



Universidad Tecnológica de Puebla

Contactores y relevadores

Manual de asignatura

Carrera

Electricidad y Electrónica Industrial

Programa 2004

Julio Rodríguez González y Eduardo Mercado Aguilar

Créditos

Elaboró: Julio Rodríguez González y Eduardo Mercado Aguilar

Revisó: Comisión revisora.

M. C. Carlos Morcillo Herrera.

Ing. Julio Francisco Curioca Vega.

Ing. Rafael López Sandoval.

Ing. Javier Arredondo Guzmán.

Revisión ortográfica, formato y estilo.

Lic. José Luis Catzalco León

Colaboradores:

J. Sacramento Solórzano Lujano

Autorizó: Ing. Marcos Espinosa Martínez

Medidas de seguridad

El técnico electrónico trabaja con electricidad, dispositivos electrónicos, motores y otras máquinas rotatorias. Tiene que usar frecuentemente herramientas de mano y mecánicas para construir los prototipos de nuevos dispositivos a realizar experimentos. Utiliza instrumentos de prueba para medir las características eléctricas de los componentes, dispositivos y sistemas electrónicos.

Estas tareas son interesantes e instructivas, pero pueden presentar ciertos riesgos si se efectúan descuidadamente. Por consiguiente es esencial que el estudiante aprenda los principios de seguridad en cuanto comienza su carrera y que practique estos ejercicios en toda su actividad subsiguiente de trabajo.

La realización del trabajo en condiciones de seguridad requiere seguir deliberadamente un procedimiento apropiado para cada labor. Antes de emprender una tarea, el técnico debe tener perfecto conocimiento de lo que tiene que hacer y de cómo ha de hacerlo. Debe planear su labor, colocar en el banco de trabajo limpiamente y de manera ordenada las herramientas, equipo e instrumentos que ha de necesitar. Debe quitar todos los objetos extraños y apartar los cables todo lo posible de manera segura.

Cuando trabaje en máquinas rotatorias o cerca de ellas debe tener bien sujeto y abrochado su traje de trabajo, de modo que no pueda ser enganchada ninguna parte de él.

Las tensiones de línea (de energía) deben ser aisladas de tierra por medio de un transformador de separación o de aislamiento. Las tensiones de línea de energía pueden matar, por lo que no deben ponerse en contacto con ellas las manos ni el cuerpo. Se deben comprobar los cables o cordones de línea antes de hacer uso de ellos, y si su aislamiento está roto o agrietado no se deben emplear estos cables. El alumno debe evitar el contacto directo con cualquier fuente de tensión. Medir las tensiones con una mano en el bolsillo. Usar zapatos con suela de goma o una alfombra de goma cuando se trabaja en el banco de experimentación. Cerciorarse de que las manos están secas y que no se está de pie sobre un suelo húmedo cuando se efectúan pruebas y mediciones en un

circuito activo, o sea conectado a una fuente de tensión. Desconectar ésta antes de conectar los instrumentos de prueba en un circuito activo.

Utilizar enchufes o clavijas de seguridad en los cables de línea de las herramientas mecanizadas y equipos no aislados (clavijas con tres patas polarizadas) No anular la propiedad de seguridad de estas clavijas utilizando adaptadores no conectados a tierra. No invalidar ningún dispositivo de seguridad, tal como un fusible o un disyuntor, cortocircuitándolo o empleando un fusible de más amperaje del especificado por el fabricante. Los dispositivos de seguridad están destinados a protegerle a usted y a su equipo.

UN COMPORTAMIENTO JUICIOSO Y CON SENTIDO COMÚN EN EL LABORATORIO SERÁ GARANTÍA DE SEGURIDAD Y HARÁ SU TRABAJO INTERESANTE Y FRUCTÍFERO.

PRIMEROS AUXILIOS.

Si ocurre un accidente, desconecte inmediatamente la red o línea de energía. Comunique inmediatamente el accidente a su instructor.

Una persona accidentada debe permanecer acostada hasta que llegue el médico, y bien arropado para evitar la conmoción. No intentar darle agua ni otros líquidos si está inconsciente y asegurarse de que nada pueda causarle aún más daño. Se le cuidará solícitamente manteniéndola en postura cómoda hasta que llegue el médico.

RESPIRACIÓN ARTIFICIAL.

Una conmoción eléctrica fuerte puede causar un paro respiratorio. Hay que estar preparado para practicar la respiración artificial inmediatamente, si esto ocurre. Se recomiendan dos técnicas:

1. Respiración de boca a boca, que se considera la más eficaz.
2. Método de Schaeffer.

Estas instrucciones no están destinadas a desanimarle, sino a advertirle de los riesgos que se pueden presentar en el trabajo de un técnico electrónico.

Índice

Créditos	2
Medidas de seguridad	3
Índice	5
Contenido	7
I. Principios y estructura del contactor y relevador	8
1.1. Contactores y relevadores.....	8
1.2. Aplicación de distintos contactores y relevadores	16
1.3. Elementos que componen a un contactor y relevador.....	18
1.4. Operación del contactor como elemento de arranque y control	24
1.5. Operación del relevador como elemento de control y protección	27
II. Circuitos de control de motores de C. A.	34
2.1. Simbología.....	34
2.2. Circuitos de control básicos a tensión plena para el accionamiento de máquinas eléctricas.....	57
2.3. Inversión de giro de un motor	64
2.4. Cambio de velocidad de un motor	66
2.5. Arranque a tensión reducida.....	72
III. Condiciones de arranque de motores síncronos, cc y anillos rozantes	83
3.1. Arranque de máquinas de C. D.	83
3.2. Arranque de máquinas de anillos rozantes.....	85
3.3. Arranque de la máquina síncrona.....	87

IV. Selección, Instalación y mantenimiento	91
4.1. Selección de arrancadores y dispositivos de control	91
4.2. Cálculo de la capacidad de los elementos de conducción, control y protección	98
4.3. Mantenimiento de los equipos de control	110
V. Normatividad eléctrica	120
5.1. Selección de arrancadores	120
5.2. Cálculo de los elementos de conducción y control	121
5.3. Mantenimiento de equipos de control	124
5.4. Normas de alambrado de tableros de control	124
Guía de Prácticas	127
BIBLIOGRAFÍA	192

Contenido

OBJETIVO GENERAL:

Seleccionar elementos de protección y fuerza Para el accionamiento de sistemas de control electromagnético.

HABILIDADES POR DESARROLLAR EN GENERAL:

El alumno desarrollara la habilidad de controlar y proteger los motores eléctricos de C. A. y C. D.

		Horas			Página
		Teoría	Práctica	Total	
I	Principio y estructura del contactor y relevador	7	3	10	8
II	Circuitos de control de motores de C. A.	24	10	34	34
III	Condiciones de arranque de motores síncronos, c.c. y anillos rozantes.	6	3	9	83
IV	Selección, instalación y mantenimiento	8	4	12	91
V	Normatividad eléctrica.	6	4	10	120
	Guía de prácticas				127
	BIBLIOGRAFIA				192

Principios y estructura del contactor y relevador

OBJETIVO PARTICULAR DE LA UNIDAD:

Clasificar los distintos tipos de contactores y relevadores para ser usados como elementos de protección y control.

HABILIDADES POR DESARROLLAR EN LA UNIDAD

El alumno desarrollará la habilidad de seleccionar y conectar los relevadores y contactores.

1.1. CONTACTORES Y RELEVADORES. (ELECTROMAGNÉTICOS Y DE ESTADO SÓLIDO)

Saber en la teoría (1 hr.)

INTRODUCCIÓN

El contactor y el relevador son dispositivos indispensables en la operación, protección y control de los motores eléctricos de corriente alterna(C. A.) y de corriente directa(CD) Así como en la operación de sistemas de alumbrado y de automatización de procesos industriales. Cuando hablamos del control de motores eléctricos se establecen dos tipos de circuitos eléctricos:

- ✓ El circuito de potencia y
- ✓ El circuito de control.

El de potencia es aquel que suministra energía directamente a las terminales del motor y, el de control es aquel que manipula la energía suministrada al motor para su correcta operación. El contactor es un dispositivo de construcción robusta utilizado en los circuitos de fuerza capaz de soportar en sus contactos elevadas corrientes de encendido y apagado. Sin embargo, el relevador no es un dispositivo robusto y sus contactos sólo

están diseñados para conformar la lógica de los circuitos de control. Ahora bien, cuando dibujamos un diagrama eléctrico las líneas de trazo del circuito de fuerza deben ser más gruesas que las del circuito de control.

EL CONTACTOR

El contactor se puede definir como un dispositivo diseñado para realizar funciones de conmutación repetida para la activación o desactivación de los circuitos eléctricos de potencia por medio de una señal de control eléctrica a distancia.

Los contactores pueden ser clasificados como del tipo electromagnético y como del tipo de estado sólido. Los electromagnéticos, como los que se muestra en la figura 1, trabajan bajo el principio de inducción de Faraday, ya que son accionados cuando se energiza una bobina que forma parte de un electroimán.

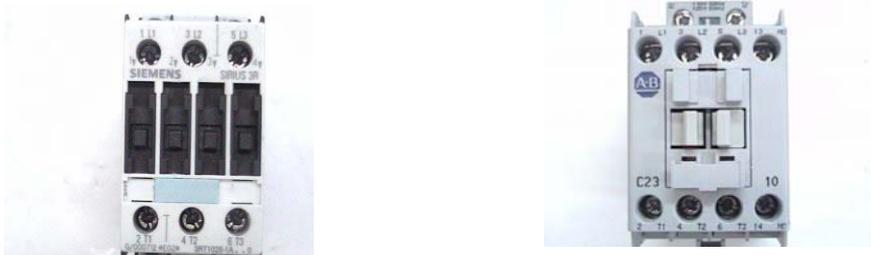


Figura 1
Contactores de accionamiento electromagnético

Los contactores de estado sólido son accionados por el principio de semiconductores que permiten una conmutación electrónica por medio de tiristores, los cuales pueden soportar elevadas corrientes de interrupción, como los que se muestran en la figura 2.

En estos tipos de contactores no hay piezas mecánicas y comúnmente los circuitos de salida y entrada están separados galvánicamente por un optoacoplador.

Existe una gran variedad de marcas y modelos de contactores, cada una con características eléctricas y mecánicas diseñadas para cumplir con los requerimientos industriales.

A diferencia de los contactores electromecánicos que manejan una señal lógica para su activación, los contactores de estado sólido pueden operar con señales lógicas y con señales analógicas de 0-5, 0-10 Vcc o 4-20 mA. Pueden manejar cargas en rangos de corrientes desde 60 A hasta 500 A en tensiones desde 120 hasta 660 VCC o VCA y trabajar cualquier tipo de carga ya sea resistiva (de valor resistivo constante o no) o inductiva.



Figura 2
Contactores de estado sólido de dos marcas diferentes

EL RELEVADOR(RELÉ)

El Relevador es un dispositivo diseñado para realizar funciones lógicas de control y de protección en los circuitos eléctricos. Además de ser utilizado como elemento manejador de cargas de bajo consumo de potencia.

Existe una gran variedad de relevadores que desempeñan funciones específicas para las que fueron diseñados y que podemos clasificar como:

- ✓ Relevadores de control
- ✓ Relevadores de control temporizados

- ✓ Relevadores contadores de eventos
- ✓ Relevadores de protección

RELEVADORES DE CONTROL

Este relevador de control es utilizado para conformar la lógica del control en los diagramas eléctricos, electro-neumáticos, electro-hidráulicos así como para conectar pequeñas cargas en circuitos eléctricos y electrónicos. Al igual que los contactores estos pueden ser electromagnéticos o de estado sólido. Sin embargo, en los circuitos eléctricos de control los más utilizados son los electromagnéticos.

Relevador de control electromagnético.

Estos relevadores cambian el estado de sus contactos inmediatamente al energizar su bobina ya que forma parte de un solenoide que se encarga de transformar la señal eléctrica en movimiento mecánico de sus contactos. Un relevador puede tener uno o varios pares de contactos normalmente abiertos(NO) y normalmente cerrados(NC) En la figura 3, se presentan varios tipos de relevadores de control electromagnéticos.

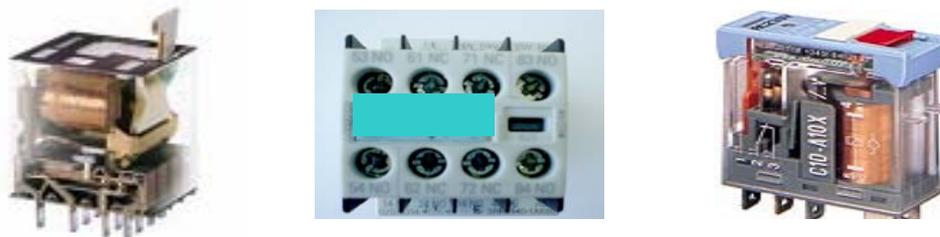


Figura 3
Varios tipos de relevador de control electromagnético

Relevador de control de estado sólido.

Estos relevadores pueden conmutar su salida cuando se dispara la compuerta de un dispositivo semiconductor (Tiristor), por lo cual, no contiene partes mecánicas. Los hay en paso por cero o disparo aleatorio para control de fase. Pueden manejar grandes potencias en tamaños reducidos. Existen para montaje en panel o para circuito impreso,

con disparo de CD o CA y contactos de CA y CD. En la figura 4, se presentan dos marcas diferentes de estos relevadores.



Figura 4
Relevadores de control de estado sólido

RELEVADOR DE CONTROL TEMPORIZADO(TIMER):

Este relevador de control temporizado **retarda el accionamiento de sus contactos** ya sea a la conexión o a la desconexión de la alimentación. Al igual que el relevador de control puede tener uno o varios pares de contactos NC o NO que se accionan después de haber transcurrido el retardo programado. Cuando un relevador retarda el accionamiento de sus contactos al ser energizado se dice que es temporizado a la conexión o timer on y cuando retarda su accionamiento al perder su alimentación se dice que es un timer a la desconexión o timer Off. En la figura 5, se muestran tres presentaciones comerciales de estos relevadores.



Figura 5
Tres tipos de relevadores comerciales

RELEVADOR CONTADOR DE EVENTOS(CONTADOR):

Un relevador de este tipo conmuta el estado de sus contactos cuando el número de eventos prefijado fue alcanzado. Un evento es considerado el cambio de un estado lógico bajo (0) a un estado lógico alto (1) o viceversa, es decir, cuando un contacto conmuta de abierto a cerrado o de cerrado a abierto, según sean las características de operación del contador. El contador puede ser ascendente o descendente de acuerdo con la forma de realizar el conteo de los eventos. Un ascendente incrementa su registro de eventos conforme estos trascurren hasta alcanzar su valor prefijado y un descendente decreta su el valor prefijado en su registro hasta que sea cero. En la figura 6, se muestran dos ejemplos de contadores comerciales(digital y analógico)



Figura 6
Relevadores contadores de eventos

RELEVADORES DE PROTECCIÓN:

En la operación y control de máquinas eléctricas es indispensable la utilización de los relevadores de protección. Estos relevadores cumplen una misión de vital importancia para resguardar las condiciones adecuadas de operación de las máquinas eléctricas y prevenir daños a los equipos y al personal. Condiciones inadecuadas pueden ser ocasionadas por: sobrecarga física en el motor, bajo o alto voltaje en las líneas de alimentación, variación de la frecuencia del voltaje de operación, inversión de la polaridad en caso de máquinas de c.d. y pérdida de fases o inversión de fase para máquinas de c.a. Por lo cual, a continuación analizamos las características de estos relevadores.

Relevador de protección contra sobre carga.

Cuando un motor eléctrico de c.a. o de cd se **sobrecarga físicamente** aumentan las corrientes que circulan por sus devanados o bobinas, ocasionando que la temperatura en estos se incremente por arriba de las condiciones normales de operación, *causando daños en el material aislante de estos y provocando la falla del motor.* Por lo tanto, cuando un relevador tiene la capacidad para responder o conmutar sus contactos cuando detecta que las corrientes de los devanados están por arriba de las nominales es considerado como **un relevador de protección de sobrecargas**, como los que se observan en la figura 7.



Figura 7
Relevador de protección contra sobrecarga

Estos relevadores pueden ser térmicos, magnéticos o magneto-térmicos dependiendo del tipo de elemento sensor utilizado para disparar al relevador.

Relevadores de protección de sobrecarga térmicos.

Los relevadores de este tipo aprovechan el calentamiento que se produce cuando una corriente excesiva circula por un conductor, en este caso, cuando la corriente nominal se excede los valores permitidos del elemento calefactor para el que está ajustado. Los podemos encontrar de dos tipos: **Bimetálicos y de aleación fusible.**

Los bimetálicos: Estos utilizan la propiedad física de dilatación de dos metales soldados, que se calientan con el aumento de la corriente nominal y se expanden provocando que este elemento se curve y dispare al relevador para que se detenga el motor.

Los de aleación fusible: Estos utilizan un metal que se funde con el aumento de la temperatura y destraba una palanca que dispara el relevador.

En ambos casos es necesario que el elemento térmico se enfríe para que arranque el motor.

Relevadores de protección de sobrecarga magnéticos:

Este relevador sensa la corriente excesiva por medio de una bobina robusta que forma parte de un electroimán del relevador, la cual, se conecta en serie con las líneas de alimentación que energizan al motor. Cuando la corriente se excede por arriba de la corriente nominal acciona la armadura y un mecanismo previamente calibrado dispara el relevador, abriendo sus contactos que se encuentran normalmente cerrados. El **accionamiento es inmediato** y se diseñan para operar con motores de cd y de c. a.

En algunas aplicaciones los motores tienen sobrecargas momentáneas que no lo dañan pero si disparan el relevador, para este caso se diseñan **relevadores de sobrecarga de acción retardada**, agregando al mecanismo un dispositivo amortiguador, comúnmente un pequeño cilindro de aceite que retarda el disparo.

Relevador de protección contra inversión e interrupción de fases.

Este relevador utiliza un disco metálico que es arrastrado por efecto de la inducción magnética producida por los conductores de las fases que alimentan el motor. Cuando se invierte las fases o se pierde una fase el sentido de giro cambia y se dispara el relevador.

Relevador de protección diferencial

El relevador diferencial es utilizado para detectar variaciones de corriente muy finas en los circuitos eléctricos, ocasionados por el incremento de temperatura en algún devanado, por fugas de corriente entre los anillos colectores y tierra, por fuga entre fase y estator y por fugas entre las fases y tierra. La detección puede realizarse por medio de un transformador toroidal colocado entre las líneas o por un disco de inducción como en el relevador anterior. El transformador toroidal es sensible a pequeñas diferencias de corriente que ocurran entre las líneas de alimentación al motor y se calibra para que esta dispare un relevador electromecánico. Por otro lado, el disco de inducción dispara al relevador cuando hay una pequeña diferencia en las corrientes de las líneas, la cual, es sensada por las bobinas de cuadratura que pueden sumar o restar los campos magnéticos de las fases.

1.2. APLICACIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE CONTACTORES Y RELEVADORES

Saber en la teoría (1 hr.)

OBJETIVO: Conocer los distintos fabricantes de contactores y relevadores, así como las distintas aplicaciones de los contactores y relevadores.

FABRICANTES DE CONTACTORES Y RELEVADORES

Existen una gran cantidad de fabricantes de relevadores y contactores principalmente empresas de origen Europeo y Americano, las cuales compiten por este gran mercado. A continuación en la figura 8 se presentan los nombres y logotipos de las empresas más importantes que los fabrican:





Figura 8

Nombres y logotipos de empresas fabricantes de contactores y relevadores

Aplicación de los contactores y relevadores.

Los contactores se utilizan para conectar de forma indirecta cargas inductivas, capacitivas y resistivas que consumen elevadas cantidades de corriente, ya que los contactos de estos dispositivos están diseñados para resistir elevadas corrientes de conmutación. Las cargas inductivas pueden ser motores de ca. o cd. las cargas capacitivas en la conexión los bancos de capacitores utilizados para regular el factor de potencia y las cargas resistivas los sistemas de alumbrado y hornos eléctricos.

Cuando se conectan de forma indirecta esta puede ser por una simple botonera, por un sistema de sensores o como resultado de una función lógica compleja y puede realizarse de forma local o remota. Por otro lado, los relevadores son dispositivos diseñados para protección y control y sus contactos no tienen la capacidad de manejar elevadas corrientes, sin embargo, se pueden utilizar en la conexión de algunas cargas de bajo consumo de potencia, como serían pequeños ventiladores, motores de cd, lámparas y encendido de equipos electrónicos. Ahora bien, como ya se mencionó anteriormente, hay relevadores para diferentes aplicaciones ya sea para la lógica de los sistemas de control eléctrico o para la protección de las máquinas eléctricas.

1.3. ELEMENTOS QUE COMPONEN A UN CONTACTOR Y RELEVADOR.

Saber en la teoría (1 hr.)

OBJETIVO: Descripción y aplicación de cada una de las partes que componen a los contactores y relevadores.

1.3.1. ELEMENTOS QUE COMPONEN UN CONTACTOR MAGNÉTICO

Las partes básicas que conforman un contactor electromagnético son: la carcasa, el circuito electromagnético y los contactos. Cada una de estas partes las podemos desensamblar para darle mantenimiento o reparar el dispositivo, por esto es importante conocer las características de cada uno de ellos y los elementos que los conforman. A continuación se describe las características de cada una de estas partes:

La carcasa: La carcasa es el soporte de los elementos que conforman el contactor, esta fabricada con un material aislante hecho de un material polímero con fibra de vidrio muy resistente a las elevadas temperaturas y con una gran rigidez eléctrica, en ella se fijan el circuito electromagnético y los contactos eléctricos. En la figura 9(a) podemos observar la parte externa de la carcasa de un contactor, en la figura 9(b) la parte de la carcasa donde se coloca el núcleo y la bobina y en la 9(c) la parte interna la armadura, donde ambas conforman el circuito electromagnético.



(a) parte externa de la carcasa de un contactor



(b) carcasa interna donde se aloja el núcleo y la bobina



(c) Carcasa interna donde se aloja la armadura

Figura 9

Circuito electromagnético: El circuito electromagnético está conformado por tres partes básicas: La **bobina**, el **núcleo** y la **armadura**. La bobina genera el campo magnético, el núcleo lo refuerza y la armadura reacciona a este. En la figura 10, podemos observar la bobina de tres diferentes tipos de contactores. Una bobina está formada por un conductor enrollado de cierto número de espiras, que al energizarse con un voltaje de cd o ca. forma un campo magnético.

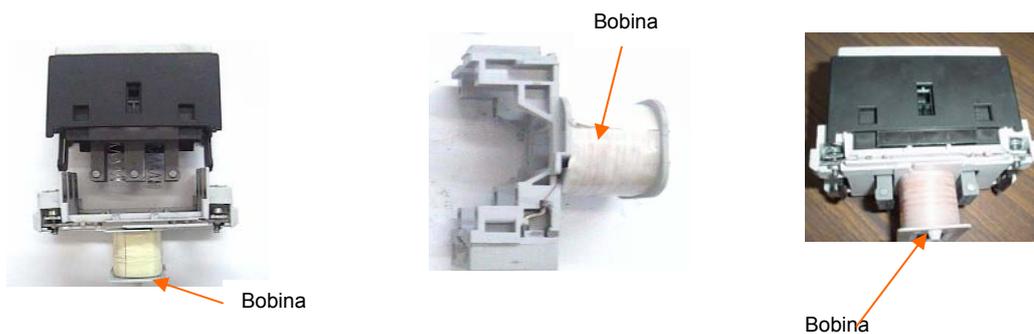


Figura 10
Bobinas de tres diferentes tipos de contactores

El núcleo es una parte metálica en forma de E, construida de laminas de un material ferromagnético y se encuentra colocada de forma fija en la carcasa. En la figura 11, se puede ver físicamente la forma de la armadura y como se encuentra colocada en los contactores. La función del núcleo es fortalecer y distribuir adecuadamente el flujo magnético que se forma en la bobina cuando esta es energizada, de forma que ejerza una fuerte atracción sobre la armadura. La bobina se monta en precisamente en el núcleo.



Figura 11
Forma física del núcleo y ubicación dentro del contactor.

La armadura es una parte móvil del contactor y esta construida del mismo material que el núcleo, se mantiene separada del núcleo por medio de la fuerza de un resorte, el cual, es vencido solamente cuando la bobina es energizada.

Para contactores de corriente alterna el núcleo contiene dos bobinas que estabilizan el cruce por cero de la corriente alterna y evitan la vibración del mismo. Estas bobinas se encuentran colocadas en dos de los extremos de la armadura.

En la figura 12, se puede observar con varias fotografías la forma física de la armadura, su ubicación en la carcasa del contactor, el resorte que lo mantiene fijo y la bobina de sombra para los contactores de c.a.

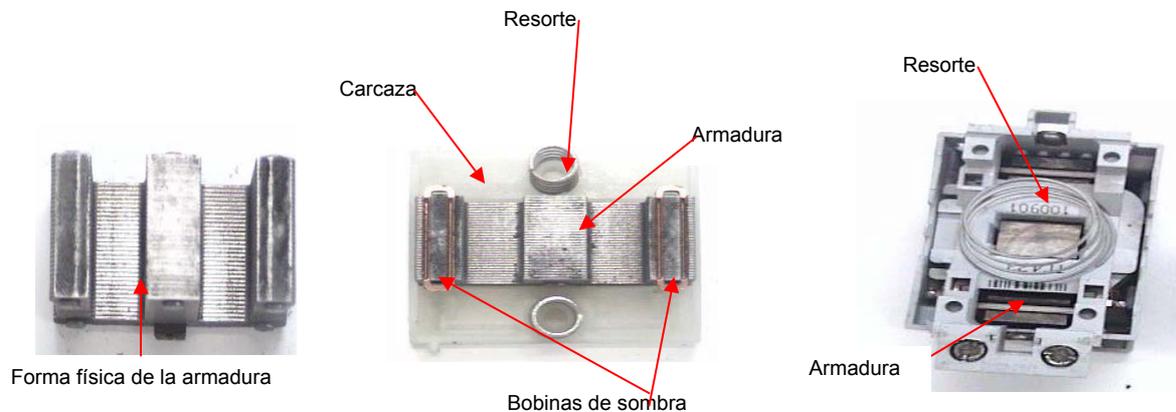


Figura 12
Forma física de la armadura, resorte y bobina de sombra

Contactos: En un contactor podemos encontrar dos tipos de contactos: **los contactos principales y los contactos auxiliares**. Los **principales** son de construcción robusta y están diseñados para soportar elevadas corrientes de encendido y apagado, permitiendo el paso de la corriente eléctrica a la carga sin deteriorarse. Comúnmente estos están *fabricados de bronce fosforado* para que sean buenos conductores y mecánicamente más resistentes. Se encuentran colocados en una cámara construida de fibra de vidrio y poliéster que soporta elevadas temperaturas y evita que se propague la chispa. Para manejo de cargas muy grandes estos pueden estar protegidos por una bobina extintora del arco eléctrico, que ayuda a prolongar la vida útil de estos.

Los **contactos auxiliares** a diferencia de los de fuerza son de construcción sencilla y están diseñados para soportar pequeñas corrientes de conmutación de los circuitos de control, comúnmente para realizar el enclavamiento del contactor o para dar continuidad a la secuencia de la lógica de control, por consiguiente, la corriente que pasa por ellos es la misma que circula por la bobina donde se encuentra colocado. En la figura 13, podemos ver físicamente como se encuentran los contactos auxiliares y los contactos principales. Los contactos auxiliares pueden ensamblarse en el costado o en la parte superior del contactor.

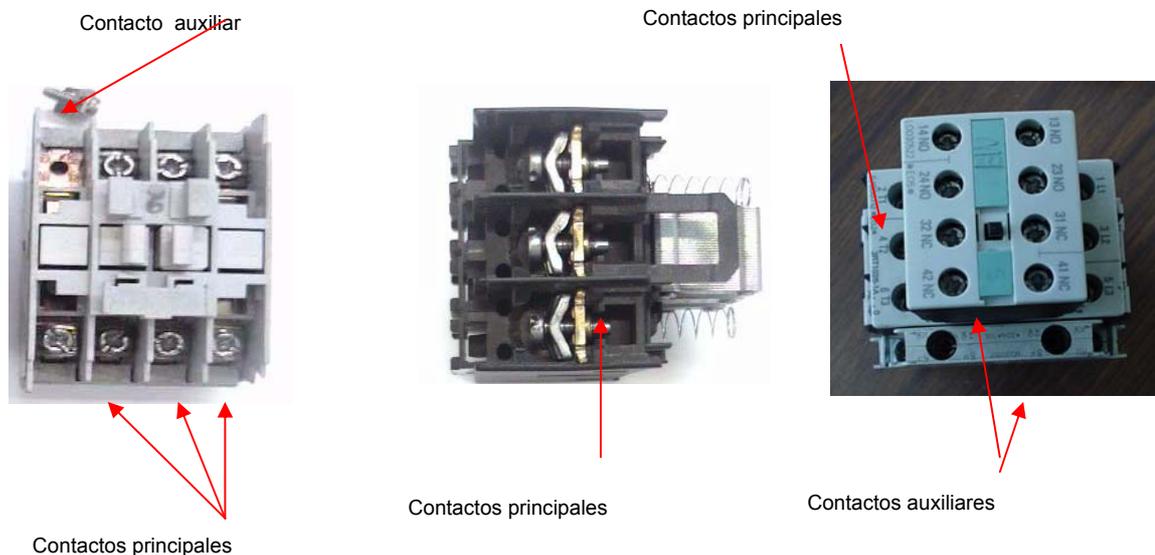


Figura 13
Forma física de los contactos principales y auxiliares

1.3.2. ELEMENTOS QUE COMPONEN UN RELEVADOR DE CONTROL

Como ya vimos, existen diferentes tipos de relevadores electromagnéticos y electrónicos. Los electromagnéticos pueden ser de armadura o de núcleo móvil. Los de armadura contienen los mismos elementos que un contactor, es decir contiene una carcasa, el circuito electromagnético y los contactos, con la diferencia que no tiene contactos de fuerza, como se puede observar en la figura 13.

Su funcionamiento se basa en el fenómeno electromagnético. Cuando la corriente atraviesa la bobina, produce un campo magnético que magnetiza un núcleo de hierro dulce (ferrita) Este atrae al inducido que fuerza a los contactos normalmente abiertos(NO) a cerrarse y los normalmente cerrados(NC) a abrirse. Cuando la corriente se desconecta vuelven a su condición de reposo.

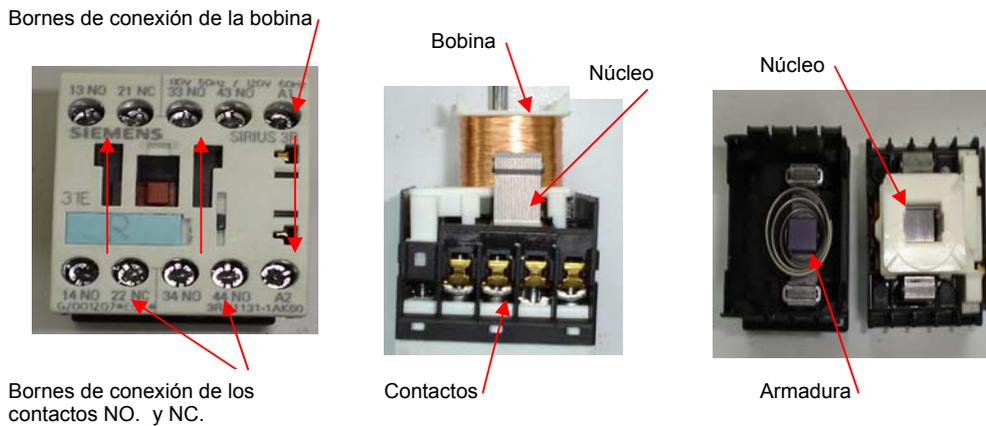


Figura 13
 Relevadores electromagnéticos de armadura

Otra presentación del relevador de control es la de armadura sencilla como el que se muestra en la figura 14. Como se puede ver, es de construcción más sencilla y con una carcasa transparente. Los materiales con los que se fabrican los contactos son: plata y aleaciones de plata que pueden ser con cobre, níquel u óxido de cadmio. El uso del material que se elija en su fabricación dependerá de su aplicación y vida útil necesaria de los mismos.

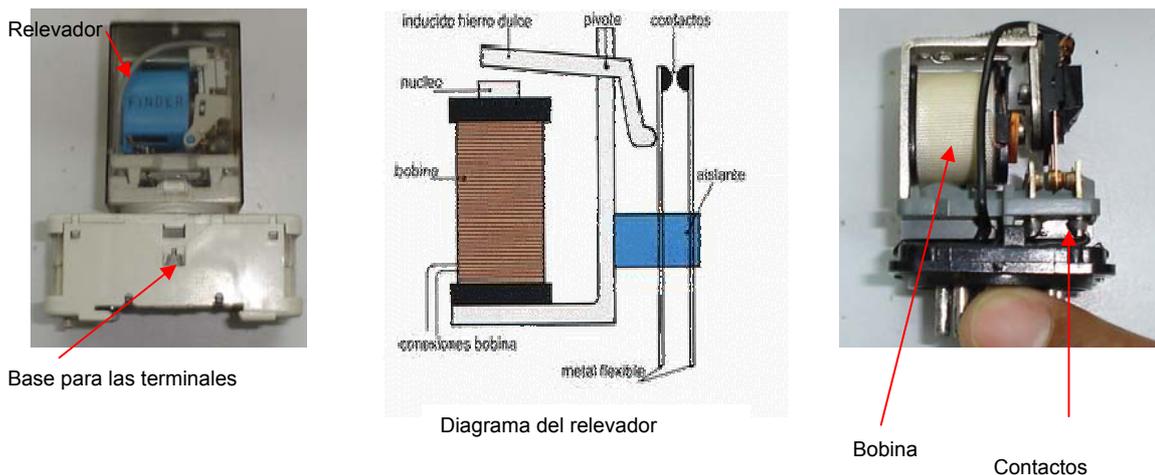


Figura 14
 Relevadores de control de armadura simple

1.4. OPERACIÓN DEL CONTACTOR COMO ELEMENTO DE ARRANQUE Y CONTROL

Saber en la teoría (1 hr.)

INTRODUCCIÓN

Una de las grandes ventajas del contactor es que puede utilizarse para arrancar motores eléctricos en forma indirecta, es decir, no es necesario maniobrar sobre el dispositivo para cerrar o abrir sus contactos, como lo sería en un corta circuitos o un interruptor termo magnético. Esto significa que el contactor puede accionarse, ya sea, de forma local o de forma remota mediante una señal eléctrica que energice su bobina. También, es importante señalar que las partes del contactor forman parte tanto del circuito de fuerza y como del circuito de control.

OPERACIÓN DEL CONTACTOR COMO ELEMENTO DE ARRANQUE Y CONTROL.

El contactor es por excelencia un dispositivo diseñado para realizar el arranque y control de los motores eléctricos, gracias a que cuenta con dos tipos de contactos: los contactos principales y los contactos auxiliares. Los contactos principales permiten cerrar y abrir el circuito de fuerza que alimenta a las máquinas eléctricas y los contactos auxiliares sirven para formar parte del circuito de control de estas máquinas.

El contactor funciona como elemento de arranque por que sus contactos principales forman parte del circuito de fuerza y como elemento de control por que su bobina y contactos auxiliares forman parte del circuito de control.

La representación simbólica de la bobina, los contactos principales y los contactos auxiliares pueden realizarse bajo la normas Americanas(**ANSI**) o Europeas(**DIN**) como se puede ver en la figura **15(a)** y **15(b)**

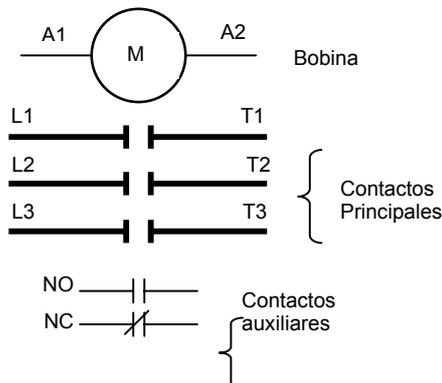


Figura 15(a), Representación de las partes de un contactor bajo las normas ANSI

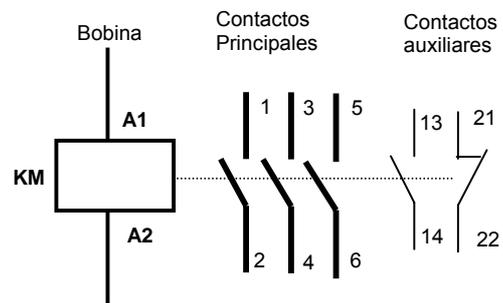


Figura 15(b), Representación de las partes de un contactor bajo las normas DIN

Figura 15

En el sistema Europeo las terminales de los contactos auxiliares se identifican utilizando los números 1- 2 si son normalmente cerrados(NC) y 3-4 si son normalmente abiertos y se les agrega un número creciente que identifica el número de contactos auxiliares, lo que da como resultado un número de dos cifras.

Por esto en la figura 16(b), aparecen con la numeración 13 y 14 para el NO. Y 21 y 22 el normalmente cerrado. Las terminales de la bobina se identifican con las letras A1 y A2 y para los contactos principales pueden tener 1-2, 3-4,5-6 en Europeo o L1-T1, L2-T2, L3-T3 en Americano o una combinación de ambos.

En la figura 16(a) podemos ver la bobina de un contactor KM conectada entre la línea 1(L1) y a la línea 2(L2), por medio de un interruptor S1. Mientras el interruptor se encuentra abierto no fluye corriente a la bobina y los contactos de fuerza permanecen abiertos y los auxiliares en reposo. Ahora bien, cuando S1 se cierra como en la figura 16(b), fluye una corriente por la bobina y los contactos de fuerza se cierran instantáneamente, los auxiliares conmutan y permanecen en este estado hasta que s1 sea pulsado nuevamente y la bobina sea desenergizada.

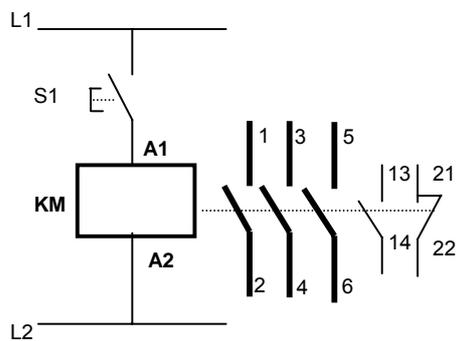


Figura 16(a), Bobina del contactor sin energizar

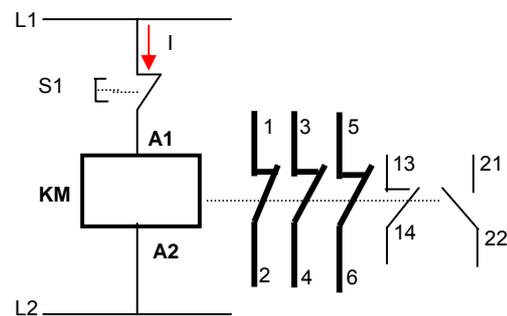


Figura 16(b), bobina del contactor energizada

Figura 16

En la figura 17, se presenta el diagrama para el arranque y paro de un motor bajo la norma Europea DIN.

Aquí se puede ver claramente la operación del contactor como elemento de arranque y control.

Donde:

L1, L2 y L3 representan las líneas de alimentación.

La letra N representa el neutro.

La Q: un interruptor trifásico.

KM: La bobina del contactor.

F1: Fusible.

F2: Protección de sobrecarga.

M: el motor.

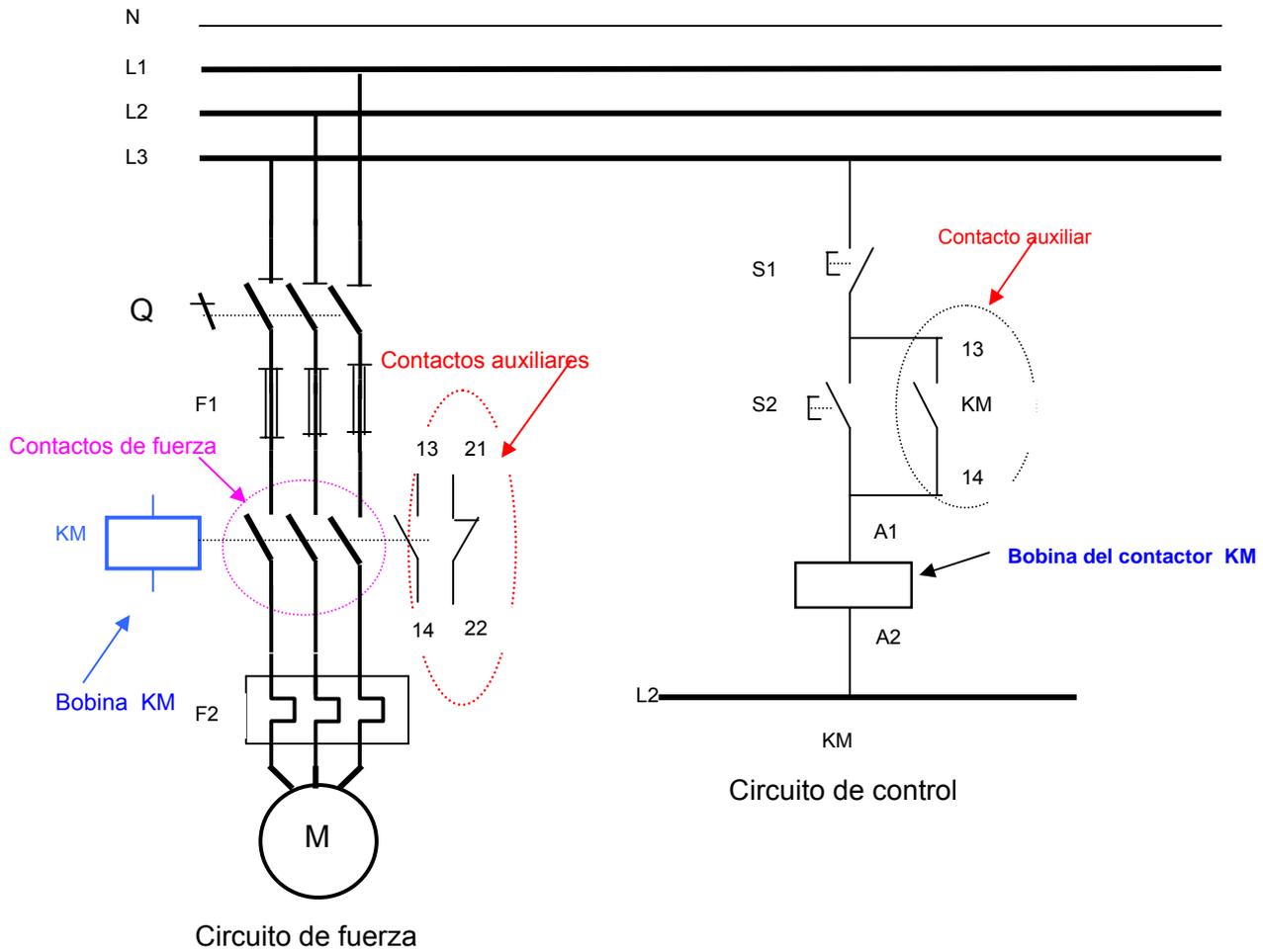


Figura 17
Operación de contactor como elemento de arranque y control

1.5. OPERACIÓN DEL RELEVADOR COMO ELEMENTO DE CONTROL Y PROTECCIÓN.

Saber en la teoría (1 hr.)

INTRODUCCIÓN

La lógica del sistema de control eléctrico puede ser realizada de forma alambrada o de forma programada, dependiendo de los elementos utilizados para realizar esta tarea.

La lógica alamburada es realizada con los relevadores de control, sensores, interruptores y botoneras que tienen que conectarse físicamente. Por otro lado, la lógica programada es realizada con dispositivos basados en microcontroladores o procesadores, como por ejemplo el PLC, donde los contactos y las bobinas son programados y no existen físicamente. Sin embargo, en algunas aplicaciones estos dispositivos necesitan de los relevadores para realizar la interfase entre los niveles lógicos de salida. Respecto a los relevadores como elementos de protección tienen aplicación en ambas lógicas de control, ya que son elementos indispensables que resguardan el buen funcionamiento de los equipos.

OPERACIÓN DEL RELEVADOR DE CONTROL

El relevador es parte fundamental del circuito de control y por sus características físicas no está diseñado para formar parte del circuito de fuerza. Las partes del relevador que son utilizadas para estructurar los diagramas lógicos de control son: la bobina y los contactos. Los contactos se utilizan para estructurar las funciones lógicas (AND, OR, NOT) o para realizar las secuencias del control y la bobina funciona como un elemento de salida de estas las funciones o secuencias. La representación simbólica de un relevador se realiza de acuerdo con las normas ANSI como se puede ver en la figura 18(a) ó mediante las normas DIN como lo muestra la figura 18(b)

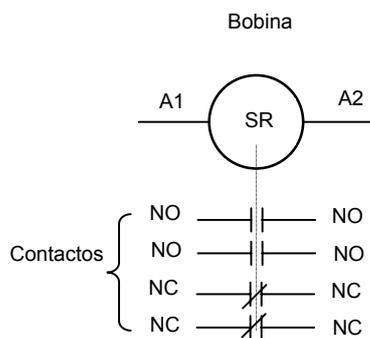


Figura 18(a), representación de las partes de un relevador de control bajo las normas ANSI

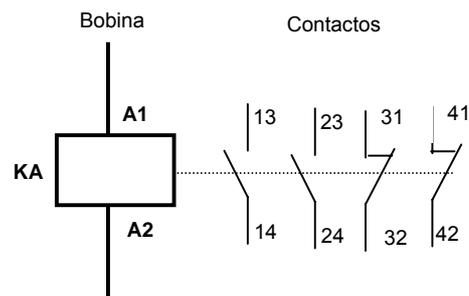


Figura 18(b), representación de las partes de un relevador de control bajo las normas DIN

Figura 18

En la figura 19(a), la bobina de un relevador puede ser energizada por medio del accionamiento del interruptor S1, mientras este interruptor se encuentre abierto los contactos permanecen en su estado de reposo(NO o NC) Si cerramos el interruptor la bobina del relevador se energiza y los contactos conmutan inmediatamente, es decir, cambian de estado y permanecerán en esta condición mientras la bobina permanezca energizada como se muestra en la figura 19(b)

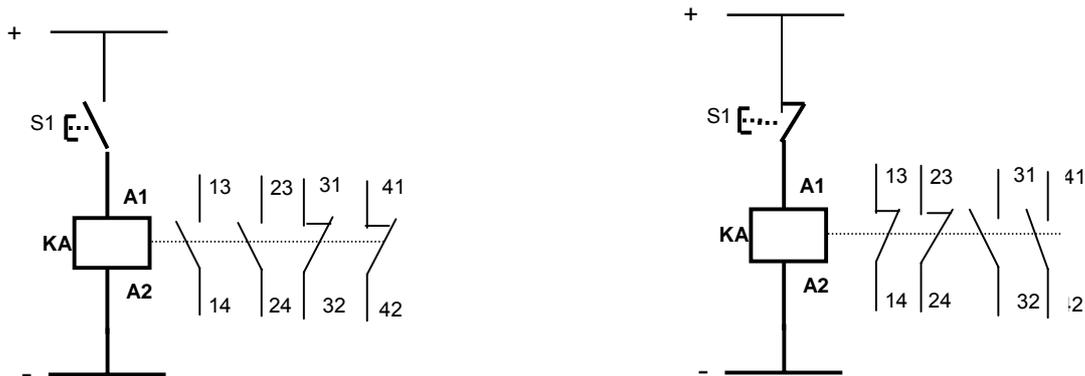


Figura 19(a), estado inicial de los contactos cuando la bobina no esta energizada, donde s1 esta abierto

Figura 19(b), estado de los contactos después de ser energizada la bobina por medio de s1

Figura 19

OPERACIÓN DEL RELEVADOR DE CONTROL TEMPORIZADO(TIMER)

Este relevador opera sobre la base de un tiempo programado que retarda el accionamiento de sus contactos, cuando su bobina es energizada (para un Ton) o desenergizada(para un Toff) como se menciona en el punto **1.1.3.2**. Por lo que, se integra en los diagramas de control para generar acciones y secuencias temporizadas que dependen de la conexión o desconexión del timer.

Al igual que el relevador de control, el timer se puede representar gráficamente de acuerdo con las normas ANSI(Americano) ó mediante las normas DIN (Europeo) Los números asignados a los contactos de los Timer establecidos en DIN están formados por dos números; el primero resulta de colocar un número consecutivo del total de contactos

del timer y el segundo corresponde al número de cada contacto. El número de cada contacto es **5-6** para los contactos normalmente cerrados y **7-8** para los contactos normalmente abiertos. Por esto, en la figura 20(b) los contactos están numerados como **17-18** para el NO y **25-26** para el NC. Por otro lado, en americano no tiene número asignado, por lo cual, se tiene la opción de usar la nomenclatura europea, ya que la mayoría de los timer tienen físicamente esta identificación en sus bornes de conexión.

Las letras usadas para la bobina en americano son **TR** y para europeo es **KT**. En la figura 20(a) se muestra como se representa un Ton en ANSI y la 20(b) en DIN. En la figura 21(a) se puede ver un Toff en ANSI y en la 21(b) en DIN.

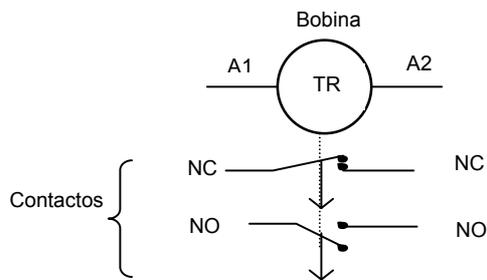


Figura 20(a), Representación de las partes de un relevador de control temporizado a la conexión (Timer On) bajo las normas ANSI

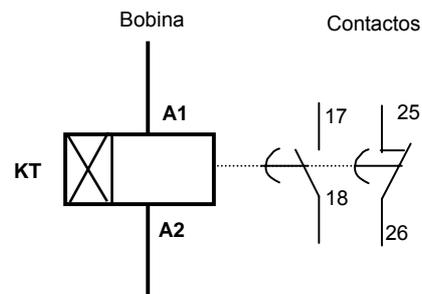


Figura 20(b), representación de las partes de un relevador de control temporizado a la conexión (Timer On) bajo las normas DIN

Figura 20

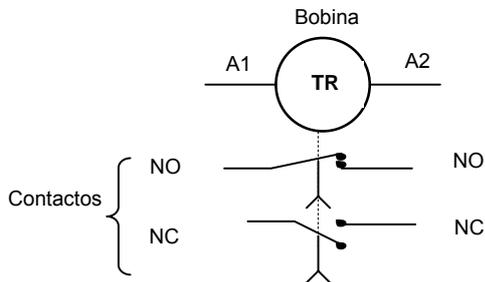


Figura 21(a), Representación de las partes de un relevador de control temporizado a la desconexión (Timer Off) bajo las normas ANSI

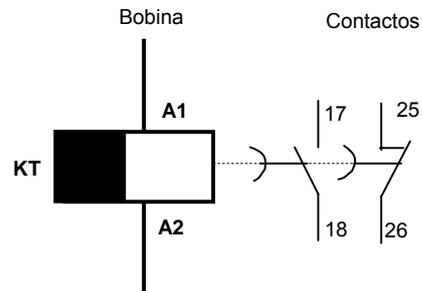


Figura 21(b), representación de las partes de un relevador de control temporizado a la desconexión (Timer Off) bajo las normas DIN

Figura 21

Para poder incorporar un timer en los sistemas eléctricos de control se requiere conocer tres parámetros intrínsecos de este. El primero es el número de timer (TR#), el segundo es el valor prefijado de tiempo (VPT) y el tercero es el valor actual de tiempo transcurrido (VAT). El primero es una etiqueta que nos ayuda a localizarlo en el diagrama y físicamente. El segundo es el valor de tiempo programado o ajustado máximo que alcanzara el timer para accionar sus contactos y el tercero se refiere al valor de tiempo transcurrido del total de tiempo programado. Además, estos parámetros permiten describir fácilmente como opera el timer on y el timer off.

Funcionamiento del relevador temporizado a la conexión (timer on): El funcionamiento de un timer on se puede explicar mediante la figura 22(a), 22(b) y 22(c) mediante diagramas en americano. En la figura 22(a) el timer está desenergizado ya que el botón pulsador "SW" no pasa energía a su bobina, sus contactos se encuentran en su estado de reposo y se ha ajustado un VPT de 30 segundos, por lo tanto el VAT es cero. Ahora, si presiona el botón "SW" como en la figura 22(b) cerramos el circuito que alimenta la bobina, empieza a contar el tiempo y sus contactos permanecen en su estado de

reposo. Si soltamos el botón SW se interrumpe la energía y el valor actual del timer se pone nuevamente a cero, esto significa que debe permanecer energizada su bobina para que siga contando el tiempo, hasta que alcance el valor de tiempo prefijado. Mientras $VAT < VPT$, es decir, no alcance el valor de 30 segundos, los contactos seguirán en su estado de reposo. Cuando $VAT = VPT$, es decir, ya trascurrieron los 30 segundos los contactos conmutan como se puede ver en la figura 22(c) y permanecen en ese estado siempre que se mantenga alimentando la bobina.

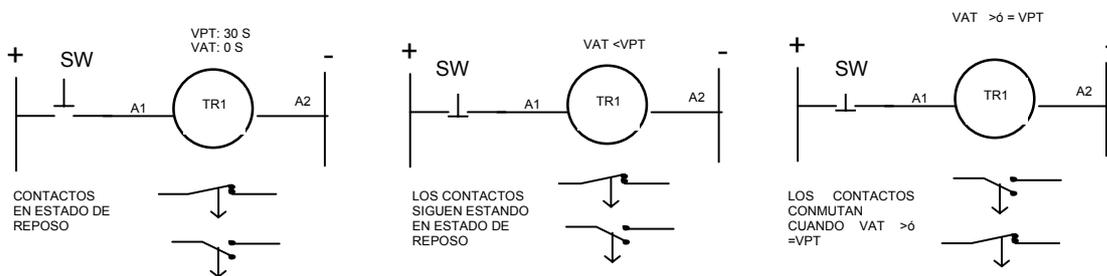


Figura 22(a), timer on sin conectar, con $VPT: 30\text{ S}$ y $VAT: 0\text{ S}$. Contactos en estado de reposo

Figura 22(b), timer on conectado, con $VAT < VPT$. Contactos en estado de reposo

Figura 22(c) timer on conectado, con $VAT > \text{ó} = VPT$, conmutan sus contactos

Figura 22

Funcionamiento del relevador temporizado a la desconexión (Timer off): el timer off a diferencia del timer on retarda su accionamiento cuando se desconecta su bobina, es decir, conmutan sus contactos después de transcurrir un tiempo de su desconexión. Su funcionamiento detallado se describe mediante las figuras 23(a), 23(b), 23(c) y 23(d). En la figura 23(a) el TR1 se encuentra ajustado a 30 segundos ($VPT = 30\text{ s}$) y el botón pulsador SW se encuentra abierto, por lo cual, no fluye energía hacia la bobina TR1 y por lo tanto el valor actual del tiempo es cero ($VAT = 0$) y los contactos se encuentran en estado de reposo. Ahora, si cerramos a SW se energiza TR1 y los contactos conmutan inmediatamente como se muestra en la figura 23(b), sin embargo, el valor actual del tiempo sigue estando en cero, es decir, no cuenta el timer. Ahora, si abrimos SW se desconecta TR1, como se muestra en la figura 23(c), los contactos permanecen sin cambio y el timer empieza a contar. Si SW sigue abierto hasta que el

valor actual de tiempo(VAT) sea igual al valor prefijado de tiempo como se muestra en la figura 23(d) el timer off conmuta sus contactos y regresa a su estado inicial. Si se cierra SW mientras esta contando el timer este se reinicia a cero.

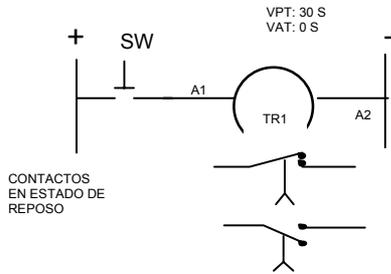


Figura23(a), SW abierto, no fluye energía a TR1, VPT: 30 S, VAT: 0 S y por lo tanto, los contactos se encuentran en estado de reposo

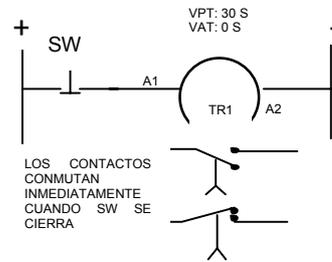


Figura23(b) SW cerrado, fluye energía a TR1, VAT no cuenta(VAT=0) y los contactos conmutan inmediatamente como lo hace un relevador de control

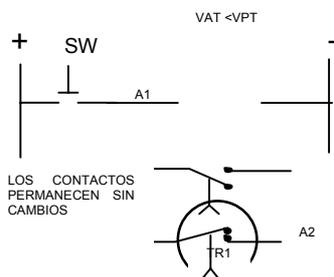


Figura23(c) SW se abre, no fluye energía a TR1, VAT cuenta(VAT diferente de cero) y los contactos permanecen sin cambios

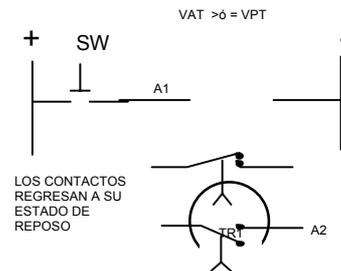


Figura23(d), SW sigue abierto no fluye energía a TR1, VAT igual o mayor de cero. Los contactos conmutan inmediatamente a su estado de reposo cuando se alcanza el valor prefijado de tiempo(VPT=30 s)

Figura 23

II Circuitos de control de motores de C. A.

OBJETIVO PARTICULAR DE LA UNIDAD:

Diseñar circuitos de control para el accionamiento manual y automático de motores eléctricos.

HABILIDADES POR DESARROLLAR EN LA UNIDAD

El alumno desarrollará la habilidad de diseñar y alambrar los circuitos de los motores eléctricos de C. A.

2.1. SIMBOLOGÍA

Saber en la teoría(2 hrs.)

OBJETIVO: Interpretar las características y funcionamiento de los elementos de control y la simbología europea y americana.

2.1.1. INTRODUCCIÓN

La simbología es una herramienta indispensable para la representación gráfica de los procesos industriales y de los sistemas de control. En los sistemas de control eléctrico se utilizan principalmente las normas Americanas(ANSI) y las normas europeas(DIN) Sin embargo cuando es necesario el manejo de una simbología universal se utiliza el estándar internacional que dictan las normas IEC. Para entrar en detalle sobre estas normas es importante conocer las organizaciones que establecen los estándares.

2.1.2. ESTÁNDARES

Los estándares resultan de acuerdos alcanzados entre muchos y diferentes grupos nacionales e internacionales relacionados con un sector industrial particular. Estos grupos son proveedores, usuarios y gobiernos. Ellos acuerdan las especificaciones del

producto y criterios relacionados con la seguridad, confiabilidad y compatibilidad de estos productos y de entre estos la simbología para representarlos. A continuación se presentan algunas de estas organizaciones:

NEMA (*National Electrical Manufactures Associations*)

NEMA es una organización no lucrativa soportada por los fabricantes de equipo eléctrico y distribuidores. Algunos de los estándares de NEMA específicos son: rangos de HP, velocidades, tamaños de los motores y dimensiones, torques y gabinetes. NEMA e IEC (International Electrotechnical Commission) ambas, rigen estándares para los equipos de control para los motores. Sin embargo, los rangos son diferentes para aplicaciones que requieren los mismos caballos de potencia entre una organización y otra.

Los estándares más utilizados en Norte América para equipos de control de motores son los de NEMA, y pueden ser usados fácilmente para seleccionar y garantizar productos que nos den un desempeño confiable en una gran variedad de aplicaciones. Los usuarios de productos estandarizados por NEMA demandan confiabilidad, desempeño, fácil uso y mantenimiento.

IEC (*International Electrotechnical Commission*)

La comisión Internacional de Electrotecnia proporciona y asegura acuerdos con los estándares internacionales en electricidad y electrónica, lo cual, en última instancia, facilita el comercio internacional de productos eléctricos y electrónicos. Los estándares de la IEC son los más utilizados en Europa. Además, muchos países en el mundo usan los dispositivos y maquinaria IEC, debido al bajo costo, tamaño reducido y sus muy específicos requerimientos de desempeño.

Cuando use productos diseñados bajo los estándares de la IEC, el procedimiento de selección es más específico y requiere que se señale cada una de las aplicaciones para alcanzar el nivel de desempeño deseado. Usted puede utilizar los estándares IEC o NEMA para seleccionar los dispositivos de control para motores para un máximo desempeño y productividad, pero es muy importante que se entiendan las diferencias entre los dos estándares para alcanzar los resultados deseados.

NEC® (*The National Electrical Code (NEC®)*)

Es uno de muchos organismos de códigos adoptados por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios, (NFPA) en los Estados Unidos. La NEC® que ha existido desde de 1890, se ha preocupado por proteger tanto a las personas como a los bienes materiales minimizando los riesgos causados por el uso de la electricidad.

Ésta es un conjunto de reglamentos gubernamentales para la construcción y la instalación del alambrado y aparatos eléctricos. Estos reglamentos afectan desde como usted instala los motores y los controles para éstos hasta los equipos mismos.

Las autoridades locales y estatales hacen cumplir estas regulaciones a través de todo Estados Unidos. En los Estados Unidos, los motores deben ser instalados de acuerdo con el artículo 430 de la NEC®. Hay varios grupos de estándares y organizaciones que directamente afectan como los productos son diseñados, vendidos y aplicados a través del mundo.

EEMAC (*Electrical Equipment Manufactures Association of Canada*)

Esta es la versión canadiense de NEMA.

SA

Canadian Estandard Association.

ISO (*International Organization for Standardization*)

Es una organización mundial con representación en cerca de 100 países. ISO promueve el desarrollo de la estandarización a través del mundo. A través del trabajo realizado por ISO, acuerdos internacionales son publicados como Estándares Internacionales. ISO cubre todos los campos de la estandarización, excepto la ingeniería eléctrica y electrónica, la cual es responsabilidad de la IEC, aunque de manera indirecta los impacta.

CE (*Marking*)

La Marca **CE** es un símbolo, por acuerdo, que indica que un producto cumple con los requerimientos de especificación. En la Unión Europea, la Marca CE es un prerrequisito para que ciertos productos puedan ser ofertados.

CENELEC

Los estándares CENELEC definen las condiciones para el acceso de bienes y servicios dentro del mercado europeo. Este tiene representación en la mayoría de los países europeos. Los estándares CENELEC están basados frecuentemente en los estándares IEC.

DIN

Es el instituto Alemán para la estandarización o Normas alemanas para la industria (*Deutsches Institut für Normung o Deutsches Industriennormen*), DIN opera como una organización, la cual busca al exterior para el interés de la industria y gobierno Alemán, impactar tanto en Alemania como internacionalmente.

ANSI (*American National Standards Institute*)

Este instituto facilita y promueve el uso de los estándares de los Estados Unidos a través del mundo. Éste representa al gobierno y negocios, internacionalmente a través de ISO y de la IEC. Por medio de ANSI, los estándares de los Estados Unidos son llevados a la ISO o IEC donde éstos son frecuentemente adoptados como estándares internacionales.

NFPA (*National Fire Protection Association*)

Es una organización que está orientada a establecer los estándares y códigos con base científica para prevenir incendios. Los códigos y estándares de la organización son usados a través de los Estados Unidos y el mundo. Uno de los estándares que involucra el control de motores eléctricos es el NEC (NFPA 70)

UL (*Underwriters Laboratories Inc.*)

Es una organización que certifica la seguridad del producto, la cual fue fundada en 1894. Esta examina y realiza pruebas de materiales y equipo para la seguridad en el trabajo con el propósito de determinar que se cumplieron las pruebas estándares apropiadas para el producto. Típicamente, los fabricantes de equipo de control para motores eléctricos consiguen la aprobación de UL de sus productos para mostrar que éstos cumplen con sus estándares.

VDE (*Verband Deutscher Elektrotechniker*)

Es una asociación alemana de ingenieros eléctricos no lucrativa para la ciencia y la tecnología. Los productos con certificación VDE aseguran el cumplimiento de todos los requisitos de seguridad.

2.1.3. SIMBOLOGÍA

A continuación se presenta la tabla No1, Donde se realiza una comparación de la simbología DIN, ANSI e IEC:

Tabla No1: Comparación de la simbología DIN, ANSI e IEC:**Aclaraciones Técnicas**

Símbolos Eléctricos empleados en Diagramas Eléctricos				
Tabla comparativa				
1. Tensión, corriente, frecuencia.				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Corriente directa		=	=	=
Corriente alterna		=	=	=
Corriente directa o alterna		=	=	=
Impulso rectangular positivo, negativo		=	=	=
Corriente monofásica alterna	1-16 2/3 Hz	=	1 Fase-2 hilos** 16 2/3 Hz.	= o bien 1-16 2/3 c/s
Corriente trifásica alterna	3-60 Hz 440 V	=	3 Fase-3 hilos** 60 Hz. 440 V	=
Corriente trifásica con conductor neutro	3/N-60Hz 440V	=	3 Fase-4 hilos** 60 Hz. 440 V	3N-60 Hz 440 V o bien 3N-60 c/s 440 V
Corriente trifásica con conductor neutro con función protectora	3/PEN-60 Hz 440 V	=	3 Fases-4 hilos** 50 HZ. 440 V (Con neutro)	3 PEN-60 Hz 440 V
Corriente trifásica con conductor neutro y conductor de protección	3/N/PE-60 Hz 440V	=	3 Fases-5 hilos** 50 HZ. 440 V (Con neutro y protección a tierra)	3NPE-60 Hz 440 V
Corriente directa, 2 conductores	2-220 V	=	2 hilos,220 VCD**	=
Corriente directa, con conductor neutro	2/M -220V*	=	3 hilos,220 VCD**	2M - 220 V*
*Según DIN 40108, 40705, 42400, IEC 445 **Símbolo no definido				

DIN: Norma Industrial Alemana

ANSI: Instituto de Normalización Nacional de EE.UU.

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional

= DIN 1980

= IEC 617 1 Símbolos gráficos para diagramas.

Continuación de la tabla No.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
2. Símbolos gráficos para tipos de circuitos de devanados				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Un devanado		=	—	=
Tres devanados separados		= o bién =	—	= o bién =
Devanado trifásico conexión en delta				
Corriente directa, con conductor neutro		= =	= =	= =
Devanado trifásico conexión en estrella		=	=	=
3. Conductores, uniones				
Conductor general		=	=	=
Cable con denominación del número de conductores		=	=	=
Conductor de protección (PE) o conductor neutro con función de protección (PEN)		=		
Unión conductiva de conductores		=		
Regleta de terminales de conexión en fila		=	=	=

Continuación de la tabla No.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
4. Elementos generales de circuitos.				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Resistencia		=	= o bien	= o bien
con derivaciones		=	=	=
Bobinado, inductividad		=		= o bien = o bien
con derivaciones		=		o bien =
Condensador, capacidad		=		= o bien
con derivaciones		=	-	=
Condensador, polarizado		=	=	=
Condensador de electrolito, polarizado		=		= o bien
Acumulador, batería (línea larga = polo positivo)		=	=	=
Tierra		=	=	=
5. Aparatos de maniobra				
Botón de contacto momentáneo				=
manual				=
de pie				=

= DIN 1980

Continuación de la tabla No.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Contacto de cierre				
Contacto de apertura				
Contacto de conmutación				
Contacto de conmutación sin interrupción				
Elemento de conmutación de retardo Contacto de cierre, retardado al cierre				
Contacto de apertura, retardado				
Contacto de cierre, abre retardado				
Contacto de apertura, cierre retardado				

Continuación de la tabla No.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Contactar con relevador bimetalico				 (o cont. análogos)
Interruptor tripolar con mecanismo de embrague con relevador bimetalico y disparador de acción instantáneo				
Seccionador de potencia			—	
Interruptor Interruptor de potencia			 o bien CB	 o bien
Seccionador tripolar bajo carga			—	
Seccionador de fusibles tripolar				=
Fusible	 Red	 Red	 o bien	= =
Dispositivo de enchufe		=		= o bien

= DIN 1980

Continuación de la tabla No.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Accionamiento por levas				
Interruptor de flujo para apertura				
Interruptor de presión y vacío para apertura				=
Interruptor termostático para cierre				=
Interruptor de flotador para cierre				=
Elevado/baja velocidad de flujo	$v > / v <$	=	$v \downarrow / v \uparrow$	=
Elevada/baja presión	$P > / P <$	=	$P \downarrow / P \uparrow$	=
Elevada baja/temperatura	$\theta > / \theta <$	=	$T \downarrow / T \uparrow$	=
Elevado/bajo nivel líquido	$Q > / Q <$	=	$L \downarrow / L \uparrow$	=
Elevada/baja velocidad	$n > / n <$	=	$SP \downarrow / SP \uparrow$	=
Ejemplo: Interruptor de apertura instantánea por sobrevelocidad				=
interruptor de cierre instantáneo por baja temperatura				=
Accionamiento por émbolo				=
Accionamiento por fuerza				=
Accionamiento por motor		=		=

= DIN 1980

Continuación de la tabla No.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Sistema de accionamiento. Bobina en general. Se regresa al reposo al cesar la fuerza de accionamiento.		=	= o bien o bien	=
Relevadores con 2 bobinados de igual sentido.	 representación elegible o bien o bien Midiendo, con indicación de magnitud a medir, por ejemplo, tensión mínima. 	= = = = =	 o bien 	= o bien =
Retardo por accionamientos electromecánicos. Apertura retardado magnético.		=	= o bien o bien	= o bien (muy retardado)
Relevadores de cierre retardado.		=	= o bien 	= o bien
Apertura y cierre retardado.		=	= o bien 	=
Relevadores polarizado.			= o bien 	o bien =
Relevadores de remanencia.			—	o bien =

= DIN 1980

Continuación de la tabla No.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
6. Transformadores, reactancia, transformadores de medición				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Transformador con 2 devanados separados.				
Transformador con 3 devanados separados.				
Autotransformador.				
Bobina de reactancia.				
Transformador de corriente.				
Transformador de tensión (... de potencial).				

= DIN 1980

Continuación de la tabla No.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
7. Máquinas.				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Motor trifásico con rotor de anillos rozantes.				
Motor trifásico con rotor de jaula de ardilla.				
Motor trifásico con rotor de jaula con seis terminales de bobinas.				
			M o MOT G o GEN	
8. Aparatos de Señalización				
Bocina				
Timbre				=
Sirena				=
Zumbador		=		
Lámpara avisadora		=		=
Indicador de señal		=	-	=

= DIN 1980

Continuación de la tabla No.1

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos				
9. Aparatos de Medición.				
Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Ampérmetro		=	=	=
Vóltmetro		=	=	=
Vóltmetro doble			—	
Contador de corriente alterna, monofásica, modelo 1.				

2.1.4. APLICACIÓN DE LA SIMBOLOGÍA EN LOS DIAGRAMAS ELÉCTRICOS EN AMERICANO(ANSI)

Hay dos tipos de circuitos para el control de motores como ya se vio anteriormente. El circuito de potencia o fuerza el cual transporta grandes cantidades de corriente para la potencia de un motor y el circuito de control el cual transporta relativamente bajas cantidades de corriente para las funciones de control del motor como generalmente son arranque y paro.

En circuitos de control para motores eléctricos, hay varios tipos de dispositivos de control que deben ser alambrados de una manera específica para controlar el motor y realizar una o varias tareas. Entre los dispositivos más comunes para llevar a cabo el control de motores se encuentran: los botones pulsadores (botoneras), relevadores de control, contactores, interruptores finales de carrera, diferentes tipos de interruptores (presión, temperatura, nivel, flujo, etc.) “Lenguaje de Control”. Uno de los lenguajes para

representar el circuito de control es el que se conoce como diagramas en escalera como el que se muestra en la figura 24. Este es usado para representar gráficamente, el cómo los elementos que forman el circuito de control, deben ser cableados o interconectados entre sí para realizar la función deseada.

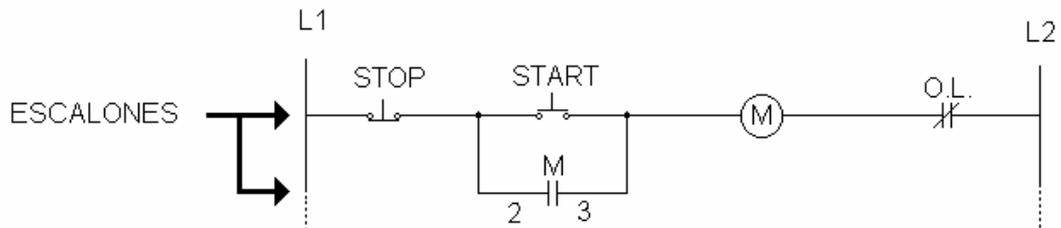


Figura 24

Circuito de control representado en diagrama en escalera. (Dos escalones)

Utilizamos símbolos para representar dispositivos industriales que se aplican para el control eléctrico. De aquí la importancia de conocer la simbología y poder realizar e interpretar correctamente un diagrama o plano eléctrico. Estos símbolos son conectados con líneas y organizados de manera tal que forman el diagrama en escalera, **ladder diagrams**. Los diagramas en escalera nos proporcionan información de cómo el circuito de control funciona. Ellos nos muestran el flujo de la “electricidad” e ilustran la lógica de los circuitos o la secuencia de operación de los dispositivos de control.

Debe notarse que un diagrama en escalera solamente muestra la localización de los componentes de control dentro del circuito de control. El diagrama en escalera no muestra la localización física de los dispositivos en relación con el controlador del motor.

CONVENCIONES DEL DIAGRAMA EN ESCALERA.

El diagrama en escalera sigue las siguientes convenciones:

- Para leer el diagrama se lee de izquierda a derecha y después baja al siguiente escalón o al escalón correspondiente como se muestra en la figura 25.

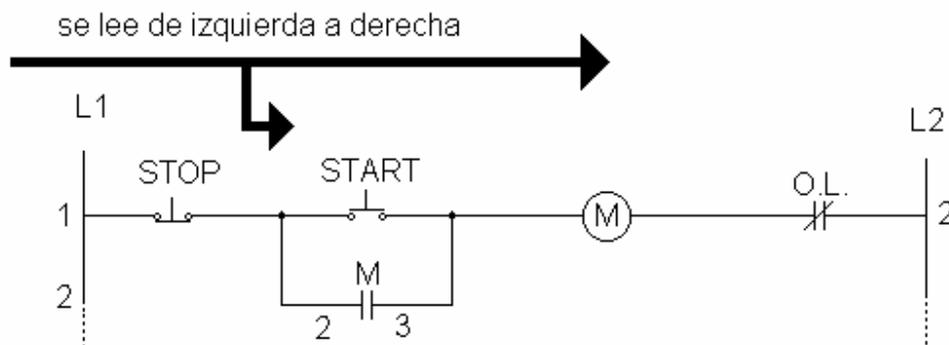


Figura 25
Forma de leer el diagrama en escalera

- Los dispositivos o elementos de entrada tales como pulsadores (pushbuttons), interruptores (de limite, presión, temperatura, flujo, etc.) están cargados sobre el lado izquierdo.
- Los dispositivos de salida tales como relees, contactores, lámparas piloto, etc., se ubican cargados del lado derecho.
- Todo el “*switch*” esta puesto del lado izquierdo.
- Los dispositivos de entrada tales como pulsadores e interruptores abren y cierran el camino de la corriente entre L1 y L2, por lo tanto, energizan o desenergizan la lógica de control y los dispositivos de salida como relés, contactores, lámparas piloto, etc.
- Los dispositivos de salida nunca están o serán puestos en serie en el mismo escalón como lo mostrado en la figura 26.

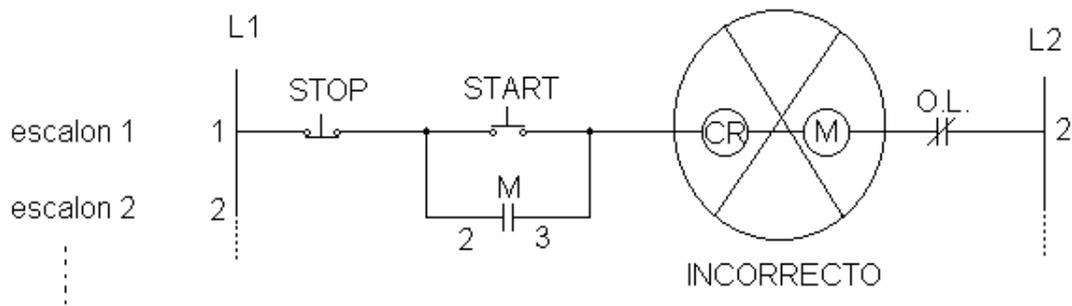


Figura 26

Forma incorrecta de colocar la salida o bobinas.

- En los diagramas en escalera se enumeran cada uno de los escalones y los componentes de control para identificarlos. Para enumerar cada uno de los escalones se hace del lado izquierdo, 1, 2, 3, etc.
- Para los contactos asociados con algún releo o contactor, del lado derecho se pone el número de escalón o escalones en los que se encuentran. Esto hace más fácil leer y explicar el diagrama. Por ejemplo, observe la figura 27, donde del lado izquierdo están enumerados los escalones del diagrama en escalera. Del lado derecho se encuentran los números de escalón donde las bobinas 1CR y 1M tienen contactos relacionados.

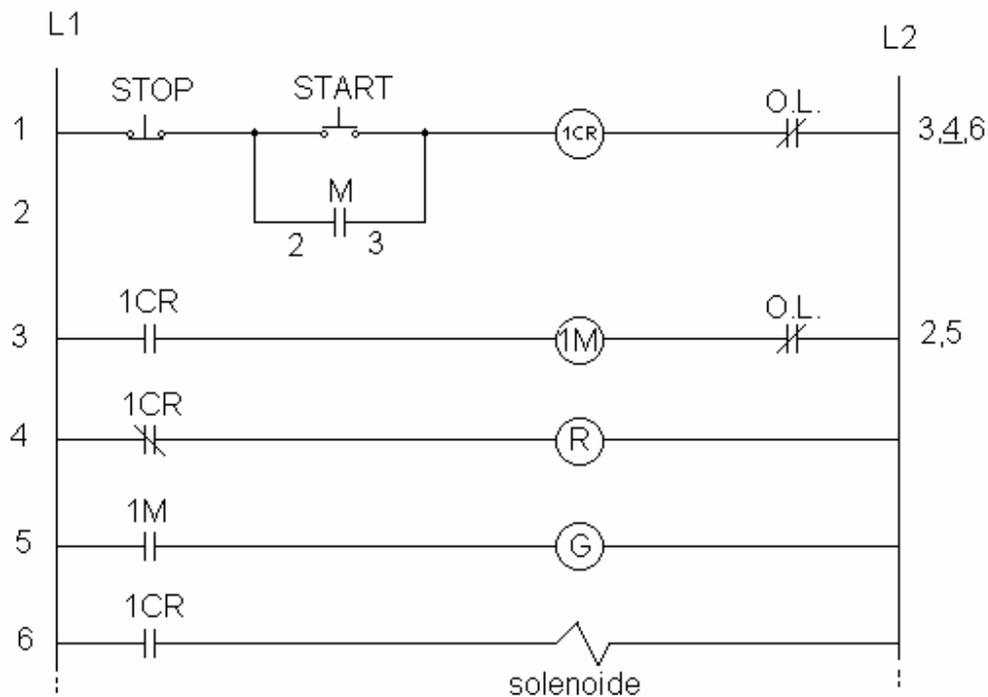


Figura 27

Diagrama en escalera que muestra la numeración de sus escalones y los contactos relacionados.

DIFERENCIA ENTRE UN DIAGRAMA EN ESCALERA Y UN DIAGRAMA ALAMBRADO O DIAGRAMA DE CONEXIONES.

Además de los diagramas en escalera, podemos utilizar los diagramas alambrados. Un diagrama alambrado proporciona la información necesaria del alambrado real de un grupo de dispositivos de control para un motor o para seguir la ruta de los cables cuando es necesario localizar alguna falla.

Cuando en un diagrama alambrado se muestran juntos el circuito de control y el circuito de potencia, los cables de potencia se representan por líneas más gruesas y los cables del circuito de control o alambrado de control se representan por líneas delgadas como se puede apreciar en la figura 28.

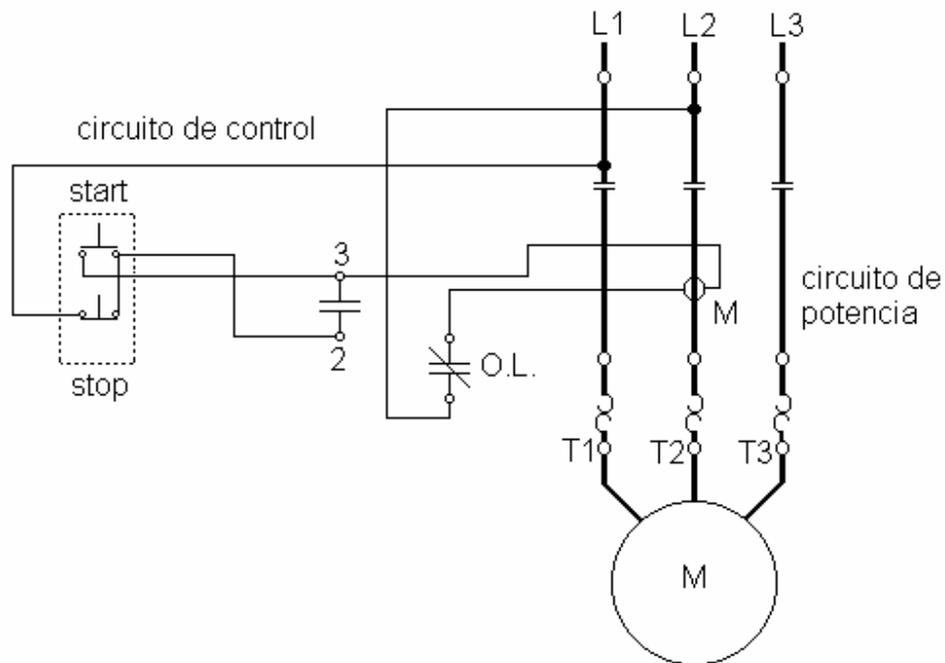


Figura 28

Diagrama alambrado o diagrama de conexiones. Observe la diferencia entre el circuito de control y el circuito de potencia.

2.1.5. APLICACIÓN DE LA SIMBOLOGÍA EN LOS DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DE ACUERDO CON LAS NORMAS EUROPEAS.

Existe una gran diferencia entre la representación de los circuitos eléctricos en Americano y Europeo, tanto en simbología, como en la representación de los diagramas de control y de fuerza. La representación europea es más detallada y requiere de un manejo adecuado de la simbología, etiquetado y numeración de estos. Cabe hacer notar que en las normas Europeas existe un predominio de las normas Alemanas DIN, sin embargo, las normas Españolas NE son similares a éstas y sólo existen algunas pequeñas diferencias entre ellas.

REPRESENTACIÓN DEL DIAGRAMA DE FUERZA Y DE CONTROL

El diagrama de fuerza se coloca de forma vertical como se muestra en la figura 29, las líneas representan los conductores que alimentan al motor y deber realizarse con un trazo más grueso que las del circuito de control.

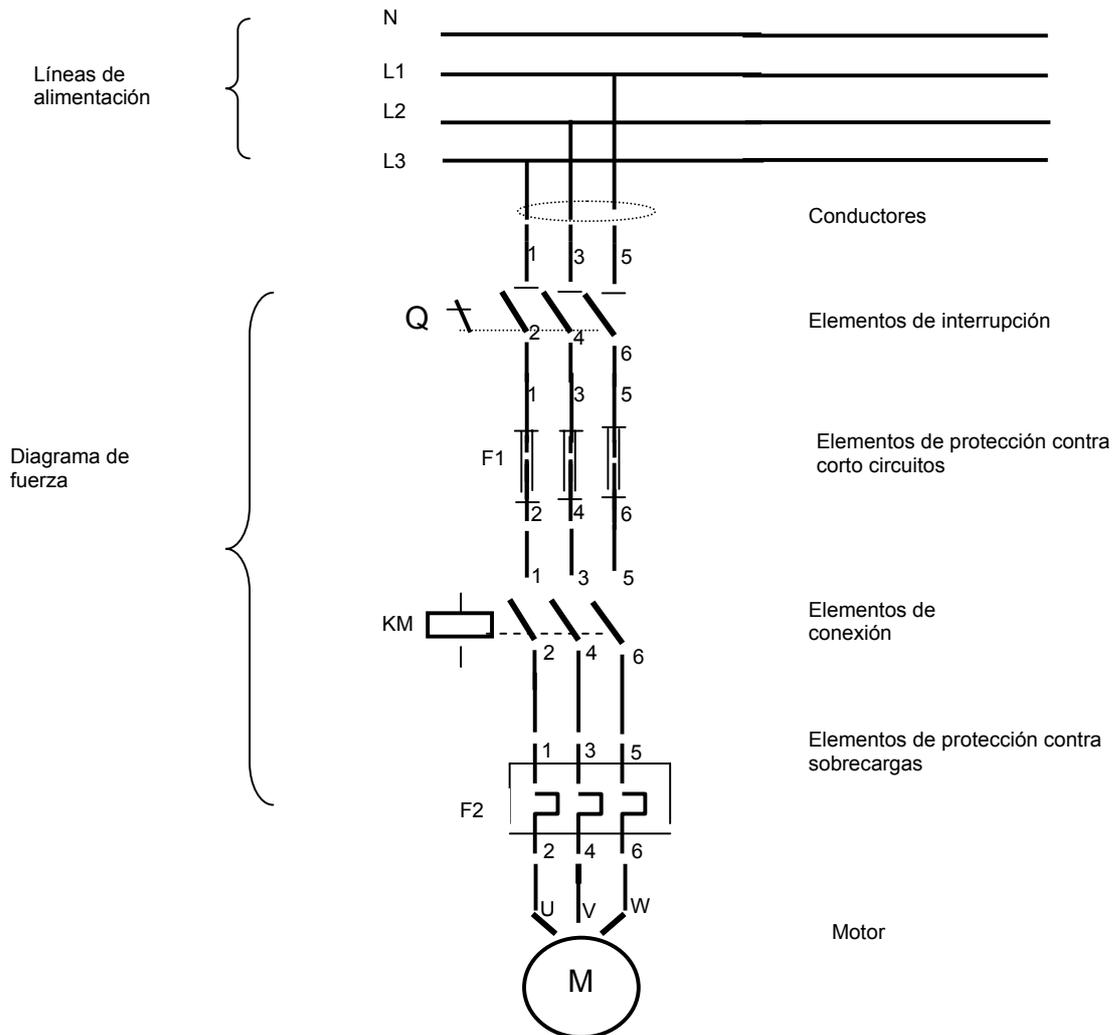


Figura 29
Representación del diagrama de fuerza

En este circuito se tiene los elementos que protegen al motor contra sobrecargas (F2) y contra corto circuito (F1) más los elementos de maniobra para la conexión e interrupción del circuito (KM) debe contar con un interruptor general al inicio del circuito, para cortar la energía, en el caso de la figura 29 se denomina Q. Todos los elementos deben tener dos tipos de etiquetas: una etiqueta con los números asignados a

sus bornes de conexión, colocados en el lado derecho del símbolo representativo y una etiqueta de la letra o letras que representan el dispositivo colocada en la parte izquierda del símbolo.

Ahora para el circuito de control se debe trazar de acuerdo con las siguientes indicaciones:

- Las líneas de alimentación se trazan de forma horizontal y paralelas entre sí, como se muestra en la figura 30 y puede ser polarización en voltaje de corriente directa (VCD) o voltaje de corriente alterna (VCA) con una fase y neutro o dos fases
- Se debe asignar un número consecutivo a cada rama del circuito para facilitar la rápida ubicación de los elementos del circuito, por ejemplo, en la figura 30 el circuito contiene cuatro ramas y están numeradas como 1,2,3,4.
- Las bobinas deben ser colocadas al final de cada rama y no debe colocarse ningún otro dispositivo después de la bobina u otra bobina en serie.
- En la parte inferior de cada bobina se debe poner la etiqueta correspondiente, como en el caso de la figura 30, se ha colocado la etiqueta para KM1 y KM2
- En la parte inferior de esta etiqueta(KM1 y KM2) y por debajo de la línea de alimentación se debe indicar la ubicación de los contactos auxiliares de los relevadores, contactores o electro válvulas, etc., por medio de un cuadro representativo, como se puede ver en la figura 30.
- Se debe indicar en cada símbolo su número correspondiente en el lado derecho de su posición.
- La protección de sobre carga debe colocarse en el inicio de la rama del circuito, contrariamente como en americano, que se pone al final después de la bobina. Por ejemplo: el contacto cerrado 95 y 96 en la figura 30.
- El diagrama de control se lee de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, contrariamente como se hace en Americano.

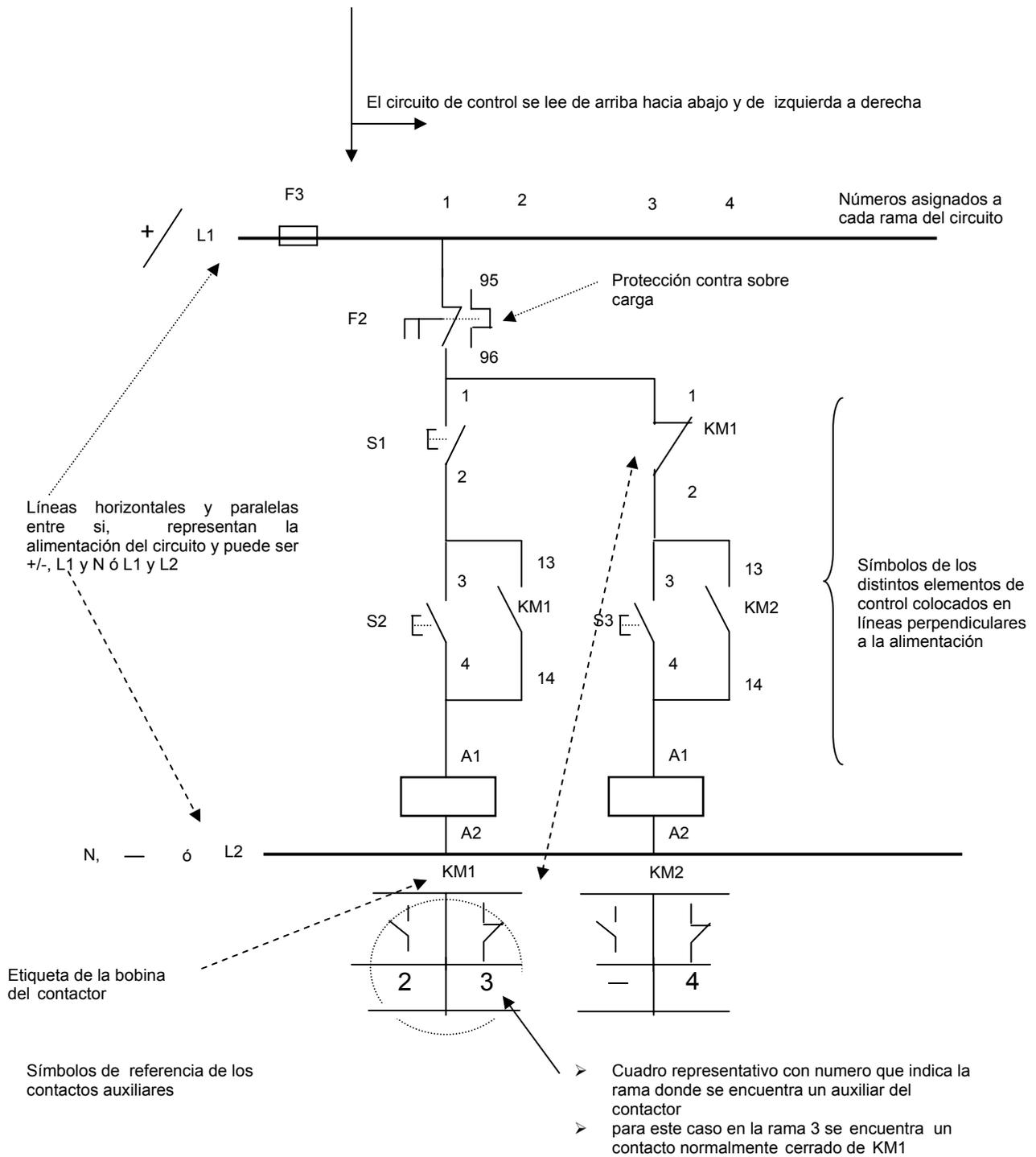


Figura 30
Forma de representar el circuito de control en Europeo

2.2. CIRCUITOS DE CONTROL BÁSICOS A TENSIÓN PLENA PARA EL ACCIONAMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Saber en la teoría (2 horas)

Arranque a tensión plena, control de 2 hilos, control de 3 hilos.

2.2.1. INTRODUCCIÓN

Los circuitos de control, que son los que contienen los elementos magnéticos, se pueden alimentar por diferentes tipos de fuentes de tensión. Para un diagrama alambrado se tienen los siguientes tres tipos, conocidos como: común, de transformador y alambrado de control separado.

- Alambrado de control común
- Alambrado de control de transformador
- Alambrado de control separado

A) Para un Alambrado de control común, las líneas L1 y L2 que alimentan el circuito de potencia, también alimentan el circuito de control con el mismo voltaje (ver la figura 31) Típicamente, en el rango de 220 a 440 volts. La ventaja de este esquema de alambrado, es que ahorra costo y espacio, ya que no es necesario agregar un transformador o una fuente de tensión adicional para alimentar el circuito de control.

Las desventajas del alambrado de control común, son que será obligatorio utilizar dispositivos piloto, por las tensiones que se manejan, además, que las altas tensiones son consideradas como peligrosas para los operarios de la maquinaria.

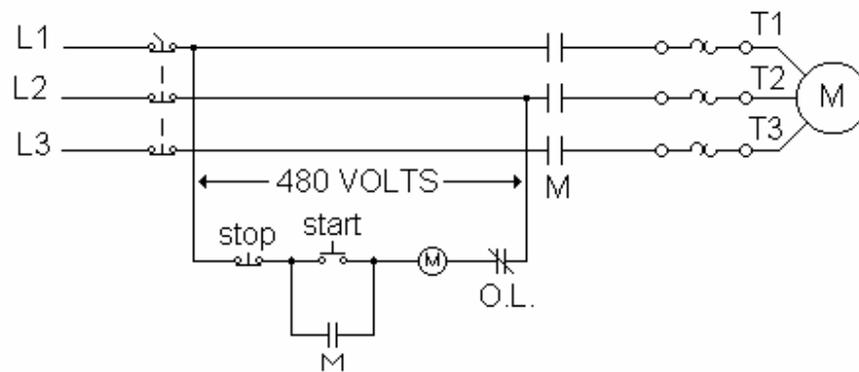


Figura 31

Diagrama de alambrado común.

Típicamente, el control común es utilizado en localidades remotas donde fuentes de potencia de baja tensión no están disponibles, donde instalar un transformador resulta costoso o donde hay poca o nula interacción humana con el circuito de control.

Por ejemplo, una estación de bombeo remota que utiliza un circuito de control de dos hilos.

B) Para un Alambrado de control a transformador, como su nombre lo indica, es usado un transformador reductor para reducir la alta tensión que llega en las líneas L1 y L2, a una tensión más baja y segura. Típicamente, se estará reduciendo de 480 volts a 120 volts. Entonces, el lado de los 120 volts del transformador alimentará el circuito de control (ver figura 32)

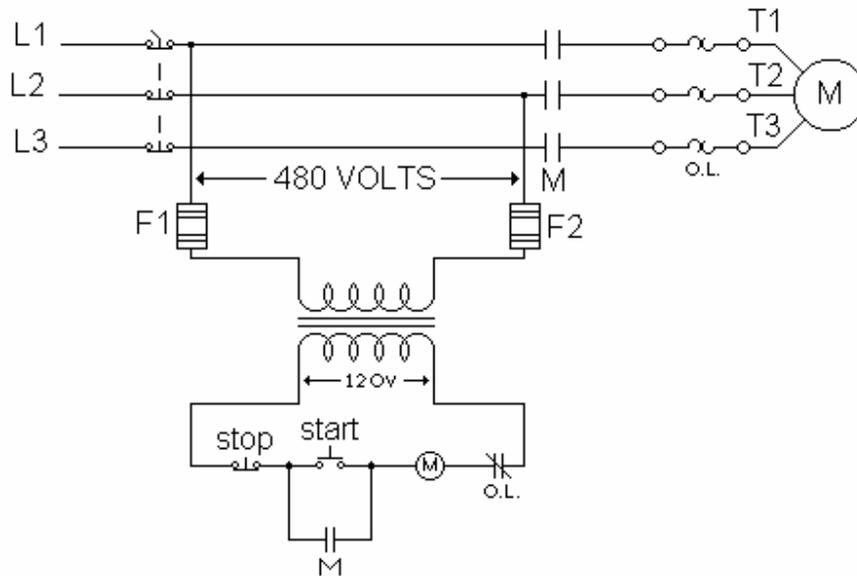


Figura 32

Circuito alambrado de control con transformador.

C) En Alambrado de control separado, el circuito de control es alimentado con una fuente de tensión que está separada de la fuente de tensión que alimenta el circuito de potencia. El Alambrado de control separado es utilizado en aplicaciones donde una tensión alta es considerada como insegura o cuando los dispositivos de control requieren, relativamente, bajas tensiones para operar(ver la figura 33)

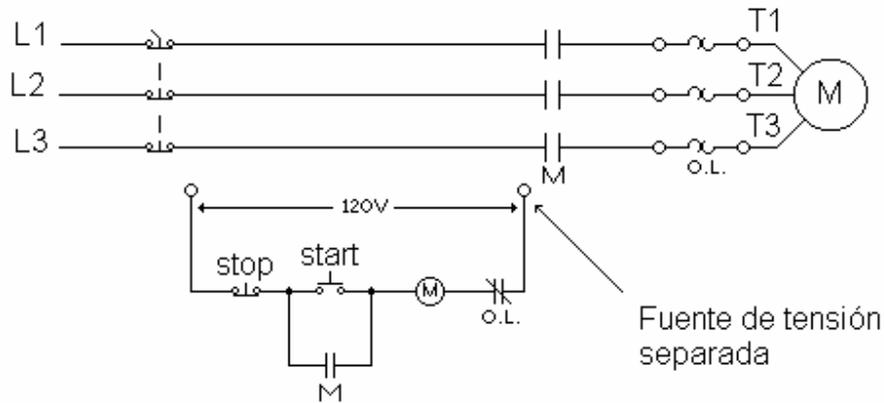


Figura 33

Circuito alambrado de control separado.

2.2.2. CIRCUITOS DE CONTROL DE DOS Y TRES HILOS REPRESENTADOS EN AMERICANO.

Estos circuitos de control toman su nombre del número de conductores requeridos para completar el circuito. Un circuito de control de dos-hilos, requiere de dos cables. De igual manera, un circuito de control de tres-hilos, requiere de tres cables.

a) Control de dos hilos.

Estos se utilizan para aplicaciones que requieren un auto-arranque. Por ejemplo, para aplicaciones remotas como estaciones de bombeo, ventiladores y unidades de refrigeración, entre otras. En la figura 34 podemos observar un circuito de control de dos hilos, el cual funciona de la siguiente manera: Mientras el interruptor permanezca cerrado, el núcleo (bobina) del elemento de control permanecerá energizado y los contactos del arrancador del motor permanecerán cerrados, permitiendo que el motor este recibiendo potencia. Sí el circuito de control sé des-energiza, por fallas en la fuente de tensión que lo alimenta, la bobina del elemento de control sé des-energizará, y entonces, los contactos del arrancador del motor se abrirán, cortando la potencia que llega al motor.

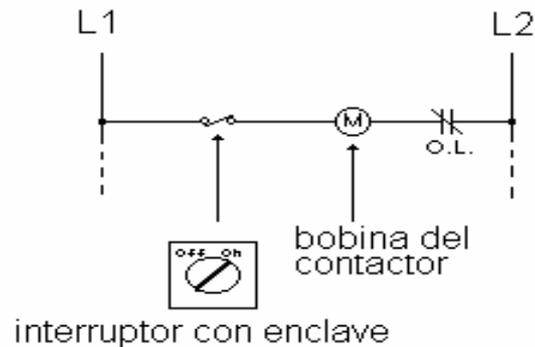


Figura 34

Circuito de control de dos hilos.

Una vez que la energía es reestablecida en el circuito de control, el núcleo (bobina) del elemento de control automáticamente se energiza, entonces, los contactos del arrancador del motor se cierran, permitiendo que la potencia llegue al motor y éste arranque.

Debido a que el control de dos hilos permite una aplicación para que automáticamente opere el proceso, una vez que la energía ha sido reestablecida, el personal debe de tener cuidado si se encuentra trabajando alrededor del equipo que opere automáticamente, ya que existe el riesgo potencial de sufrir algún tipo de accidente. Se debe de utilizar el control de dos hilos donde no hay riesgo de que las personas puedan sufrir daños cuando el equipo comience a operar, una vez que la pérdida de potencia sea reestablecida.

b) Circuitos de control de tres hilos.

Como se señaló en los párrafos anteriores, un control realizado con dos hilos se vuelve peligroso para el personal en el caso de que ocurra un corte de la energía eléctrica, ya que una vez que ésta se reestablece, automáticamente se pone en marcha el sistema, pudiendo sorprender al personal que se encuentre a los alrededores.

Es por eso, que un control con tres hilos es usado más frecuentemente que el de dos hilos. El control con tres hilos permite colocar pulsadores y dispositivos pilotos tales como flotadores, interruptores de límite, interruptores de presión, etc., en lugares separados de donde se encuentran los elementos para el arranque del motor, haciendo a este tipo de control más versátil y seguro para el trabajador.

En la figura 35 se muestran el circuito de control y el de potencia para un motor trifásico. Se utiliza un control de tres hilos

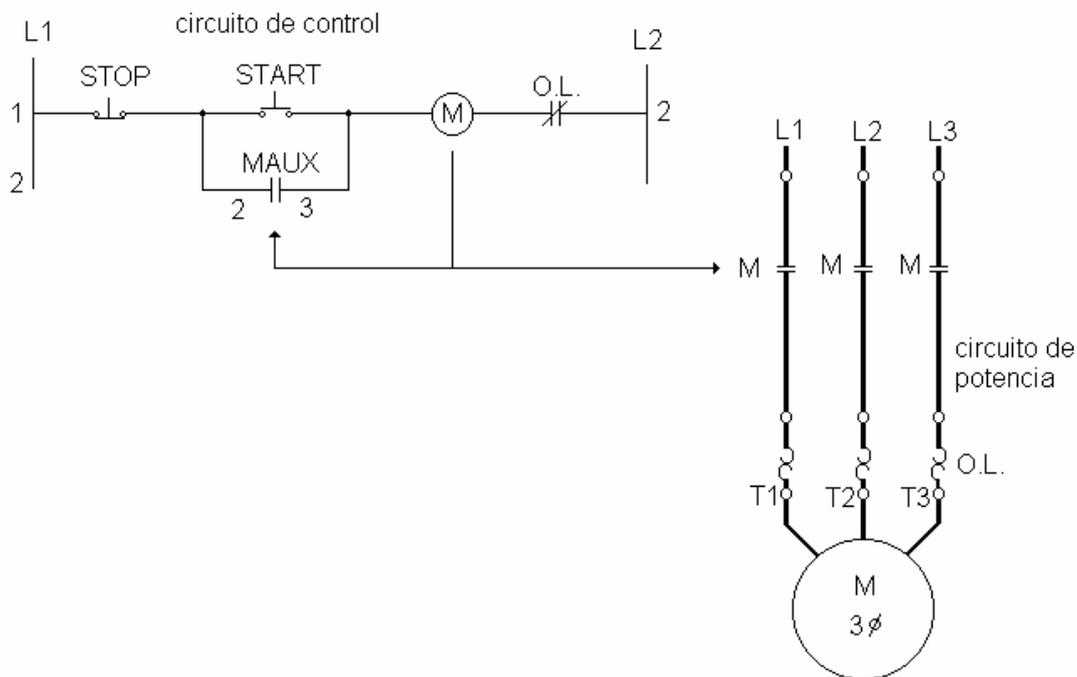


Figura 35

Circuito de control de tres hilos. Arranque y paro del motor.

Los elementos que forman el circuito de control para el arranque y paro del motor son los siguientes: dos botones pulsadores, uno normalmente cerrado (STOP: paro) y otro normalmente abierto (START: arranque), un contactor y un elemento de protección O. L. (Over load)

Cuando usted pulsa el botón de arranque (START) se energiza la bobina del contactor y sus contactos de fuerza M y auxiliar M se cierran. Al soltar el botón (START),

como M auxiliar está cerrado, el contactor permanece energizado gracias a su contacto auxiliar MAUX. Vea la figura 36.

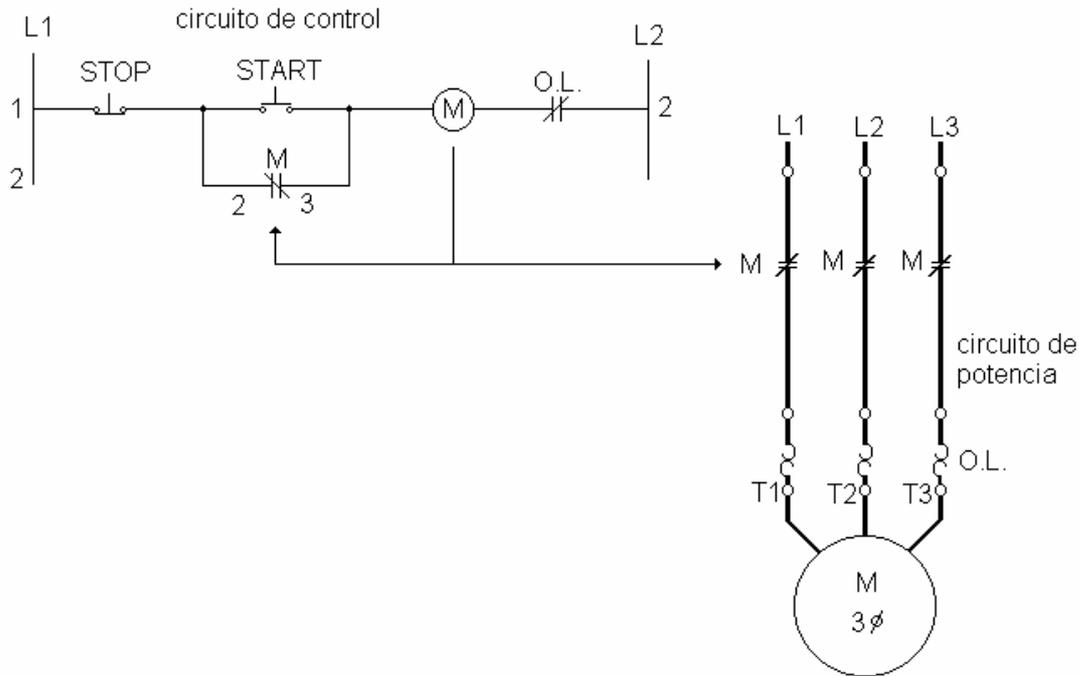


Figura 36

El motor se encuentra operando ya que los contactos M auxiliar y M están cerrados.

Si ocurre una falla en el suministro de la energía eléctrica, el contactor se desenergiza y sus contactos MAUX y M se abrirán; el motor y en consecuencia la maquinaria que éste mueve se detendrán. Observe nuevamente la figura 3.6.

El control de tres hilos integra en su implementación la característica de “seguridad”, que previene el arranque repentino del motor una vez que la energía eléctrica es reestablecida. Con la energía eléctrica ya reestablecida, el motor se debe poner en marcha manualmente pulsando el botón (START) de arranque.

Generalmente todos los sistemas automáticos contarán con un arranque y paro manual y será un control de tres hilos.

2.3. INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR

Saber en la teoría (2 horas)

OBJETIVO: Conocer la Inversión de giro de un motor manual y automático Monofásico y trifásico.

2.3.1. INVERSIÓN DEL GIRO DE UN MOTOR MONOFÁSICO

Un motor monofásico de fase partida está compuesto de un devanado de arranque y de un bobinado de trabajo. El bobinado de arranque proporciona el par de arranque y determina la rotación del motor. Por lo tanto, para cambiar la rotación del motor se debe intercambiar las conexiones del bobinado de arranque.

En la figura 37 se muestra el diagrama de fuerza en americano para cambiar el sentido de giro a un motor monofásico de fase partida. Las terminales 1 y 2 corresponden al bobinado de trabajo y las terminales Roja (R) y Negra (BK) al bobinado de arranque.

Cuando se acciona el contactor M1, queda conectado el neutro con R, la línea a BK, la terminal 1 a línea por medio de la protección térmica y la terminal 2 al neutro a través de un contacto de M1. Con lo cual, el motor gira en el sentido de las manecillas del reloj. Ahora, si en lugar de activarse el contactor M1, se activa el contactor M2, las terminales R y BK se intercambian su conexión, es decir R a línea y BK a neutro.

Las terminales 1 y 2 se conectan por medio de los contactos de M2, como en el caso anterior. Con esta conexión se invierten las conexiones y del bobinado de arranque y por lo tanto del sentido de giro, ahora, en sentido contrario a las manecillas del reloj.

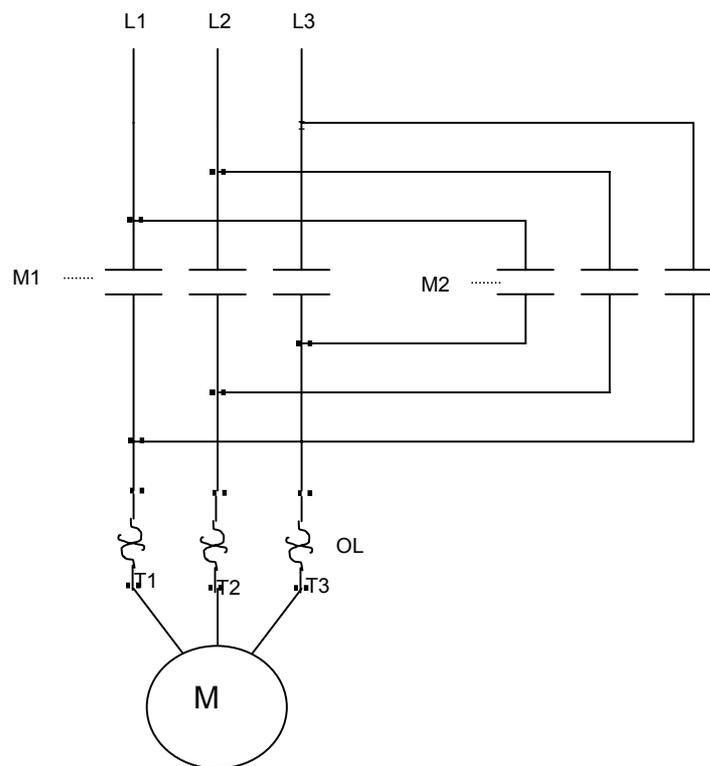
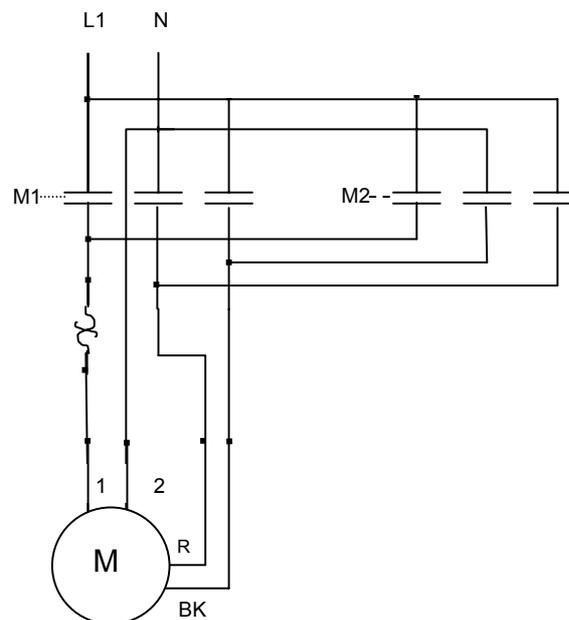
**Figura 37**

Diagrama de fuerza para invertir sentido de giro de rotación de un motor monofásico de fase partida.

2.3.2. INVERSIÓN DEL GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.

Podemos invertir el giro de rotación del motor trifásico intercambiando la conexión de dos de sus terminales del motor a líneas conectadas, comúnmente T1 y T2. Para realizar esto necesitamos de dos contactores M1 y M2, como se puede ver el diagrama en americano en la figura 38.

Cuando se activa el contactor M1, quedan conectadas las líneas L1 con T1, L2 con T2 y L3 con T3, con lo cual el motor girara en sentido de las manecillas del reloj. Cuando M1 no se energiza y en su lugar se activa M2, quedan conectadas las líneas L1 con T3, L2 con T2 y L3 con T1, dando como resultado que el motor giro en sentido contrario, es decir se invierta el giro del motor. Con este arreglo podemos realizar el cambio del sentido de giro con una botonera de paro(NC) y una botonera de arranque(NO) o podemos hacerlo de manera automática usando temporizadores o sensores de proximidad.

**Figura 38**

Circuito de fuerza para invertir el sentido de giro a un motor trifásico

2.4. CAMBIO DE VELOCIDAD DE UN MOTOR

Saber en la teoría (2 horas)

OBJETIVO: conocer lo que sucede con el cambio de velocidad de un motor trifásico.

2.4.1. INTRODUCCIÓN

Los motores trifásicos pueden ser construidos para trabajar a dos o más velocidades, dependiendo del tipo de bobinado y de la conexión externa realizada. Para conectar de forma adecuada estos motores debemos saber sus características de las cuales a continuación mencionamos algunas:

1. Motor de dos velocidades con bobinados separados: A cada bobinado corresponde una velocidad determinada que podrá ajustarse a las necesidades del cliente, según sea su utilización. Estos motores al tener doble bobinado son de

dimensiones mayores a las que corresponde a su potencia con un solo bobinado. Los dos bobinados tienen generalmente la conexión estrella, tal como se representa en el esquema de la figura 39

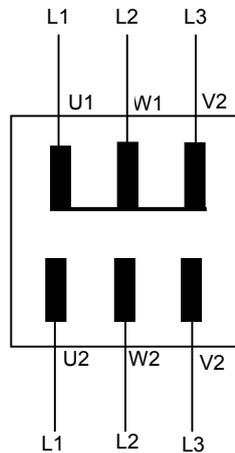


Figura 39
Motor de dos velocidades con bobinados separados

2. Motor de dos velocidades con bobinado único y conmutación de polos mediante la conexión estrella doble estrella ($\lambda - \lambda\lambda$)

- Velocidad lenta: Dando tensión en U-V-W el motor gira con velocidad lenta, doble polaridad que en velocidad rápida, como se muestra en la figura XX2
- Velocidad rápida: dando tensión en U1, V1 Y W1 y cortocircuitando U-V-W se forma la doble estrella y el motor gira con la velocidad rápida, como se muestra en la figura 40 .Por lo que trabaja la mitad de los polos que en la velocidad lenta.

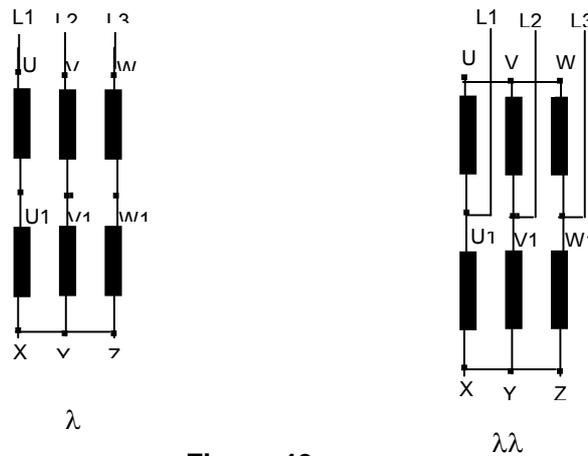


Figura 40

Bobinado de un motor de dos velocidades y su conexión interna.

3. Motor de dos velocidades con bobinado único y conmutación de polos mediante la conexión Dahlander, triángulo–estrella ($\Delta -\lambda$), ver la figura 41

- Velocidad lenta: Aplicar voltaje en U-V-W. Conexión Δ .
- Velocidad rápida: aplicar voltaje en U1-V1-W1 y cortocircuitar en U-V-W conexión λ . Estos motores como consecuencia de la conmutación de polos, dan potencias útiles diferentes en cada velocidad.

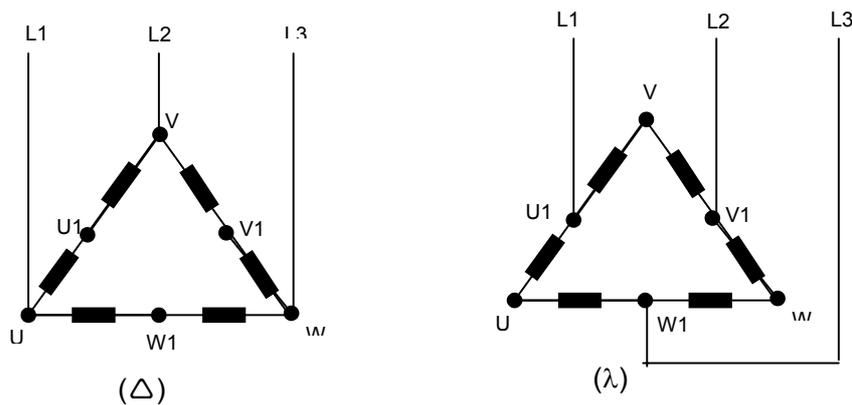


Figura 41

Motor de dos velocidades con bobinado único y conmutación de polos mediante la conexión Dahlander, triángulo–estrella ($\Delta -\lambda$),

4. Motor de tres velocidades con dos bobinados separados: Uno de los tipo Danhlander y otro generalmente en conexión estrella. Ver figura 42.

- Velocidad lenta: Aplicar voltaje en U-V-W conexión Δ .
- Velocidad media: Aplicar el voltaje en U-V-W. Bobinado dependiente.
- Velocidad rápida: Dar tensión en U1-V1-W1 y cortocircuitar en U-V-W. Conexión λ .

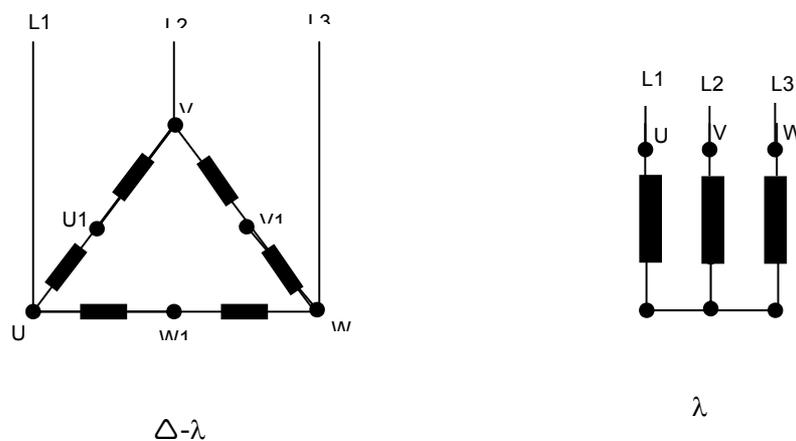


Figura 42
Motor de tres velocidades con dos bobinados separados

5. Motor de cuatro velocidades con dos bobinados separados de tipo Danhlander. Ver figura 43.

- Velocidad lenta: Aplicar voltaje en U-V-W conexión Δ del primer bobinado.
- Velocidad semilenta: aplicar voltaje en U1-V1-W1 conexión Δ del segundo bobinado.
- Velocidad semirápida: Aplicar voltaje en U1-V1-W1 y cortocircuitar U-V-W conexión λ del primer bobinado.
- Velocidad rápida: Aplicar voltaje en U1-V1-W1 y cortocircuitar U1-V1-W1. Conexión en λ del segundo bobinado.

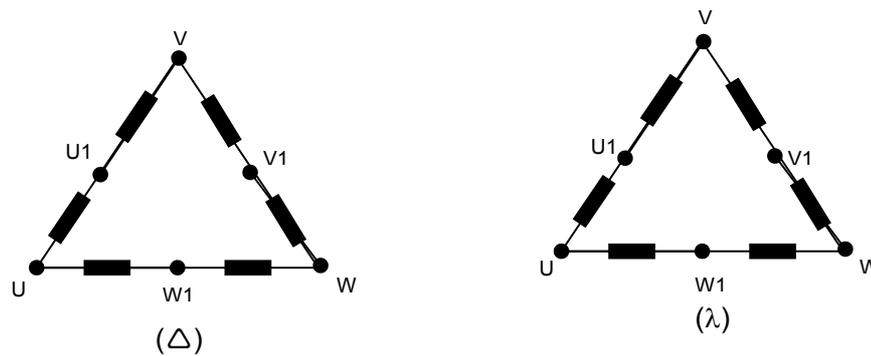


Figura 43

Motor de cuatro velocidades con dos bobinados separados de tipo Danhlander.

2.4.2. MOTOR DE DOS VELOCIDADES CON BOBINADOS SEPARADOS.

En la figura 44, se muestra el diagrama de fuerza para un motor con bobinados separados.

Son necesarios dos contactores M1 y M2, ya que existe dos bobinados separados en el interior del motor y cada uno de ellos está diseñado para una velocidad diferente y por lo tanto, también se debe tener una protección por cada bobinado F1 y F2, o de lo contrario quedaría desprotegido uno de ellos.

En la figura 45 se presenta el diagrama de control, que puede realizar de forma manual el cambio de velocidad. Para realizar el cambio de velocidad del motor funciona de la siguiente manera:

1. Cuando presionamos el pulsador S2, se cierra el circuito que alimenta a la bobina de Km1 y sus contactos auxiliares cambian de estado, de esta forma el contacto auxiliar KM1 se cierra y se mantiene cerrado este circuito aunque se deje de presionar el pulsador S2. Además el contacto auxiliar KM1 que se encuentra en la rama 3, se abre y de esta forma mientras este energizado la bobina de KM1 no se podrá energizar la bobina de KM2, como una forma de protección de U1,W1,V1(Adema de la protección mecánica ∇).

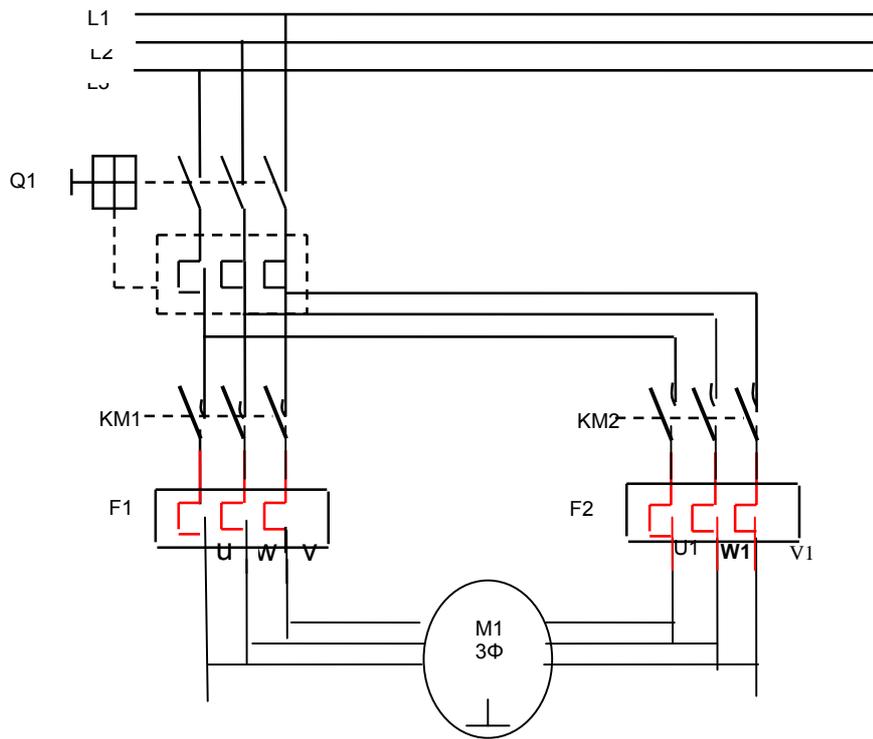


Figura 44

Diagrama de fuerza para un motor trifásico de dos velocidades con bobinados separados

2. El motor se puede detener si presionamos el botón pulsador S1 o en caso que sufra una sobrecarga si se dispara el relevador F1

3. Si ya se realizó el paso 2, ahora podemos cambiar la velocidad si presionamos el botón pulsador S3. Ahora se enclava el contactor M2 a través del contacto auxiliar (NO) KM2 colocado en la línea 4 y se abre el contacto auxiliar (NC) KM2, que se localiza en la rama uno, para proteger el embobinado U, W, V. El motor se puede detener a través de S1 y entonces cambiarle la velocidad.

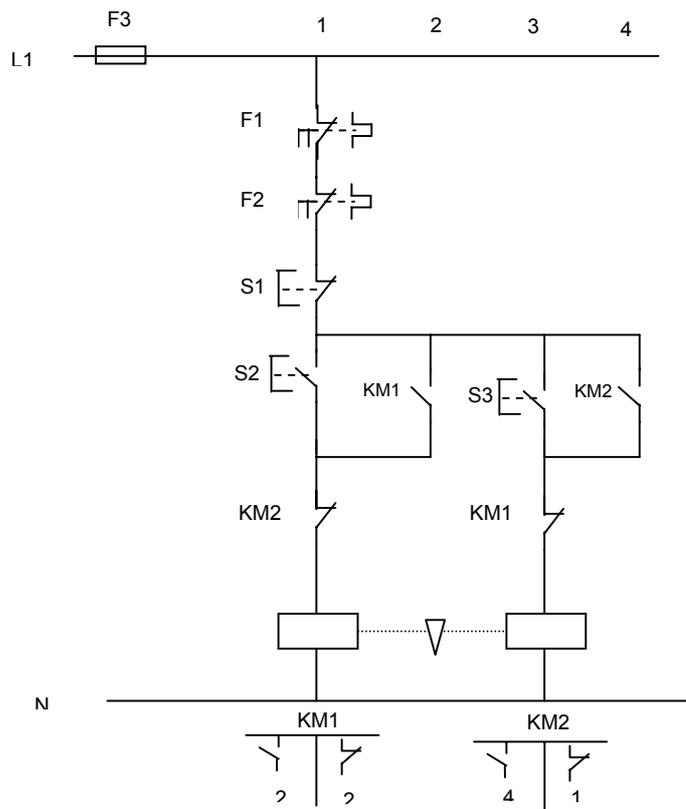
**Figura 45**

Diagrama de control para un motor de dos velocidades con bobinados separados

2.5. ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA

Saber en la teoría (2 horas)

OBJETIVO: Conocer el funcionamiento del Arranque estrella–delta. Arranque con auto transformador. Arranque con resistencias. Arranque devanado bipartido. Arranque con arrancador de estado sólido.

2.5.1. Arranque estrella-delta(λ - Δ)

El arranque a tensión reducida se utiliza en motores grandes, por arriba de los 10 HP, ya que consumen elevadas corrientes al arranque y esto ocasiona disturbios en la

línea no deseados. El arranque estrella-delta reduce la cantidad de corriente absorbida durante el periodo del arranque, ya que en el arranque directo la corriente nominal se llega a incrementar de 4 a 8 veces y con la conexión delta se reduce de 1.3 a 2.6 la corriente nominal.

En la figura 46 se muestra el diagrama de fuerza del arranque ($\lambda - \Delta$), como se puede ver, se requiere de tres contactores KM1, KM2 y KM3. Si cierra KM1 y KM3 se conectara en estrella y si se conecta KM1 y KM2 se conectara en delta. Para realizar el cambio de manera automática se requiere de un temporizador para que desconecte a KM3 y conecte a KM2, como se muestra en el diagrama de control de la figura 47. El cambio se debe realizar cuando el motor halla alcanzado el 80% de su velocidad nominal.

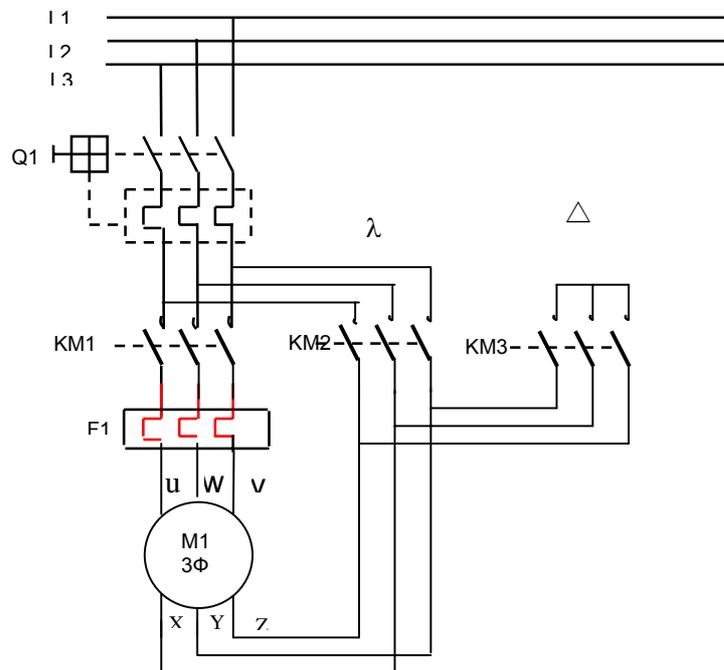


Figura 46
Diagrama de fuerza para la conexión estrella-delta

En la figura 47, se puede ver el diagrama de control para el arranque a baja tensión estrella-delta. Cuando se pulsa S2 se energiza la bobina del contactor KM1 y se enclava el circuito a través del contacto auxiliar KM1 que se encuentra en la rama 2. Al

mismo tiempo se energiza la bobina del timer KT1 y la bobina del contactor KM3, iniciando el arranque en estrella. El Timer comienza a contar y cuando alcanza su valor prefijado conmuta sus contactos auxiliares, se abre KT1 de la rama 3 y se cierra KT1 de la rama 4, con lo cual el circuito realiza el cambio de conexión de estrella a delta. Es importante que cuando se realice el cambio se halla alcanzado el 80% de la velocidad nominal. Se requiere proteger el circuito utilizando los contactos auxiliares normalmente cerrados en de los contactores KM2 en rama 3 y KM3 en rama 4 y una protección mecánica adicional para asegurarse de que un corto circuito accidental no ocurra.

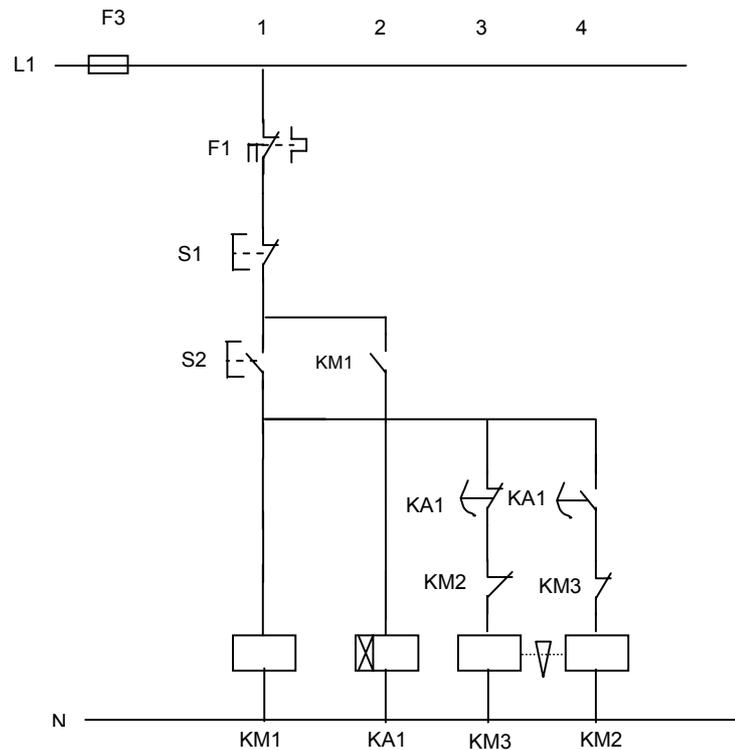


Figura 47
Circuito de control para un arranque a tensión reducida estrella-delta

2.5.2. ARRANQUE CON AUTO TRANSFORMADOR

Otra forma de realizar un arranque a voltaje bajo es usando un auto transformador, que reduzca durante el arranque el voltaje aplicado a las terminales del motor y por lo tanto, disminuya el pico de corriente que se presenta en el arranque directo y se reduzca el par aplicado al motor. Esto es necesario cuando se tienen motores grandes (mayores de 10 HP) o cuando se requiere que el par de arranque sea bajo para no afectar la carga del motor.

Un auto transformador puede tener varias derivaciones dependiendo de las tomas que se requieran, ya sea para 55, 65 o 80% del voltaje de línea. En la figura 48 se muestra el diagrama de fuerza para un arranque con auto transformador para dos puntos de arranque.

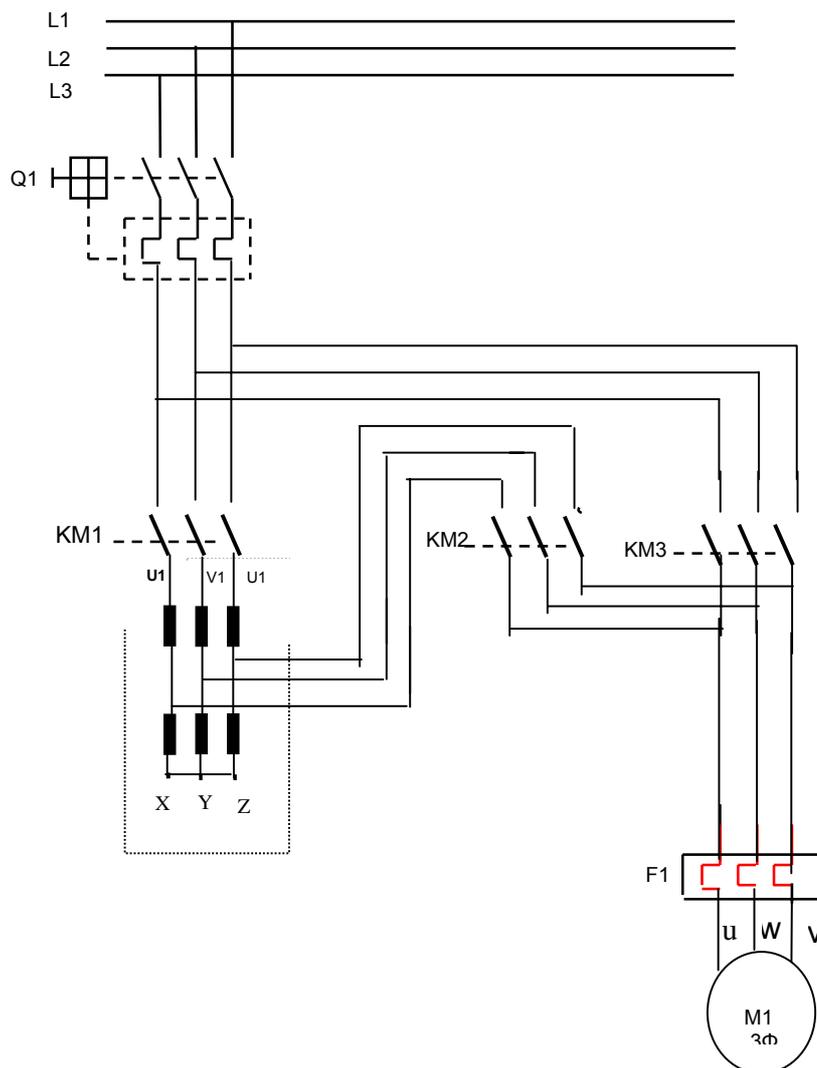


Figura 48
Diagrama de fuerza para el arranque con auto transformador

En la figura 49, se presenta el diagrama de control para el arranque con autotransformador y funciona de la siguiente manera: cuando se presiona el botón pulsador de S2, se energiza inmediatamente el temporizador KT1 y comienza a transcurrir el valor tiempo prefijado. Un contacto auxiliar de KT1 (no temporizado NO) localizado en la rama 2 realiza el enclavamiento del circuito.

De igual manera, al mismo tiempo son energizadas las bobinas de los contactores KM1 y KM2, con lo cual, el motor arranca con un voltaje reducido que le suministra el

autotransformador(65% del voltaje de la línea). Cuando el timer KT1 alcanza su valor de tiempo prefijado, se abre el contacto temporizado KT1 localizado en la rama 2 y se cierra su similar que se encuentra en la rama 4. Esto hace que la bobina de KM1 y KM2 pierdan su alimentación, se abra el contacto auxiliar de KM3 de la rama 1, el temporizador se desenchava, se energiza KM3 y se enclava a través de su contacto auxiliar de la rama 5. Quedando conectado el motor al voltaje total de la línea.

El tiempo prefijado de KT1 debe permitir que el motor alcance el 80% de la velocidad nominal del motor antes de realizar el cambio de la conexión. Para detener la marcha del motor se debe presionar S1 o activarse el contacto auxiliar del relevador de protección de sobre carga F1.

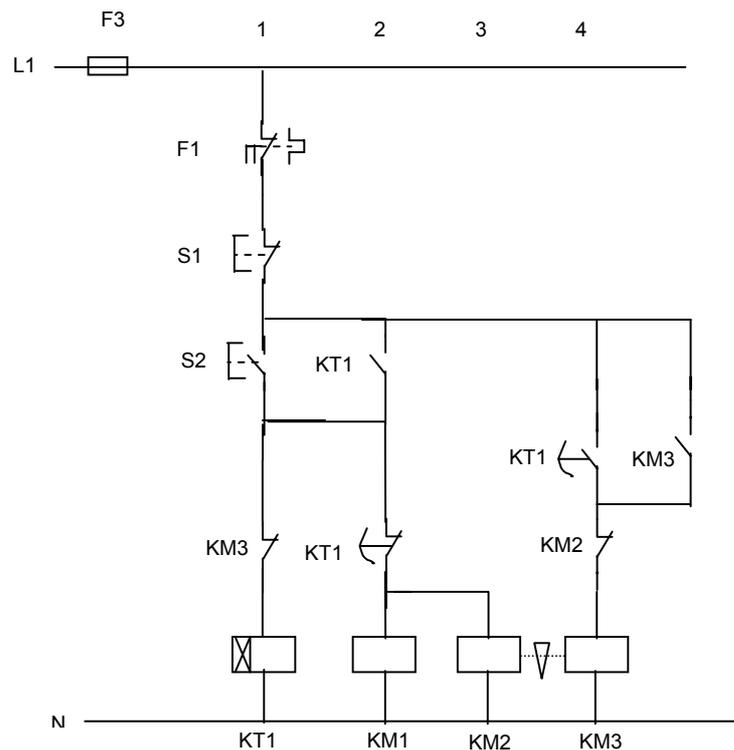


Figura 49
Circuito de control para el arranque con autotransformador

2.5.3. ARRANQUE CON RESISTENCIAS

El arranque por resistencia se realiza cuando la carga del motor no demanda un par elevado al arranque, ya que este tipo de arranque, tiene el par más bajo de todos los casos analizados anteriormente. Se pueden tener 2, 3 o 4 puntos de arranque según se requiera. El bloque de resistencias sufre calentamiento durante el proceso de arranque y pueden dañarse, si no, se da tiempo a que se disipe el calor. Por lo cual, esta limitado el número de arranques / hora que se pueden realizar, dependiendo de la refrigeración de las resistencias. En la figura 50, se muestra el diagrama de fuerza de un arranque por resistencia con dos puntos de arranque y en la figura 51, se tiene su diagrama del control.

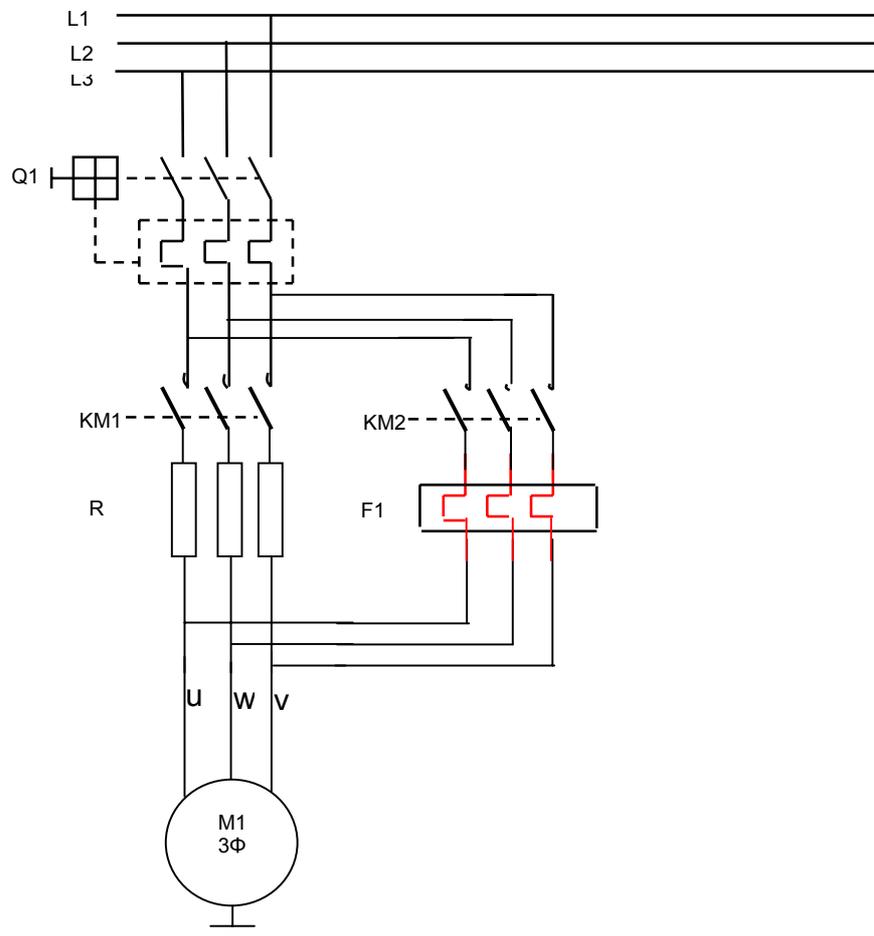


Figura 50

Diagrama de fuerza para el arranque a baja tensión con resistencia

Funcionamiento del circuito de control:

Cuando presionamos el botón pulsador S2 se energiza la bobina del contactor KM1 y la del temporizador KT1, un contacto auxiliar de KM1 colocado en la rama 2 enclava el circuito. Con lo cual el motor queda conectado a las resistencias de arranque y las terminales del motor reciben un voltaje reducido en el arranque. Cuando el Temporizador alcanza su valor de tiempo prefijado se cierra su contacto auxiliar colocado en la rama 3, con lo cual, se energiza la bobina del contactor KM2, desenclava a KM1 por medio del contacto auxiliar KM2 de la rama 1 y se enclava con el auxiliar KM2 de la rama 4 y de esta forma el motor queda conectado al voltaje total de las líneas. Es importante que el motor ya haya superado un 80% de la velocidad nominal.

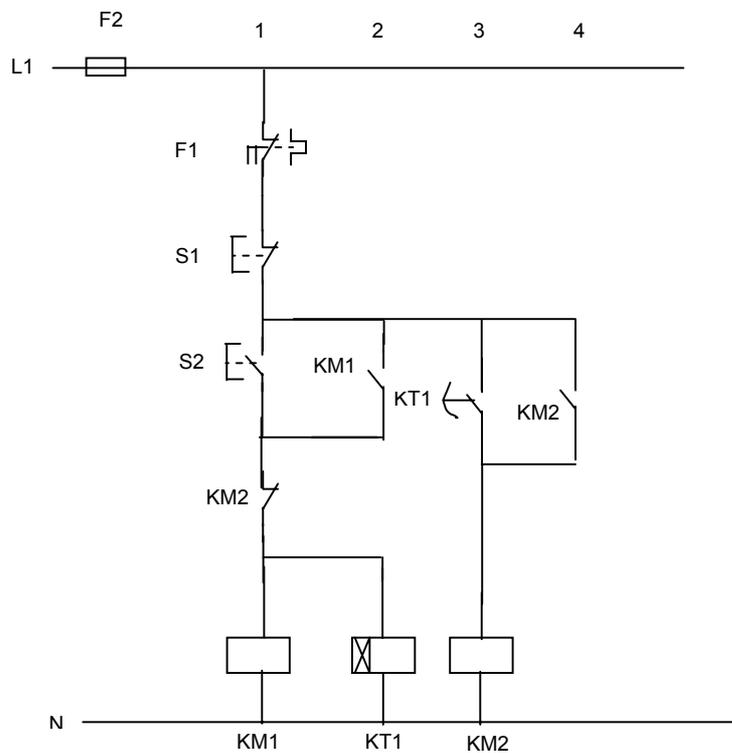


Figura 51

Diagrama de control para el arranque a baja tensión con resistencias

2.5.4. ARRANQUE DEVANADO BIPARTIDO.

Los motores trifásicos con devanado bipartido de inducción son muy similares a los motores con devanado normal, solo que, estos tienen en el estator dos devanados iguales y por lo tanto se pueden conectar en secuencia a la red de alimentación. Esta característica del devanado permite limitar la corriente y el par de arranque en motores de hasta 500 C P a 440 V.

Estos motores se emplean para proteger, impulsar y controlar cargas centrífugas, en sistemas de acondicionamiento de aire y en general donde se requiera limitar la corriente y el par de arranque. En el diagrama de la figura 52 se muestra el diagrama de fuerza, y como se puede ver, este se compone de dos contactores iguales, dos relevadores de sobre carga del mismo rango de ajuste.

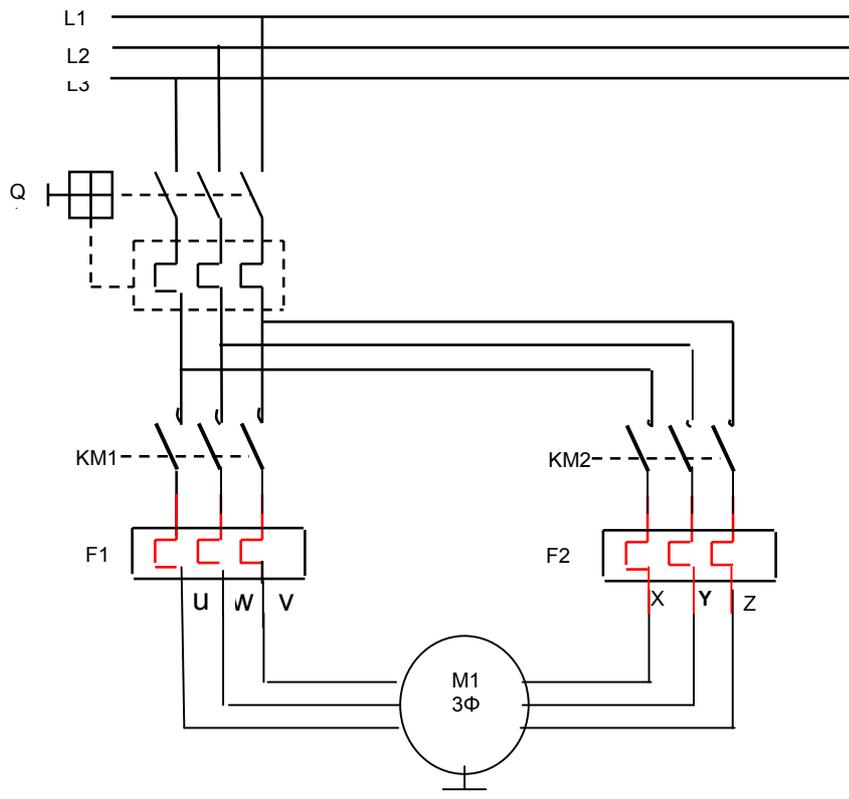


Figura 52

Diagrama de fuerza para el arranque de un motor con devanado bipartido

2.5.5. ARRANQUE CON ARRANCADOR DE ESTADO SÓLIDO

Este tipo de arranque tiene las mejores características de todos los arranques a tensión reducida, ya que, el dispositivo de arranque proporciona una rampa de voltaje a una o todas las fases durante el arranque y al finalizar la rampa el motor queda conectado directamente a la línea por medio de un contactor. Este sistema se utiliza para motores inferiores a los 40 KW. Con este tipo de arranque se ajusta gradualmente el par de arranque y el tiempo de aceleración lográndose un arranque gradual, suave y en algunos casos con corrección del factor de potencia. En el diagrama de la figura 54 se muestra el diagrama de fuerza para este tipo de arranque.

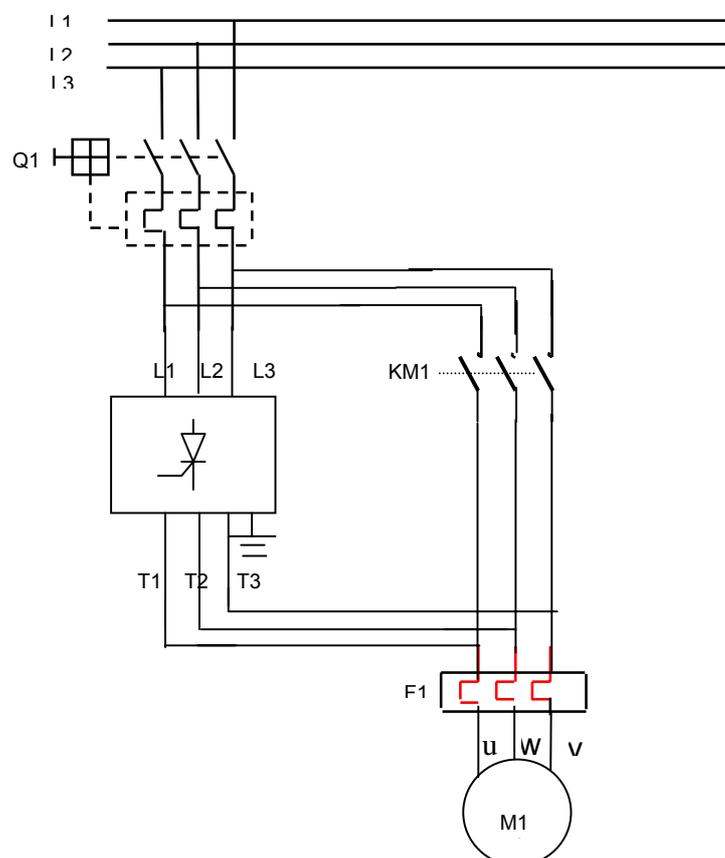


Figura 54

Diagrama de fuerza para el arranque a tensión reducida con arrancador de estado sólido

III

Condiciones de arranque de motores síncronos, cc y anillos rozantes.

OBJETIVO PARTICULAR DE LA UNIDAD:

Diseñar circuito de arranque de motores síncronos, cc y anillos rozantes.

HABILIDADES POR DESARROLLAR EN LA UNIDAD

El alumno desarrollará la habilidad de diseñar y alambrear los circuitos de los motores síncronos, cc y anillos rozantes.

3.1. ARRANQUE DE MÁQUINA DE CD.

Saber en la teoría (1 hr.)

OBJETIVO: Explicar el circuito de control de arranque de máquina de C. D .

Los motores de CD tienen características apropiadas para aplicaciones donde se requiere controlar la velocidad manteniendo un par constante de trabajo. Estos motores se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de excitación como:

1. Excitación serie, ver figura 55
2. Excitación independiente, ver figura 56
3. Excitación Shunt, ver figura 57
4. Excitación Compound, ver figura 58

El arranque directo del motor es muy simple, solo se requiere de un contactor bipolar que cierre el circuito de fuerza, a excepción de los que tienen excitación independiente ya que en este caso si se requieren de dos contactores. Las protecciones contra corto circuito y de sobrecarga se deben colocar en la polaridad positiva. Por lo tanto, el diagrama de fuerza se debe realizar de acuerdo a cada tipo de motor y en las siguientes figuras se presentan cada uno de estos.

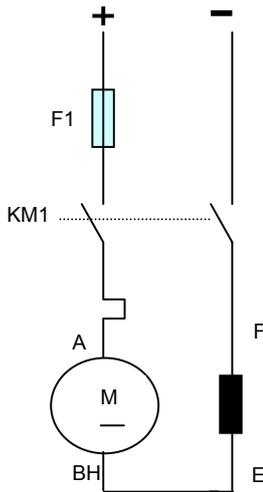


Figura 55,diagrama de fuerza para un motor de CD con excitación en serie

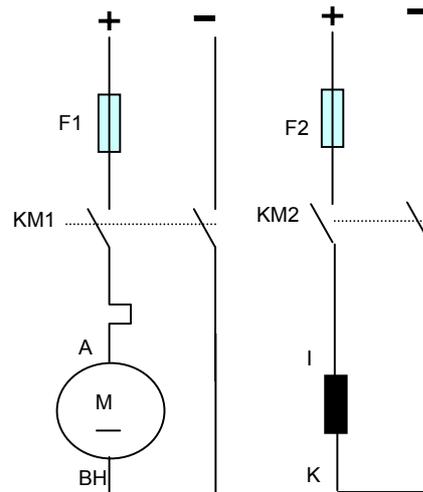


Figura 56,diagrama de fuerza para un motor de CD con excitación independiente

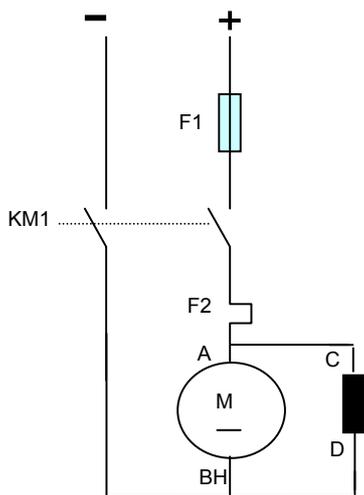


Figura 57,diagrama de fuerza para un motor de CD con excitación Shunt

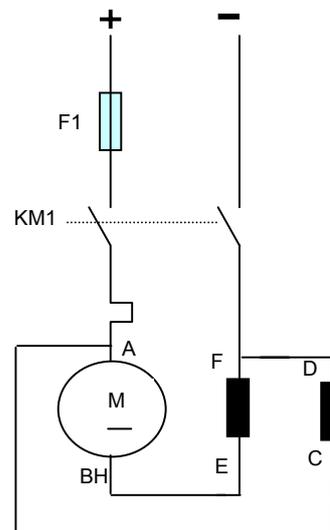


Figura 58,diagrama de fuerza para un motor de CD con excitación Compound

3.2. ARRANQUE DE LA MÁQUINA DE ANILLOS ROZANTES

Saber en la teoría (1 hr.)

OBJETIVO: Explicar el circuito de control de arranque de máquina de anillos rozantes.

Dentro de los motores que tienen anillos rozantes, se encuentra el motor trifásico con rotor bobinado, el cual, en su funcionamiento es similar a un motor trifásico de inducción con rotor en corto circuito, con la diferencia de que, como su nombre lo indica el rotor está bobinado y este puede ser bifásico o trifásico. Este motor está conformado por:

1. El bobinado del estator:
2. El bobinado del rotor: con una conexión en estrella interna y sus tres terminales al exterior por medio de tres anillos colectores que realizan el contacto por medio de escobillas.
3. Anillos colectores
4. Terminales de conexión

Este motor tiene aplicación cuando se requiere reducir la intensidad de arranque con buenas características de par inicial. En la figura 59, se puede ver las partes más importantes de un motor de este tipo y las resistencias requeridas para el arranque.

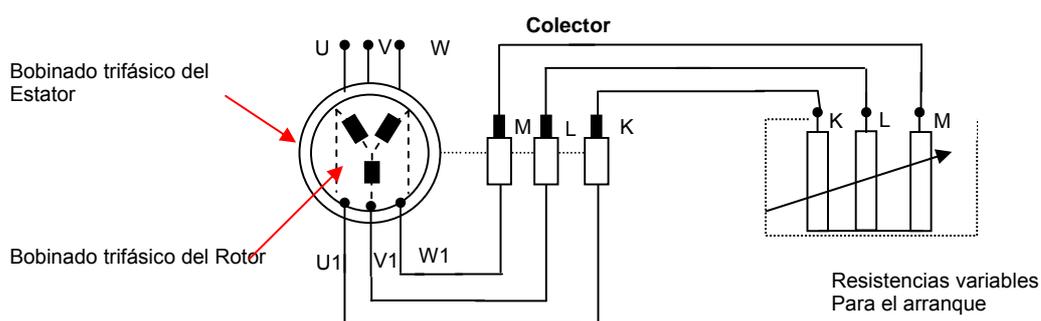


Figura 59
Motor con rotor bobinado trifásico, colector y resistencias de arranque

En la figura 60 se muestra un arranque de un motor trifásico con rotor bobinado, donde se tienen cuatro puntos de resistencias para el arranque. Estas resistencias se conectaran gradualmente por medio de contactores hasta que alcance su velocidad nominal.

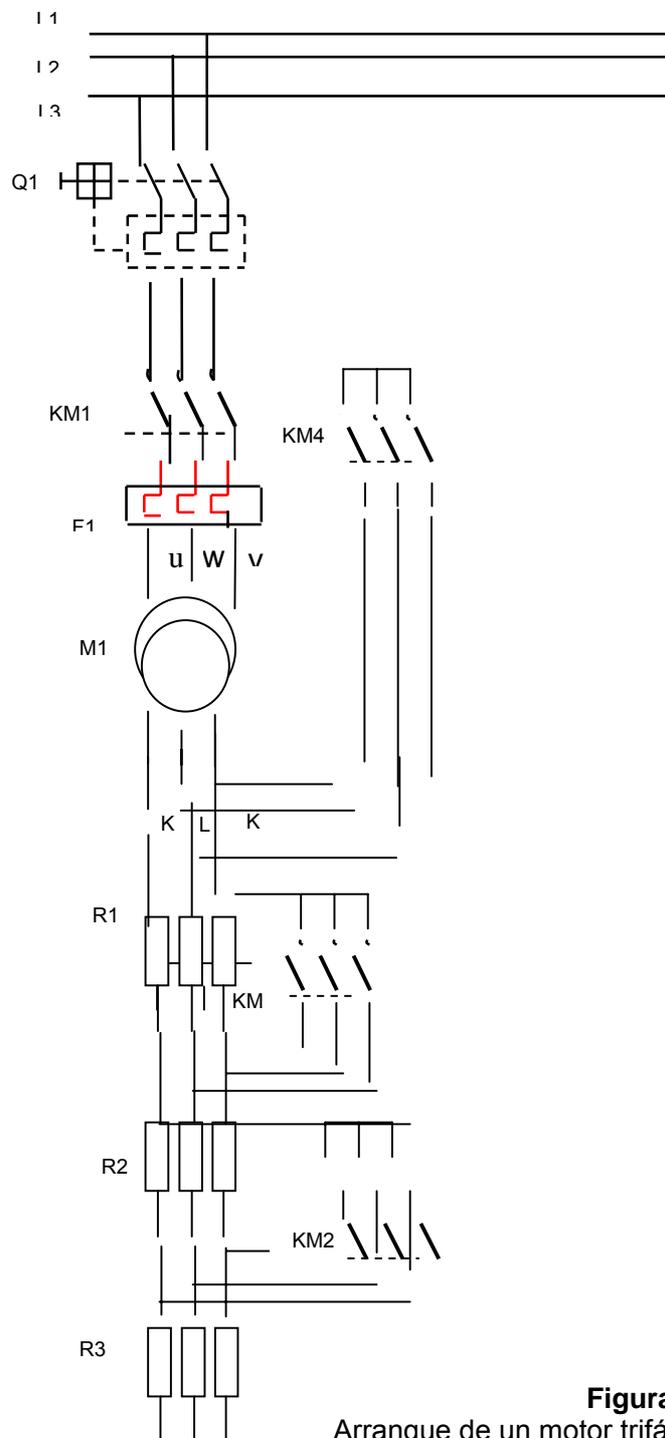


Figura 60
Arranque de un motor trifásico con rotor bobinado

3.3. ARRANQUE DE LA MÁQUINA SÍNCRONA

Saber en la teoría (1 hr.)

OBJETIVO: Explicar el circuito de control de arranque de máquina síncrona.

La máquina síncrona tiene la característica de trabajar como motor o como generador. En este apartado estudiaremos a la máquina síncrona como motor y veremos los requerimientos necesarios para poder realizar el arranque y paro de esta.

La máquina síncrona tiene una gran similitud con el motor de inducción con rotor devanado, con la diferencia de que en esta, no se presenta el deslizamiento característico del motor asíncrono y esto se debe a que se aplica energía de forma independiente a los devanados del estator y del rotor, con lo cual, se pueden poner en sincronía los campos magnéticos del rotor con los campos giratorios del estator, es decir, desplazarse a la misma velocidad. Para lograr esto, en el motor trifásico síncrono, el devanado del estator se alimenta con tres fases de corriente alterna y el devanado del rotor con voltaje de corriente directa. Sin embargo, el periodo de arranque es complicado, pues, debe ponerse en sincronía durante este periodo para que funcione correctamente.

Se pueden utilizar dos técnicas diferentes de arranque que permiten poner en sincronía el motor: una es arrancarlo como motor asíncrono y la otra es por medio de un motor auxiliar de lanzamiento. Cada una de estas puede tener variantes, según sean los requerimientos del arranque.

1.- Arranque como motor asíncrono:

Es la más sencilla (ver la figura 61), en ésta, el devanado del estator se energiza e induce en el rotor corrientes que forman campos magnéticos, que son arrastrados por el campo rotatorio del estator hasta que alcanza su máxima velocidad, para en ese instante sea aplicado el voltaje de CD en el rotor y entre en sincronía. Este tipo de arranque requiere de un autotransformador y una resistencia de descarga. El autotransformador es para reducir la corriente de arranque y la resistencia es para proteger las bobinas polares, ambos elementos se desconectan después del arranque. El voltaje de CD puede

suministrase de una fuente independiente o de un generador colocado en la flecha del motor.

2.- Arranque mediante motor de lanzamiento.

Para este tipo de arranque se requiere de un motor que acoplado mecánicamente al motor síncrono, lo ponga girar, hasta alcanzar la velocidad de sincronía. En el instante que se logre la sincronía, el motor de lanzamiento se desconecta. El motor de lanzamiento puede ser un motor trifásico con rotor devanado o un motor trifásico de inducción controlado por un variador de frecuencias. Lo importante es controlar la velocidad del arranque del motor de lanzamiento hasta alcanzar la velocidad de sincronía.

En la figura 62, se muestra un arranque de este tipo, donde se utiliza como lanzamiento un motor trifásico con rotor bobinado. Es importante comentar que en esta condición de arranque el motor no puede desarrollar par alguno. Para detener el motor síncrono se debe quitar la carga y si es posible reducir gradualmente su polarización.

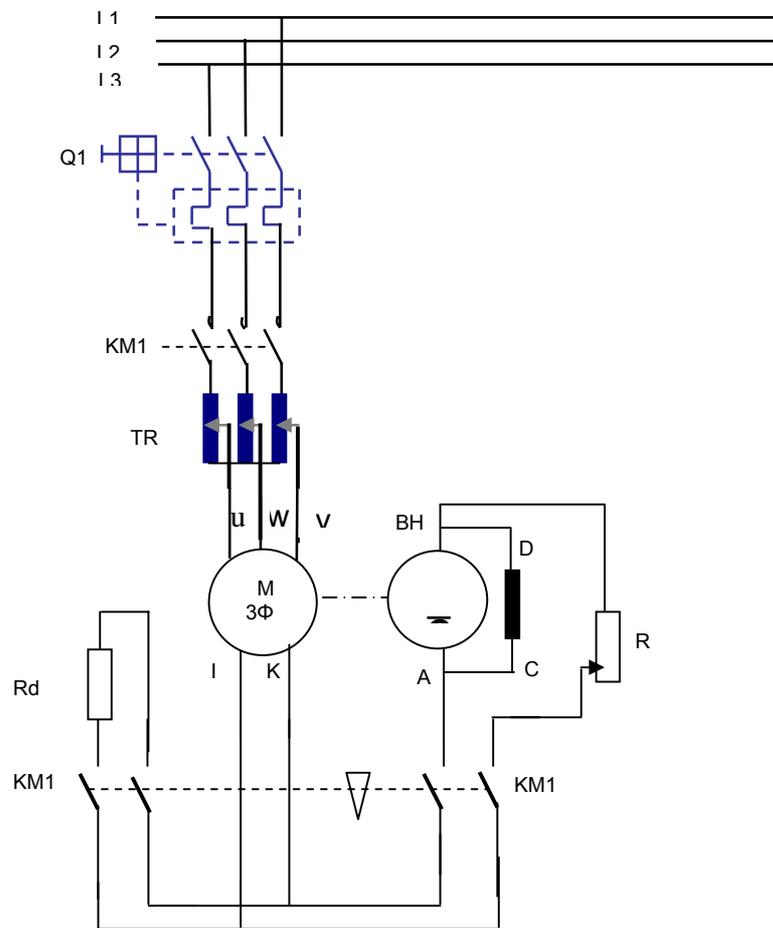


Figura 61
Arranque como motor asíncrono

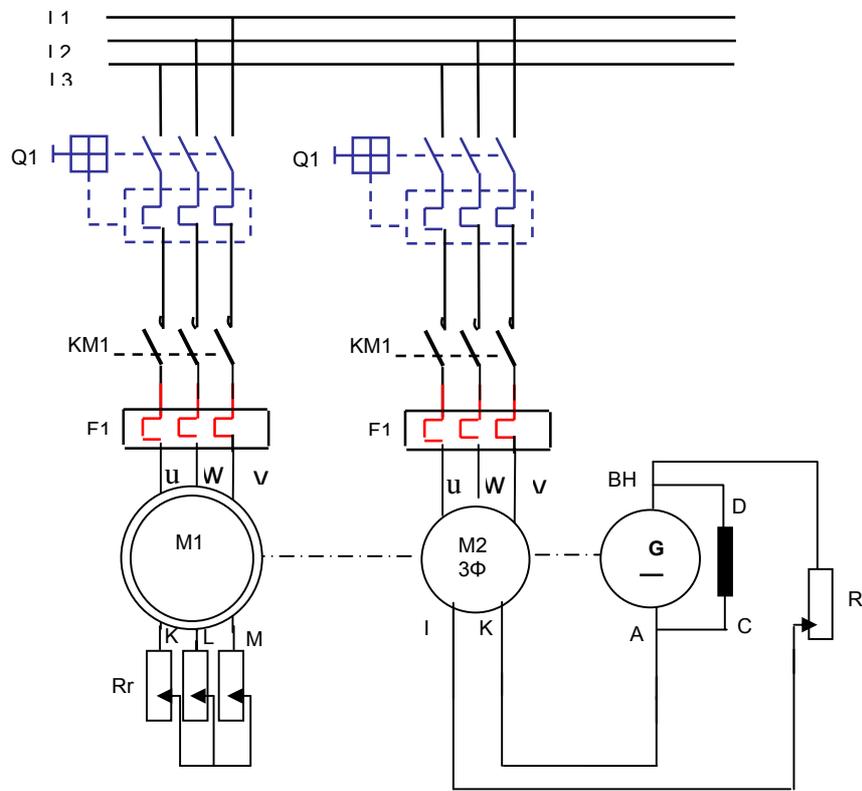


Figura 62
Arranque mediante motor de lanzamiento trifásico con rotor devanado

IV Selección, Instalación y Mantenimiento.

OBJETIVO PARTICULAR DE LA UNIDAD

Seleccionar los elementos de una instalación eléctrica mediante el uso de manuales y catálogos de fabricante, así como los manuales de mantenimiento.

HABILIDADES POR DESARROLLAR EN LA UNIDAD

El alumno desarrollará la habilidad de realizar instalaciones y mantenimiento de motores de ca. y cd.

4.1. SELECCIÓN DE ARRANCADORES Y DISPOSITIVOS DE CONTROL.

Saber en la teoría (1 hr.)

OBJETIVO: Utilizar tablas para la selección de equipo de accionamiento, control y protección de motores eléctricos

4.1.1. Instalación y protección de motores eléctricos en baja tensión.

La idea de protección de los motores eléctricos, se basa en el concepto general de que las propiedades de los materiales aislantes se ven afectadas por los esfuerzos dieléctricos, mecánicos y térmicos a que se ven sometidos, así como por la influencia del medio ambiente en que se encuentran instalados por ejemplo, el polvo, la humedad, productos químicos etc.

La vida de un aislamiento determina, en cierta medida, la vida de la máquina eléctrica y el efecto térmico producido por sobrecargas o por corrientes de cortocircuito, representa un factor importante, razón por la cual se debe dar la debida importancia a la

protección de los motores eléctricos y a los elementos complementarios para su instalación algunas causas de sobrecargas térmicas, pueden ser las siguientes:

- Carga con un par de arranque alto o elevada en servicio continuo.
- Tiempo relativo de conexión muy largo.
- Errores de conexión.
- Fallas en el sistema de enfriamiento.
- Variaciones de frecuencia en la red de alimentación.
- Asimetría de las fases.

4.1.2. Elementos de la instalación eléctrica para motores.

La instalación eléctrica se debe hacer siempre de acuerdo con las disposiciones de las “Normas técnicas para instalaciones eléctricas”, que se refieren no sólo a la instalación misma de los motores, sino también a los requisitos que deben llenar los elementos que la conforman.

En la figura 63 se muestran los elementos principales de la instalación eléctrica de uno o varios motores.

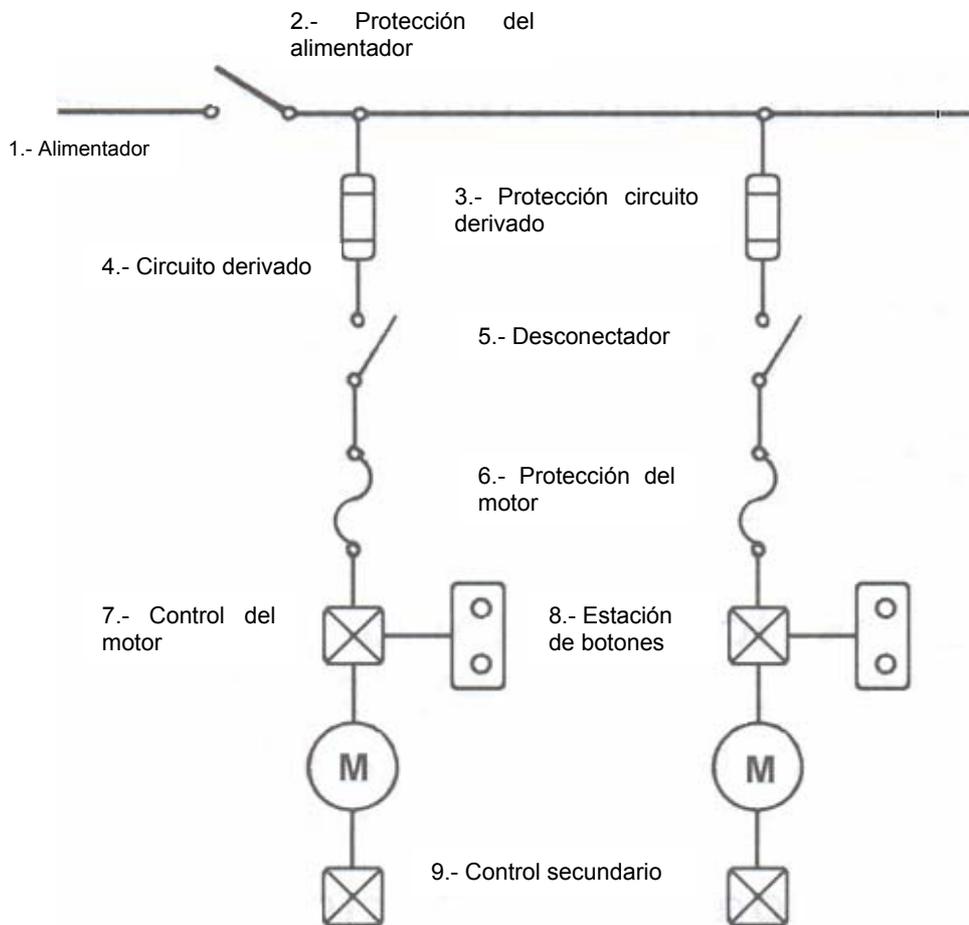


Figura 63
Elementos principales de uno o varios motores

Para el cálculo de los distintos elementos de la instalación eléctrica de un motor, se parte de un dato básico, que es:

La corriente a plena carga. Es la corriente que toma o consume un motor, cuando desarrolla su potencia nominal y se indica por lo general en su placa de características. Los valores de corriente a plena carga para motores monofásicos y trifásicos, se dan por lo general en tablas, para los fines de cálculo de las instalaciones eléctricas.

1.- Alimentador. El calibre del alimentador para dos o más motores, se calcula para la siguiente corriente:

$$I = 1.25 \times I_{pc}(\text{motor mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

Donde:

I_{pc} = Corriente a plena carga.

2.- Protección del alimentador. Ya sea por medio de fusibles, interruptores automáticos (termomagnéticos o electromagnéticos) o cualquier otro tipo de interruptores, se debe calcular para una corriente que tome en consideración la corriente máxima del motor mayor más la suma de las corrientes a plena carga de los otros motores conectados al mismo circuito:

$$I = I_{\text{arranque}}(\text{motor mayor}) + \sum I_{pc}(\text{otros motores})$$

La corriente de arranque es la que toma un motor justamente durante el periodo de arranque, y es considerablemente mayor que su corriente nominal, cuando el motor ha alcanzado su velocidad normal.

Esto significa que los conductores que alimentan a los motores, deben estar protegidos por un elemento contra sobrecarga, con una capacidad suficientemente grande como para soportar la corriente de arranque por un tiempo corto.

La corriente de arranque de un motor, depende principalmente de su reactancia, y se designa en algunos motores por medio de una letra, correspondiendo las primeras letras del abecedario a motores de alta reactancia y las ultimas a motores de baja reactancia. Estas cantidades se expresan como KVA/HP a rotor frenado y se dan como la corriente nominal, también en tablas. Cuando motores de los que no se conozca la letra de código, la capacidad del elemento de protección, se calcula haciendo uso de la corriente de arranque de acuerdo a la tabla No. 1.

3.- Protección del circuito derivado. Se puede hacer en los casos más simples por medio de fusibles, o bien, por medio de interruptores automáticos (termomagnéticos, por ejemplo) Esta protección tiene como objetivo proteger a los conductores del circuito derivado contra cortocircuito y debe tener una capacidad tal, que permita el arranque del motor, sin que se desconecte el circuito. Se calcula de acuerdo a la tabla No. 2.

4.- Circuito derivado. A los conductores que conecten el motor con el tablero de distribución o con el alimentador, se les denomina “el circuito derivado del motor” A estos conductores, para su cálculo se les considera una sobrecarga del 25%, es decir, para su cálculo se considera lo siguiente:

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

5.- Desconectador. El propósito del desconectador, es aislar el motor mediante un control del circuito derivado, para que, en caso necesario se puedan hacer trabajos de mantenimiento o ajustes al motor, sin ningún peligro para la persona que los efectúe. El desconectador, es básicamente un interruptor de navajas que debe tener una capacidad mínima dada por la corriente:

$$I = 1.15 \times I_{pc}$$

6.- Protección del motor. Es contra una sobrecarga para evitar que el motor se sobrecaliente, para lo cual se calcula para un valor máximo permisible del 25%. Es decir, el elemento de protección se calcula para una corriente:

$$I = 1.25 \times I_{pc}$$

Por lo general, este elemento se encuentra dentro del control del motor, formando parte del mismo.

7.- Control del motor. En el concepto elemental, este control se refiere al dispositivo que permite arrancar, poner en operación y frenar un motor.

Según el tamaño y el tipo del motor, este dispositivo puede ser un simple interruptor de navajas, o bien, un desconectador manual o automático, o en ocasiones, otros elementos adicionales para arrancar o voltajes reducido o con resistencias en el rotor, como es el caso de los motores con rotor devanado, etc.

8.- Control secundario. Cuando se tienen motores eléctricos con rotor devanado, su control se efectúa mediante un reóstato que se conecta al devanado del rotor a través de los anillos rozantes. El procedimiento consiste en arrancar al motor con toda la resistencia adentro (serie), disminuyéndola gradualmente hasta que se adquiera la velocidad normal, con esto se logra que la corriente durante el arranque sea relativamente baja.

9.- Estación de botones para control remoto. Cuando los motores están controlados por medio de dispositivos electromagnéticos o termomagnéticos, se puede accionar la operación de arranque o paro por medio de una estación de botones que normalmente no se encuentra cercana al motor.

La corriente nominal de los motores de inducción.

Este valor se representa la corriente que demanda un motor de su fuente de alimentación cuando desarrolla su potencia nominal.

Cuando se requiere conocer la máxima y mínima corriente de arranque, entonces es posible hacer uso de la información relacionada con las letras de código. Es común que las letras de código se expresen en unidades de kilovolt-ampere / caballo de potencia (KVA/HP) En consecuencia, si la potencia de un motor es HP y su letra de código se lee de sus datos de placa, se pueden calcular en forma muy sencilla los KVA de arranque y la corriente máxima de arranque. Para un motor trifásico, la potencia aparente en VA es: $VA=1.73 V_L I_L$

Donde:

VA = Potencia en volt-ampere.

 V_L = Voltaje de fase a fase en Volts. I_L = Corriente de línea en amperes.

4.2. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS DE CONDUCCIÓN, CONTROL Y PROTECCIÓN.

Saber en la teoría (2 hrs.)

OBJETIVO: Obtener de manera práctica el cálculo para la instalación de un sistema de arranque, control y protección de distintas motores eléctricos.

Para el propósito del cálculo de la capacidad o tipo de los dispositivos de protección es como sigue:

- Más de 1 HP.
- 1 HP o menos con arranque manual.
- 1 HP o menos con arranque automático.

Ejemplo de cálculo práctico:

Calcular para un motor trifásico de inducción de 5 HP, 60 Hz, 220 volts con letra de código H.

- a) La mínima y máxima corriente de arranque posible.
- b) La corriente normal de operación a plena carga.
- c) La máxima corriente de arranque como una relación de la corriente nominal.

Solución:

a) De la tabla No. 4.3 Para la letra de código H, el motor tiene de 6.3 a 7.09 KVA/HP, por tanto:

Los KVA mínimos que demanda son:

$$\text{KVA mínimos} = 6.3 \text{ KVA/HP} \times 5 \text{ HP} = 31.5$$

Los KVA máximos que demanda son:

$$\text{KVA máximos} = 7.09 \text{ KVA/HP} \times 5 \text{ HP} = 35.45$$

Como se trata de un motor trifásico, entonces su potencia se puede expresar como:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I_L \text{ (VA)} \quad \text{de donde, para el caso de la mínima corriente de línea:}$$

$$I_{\min} = (\text{VA}_{\min} / \sqrt{3} \times V) = (31.5 \times 1000 / \sqrt{3} \times 220) = 82.66 \text{ A}$$

$$I_{\max} = ((\text{VA}_{\max} / \sqrt{3} \times V) = (35.45 \times 1000 / \sqrt{3} \times 220) = 93.03 \text{ A}$$

b) La corriente normal de operación a plena carga, se obtiene de la para corriente a plena carga de motores. De manera que, para 5 HP a 220 Volts, la corriente es de 15 A.

c) La máxima corriente de arranque, como una relación de la corriente nominal, es:

$$I_{\max} / I_{\text{nom}} = 93.03/15 = 6.202 \text{ A}$$

Es decir aproximadamente 6.2 veces mayor que la corriente de operación.

Calcular las características principales de lo de un sistema eléctrico que alimenta a 2 motores con las siguientes características:

- 1 Motor trifásico de inducción 25 HP a 220 Volts, tipo jaula de ardilla con letra de código G.
- 1 Motor trifásico de inducción 20 HP a 220 Volts, tipo jaula de ardilla con letra de código C.

Se considerara que se usaran interruptores termomagnéticos elementos térmicos y conductores thw. Se supone también que se trata de motores estándar con una elevación de temperatura no mayor de 40° C.

Determinar:

- 1.- La protección del alimentador.
- 2.- El conductor del alimentador.
- 3.- LA protección del circuito derivado de cada motor.
- 4.- El conductor del circuito derivado de cada motor.
- 5.- Los elementos térmicos de cada motor.
- 6.- Las capacidades de los medios de desconexión de cada motor.

Solución:

1R= Para un motor de 25 HP a 220 Volts de la tabla 4.2 se tiene una $I_n = 71$ A. para motores con letra de código G, y I_{pc} mayor a 30 A se puede usar un factor de 2.5 veces la I_n a pc por lo que la protección del alimentador se calcula como:

Protección del alimentador = $2.5 I_{pc}$ motormayor + $\sum I_{pc}$ otros motores

Para el motor de 20HP a 220 Volts de la tabla 4.2 se tiene una I_{pc} 56 A.

Por lo tanto la protección del alimentador se calcula:

Protección del alimentador = $2.5 (71) + 56 = 233.5$ A.

Se puede utilizar un interruptor termomagnético caja moldeada de 225 A.

2R= Calibre del conductor

La capacidad del conductor de I del alimentador

$I = 1.25 I_{pc}$ motor mayor + $\sum I_{pc}$ otros motores

$I = 1.25 (71) + 56$

$I = 144.75$ A.

De la tabla 4.8 se obtiene conductor tw a 60° C. De 1 a 3 conductores en tubo conduit calibre No. 2/0 AWG.

3R= Protección del circuito derivado de cada motor.

a) Al motor de 25 HP a 220 Volts con $I_{pc} = 71$ A. Con letra código G, se usa un factor de $2.5 \times I_{pc}$.

$$I = 2.5 (71) = 177.5 \text{ A.}$$

Se emplea un interruptor termomagnético caja moldeada de 175 A.

b) Motor de 20 HP a 220 Volts con $I_{pc} = 56$ A. Y letra de código C se puede usar un factor de $2 \times I_{pc}$.

$$I = 2 (56) = 112 \text{ A.}$$

Se puede emplear un interruptor termomagnético de 110 A. Caja moldeada.

4R= Conductores del circuito derivado

a) Motor 25 HP

$$I = 1.25 (71) = 88.75 \text{ A.}$$

Con conductor tw de 1 a 3 conductores en tubería conduit se requieren 3 conductores No. 2 AWG.

b) Para el motor de 20 HP

$$I = 1.25 (56) = 70 \text{ A.}$$

De la tabla 4.8 se obtiene conductor tw a 60° C. De 1 a 3 conductores en tubo conduit calibre No. 4 AWG.

5R= Elementos térmicos.

Para motor estándar con elevación de temperatura no superior a 40° C. La capacidad de los elementos térmicos es: $1.25 (I_{pc})$.

a) Para el motor de 25 HP con $I_{pc} = 71$ A.

$$I \text{ elemento térmico} = 1.25(71) = 88.75$$

b) Para el motor de 25 HP. Con $I_{pc} = 56$ A.

$$I \text{ elemento térmico} = 1.25(56) = 70 \text{ A.}$$

6R= Es necesario proporcionar un desconectador por separado, se deben usar desconectadores de 25 y 20 HP.

O bien interruptores termomagnéticos de $2.5 (I_{pc})$ para el motor de 25 HP.

$$2.5 (71) = 177 \text{ A.}$$

Y $2.5 (I_{pc})$ para el motor de 20 HP.

$$2.5 (56) = 140 \text{ A.}$$

Tabla No. 4.1

Corriente a plena carga en amperes, de motores monofásicos de corriente alterna.

C.P.	127 V	220 V
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1 1/2	18.0	10.4
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7 1/2	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Tabla 4.2

Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

C.P.	MOTOR DE INDUCCIÓN DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO (AMPERES)			MOTOR SÍNCRONO, CON FACTOR DE POTENCIA UNITARIO (AMPERES)		
	220 V	440 V	2400 V	220 V	440 V	2400 V
1/2	2.1	1.0				
3/4	2.9	1.5				
1	3.8	1.9				
1 1/2	5.4	2.7				
2	7.1	3.6				
3	10.0	5.0				
5	15.9	7.9				
7 1/2	23.0	11.0				
10	29.0	15.0				
15	44.0	22.0				
20	56.0	28.0				
25	71.0	36.0		54	27	
30	84.0	42.0		65	33	
40	109.0	54.0		86	43	
50	136.0	68.0		108	54	
60	161.0	80.0	15	128	64	11
75	201.0	100.0	19	161	81	14
100	259.0	130.0	25	211	106	19
125	326.0	163.0	30	264	132	24
150	376.0	188.0	35	--	158	29
200	502.0	251.0	47	--	210	38

Tabla 4.3

Letras de clave para indicar los KVA por C.P. de los motores con rotor bloqueado

LETRA DE CLAVE	KVA POR C.P. CON ROTOR BLOQUEADO	LETRA DE CLAVE	KVA POR C.P. CON ROTOR BLOQUEADO
A	0 - 3.14	L	9.0 - 9.99
B	3.15 - 3.54	M	10.0 - 11.19
C	3.55 - 3.99	N	11.2 - 12.49
D	4.0 - 4.49	P	12.5 - 13.99
E	4.5 - 4.99	R	14.0 - 15.99
F	5.0 - 5.59	S	16.0 - 17.99
G	5.6 - 6.29	T	18.0 - 19.99
H	6.3 - 7.09	U	20.0 - 22.39
J	7.1 - 7.99	V	22.4 - y más
K	8.0 - 8.99		

Tabla 4.4

Corriente de motores a plena carga valores aproximados motores de C.A. trifásicos.

H.P.	VELOCIDAD SÍNCRONA	CORRIENTE DE CARGA PLENA AMPERES		
		110 V.	220 V.	230 V.
1/6	1800	1,2	0,62	0,31
	1200	1,6	0,80	0,40
1/4	1800	1,6	0,78	0,39
	1200	2,2	1,10	0,54
1/3	1800	2,3	1,1	0,57
	1200	2,8	1,4	0,70
1/2	3600	3,2	1,6	0,8
	1800	3,6	1,8	0,9
	1200	4,0	2,0	1,0
	900	4,4	2,2	1,1
	3600	4,6	2,3	1,1
3/4	1800	4,8	2,4	1,2
	1200	3,8	2,4	1,2
	900	5,0	2,5	1,2
	3600	6,0	3,0	1,5
1	1800	6,0	3,0	1,5
	1200	6,8	3,4	1,7
	900	6,8	3,4	1,7
	3600	8,4	4,2	2,1
1 1/2	1800	9,0	4,5	2,25
	1200	9,6	4,8	2,4
	900	11,2	5,6	2,8
	3600	11,6	5,8	2,9
2	1800	11,4	5,7	2,85
	1200	11,4	5,7	2,85
	900	13,6	6,8	3,4
	3600	16,8	8,4	4,2
	1800	16,4	8,2	4,1
3	1200	16,4	8,2	4,1
	900	19,0	9,5	4,75
	3600	0	13,0	6,5
5	1800	0	13,0	6,5
	1200	0	14,0	7,0
	900	0	15,2	7,6
	3600	0	19,0	9,5
7 1/2	1800	0	19,0	9,5
	1200	0	20,2	10,1
	900	0	22,0	11,0
	1800	0	25,0	12,5

Tabla 4.4 Continuación.

H.P.	VELOCIDAD SÍNCRONA	CORRIENTE DE CARGA PLENA AMPERES		
		110 V.	220 V.	230 V.
10	1200	0	26,5	13,3
	900	0	28,0	14,0
	600	0	32,0	16,0
	1800	0	37,0	18,5
15	1200	0	38,0	19,3
	900	0	41,0	20,5
	600	0	46,0	23,0
20	1800	0	49,0	24,5
	1200	0	50,0	25,0
	900	0	53,0	26,5
	600	0	59,0	29,5
25	1800	0	60,0	30,0
	1200	0	62,5	31,2
	900	0	65,5	33,0
	600	0	73,5	36,7
30	1800	0	71,0	35,0
	1200	0	75,0	38,0
	900	0	75,0	38,0
	600	0	89,0	45,0
40	1800	0	96,0	48,0
	1200	0	97,5	49,0
	900	0	103,00	52,0
	800	0	111,0	56,0
50	1800	0	116,0	58,0
	1200	0	116,0	60,0
	900	0	125,0	63,0
60	1800	0	141,0	71,0
	1200	0	144,0	72,0
	900	0	149,0	75,0
75	1800	0	175,0	88,0
	1200	0	180,0	90,0
	900	0	183,0	92,0
100	1800	0	232,0	116,0
	1200	0	236,0	118,0
	900	0	241,0	120,0
125	1800	0	250,0	145,0
	1200	0	250,0	145,0
	900	0	250,0	147,0
150	1800	0	250,0	170,0
	1200	0	250,0	170,0
	900	0	0	177,0
200	1800	0	0	229,0
	1200	0	0	229,0

Tabla 4.5

Corrientes de motores a plena carga valores aproximados motores de C.A. monofásicos.

H.P.	VELOCIDAD SÍNCRONA	CORRIENTE DE CARGA PLENA AMPERES	
		115 V.	230 V.
1/8	3600	2,4	1,2
	1800	2,8	1,4
	1200	3,4	1,7
	900	4,6	2,3
1/6	3600	2,8	1,4
	1800	3,0	1,5
	1200	3,8	1,9
1/4	3600	3,6	1,8
	1800	4,2	2,1
	1200	5,0	2,5
1/3	3600	4,4	2,2
	1800	4,0	2,5
	1200	6,0	3,0
	900	7,2	3,6
1/2	3600	6,4	3,2
	1800	7,2	3,6
	1200	8,4	4,2
	900	10,4	5,2
3/4	3600	8,8	4,4
	1800	10,0	5,0
	1200	12,0	6,0
	900	13,6	6,8
1	3600	11,6	5,8
	1800	12,4	6,2
	1200	14,0	7,0
	900	14,8	7,4
1 1/2	3600	17,6	8,8
	1800	18,2	9,1
	1200	20,6	10,3
	900	24,6	12,3
2	3600	22,4	11,2
	1800	23,4	11,7
	1200	26,0	13,0

H.P.	VELOCIDAD SÍNCRONA	CORRIENTE DE CARGA PLENA AMPERES	
		115 V.	230 V.
3	900	30,0	15,0
	3600	32,0	16,0
	1800	33,6	16,8
	1200	36,0	20,0
5	900	40,0	20,0
	3600	50,0	25,0
	1800	52,0	26,0
	1200	56,0	28,0
7 1/2	900	66,0	33,0
	3600	74,0	37,0
	1800	76,0	38,0
	1200	80,0	40,0
10	900	92,0	46,0
	3600	88,0	44,0
	1800	90,0	45,0
	1200	94,0	47,0
	900	100,0	50,0

Tabla 4.6

Selección de fusibles para protección de motores.

CORRIENTE NOMINAL DEL MOTOR (A)		TAMAÑO FUSIBLE (A)
CON ARRANQUE DIRECTO	CON ARRANQUE ESTRELLA / DELTA	
1.5	4.0	4
1.6 - 2	4.1 - 5	6
2.1 - 4	5.1 - 10	10
4.1 - 5	10.1 - 12	16
5.1 - 8	12.1 - 18	20
8.1 - 9	18.1 - 20	25
9.1 - 12	20.1 - 28	35
12.1 - 17	28.1 - 44	50
17.1 - 25	44.1 - 60	63
25.1 - 30	60.1 - 70	80
30.1 - 37	70.1 - 85	100
37.1 - 50	81.1 - 125	125
50.1 - 75	126.0 - 160	160
75.1 - 90	161.0 - 200	200
90.1 - 120	201.0 - 250	250
121.0 - 145	251.0 - 315	315
146.0 - 185	316.0 - 355	355

Tabla 4.7

Valores de la corriente de operación para interruptores termomagnéticos no compensados a temperaturas diferentes de los 40° C.

MARCO	CORRIENTE NOMINAL A:	CORRIENTE DE OPERACIÓN A:			
	40 °C	25 °C	50 °C	60 °C	
FA	15	17	13	11	
	20	22	18	16	
	30	33	28	26	
	40	44	37	34	
	50	55	46	42	
	70	77	65	60	
1,2,3, polos	100	110	94	87	
	15	17	13	11	
FB, FHB	20	22	18	16	
	30	33	28	26	
	40	44	37	34	
	50	55	46	42	
	70	77	65	60	
	100	110	94	87	
2,3 polos	125	137	116	105	
	150	165	138	125	
	125	145	116	106	
	150	188	132	111	
LB-225, HLB	175	210	159	141	
	200	243	180	157	
	225	255	212	198	
3 polos	250	294	230	208	
	300	364	270	236	
LB 400, HLB	350	412	322	291	
	400	471	368	333	
3 polos LA	500	550	468	435	
3 polos	600	660	564	525	
	700	770	658	613	
NB	800	880	754	704	
	900	990	828	749	
	1000	1100	900	825	
3 polos	1200	1320	1090	1000	
	1400	1540	1304	1148	
	1600	1760	1500	1320	
	1800	1980	1690	1485	
PB	2000	2200	1880	1650	
	2500	2750	2350	2060	
	3000	3300	2820	2470	
	3000	3300	2820	2470	

Tabla 4.8

Ampacidad de conductores aislados de cobre de 1ª 3 conductores en conduit (Temp.30°C.)

	60 °C	75 °C	90 °C	110 °C	125 °C	200 °C	250 °C
	140 °F	1670 °F	194 °F	230 °F	257 °F	392 °F	482 °F
TIPOS							
Calibre del conductor AWG MCM	T TW	RH RHW RUH THW THWN	TR TBS RHH THHN	AVA AVL	AIA	A AA	TFE
18	--	--	21	--	--	--	--09
16	--	--	22	--	--	--	--01
14	15	15	25	30	30	30	40
12	20	20	30	35	40	40	55
10	30	30	40	45	50	55	75
8	40	45	50	60	65	75	95
6	55	65	70	80	85	95	120
4	70	85	90	105	115	120	145
3	80	100	105	120	130	145	170
2	95	115	120	135	145	165	195
1	110	130	140	160	170	190	220
1/0	125	150	155	190	200	225	250
2/0	145	175	185	215	230	250	280
3/0	165	200	210	245	265	285	315
4/0	195	230	235	275	310	340	370
250	215	255	270	315	335	--	--
300	240	285	300	345	380	--	--
350	260	310	325	390	420	--	--
400	280	335	360	420	450	--	--
500	320	380	405	470	500	--	--
600	355	420	455	525	545	--	--
700	385	460	490	560	600	--	--
750	400	475	500	580	620	--	--
800	410	490	515	600	640	--	--
900	435	520	555	00	--	--	--
1000	455	545	585	680	730	--	--
1250	495	590	645	--	--	--	--
1500	520	625	700	785	--	--	--
2000	560	665	775	840	--	--	--

Tabla 4.9

Factores de corrección temperaturas ambientes arriba de 30°C.

°C	F	60°C 140°F	75°C 167°F	90°C 195°F	110°C 230°F	125°C 257°F	200°C 392°F	250°C 483°F
40	104	0.82	0.88	0.91	0.94	0.95	--	--
45	113	0.71	0.82	0.87	0.90	0.92	--	--
50	122	0.58	0.75	0.82	0.87	0.89	--	--
55	131	0.41	0.67	0.76	0.83	0.86	--	--
60	140	--	0.58	0.71	0.79	0.83	0.91	0.95
70	158	--	0.35	0.58	0.71	0.76	0.87	0.91
75	167	--	--	0.50	0.66	0.72	0.86	0.89
80	176	--	--	0.41	0.71	0.69	0.84	0.87
90	194	--	--	--	0.50	0.61	0.80	0.83
100	212	--	--	--	--	0.51	0.77	0.80
120	248	--	--	--	--	--	0.69	0.72
140	284	--	--	--	--	--	0.59	0.59
160	320	--	--	--	--	--	--	0.54
180	356	--	--	--	--	--	--	0.50
200	392	--	--	--	--	--	--	0.43
225	437	--	--	--	--	--	--	0.30

4.3. MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CONTROL**Saber en la teoría (1 hr.)**

OBJETIVO: Organizar programas de Mantenimiento preventivo y correctivo a dispositivos de arranque, control y protección de motores eléctricos.

4.3.1. Procedimiento general.

El primer requisito en cualquier servicio de mantenimiento bien organizado debe ser la inspección periódica para evitar que surjan serias averías. Esta inspección incluirá no sólo el equipo eléctrico, sino también la máquina, y la observación del desgaste y deterioros que puedan haber en el equipo, lo que permitirá conocer los puntos peligrosos que deberán cuidarse, así como el plan de reposiciones y verificaciones necesarias para evitar que puedan presentarse averías importantes.

Mantenimiento General preventivo.

Actividad	Dispositivo (s)	Frecuencia	Equipo y herramienta a utilizar
Revisar niveles de voltaje y corriente se encuentren en los rangos establecidos	A Bobinas, conductores y equipo	Al inicio del primer turno	multímetro, puntas de conexión
Revisión de aislamientos	Conductores	Cada 6 meses	Meghómetro
Defectos en platinos	Contactores y relevadores	Cada 6 meses dependiendo el uso	Desarmador, lija la más delgada
Revisión de conexiones	A todo el equipo involucrado	semanal	Desarmador cruz y plano llaves allen etc.
Limpieza	Todo el equipo de control	semanal	Trapos, estopa, dieléctrico, tetracloruro de carbono.
Inspección visual general	Todo el equipo de control	Diario	
Revisar nivel de temperatura	Bobinas, núcleos	Semanal	
Lubricación	Todo equipo que tenga movimiento, interruptores, levas, etc.	semanal	Aceite, grasa, etc.

El mantenimiento real de un determinado elemento del equipo estará determinado por su ciclo de funcionamiento, la complejidad de sus órganos y el tiempo que se disponga para ello. La principal dificultad con que se tropieza en el servicio de mantenimiento suele ser la mala interpretación de lo que ello significa, ya que mantener el equipo en funcionamiento no es repararlo después de averiado, sino que consiste en inspeccionarlo, conservarlo limpio y en todas sus piezas y conexiones apretadas, no significando reparar.

Mantenimiento correctivo.

Como su nombre lo indica es cambiar el equipo después de dañado en casos como bobinas quemadas, platinos dañados etc. y que afectan principalmente al proceso ya que se generan tiempos muertos o paros no programados que incrementan considerablemente los costos, el realizar un mantenimiento preventivo adecuado nos ayudara a disminuir en gran medida el mantenimiento correctivo.

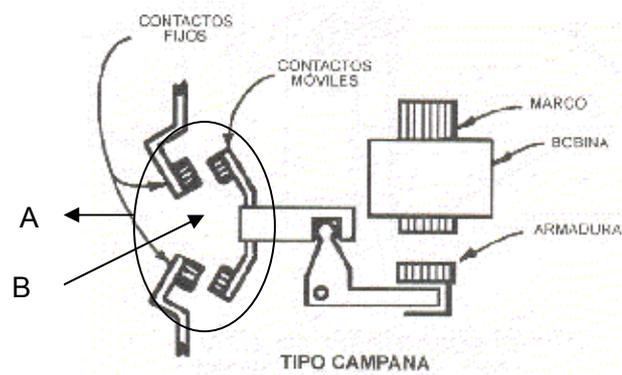
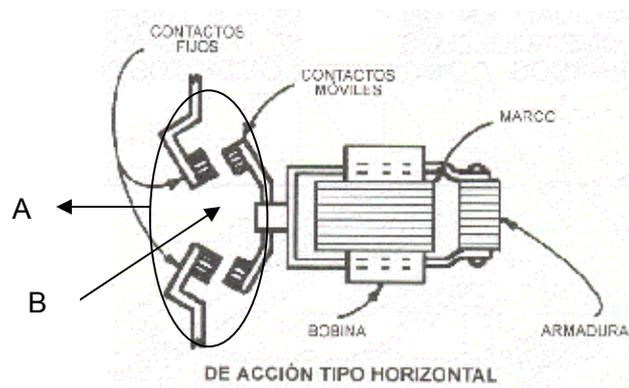
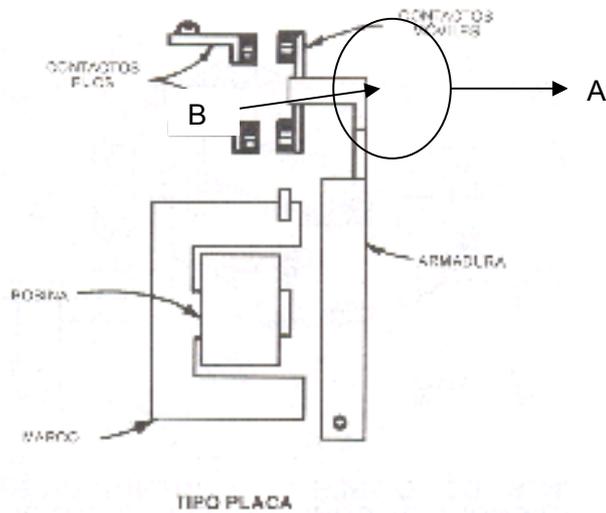
Saber Hacer en la práctica (8 hrs.)

4.1. Tomar como referencia anotaciones de la unidad temática número V en el tema 1 teoría donde se explica la parte de identificar elementos a partir de manuales y catálogos de equipo de control.

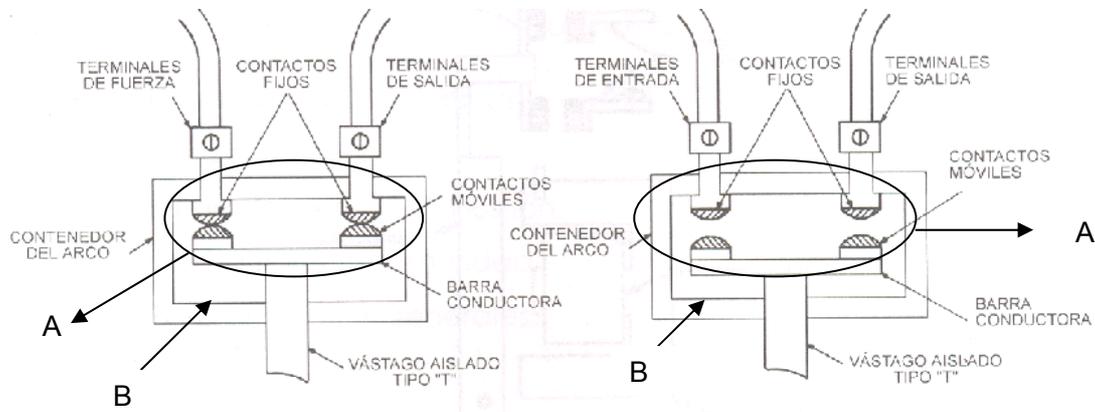
4.2. Tomar como referencia anotaciones de la unidad temática número V en el tema 2 teoría donde se explica la parte de explicar el manejo de formulas y tablas técnicas para el cálculo de alimentación de circuitos de control.

4.3. Reconocer las partes vitales de los equipos de control para su conservación y mantenimiento.

Distintos tipos de contactores magnéticos.



Contactos de un contactor doble.



LOS CONTACTOS DE DOBLE INTERRUPTIÓN CONDUCCEN CON UNA MAYOR CAPACIDAD EN UN ESPACIO MENOR QUE AQUELLOS CONTACTOS DISEÑADOS COMO SENCILLOS.

CUANDO UN CONJUNTO NO TIENE ENERGIZACIÓN EN EL CONTACTO DOBLE, LOS CONTACTOS MÓVILES SE FORZAN CONTRA LOS DOS CONTACTOS FIJOS.

En los esquemas anteriores se pueden visualizar los componentes de un contactor magnético doble; Para mantener en óptimas condiciones este tipo de dispositivos de control se les tiene que dar mantenimiento a sus componentes vitales.

El mantenimiento que se debe dar a sus partes vitales es el mantenimiento preventivo, cabe mencionar que no es frecuente para este tipo de dispositivos, ya que se opta por el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento más común que se realiza es el siguiente:

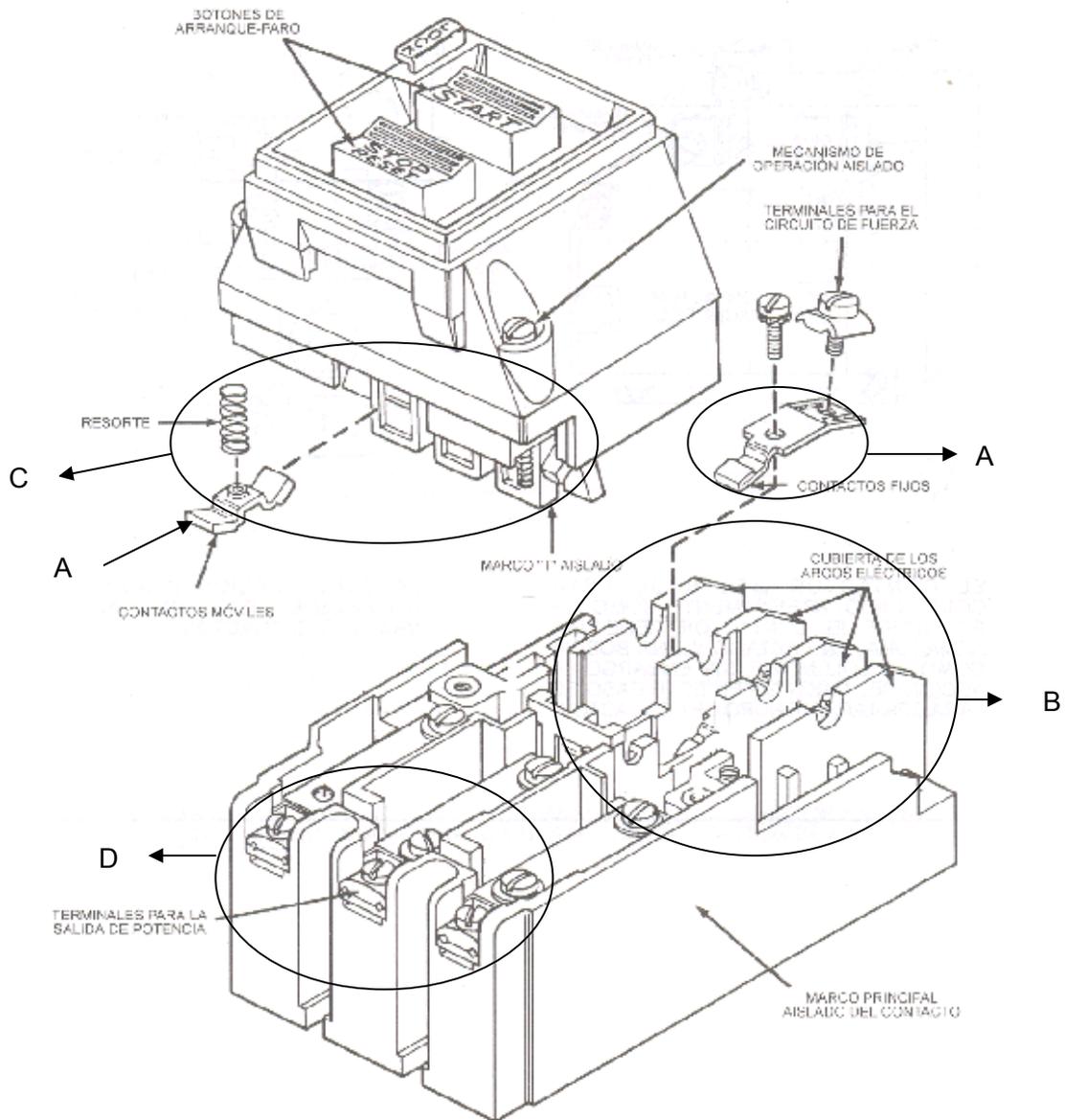
A) Contactos fijos y móviles: Los contactos fijos y móviles son los que se encargan del manejo de altas corrientes por lo tanto su desgaste físico es constante. Para tener en óptimas condiciones de funcionamiento a estos, se les debe limpiar con un solvente que no dañe la capa superior de los mismos (gasolina, alcohol y en el mejor de los casos con dieléctrico); En caso de tener presencia de carbón provocado por el arqueo que existe en cada cierre y apertura que realiza dicho dispositivo, lijar suavemente sobre

su superficie hasta que quede totalmente libre de carbón y verificar que los contactos no queden desnivelados para evitar un mal contacto al momento de su función.

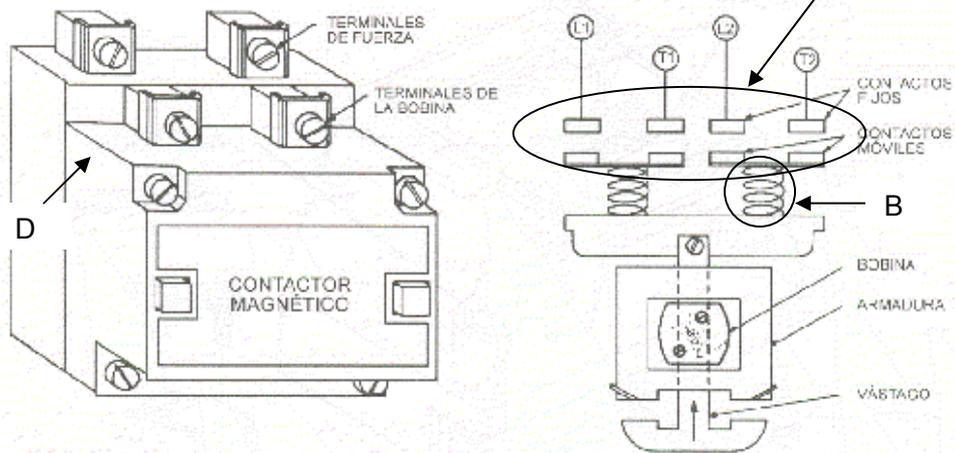
B) Cámaras de arqueo: A estos espacios que existen en la estructura del mismo dispositivo se les debe de limpiar ya sea con aire comprimido o en su caso con algún solvente (dieléctrico)

C) Muelle o resorte: Este se encarga de mantener separados a los contactos móviles de los fijos, si este ya se encuentra vencido por el uso que ha tenido es preferible sustituirlo por otro similar y con la misma capacidad de empuje.

D) Tortillería en general: Lo más importante que se tiene que revisar de la tortillería es que no se encuentren flojos como comúnmente se dice, en otras palabras si se tiene un torquímetro medir el valor de troqué y compararlo con el valor de catalogo, aparte revisar que se encuentren en condiciones normales y sin abolladuras de no ser así remplazar la pieza (tornillo), si estos se encuentran envueltos en suciedad por el ambiente en el cual se encuentra funcionando el dispositivo limpiar con algún solvente para retirar dichas impurezas.



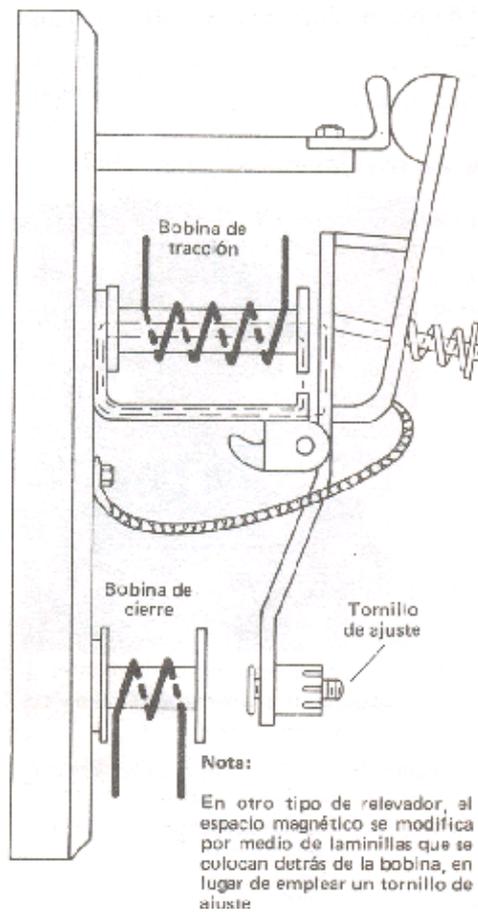
Construcción física de un contactor electromagnético.



EL CONTACTOR MOSTRADO ESTÁ CONSTRUÍDO INTERNAMENTE COMO UN SOLENOIDE. EL CONTACTOR TIENE UNA ARMADURA, UN VÁSTAGO Y UNA BOBINA COMO UN SOLENOIDE, SIN EMBARGO LA ACCIÓN DEL VÁSTAGO EN ESTE CASO ES PARA CERRAR UN GRUPO DE CONTACTOS.

LA CONSTRUCCIÓN INTERNA DE UN SOLENOIDE TIENE UNA ARMADURA, VÁSTAGO, CONTACTOS.

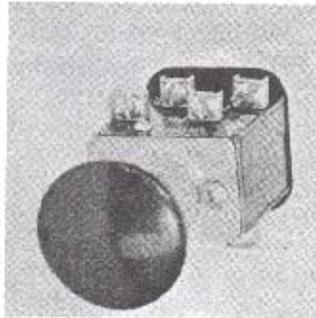
Relevador de control tipo serie



El mantenimiento más común en estos dispositivos es similar o igual a la de un contactor en pocas palabras es un contactor miniatura, pero tiene diferentes funciones ya que este solo se encarga de hacer control y no fuerza como lo hace el contactor.

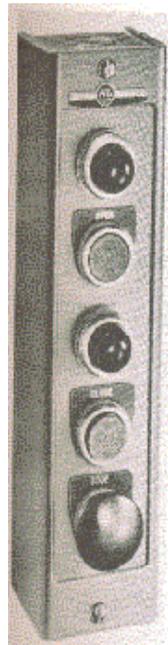
En este dispositivo no existen cámaras de arqueo ya que este dispositivo no es capaz de manejar altas corrientes. Los platinos de este dispositivo son más pequeños y menos resistentes por lo tanto cuando ocurre un arqueo mayor a la de su capacidad es recomendable sustituir toda la unidad.

Botón pulsador tipo abierto con cabeza de hongo.



El mantenimiento que reciben los botones pulsadores ya sea en sus dos tipos que existen (NO)normalmente abierto ó (NC) es muy simple y consiste en checar que los platinos se encuentren en buen estado y libres de suciedad. En caso de que alguno esté dañado es recomendable remplazar el juego de contactos, de no ser así, cambiar toda la unidad.

Estación de control para servicio pesado mostrando la envolvente para propósito general.



Es muy común encontrar módulos de control con cubierta de propósito general en ambientes de trabajo muy sucio ya que esta cubierta nos permite tener mayor protección de los dispositivos de control contra suciedad y solventes corrosivos; Aquí el mantenimiento es superficial ya que no hay acceso directo con los dispositivos de mando.

V

Normatividad eléctrica

OBJETIVO PARTICULAR DE LA UNIDAD:

Interpretación de las normas de instalaciones eléctricas para la operación de motores eléctricos y seleccionar los elementos de control mediante el uso de manuales y catálogos de fabricante.

HABILIDADES POR DESARROLLAR EN LA UNIDAD

El alumno desarrollará la habilidad de utilizar la normatividad eléctrica para instalar y evaluar los sistemas de control.

5.1. SELECCIÓN DE ARRANCADORES

Saber en la teoría (1 hr.)

OBJETIVO: Identificar elementos a partir de manuales y catálogos de equipo de control.

De acuerdo a la experiencia que se tiene en el uso de equipo de control se recomienda utilizar catálogos de las marcas más reconocidas que existen en el mercado.

Como son:

- Catalogo de control, instalación y automatización en baja tensión.
Siemens
- Catalogo general de productos
Cutler-Hammer
- Catalogo compendiado
Telemecanique

Cabe hacer mención que de preferencia conseguir con el proveedor respectivo el catalogo del año que se encuentre en curso cuando esto se pueda, ya que es más recomendable tener a la mano información más actualizada del equipo que en el momento se esté utilizando.

5.2. CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE CONDUCCIÓN Y CONTROL

Saber en la teoría (1 hr.)

OBJETIVO: Explicar el manejo de formulas y tablas técnicas para el cálculo de alimentación de circuitos de control.

Existe una manera rápida, fácil y confiable para obtener de manera eficaz los datos para la selección y ajuste de los dispositivos que se manejan en el arranque y control de motores eléctricos. Para mayor información dirigirse con el proveedor correspondiente a continuación se muestran 3 casos específicos de tablas dadas por fabricantes:

- Siemens,
- Square-D y
- federal pacific.

		Potencia nominal del motor	10	HP
1	3	Fusible máximo recomendable	In. A 63 Tipo 3NA3822 Catálogo No. 40001533	
2		Interruptor termomagnético AC 2/3	Tipo ED6 A 40	
1	2	Contactor	Tipo 3RT 3RT1034	
		Contactor de empleo AC 2/3	Tamaño No. S2	
1	2	Relevador bimetálico	Tipo 3RU/3RB 3RU1136	
		Alcance de regulación	A 28 - 40	
3		Arrancador a plena tensión	Tipo 3RS 3411 Catálogo No. 30013063 In. A. 40	N..BD
3		Arrancador a plena tensión	Tipo K915-III Catálogo No. In. A.	N1
3		Arrancador a tensión reducida tipo autotransformador Con interruptor termomagnético	k981 S2 Catálogo No. 30013559 In. A. 40	2B/N1/AB 2B/N1
		Corriente a plena carga*	In. A. 27	
		Número del conductor AWG o MCM (mínimo)**	10	
		Potencia nominal del motor***	7.4	KW

1.- Escoger tensión y potencia KW o HP del motor.

2.- Elegir tipo de derivación 1,2 o 3.

3.- En la ventanilla del selector aparecen los aparatos necesarios para los 3 tipos de derivación. El color correspondiente se indica con las flechas.

* Es el valor promedio dependiendo del promedio de la marca y número de polos del motor. El bimetálico debe ajustarse a la corriente nominal del motor.

** Capacidad de corriente de conductores de cobre aislado. Temperatura máxima de aislamiento 75° C, máximo 3 conductores en tubo conduit.

*** Motores con arranque normal.

1) La tensión de control del accionamiento puede seleccionarse en 110, 220 o 440V.C.A.

- 1.- Seleccionar en el cuadro de la parte superior la capacidad en HP.
- 2.- Seleccionar el nivel de voltaje de operación 220 o 440 V.
- 3.- Revisar en las ventanas los datos correspondientes de la selección.

5.3. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CONTROL

Saber en la teoría (1 hr.)

OBJETIVO: Organizar programas de mantenimiento preventivo y correctivo a dispositivos de Arranque, control y protección de motores eléctricos.

Tomar como referencia anotaciones de la unidad temática número IV en el tema 3.4. donde se explica la parte de organizar programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

5.4. NORMAS DE ALAMBRADO DE TABLEROS DE CONTROL

Saber en la teoría (1 hr.)

OBJETIVO: Normas A, B, C

Normas generales

Letras para identificar los materiales y aparatos eléctricos sobre los esquemas.

Letra de referencia	Clase de material o aparato	Ejemplos
A	Conjuntos y subconjuntos constructivos.	Amplificadores, láser, regulación de velocidad, plc, amplificadores magnéticos.
B	Convertidores de magnitudes no eléctricas a magnitudes eléctricas o viceversa.	Presostatos, termostatos, micrófonos, altavoces, pic-up, dinamómetros, cristales de cuarzo, células fotoeléctricas...

C	Condensadores.	
D	Operadores binarios, dispositivos de temporización, de memoria.	Registrador, memoria de disco, de núcleo, elementos biestables, línea de retardo.
E	Material diverso.	Alumbrado, calefacción y otros elementos no agrupados en la presente relación.
F	Dispositivos de protección.	Fusibles (corta circuitos), relés de protección, limitadores, pararrayos, disparadores...
G	Generadores.	Generadores, alternadores, baterías, equipos de alimentación osciladores, regulador de fases.
H	Dispositivos de señalización.	Dispositivos de señalización óptico y acústico.
K	Réles y contactores.	Se utiliza generalmente KA para relés y aparatos auxiliares y KM para contactores.
L	Inductancias.	Bobinas de inducción y bloque.
M	Motores.	
N	Sub -conjuntos (fuera de serie)	

P	Instrumentos de medida, equipos de prueba.	Instrumentos de medida indicadores, registradores, contadores, relojes, emisores de impulso...
Q	Aparatos mecánicos de maniobra para circuitos de potencia.	Interruptores, seccionadores, disyuntores.
R	Resistencias.	Resistencias de regulación.
S	Interruptores, selectores, para circuitos de mando.	Interruptores, conmutadores, pulsadores, fines de curso, selectores rotativos, emisores de señales.

Guía de Prácticas

PRÁCTICAS DE LA UNIDAD 1

PRÁCTICA No. __1

Nombre de la práctica: **TIPOS DE CONTACTORES Y RELEVADORES**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	Hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Conocer e identificar mediante catalogo los diferentes tipos de contactores y relevadores

2. Materiales y/o equipos.

En esta práctica se proponen cuatro marcas de catálogos y pueden ser las que a continuación se describen u otras.

- Catalogo general de Cutler-Hammer para contactores y relevadores
- Catalogo general de Allen-Bradley para contactores y relevadores
- Catalogo general de Telemecanique para contactores y relevadores
- Catalogo general de siemens para contactores y relevadores

3. Desarrollo general.

A) De cuatro catálogos de marcas diferentes de relevadores y contactores busque y seleccione tres tipos de:

- Relevadores de control de estado sólido y magnéticos
- Relevadores de control temporizados(Timer) analógicos y digitales
- Relevadores contadores de eventos
- Relevadores de sobre carga térmicos
- Relevadores de sobre carga magnéticos
- Contactores magnéticos
- Contactores de estado sólido

B) Anote sus características físicas y eléctricas

C) Investigue la representación simbólica en americano y en europeo de cada dispositivo encontrado

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. __2

Nombre de la práctica: **PARTES FÍSICAS DE LOS CONTACTORES Y RELEVADORES**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	Hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Conocer e identificar cada uno de los elementos que conforman la estructura de un relevador y un contactor

2. Materiales y/o equipos.

En esta práctica se requiere de contar como mínimo con relevadores y contactores de dos marcas diferentes(marca 1, marca 2), para identificar y conocer sus componentes y realizar un cuadro comparativo de ellos.

- 1 relevador de control marca 1
- 1 relevador de control marca 2
- 1 contactor magnético marca 1
- 1 contactor magnético marca 2
- 1 relevador de control temporizado marca 1
- 1 relevador de control temporizado marca 2
- 1 relevador de sobrecarga marca 1
- 1 relevador de sobrecarga marca 2
- 1 multímetro
- 1 destornillador de cruz
- 1 destornillador plano
- 1 pinza de punta

3. Desarrollo general.

A) Realice las siguientes indicaciones para los relevadores de control(marca 1 y marca 2)

- Identifique las partes externas
- Identifique las características eléctricas y mecánicas en las etiquetas y anótelos para su reporte
- Mida la resistencia de la bobina(terminales A1 y A2)
- Identifique los contactos abiertos y cerrados
- Identifique la corriente y voltaje máximos que soportan los contactos ¿Cual es el número que lo identifica?.¿ Es en Americano o en Europeo?
- Con la ayuda de un destornillador retire la carcasa e identifique los elementos que conforman el circuito electromagnético(Bobina, núcleo y armadura)
- Identifique los contactos
- Dibuje cada una de las partes internas y externas
- Identifique el número de contactos Normalmente abiertos y normalmente cerrados ¿Cual es el número que lo identifica?.¿ Es en Americano o en Europeo?

B) Realice las siguientes indicaciones para los contactores(marca 1 y marca 2)

- Identifique las partes externas
- Identifique las características eléctricas y mecánicas en las etiquetas y anótelos para su reporte
- Mida la resistencia de la bobina(terminales A1 y A2)
- Identifique los contactos auxiliares y de fuerza. ¿Cuál es la diferencia entre los auxiliares y los de fuerza? ¿Cuál es el número que lo identifica?.¿ Es en Americano o en Europeo?

- Identifique la corriente y voltaje máximos que soportan los contactos auxiliares y de fuerza
- Con la ayuda de un destornillador retire la carcasa e identifique los elementos que conforman el circuito electromagnético (Bobina, núcleo y armadura)
- Identifique los contactos
- Dibuje cada una de las partes internas y externas

C) Realice las siguientes indicaciones para los relevadores de control temporizado (marca 1 y marca 2)

- Identifique las partes externas
- Identifique las características eléctricas y mecánicas en las etiquetas y anótelos para su reporte
- Con la ayuda del destornillador retire la carcasa y anote los componentes que conforman el circuito interno.
- Identifique el tiempo máximo que se puede ajustar y como se puede realizar esto.
- Identifique el número de contactos Normalmente abiertos y normalmente cerrados temporizados ¿Cuál es el número que lo identifica?. ¿Es en Americano o en Europeo?
- Identifique la corriente y voltaje máximos que soportan los contactos
- Identifique el número de contactos Normalmente abiertos y normalmente cerrados no temporizados, en caso de contar con ellos. ¿Cuál es el número que lo identifica?. ¿Es en Americano o en Europeo?

D) Realice las siguientes indicaciones para relevador de sobrecarga

- Identifique las partes externas
 - Identifique las características eléctricas y mecánicas en las etiquetas y anótelos para su reporte
 - Verifique si es un relevador de sobrecarga magnético, térmico o termo magnético. ¿Qué tipo de elemento sensor utiliza?
 - Verifique el rango de corriente de ajuste para el disparo
-

- Con la ayuda de un destornillador retire la carcaza e identifique los elementos que conforman el circuito interno
- Identifique sus contactos. ¿Cuál es el número que lo identifica?. ¿ Es en Americano o en Europeo?

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. __3

Nombre de la práctica: **FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTACTORES Y RELEVADORES**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	Hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Conocer y entender el funcionamiento de los contactores y relevadores

2. Materiales y/o equipos.

- 1 relevador de control (CR)
- 1 contactor magnético (M)
- 1 relevador de control temporizado (CT)
- 1 multímetro
- 1 destornillador de cruz
- 1 destornillador plano
- 1 pinza de punta
- 1 Interruptor con fusible (SW)

3. Desarrollo general.

- A) Comprobar el funcionamiento del relevador de control

- Identifique el voltaje de alimentación requerida para la bobina del relevador CR, ¿es CA? ¿Qué voltaje? ¿Es cd? ¿a qué voltaje
- Conecte dos cables a las terminales A1 y A2 del relevador. El cable de la terminal A1, conéctela en el interruptor con fusible. El extremo del interruptor conéctelo a la alimentación Positiva (+) o L1 según sea la alimentación requerida. Ver la figura 1.1. Conecte la terminal A2 del relevador al neutro o al negativo. Según se requiera, como se indica en la figura 1.1.
- Ya conectado el circuito cierre el interruptor y observe que ocurre con sus contactos. Mida la continuidad en de sus contactos normalmente abiertos y cerrados antes y después de cerrar el circuito. Anote sus observaciones.
- Mida la corriente que consume la bobina al energizarse y verifique que concuerde con la indicada en la etiqueta del relevador. Anote sus observaciones

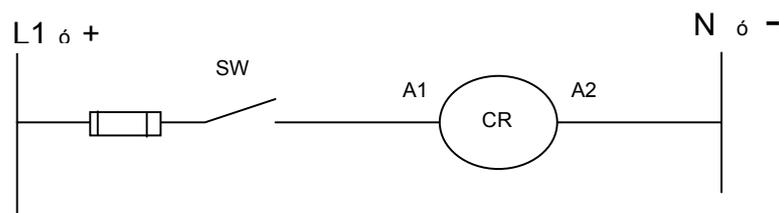


Figura 1.1, Circuito para verificar el funcionamiento del relevador

B) Comprobar el funcionamiento del contactor de control

- Identifique el voltaje de alimentación requerida para la bobina del contactor M, ¿es CA? ¿Qué voltaje? ¿Es CD? ¿a qué voltaje
- Conecte dos cables a las terminales A1 y A2 del contactor M. El cable de la terminal A1, conéctela en el interruptor con fusible. El extremo del interruptor conéctelo a la alimentación Positiva (+) o L1 según sea la alimentación requerida. Ver la figura 1.2. Conecte la terminal A2 del contactor M al neutro o al negativo. Según se requiera, como se indica en la figura 1.2.
- Ya conectado el circuito cierre el interruptor y observe que ocurre con sus contactos de fuerza y con los auxiliares. Mida la continuidad en de sus contactos normalmente abiertos y cerrados antes y después de cerrar el circuito. Anote sus observaciones.
- Mida la corriente que consume la bobina al energizarse y verifique que concuerde con la indicada en la etiqueta del relevador. Anote sus observaciones

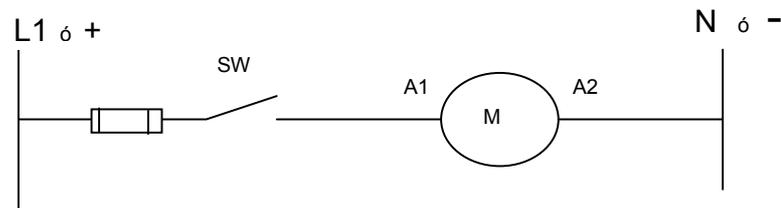


Figura 1.2, Circuito para verificar el funcionamiento del contactor

4.Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICAS DE LA UNIDAD 2

PRÁCTICA No. __1

Nombre de la práctica: **ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO CON INTERRUPTOR MANUAL A PLENO VOLTAJE**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	Hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Aprender a conectar de forma directa un motor trifásico con interruptor manual a voltaje pleno.

2. Materiales y/o equipos.

- 1 Interruptor termo magnético
- 1 Relevador de sobre carga
- 3 m de cable calibre 16
- 1Multimetro de gancho.
- Clavija trifásica
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor trifásico de inducción con rotor en corto circuito
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

A) Alambre el circuito de la figura 2.1 y asegúrese de que no hay ninguna terminal floja

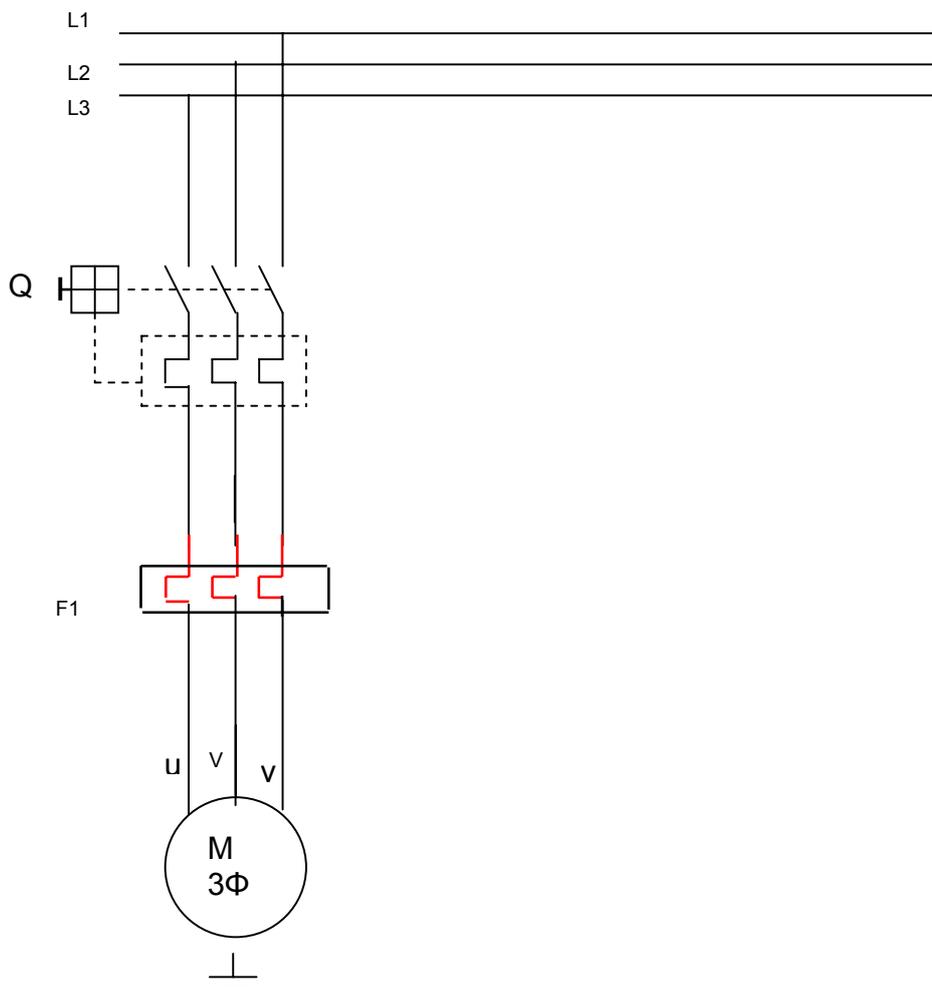


Figura 2.1, Arranque directo de un motor trifásico con interruptor manual.

B) De acuerdo con el circuito anterior realice los siguientes pasos:

- Presione el interruptor electromagnético Q ¿enciende el motor? ¿Por qué?
- Mida la corriente de arranque en cada fase ¿es la misma que indica la placa?
- Mida la corriente cuando el motor haya alcanzado su velocidad nominal (Corriente nominal del motor) ¿es la que muestra la placa del motor? .
- Mida el tiempo de arranque del motor, sin carga y con carga.

- Mida el voltaje que hay entre cada fase
- Presione el interruptor Q para detener el motor y Mida el tiempo que tarda la flecha del motor en detenerse.
- Aplique carga al motor mientras trabaja y llévelo a los valores límites que marca la placa del motor (factor de servicio) ¿se dispara el relevador de sobrecarga? ¿Por qué?
- Mida la corriente de disparo y compare con la placa.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 2

Nombre de la práctica: **ARRANQUE INDIRECTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO CON ENCLAVAMIENTO.**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	Hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. **Objetivo.**

Aprender a realizar el arranque indirecto de un motor trifásico de inducción con enclavamiento

2. **Materiales y/o equipos.**

- 1 Interruptor termo magnético
- 1 contactor y contactos auxiliares NA
- 1 Relevador de sobre carga
- 3 m de cable calibre 16
- 1 Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 1 botonera de paro
- 1 botonera de arranque
- Clavija trifásica
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor trifásico de inducción con rotor en corto circuito
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) Alambre el circuito de fuerza de la figura 2.2(a) y el circuito de control de la figura 2.2(b) Asegúrese de que no hay ninguna terminal floja o una conexión errónea.

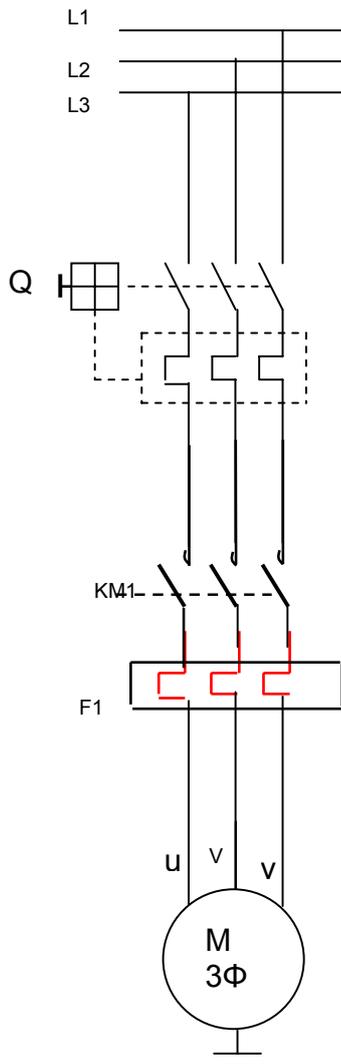


Figura 2.2(a) Circuito de fuerza

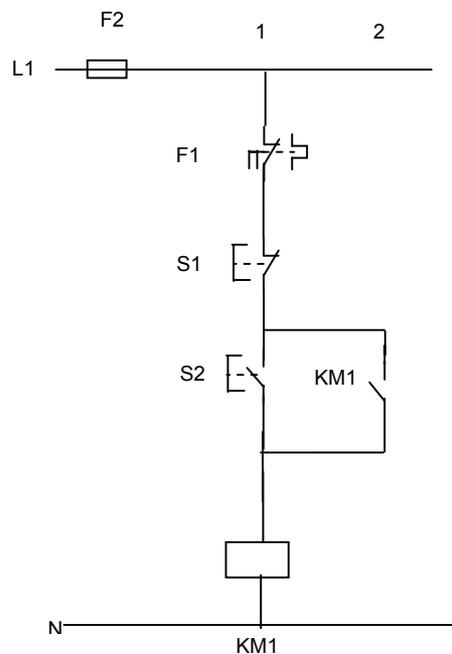


Figura 2.2(b) Circuito de control

B) De acuerdo con el circuito anterior realice los siguientes pasos:

- Ponga en posición de energizado el interruptor electromagnético Q, ¿arranca el motor? Realice sus comentarios.
- Presione el botón pulsador S2, ¿arranca el motor? ¿Que pasa si suelta el botón pulsador? ¿ Se apaga el motor o sigue trabajando? ¿Por qué? ¿Qué es el enclavamiento? ¿Quién realiza el enclavamiento?
- Presione S1 y suelte. ¿Se detuvo el motor? ¿Por qué?
- Ya detenido el motor, ahora presione con ayuda de un destornillador el pivote del contactor ¿arranca el motor? ¿Se enclava? ¿Por qué?

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 3

Nombre de la práctica: **INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFASICO**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	Hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Aprender a realizar la Inversión de giro de un motor trifásico

2. Materiales y/o equipos.

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y contactos auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 3 m de cable calibre 16
- 1 Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 1 botonera de paro
- 1 botonera de arranque
- Clavija trifásica
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor trifásico de inducción con rotor en corto circuito
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) Alambre el circuito de fuerza de la figura 2.3(a) y el circuito de control de la figura 2.3(b) Asegúrese de que no hay ninguna terminal floja o una conexión errónea.

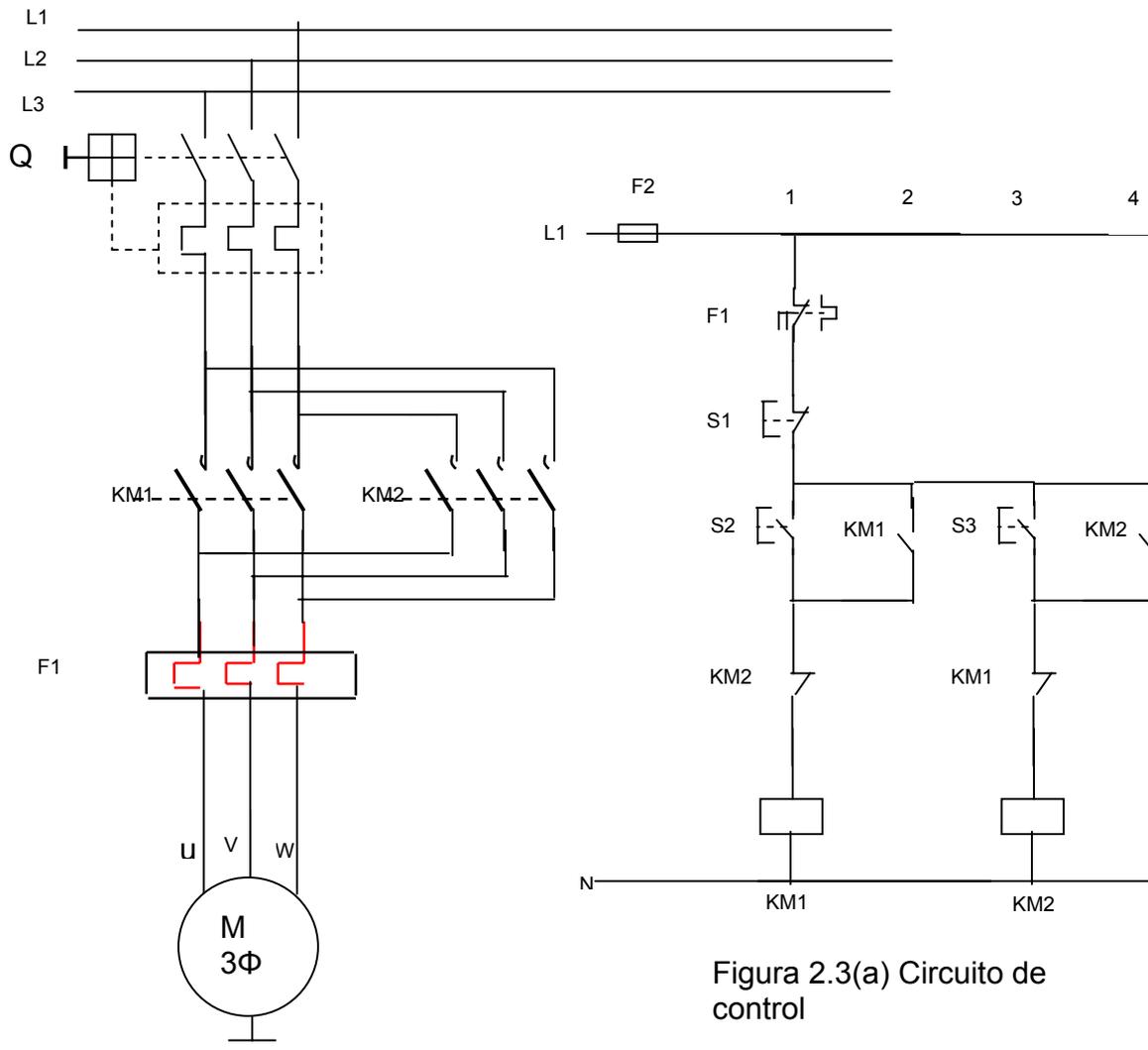


Figura 2.3(a) Circuito de fuerza

Figura 2.3(a) Circuito de control

B) De acuerdo con el circuito anterior realice los siguientes pasos:

- Ponga en posición de energizado el interruptor electromagnético Q,
- Presione el botón pulsador S2, ¿arranca el motor? ¿Cuál es su sentido de giro? ¿Por qué?
- Ahora presione el botón pulsador S3 ¿se activa el contactor KM2? ¿Qué pasaría si se activara? ¿Por qué?
- Presione S1 y suelte. ¿Se detuvo el motor? ¿Por qué?
- Ya detenido el motor presione el botón pulsador S3, ¿arranca el motor? ¿Cuál es su sentido de giro? ¿Por qué?
- Ahora presione S2 ¿se activa el contactor M1? ¿Qué pasaría si lo hiciera? ¿Por qué?
- Presione S1.
- Describa el funcionamiento completo del circuito.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 4

Nombre de la práctica: **ARRANQUE Y PARO TEMPORIZADO DE UN MOTOR TRIFASICO**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	Hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. **Objetivo.**

Aprender a realizar el arranque de un motor trifásico con paro temporizado

2. **Materiales y/o equipos.**

- 1 Interruptor termo magnético
- 1 contactor y auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 1 relevador temporizado a la conexión
- 3 m de cable calibre 16
- 1 Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 1 botonera de paro
- 1 botonera de arranque
- Clavija trifásica
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor trifásico de inducción con rotor en corto circuito
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) Alambre el circuito de fuerza de la figura 2.4(a) y el circuito de control de la figura 2.4(b) Asegúrese de que no hay ninguna terminal floja o una conexión errónea.

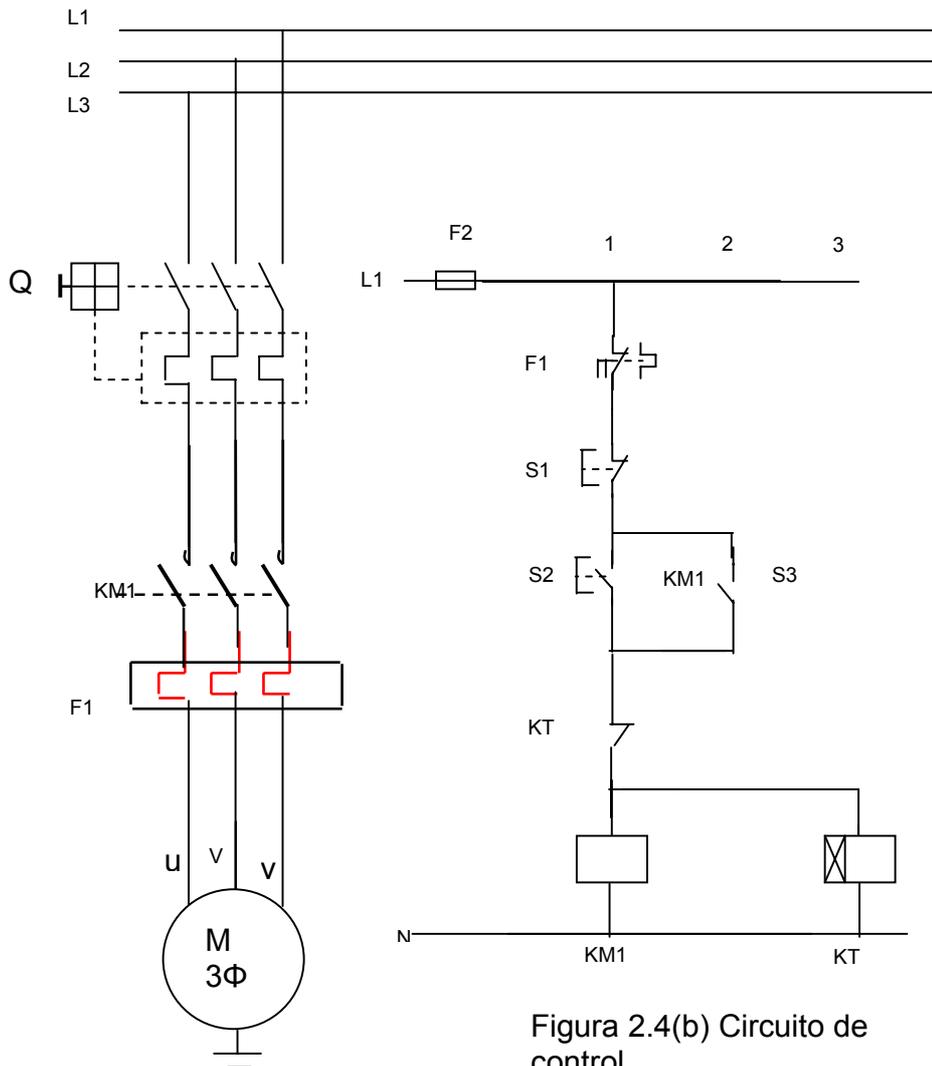


Figura 2.4(a) Circuito de fuerza

Figura 2.4(b) Circuito de control

B) De acuerdo con el circuito anterior realice los siguientes pasos:

- Ajuste el temporizador para un tiempo de un minuto
- Ponga en posición de energizado el interruptor electromagnético Q,
- Presione el botón pulsador S2, ¿Arranca el motor? ¿Se detiene después de haber transcurrido un minuto? ¿Por qué?.
- Presione nuevamente el pulsador S2 y antes de que trascorra un minuto presione S1 ¿se detiene el motor?.
- Presione nuevamente S2 ¿arranca el motor?, ¿El temporizador continúa contando donde se quedo o empieza desde cero? ¿Cundo se restablece el temporizador ¿por qué?
- De acuerdo con lo observado explique detalladamente el funcionamiento del circuito de control y de fuerza.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 5

Nombre de la práctica: **SECUENCIA DE ARRANQUE Y PARO ALTERNADO DE DOS MOTORES TRIFASICOS**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	Hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Aprender a realizar una secuencia de arranque y paro alternado de dos motores trifásicos.

2. Materiales y/o equipos.

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y auxiliares NA y NC
- 2 Relevador de sobre carga
- 2 relevadores temporizado a la conexión
- 3 m de cable calibre 16
- 1 Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 1 botonera de paro
- 2 botonera de arranque
- Clavija trifásica
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 2 motor trifásico de inducción con rotor en corto circuito
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) Alambre el circuito de fuerza de la figura 2.5(a) y el circuito de control de la figura 2.5(b). Asegúrese de que no hay ninguna terminal floja o una conexión errónea.

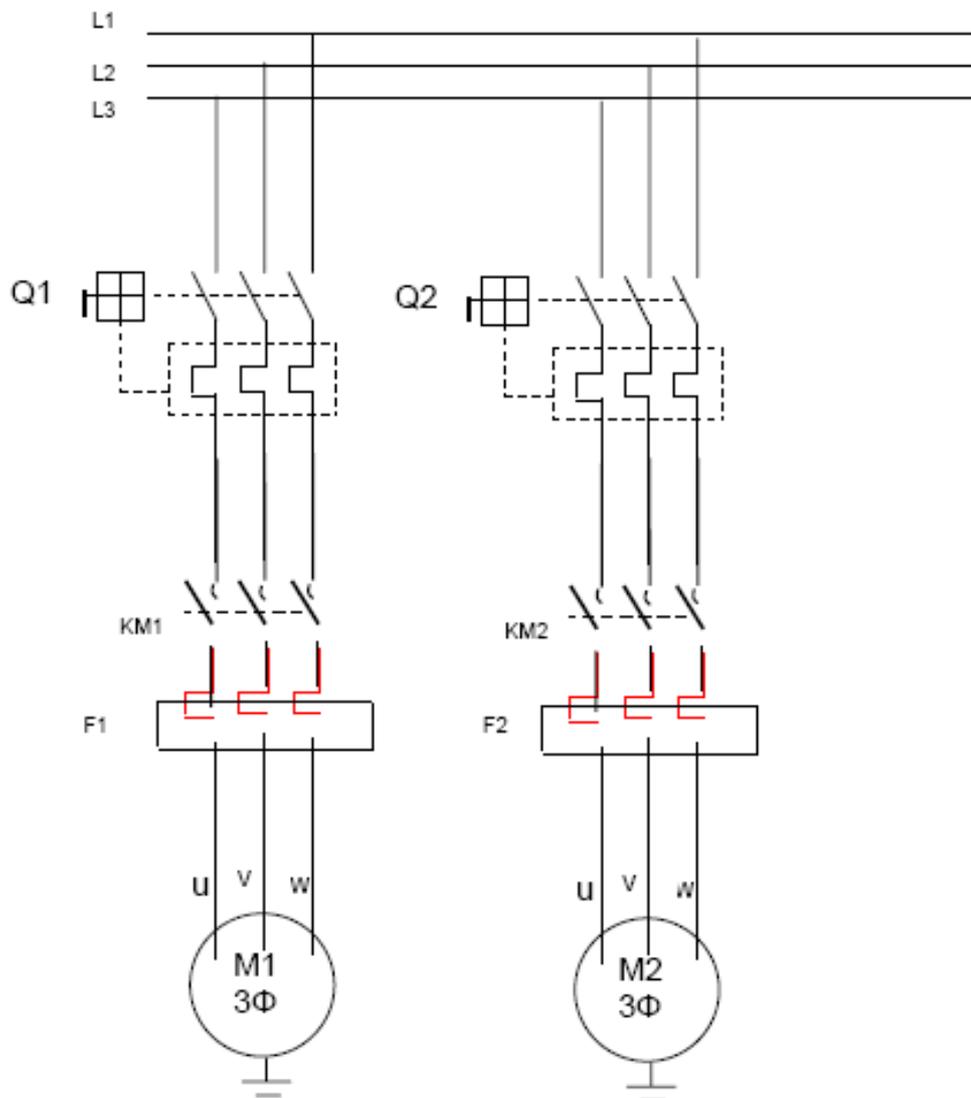


Figura 2.5(a) Circuito de fuerza

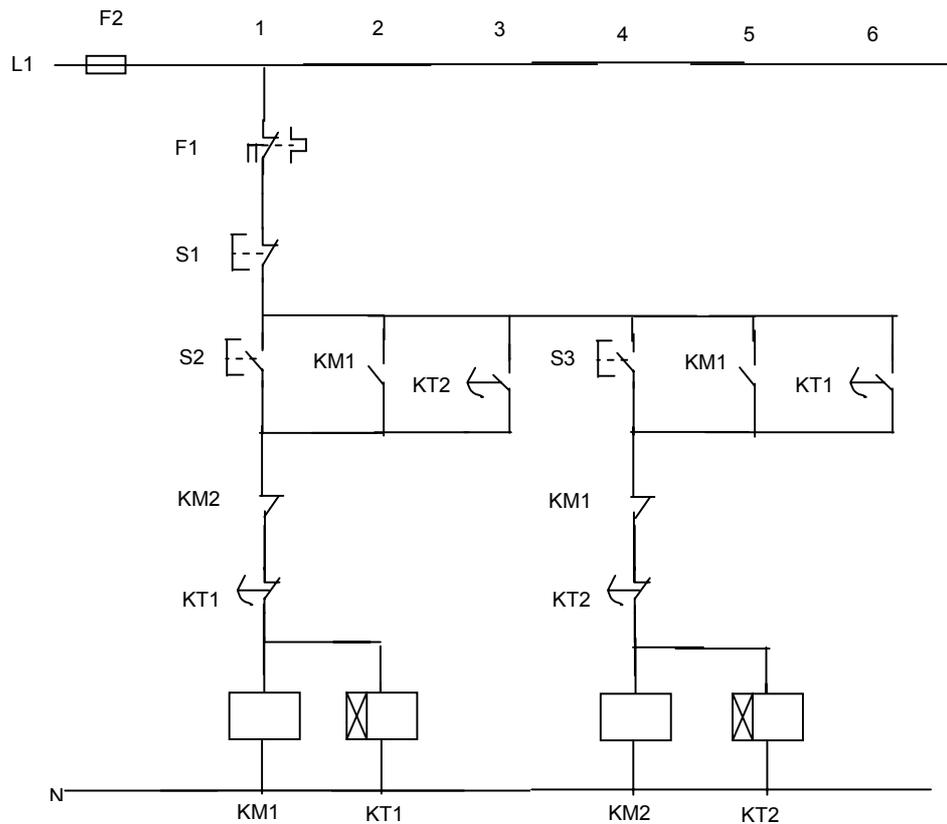


Figura 2.5(b) Circuito de control

- B) De acuerdo con el circuito anterior realice los siguientes pasos:
- Ajuste el temporizador KT1 y KT2 para un tiempo de dos minutos
 - Ponga en posición de energizado el interruptor electromagnético Q1 y Q2
 - Presione el botón pulsador S2, ¿Arranca el motor M1? ¿Se detiene después de haber transcurrido un minuto? ¿Por qué? ¿Arranca automáticamente el motor M2 ¿cuándo se detiene inicia nuevamente M1? ¿Por qué?
 - Presione S1 ¿se detiene la secuencia? ¿Por qué?
 - Presione el botón pulsador S3 ¿Arranca el motor M2? ¿Se detiene después de haber transcurrido un minuto? ¿Por qué? ¿Arranca automáticamente el motor M1 ¿cuándo se detiene inicia nuevamente M2? ¿Por qué?
 - De acuerdo con lo observado explique detalladamente el funcionamiento del circuito de control y de fuerza.

4.Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 6

Nombre de la práctica: **CAMBIO DE VELOCIDAD DE UN MOTOR TTRIFASICO**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	Hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. **Objetivo.**

Aprender a realizar una secuencia de arranque y paro con cambio de velocidad de un motor trifásico de dos velocidades

2. **Materiales y/o equipos.**

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y auxiliares NA y NC
- 2 Relevador de sobre carga
- 2 relevadores temporizado a la conexión
- 3 m de cable calibre 16
- 1Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 1 botonera de paro
- 2 botonera de arranque
- 1 Clavija trifásica
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor trifásico de inducción para dos velocidades
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) Alambre el circuito de fuerza de la figura 2.6(a) y el circuito de control de la figura 2.6(b). Asegúrese de que no hay ninguna terminal floja o una conexión errónea.

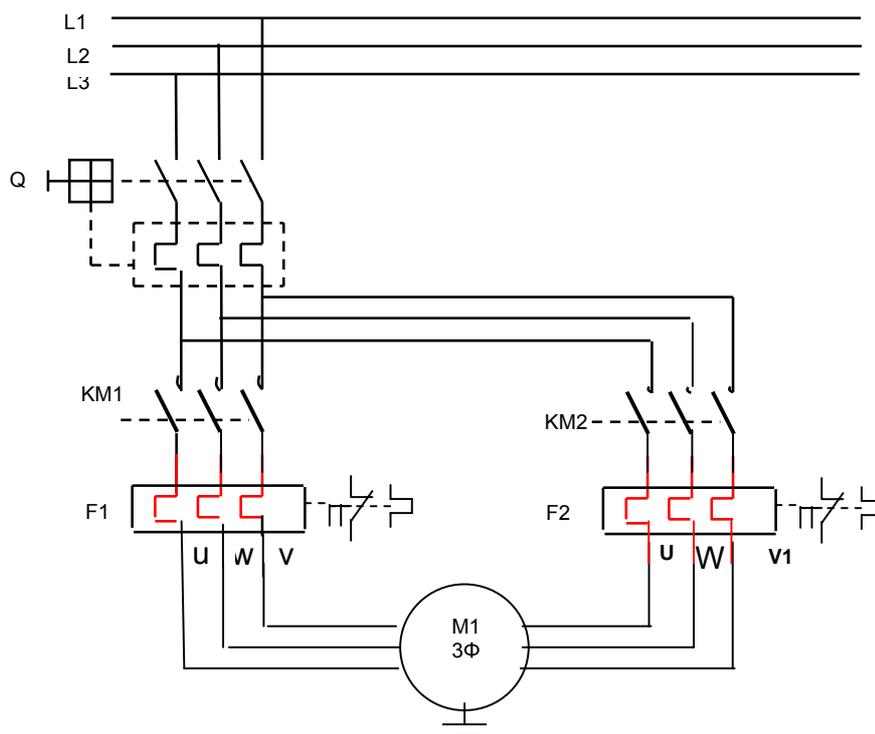


Figura 2.6(a) Circuito de fuerza

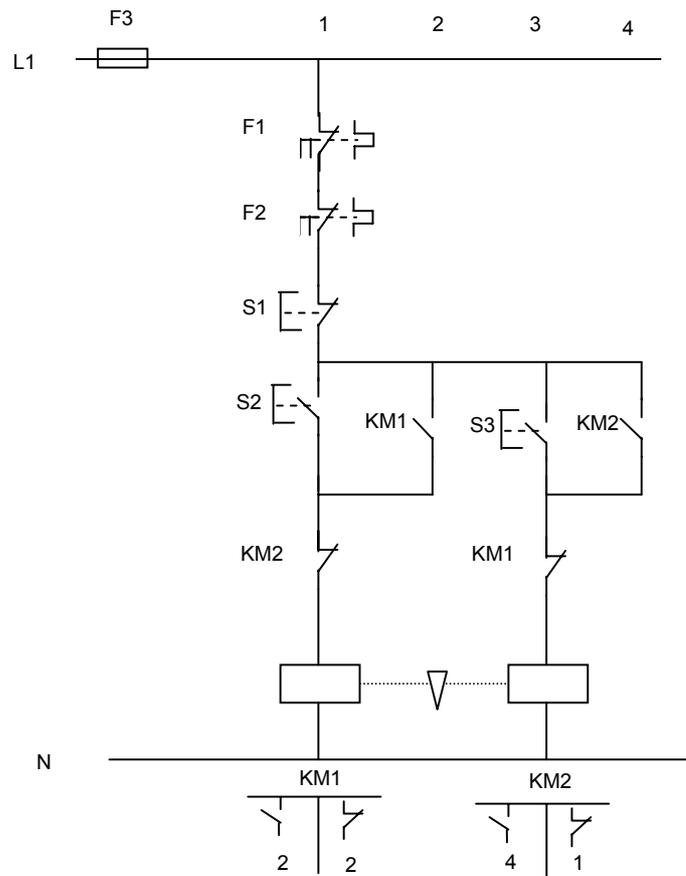


Figura 2.6(b) Circuito de control

- B) De acuerdo con el circuito anterior realice los siguientes pasos:
- Ponga en posición de energizado el interruptor electromagnético Q1
 - Presione el botón pulsador S2, ¿se energiza el contactor KM1? ¿Arranca el motor?
 - Cuando el motor haya alcanzado su máxima velocidad presione S2 ¿se activa KM2? ¿Qué pasa con KM1?
 - Presione S1 ¿se detiene el motor?
 - De acuerdo con lo observado explique detalladamente el funcionamiento del circuito de control y de fuerza.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 7

Nombre de la práctica: **ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA ESTRELLA-DELTA(λ - Δ)**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	
Nombre (s) del alumno (s)	
Tiempo estimado	2 hrs.
	Calificación

1. **Objetivo.**

Aprender a realizar arranque a tensión reducida estrella-delta(λ - Δ)

2. **Materiales y/o equipos.**

- 1 Interruptor termo magnético
- 3 contactores y auxiliares NA y NC
- 2 Relevador de sobre carga
- 1 relevadores temporizado a la conexión
- 3 m de cable calibre 16
- 1Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 1 botonera de paro
- 2 botonera de arranque
- 1 Clavija trifásica
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor trifásico de inducción
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

a) Alambre el circuito de fuerza de la figura 2.7(a) y el circuito de control de la figura 2.7(b) . Asegúrese de que no hay ninguna terminal floja o una conexión errónea.

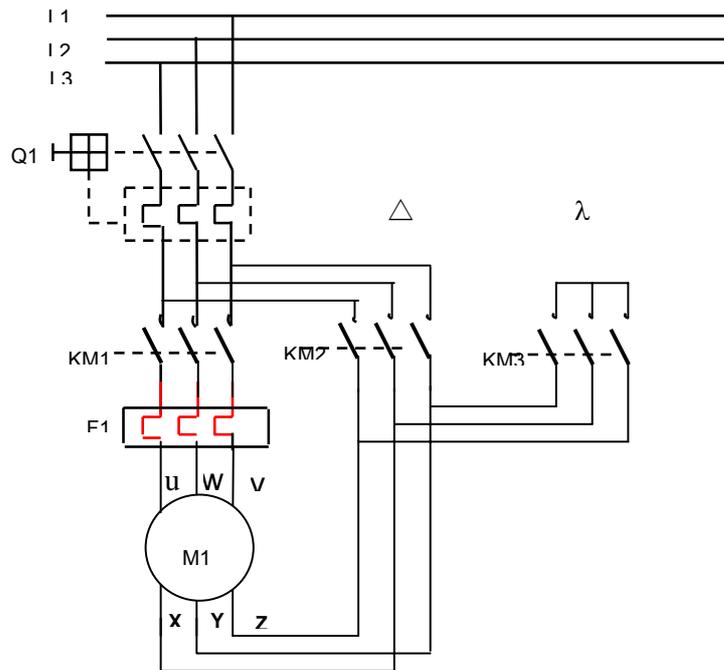


Figura 2.7(a) Diagrama de fuerza para la conexión estrella-delta

PRÁCTICA No. 8

Nombre de la práctica: **ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA CON AUTO TRANSFORMADOR**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Aprender a realizar arranque a tensión reducida con auto transformador

2. Materiales y/o equipos.

- 1 Interruptor termo magnético
- 3 contactores y auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 1 autotransformador
- 1 relevadores temporizado a la conexión
- 3 m de cable calibre 16
- 1Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 1 botonera de paro
- 1 botonera de arranque
- 1 Clavija trifásica
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor trifásico de inducción
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) Alambre el circuito de fuerza de la figura 2.8(a) y el circuito de control de la figura 2.8(b) . Asegúrese de que no hay ninguna terminal floja o una conexión errónea.

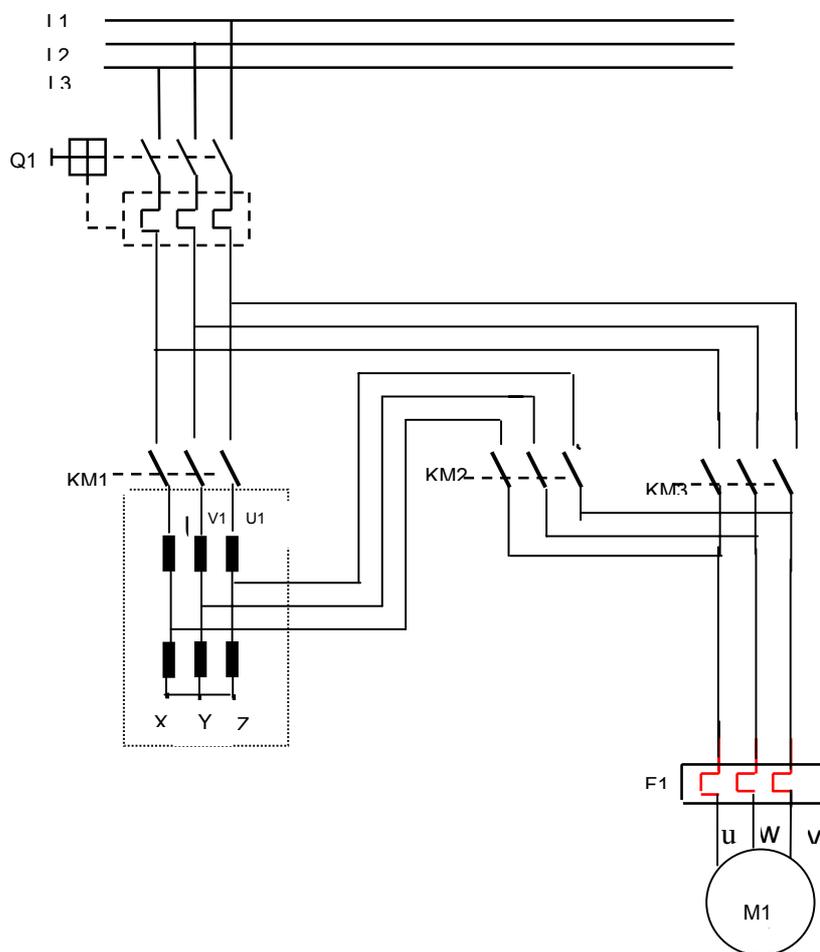


Figura 2.8(a), Diagrama de fuerza para el arranque con auto transformador

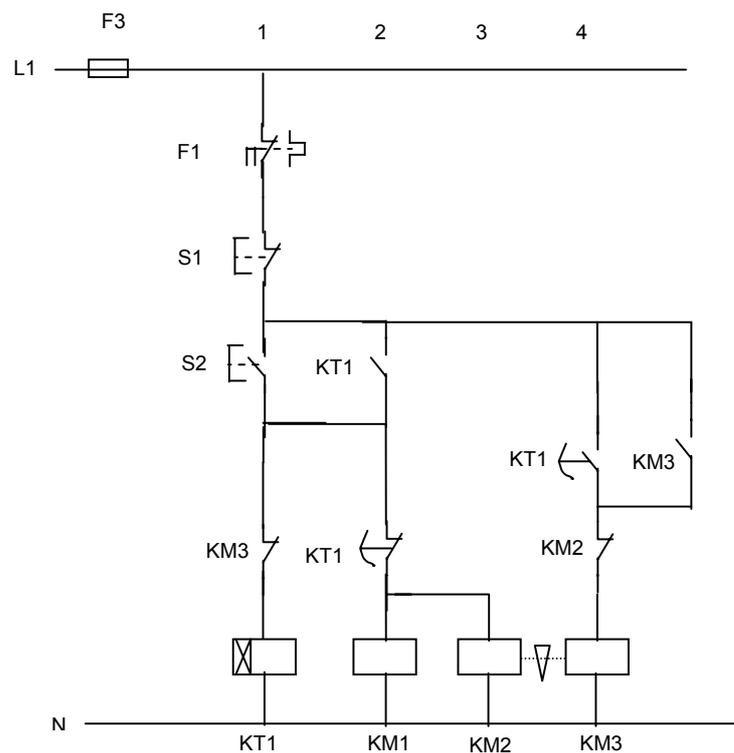


Figura 2.8(b), Diagrama de control para el arranque con auto transformador

- B) De acuerdo con el circuito anterior realice los siguientes pasos:
- Ponga en posición de energizado el interruptor electromagnético Q1
 - Ajuste el temporizador con un tiempo prefijado suficiente para que el motor pueda alcanzar como mínimo el 80% de su velocidad (de acuerdo con el motor utilizado)
 - Presione el botón pulsador S2, ¿se energiza el contactor KM1 y KM2? ¿Arranca el motor? ¿qué pasa cuando se alcanza el tiempo prefijado del temporizador? ¿es adecuado el tiempo establecido para realizar el cambio?
 - Mida la corriente de arranque en cada fase ¿cómo es la corriente con respecto al arranque a plena tensión y al estrella-delta?
 - Mida el voltaje entre fases ¿cómo es el voltaje con respecto a un arranque a plena tensión y al estrella-delta?
 - Presione S1 ¿se detiene el motor?
 - De acuerdo con lo observado explique detalladamente el funcionamiento del circuito de control y de fuerza.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 9

Nombre de la práctica: **ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA CON RESISTENCIAS**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. **Objetivo.**

Aprender a realizar arranque a tensión reducida con resistencia

2. **Materiales y/o equipos.**

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 1 banco de resistencias
- 1 relevadores temporizado a la conexión
- 3 m de cable calibre 16
- 1Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 1 botonera de paro
- 1 botonera de arranque
- 1 Clavija trifásica
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor trifásico de inducción
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) Alambre el circuito de fuerza de la figura 2.9(a) y el circuito de control de la figura 2.9(b) . Asegúrese de que no hay ninguna terminal floja o una conexión errónea.

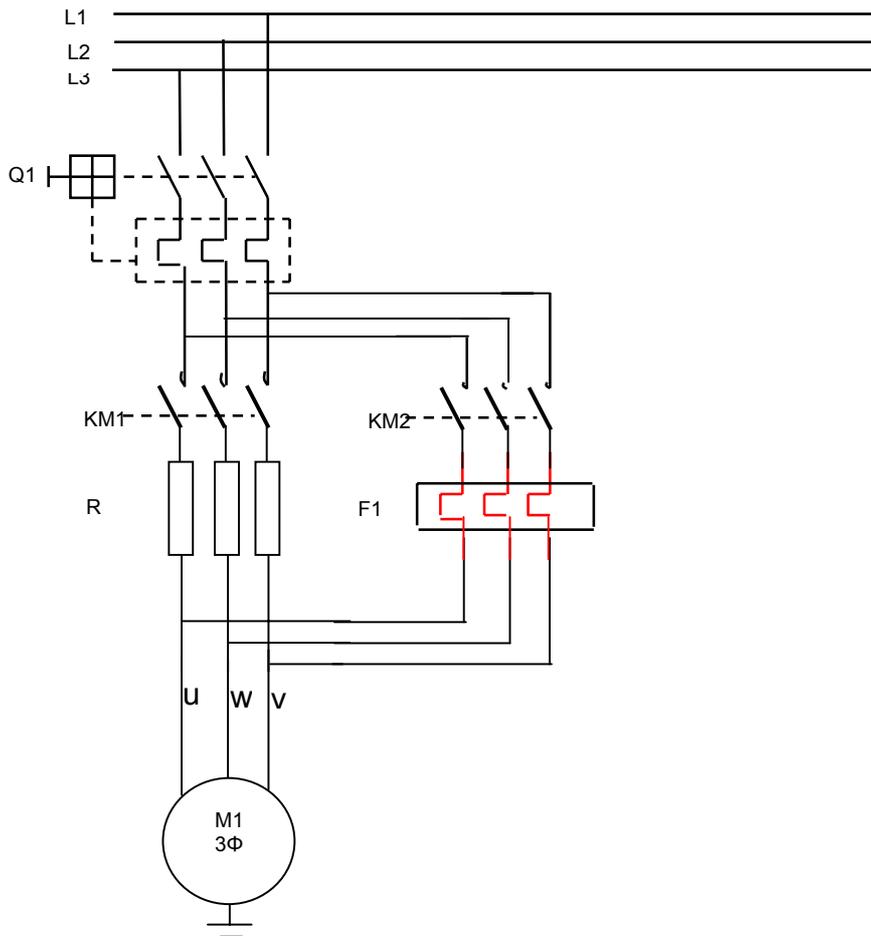


Figura 2.9(a), circuito de fuerza para el arranque a tensión reducida con resistencias

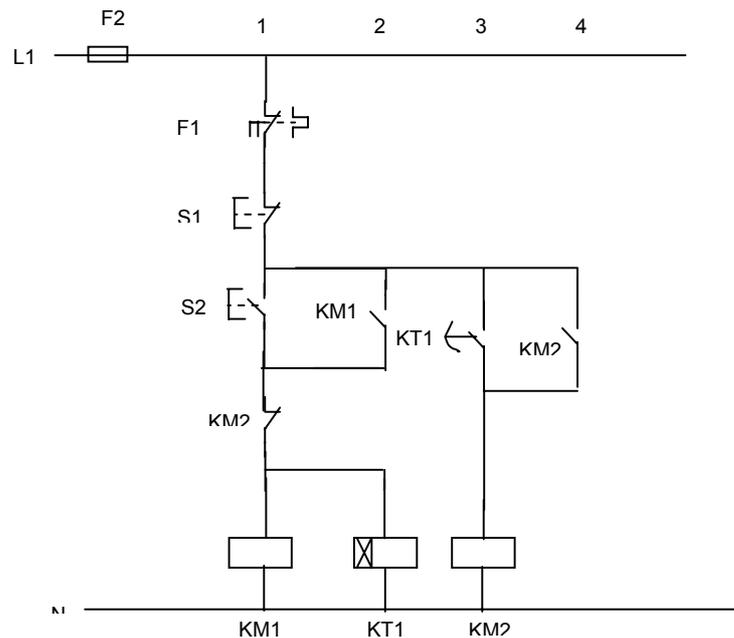


Figura 2.9(b), circuito de control para el arranque a tensión reducida con resistencias

B) De acuerdo con el circuito anterior realice los siguientes pasos:

- Ponga en posición de energizado el interruptor electromagnético Q1
- Ajuste el temporizador con un tiempo prefijado suficiente para que el motor pueda alcanzar como mínimo el 80% de su velocidad (de acuerdo con el motor utilizado)
- Presione el botón pulsador S2, ¿se energiza el contactor KM1? ¿Arranca el motor? ¿qué pasa cuando se alcanza el tiempo prefijado del temporizador? ¿es adecuado el tiempo establecido para realizar el cambio?
- Mida la corriente de arranque en cada fase ¿cómo es la corriente con respecto al arranque a plena tensión, al estrella-delta y al realizado con autotransformador?
- Mida el voltaje entre fases ¿cómo es el voltaje con respecto a un arranque a plena tensión, al estrella-delta y al realizado con autotransformador?
- Presione S1 ¿se detiene el motor?
- Con la ayuda de un termómetro, mida la temperatura de las resistencias ¿se calientan durante el arranque? ¿a que valor? ¿cuáles son las especificaciones del fabricante sobre estas resistencias? ¿cuántos arranques seguidos soporta y que periodo de tiempo debe existir entre arranques?

- De acuerdo con lo observado explique detalladamente el funcionamiento del circuito de control y de fuerza.

4.Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 10

Nombre de la práctica: ARRANQUE A TENSIÓN REDUCIDA DE UN MOTOR CON DEVANADO BIPARTIDO.

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. **Objetivo.**

Aprender a realizar arranque a tensión reducida a motores con devanado bipartido.

2. **Materiales y/o equipos.**

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y auxiliares NA y NC
- 2 Relevador de sobre carga
- 1 relevadores temporizado a la conexión
- 3 m de cable calibre 16
- 1Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 1 botonera de paro
- 1 botonera de arranque
- 1 Clavija trifásica
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor trifásico de inducción con devanado bipartido
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) Alambre el circuito de fuerza de la figura 2.10(a) y el circuito de control de la figura 2.10(b) . Asegúrese de que no hay ninguna terminal floja o una conexión errónea.

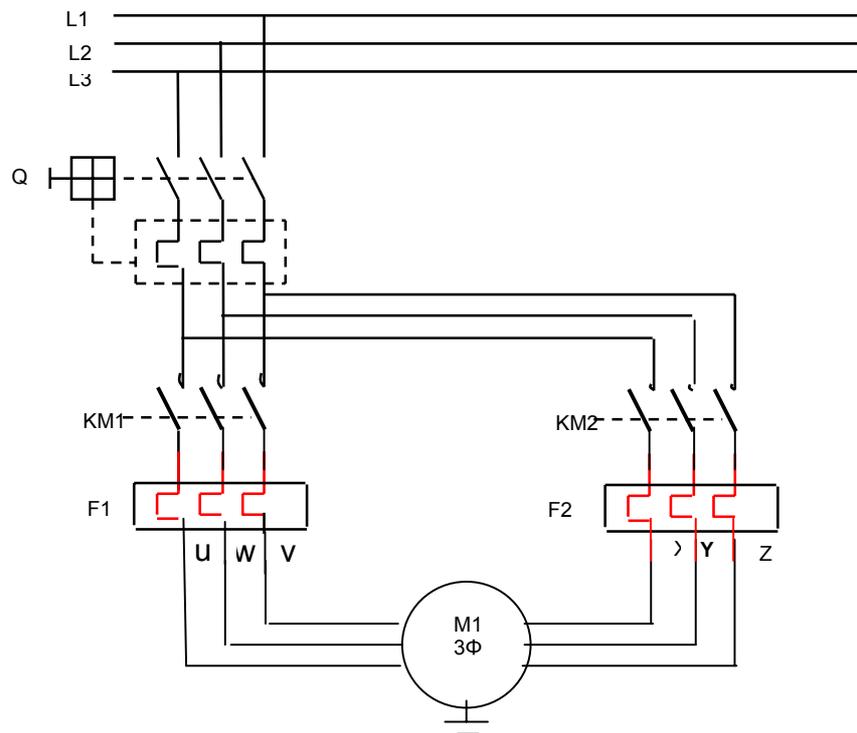


Figura 2.10(a), circuito de fuerza para arrancar un motor con devanado bipartido.

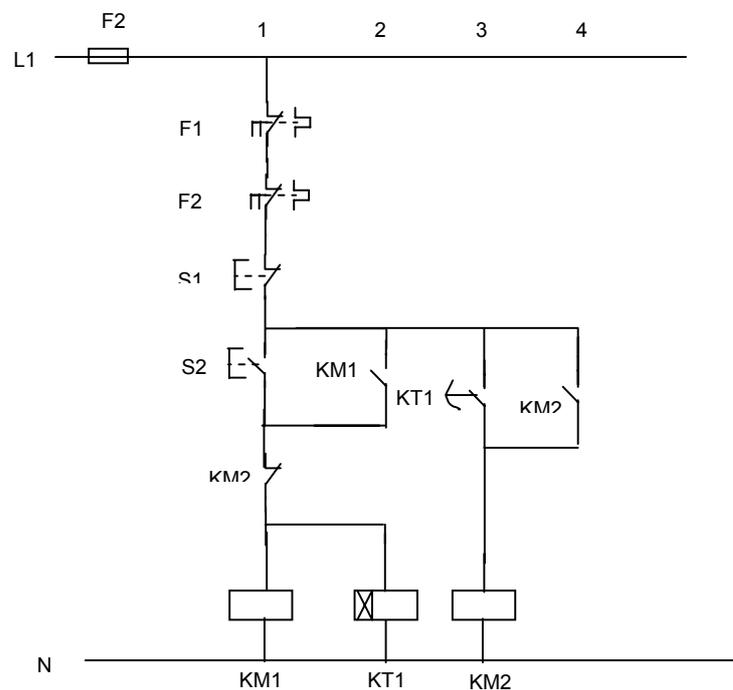


Figura 2.10(a), circuito de control para arrancar un motor con devanado bipartido.

B) De acuerdo con el circuito anterior realice los siguientes pasos:

- Ponga en posición de energizado el interruptor electromagnético Q1
- Ajuste el temporizador con un tiempo prefijado suficiente para que el motor pueda alcanzar como mínimo el 80% de su velocidad (de acuerdo con el motor utilizado)
- Presione el botón pulsador S2, ¿se energiza el contactor KM1? ¿Arranca el motor? ¿qué pasa cuando se alcanza el tiempo prefijado del temporizador? ¿es adecuado el tiempo establecido para realizar el cambio?
- Mida la corriente de arranque en cada fase ¿cómo es la corriente con respecto al arranque a plena tensión, al estrella-delta, al realizado con autotransformador por resistencia?
- Mida el voltaje entre fases ¿cómo es el voltaje con respecto a un arranque a plena tensión, al estrella-delta, al realizado con autotransformador y con resistencia?
- Presione S1 ¿se detiene el motor?

- De acuerdo con lo observado explique detalladamente el funcionamiento del circuito de control y de fuerza.

4.Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 11

Nombre de la práctica: **INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR MONOFÁSICO**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. **Objetivo.**

Aprender a realizar la Inversión de giro de un motor monofásico

2. **Materiales y/o equipos.**

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y contactos auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 3 m de cable calibre 16
- 1 Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 1 botonera de paro
- 1 botonera de arranque
- Clavija trifásica
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor trifásico de inducción con rotor en corto circuito
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) Alambre el circuito de fuerza de la figura 2.11(a) y el circuito de control de la figura 2.11(b) . Asegúrese de que no hay ninguna terminal floja o una conexión errónea.

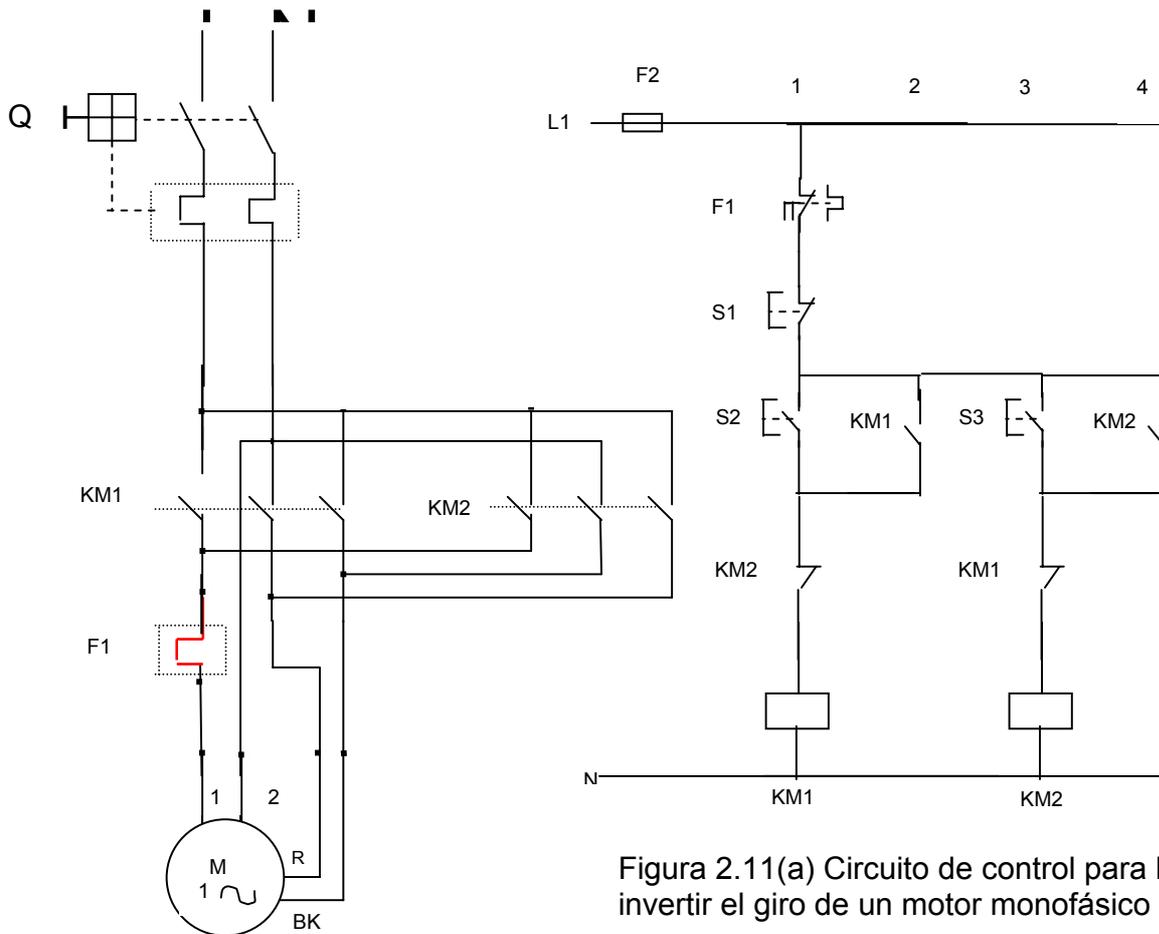


Figura 2.11(a) Circuito de control para la invertir el giro de un motor monofásico

Figura 2.11(a) Circuito de fuerza para la invertir el giro de un motor

B) De acuerdo con el circuito anterior realice los siguientes pasos:

- Ponga en posición de energizado el interruptor electromagnético Q,
- Presione el botón pulsador S2, ¿arranca el motor? ¿Cuál es su sentido de giro? ¿por qué?
- Ahora presione el botón pulsador S3 ¿se activa el contactor KM2? ¿qué pasaría si se activara? ¿por qué?
- Presione S1 y suelte. ¿se detuvo el motor? ¿por qué?
- Ya detenido el motor presione el botón pulsador S3, ¿arranca el motor? ¿Cuál es su sentido de giro? ¿por qué?
- Ahora presione S2 ¿se activa el contactor M1? ¿qué pasaría si lo hiciera? ¿por qué?
- Presione S1, para detener el motor.
- Describa el funcionamiento completo del circuito.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICAS DE LA UNIDAD 3

PRÁCTICA No. 1

Nombre de la práctica: **CONTROL DE UN MOTOR DE C.D. CON EXITACION SERIE.**

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación

1. **Objetivo.**

Aprender a realizar el control de los motores de CD con excitación en serie

2. **Materiales y/o equipos.**

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y contactos auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 3 m de cable calibre 16
- 1 Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 2 botonera de paro
- 2 botonera de arranque
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor un motor de CD con excitación en serie
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) De acuerdo con el circuito de fuerza de la figura 3.1, realice el circuito de control para el arranque y paro del motor de CD con excitación serie. Alambre el circuito y compruebe su funcionamiento.

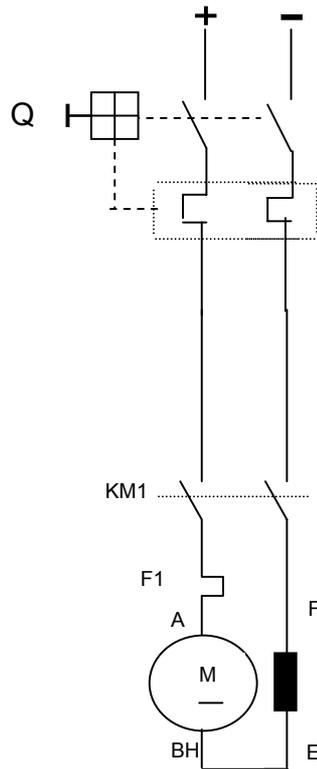


Figura 3.1, diagrama de fuerza para un motor de CD con excitación en serie

- B)) De acuerdo con el circuito de fuerza de la figura 3.1, realice el circuito de control para invertir el giro, alambre el circuito y compruebe su funcionamiento.

4.Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 2

Nombre de la práctica: **CONTROL DE UN MOTOR DE C.D. CON EXITACION
DEPENDIENTE.**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Aprender a e l control de motores de CD con excitación independiente

2. Materiales y/o equipos.

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y contactos auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 3 m de cable calibre 16
- 1Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 2 botonera de paro
- 2 botonera de arranque
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor un motor de CD con excitación en independiente
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

PRÁCTICA No. 3

Nombre de la práctica: CONTROL DE UN MOTOR DE C.D. CON EXITACION SHUNT

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Aprender a e l control de motores de CD con excitación Shunt

2. Materiales y/o equipos.

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y contactos auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 3 m de cable calibre 16
- 1Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 2 botonera de paro
- 2 botonera de arranque
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor un motor de CD con excitación Shunt
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) De acuerdo con el circuito de fuerza de la figura 3.3, realice el circuito de control para el arranque y paro del motor de CD con excitación Shunt. Alambre el circuito y compruebe su funcionamiento.

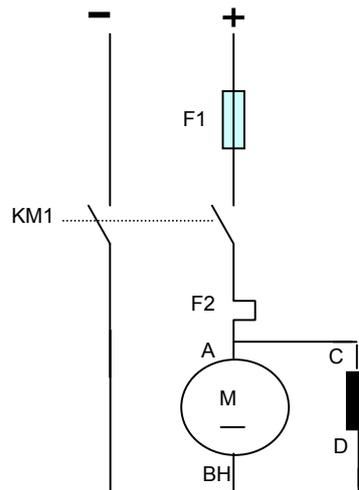


Figura 3.3, diagrama de fuerza para un motor de CD con excitación Shunt

- B) De acuerdo con la figura 3.3, modifique el circuito de fuerza para poder cambiar el giro del motor de CD mostrado y diseñe el circuito de control. Alambre el circuito y compruebe su funcionamiento.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 4

Nombre de la práctica: **CONTROL DE UN MOTOR DE C. D. CON EXITACION COMPOUND**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. **Objetivo.**

Aprender el control de motores de CD con excitación Compound.

2. **Materiales y/o equipos.**

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y contactos auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 3 m de cable calibre 16
- 1Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 2 botonera de paro
- 2 botonera de arranque
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor un motor de CD con excitación Compound
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) De acuerdo con el circuito de fuerza de la figura 3.4, realice el circuito de control para el arranque y paro del motor de CD con excitación Compound. Alambre el circuito y compruebe su funcionamiento.

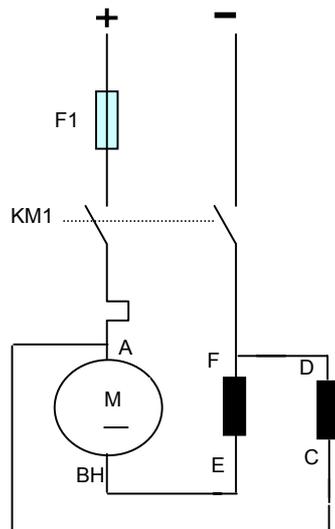


Figura 3.4,diagrama de fuerza para un motor de CD con excitación Compound

- B) De acuerdo con la figura 3.4, modifique el circuito de fuerza para poder cambiar el giro del motor de CD mostrado y diseñe el circuito de control. Alambre el circuito y compruebe su funcionamiento.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 5

Nombre de la práctica: **CONTROL DE UN MOTOR CON ROTOR BOBINADO.**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Aprender a realizar el control de un motor con rotor bobinado

2. Materiales y/o equipos.

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y contactos auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 3 m de cable calibre 16
- 1Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 2 botonera de paro
- 2 botonera de arranque
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor con rotor bobinado
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) De acuerdo con el circuito de fuerza de la figura 3.5, realice el circuito de control para el arranque y paro del motor con rotor bobinado. Alambre el circuito y compruebe su funcionamiento.

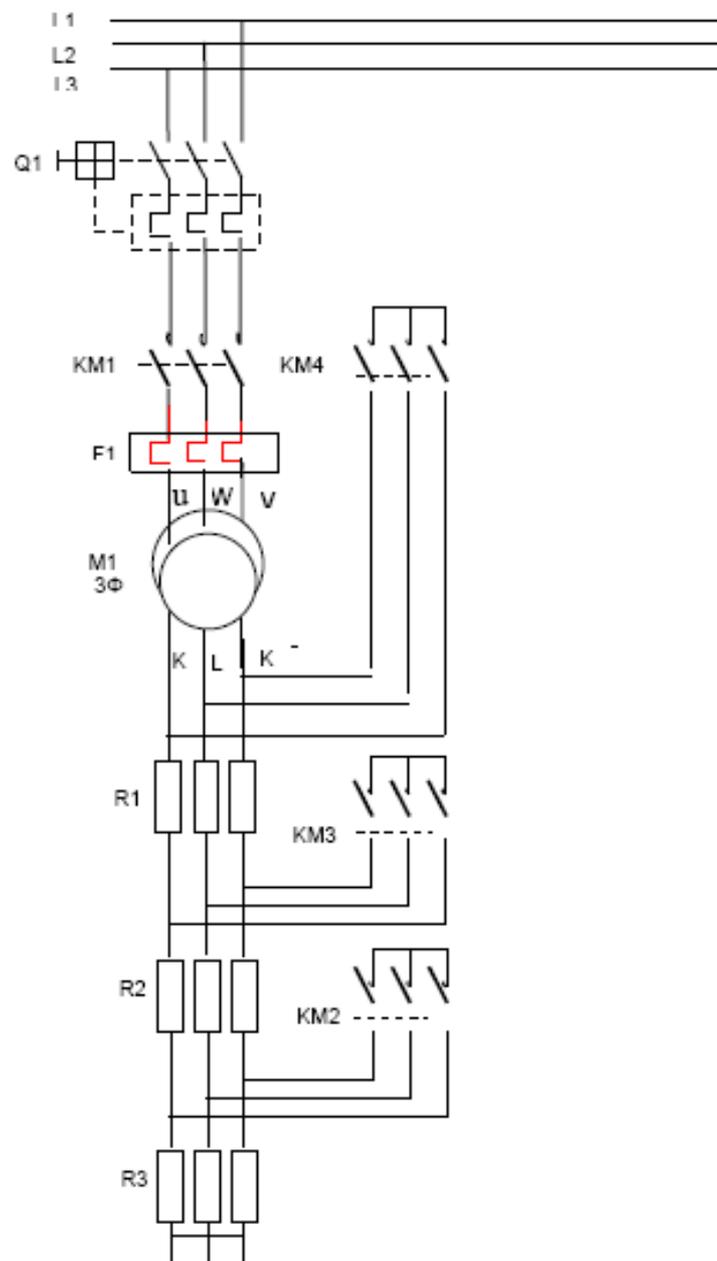


Figura 3.5, arranque de un motor trifásico con rotor bobinado

B) De acuerdo con el circuito de fuerza de la figura 3.5, realice el circuito de control para invertir el giro, alambre el circuito y compruebe su funcionamiento.

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 6

Nombre de la práctica: **ARRANQUE DE UN MOTOR SINCRONO COMO MOTOR ASINCRONO.**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.
Aprender a realizar el arranque de un motor síncrono como motor asíncrono

2. Materiales y/o equipos.

- 1 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y contactos auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 3 m de cable calibre 16
- 1Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 2 botonera de paro
- 2 botonera de arranque
- 1 generador de CD
- 1 banco de resistencias
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor síncrono
- 1 autotransformador
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) De acuerdo con el circuito de fuerza de la figura 3.6, realice el circuito de control para el arranque y paro del motor síncrono. Alambre el circuito y compruebe su funcionamiento.

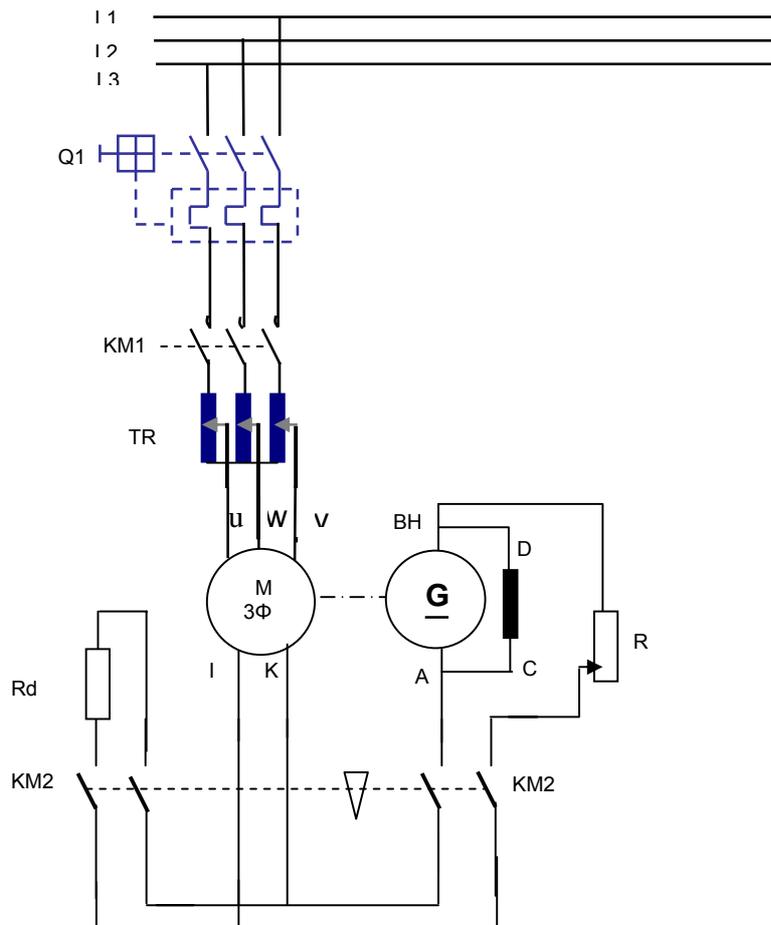


Figura 36, arranque como motor asíncrono

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 7

Nombre de la práctica: **ARRANQUE DE UN MOTOR SINCRONO MEDIANTE MOTOR DE LANZAMIENTO TRIFÁSICO CON ROTOR DEVANADO**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Aprender a realizar el arranque de un motor síncrono mediante motor de lanzamiento trifásico.

2. Materiales y/o equipos.

- 2 Interruptor termo magnético
- 2 contactores y contactos auxiliares NA y NC
- 1 Relevador de sobre carga
- 3 m de cable calibre 16
- 1 Multímetro de gancho.
- 1 multímetro normal
- 2 botonera de paro
- 1 banco de resistencias.
- 2 botonera de arranque
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10
- 1 motor síncrono
- 1 motor trifásico con rotor bobinado
- 1 generador
- 1 destornillador plano
- 1 destornillador de cruz
- 1 Cinta aislante

3. Desarrollo general.

- a) De acuerdo con el circuito de fuerza de la figura 3.7, realice el circuito de control para el arranque y paro del motor síncrono. Alambre el circuito y compruebe su funcionamiento.

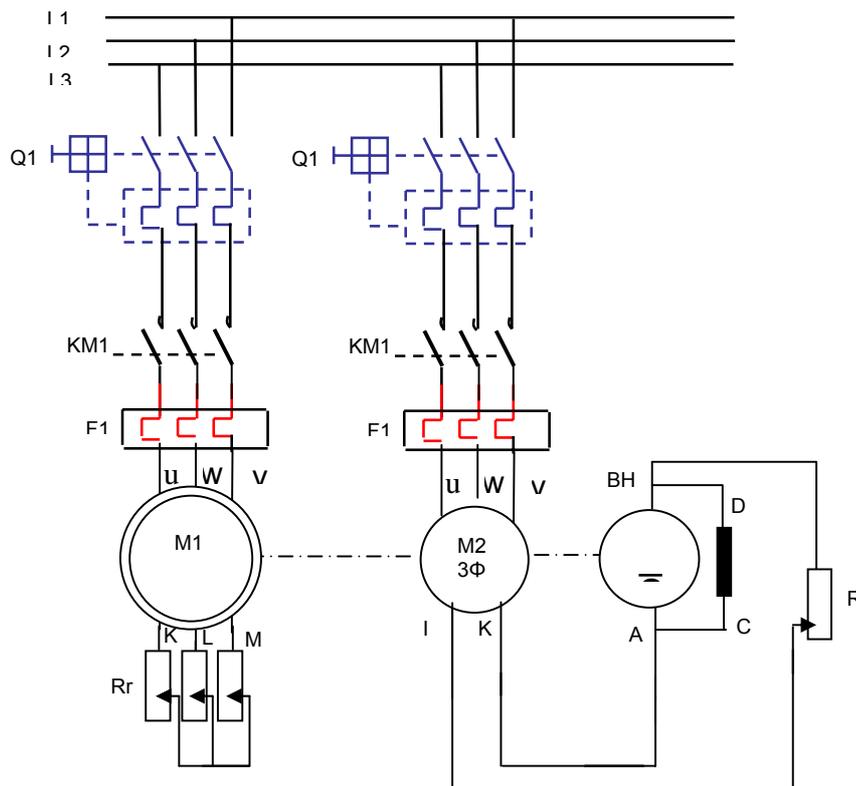


Figura 3.7, Arranque mediante motor de lanzamiento trifásico con rotor devanado

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICAS DE LA UNIDAD 4

PRÁCTICA No. 1

Nombre de la práctica: **PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA DE UN MOTOR TRIFASICO**

Fecha	Grupo		
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte		
Nombre y firma del profesor			
Nombre (s) del alumno (s)			
Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación

1. Objetivo.

Calcular, instalar y comprobar la protección de sobrecarga de un motor trifásico

2. Materiales y/o equipos.

- 1 Interruptor termo magnético.
- 1 Contactor y contactos auxiliares NA.
- 1 Relevador de sobre carga.
- 3 m de cable calibre 16.
- 1 Amperímetro de gancho.
- 1 multímetro.
- 1 Botón de paro.
- 1 Botón de arranque.
- 3 m de cable de uso rudo calibre 10.
- 1 Motor trifásico asíncrono.
- 1 Destornillador plano.
- 1 Destornillador de cruz.
- 1 Cinta aislante.
- 1 Freno mecánico.

3. Desarrollo general.

- a) De acuerdo con los datos de la placa del motor y sus curvas características calcule la protección de sobrecarga requerida para proteger al motor, tomando en consideración el factor de servicio.
- b) Arme el circuito de arranque y paro del motor e instale la protección y ajústela al valor calculado en el inciso anterior.
- c) Con la ayuda de un freno, sobrecargue la operación del motor y verifique el valor de corriente (con el amperímetro de gancho) que dispara el relevador de sobrecarga.
- d) Anote sus observaciones

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 2

Nombre de la práctica: **PROTECCIÓN CONTRA CORTO CIRCUITO**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. **Objetivo.**

Calcular y seleccionar la protección de cortocircuito para diferentes motores monofásicos y trifásicos de inducción asíncronos.

2. **Materiales y/o equipos.**

4 manuales de marcas diferentes de fusibles e interruptores termomagnéticos.

2 motores trifásicos de inducción (diferentes HP)

1 motor monofásico de inducción

3. **Desarrollo general.**

- a) De acuerdo con los datos de la placa de cada motor y las características del circuito eléctrico calcule la protección contra corto circuito.
- b) Si utiliza fusibles entonces seleccione de las tablas y manuales los más apropiados, por su voltaje, amperaje y por su tiempo de acción (retardada, normal rápida)
- c) Si utiliza interruptores termomagnéticos, seleccione de tablas y manuales el más apropiado para cada motor recordando que el interruptor termomagnético también libera fallas de sobrecarga.
- d) Anote sus observaciones

4. **Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.**

PRÁCTICA No. 3

Nombre de la práctica: **SELECCIÓN DE UN CONTACTOR**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Seleccionar un contactor para arrancar un motor trifásico de inducción asíncrono.

2. Materiales y/o equipos.

4 Catálogos y tablas de los fabricantes de los contactores.

3 motores trifásicos de inducción de diferente potencia.

3. Desarrollo general.

- a) De acuerdo con los datos de la placa de cada motor trifásico, determine las características ideales que debe tener el contactor, teniendo en cuenta como dato principal los HP.
- b) Seleccione de catálogos y tablas de fabricantes el contactor más adecuado para arrancar cada motor.
- c) Justifique técnicamente la selección de cada contactor.
- d) Realice una tabla comparativa de las condiciones ideales contra las condiciones reales de los contactores elegidos.
- e) Anote sus conclusiones

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 4

Nombre de la práctica: **SELECCIÓN DE UN GUARDAMOTOR**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Seleccionar un guardamotor para la protección de un motor trifásico de inducción asíncrono.

2. Materiales y/o equipos.

4 Catálogos y tablas de los fabricantes de guardamotores.

3 motores trifásicos de inducción de diferente potencia.

3. Desarrollo general.

- a) De acuerdo con los datos de la placa de cada motor trifásico y sus curvas características, determine las características eléctricas que debe tener un guardamotor sobre la base de los HP de los diferentes motores.
- b) Seleccione de catálogos y tablas de fabricantes el guardamotor adecuado para arrancar cada motor
- c) Justifique técnicamente la selección de cada guardamotor
- d) Realice una tabla comparativa de las condiciones ideales contra las condiciones reales de los guardamotores elegidos.
- e) Anote sus conclusiones

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 5

Nombre de la práctica: **SELECCIÓN DE UN ARRANCADOR**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	
Nombre (s) del alumno (s)	
Tiempo estimado	2 hrs.
	Calificación

1. Objetivo.

Seleccionar un arrancador para un motor trifásico de inducción asíncrono.

2. Materiales y/o equipos.

4 Catálogos y tablas de los fabricantes de arrancadores.

3 motores trifásicos de inducción de diferente potencia.

3. Desarrollo general.

- a) De acuerdo con los datos de la placa de cada motor trifásico y sus curvas características, determine el tipo de arrancador sobre la base de los HP.
- b) Seleccione de catálogos y tablas de fabricantes el arrancador adecuado para cada motor.
- c) Justifique técnicamente la selección de cada arrancador.
- d) Realice una tabla comparativa de las condiciones ideales contra las condiciones reales de los arrancadores elegidos.
- e) Anote sus conclusiones

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

PRÁCTICA No. 6

Nombre de la práctica: **SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES QUE ALIMENTAN UN MOTOR DE INDUCCIÓN ASÍNCRONO.**

Fecha	Grupo
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte
Nombre y firma del profesor	

Nombre (s) del alumno (s)

Tiempo estimado	2	hrs.	Calificación
-----------------	---	------	--------------

1. Objetivo.

Seleccionar el calibre de los conductores para alimentar un motor trifásico de inducción.

2. Materiales y/o equipos.

3 Catálogos diferentes marcas de conductores.

1 Tabla conducción de corriente en diferentes calibres de conductores (NOM-001-1999. Tabla 310-16)

3 motores trifásicos de inducción de diferente potencia

3. Desarrollo general.

- a) De acuerdo con los datos de la placa de cada motor trifásico y los datos proporcionados por su profesor (Donde se instalará) determine el tipo de cable y calibre para alimentar a los motores
- b) Seleccione de catálogos y tablas de fabricantes el conductor para cada motor
- c) Justifique técnicamente la selección de cada conductor
- d) Realice una tabla comparativa de las condiciones ideales contra las condiciones reales de los conductores elegidos.
- e) Anote sus conclusiones

4. Resultados y conclusiones de la práctica por parte del alumno.

Bibliografía

- 1 Control de motores eléctricos
Gilberto Henríquez Harper
Editorial Limusa, Noriega Editores
Cuarta impresión.

- 2 Control de motores eléctricos
Walter N. Alerich
Editorial Diana México

- 3 Motores Eléctricos Automatismos de control
José Roldan Viloría
Editorial Paraninfo
Séptima edición

- 4 Manual de la Cutler_ Hammer
Edición 2001

- 5 Manual de Allen -Bradley
Edición 2002

- 6 Manual de Siemens
Edición 2000

- 7 Manual de Telemecanique “TeSys”
Edición 2002