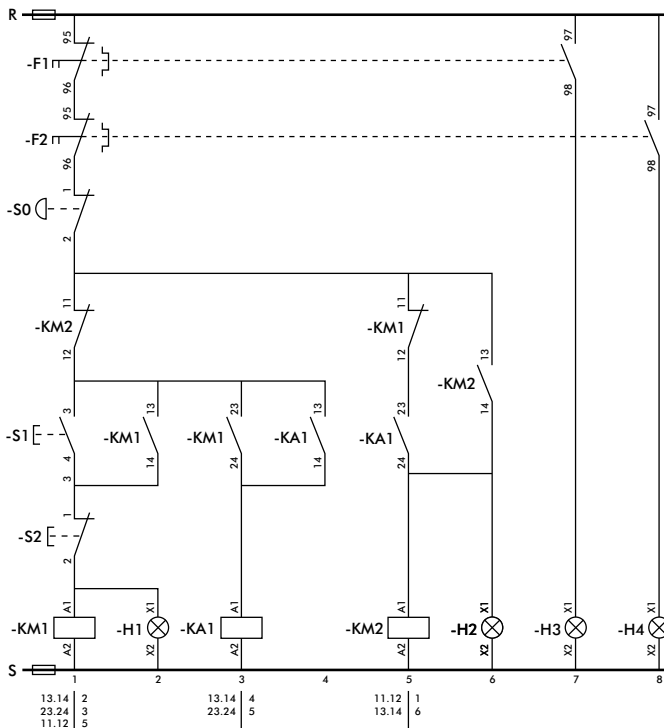
Esta secuencia se puede convertir en un **ciclo forzado**, conectando un contacto cerrado de KM2 en paralelo con el pulsador S1, de manera que, mientras no se energiza KM2, este pulsador quedará bloqueado (puenteado temporalmente) sin que se pueda desenergizar KM1.

EN EL CD: PRÁCTICA 25 - Prender la 2ª etapa y luego apagar la 1ª



1. Una vez energizado el circuito haz click en S4. La bobina del contactor KM2 no debe activarse.
2. Haz click en S2. La bobina del contactor KM1 se activa. Haz click en S1 la bobina debe desactivarse.
3. Activa nuevamente la bobina del contactor KM1. Ahora vuelve a hacer click en S4 y esta vez si se activará la bobina del contactor KM2. Una vez energizada esta bobina, se abre el contacto NC de KM2 que se encuentra en el circuito 1, deteniéndose el primer motor (M1) y manteniéndose en funcionamiento únicamente el segundo motor (M2).
4. Si haces click en F1, en F2 o en ambos todo el circuito queda desactivado, pero quedará prendido H3 o H4, indicándonos de esta manera cual de los dos térmicos se disparó o si se dispararon ambos. En este estado no es posible activar las bobinas. Para reactivarlas debes rearmar el o los relés térmicos.
5. Para simular el paro de emergencia haz click en S0, cuando el proceso esté en funcionamiento.

Práctica 6.2. INICIAR LA 2ª ETAPA DESPUÉS DE APAGAR LA 1ª ETAPA



KM1

KM2

Para energizar KM2 debe haberse energizado y desenergizado previamente KM1. Esto se logra, empleando un contactor auxiliar KA1.

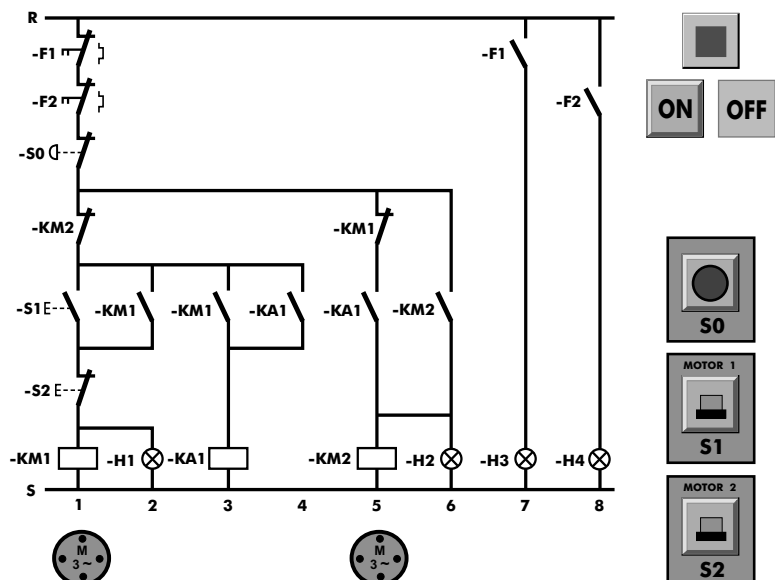
La primera etapa y KA1 se energizan con el pulsador S1. Para energizar la segunda etapa se emplea un pulsador NC, pues al oprimirlo se desenergiza KM1, de manera que al cerrarse nuevamente el contacto 11-12 de KM1 se energiza KM2.

El pulsador S0 se usa para desenergizar la secuencia en cualquier momento.

EN EL CD: PRÁCTICA 26 - Apagar la 1ª etapa para prender la 2ª

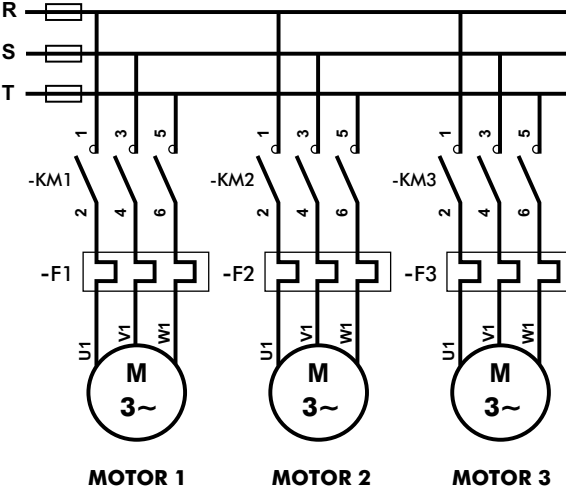
1. El esquema de potencia es igual que en la PRÁCTICA 25 del CD, razón por la cual colocamos solamente los motores, debajo de las bobinas de los contactores que permiten cerrar el circuito del motor correspondiente.

2. Interactúa con este circuito, aplicando todo lo experimentado en las prácticas anteriores y luego establece las semejanzas y diferencias que encuentres con la PRÁCTICA 25.



PRÁCTICA 7 - SECUENCIA MANUAL DE TRES ETAPAS

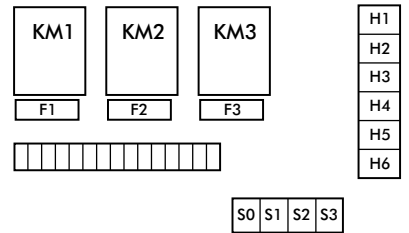
CIRCUITO DE POTENCIA



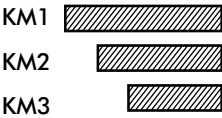
ESQUEMA DE UBICACIÓN

El esquema de ubicación nos indica el lugar en el cual deben colocarse los diferentes componentes que se usan en el montaje, tomando en cuenta la funcionalidad más que la estética.

Ubicación de los componentes

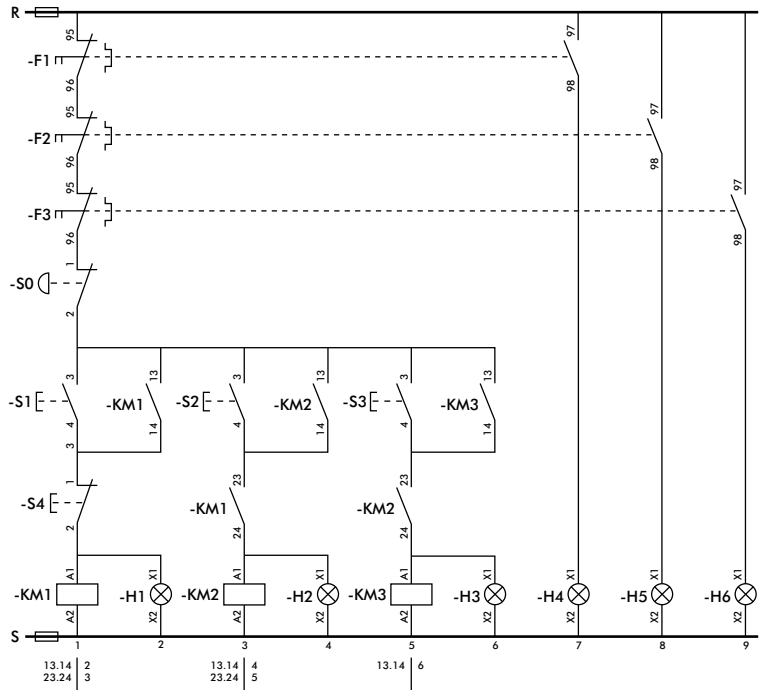


Práctica 7.1. CIRCUITO DE MANDO DE UN SISTEMA SECUENCIAL PARA PRENDER, CON APAGADO SIMULTÁNEO DE TODAS LAS ETAPAS



En esta práctica se irán energizando secuencialmente y en forma manual las tres etapas de un proceso.

Iniciado el proceso es posible interrumpirlo en cualquier momento. La finalización de las etapas puestas en funcionamiento, se produce simultáneamente al oprimir el pulsador S0 o S4, que cumple la misma función de S0.



1. R - bornera - 97F1 - 95F1 - 97F2 - 97F3
2. 96F1 - 95F2
3. 96F2 - 95F3
4. 96F3 - bornera - 1S0
5. 13KM3 - 13KM2 - 13KM1 - bornera - 2S0 - 3S1 - 3S2 - 3S3
6. 14KM1 - bornera - 4S1 - 1S4
7. A1KM1 - bornera - 2S4 y X1H1
8. 14KM2 - 23KM1 - bornera - 4S2
9. 24KM1 - A1KM2 - bornera - X1H2
10. 14KM3 - 23KM2 - bornera - 4S3
11. 24KM2 - A1KM3 - bornera - X1H3
12. 98F1 - bornera - X1H4
13. 98F2 - bornera - X1H5
14. 98F3 - bornera - X1H6
15. S - bornera - A2KM1 - A2KM2 - A2KM3 y bornera - X2H1 - X2H2 - X2H3 - X2H4 - X2H5 - X2H6

CICLO DE FUNCIONAMIENTO: Al pulsar S1 se cierra el circuito de alimentación de la bobina de KM1, energizándose y autoalimentándose a través de 13-14 de KM1. Al quedar energizada la bobina de KM1, se cierra también el contacto auxiliar 23-24 de KM1 que prepara la siguiente maniobra, que es la energización de KM2. Si después de que se haya cerrado el contacto 23-24 de KM1 se pulsa S2, se energizará la bobina de KM2 autososteniéndose por 13-14 de KM2, cerrándose también 23-24 de KM2 para preparar la siguiente maniobra, que es la energización de KM3.

Si se pulsa S3 estando cerrado el contacto 23-24 de KM2 se energizará la bobina de KM3, autososteniéndose por 13-14 de KM3.

En cualquier momento de la secuencia que se pulse S0, se interrumpirá el proceso, desenergizándose las etapas que habían sido energizadas hasta ese momento.

Por otra parte, el circuito permite que, al producirse una sobrecarga en cualesquiera de los motores, se interrumpa todo el proceso, ya que los contactos cerrados de los tres relés térmicos se encuentran conectados en serie, de tal manera que al abrirse uno solo de ellos, se desenergizará la secuencia completa. Sin embargo, se cerrará solamente el contacto abierto de aquel relé térmico que se disparó, señalizando el motor en el cual se produjo la sobrecarga.

ENSAYO DEL MONTAJE REALIZADO: Es muy importante realizar adecuadamente la prueba de un circuito secuencial. Solamente así se puede saber que el diseño y el montaje es cien por ciento correcto.

Para comprobar si el circuito ha quedado correctamente montado, se deben oprimir los pulsadores en el siguiente orden: S3, S2, **S1**, S3, **S2**, **S3**.

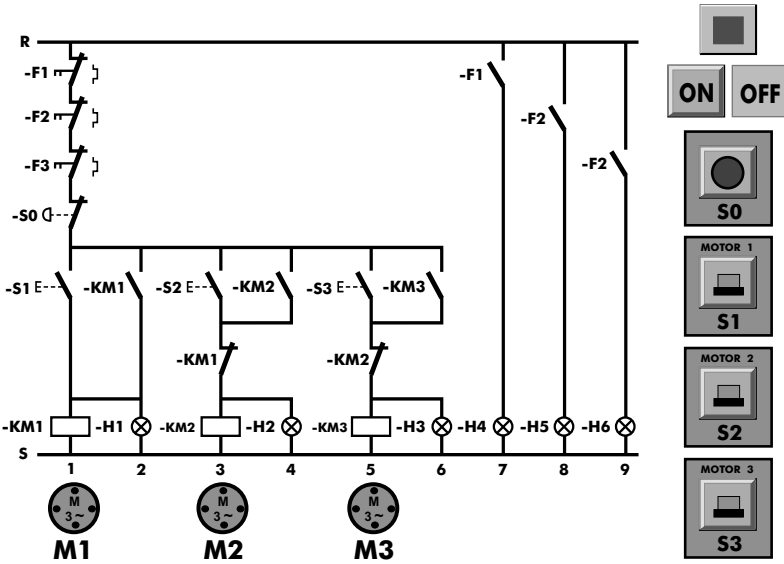
En esta sucesión de maniobras actuará solamente el pulsador que esté en negrilla.

El pulsador S4 puede interrumpir todo el proceso, sin importar la etapa en que se encuentre, en el momento que se pulse.

El pulsador S0 por ser pulsador de paro de emergencia, interrumpirá todo el circuito.

Para ensayar el conexionado y funcionamiento de los relés térmicos simule el disparo, en forma manual.

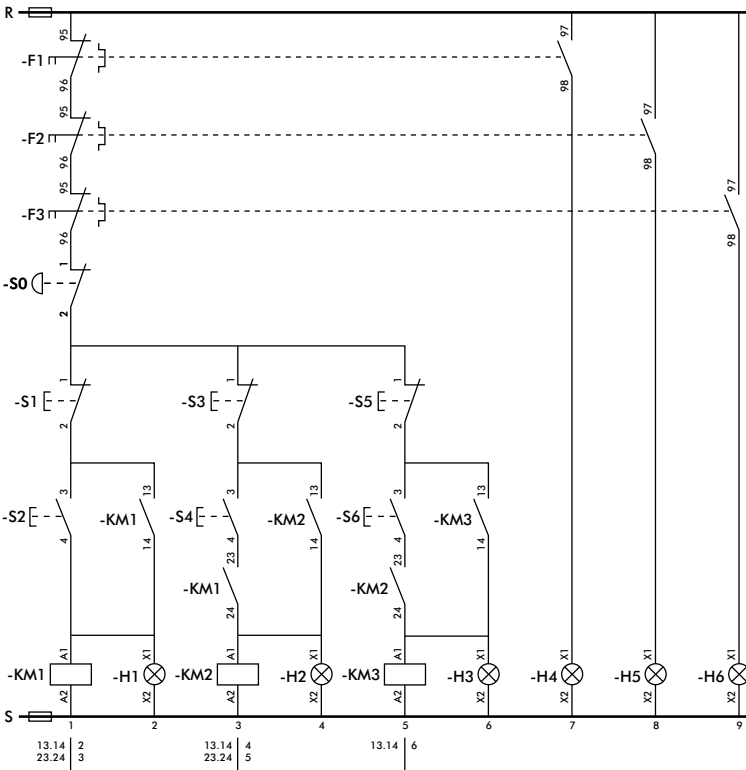
EN EL CD: PRÁCTICA 27 - Secuencia para prender y apagado simultáneo



El esquema de potencia es similar al de la PRÁCTICA 25, pero para tres motores, razón por la cual colocamos solamente los tres motores, debajo del símbolo de la bobina de cada uno de los contactores de potencia, como en la PRÁCTICA 26.

INTERACTÚA CON ESTE CIRCUITO Y SACA TUS CONCLUSIONES.

Práctica 7.2. SECUENCIA MANUAL NO FORZADA PARA PRENDER Y APAGADO NO SECUENCIAL



KM1
KM2
KM3

En esta práctica se energizan secuencialmente y en forma manual las tres etapas del proceso.

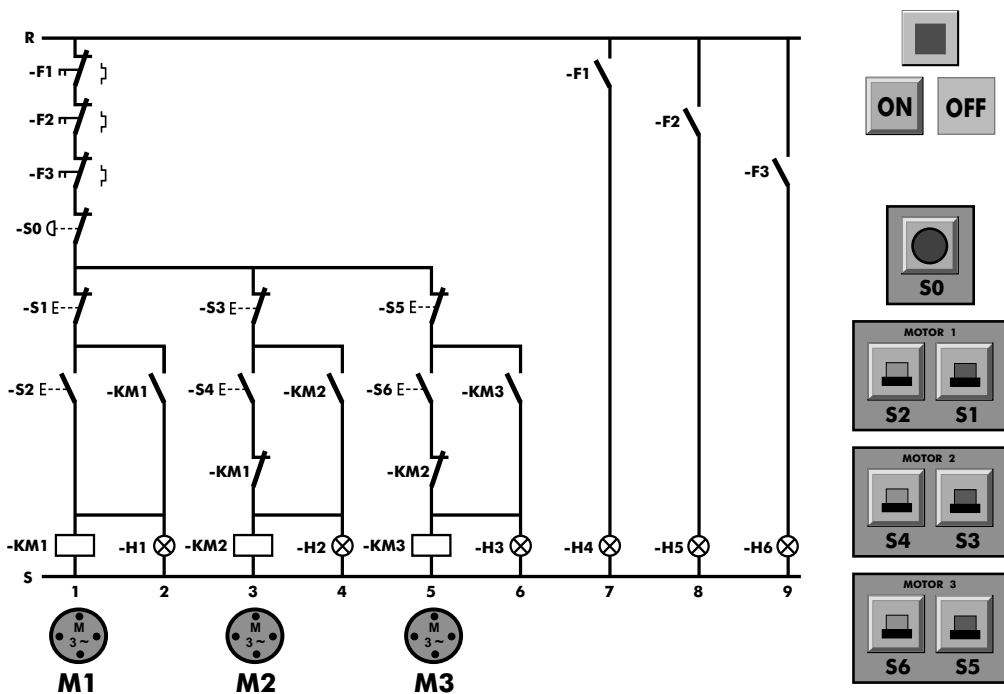
Iniciado el proceso es posible interrumpirlo en cualquier momento.

Cada etapa puede finalizar en el momento que se desee y en forma independiente, sin alterar el funcionamiento de las otras etapas.

Para realizar esta práctica se necesitan tres pulsadores NA, para poder iniciar cada etapa en forma secuencial, y tres pulsadores NC, para desenergizar las etapas en forma independiente y en el momento que se considere necesario, sin que dicha maniobra interfiera en el funcionamiento de las que no se desenergicen. El pulsador de seta se emplea exclusivamente para paro de emergencia.

La energización de las etapas del proceso se hace necesariamente en forma secuencial. La desenergización puede realizarse sin seguir una secuencia, gracias a la inclusión de un pulsador de paro por etapa y a la forma como se han colocado los contactos de sostenimiento. Si se han desenergizado dos etapas consecutivas y es necesario volverlas a energizar, tendrá que hacerse necesariamente en forma secuencial.

EN EL CD: PRÁCTICA 28 - Secuencia para prender y apagado sin secuencia

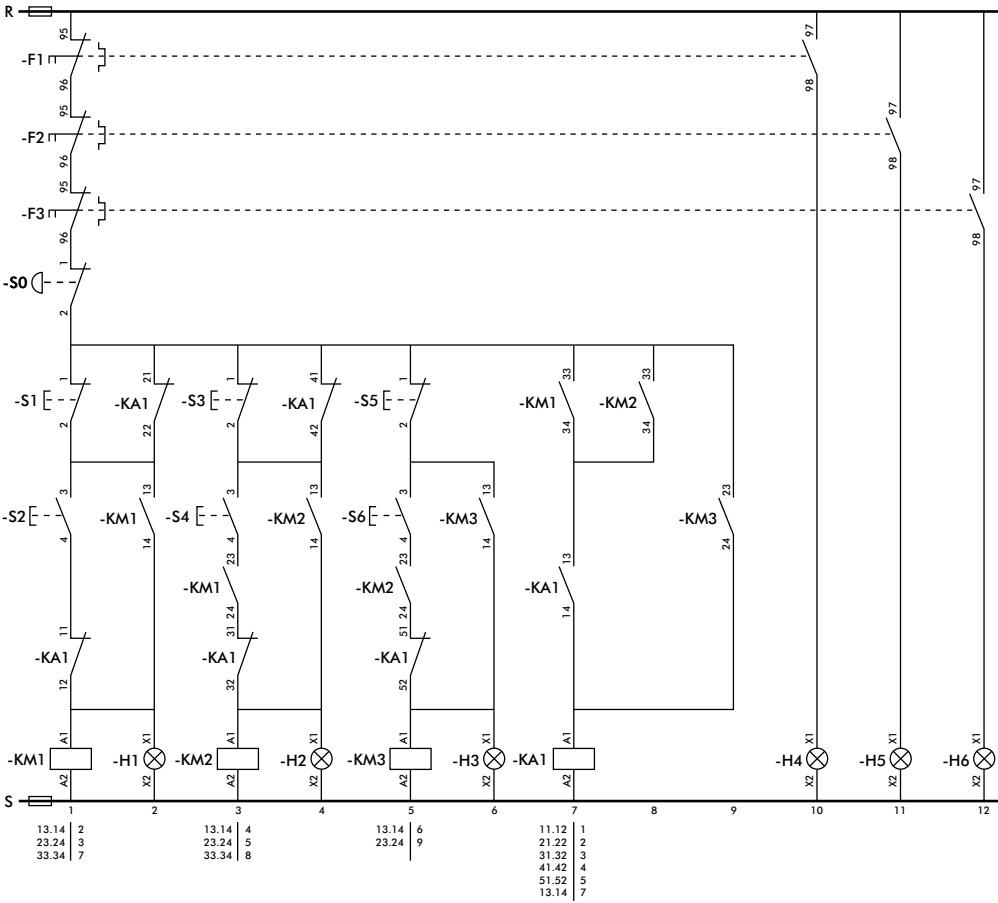


INTERACTÚA CON ESTE CIRCUITO Y SACA TUS CONCLUSIONES

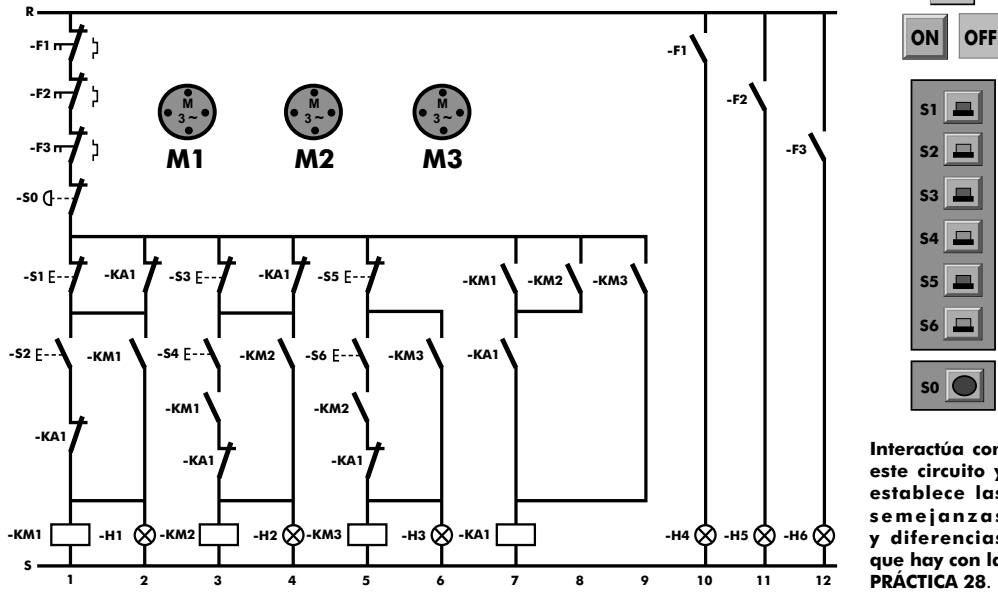
Práctica 7.3. SECUENCIA MANUAL FORZADA PARA PRENDER Y APAGADO NO SECUENCIAL

Esta práctica tiene el mismo proceso que la práctica anterior, pero se diferencia porque el proceso es forzado, es decir que debe cumplirse necesariamente todo el ciclo (energizarse y desenergizarse todas las etapas), siendo posible su interrupción sólo con el pulsador de paro de emergencia.

Analiza muy bien el esquema y la forma cómo se debe realizar la prueba del montaje.



EN EL CD: PRÁCTICA 29 - Secuencia forzada



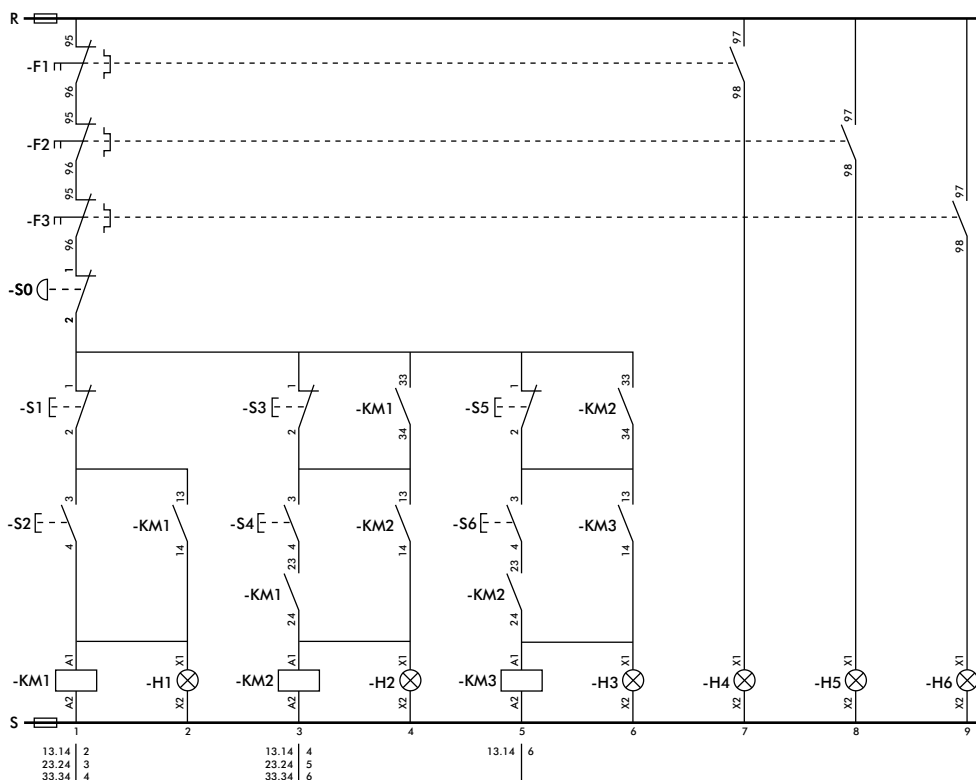
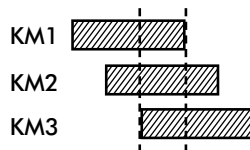
ON OFF

S1 S2 S3 S4 S5 S6

S0

Interactúa con este circuito y establece las semejanzas y diferencias que hay con la PRÁCTICA 28.

En este proceso se tienen dos secuencias: una para prender y otra para apagar. Como puede verse en el diagrama del proceso ambas secuencias son semejantes, ya que tanto para prender como para apagar se debe seguir el mismo orden. Además es necesario que, durante cierto tiempo del proceso, las tres etapas funcionen simultáneamente.



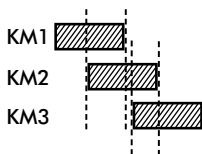
LIZADO: Para energizar las tres etapas oprime los pulsadores en el siguiente orden: S6, S4, **S2**, S6, **S4**, **S6**. Si el circuito fue correctamente realizado, cada vez que se oprime un pulsador que está en nebrilla, se irán energizando las tres etapas que conforman la secuencia, en forma sucesiva.

Para desenergizar la secuencia oprime los pulsadores en el siguiente orden: S5, S3, **S1**, S5, **S3**, **S5**. Si el circuito está correcto, cada vez que se oprime un pulsador en negrilla, se irán desenergizando las etapas del proceso en forma sucesiva.

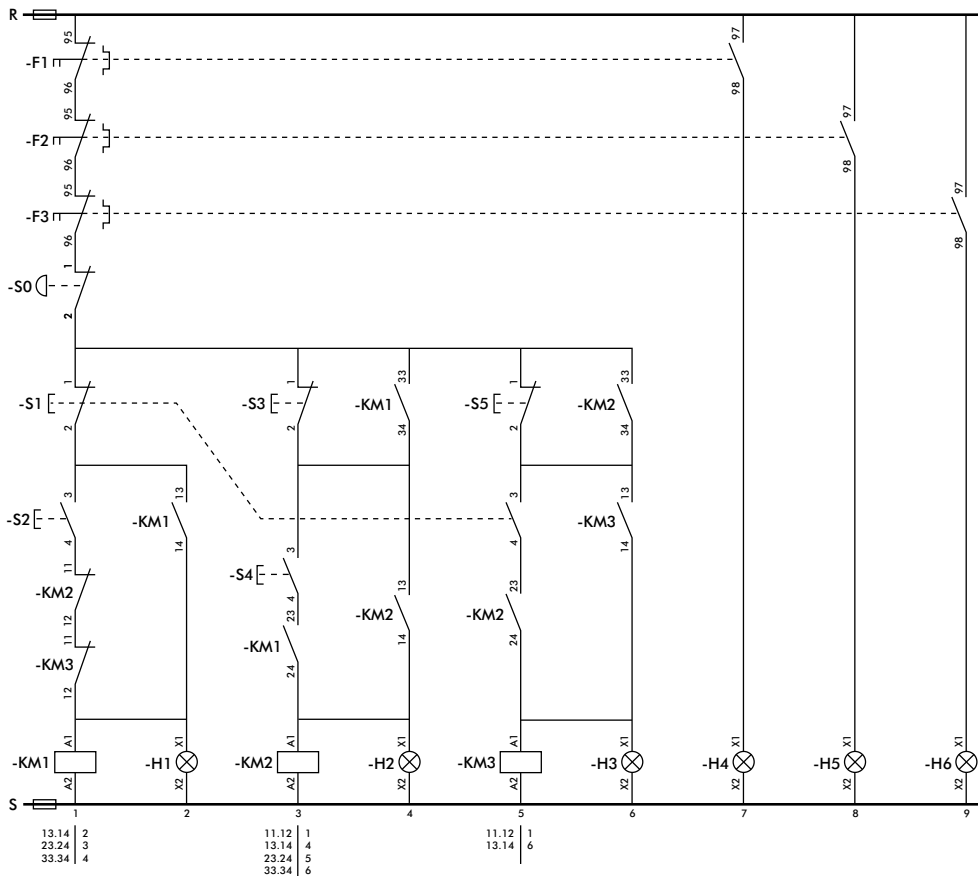
OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Práctica 7.6. VARIACIÓN DEL SISTEMA FIFO NO FORZADO



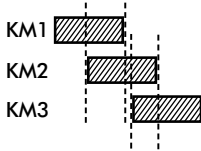
A simple vista el proceso parece ser un sistema FIFO, pero si observamos con un poco de detenimiento veremos que, para que la tercera etapa entre en funcionamiento, es indispensable que la primera etapa haya dejado de funcionar, de tal manera que, aunque las tres etapas prenden y apagan como si fuera un sistema FIFO, en ningún momento permanecen energizadas las tres etapas, sino únicamente dos de ellas.



OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

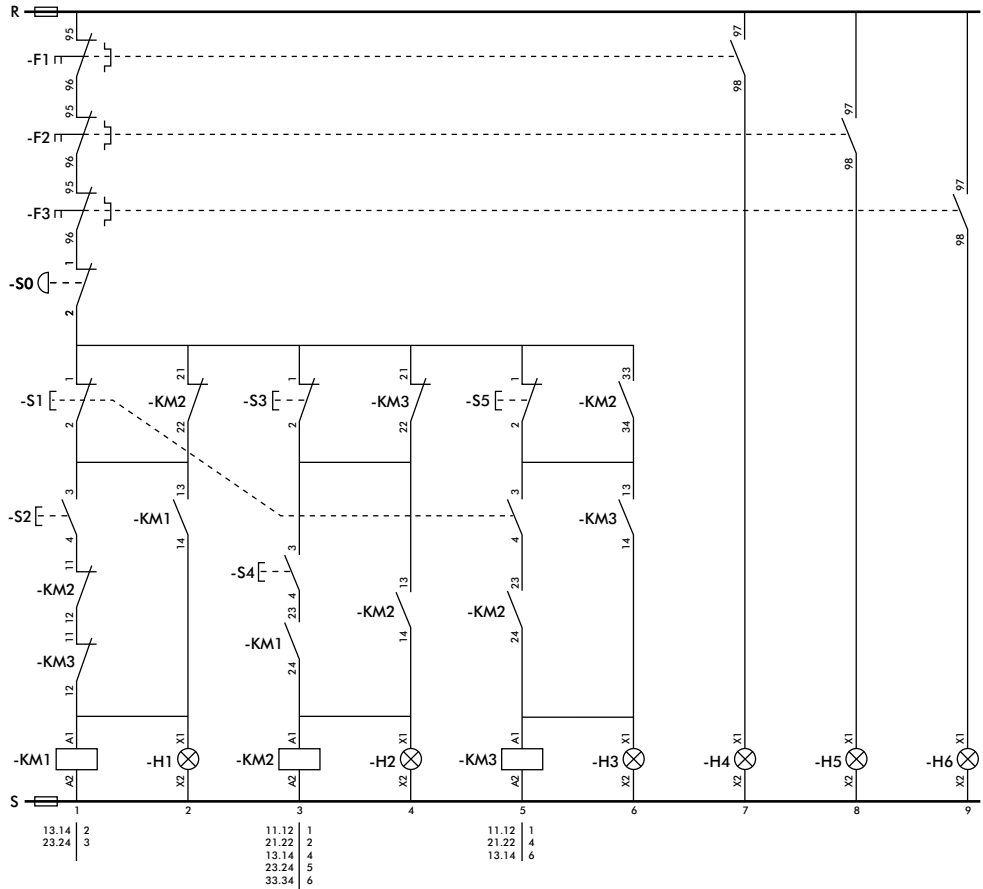
[illegible]

Práctica 7.7. VARIACIÓN DEL SISTEMA FIFO FORZADO



En la práctica anterior, la secuencia podía ser interrumpida en cualquier momento, por ser una secuencia no forzada. Mediante algunos cambios en el diseño, es posible cambiar este proceso en una secuencia forzada.

Es importante que se realice la prueba del montaje en forma correcta, teniendo presente lo visto en prácticas anteriores.

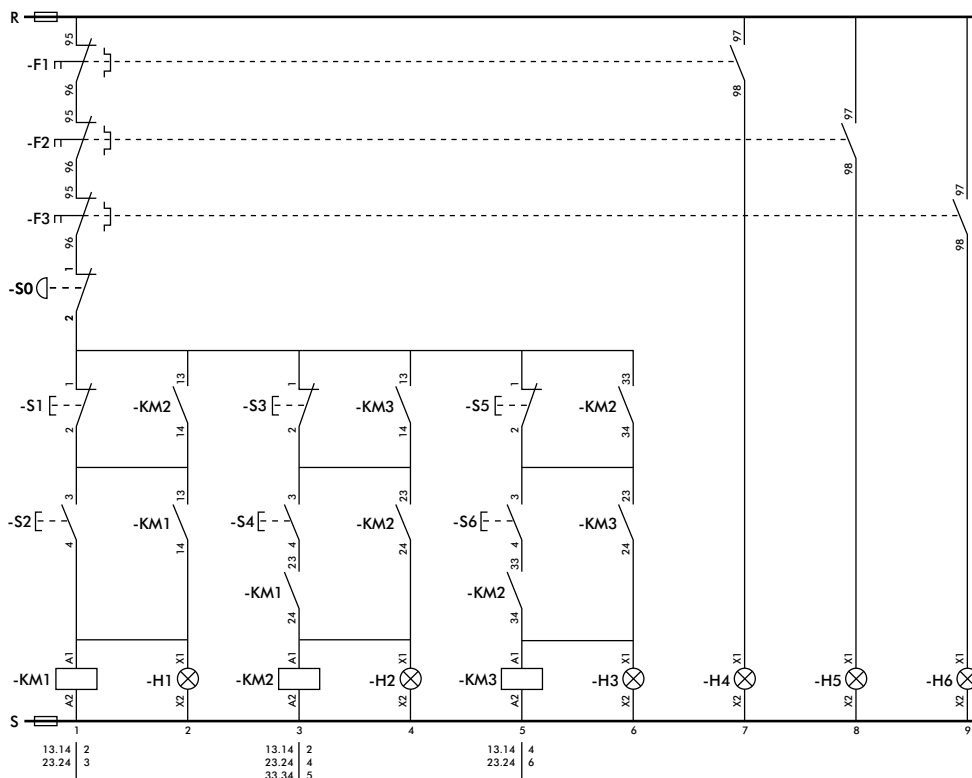
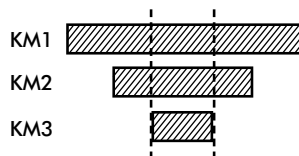


OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Práctica 7.8. SISTEMA LIFO (ÚLTIMOS EN ENTRAR, PRIMEROS EN SALIR) NO FORZADO

En este proceso se tienen dos secuencias: una para prender y otra para apagar. Como puede verse en el diagrama del proceso ambas secuencias son opuestas, ya que para prender se sigue un orden y para apagar se invierte completamente el orden. Además es necesario que, durante cierto tiempo del proceso, las tres etapas funcionen simultáneamente.



ENSAYO DEL MONTAJE REALIZADO: Para tener total seguridad de que el montaje ha sido bien hecho, aplica los mismos criterios usados al probar el sistema FIFO.

Compara el esquema de funcionamiento del sistema FIFO con éste, y establece las semejanzas y diferencias que hay entre ambos sistemas y diseños, antes de iniciar el montaje de esta práctica.

OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

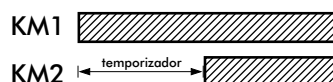
5.3. CONTROL AUTOMÁTICO Y MANUAL-AUTOMÁTICO DE VARIOS MOTORES EN FORMA SECUENCIAL

PRÁCTICA 8 - SECUENCIA SEMIAUTOMÁTICA Y AUTOMÁTICA CON TEMPORIZADORES

Práctica 8.1. INICIAR LA SEGUNDA ETAPA POR MEDIO DE UN TEMPORIZADOR

Es posible diseñar el circuito de mando de este proceso de muchas formas, dependiendo del tipo de temporizador que se emplee y la ubicación que tenga. Por este motivo, en estas prácticas con temporizadores, a manera de ejemplo y por motivos didácticos, se presentan una serie de diseños con diferentes tipos de temporizadores, para poder entender mejor las diferencias y particularidades que tiene cada uno de ellos.

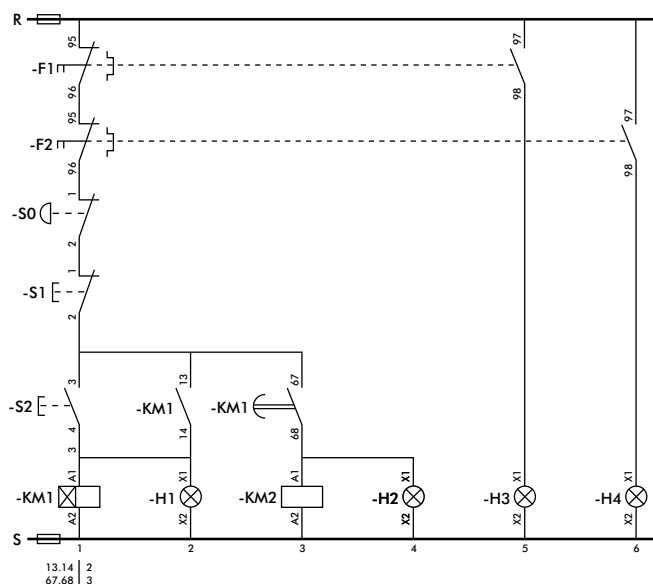
La secuencia consiste en iniciar automáticamente la segunda etapa, después de cierto tiempo de haber iniciado la primera etapa, y que sigan funcionando ambas hasta que el operario apague, al mismo tiempo, las dos etapas.



Práctica 8.1.1. CON UN TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO

Como el bloque temporizado actúa con la misma armadura de KM1, tan pronto se energice éste, comenzará a temporizar, de tal manera que transcurrido el tiempo de temporización, se energizará KM2 al cerrarse el contacto temporizar 67-68.

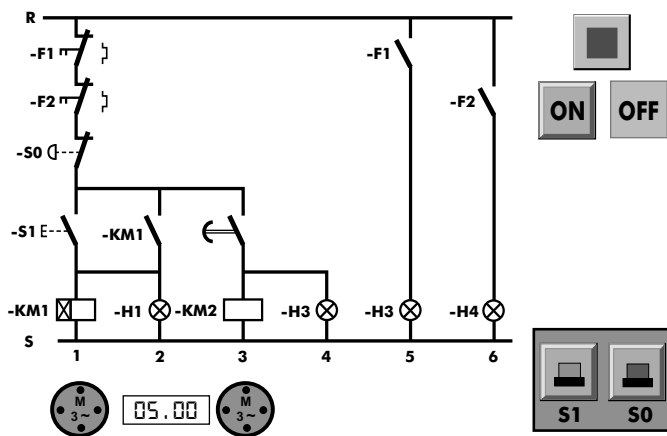
El circuito puede interrumpirse en cualquier momento, con S1 o con el pulsador de paro de emergencia. Para que la secuencia sea forzada, se debe colocar un contacto auxiliar NC de KM2, en paralelo con el pulsador S1.



OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

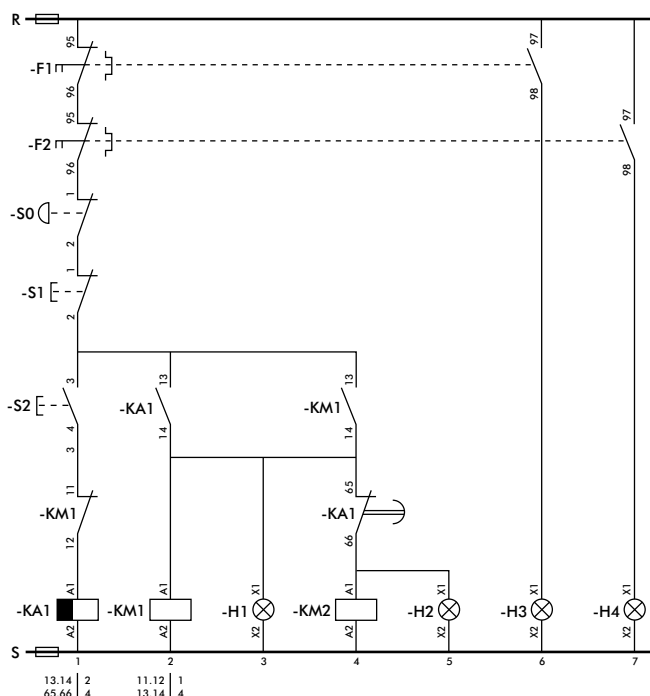
[illegible]

EN EL CD: PRÁCTICA 30 - Con un temporizador neumático al trabajo



1. Energiza el circuito y activa la bobina del contactor KM1 haciendo click en S1.
2. Inmediatamente empieza el conteo del tiempo, y el funcionamiento del primer motor.
3. Sigue interactuando con el circuito para entender completamente el funcionamiento de los contactos instantáneos y temporizados, luego saca algunas conclusiones.

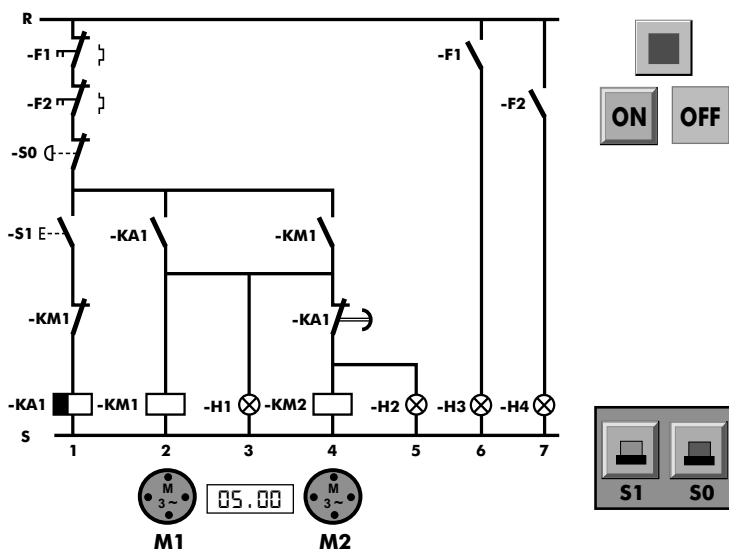
Práctica 8.1.2. CON UN TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL REPOSO



Al pulsar S2 se energiza KA1 y KM1, por 13-14 de KA1, y se abre 11-12 de KM1, desenergizando la bobina de KA1, de manera que la temporización comienza tan pronto se energiza el contactor KM1. KM2 no se energiza, porque el contacto 65-66 se abre antes de que se cierre 13-14 de KA1, manteniéndose abierto durante toda la temporización, concluida la cual KM2 se energiza, al pasar 65-66 nuevamente al estado de reposo.

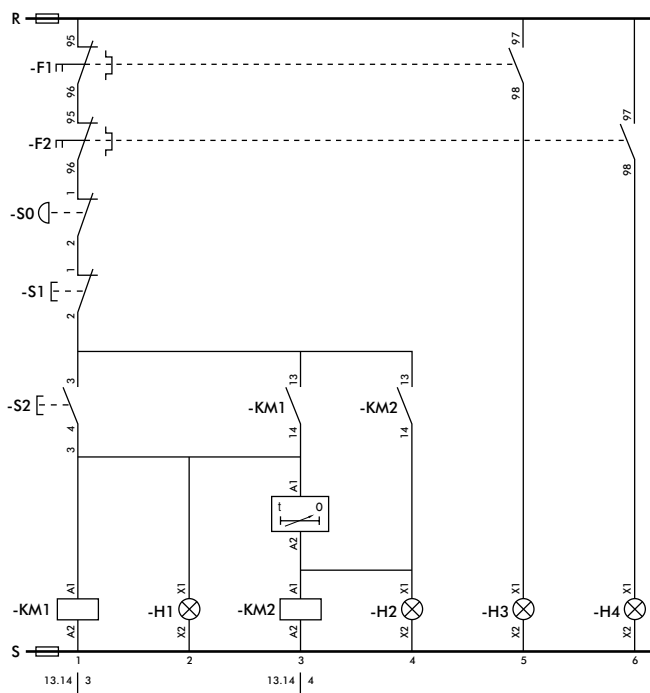
OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

EN EL CD: PRÁCTICA 31 - Con un temporizador neumático al reposo



1. Energiza el circuito y activa la bobina del contactor KA1.
2. Observa qué sucede con el contacto temporizado de KA1, la bobina del contactor de KM1 y de KA1 y por qué empieza el conteo del tiempo programado.
3. Sigue interactuando con el circuito hasta entender bien cómo actúa el temporizador neumático al reposo.

Práctica 8.1.3. CON UN TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO SERIE AL TRABAJO

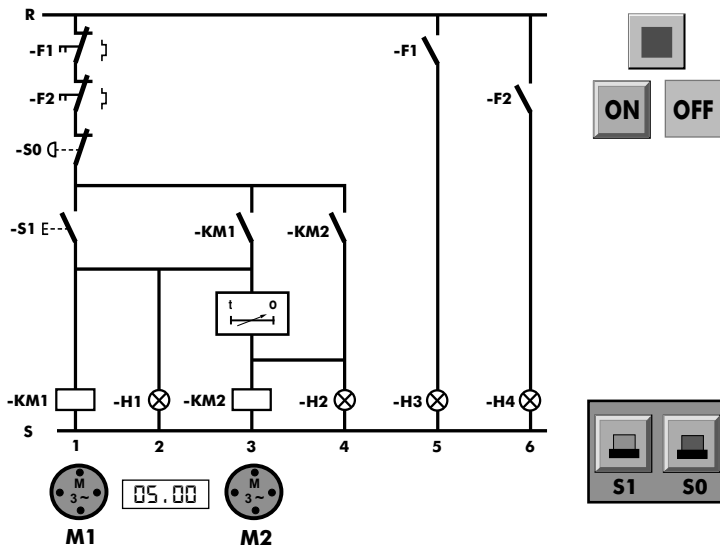


Al pulsar S2 se energiza KM1 y además queda energizado el circuito 3. KM2 no actúa, a pesar de estar energizado. En cambio el temporizador electrónico si comienza a temporizar. Transcurrido el tiempo de temporización, KM2 recibe la tensión casi total, de manera que puede comenzar a actuar. El contacto 13-14 de KM2, al cerrarse, sirve para anular (puentear) el temporizador.

OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

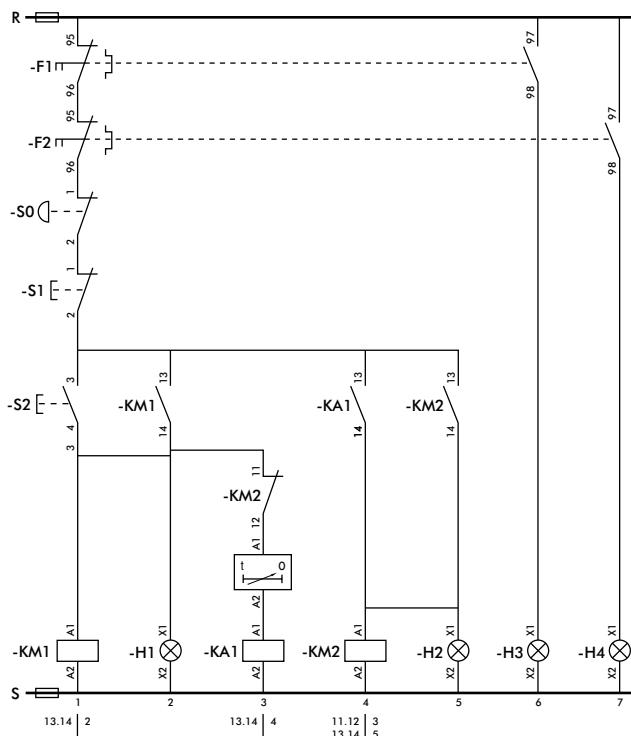
EN EL CD: PRÁCTICA 32 - Con un temporizador electrónico serie al trabajo



1. Energiza el circuito y activa la bobina del contactor KM1.
2. Observa qué sucede con el temporizador electrónico serie al trabajo, la bobina del contactor KM2 y el tiempo programado.
3. Sigue interactuando con el circuito, para entender muy bien, la forma en que temporiza el temporizador electrónico serie al trabajo.

Práctica 8.1.4. CON UN TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO SERIE AL TRABAJO

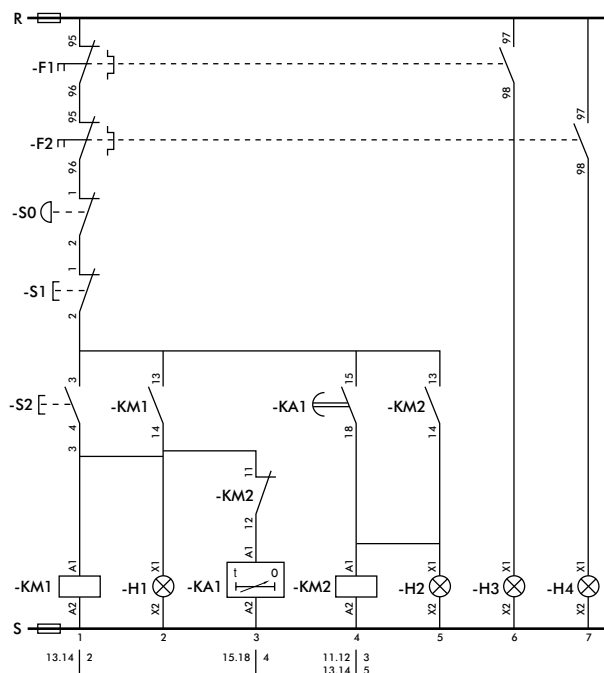
En este diseño se emplea un contactor auxiliar, y no directamente el contactor principal, en serie con el temporizador. Al pulsar S2 se energiza KM1 y comienza la temporización.



Concluida ésta, actúa KA1 de manera que al cerrarse 13-14 de KA1 se energiza KM2, autososteniéndose por 13-14 de KM2. Simultáneamente se abre el contacto 11-12 de KM2 desenergizándose todo el circuito 3 (KA1 y el temporizador electrónico).

[illegible]

Práctica 8.1.5. CON UN TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO MULTIFUNCIÓN AL TRABAJO

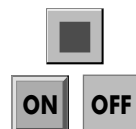
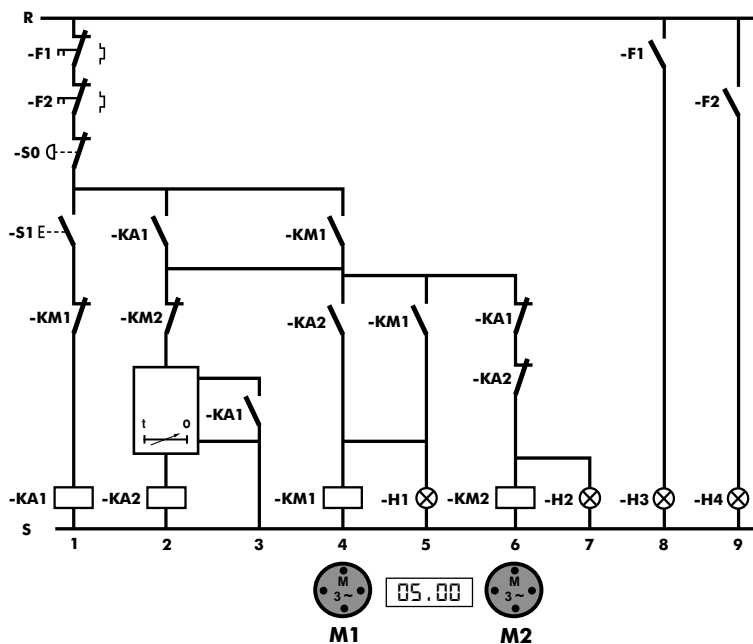


El circuito es muy parecido al del temporizador neumático al trabajo. Al pulsar S2, se energiza KM1 y además el temporizador electrónico KA1, de manera que comienza inmediatamente la temporización. Transcurrido el tiempo de temporización se cierra el contacto 15-18 de KA1 y se energiza KM2, autososteniéndose por 13-14. El contacto 11-12 de KM2 se usa para desenergizar el temporizador KA1.

OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

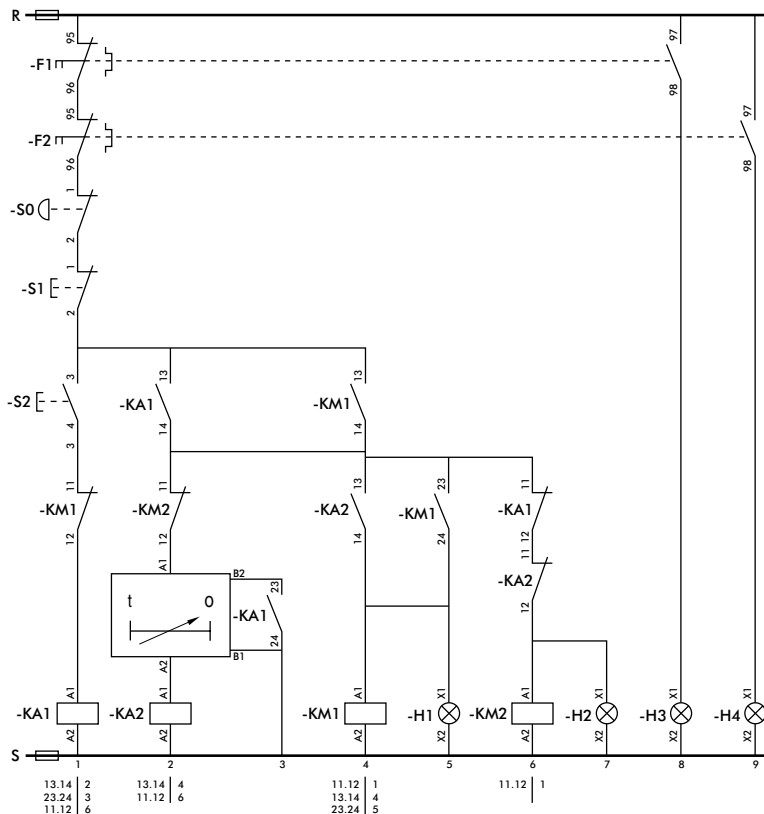
[illegible]

EN EL CD: PRÁCTICA 33 - Con un temporizador electrónico serie al reposo



Sigue interactuando con el circuito, para entender muy bien la forma en que funciona el temporizador electrónico serie al reposo.

Práctica 8.1.6. CON UN TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO SERIE AL REPOSO



Al pulsar S2 se energiza KA1. En ese momento se realizan una serie de acciones: primero se abre 11-12 de KA1, para impedir que se energice KM2 antes que KM1, y luego se cierra 13-14 de KA1, para energizar el circuito del temporizador electrónico, y al mismo tiempo se cierra 23-24 de KA1. Al cerrarse este contacto, actúa inmediatamente el contactor KA2, de manera que se abre el contacto 11-12 de KA2, y se cierra el contacto 13-14 de KA2 para energizar KM1, el cual se autosostiene por su contacto 13-14.

Inmediatamente se abre 11-12 de KM1, desenergizándose KA1, por lo cual vuelve a cerrarse 11-12 de KA1 y a abrirse tanto 13-14 como 23-24 de KA1. Al abrirse 23-24 de KA1 el temporizador comienza a temporizar. Por su parte KA2 sigue actuando durante el tiempo de temporización, concluido el cual deja de actuar. En ese momento 13-14 de KA2 se abre, 11-12 de KA2 se cierra y KM2 se energiza.

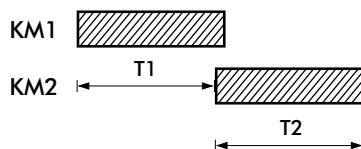
Al energizarse KM2 se abre I1-12 de KM2 desenergizándose tanto el temporizador como KA2, quedando en funcionamiento solamente KM1 y KM2.

OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Práctica 8.2. INICIAR LA SEGUNDA ETAPA AUTOMÁTICAMENTE ANTES DE QUE SE APAGUE LA PRIMERA ETAPA Y APAGADO AUTOMÁTICO DE LA SEGUNDA ETAPA

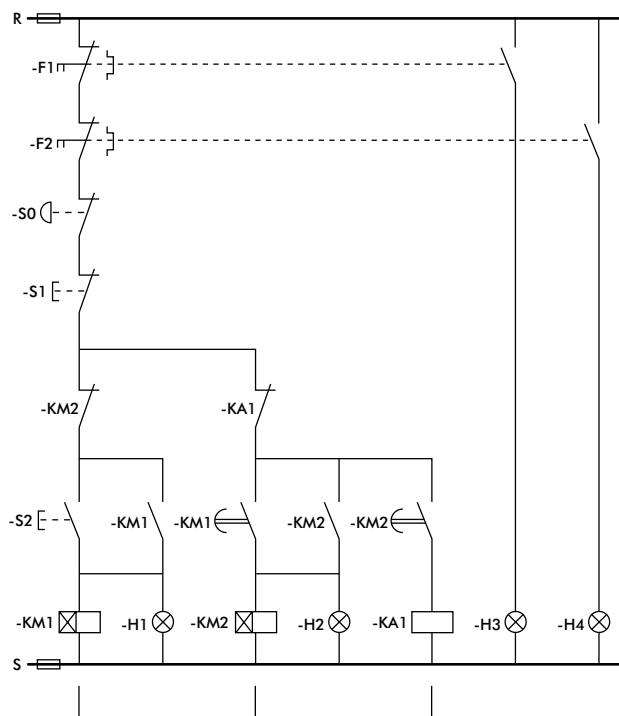
La secuencia consiste en iniciar automáticamente KM2, después de cierto tiempo (T1) de haber iniciado KM1, y que se apague la primera etapa después de que haya comenzado a funcionar KM2. El paro de la segunda etapa se debe producir también automáticamente, después de cierto tiempo (T2) de funcionamiento.



Es muy importante tener presente que, cuando se emplean varios temporizadores, los tiempos no deben superponerse sino ejecutarse uno a continuación de otro.

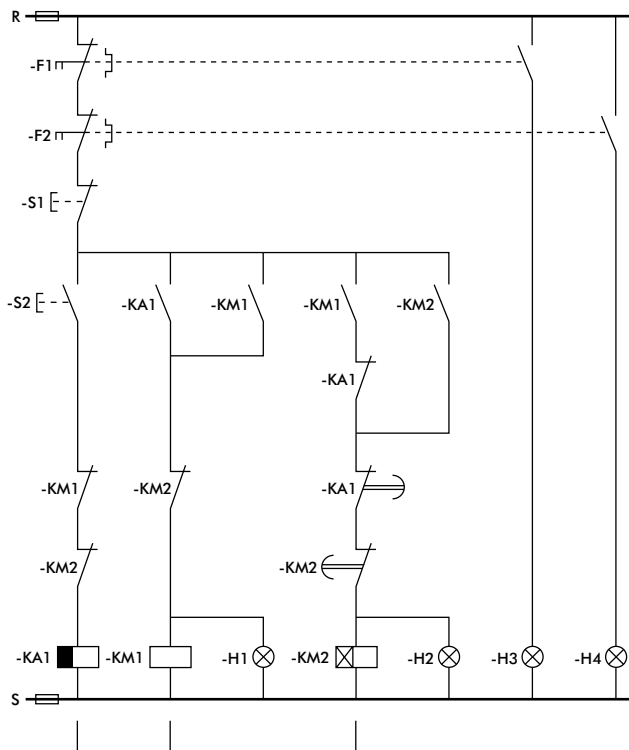
A partir del siguiente esquema se consignan solamente las marcas e índices de los símbolos. Sin embargo es necesario tener presente que para poder analizar correctamente un esquema y realizar su correspondiente montaje, es indispensable completar el esquema colocando los índices correspondientes a las entradas y salidas, la numeración de los circuitos y la tabla, en la parte inferior de cada bobina, con todos los contactos pertenecientes a dicha bobina.

Práctica 8.2.1. CON DOS TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS AL TRABAJO

[illegible]

Al pulsar S2 se energiza KM1 e inmediatamente comienza la temporización del primer temporizador. Finalizada la temporización se energiza KM2. Tan pronto se energiza KM2 comienza a temporizar el segundo temporizador y además se desenergiza KM1. Al concluir la temporización del segundo temporizador se desenergiza todo el circuito.

Práctica 8.2.2. CON UN TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL REPOSO Y OTRO AL TRABAJO



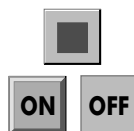
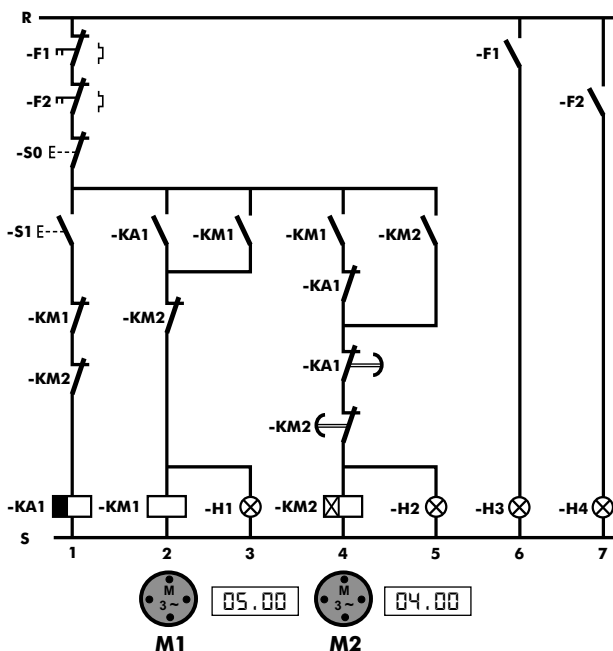
Al pulsar S2 se energiza KA1 y KM1. El primer temporizador (al reposo), comienza a temporizar tan pronto se desenergiza KA1. KM2 se energiza cuando el temporizador al reposo finalice la temporización.

Simultáneamente el temporizador al trabajo comienza a temporizar, finalizado el cual se desenergiza todo el circuito.

OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

EN EL CD: PRÁCTICA 34 - Con un neumático al trabajo y otro al reposo



1. Energiza el circuito y activa la bobina del contactor KA1.
2. Observa qué sucede con el contacto temporizado de KA1, la bobina del contactor de KM1, de KM2 y de KA1 y por qué empieza el conteo del tiempo programado en cada temporizador.

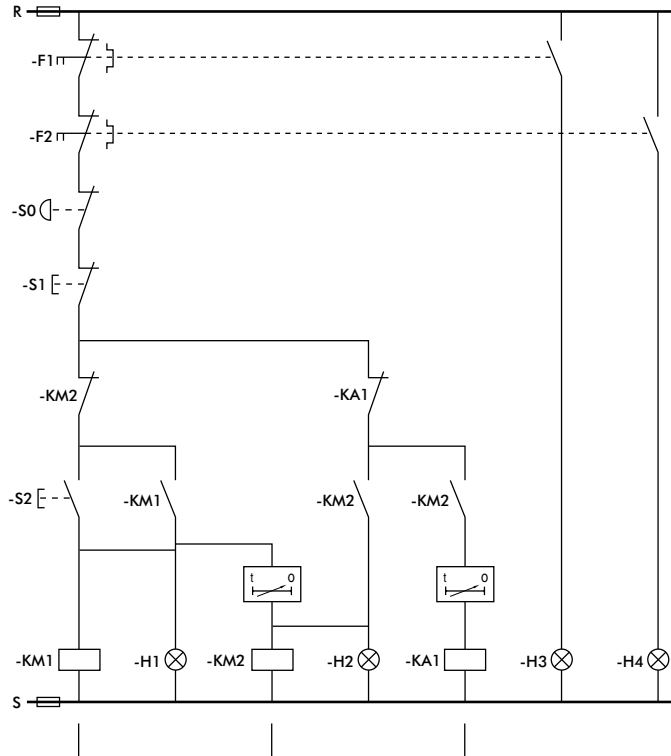


Sigue interactuando con el circuito hasta entender muy bien las semejanzas y diferencias entre los temporizadores al reposo y al trabajo.

Práctica 8.2.3.**CON DOS TEMPORIZADORES ELECTRÓNICOS SERIE AL TRABAJO**

Al pulsar S2 se energizan KM1, el primer temporizador y KM2, pero éste no actúa por recibir una tensión muy pequeña, mientras que el primer temporizador empieza a temporizar por recibir la mayor tensión.

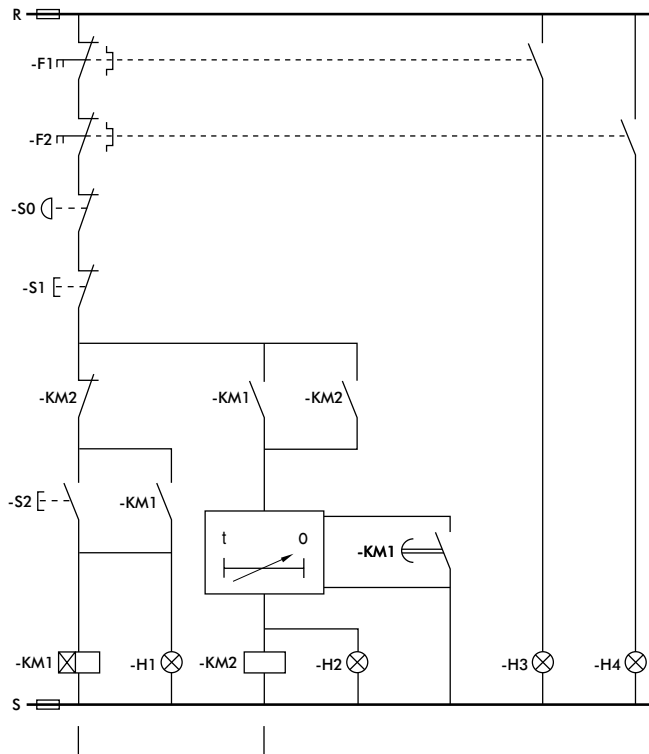
Finalizada la temporización, KM2 recibe la tensión necesaria para poder actuar. Al cambiar de estado sus contactos se desenergizan KM1 y el temporizador y se energizan el segundo temporizador y KA1. Finalizada la temporización del segundo temporizador se desenergiza todo el circuito.

**Práctica 8.2.4.****CON UN TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO Y UN TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO SERIE AL REPOSO**

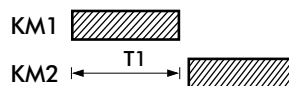
Al pulsar S2 se energizan KM1, el temporizador electrónico serie al reposo y KM2, pero solamente se activa KM1 y el temporizador neumático empieza a temporizar. Terminada la temporización, KM2 se activa y por consiguiente se desenergiza KM1. En ese momento empieza a temporizar el temporizador electrónico al reposo.

Finalizada la temporización se desenergiza todo el circuito.

Analiza muy bien la función que cumple cada uno de los contactos auxiliares.



La secuencia consiste en iniciar automáticamente la segunda etapa, después de cierto tiempo (T1) de haber iniciado KM1, siempre y cuando éste se haya apagado previamente. El paro de la segunda etapa se realiza manualmente.



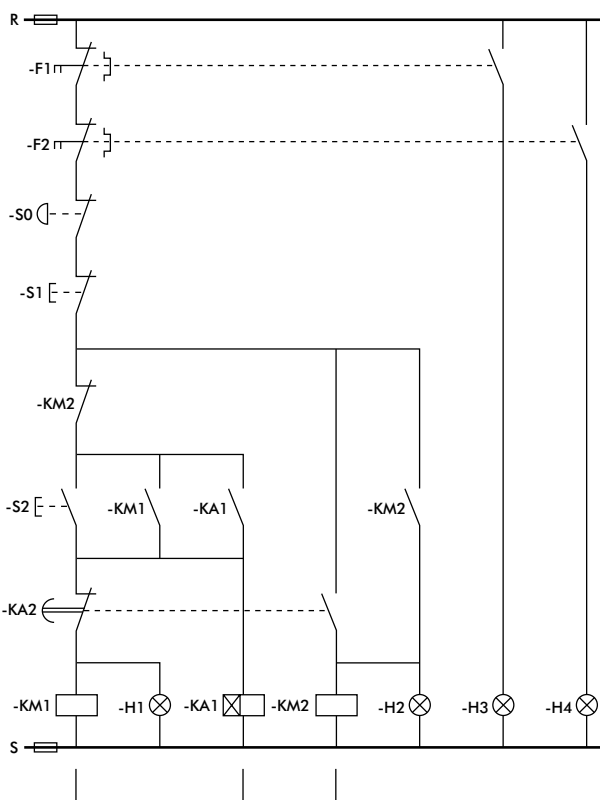
Esta secuencia es importante porque prácticamente es la misma que se emplea para los inversores de marcha y los arrancadores estrella-triángulo, por lo cual presentamos una serie de diseños, empleando diferentes tipos de temporizadores.

Práctica 8.3.1.

CON UN TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO

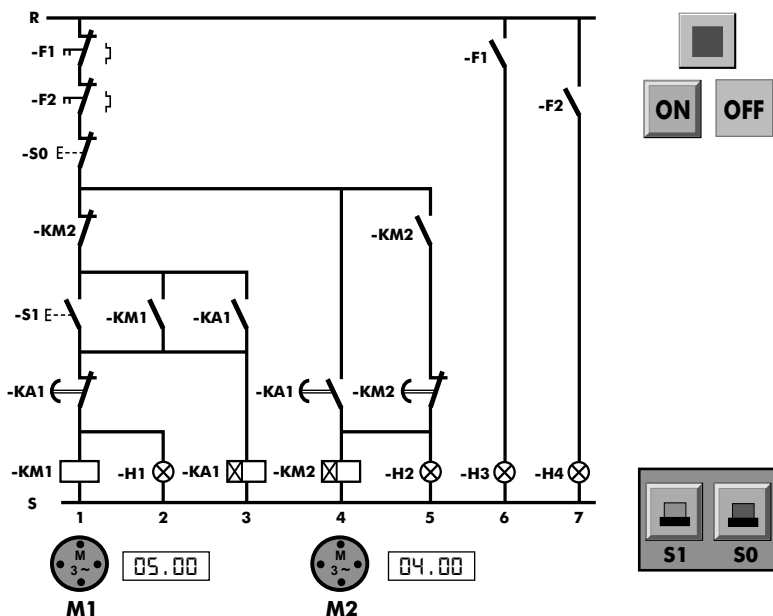
Al pulsar S2 se energiza KM1 y el temporizador comienza a temporizar. Finalizado el tiempo de temporización se desenergiza KM1 antes de que se energice KM2.

KA1 se mantiene energizado para que se energice KM2 y tan pronto se active KM2 se desenergiza KA1.



OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

EN EL CD: PRÁCTICA 36 - Con dos neumáticos al trabajo

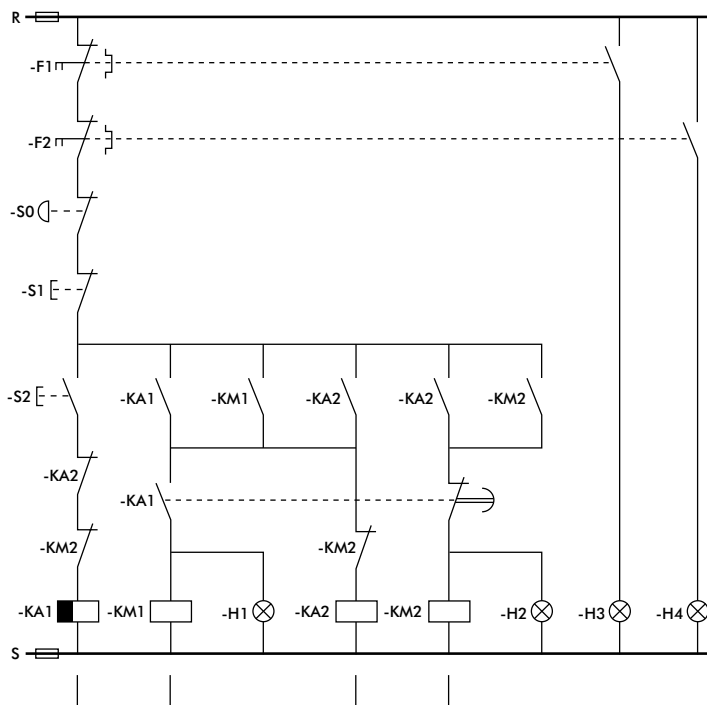


Esta práctica es igual a la práctica 8.3.1., a la cual se le ha añadido un temporizador, para que finalice el proceso automáticamente.

Interactúa con el circuito hasta entender muy bien la forma en que funcionan los dos temporizadores y puedas sacar algunas conclusiones al respecto.

Práctica 8.3.2. CON UN TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL REPOSO

Como el temporizador debe energizarse y desenergizarse para que pueda temporizar, ha sido necesario emplear un contactor auxiliar.



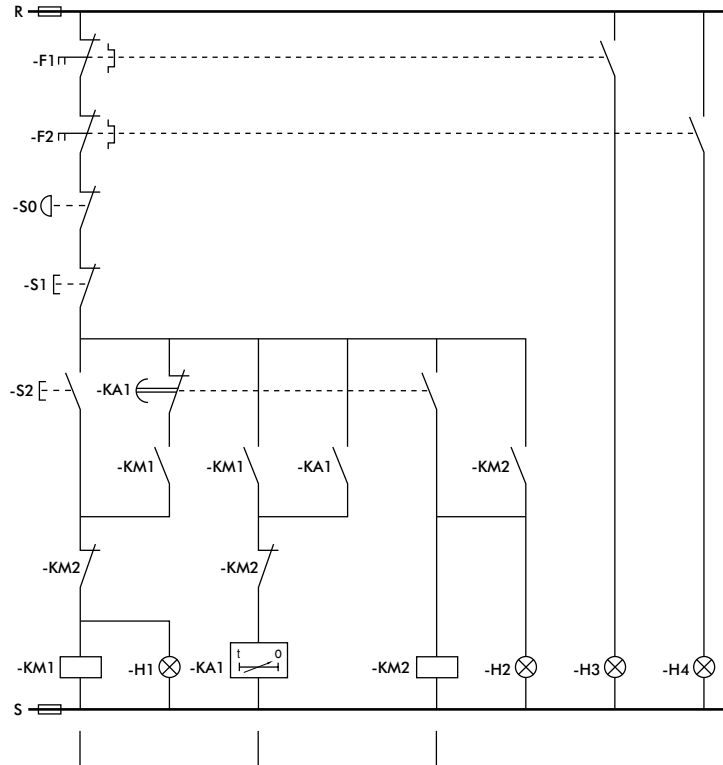
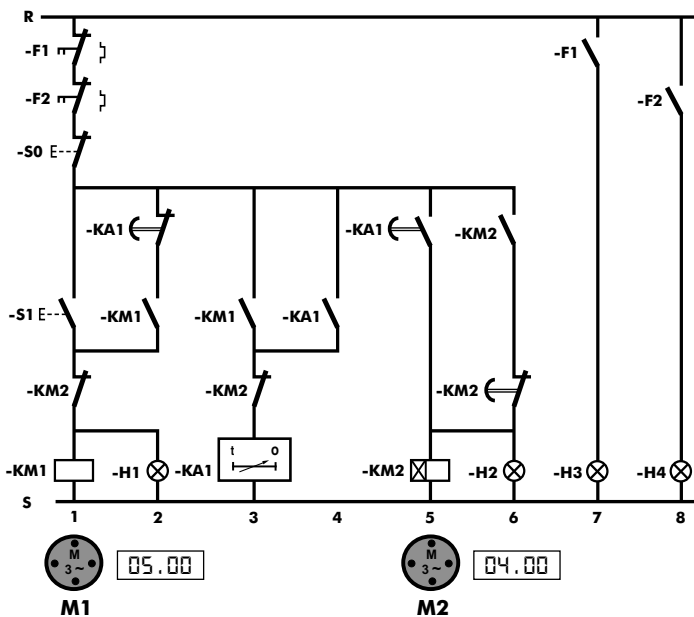
Analiza muy bien la función de los dos contactos auxiliares así como la función de los contactos auxiliares.

OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

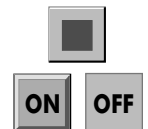
Práctica 8.3.3.**CON UN TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO AL TRABAJO MULTIFUNCIÓN O DE ALIMENTACIÓN DIRECTA**

En este diseño se emplea un temporizador electrónico que, además de poder alimentarse directamente con la tensión de red, debe tener por lo menos un contacto instantáneo NA y sus contactos temporizados tienen o pueden tener un punto común y ser de apertura lenta o brusca.

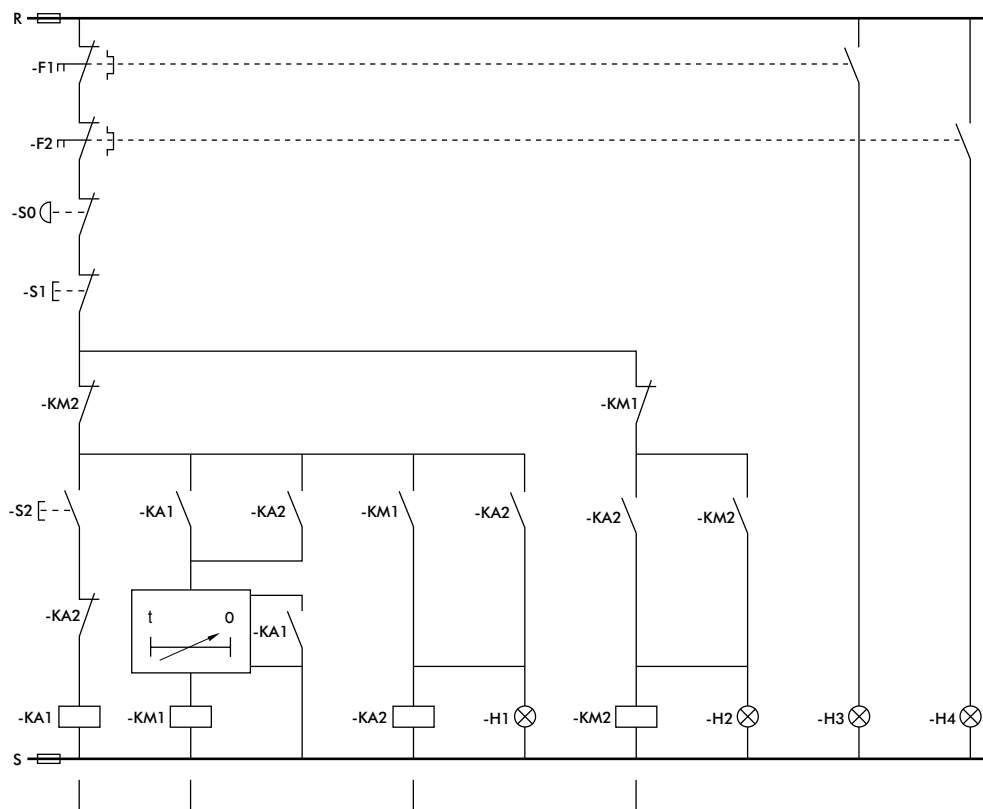
**EN EL CD: PRÁCTICA 37 - Con un neumático y multifunción, al trabajo**

Esta práctica es igual a la práctica 8.3.3., a la cual se le ha añadido un temporizador para que finalice el proceso automáticamente.

Interactúa con el circuito y saca algunas conclusiones al respecto.



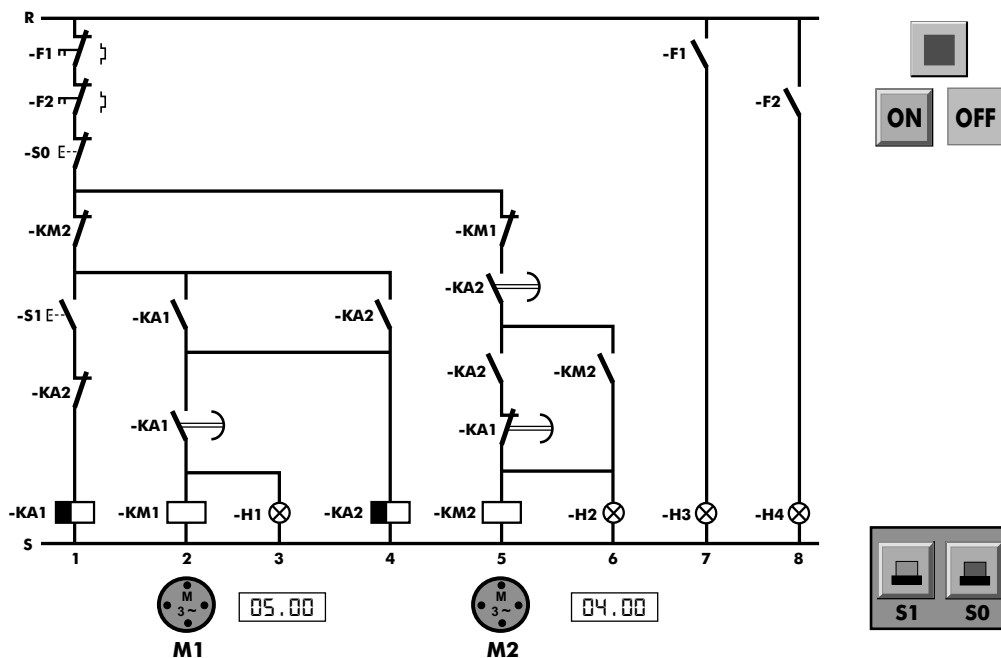
Práctica 8.3.5. CON UN TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO SERIE AL REPOSO



OBSERVACIONES SOBRE LAS ÚLTIMAS PRÁCTICAS

[illegible]

EN EL CD: PRÁCTICA 39 - Con dos neumáticos al reposo



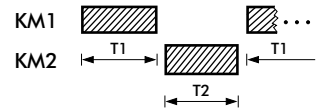
Interactúa con el circuito hasta entender muy bien la forma en que funcionan los dos temporizadores neumáticos al reposo y puedas sacar algunas conclusiones al respecto.

OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

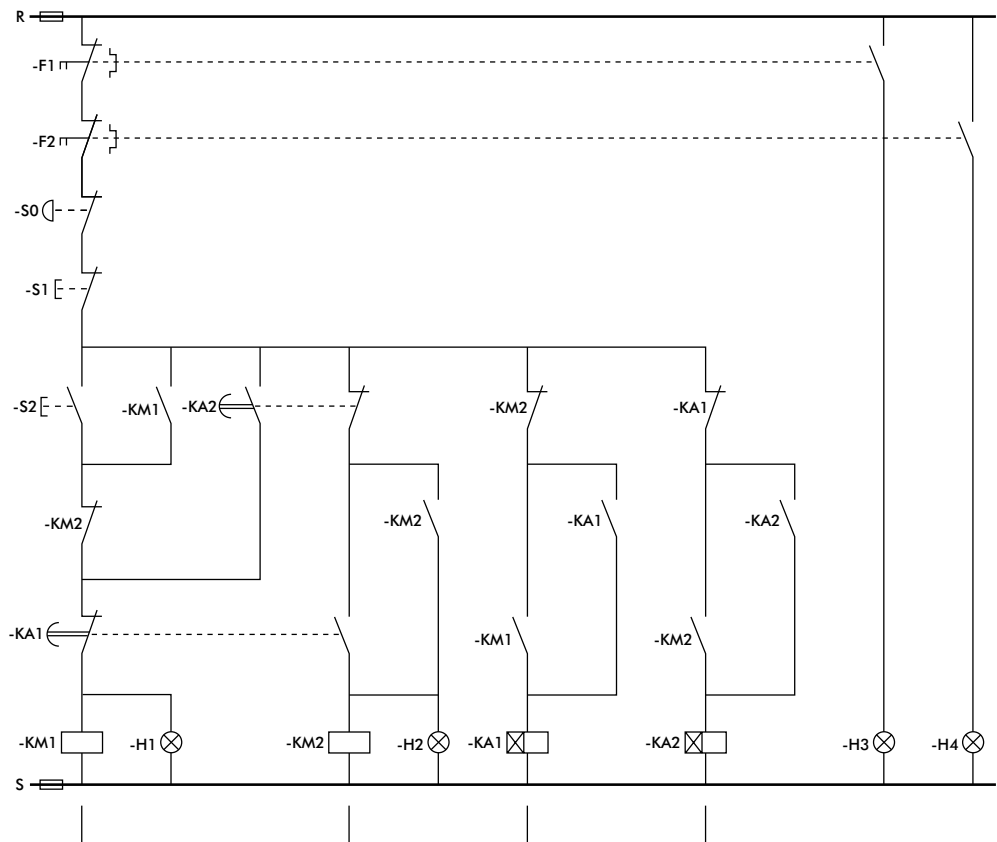
[illegible]

Práctica 9.2. SECUENCIA CÍCLICA CON DOS TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS AL TRABAJO

KM2 comienza automáticamente después de cierto tiempo (T1) de haber iniciado KM1, siempre y cuando éste se haya apagado previamente. La primera etapa se reinicia automáticamente, después de cierto tiempo (T2) de estar funcionando la segunda etapa y haberse apagado previamente ésta, y así sucesivamente.



El esquema está diseñado para contactos temporizados de **apertura lenta y apertura positiva**, lo cual nos garantiza el funcionamiento del circuito sin ningún problema.

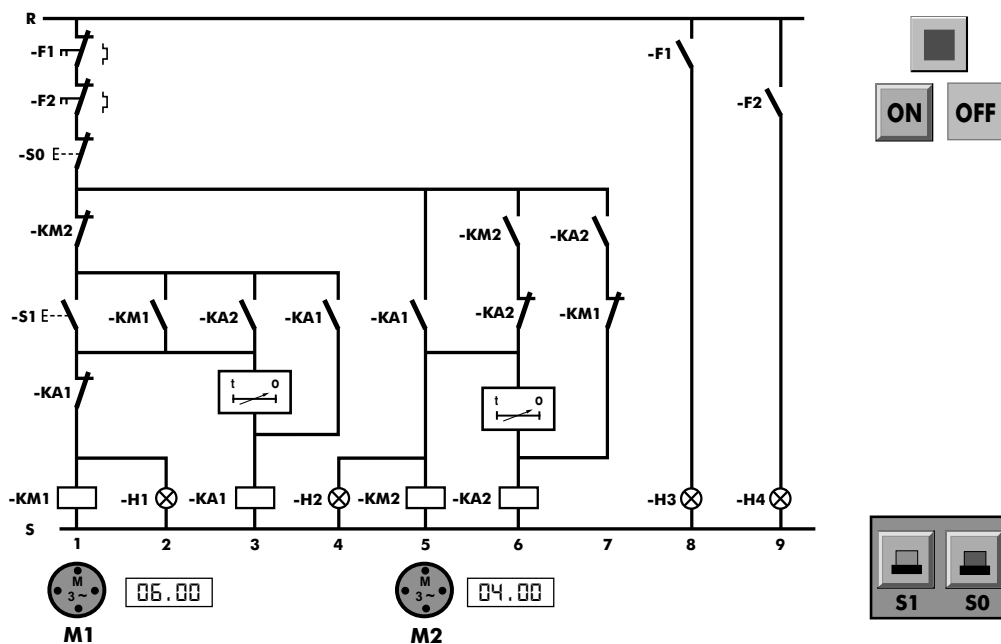


OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

EN EL CD: PRÁCTICA 40 - Cíclico con dos electrónicos serie al trabajo

Al interactuar con este ejercicio observa con cuidado las variaciones que se han tenido que realizar en el diseño, porque aunque el proceso es exactamente el mismo, los temporizadores neumáticos al trabajo han sido sustituidos por temporizadores electrónicos serie al trabajo.

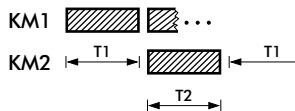
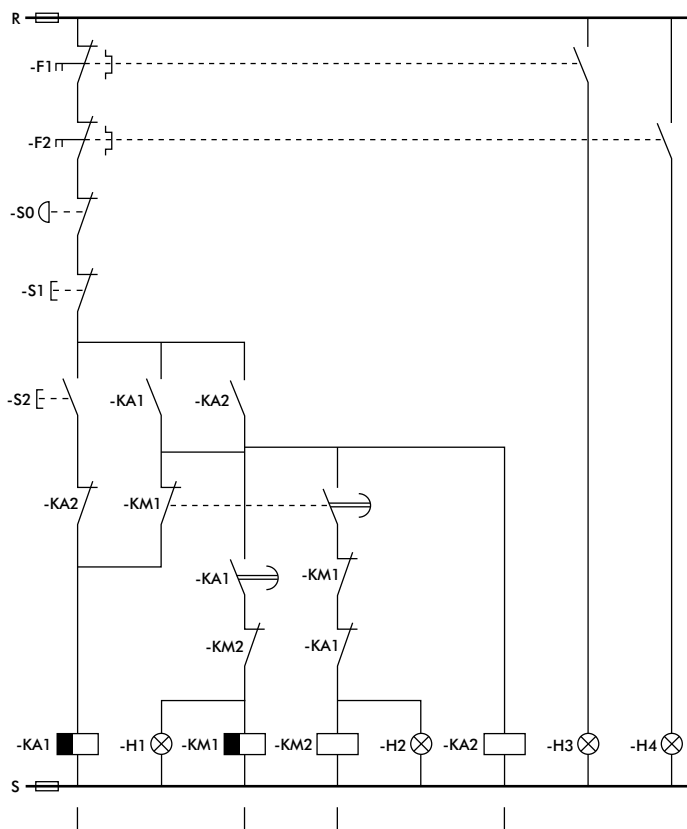


Interactúa con el circuito hasta entender muy bien la forma en que funcionan los dos temporizadores electrónicos serie al trabajo y puedas sacar algunas conclusiones al respecto.

OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Práctica 9.3. SECUENCIA CÍCLICA CON DOS TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS AL REPOSO



Al pulsar S2 se energiza KA1, de manera que se energizará KM1 y KA2 por lo cual se desenergiza inmediatamente KA1, iniciándose la temporización de T1, concluido el cual se desenergiza KM1. Al desenergizarse KM1, T2 comienza a temporizar y además se energiza KM2.

Transcurrido el tiempo de temporización de T2 se desenergiza KM2 y se energiza nuevamente KA1, con lo cual comienza de nuevo y en forma automática el ciclo.

Analiza muy bien la función que cumplen todos y cada uno de los contactos.

OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Interactúa con el circuito hasta entender muy bien la forma en que funcionan los dos temporizadores neumáticos al reposo y puedas sacar algunas conclusiones al respecto.

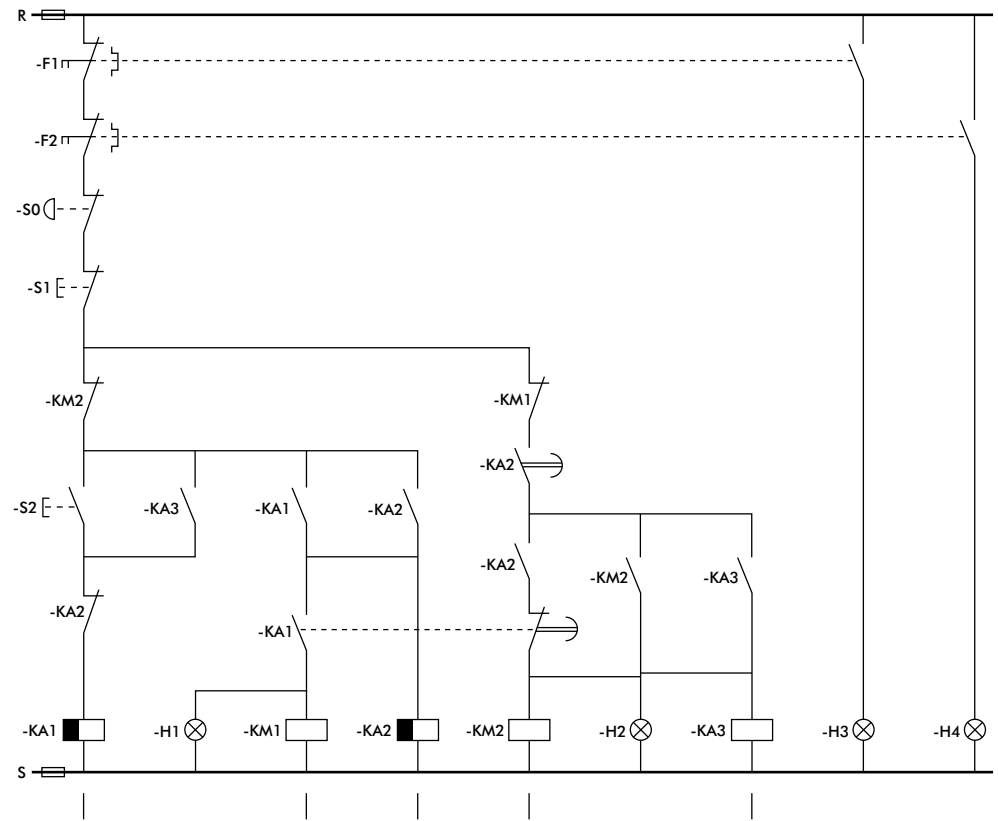
OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Práctica 9.4. PRÁCTICAS SOBRE ANÁLISIS DE ESQUEMAS DE MANDO

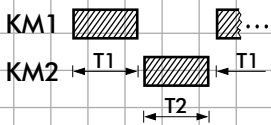
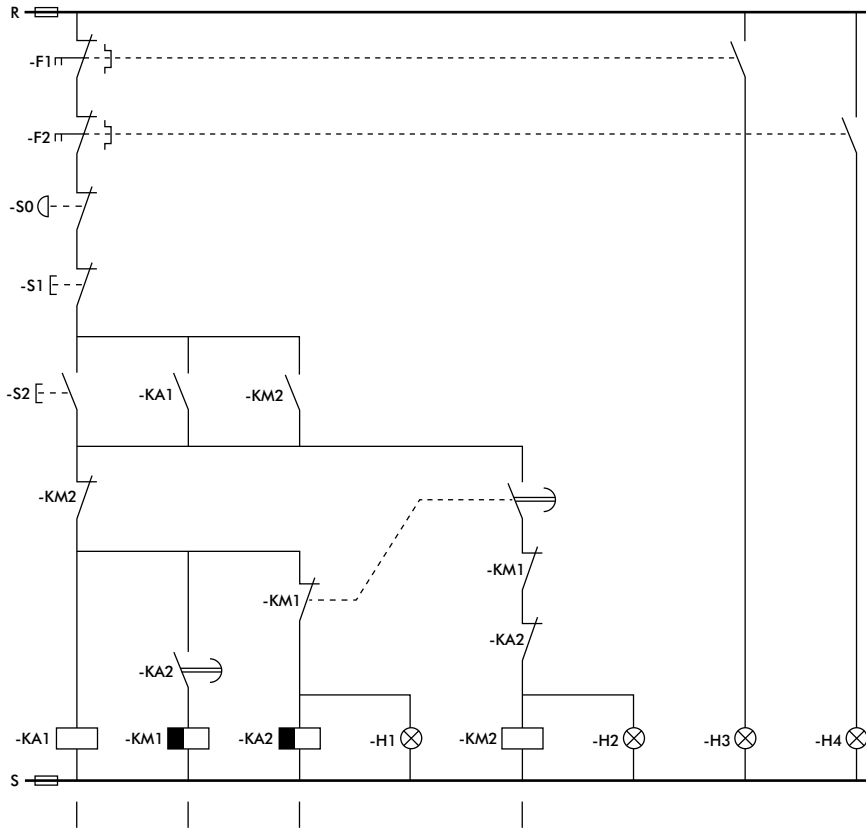
En primer lugar observa los diagramas de proceso y luego analiza los esquemas de funcionamiento propuestos para ver si son o no correctos. Sustenta las conclusiones que se obtenidas, y luego, si es necesario, realiza las modificaciones y/o correcciones.

9.4.1. SECUENCIA CÍCLICA CON DOS TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS AL REPOSO



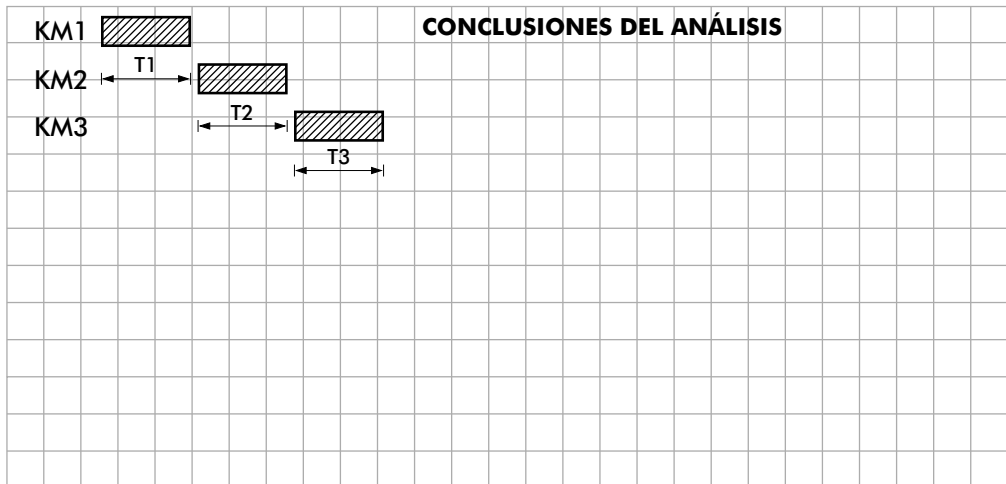
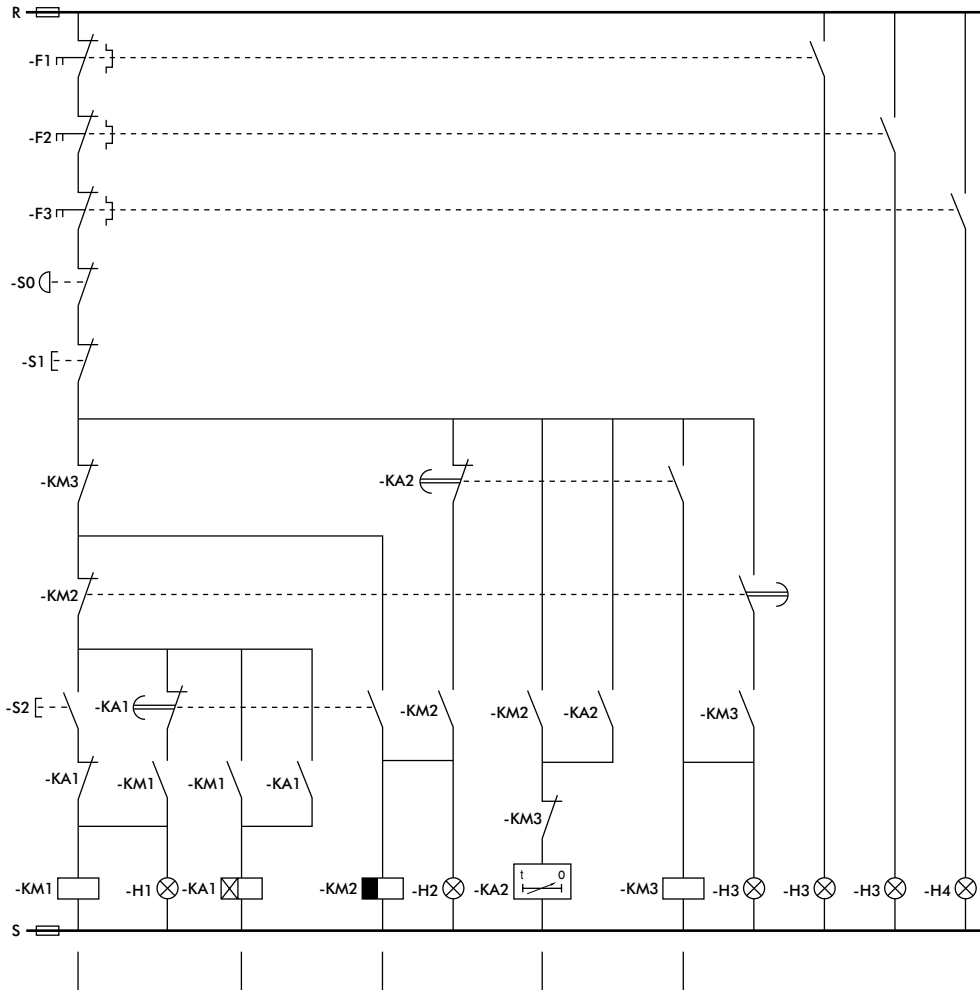
CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS	
KM1	...
KM2	T1
	T2

Práctica 9.4.2. SECUENCIA DE CICLO ÚNICO CON DOS TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS AL REPOSO



CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS

Práctica 9.4.4 SECUENCIA FORZADA Y DE CICLO ÚNICO



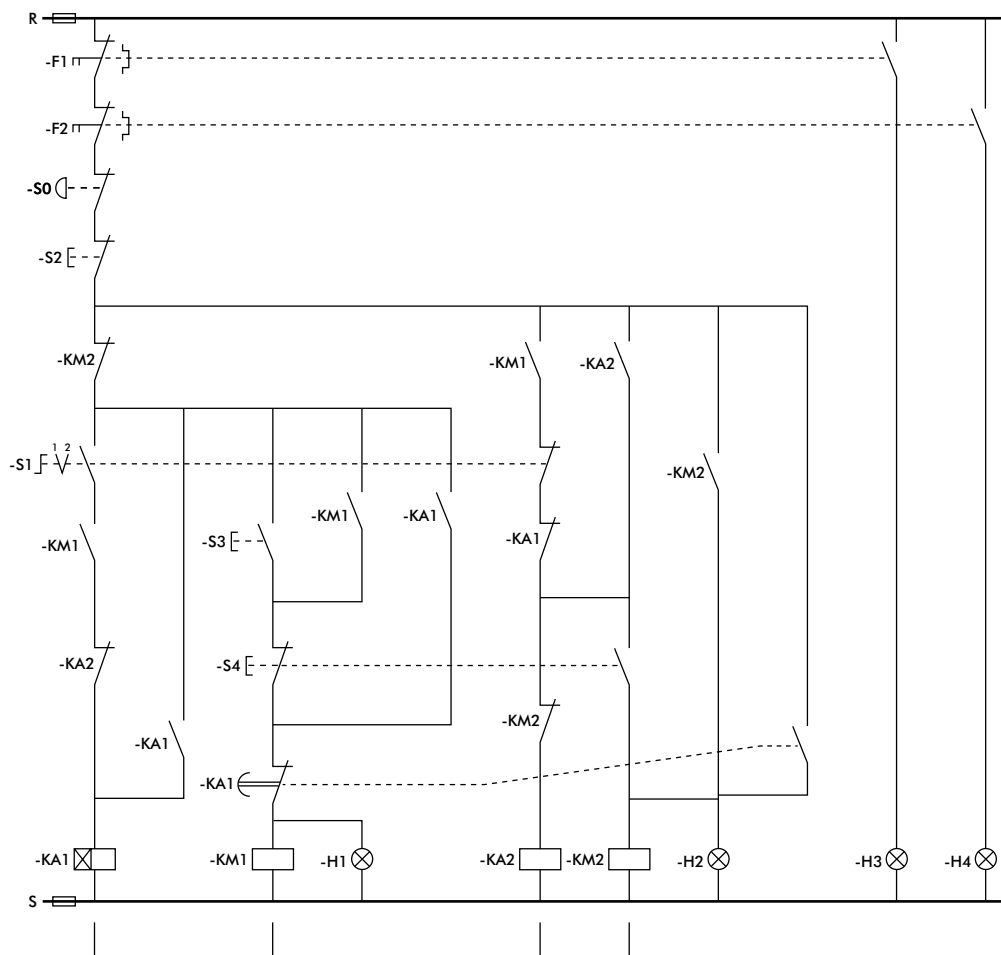
El pulsador S3 se usa para energizar la primera etapa, tanto en funcionamiento manual como en funcionamiento automático. El pulsador S4 se usa exclusivamente para energizar la segunda etapa

KM1 

KM2

KM1

Normalmente el selector no debe energizar ningún componente del circuito, sino simplemente seleccionar el tipo de funcionamiento que se va a tener. En funcionamiento, el cambio de posición del selector no debe alterar el proceso que está en marcha.

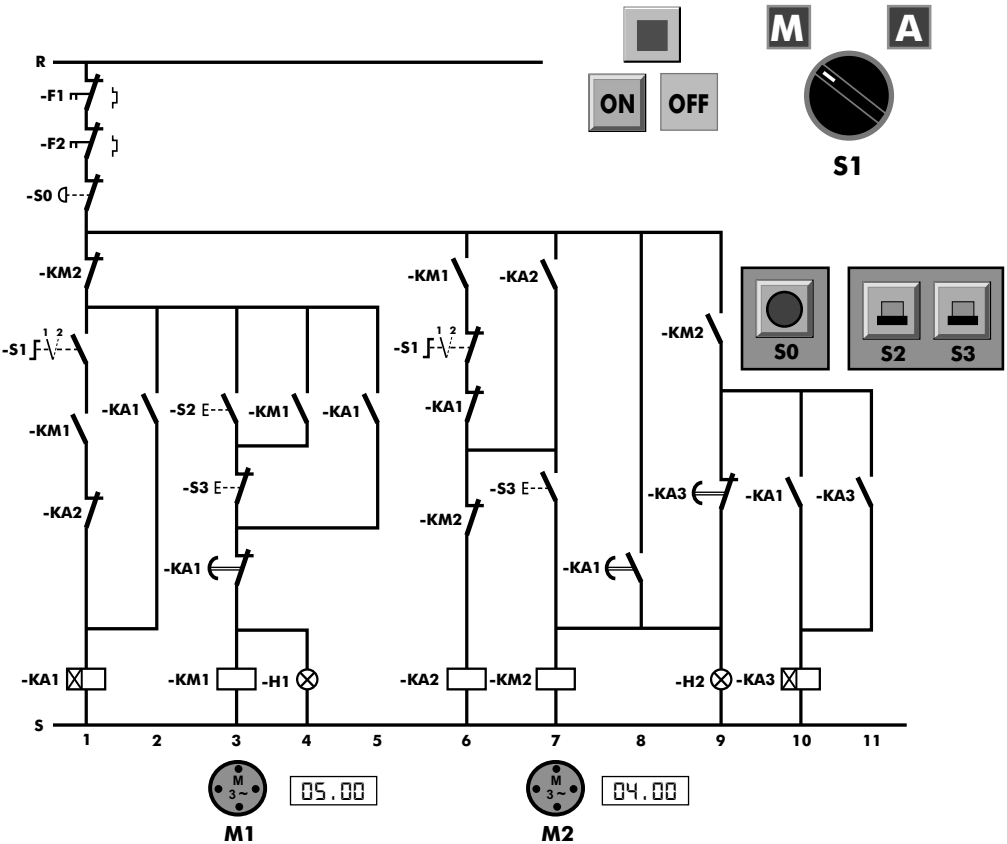


OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

EN EL CD: PRÁCTICA 42 - Control manual-automático

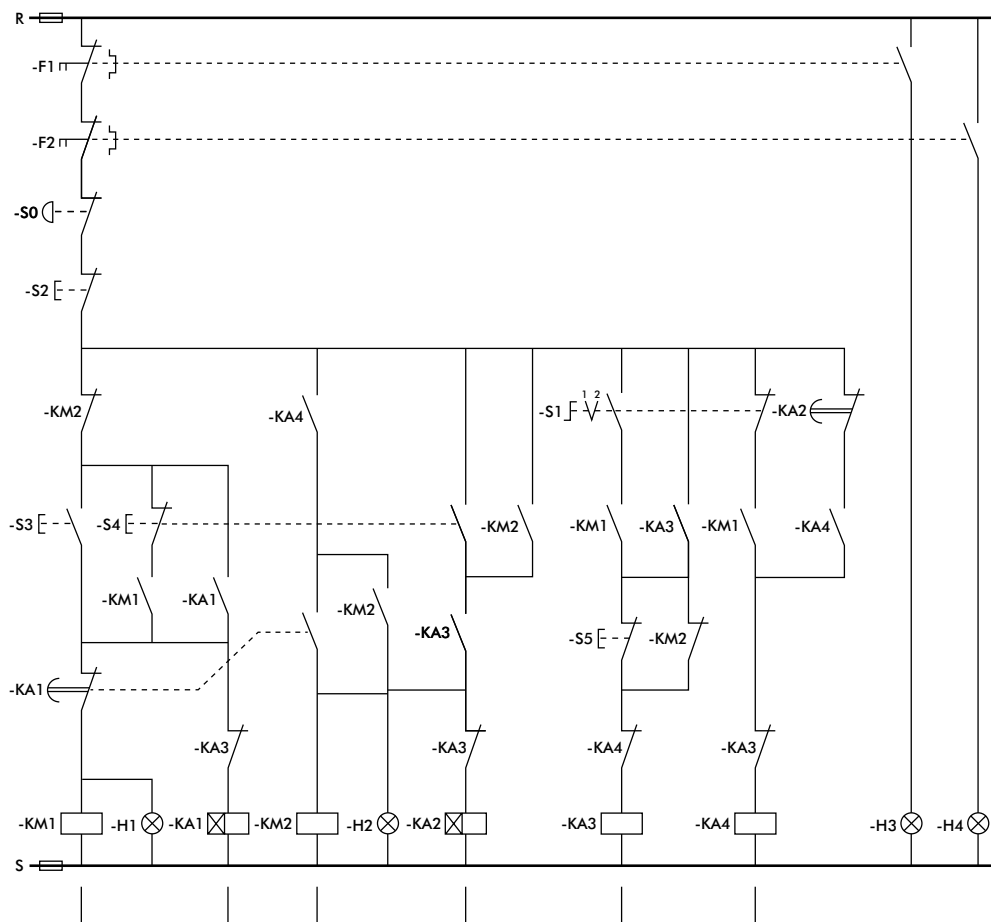
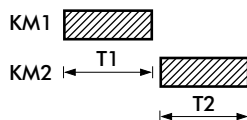
Esta práctica es igual a la práctica 9.5.2. (página 340), a la cual se le ha añadido un temporizador para que, cuando el proceso es automático, el ciclo finalice automáticamente.



1. Interactúa con el circuito para entender la función que cumple cada uno de los componentes, según lo que has ido viendo en las prácticas anteriores.
2. En la posición M del selector S1 (1 en el símbolo del selector) el circuito funcionará manualmente, y en la posición A (2 en el símbolo del selector) funcionará automáticamente.
3. Observa detenidamente qué sucede con el circuito si, cuando está trabajando en manual o en automático, cambias la posición del selector.

INTERACTÚA CON ESTE CIRCUITO Y SACA ALGUNAS CONCLUSIONES

El selector solamente elige si el control es manual o automático, por consiguiente no debe energizar ningún circuito. Iniciada una forma de control, ésta debe finalizar para poder ser modificada, aunque se cambie la posición del selector. Analizar muy bien la función de cada uno de los contactos y pulsadores.

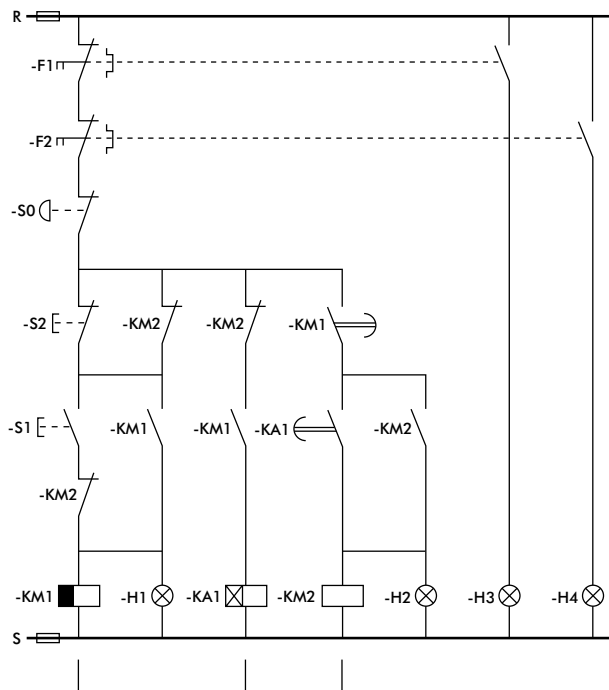


OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Práctica 10.1. SECUENCIA DE CICLO ÚNICO FORZADO CON TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS

Al analizar el diagrama del proceso y el esquema de funcionamiento, se observa que parte del control es realizado por el operario (tiempo durante el cual deben funcionar simultáneamente las dos etapas), y parte es realizado por los temporizadores, por lo cual se denomina proceso semiautomático.

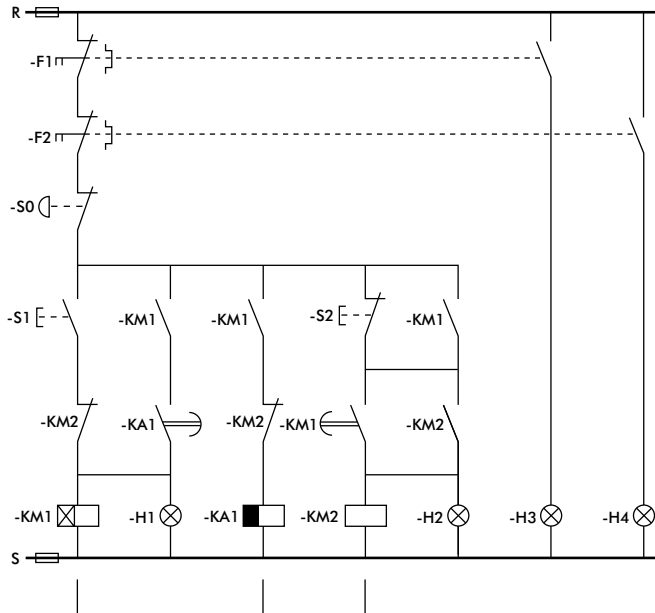
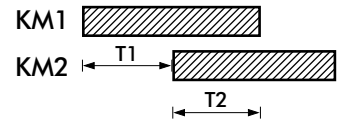


OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

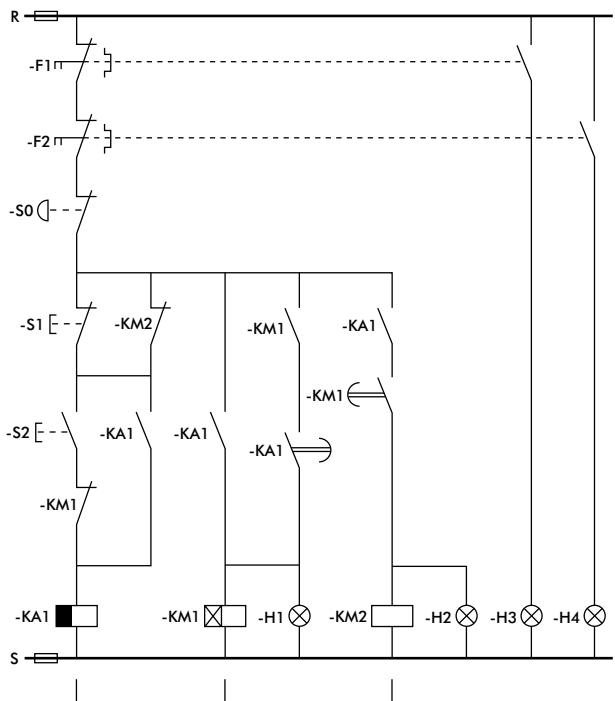
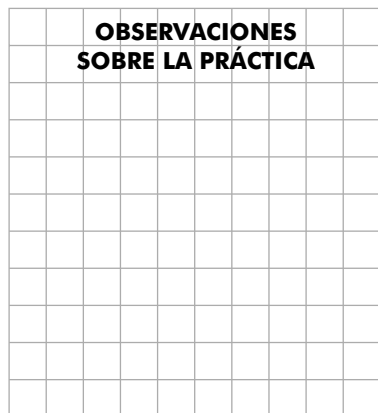
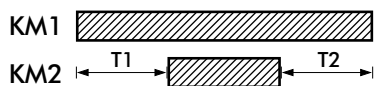
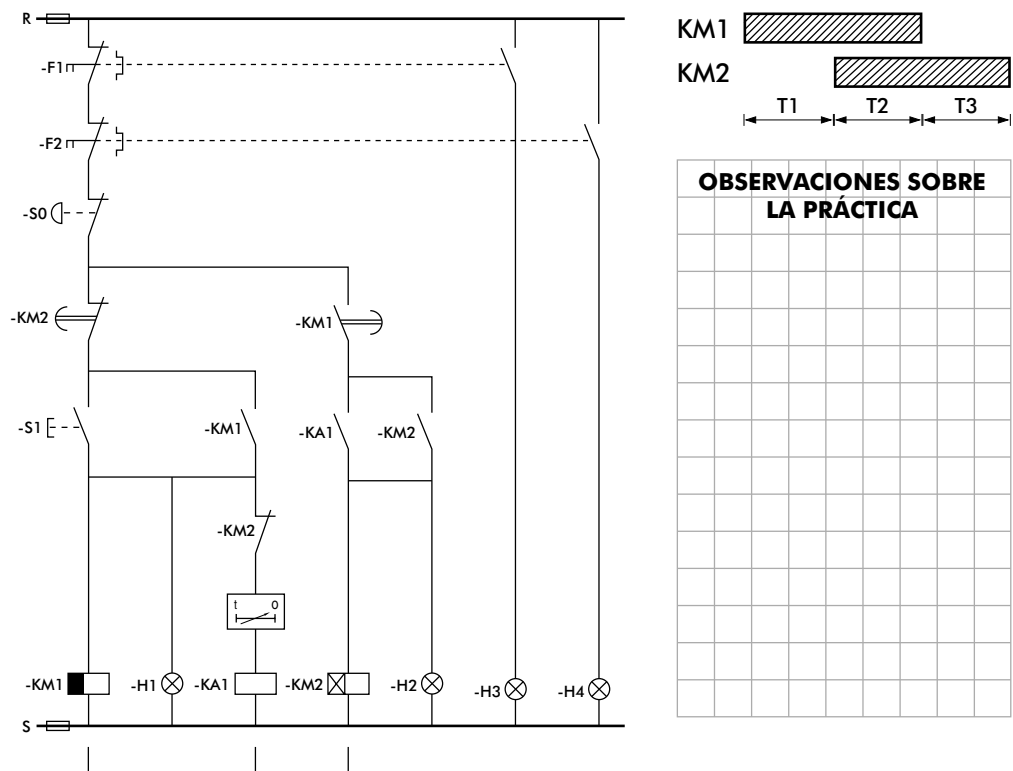
Práctica 10.2. SECUENCIA DE CICLO ÚNICO FORZADO CON DOS TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS

Después de analizar el diagrama del proceso y el esquema de funcionamiento, y antes de realizar el montaje, es necesario establecer las semejanzas y diferencias con la práctica 10.1.



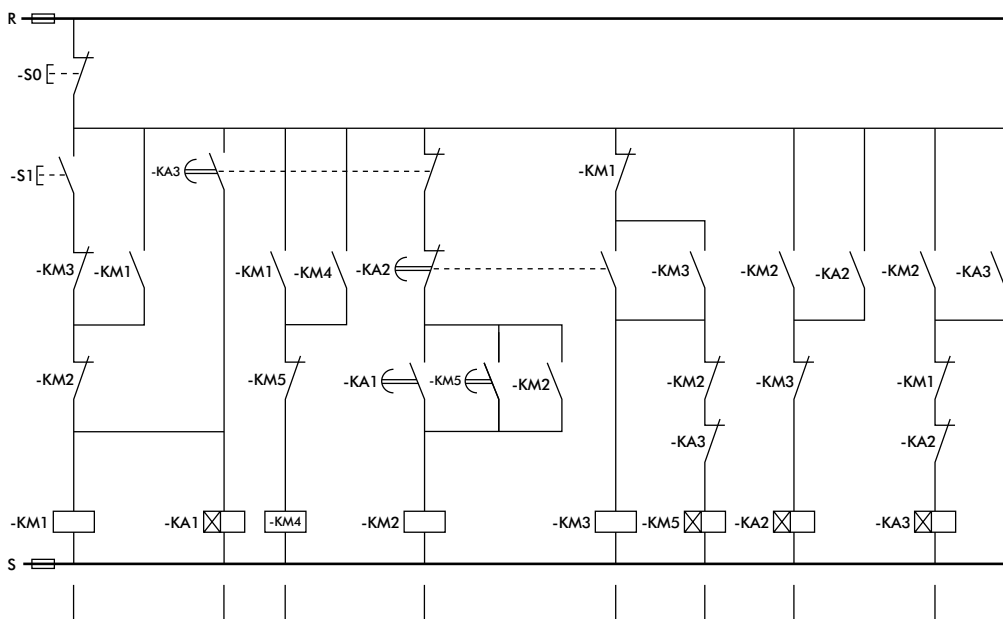
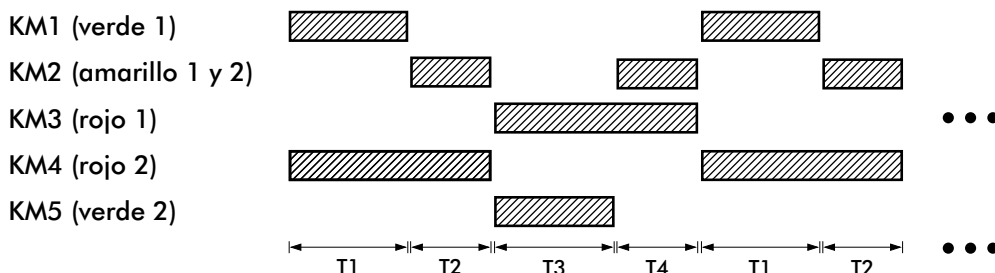
OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

A blank sheet of white graph paper featuring a uniform grid of thin gray lines. The grid consists of 20 columns and 20 rows, creating a total of 400 small squares. The margins are consistent on all sides.This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.



Antes de realizar el montaje, primero se debe analizar el diagrama del proceso y el esquema de funcionamiento, para ver la función que cumple cada uno de los contactos y temporizadores .

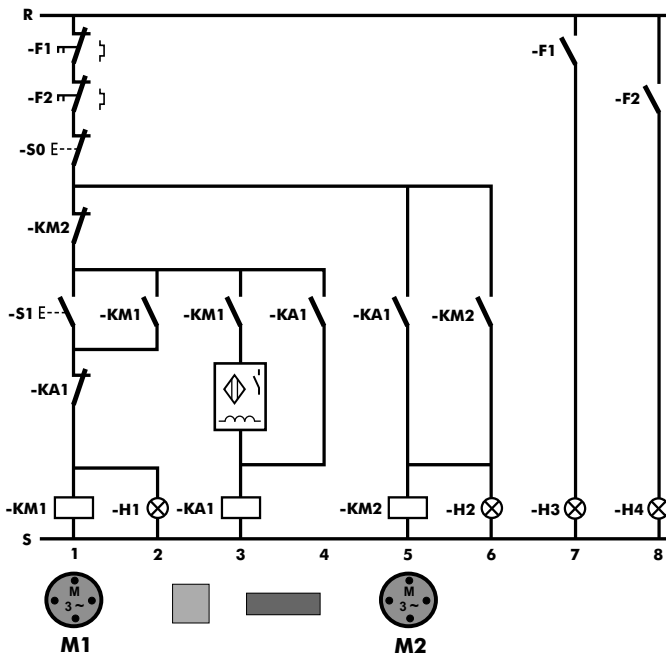
KM1 energiza la luz VERDE de la vía 1, KM2 energiza la luz AMARILLA o AMBAR de ambas vías, KM3 energiza la luz ROJA de la vía 1, KM4 energiza la luz ROJA de la vía 2 y KM5 energiza la luz VERDE de la vía 2.



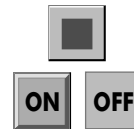
OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

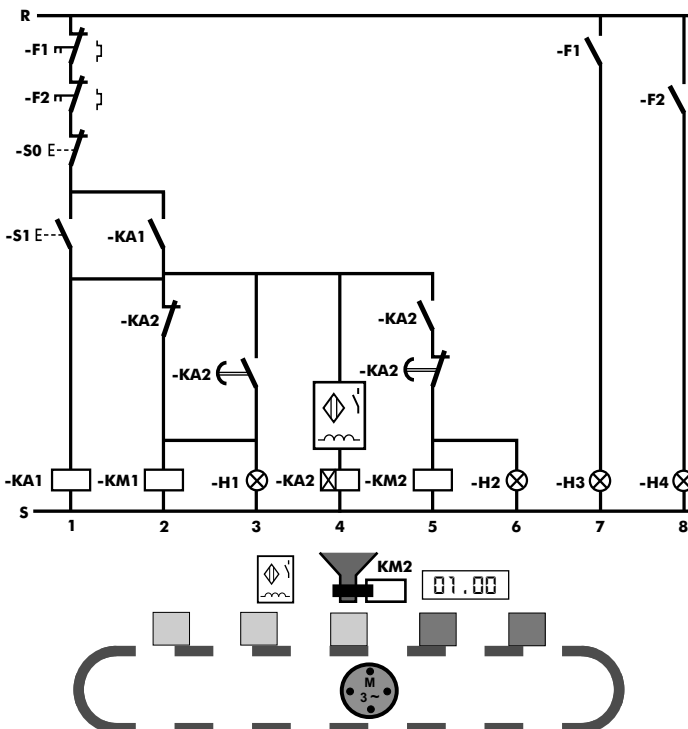
EN EL CD: PRÁCTICA 44 - Secuencia con sensor inductivo



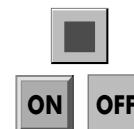
Haz click en ON y luego en S1 y observa que sucede con el sensor y los motores. **Segue interactuando para entender muy bien el circuito.**



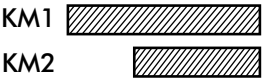
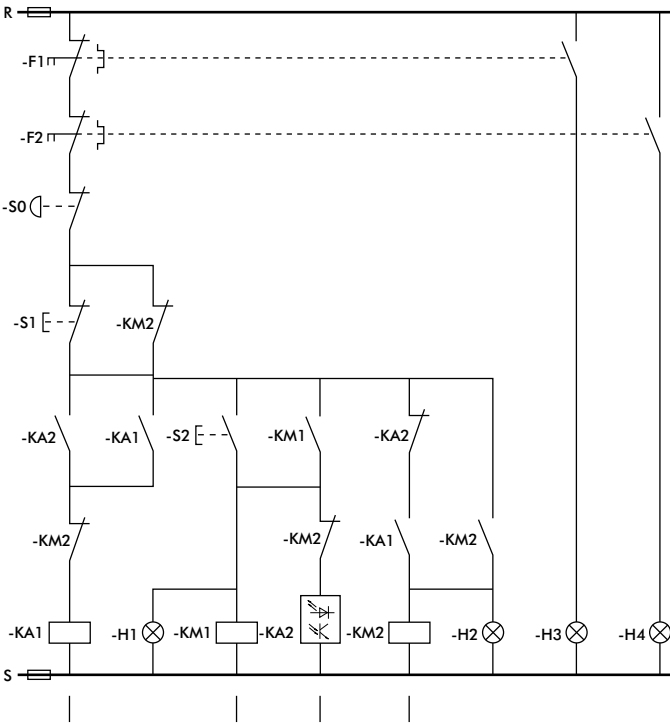
EN EL CD: PRÁCTICA 45 - Secuencia con temporizador y sensor inductivo



Haz click en ON y luego en S1 y observa los diferentes componentes de lo que sería el funcionamiento de una máquina real. KM1 controla el motor, KM2 controla una electroválvula. **Segue interactuando para entender muy bien el circuito.**



Práctica 12.2. SECUENCIA AUTOMÁTICA FORZADA DE DOS ETAPAS MEDIANTE UN SENSOR FOTOELÉCTRICO REFLEX



En este proceso, un detector fotoeléctrico reflex de cinco hilos, energiza la segunda etapa.

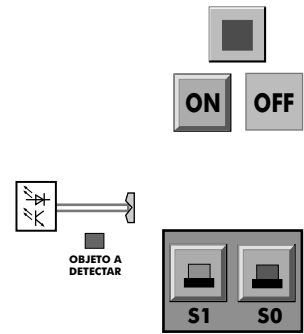
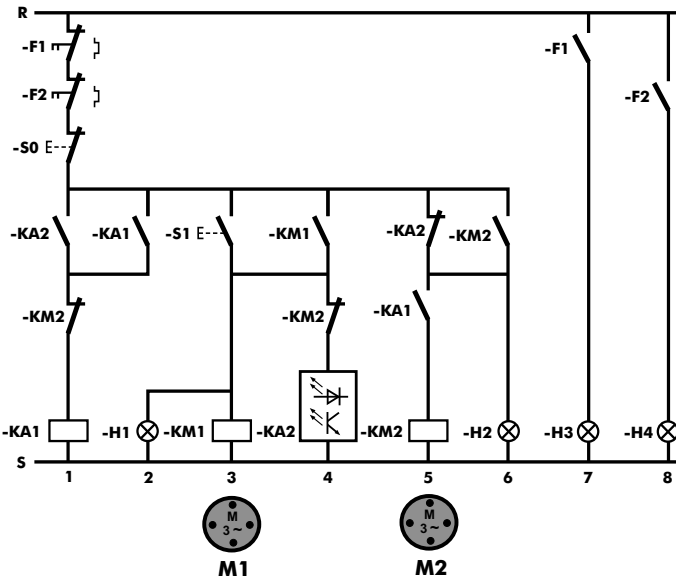
El comienzo y el final del proceso es manual.

El contacto NC de KM2, que está en paralelo con S1, cambia un circuito no forzado en uno forzado.

Analiza muy bien la función de cada elemento del diseño.

EN EL CD: PRÁCTICA 46 - Secuencia con sensor fotoeléctrico

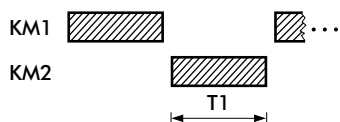
Esta práctica es igual a la práctica 12.2. pero no es forzada.



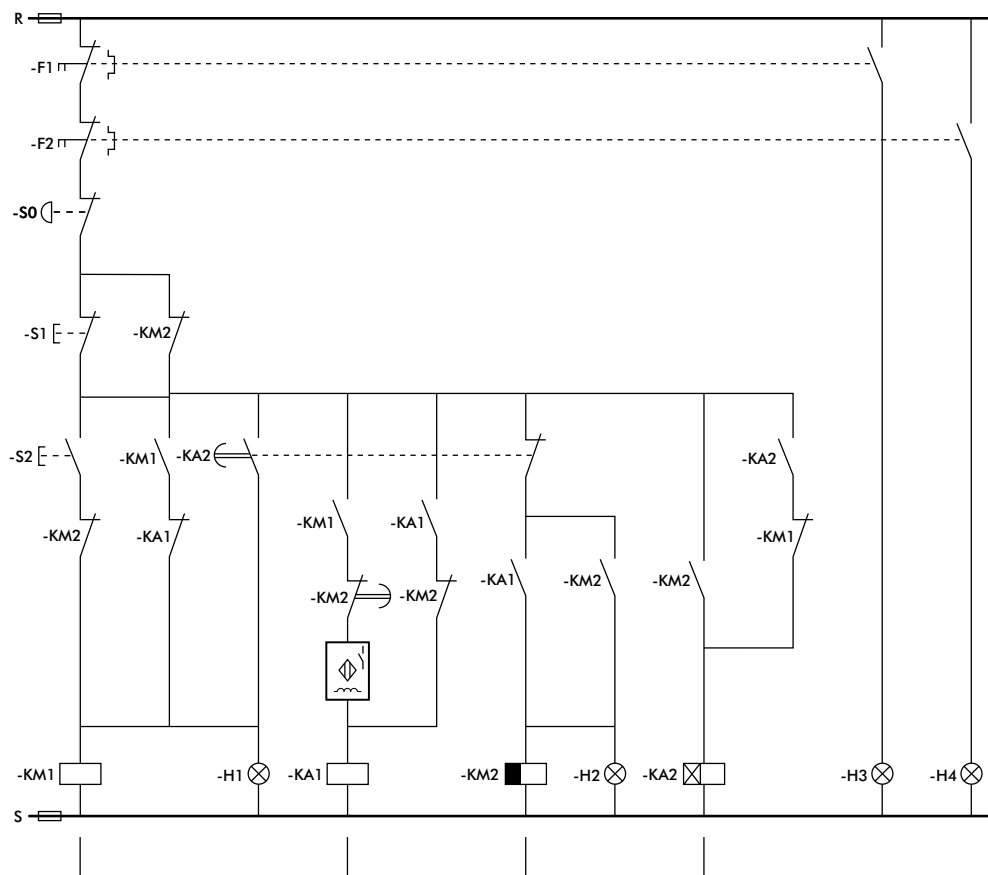
Haz click en ON y luego en S1. Coloca el cursor sobre el objeto a detectar y arrástralo hasta interrumpir completamente el haz de luz y observa lo que sucede.

Sigue interactuando para entender muy bien cómo funciona el sensor.

En este proceso el detector inductivo debe desenergizar la primera etapa y luego energizar la segunda etapa, la cual funciona durante un tiempo determinado (T_1), transcurrido el cual se desenergiza la segunda etapa y se energiza nuevamente la primera etapa, dándose origen a un proceso cíclico.



Analiza y determina la función específica que cumple el temporizador neumático al reposo.

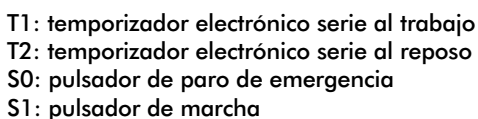


OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Este bloque de ejercicios sirve para poner en práctica todo lo visto hasta el momento. Para realizar correctamente el esquema de mando es necesario interpretar muy bien el diagrama del proceso, así como las condiciones dadas, es decir los elementos que hay que emplear en el diseño del circuito.

Práctica 13.1. SECUENCIA AUTOMÁTICA FORZADA Y DE CICLO ÚNICO, EMPLEANDO TEMPORIZADORES ELECTRÓNICOS

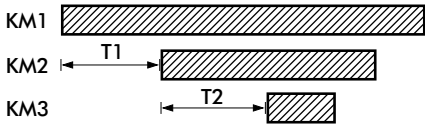


ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA



Práctica 13.5. SECUENCIA SEMIAUTOMÁTICA FORZADA Y DE CICLO ÚNICO EMPLEANDO UN TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO Y OTRO NEUMÁTICO

DIAGRAMA DEL PROCESO



CONDICIONES:

T1: temporizador electrónico serie al trabajo

T2: temporizador neumático al trabajo

S0: pulsador de paro de emergencia

S1: pulsador de marcha

S2: pulsador para parar la 1ª etapa

S3: pulsador para parar la 2ª etapa

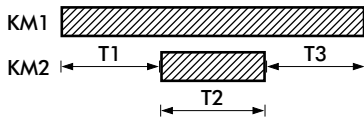
S4: pulsador para parar la 3ª etapa

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Práctica 13.6. SECUENCIA AUTOMÁTICA FORZADA Y DE CICLO ÚNICO EMPLEANDO TEMPORIZADORES ELECTRÓNICOS

DIAGRAMA DEL PROCESO



CONDICIONES:

T1, T2 y T3: temporizadores electrónicos multifunción al trabajo, con contactos temporizados con punto común

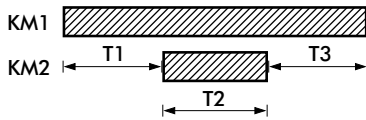
S0: pulsador de paro de emergencia

S1: pulsador de marcha

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

DIAGRAMA DEL PROCESO

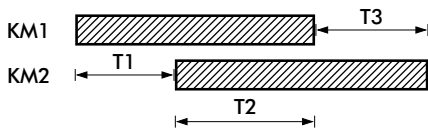


T1: temporizador neumático al trabajo
T2: temporizador electrónico serie al trabajo
T3: temporizador neumático al reposo
S0: pulsador de paro de emergencia
S1: pulsador de marcha

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

Práctica 13.8. SECUENCIA AUTOMÁTICA FORZADA Y DE CICLO ÚNICO EMPLEANDO DOS TEMPORIZADORES NEU-MÁTICOS Y UN TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO

DIAGRAMA DEL PROCESO



CONDICIONES:

T1: temporizador neumático al trabajo

T2: temporizador electrónico serie al trabajo

T3: temporizador neumático al reposo

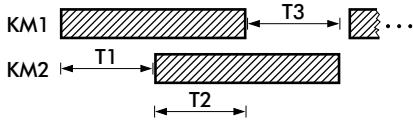
S0: pulsador de paro de emergencia

S1: pulsador de marcha

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

DIAGRAMA DEL PROCESO

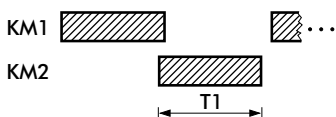


T1: temporizador electrónico multifunción al trabajo
T2: temporizador electrónico serie al trabajo
T3: temporizador neumático al reposo
S0: pulsador de paro de emergencia
S1: pulsador de marcha

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

DIAGRAMA DEL PROCESO



Detector inductivo NA: se usa para energizar KM2

T1: temporizador neumático al trabajo

T2: temporizador neumático al reposo, para que el objeto pueda salir del campo de acción del detector

S0: pulsador de paro de emergencia

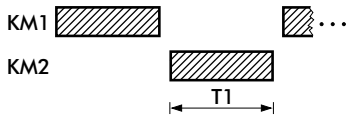
S1: pulsador de marcha

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Práctica 13.12. SECUENCIA AUTOMÁTICA FORZADA Y CÍCLICA EMPLEANDO UN SENSOR INDUCTIVO Y UN TEMPORIZADOR

DIAGRAMA DEL PROCESO



CONDICIONES:

Detector inductivo NA: para energizar KM2. El detector debe permanecer energizado durante todo el proceso.

T1: temporizador electrónico multifunción.

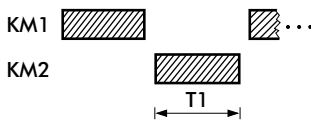
S0: pulsador de paro de emergencia

S1: pulsador de marcha

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

DIAGRAMA DEL PROCESO



Detector fotoeléctrico de barrera o reflex: para energizar KM2

T2: temporizador neumático al trabajo, para que el objeto pueda

salir del campo de acción del detector

S0: pulsador de paro de emergencia

S1: pulsador de marcha

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

CONDICIONES:

Detector inductivo NA: desenergiza KM2 y energiza T2.

T1: temporizador electrónico multifunción (energiza

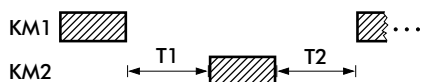
KM2 y el detector inductivo). Tan pronto se energice T1 debe desenergizarse KM1 y el detector fotoeléctrico.

T2: temporizador electrónico serie al trabajo

S0: pulsador de paro de emergencia

S1: pulsador de marcha

DIAGRAMA DEL PROCESO



ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

CAPÍTULO 6

PRÁCTICAS CON INVERSORES DE GIRO

6.1. ASPECTOS GENERALES DE LOS INVERSORES

El sentido de giro del rotor de un motor trifásico tiene el mismo sentido que el del flujo principal creado por el estator. Cuando se necesita que el rotor gire en sentido contrario (inversor de marcha), basta hacer que el flujo principal cambie su sentido. Como este flujo es el resultado de tres campos magnéticos creados por cada una de las fases que alimentan el estator, es suficiente invertir o cambiar entre sí **dos fases** cualesquiera (no se deben invertir las tres fases), para obtener el cambio de sentido en la rotación del motor.

Como este caso es similar al arranque directo de un motor, es necesario tener presente lo dicho anteriormente sobre arranques directos con un solo sentido de rotación, y además tomar en cuenta lo siguiente:

- En lugar de un solo contactor se usan dos contactores, uno para cada sentido de rotación.
- Como la inversión de las dos fases se realiza a través de los contactores, de ninguna manera éstos deben actuar simultáneamente, porque de ser así se producirá indefectiblemente un cortocircuito.
- Para garantizar que nunca funcionen los dos contactores al mismo tiempo, se emplean sistemas de seguridad, denominados enclavamientos, de manera que al funcionar alguno de ellos, quede completamente anulado o bloqueado el otro.

6.2. SISTEMAS DE ENCLAVAMIENTO

6.2.1. MECÁNICO

Consiste en impedir mecánicamente que las armaduras de los dos contactores bajen al mismo tiempo. Este sistema se emplea cuando los contactores del inversor están juntos (uno al lado del otro).

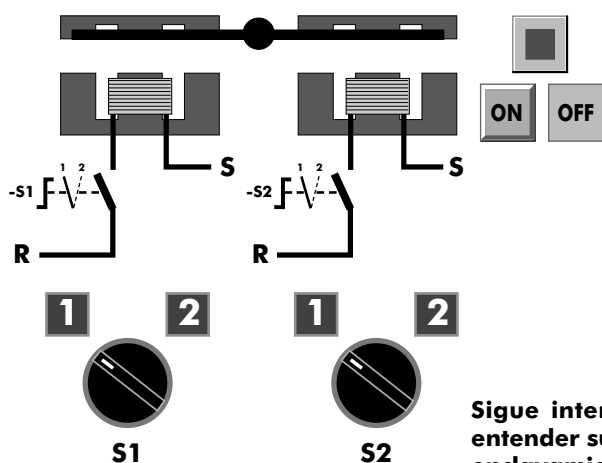
Para lograrlo se emplea un elemento llamado precisamente enclavamiento mecánico (o bloque de condensación mecánica), que se instala entre los dos contactores, el cual puede o no llevar incorporados unos contactos NC, que se usan para realizar el enclavamiento por contacto auxiliar.

Cuando se emplea el enclavamiento mecánico, no deben omitirse los enclavamientos eléctricos, para evitar que se quemen las bobinas, al ser energizadas estando las armaduras bloqueadas mecánicamente.

El enclavamiento mecánico es recomendable en instalaciones en las que los contactores se encuentran sometidos a exigencias extremadamente duras, por efecto especialmente de vibraciones. En estas condiciones existe el peligro de que, por acción de los golpes repentinos o repetidos, se cierren simultáneamente los circuitos electromagnéticos, produciéndose por consiguiente un cortocircuito.

Para entender un poco más el funcionamiento de estos enclavamientos veamos la siguiente práctica.

EN EL CD: PRÁCTICA 47 - Enclavamiento mecánico



1. Haz click en ON y luego haz click en S1 para activar la primera bobina. Vuelve a hacer click en S1 para desactivar dicha bobina. Observa qué sucede con su armadura en cada maniobra que se realiza.
2. Realiza las mismas acciones con la segunda bobina haciendo click en S2.
3. Observa qué sucede si, después de activar una bobina, se activa la otra sin desactivar previamente la anterior.

Sigue interactuando con este circuito para entender suficientemente cómo funcionan los enclavamientos mecánicos.

6.2.2. ELÉCTRICO

POR CONTACTO AUXILIAR: es un sistema que se realiza utilizando un contacto auxiliar NC, para que al abrirse, no permite el paso de corriente a la bobina del contactor que se desea enclavar. En el circuito que alimenta la bobina del contactor que controla la marcha a la derecha, debe colocarse un contacto auxiliar NC, antes de dicha bobina, del contactor que controla la marcha a la izquierda, y viceversa.

Este enclavamiento es 100% efectivo solamente cuando alguna de las bobinas ya ha sido energizada, pero presenta deficiencias en el momento inicial de la maniobra, porque existe la posibilidad de enviar un impulso eléctrico a las dos bobinas, si se oprimen simultáneamente los pulsadores para marcha derecha y para marcha izquierda, con el consiguiente peligro de que se cierren las dos armaduras y se produzca un cortocircuito. A pesar de este inconveniente nunca debe omitirse este enclavamiento.

POR PULSADORES: sistema complementario del anterior que sirve para eliminar la posibilidad de energizar simultáneamente las dos bobinas, si se oprimen al mismo tiempo los dos pulsadores de marcha.

Para realizar este enclavamiento es necesario que los dos pulsadores de marcha sean necesariamente de conexión-desconexión y además de apertura positiva.

Si se oprime alguno de los dos, bloqueará automáticamente al otro, ya que los contactos NC de los pulsadores se conectan en serie con los contactos auxiliares NC de enclavamiento, del contactor que se desea enclavar. Cuando se oprimen simultáneamente los dos pulsadores, se abren ambos circuitos, de manera que será imposible energizar cualesquiera de las bobinas.

Este sistema de enclavamiento se usa solamente cuando es necesario emplear un pulsador para marcha derecha y otro pulsador para marcha izquierda, sin importar si el proceso es manual o automático.

Los circuitos automáticos que requieren un pulsador, únicamente para iniciar el proceso, emplean solamente un pulsador NA, razón por la cual no es posible realizar este tipo de enclavamiento.

6.3. CIRCUITO DE POTENCIA

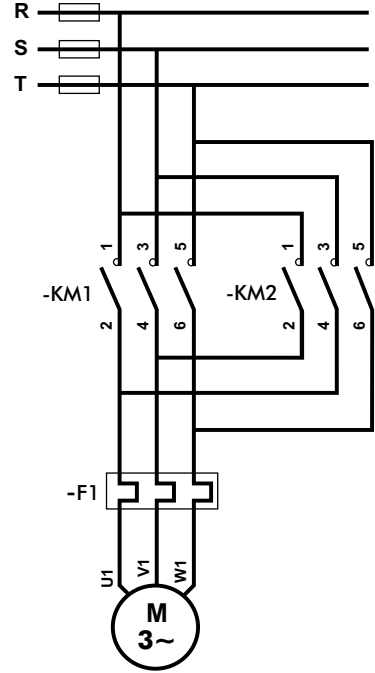
El circuito de potencia nos indica cómo se conectan las líneas de alimentación a un motor trifásico. Lo mismo que en un arranque directo, con un solo sentido de rotación, los conductores, fusibles, contactores y relé térmico se dimensionan tomando en cuenta el 100% de la intensidad nominal del motor.

La inversión del sentido de rotación de un motor trifásico se obtiene invirtiendo dos fases cualesquiera en el circuito de potencia del motor, de tal manera que para que el motor funcione en un sentido, las tres fases deben llegar a éste en un determinado orden, y para que funcione en sentido contrario dos fases deben llegar invertidas entre sí.

Como puede verse en el esquema de potencia que se encuentra al lado, es recomendable que la inversión de los dos conductores se realice entre las salidas de los contactores y las entradas del relé térmico.

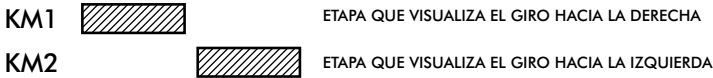
El tener que invertir dos fases entre sí, obliga a tomar todas las precauciones necesarias, para evitar que los contactos principales de los dos contactores se cierren simultáneamente (ni siquiera por unos milisegundos), pues esto ocasionaría indefectiblemente un cortocircuito entre los conductores que se invierten. Por este motivo es necesario emplear, en lo posible, todos los enclavamientos vistos anteriormente.

Este circuito de potencia nos servirá para todos los esquemas de mando que se usen con un inversor de marcha.



En realidad los circuitos con inversores son prácticamente secuencias de dos etapas. La diferencia, con las secuencias vistas hasta ahora, radica en la parte de potencia, porque en los inversores ambas etapas actúan sobre el mismo motor.

Considerado de esta forma el inversor, los circuitos de mando se realizarán teniendo en cuenta el siguiente diagrama de proceso:



Al observar el diagrama del proceso de un inversor, se ve que es igual al diagrama de una secuencia de dos etapas, en la cual para que funcione la segunda etapa debe desactivarse previamente la primera etapa.

Visto de esta manera, el tema no es completamente nuevo, por lo cual sólo presentaremos algunos ejemplos de circuitos para ser analizados y montados. Luego propondremos una serie de ejercicios para ser diseñados y se realice el correspondiente montaje, aplicando todo lo visto hasta el momento.

Al igual que en un arranque directo podemos tener circuitos de inversores de marcha totalmente manuales, semiautomáticos, automáticos, manual-automático, etc.

6.4. CIRCUITOS DE MANDO MANUALES Y AUTOMÁTICOS

PRÁCTICA 14 - INVERSORES DE MARCHA MANUALES

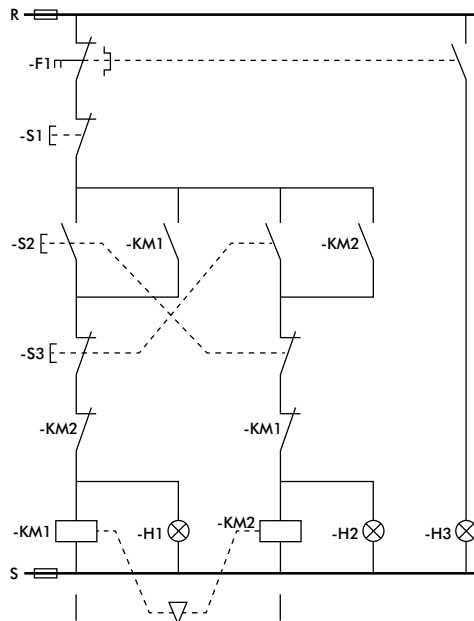
Práctica 14.1. PARA INVERTIR EL SENTIDO DE GIRO NO ES NECESARIO OPRIMIR EL PULSADOR DE PARO

Circuito totalmente manual y se puede invertir el sentido de giro sin necesidad de oprimir el pulsador de paro: si el motor está girando hacia la derecha, basta oprimir el pulsador S3 y si el motor está girando hacia la izquierda basta oprimir el pulsador S2.

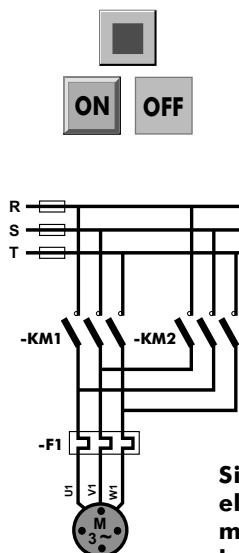
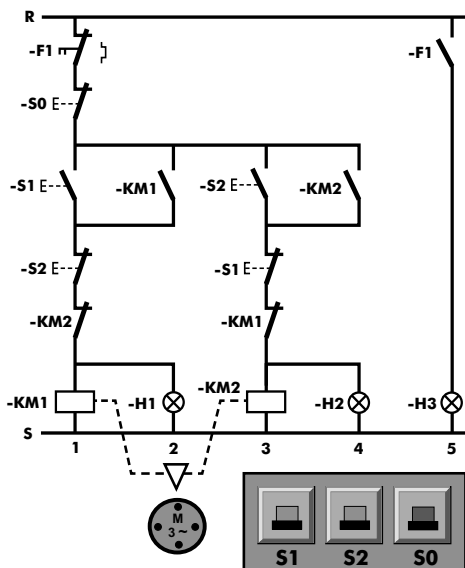
Si se oprimen simultáneamente ambos pulsadores, ninguno de los contactores quedará energizado, y si el motor ya estaba en funcionamiento se detendrá al quedar desenergizados ambos contactores.

En esta práctica se usan los tres tipos de enclavamientos que se han visto anteriormente.

Este sistema puede usarse solamente con motores pequeños, porque al producirse una inversión muy brusca, se generarían serios problemas e incluso daños cuando los motores son medianos y con mayor razón si son grandes.



EN EL CD: PRÁCTICA 48 - Inversor manual



1. Haz click en ON.
2. Pulsa S1 y observa lo que sucede en el circuito de mando y de potencia.
3. Pulsa S3 y observa que sucede en el circuito de mando y de potencia.
4. Mientras funciona el motor en cualquier sentido, haz click sobre el símbolo del relé térmico y observa qué sucede.

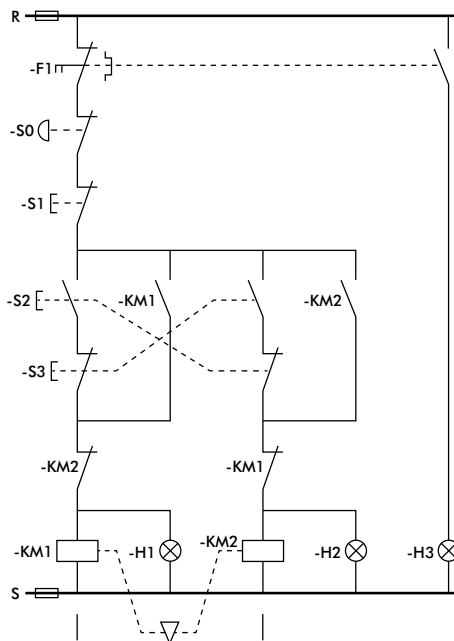
Sigue interactuando con el circuito para entender muy bien cómo funcionan los inversores de marcha.

Práctica 14.2. PARA INVERTIR EL GIRO ES NECESARIO APAGARLO ANTES

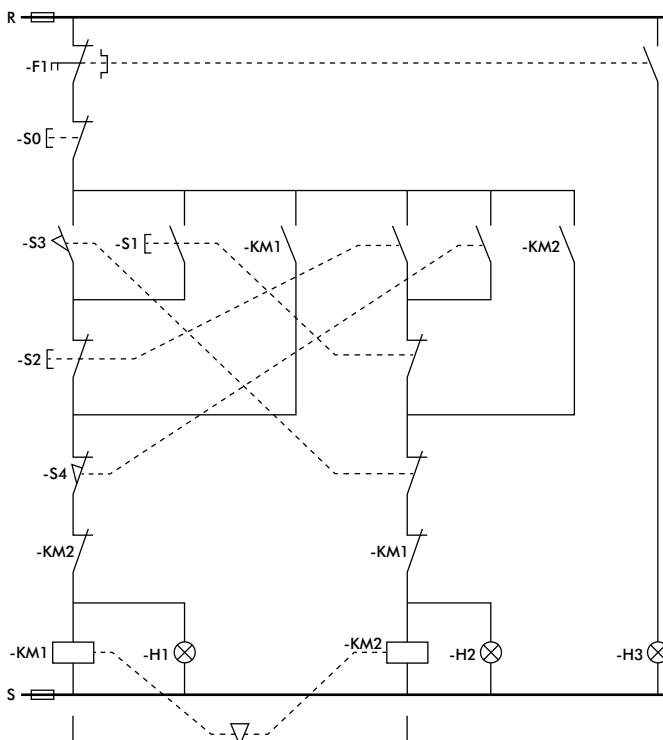
Una pequeña modificación en el conexionado de los contactos auxiliares de sostenimiento, nos obligan a tener que accionar el pulsador de paro si queremos invertir el sentido de giro del motor, es decir que primero debemos detener el motor y luego si se podrá realizar la inversión.

Antes de realizar el diseño del esquema de mando para ejecutar algunas prácticas con inversores de marcha, se sugieren a continuación algunos esquemas: primero debes analizarlos y consignar por escrito la forma en que funcionarán y luego se realiza el montaje de la práctica analizada.

Realizado el montaje deberá funcionar exactamente como se había previsto, de lo contrario se debe volver a realizar en primer lugar el análisis del diseño. Además recuerda la importancia que tiene la forma de realizar las correspondientes pruebas del montaje, pues una prueba mal hecha, podría presentar un diseño mal elaborado como correcto o viceversa.



Práctica 14.3. CON FINALES DE CARRERA



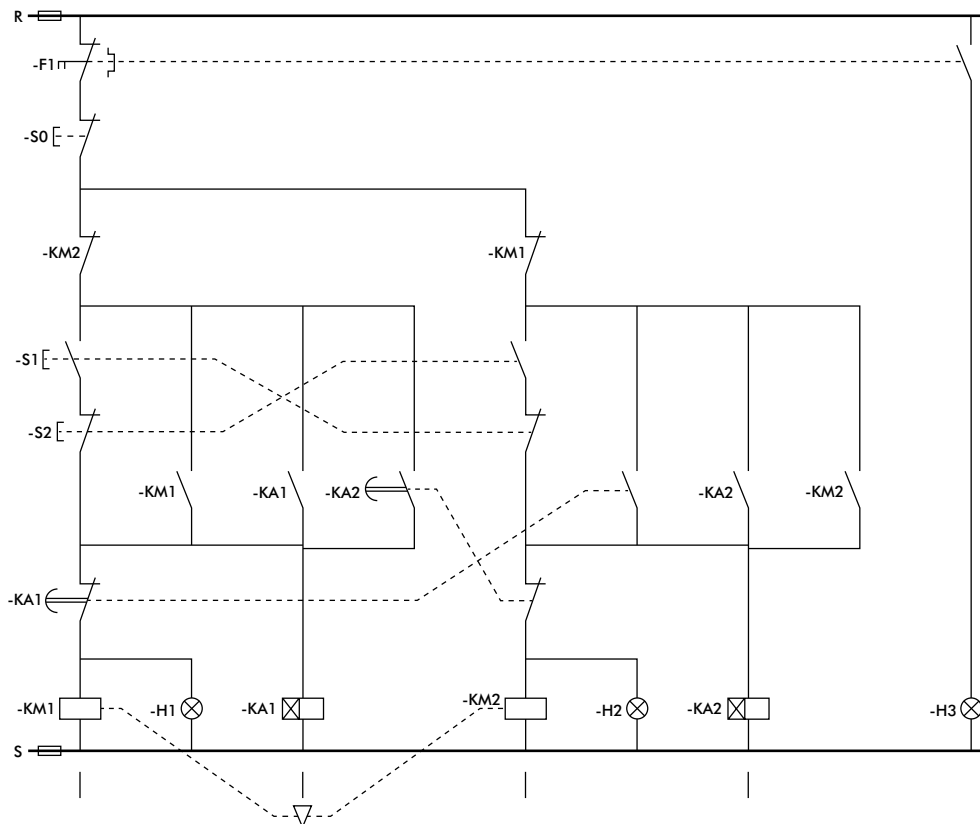
CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS

[illegible]

PRÁCTICA 15 - INVERSORES DE MARCHA AUTOMÁTICOS

Práctica 15.1. INVERSORES CON TEMPORIZADORES

Práctica 15.1.1. CON TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS AL TRABAJO

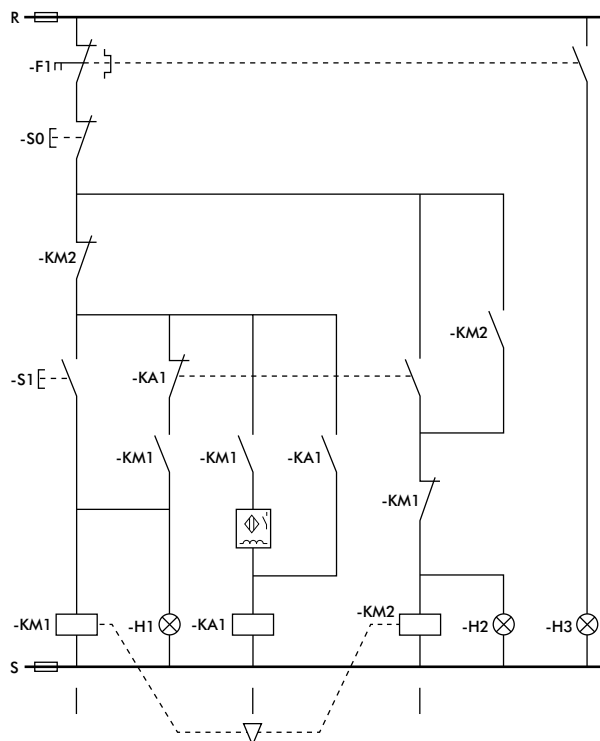


OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Práctica 15.2. INVERSORES CON DETECTORES

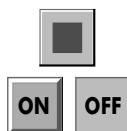
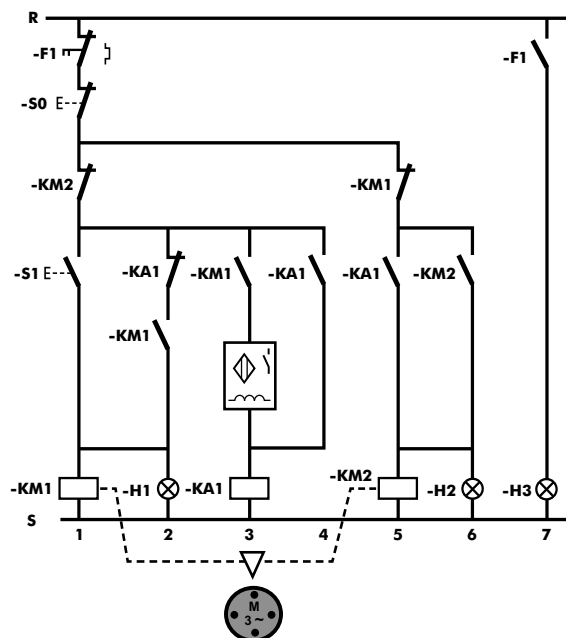
Práctica 15.2.1. CON UN DETECTOR INDUCTIVO



OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

EN EL CD: PRÁCTICA 49 - Con sensor inductivo



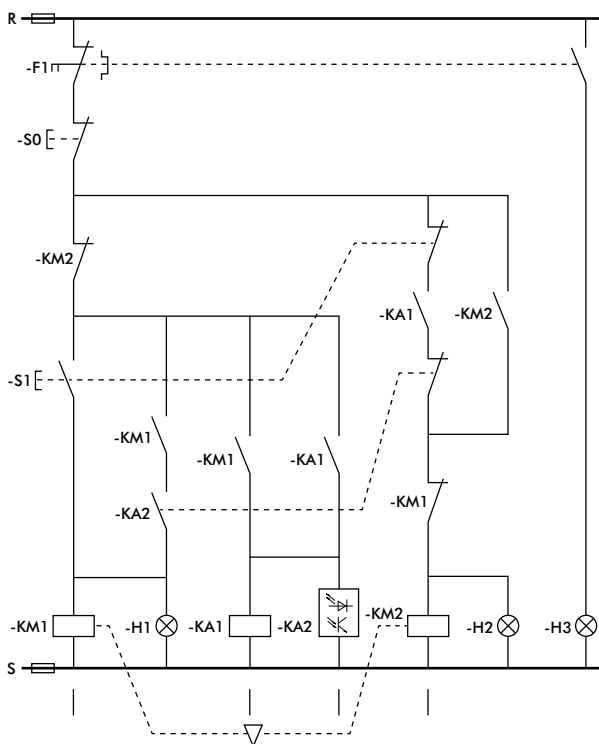
1. Haz click en ON.
2. Para interactuar con este circuito ten presente los circuitos anteriores con sensores inductivos.
3. Ubica el cursor sobre el objeto a detectar y arrástralo hasta ubicarlo delante del detector.

Sigue interactuando con el circuito para entender muy bien cómo funcionan los inversores de marcha con un sensor inductivo.

Es preferible que el temporizador KA6 sea un temporizador electromecánico con memoria, para que no se pierda el conteo del tiempo, en caso de que se suspenda la energía.

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES SOBRE LA PRÁCTICA

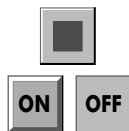
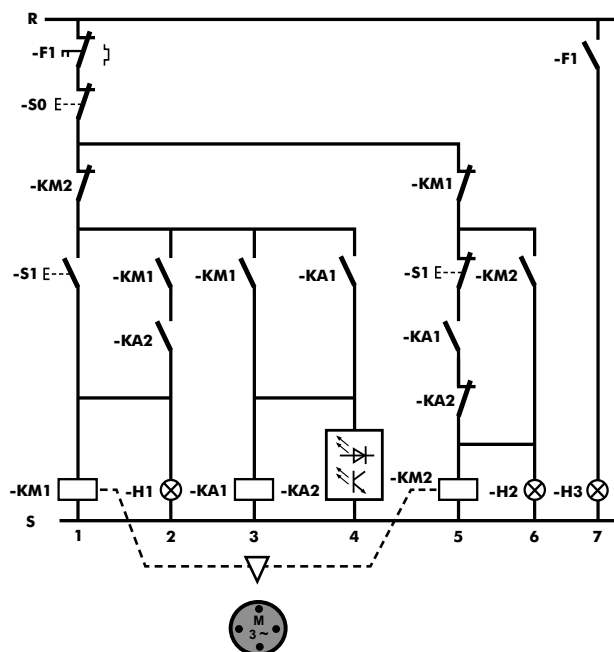
Práctica 15.2.4. CON UN DETECTOR FOTOELÉCTRICO REFLEX



OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form small squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings present.

EN EL CD: PRÁCTICA 50 - Con sensor fotoeléctrico



1. Haz click en ON.
2. Para interactuar con este circuito, ten presente los circuitos anteriores con sensores fotoeléctricos.
3. Ubica el cursor sobre el objeto a detectar y arrástralo hasta interrumpir el haz de luz.

Sigue interactuando con el circuito para entender muy bien cómo funcionan los inversores de marcha con un sensor fotoeléctrico.



PRÁCTICA 16 - EJERCICIOS PARA DISEÑAR EL ESQUEMA DE MANDO Y LUEGO REALIZAR EL MONTAJE

Este bloque de ejercicios sirve para poner en práctica todo lo visto hasta el momento. Para realizar correctamente el diseño del esquema de mando, es necesario interpretar muy bien el enunciado del ejercicio y las condiciones dadas, es decir los elementos que hay que emplear.

La prueba del montaje se realiza teniendo en cuenta las indicaciones dadas en ejercicios anteriores.

Práctica 16.1. INVERSOR DE MARCHA AUTOMÁTICO CON FINALES DE CARRERA, PARO TEMPORIZADO ANTES DE LA INVERSIÓN Y PRESELECCIÓN DEL SENTIDO DE ROTACIÓN

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL DISEÑO:

Debe ser posible poder comenzar el giro en cualquier sentido, hacia la derecha o hacia la izquierda. Una vez iniciado el proceso, éste debe continuar en forma cíclica por acción de los interruptores de posición.

Usar dos finales de carrera (uno para interrumpir el desplazamiento a la derecha y otro para interrumpir el desplazamiento a la izquierda) y un solo temporizador electrónico multifunción al trabajo, para que la inversión se realice siempre solamente después del tiempo programado. Señalizar el paro temporizado.

[illegible]

Práctica 16.2. INVERSOR DE MARCHA ALTERNADO O BASCULANTE EMPLEANDO TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS AL TRABAJO Y PRESELECCIÓN DEL SENTIDO DE GIRO

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL DISEÑO:

Debe ser posible poder comenzar el funcionamiento del motor en cualquier sentido.

Al oprimir cualesquiera de los pulsadores de marcha el motor debe comenzar a funcionar inmediatamente, e ir alternando el sentido de rotación en forma cíclica, por acción de dos temporizadores neumáticos al trabajo (uno para cada sentido). La inversión debe ser inmediata y los pulsadores de marcha no deben alterar el proceso mientras esté en funcionamiento. El proceso se detiene sólo con el pulsador de paro.

[illegible]

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL DISEÑO:

- El selector no debe energizar el circuito. Solamente indicará el tipo de funcionamiento que tendrá cuando sea energizado: posición 1 para manual y posición 2 para automático.
- Si el circuito ya está en funcionamiento, el cambio de posición del selector no debe alterar el funcionamiento del circuito, elegido antes de la energización.
- El motor siempre arrancará girando hacia la derecha, en manual o en automático.
- Funcionamiento automático: al oprimir el pulsador S1 el motor comienza inmediatamente su marcha, después de cierto tiempo se detiene y al cabo de cierto tiempo se invierte el sentido de giro.
- Funcionamiento manual: si se oprime S1 el motor se energiza y queda girando a la derecha. Cuando se oprima S2 el motor se detiene cierto tiempo y luego cambia de sentido. Si se oprime S2 para comenzar el proceso, el circuito no debe energizarse.
- Debe señalizarse el tiempo de paro temporizado antes de la inversión.

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Práctica 16.4. INVERSOR DE MARCHA AUTOMÁTICO CON DETECTOR INDUCTIVO, PRIORIDAD DE ARRANQUE EN UN SENTIDO Y FINALIZACIÓN DEL CICLO ÚNICO MEDIANTE UN TEMPORIZADOR NEUMÁTICO

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL DISEÑO:

El motor debe arrancar girando siempre hacia la derecha. Cuando un objeto metálico entra en el campo de acción del detector inductivo NA, el motor debe cambiar inmediatamente su sentido de giro hacia la izquierda. Producida la inversión debe desenergizarse el sensor, y transcurrido cierto tiempo debe desenergizarse automáticamente todo el circuito. Para poder iniciar un nuevo ciclo se debe oprimir nuevamente el pulsador de marcha.

[illegible]

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL DISEÑO:

Producida la inversión debe desenergizarse el sensor, y transcurrido el tiempo programado se desenergiza todo el circuito. Para poder iniciar un nuevo ciclo es necesario volver a oprimir el pulsador de marcha.

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form small squares across the entire surface. There are no margins, text, or other markings on the paper.

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL DISEÑO:

Quando se oprima el pulsador de paro para detener el proceso, éste se interrumpirá únicamente si está en la posición inicial, de lo contrario seguirá hasta alcanzar la posición inicial para detenerse.

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL DISEÑO:

Quando se oprima el pulsador de paro para detener el motor, el proceso continúa y se parará únicamente cuando llegue al punto inicial de marcha. Es conveniente señalar los paros temporizados.

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO Y OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form a uniform pattern of small squares across the entire surface. There are no margins, text, or other markings on the paper.

CAPÍTULO 7

OTROS SISTEMAS DE ARRANQUE

7.1. ARRANQUE POR CONMUTACIÓN ESTRELLA-TRIÁNGULO

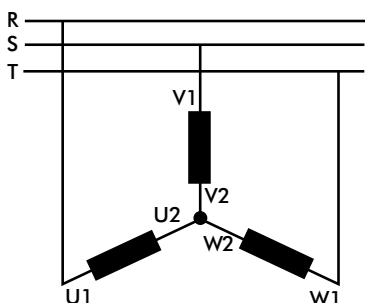
Se ha visto que en el arranque directo el motor absorbe una corriente muy alta, en el momento que se energiza, razón por la cual éste no es recomendable para el arranque de motores de mediana o gran potencia. En estos casos, especialmente tratándose de motores asíncronos trifásicos con rotor en cortocircuito, es muy común la utilización del sistema de arranque estrella-triángulo, para que la corriente inicial absorbida en el arranque esté solamente entre 1,5 y la tercera parte de la I_n .

El sistema consiste en energizar el motor conectándolo inicialmente en estrella, mientras se pone en movimiento, y una vez haya alcanzado aproximadamente entre el 70% y 80% de su velocidad de régimen, en unos pocos segundos, se conecta en triángulo.

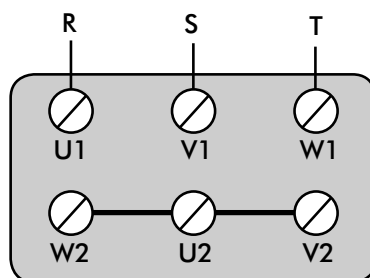
CONEXIÓN ESTRELLA:

Consiste en unir los finales (U2-V2-W2) de las tres bobinas del estator, alimentando solamente los principios (U1-V1-W1) con las tres fases (R-S-T) respectivamente, de manera que cada bobina recibirá una tensión equivalente a la tensión de fase.

CONEXIONADO INTERNO



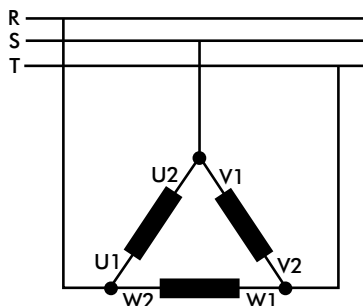
CONEXIONES EN BORNERA



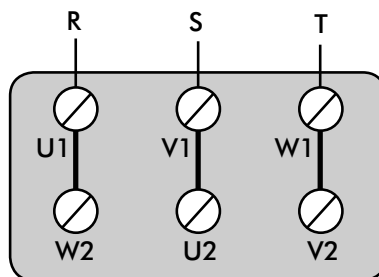
CONEXIÓN TRIÁNGULO:

Consiste en unir el principio de una bobina con el final de la siguiente (U1-W2, V1-U2, W1-V2), energizando con las tres fases (R-S-T) los tres puntos de unión que se obtienen, de tal manera que cada una de las tres bobinas o grupos de bobinas del motor recibirá una tensión equivalente a la tensión de línea o tensión entre fases.

CONEXIONADO INTERNO



CONEXIONES EN BORNERA



Si durante el proceso de arranque se conecta el motor en estrella, la tensión aplicada a cada bobina del estator se reducirá en $\sqrt{3}$, equivalente al 58% de la tensión de línea, por lo cual la intensidad que absorberá el motor será también $\sqrt{3}$ menor.

Al ser la reducción de $\sqrt{3}$ en la tensión y $\sqrt{3}$ en la corriente, tendremos como resultado una disminución total de $\sqrt{3}$ por $\sqrt{3}$ ó sea de tres veces el valor de la I_n , equivalente a un 33% del que tendría en un arranque directo.

Esta característica es el fundamento del sistema de arranque estrella-triángulo, siendo necesario, para poder efectuar este tipo de conexionado, que las tres bobinas tengan sus extremos separados, para que sean conectados en la bornera del motor.

Es necesario tener presente que la tensión indicada en la placa, corresponde a la conexión triángulo, que es el conexionado de trabajo normal del motor.

Cuando se usa este sistema de arranque es indispensable iniciar en estrella, para que la intensidad se reduzca en la misma proporción que la tensión. Una vez que el motor alcance aproximadamente entre el 70% y 80% de la velocidad de régimen o velocidad nominal, se desconecta el conexionado en estrella para realizar la conmutación a la conexión triángulo, de manera que el motor siga funcionando con este nuevo conexionado. En esta condición el motor recupera sus características nominales con una corriente pico, de muy corta duración, cuyo valor es inferior a la intensidad que se presenta cuando el arranque es directo ($\pm 2,5$ del valor nominal).

Por otra parte, el par de arranque pasa de 1,5 veces el valor nominal que se tenía en el arranque directo a 0,5 veces el nominal, lo que aumenta la duración del período de arranque con respecto al que se obtiene en el arranque directo. Sin embargo este aspecto carece de importancia, en la mayoría de los casos, debido a que la velocidad nominal de régimen se alcanza en un tiempo muy breve, de sólo unos segundos.

Es importante insistir en que la conmutación de estrella a triángulo se realice tan pronto el motor llegue al 70% u 80% de su velocidad de régimen, porque si ésta se produce demasiado pronto, la intensidad pico puede alcanzar valores muy altos, y en caso contrario es posible que se detenga el motor, produciéndose un daño en los devanados. En la práctica, la duración del tiempo de conmutación estará supeditada al par de aceleración y a la inercia de las partes integrantes. De hecho el tiempo límite está dado por:

- el relé térmico que no tolerará tiempos muy prolongados (normalmente nunca más de 30 segundos)

CONSTRUCCIÓN DE ARRANCADORES ESTRELLA-TRIÁNGULO

Para la construcción de un arrancador por conmutación estrella-triángulo es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. el arrancador necesita tres contactores y un temporizador al trabajo
2. los contactores de red y triángulo deben estar dimensionado para soportar el 58% de la I_n , y el relé térmico regulado para esa misma intensidad
3. el contactor estrella debe estar dimensionado para soportar el 33% de la I_n
4. se necesitan tres conductores entre la red y el arrancador y seis conductores entre el arrancador y el motor
5. normalmente la conmutación de estrella a triángulo se realiza empleando un temporizador
6. en el momento de la conmutación, existe un período muy corto en el cual el motor queda desconectado de las líneas de alimentación.

La parte de mando de los contactores de estrella y triángulo es similar al de un inversor, por lo cual es necesario tener presente las precauciones expuestas cuando se trató dicho tema, particularmente en cuanto al enclavamiento entre el contactor estrella y el contactor triángulo.

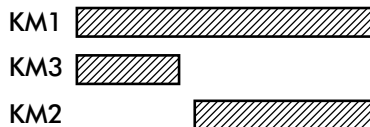
El uso de estos arrancadores es muy común porque permite cubrir un gran porcentaje de las aplicaciones del motor en cortocircuito, presentando gran seguridad en la maniobra.

PRÁCTICA 17 - ARRANCADORES ESTRELLA-TRIÁNGULO MANUALES Y AUTOMÁTICOS

Práctica 17.1. CON UN SENTIDO DE GIRO

Si consideramos el arrancador estrella-triángulo como un proceso o secuencia, el diseño del circuito de mando, sea éste manual o automático, se facilitará muchísimo, porque en realidad cualesquiera de ellos se puede reducir a alguno de los diseños vistos en los arranques directos e inversores, o bien porque se pueden obtener combinando total o parcialmente alguno de ellos.

En general cualquier arrancador estrella-triángulo, con un solo sentido de rotación, puede reducirse al diagrama de un proceso de tres etapas, como se ve en el diagrama de proceso de la derecha.



En el diagrama de proceso se observa que KM1 funciona como un arranque directo, mientras que KM3 y KM2 se comportan como un inversor de marcha con prioridad de arranque en un sentido.

Práctica 17.1.1. ARRANQUE TOTALMENTE MANUAL MEDIANTE PULSADORES

KM1 es el **contactor de red** y su funcionamiento equivale al de un arranque directo.

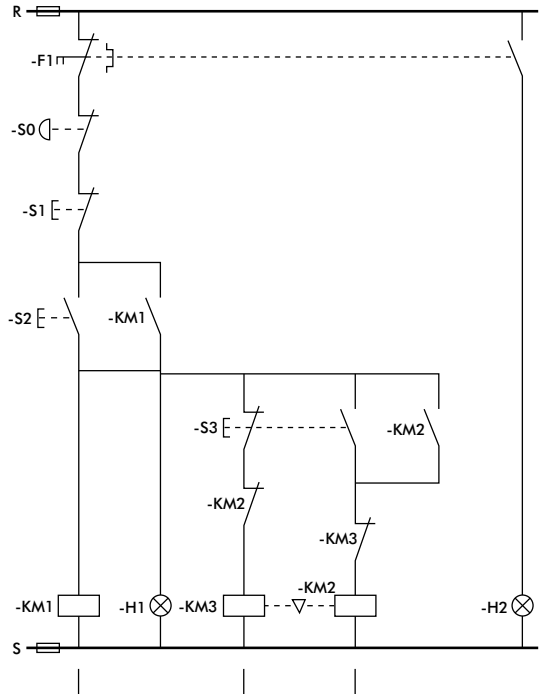
KM3 es el **contactor estrella** y se energiza al mismo tiempo que KM1.

KM2 es el **contactor triángulo** y para que se pueda energizar debe desenergizarse previamente KM3. Es decir que el circuito de mando de KM2 y KM3 se diseña como si fuera un inversor con prioridad de arranque en un sentido, es decir que siempre debe comenzar primero KM3.

Como KM2 y KM3 no deben funcionar simultáneamente es necesario emplear el enclavamiento por contacto auxiliar y el mecánico.

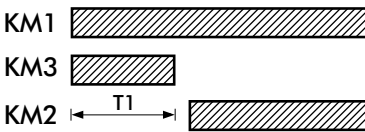
La desenergización de KM1 y KM2 debe producirse simultáneamente.

Como los tres contactores energizan el mismo motor es necesario un solo relé térmico.



Práctica 17.1.2.

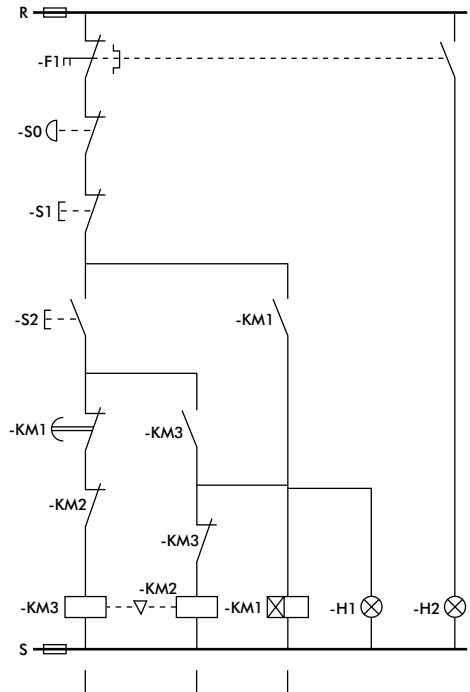
ARRANQUE AUTOMÁTICO CON TEMPORIZADOR NEUMÁTICO



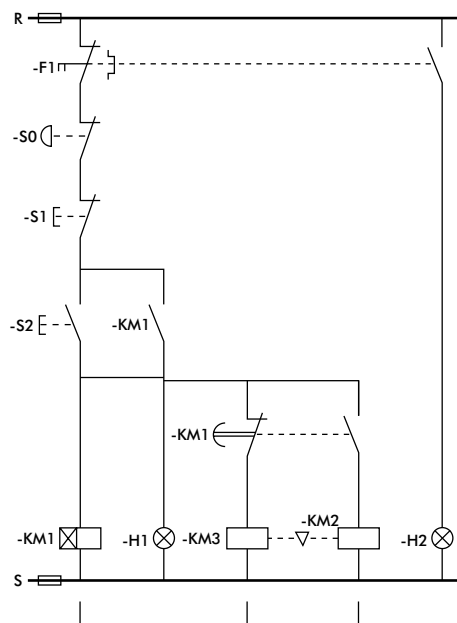
Actualmente los arrancadores estrella-triángulo son normalmente automáticos.

Según el diagrama, y como se observa en el esquema de funcionamiento que se encuentra al lado, al oprimir el pulsador de marcha se energiza KM1 (red), KM3 (estrella) y T1.

Transcurrido cierto tiempo (unos 5 segundos) primero se desenergiza KM3 y luego se energiza KM2 (triángulo). Con este conexionado sigue funcionando el motor hasta que se apague.



Práctica 17.1.3. ARRANQUE AUTOMÁTICO CON TEMPORIZADOR NEUMÁTICO

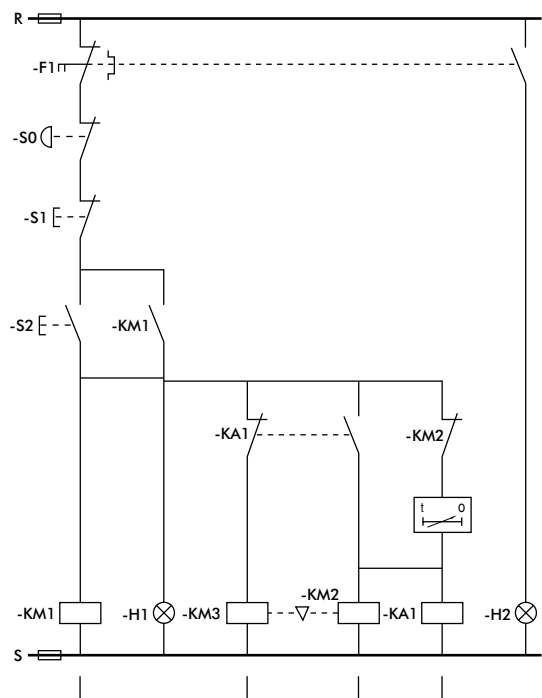


Si deseamos que el proceso finalice de forma automática, podemos añadir un temporizador, un final de carrera, un detector, etc., como en alguno de los procesos estudiados anteriormente.

También es posible realizar secuencias con varios motores de arranque estrella-triángulo y secuencias con motores de arranque directo y de arranque estrella-triángulo.

OBSERVACIONES SOBRE LAS PRÁCTICAS CON ARRANQUE ESTRELLA-TRIÁNGULO

Práctica 17.1.4. ARRANQUE AUTOMÁTICO CON TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO



Práctica 17.2. ARRANCADOR AUTOMÁTICO CON DOS SENTIDOS DE GIRO

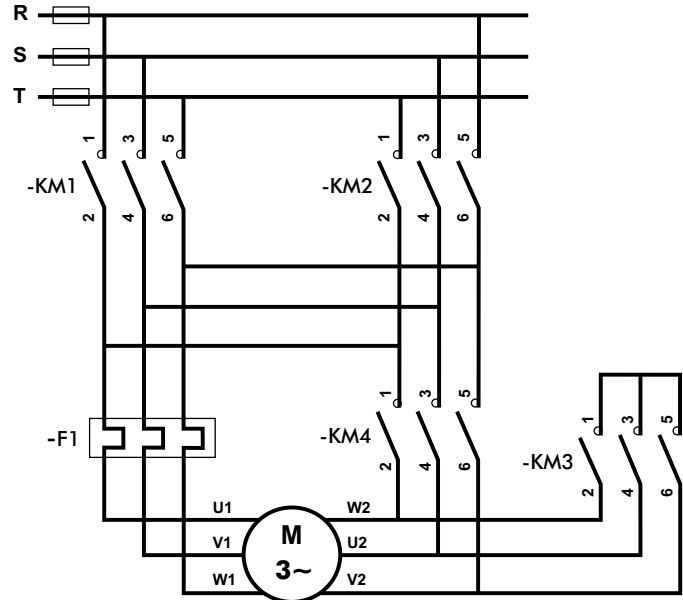
CIRCUITO DE POTENCIA

Para que funcione hacia la derecha siempre debe energizarse primero KM1 y KM3.

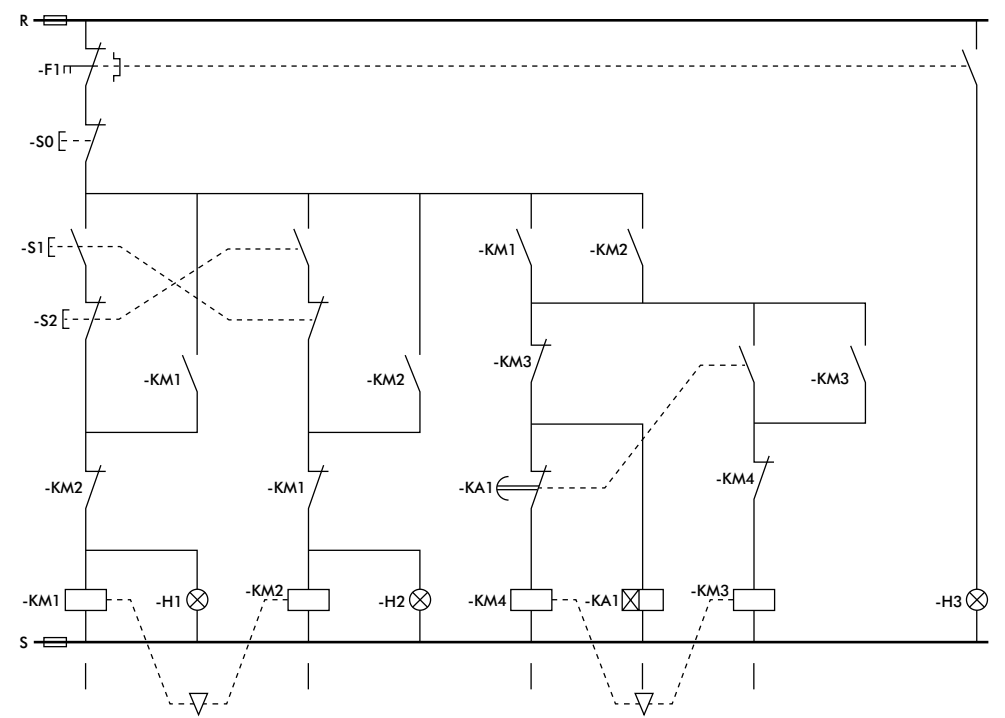
Cuando se alcance más o menos el 75% de la velocidad de régimen, debe desenergizarse KM3 e inmediatamente energizarse KM4.

De igual manera, para que funcione hacia la izquierda es necesario que se energice KM2 y KM3.

Como en el caso anterior, cuando llegue a un 75% de la velocidad de régimen se debe desenergizar KM3 e inmediatamente energizar KM4.



CIRCUITO DE MANDO



7.2. ARRANQUE POR RESISTENCIAS ESTATÓRICAS

En este sistema se intercalan, en serie con el estator, un grupo de resistencias entre la red de alimentación y el motor, durante el periodo de aceleración, a fin de reducir la tensión aplicada en los bornes del motor.

Transcurrido este tiempo, se eliminan las resistencias aplicando la tensión total de la red al motor.

Las resistencias que se utilizan deben estar dimensionadas para obtener una corriente de arranque por debajo de un valor aceptable, y también un par suficiente en el momento del arranque.

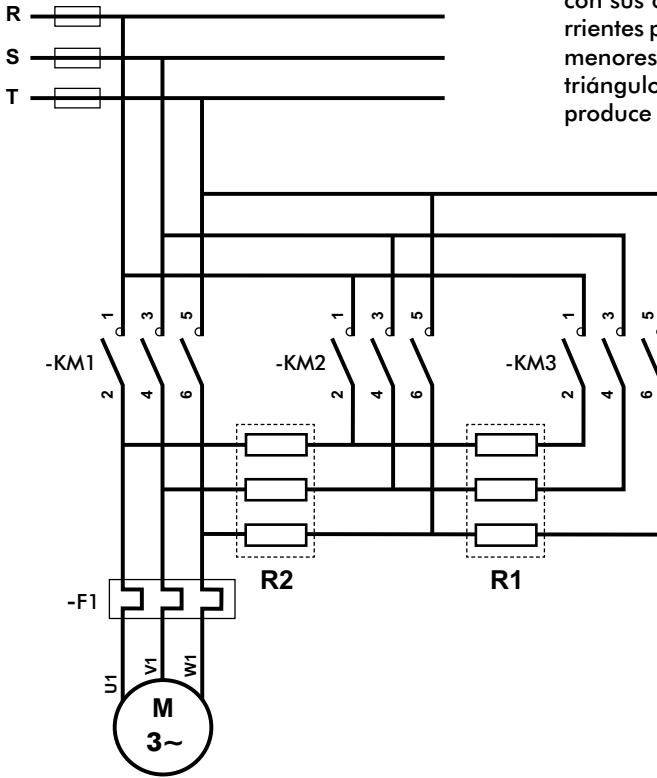
Este sistema, a diferencia del arranque estrella-triángulo, permite regular el par de arranque a un valor elevado (cuando sea necesario) y preciso (a expensas de una mayor corriente pico).

Además el par motor crece mucho más rápidamente en función de la velocidad, que en el arranque estrella-triángulo, permitiendo obtener en el primer tiempo, una velocidad bastante elevada, aspecto que debe tomarse en cuenta especialmente al tratarse de máquinas donde el par resistente aumenta mucho con la velocidad.

PRÁCTICA 18 - ARRANCADOR AUTOMÁTICO POR RESISTENCIAS ESTATÓRICAS

1. El arrancador está compuesto por las resistencias, un contactor que conecta la totalidad de ellas en serie con el motor, y tantos contactores y temporizadores como etapas de arranque se requieren, utilizándose el último de ellos para aplicar la tensión total al motor.
2. El contactor que aplica la tensión total al motor debe estar dimensionado para soportar la intensidad nominal del motor, mientras que los demás contactores se calculan de acuerdo a la reducción que se quiere obtener en la tensión que se va aplicando al motor.
3. La intensidad pico de arranque se reduce en la misma proporción en que se reduce la tensión, y el par de arranque se reduce con el cuadrado de la relación de tensiones, pero el relé térmico debe estar regulado para la I_n del motor.
4. Se necesitan tres conductores entre la red y el arrancador y entre el arrancador y el motor.
5. El par de arranque, a medida que aumenta la velocidad, crece más rápidamente que en el arranque estrella-triángulo, presentándose una corriente pico de conmutación menor, al efectuarse el acoplamiento a mayor velocidad.
6. El motor en ningún momento queda desconectado de la línea.
7. Es posible elegir la tensión de arranque y, por consiguiente, el par.
8. Es más costoso que el arrancador estrella-triángulo, pues al valor de las resistencias se debe añadir el del contactor general, que tiene mayor capacidad.
9. Se construyen exclusivamente bajo pedido.

CIRCUITO DE POTENCIA



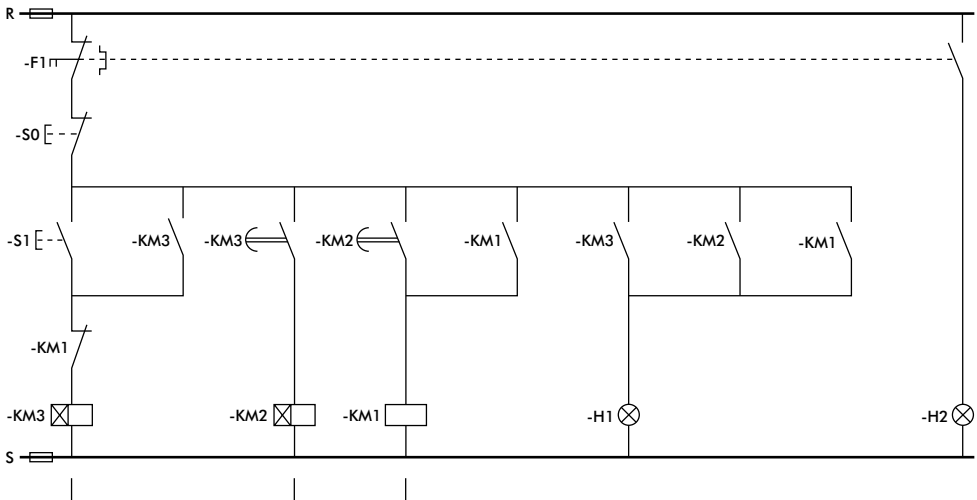
En el momento en que se anulan las resistencias y se aplica la tensión total de red, para que el motor quede funcionando con sus características nominales, las corrientes pico que se producen también son menores que en la conmutación estrella-triángulo, por cuanto el acoplamiento se produce a una mayor velocidad.

Este fenómeno se produce porque, a medida que el motor va acelerando, la corriente absorbida va disminuyendo y, por consiguiente, la caída de tensión en las resistencias se hace también menor, elevándose la tensión en los bornes del motor.

Así mismo, el par cedido por el motor aumenta en la medida en que éste va adquiriendo velocidad.

Tan pronto alcance su velocidad de régimen, o llegue muy cerca a ella, se cortocircuitan las resistencias para que el motor quede trabajando en condiciones normales.

CIRCUITO DE MANDO



7.3. ARRANQUE POR ACOPLAMIENTO ESTRELLA-RESISTENCIAS-TRIÁNGULO

Es un procedimiento que se deriva del arranque por conmutación estrella-triángulo y del arranque por resistencias estáticas, permitiendo obtener el beneficio del arranque estrella-triángulo en los motores de elevada potencia y tensión, en aquellos casos en que el par resistente que ofrece la máquina no permite obtener una velocidad elevada en el arranque estrella.

Posición estrella (arranque): En este primer momento se obtiene la misma reducción de tensión que en el arranque estrella-triángulo, se logran las mismas características en cuanto a corriente y par que las logradas en éste, es decir un tercio de la corriente y del par, si el arranque fuera directo.

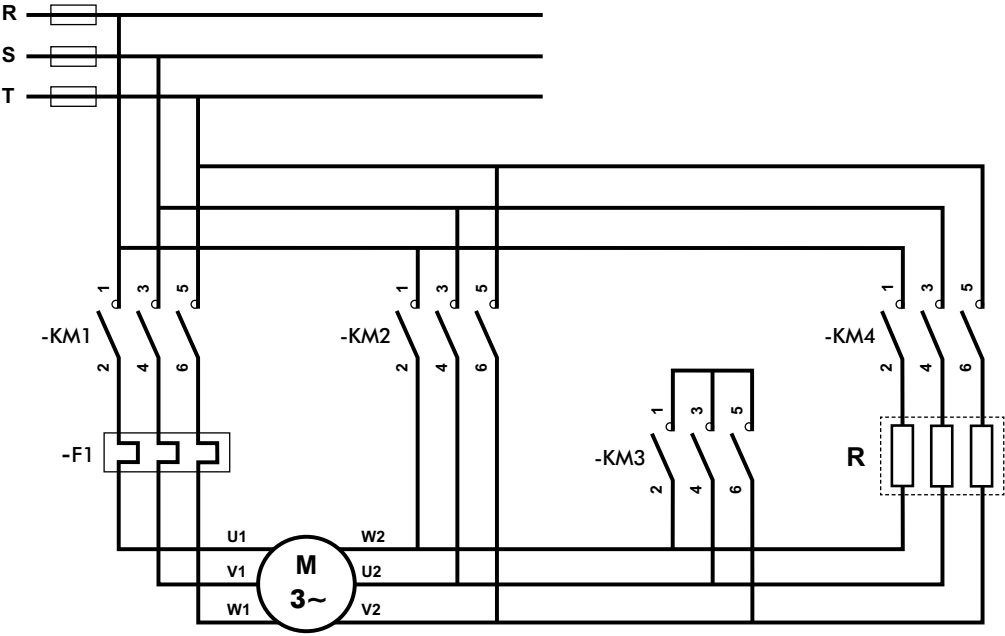
Posición triángulo (con las resistencias intercaladas): Al acoplar en triángulo, las resistencias quedan intercaladas en el circuito. En este tipo de arranque, las resistencias son mucho más reducidas que las empleadas en el arranque por resistencias estáticas, por cuanto la caída de tensión que origina es mucho menor. El motor, con una intensidad pico aceptable, cumple las características como si fuese un arranque estático, de modo que el incremento del par hace aumentar la velocidad.

Posición triángulo (marcha normal): Se finaliza el arranque del motor, dejando fuera de servicio las resistencias que se encuentran en serie con el devanado del estator y conectando éste en triángulo. Con ello el motor adquiere sus características nominales con una corriente pico débil.

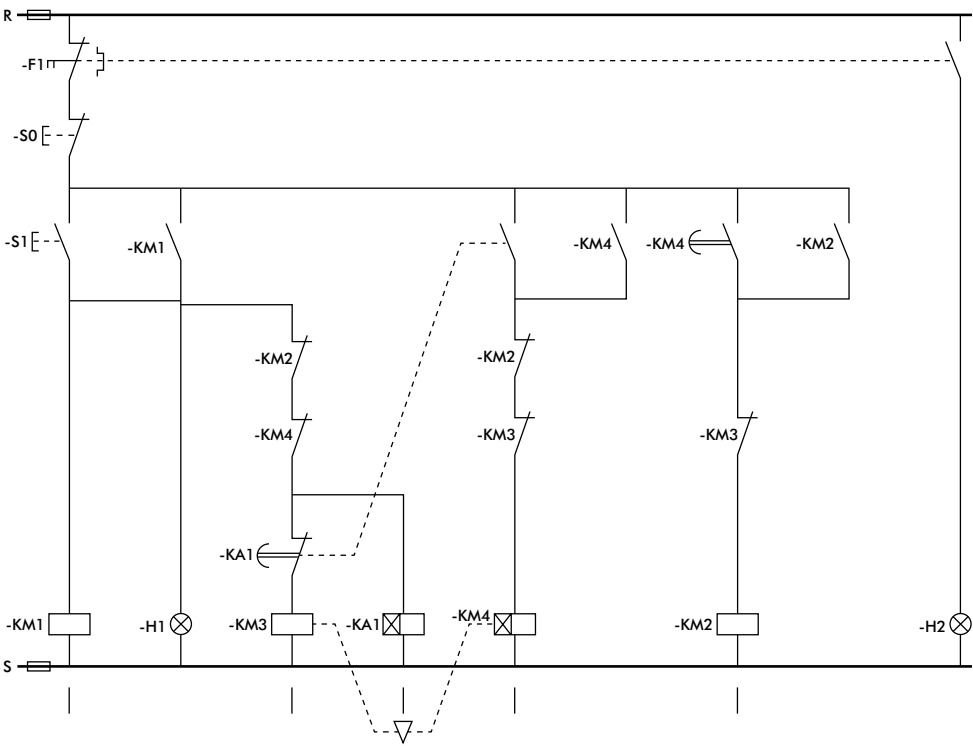
PRÁCTICA 19 - ARRANCADOR AUTOMÁTICO POR ACOPLAMIENTO ESTRELLA-RESISTENCIAS-TRIÁNGULO

1. El arrancador está compuesto por las resistencias y cuatro contactores: El contactor de red y el de triángulo deben estar calculados para soportar el 58% de la I_n , al igual que el relé térmico, mientras que el contactor estrella se calcula para el 33% de la I_n . El contactor que conecta el grupo de resistencias (en serie con las tres fases que alimentan el motor), se calcula de acuerdo con la reducción que se desea obtener en la tensión aplicada al motor.
2. La corriente pico, en la primera etapa del arranque, se reduce a un tercio del valor que se presenta en el arranque directo, mientras que en la segunda etapa del arranque, se reduce en la misma proporción que la relación de tensiones.
3. El par de arranque, en la primera etapa del arranque, se reduce a un tercio del valor que tiene en arranque directo, y en la segunda etapa queda reducido con el cuadrado de la relación de tensiones.
4. Se necesitan seis conductores entre el arrancador y el motor.
5. Las resistencias son más reducidas que las empleadas en un arrancador por resistencias estáticas.
6. Se puede elegir la tensión de arranque de la segunda etapa, y en consecuencia su correspondiente par.

CIRCUITO DE POTENCIA



CIRCUITO DE MANDO



7.4. ARRANQUE POR RESISTENCIAS ROTÓRICAS

Con estos motores (motores con **rotor bobinado o de anillos rozantes**) se limita la intensidad de arranque sin perjudicar el par, porque se puede disponer de una resistencia elevada en el momento del arranque, y de una resistencia mucho menor cuando el motor haya alcanzado su velocidad de régimen.

Para ello es necesario conectar, en serie con las bobinas del rotor, unas resistencias exteriores que se van eliminando a medida que el motor va acelerando, hasta llegar a cortocircuitar el circuito del rotor, en el momento en que el motor haya alcanzado su velocidad nominal.

Es necesario tener presente que en este sistema de arranque, no hay una reducción de la tensión para limitar la corriente pico de arranque, porque el estator se alimenta siempre con la tensión total, y que las resistencias se intercalan en serie con el bobinado del rotor, las cuales se irán eliminando de manera progresiva (empleando normalmente temporizadores) en dos o más tiempos, de acuerdo con la necesidad.

Tras cada desconexión de un grupo de resistencias, el par y la intensidad toman los valores correspondientes a la nueva resistencia rotórica intercalada.

Con este método, la corriente pico de arranque se reduce en función de las resistencias rotóricas, mientras que el par de arranque se incrementa. A medida que la velocidad aumenta, el par decrece, tanto más rápidamente cuanto mayor sea la resistencia en el circuito del rotor. Este sistema permite adaptar el par durante el arranque, así como las corrientes pico, de acuerdo con las necesidades propias de la instalación.

Existen casos especiales, en los cuales las mismas resistencias se emplean para controlar la velocidad del motor. En estos casos, las resistencias se dimensionan para realizar este trabajo, porque el paso de corriente por ellas es mucho más prolongado que en un simple arranque, reduciendo el rendimiento del sistema, por lo cual no resulta muy práctico regular la velocidad del motor entre límites de tiempo muy largos.

PRÁCTICA 20 - ARRANCADOR AUTOMÁTICO DE MOTORES POR RESISTENCIAS ROTÓRICAS

1. El arrancador está conformado por las resistencias rotóricas, un contactor para conectar el estator a la línea de alimentación, dos o más contactores y temporizadores para ir eliminando progresivamente las resistencias. Las resistencias se van eliminando de acuerdo con un tiempo fijo, o en función de la carga que debe accionar el motor.
2. El contactor que conecta el estator a la red debe estar calculado para la intensidad nominal, mientras que los contactores que cortocircuitan las resistencias se calculan en función de la intensidad rotórica y del sistema que se adopte para cortocircuitar cada grupo de resistencias.
3. Este sistema permite adaptar el par de arranque y las corrientes pico, a las necesidades propias de la instalación.
4. Se necesitan seis conductores entre el arrancador y el motor.

7.5. ARRANQUE POR AUTOTRANSFORMADOR

Consiste en utilizar un autotransformador conectado en estrella con una serie de salidas con tensiones fijas, para ir aplicando al motor tensiones cada vez mayores, para conseguir su arranque.

PRÁCTICA 21 - ARRANCADOR AUTOMÁTICO POR AUTOTRANSFORMADOR

1. El arrancador está compuesto por los siguientes elementos: el autotransformador, un contactor para alimentar éste a la red, dos o más contactores para aplicar las tensiones parciales de salida del autotransformador al motor, y un contactor para alimentar el motor a plena tensión.
2. El contactor que alimenta el motor a plena tensión debe estar dimensionado para la I_n .
3. La intensidad que debe soportar el contactor que alimenta el autotransformador se calcula de la siguiente manera:

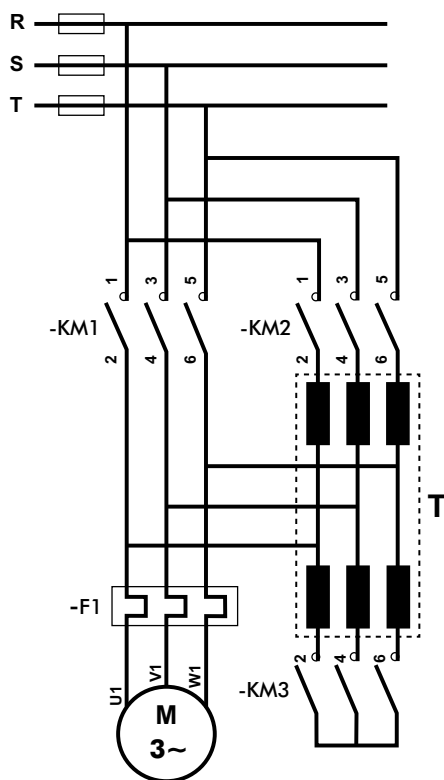
$$\left(\frac{\text{E de salida del autotransformador}}{\text{E de línea}} \right)^2 \times I_n$$

4. La intensidad que deben soportar los contactores que conectan las tensiones parciales de salida del autotransformador se calcula así:

$$\frac{\text{E de salida del autotransformador}}{\text{E de línea}} \times I_n$$

5. El relé térmico se debe regular para la intensidad nominal del motor.
6. La intensidad pico de arranque en la línea (primario del autotransformador) se reduce proporcionalmente al cuadrado de la reducción de tensión. Ésta es menor en el arranque por autotransformador (para una misma reducción de tensión aplicada al motor), que en el arranque por resistencias estatóricas, ya que en éste la intensidad que circula por la línea es la misma que pasa por el motor, mientras que en el arranque por autotransformador, la corriente es proporcional a la relación de transformación del mismo.
7. El par de arranque se reduce en un valor proporcional al cuadrado de la relación de tensiones de línea y del motor. En un motor jaula de ardilla es totalmente independiente del método empleado para reducir la tensión en sus bornas, dependiendo solamente de la tensión aplicada a los mismos y variando proporcionalmente al cuadrado de la tensión aplicada.
8. Para una corriente de línea determinada, el par obtenido en el motor es mayor en este sistema, porque las tensiones que se aplican son mayores que en el arranque por resistencias estatóricas.
9. La potencia absorbida es menor que en el arranque por resistencias estatóricas, por cuanto éstas consumen energía, mientras que el autotransformador varía la tensión con muy pocas pérdidas.
10. Una desventaja, con respecto al arranque por resistencias estatóricas, es la menor suavidad durante la aceleración, y al mismo tiempo es más lento.

CIRCUITO DE POTENCIA



A medida que el motor va acelerando se le conectan las diversas tensiones que tiene el auto-transformador, hasta aplicarle la tensión nominal, momento en el cual se elimina éste.

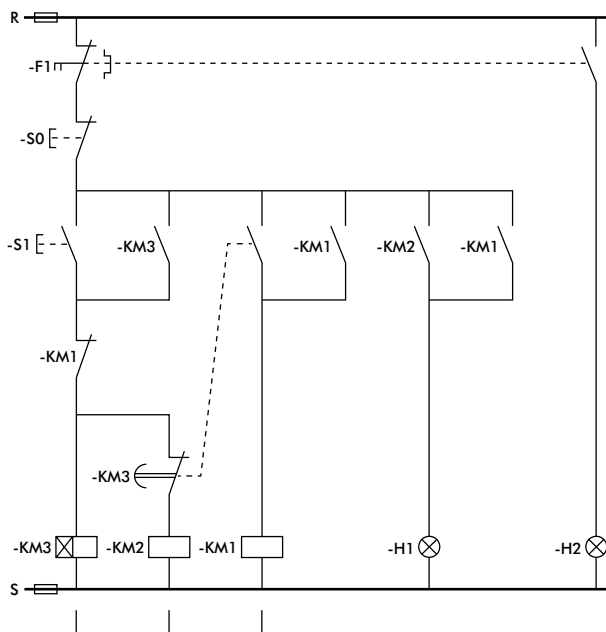
Normalmente se emplean autotransformadores con salidas que corresponden al 50%, 65% y 80% de la tensión de red, para obtener valores del 25%, 42% y 64%, respectivamente, de los pares que se obtienen en un arranque directo.

Por otra parte, la corriente en el primario se reduce aproximadamente con el cuadrado de la relación de tensión del secundario al primario, de tal manera que si se desprecia la corriente magnetizante del autotransformador, las salidas del mismo proporcionarían intensidades de arranque del 25%, 42% y 64% de las que se obtendrían con la tensión total.

Con este sistema se obtienen características más favorables que las que se obtienen con el arranque por resistencias estáticas, como un par de arranque más elevado con una corriente pico menor, por lo cual este sistema se emplea para el arranque de motores de elevada potencia. Además tiene la ventaja de no ocasionar pérdidas de potencia exteriores en el arranque.

En este sistema se tiene que desconectar el motor de la red durante el tiempo de la conmutación, lo cual puede ocasionar una corriente transitoria elevada.

CIRCUITO DE MANDO



OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

7.6. ARRANQUE DE MOTORES QUE TIENEN DOS O MÁS VELOCIDADES

Para evitar confusiones con los sistemas de arranque vistos anteriormente, veamos algunos aspectos sobre motores de dos o más velocidades.

La velocidad de un motor asíncrono no depende de la variación de la tensión, sino que es directamente proporcional a la frecuencia e inversamente proporcional al número de polos que tenga.

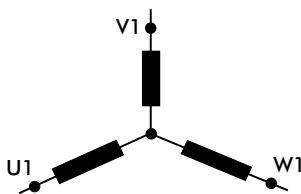
Se pueden obtener motores con dos o más velocidades fijas, realizando en el estator una serie de combinaciones de los bobinados, los cuales corresponden a diferentes números de polos, como se irá viendo en las siguientes prácticas.

PRÁCTICA 22 - MOTORES ASÍNCRONOS CON DEVANADOS INDEPENDIENTES Y CONMUTABLES

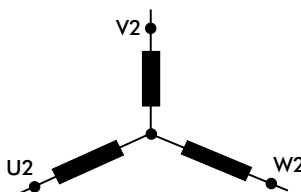
Práctica 22.1. MOTORES CON DEVANADOS ESTATÓRICOS INDEPENDIENTES PARA DOS VELOCIDADES Y UN SOLO SENTIDO DE GIRO

Estos motores tienen dos arrollamientos estáticos eléctricamente independientes, los cuales permiten obtener dos velocidades, lenta y rápida, en una relación cualquiera.

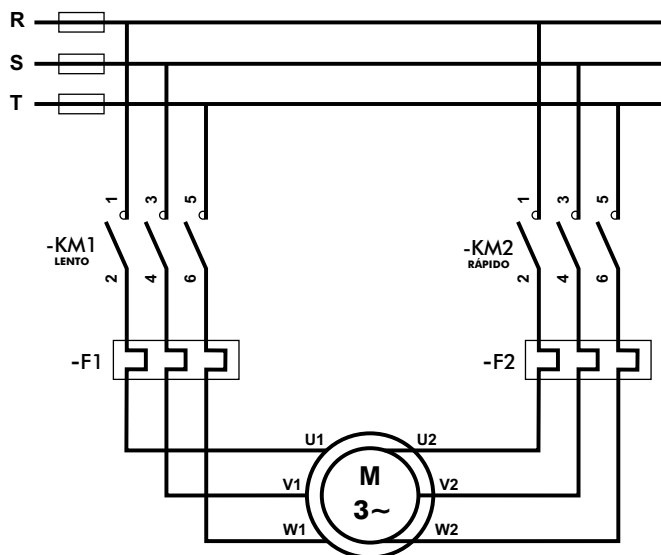
Bobinado para velocidad lenta



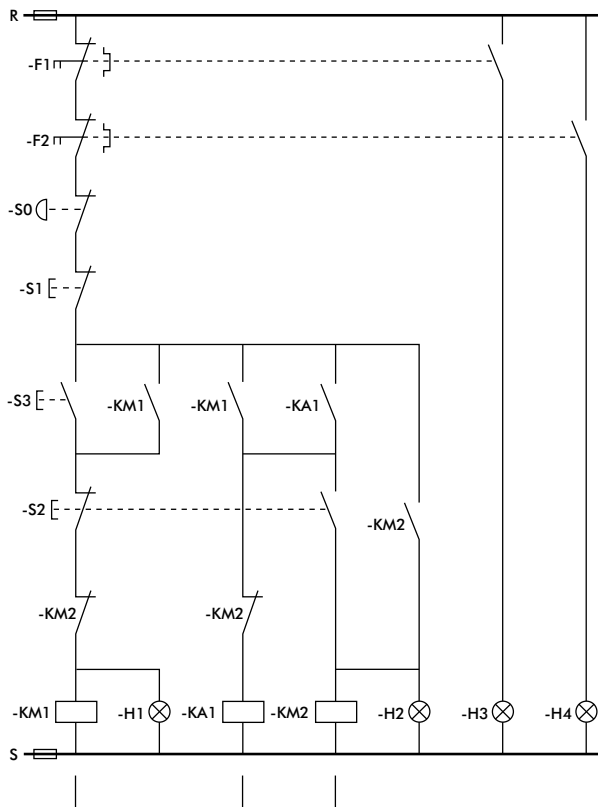
Bobinado para velocidad rápida



CIRCUITO DE POTENCIA



CIRCUITO DE MANDO

[illegible]

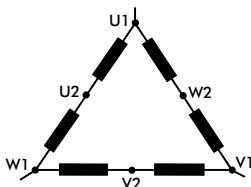
Práctica 22.2. MOTORES CON CONEXIÓN DAHLANDER

MOTORES DE POLOS CONMUTABLES: Son motores especialmente contruïdos para dos o más velocidades, que se obtienen conmutando el conexinado de los devanados del motor.

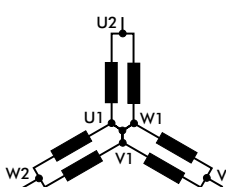
BOBINADOS PARA DOS VELOCIDADES

CONEXIÓN TRIÁNGULO-DOBLE ESTRELLA

Velocidad lenta

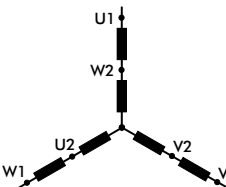


Velocidad rápida

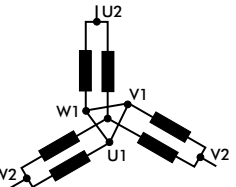


CONEXIÓN ESTRELLA-DOBLE ESTRELLA

Velocidad lenta



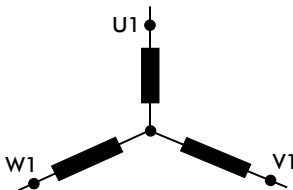
Velocidad rápida



BOBINADOS PARA TRES VELOCIDADES

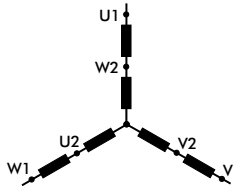
DEVANADO INDEPENDIENTE

Velocidad lenta

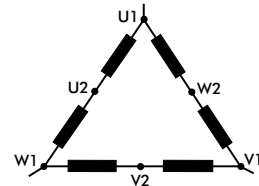


DEVANADOS CONMUTABLES

Velocidad media

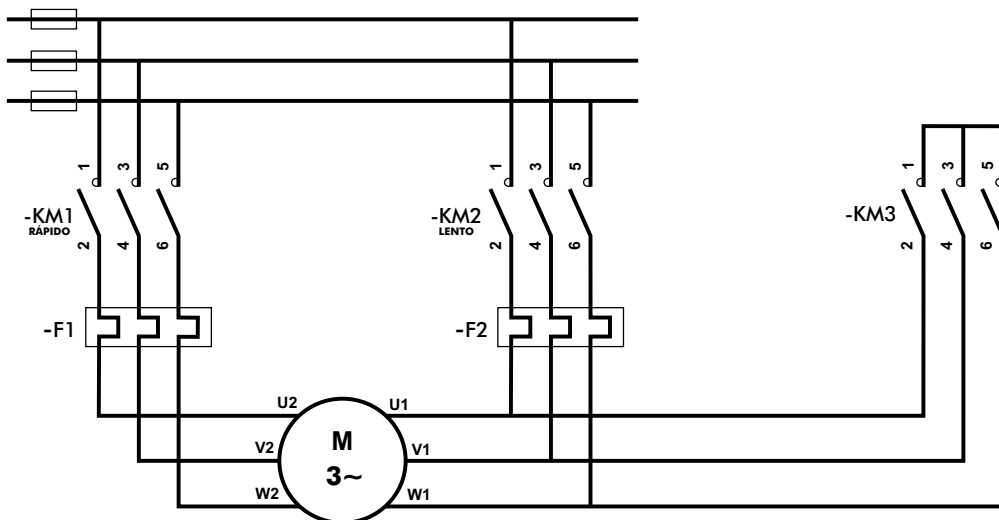


Velocidad rápida



Práctica 22.2.1. DOS VELOCIDADES Y UN SOLO SENTIDO DE GIRO

CIRCUITO DE POTENCIA



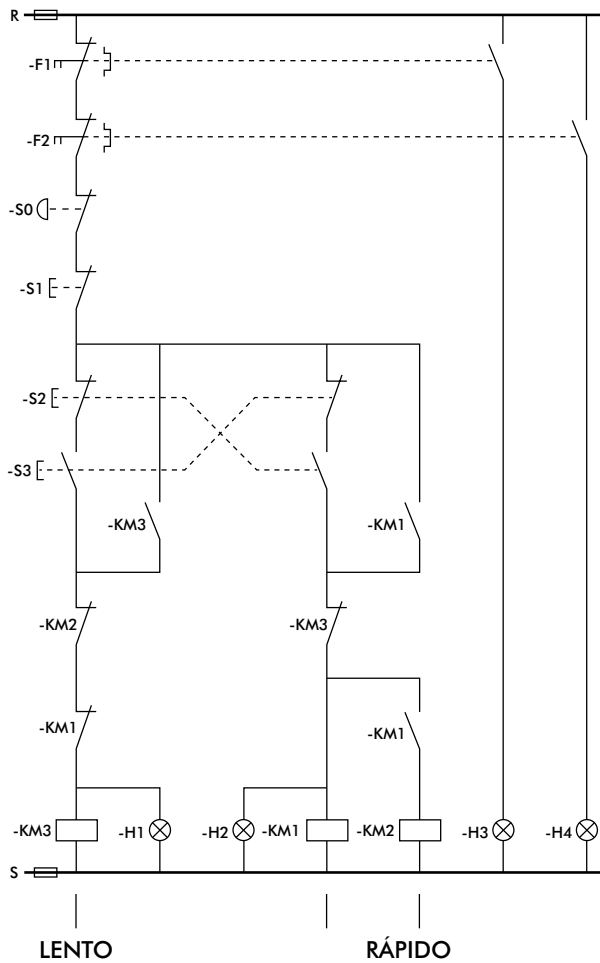
FUNCIONAMIENTO: Estos motores tienen dos velocidades fijas.

VELOCIDAD LENTA: El motor debe energizarse solamente por U1, V1 y W1 a través de KM2. El motor, cuando funciona con este conexionado, será protegido contra sobrecargas por el relé térmico F2.

VELOCIDAD RÁPIDA: El motor se energiza por U2, V2 y W2 a través del contactor KM1. Al mismo tiempo es necesario unir U1, V1 y W1, lo cual se consigue energizando KM3. Cuando el motor esté funcionando con velocidad rápida quedará protegido contra las sobrecargas por el relé térmico F1.

Para evitar posibles daños es necesario enclavar eléctricamente y en lo posible mecánicamente KM1 y KM2. Así mismo KM3 podrá energizarse sólo si se ha energizado KM1.

CIRCUITO DE MANDO



OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]

Práctica 22.2.2. DOS VELOCIDADES Y DOS SENTIDOS DE GIRO

CIRCUITO DE POTENCIA

FUNCIONAMIENTO:

VELOCIDAD LENTA DERECHA: es necesario energizar KM1 y KM3.

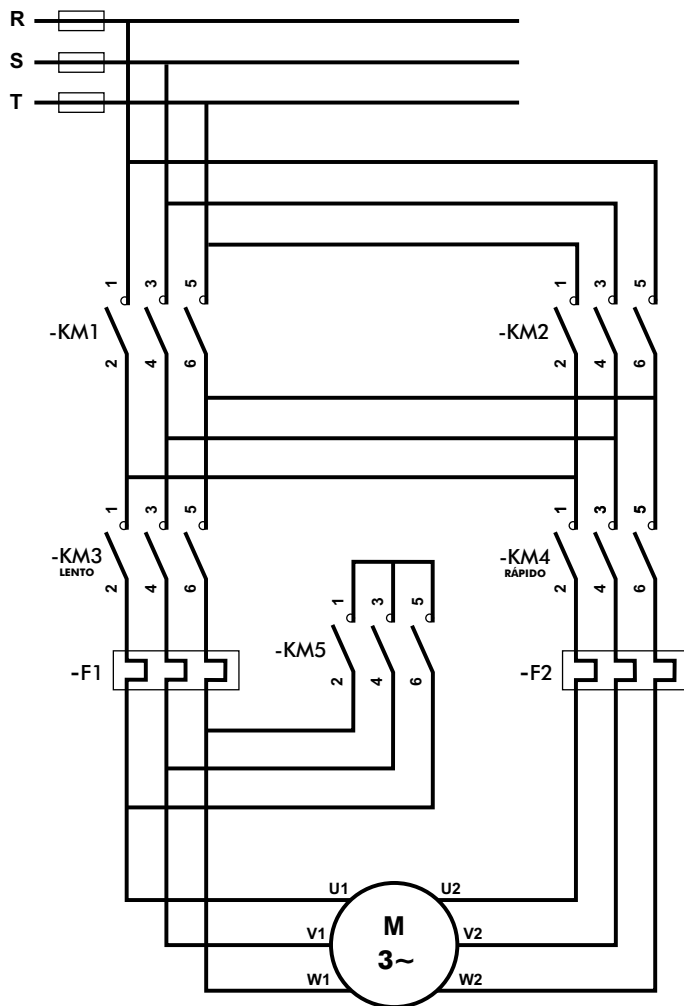
VELOCIDAD LENTA IZQUIERDA: es necesario energizar KM2 y KM3.

VELOCIDAD RÁPIDA DERECHA: es necesario energizar KM1, KM4 y KM5.

VELOCIDAD RÁPIDA IZQUIERDA: es necesario energizar KM2, KM4 y KM5.

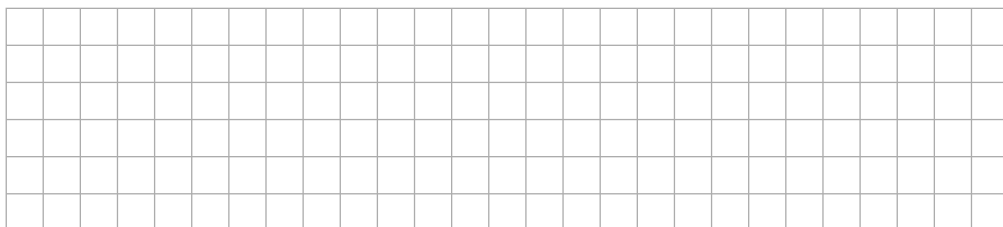
Por seguridad y para evitar inconvenientes se debe enclavar KM1 con KM2, y KM3 con KM4.

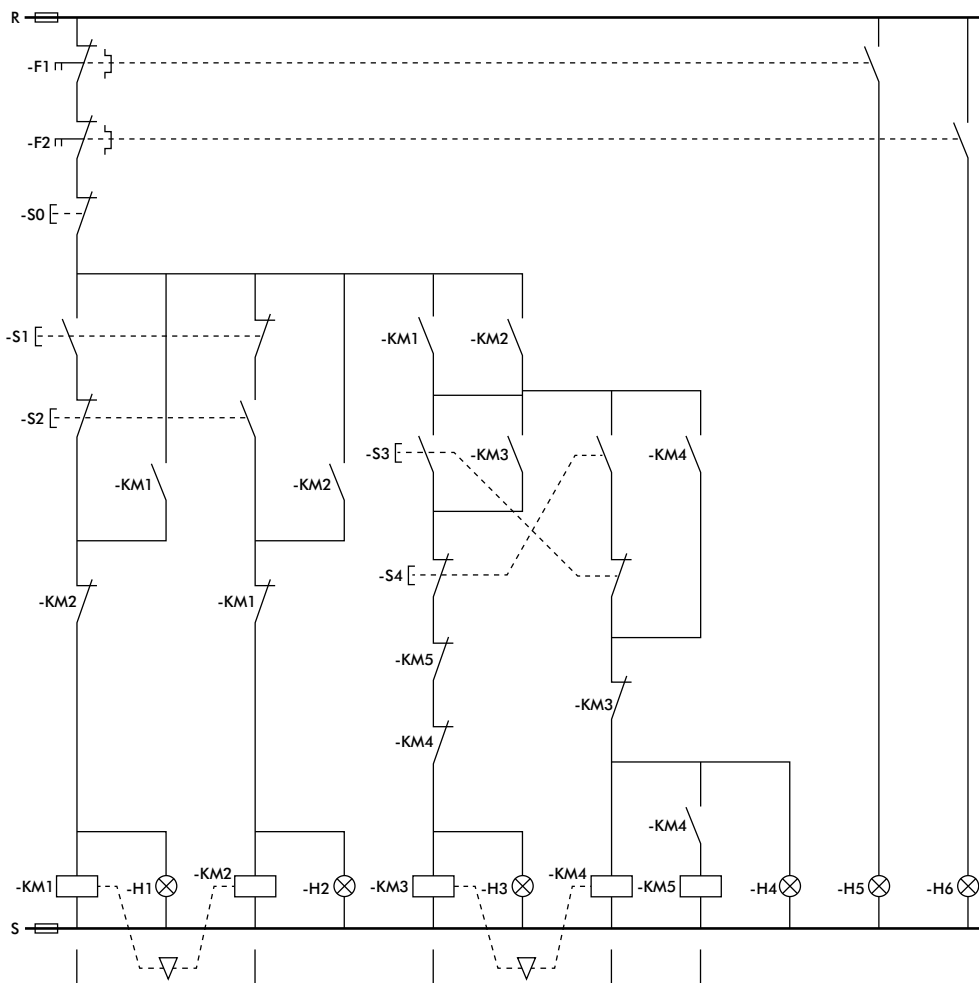
Así mismo es necesario energizar KM5 sólo si previamente se ha energizado KM4.



CIRCUITO DE MANDO

A continuación encuentras dos esquemas de mando para que, antes de realizar el correspondiente montaje, los analices y veas las semejanzas y diferencias, así como las ventajas y desventajas que presenta cada uno de ellos. Es conveniente consignar por escrito las conclusiones que se obtengan.





OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA

[illegible]