

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL (LT.I.)

MANUAL DE CONTROLES ELÉCTRICOS



Preparado por: Ing. Daniel Pineda Brító

Septiembre del año 2004

Instituto de Tecnología Industrial (I. T. I.)

MANUAL DE CONTROLES ELÉCTRICOS

Preparado por: Ing. Daniel Pineda Brito

Septiembre del ABC

Í N D I C E

<u>Contenido</u>	<u>Páginas</u>
Introducción_____	I
Objetivos Generales_____	II

TEMA I

I -1 Controles Eléctricos: Definición y Clasificación	1
I -2 Elementos que intervienen en un sistema de control_____	3
I-3 Simbología utilizada en circuitos de control_____	16
I-4 Diagramas utilizados en circuitos de control_____	24
I-5 Reglas para interpretar diagramas de controles eléctricos_____	28
I-6 Circuitos elementales de sistemas de control_____	28
I-7 Dispositivos auxiliares utilizados en circuitos de control_____	43
I-8 Inversión del sentido de giro en motores eléctricos_____	58
I-9 Ejercicios prácticos de sistemas de control_____	64

TEMA II

II -1 Los Temporizadores_____	69
- Clasificación.	
H-2 Ejercicios práctico de sistemas de control utilizando Temporizadores_____	74

TEMA III

III- 1 Arrancadores a tensión reducida_____	83
- ¿Arrancadores por resistencia.	
- Arrancador por devanado parcial (Part Windig).	
- Arrancador por auto-transformador.	
- Arrancadores Estrella-Delta.	

TEMA IV

Mantenimiento a los dispositivos de control:

IV - 1 Procedimiento general para el mantenimiento a los sistemas de control_____	90
IV - 2 Mantenimiento de los arrancadores, y contactores o relés magnéticos_____	93

IV - 3 Causas de averías en estos dispositivos_____	94
IV - 4 Mantenimiento a los dispositivos auxiliares de los circuitos de control_____	96
IV - 5 Detección y localización de averías en circuitos de control _	97
IV - 6 Procedimientos a seguir para el análisis de fallas o averías en circuitos de control_____	101

TEMAV

V -1 Interruptores de transferencia (Transfer Switch)_____	104
- Clasificación	
- Dispositivos que lo componen_____	106
- Diagramas de Transfer Switch_____	108
<u>Detección y localización de averías en los Transfer Switch</u>	114

Sistema Europeo

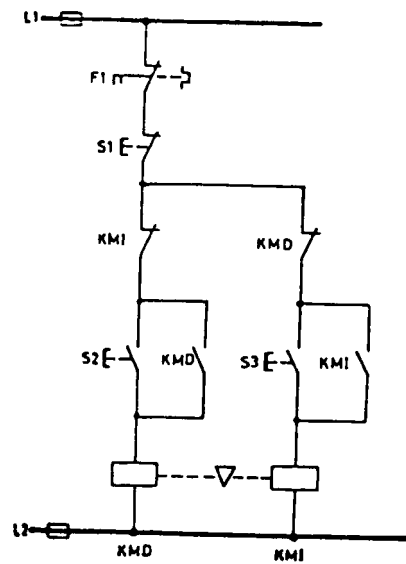
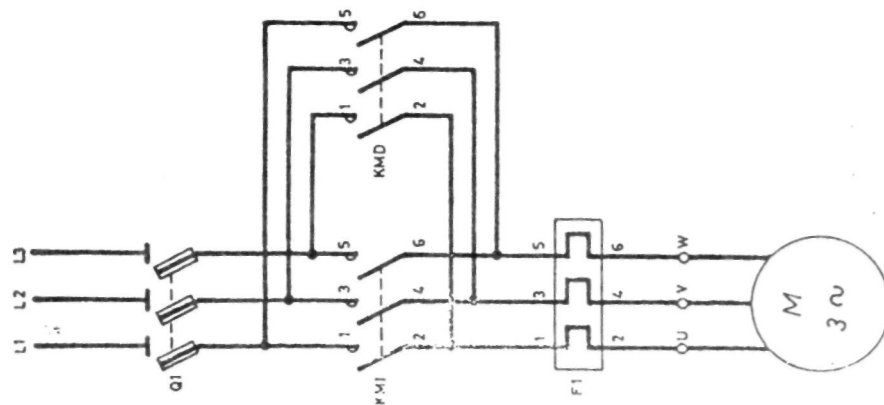


Figura número 39 a

TEMA I -.

1.1 **CONTROLES ELÉCTRICOS:**

Al hablar de controles eléctricos nos referimos;, a mando, gobierno o regulación en el funcionamiento de un sistema o parte de él.

Por lo tanto podemos definir un **Sistema de Control Eléctrico** como:

Un conjunto de dispositivos utilizados para gobernar o controlar el arranque, el desarrollo del proceso, la parada de un sistema o parte de un sistema, así como también controlar la aceleración, desaceleración e inversión del sentido de giro de los motores del sistema.

Según su funcionamiento los sistemas de control se pueden clasificar en:

a) **Sistema de Control Manual:**

Es un sistema de control en el cual el arranque, el desarrollo del proceso o funcionamiento y la parada se ejecutan totalmente con la intervención de la mano del hombre, o sea, del operador en el mismo lugar donde se encuentra localizado el dispositivo de control, por lo tanto el sistema de control manual no admite control a distancia o remoto.

b) **Sistema de Control semi-automático:**

Es un sistema de control en el que el arranque y la parada lo realiza una persona (operador) pero este no interviene en el funcionamiento o desarrollo del proceso. En este tipo de control se utiliza uno o varios dispositivos pilotos manuales como por ejemplo: botoneras,

interruptores de funcionamiento, o cualquier otro dispositivo similar y un arrancador magnético que se encarga de mantener funcionando el sistema.

Los sistemas de control semiautomático pueden ser controlados (operados) desde uno o varios puntos diferentes, ya sea local o remoto (a distancia).

En los procesos industriales existen más sistemas de control semiautomáticos, que manuales o automáticos.

c) Sistema de control automático:

Son sistemas de control en los cuales no interviene el hombre ni para el arranque, ni para el desarrollo del proceso o funcionamiento, ni para la parada. Al igual que los sistemas semiautomáticos estos permiten control a distancia (remoto).

Un sistema de control automático puede estar formado por un o varios arrancadores magnéticos y generalmente el pulso inicial de puesta en funcionamiento puede ser automático o por medio de un operador.

En casi todos los procesos industriales están presentes los sistemas de control automático ya que con esto se logra mayor rendimiento en las operaciones, así como también mayor economía, ya que no se depende de operadores para desarrollar el proceso, ni tampoco para arrancar o parar el sistema.

1.2 Elementos que intervienen en un sistema de control

Dependiendo del sistema de control que se esta utilizando, en estos pueden intervenir un gran numero de elementos o dispositivos que pueden ser denominados dispositivos principales o de fuerza y dispositivos auxiliares o de control. Dentro de estos podemos mencionar:

a) Contactores:

Estos son aparatos mecánicos de conexión o desconexión accionado por un electroimán, empleado para que por medio de un juego de contactos permita que circule o no circule corriente hacia los elementos conectados a sus terminales o bornes.

Por tanto pude definirse un contactor como un interruptor electromagnético compuesto de un juego de contactos fijo y un juego de contactos móviles que se cierran por efecto de la tracción que ejerce un campo magnético que se crea en un electroimán al ser energizada su bobina. Las partes que constituyen un contactor magnético son:

- El electroimán:

Este constituye una parte fundamental del contactor y otros dispositivos similares (arrancadores, relé, Temporizadores, etc). Este esta compuesto por una bobina y un circuito magnético.

El circuito magnético esta formado por un núcleo magnético el cual puede variar su forma de construcción dependiendo de la naturaleza de la corriente que alimenta la bobina, ya sea corriente alterna o corriente directa.

Los circuitos magnéticos para corriente alterna están hechos de una serie de chapas de acero de alta calidad ferro-magnética (acero al silicio) con la finalidad de reducir los efectos de calentamientos que producen en los mismos las corrientes parásitas (corriente de foucault) que se producen en la masa metálica sometida al flujo magnético producido por la corriente alterna.

Los circuitos magnéticos, para corriente directa, esta contruidos de acero macizo, debido a que en este caso no se producen los efectos de la corrientes parásitas que se generan con la corriente alterna

En los circuitos magnéticos alimentado por corriente alterna es necesario colocar los llamados **polos o espiras de sombra**, las cuales son dos laminas de cobre o aluminio que tienen como función mantener un campo magnético remanente evitando así las vibraciones ruidosas cada vez que la onda de voltaje pase por cero durante su alternancia.

Esto ocurre 120 veces / segundo para circuito de corriente alterna a una frecuencia de 60 Hz.

- **La Bobina:**

Es la que se encarga de producir el flujo magnético necesario para la atracción de la armadura móvil del electroimán, cuando a ella se le aplica una señal de voltaje. Las bobinas de los contactores y de los arrancadores magnéticos están especificadas básicamente en función de su voltaje de funcionamiento, su frecuencia y en algunas ocasiones de su potencia en voltio amperes.

- **Los polos o contactos principales:**

Estos son los encargados de permitir o impedir el paso de la corriente eléctrica en el circuito de potencia, es decir esto se cierran o se abren dependiendo si la bobina esta excitada o desexcitada (energizada o no).

Según la cantidad de polos o contactos principales que tengan los contactores, estos se pueden clasificar en bipolares, tripolares, tetra polares, etc.

Los polos o contactos principales están generalmente hechos de una aleación de plata y oxido de cadmio.

En múltiples ocasiones los contactos de los arrancadores magnéticos pueden ser:

Normalmente abierto: Son aquellos contactos que cuando la bobina esta des energizada estos permanece abierto y solo cierran cuando la bobina se energiza.

Normalmente cerrado: Son aquellos contactos que permanecen cerrados cuando la bobina esta des energizada y abren cuando la bobina se energiza. En todos los contactores los contactos principales están generalmente identificados por letras o por números que indican su orden de posición en el contactor, por ejemplo en el sistema americano los contactos de fuerza de los contactores están identificado por lo letra L, por ejemplo L1, L2, L3.etc. para los terminales de entrada y por las letras T1. T2. T3, etc. para los

terminales de salida. Sin embargo en el sistema europeo estos contactos están identificados de la siguiente manera, 1L1,3L2, 5L3, para los terminales de entrada, mientras que los terminales de salida están identificados por están identificados por las letras 2T1, 4T2, 6T3, etc. La figura número 1 muestra la forma de identificar los contactos de fuerza.

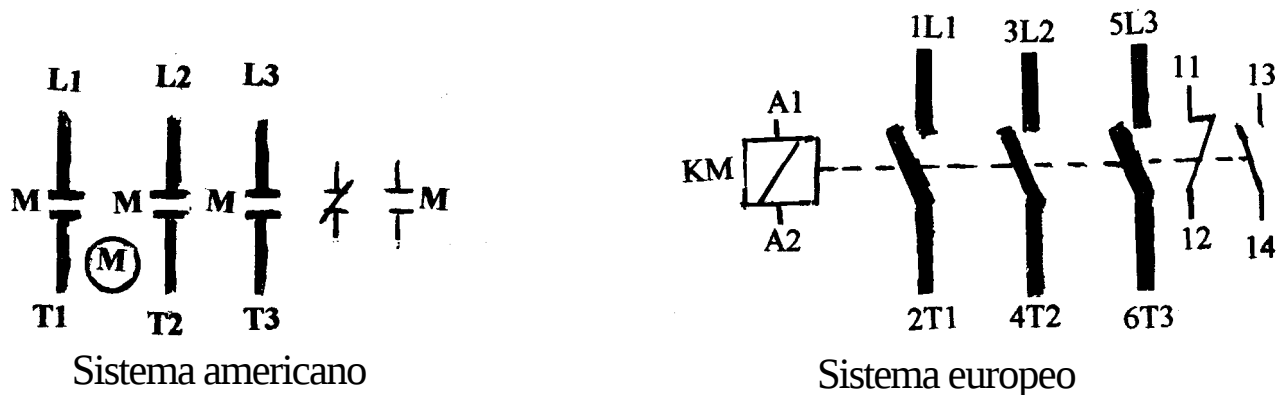


Figura número 1

- **Contactos auxiliares:**

Son contactos que tienen la función de servir de enclavamiento y mando de los contactores, así como señalización y auto alimentación o retención de la bobina del contactor. Estos se diferencian de los contactos principales o polos, en que como van a conducir bajas corrientes, son más pequeños. Un contactor puede tener uno o varios contactos auxiliares ya sean normalmente abiertos, normalmente cerrado, o combinados.

Los contactos auxiliares pueden estar colocados en la misma pieza (armadura) donde hallan colocados los contactos principales. Estos contactos en el sistema europeo están identificados con dos cifras de tal forma que la primera cifra indica la posición del contacto y la segunda cifra indica la forma del contacto es decir si es normalmente abierto o normalmente cerrado, así por ejemplo:

- Los contactos cuya numeración termina en 1 y 2 son contactos auxiliares normalmente cerrados.
- Los contactos cuya numeración termina en 3 y 4 son contactos auxiliares normalmente abiertos.
- Los contactos cuya numeración termina en 5 y 6 son contactos de apertura temporizada o contacto normalmente cerrado de accionamiento mecánico del relé térmico.
- Los contactos cuya numeración termina en 7 y 8 son contactos de cierre temporizado o contacto normalmente abierto de accionamiento mecánico de un relé térmico.

- **Armaduras:**

Son las partes del contactor donde se hallan alojados los contactos principales y auxiliares, esta dividida en dos partes que son:

Armadura fija: donde se halla los contactos fijos y armadura móvil donde están los contactos móviles.

- **Entre hierro:**

Es un pequeño espacio previsto en el circuito magnético del contactor para evitar que por efecto de remanencia los contactos del contactor permanezcan cerrados cuando la bobina es desenergizada. La figura número 2 muestra un contactor y la figura número 2a muestra las partes del contactor.

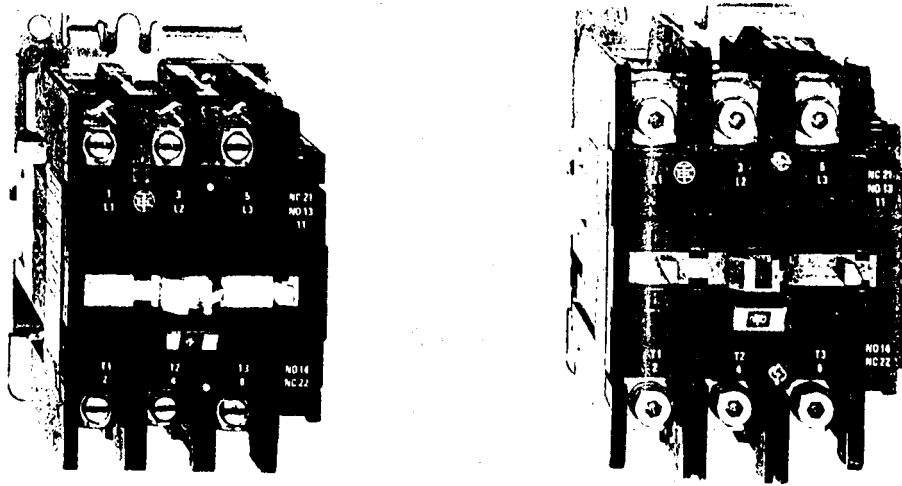


Figura número 2

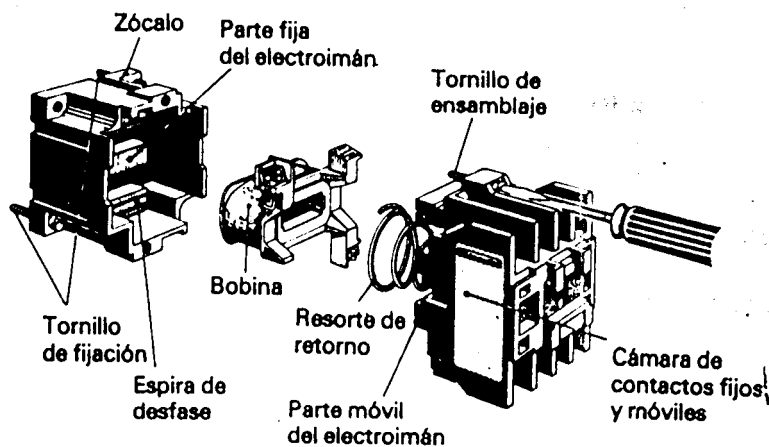


Figura número 2 a

- **Funcionamiento del contactor:**

Cuando se le aplica una tensión o voltaje a la bobina del contactor, esta queda excitada por la circulación de la corriente la cual genera un campo magnético que arrastra la armadura móvil, donde están alojados los contactos móviles haciendo que estos cambien de posición (cierren o abran).

Este arrastre de la armadura móvil puede producirse ya sea;

- Por rotación sobre un eje
- Por traslación (deslizamiento paralelamente a la parte fija)
- Por combinación de movimiento (rotación y traslación)

Cuando la bobina es desenergizada el campo magnético desaparece y por efecto de un resorte la armadura móvil es empujada y los contactos vuelven a su posición normal, (Los N.O. abren y los N.C cierran).

b) **El arrancador magnético:**

Este es un dispositivo del circuito de control similar al contactor magnético en cuanto a partes y funcionamiento con la única diferencia de que dicho arrancador tiene un elemento adicional que es el relevador térmico térmico de sobrecarga, Over Load o Heater.

De tal manera que si tomamos un contactor magnético y le adicionamos un relevador térmico lo convertimos en un arrancador magnético o por el contrario si a un arrancador magnético le eliminamos el elevador térmico lo convertimos en un contactor magnético.

Clasificación de los contactores y los arrancadores magnéticos:

Según su medio de accionamiento estos se pueden clasificar en:

- i- Electromagnéticos: En estos el accionamiento se produce por medio de un electroimán.
- 2- Electromecánico: Su accionamiento se produce por medios mecánicos.
- 3- Neumáticos: En estos su accionamiento se produce mediante la presión de un gas por ejemplo aire.
- 4- Hidráulicos: En estos el accionamiento se produce por la presión de un líquido. La figura número 3 muestra algunos tipos de arrancadores magnéticos.

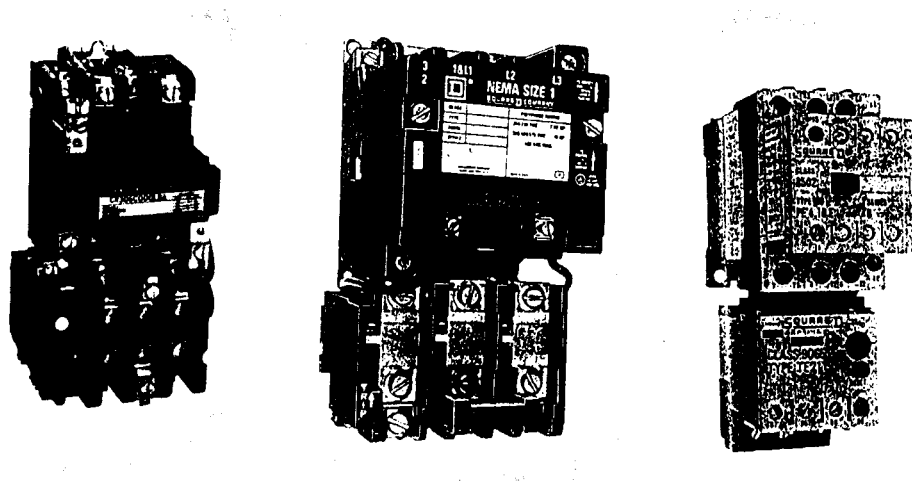


Figura número 3

Designación de los contactores v los arrancadores magnéticos:

Los contactores y arrancadores de fabricación americana son designados por un size o tamaño que determina la máxima corriente que pueden soportar sus contactos la tabla siguiente muestra la designación de algunos contactores y arrancadores según las normas americana.

<u>Tamaño (size)</u>	<u>Amperaje Máximo</u>
00.....	0 a 9
0.....	9 a 18
1.....	18 a 27
2.....	27 a 45
3.....	45 a 90
4.....	90 a 135
5.....	135 a 270
6.....	270 a 540
7.....	540 a 810

Sin embargo las normas europeas designa los contactores y arrancadores según la categoría de servicio que estos van a prestar, por ejemplo:

<u>Categoría de servicio</u>	<u>Aplicaciones</u>
AC1.....	Para cargas puramente Resistivas y aparatos con factor de potencia > 0.95 .
AC2.....	Para motores sincrónico para mezcladoras, centrífugas, etc.
AC3.....	Para motores asincronos para o motores con rotor de jaula de ardilla como compresores, ventiladores, etc.
AC4.....	Para motores asincronos o motores con rotor de jaula de ardilla para grúas, ascensores, etc.

Así también las categorías, DC1, DC2, DC3 se aplican para motores de corriente directa según su utilización.

Relevadores de sobrecarga (Overload o Heater):

Son las partes de un arrancador magnético que tiene como misión proteger al motor conectado al arrancador, contra sobre corrientes en marcha sostenida, provocada por bajo voltaje, falla de fase o sobrecarga mecánica del motor.

Por tal razón debe instalarse un relevador térmico por cada línea.

Existen diferentes tipos de relevadores de sobrecarga dentro de ellos podemos mencionar:

- **Relevadores Térmicos de Sobrecarga bimetalico**

Este consiste básicamente de una cinta formada por dos laminas metálicas diferentes soldadas y con coeficiente de dilatación distinto, debido a esto cuando una corriente excesiva circula por el elemento de consumo (motor) esta lamina bimetalica se calienta mas de lo normal en virtud de las características térmicas de las dos laminas esta se curva y al levantarse separa los contactos normalmente cerrado que se hallan conectados en serie con la bobina del arrancado quedando así interrumpido el circuito de excitación de dicha bobina, por lo tanto los contactos principales del arrancador se abren y el motor deja de funcionar.

Estos relevadores se diseñan para dos tipos generales de aplicación: En primer lugar las características de restablecimiento (reset) automático implica una gran ventaja, cuando el motor se halla instalado en un lugar donde el acceso no permite un restablecimiento (reset) manual.

En segundo lugar estos relevadores son ajustables para corriente de disparo dentro de un rango del 85% al 115% de la corriente nominal de placa del elemento de consumo.

- **Relevadores térmicos de aleación fusible:**

Estos consisten en un elemento integrado a base de una aleación eutectica, una bobina de calefacción uno o dos contactos normalmente abierto y normalmente cerrado y un botón de restablecimiento (reset). Esta aleación eutectica esta hecha de un material que se funde cuando alcanza una temperatura determinada. La corriente circula a través de la bobina de caldeo la cual envuelve completamente el elemento térmico. Cuando la corriente aumenta debido a la sobrecarga del motor el calor generado en la bobina funde el material eutectico de dicho elemento térmico con lo cual se libera una rueda dentada tipo trinquete que se encuentra sujeta a un eje que al girar abre el contacto normalmente cerrado que se encuentra conectado en una serie con la bobina, por lo tanto al desexcitarse dicha bobina se abren los contactos principales y el motor deja de funcionar.

Luego para poder arrancar de nuevo el motor es necesario esperar un tiempo hasta que la aleación eutectica se enfríe y solidifique para luego restablecer (resetear) el contacto del relevador.

Una de las grandes características de estos relevadores es que ofrecen un alto margen de seguridad en la protección.

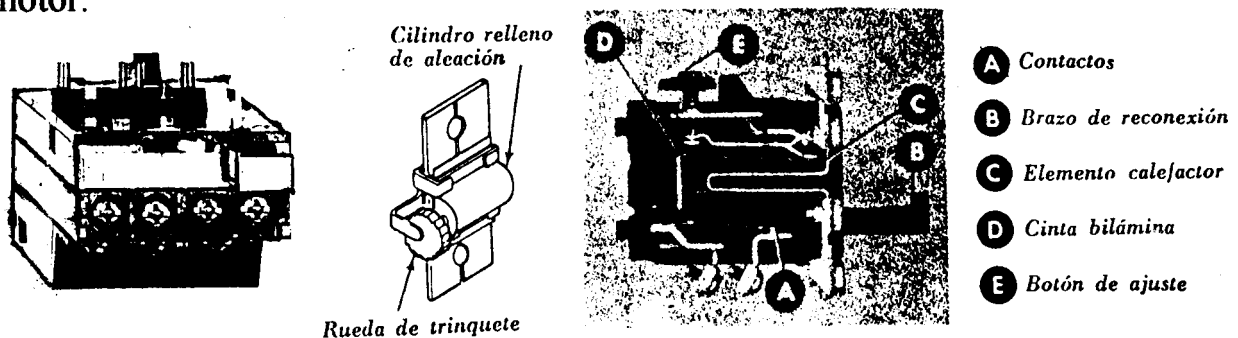
Algunas de las razones de la gran aplicación industrial de este tipo de relevadores son las siguientes:

1. El relevador debe ser restablecido de forma manual, por lo tanto el operador se entera de que hubo una sobrecarga en el motor.
2. Este elemento trabaja con gran carga de seguridad tanto en corriente alterna como en corriente continua.
3. Pueden trabajar en cualquier posición.
4. Su precisión y seguridad en el funcionamiento es muy elevada debido a que es función relativamente constante de la aleación.
5. Tiene las características térmicas necesarias para proteger cualquier tipo de motor, debido a que el efecto térmico varia con el cuadrado de la corriente, por lo que una fuerte sobrecarga hará que el relevador sea activado en menor tiempo.

Existen otros tipos de relevadores para protección de motores dentro de ellos tenemos:

- **Relevadores magnéticos de acción retardada**
- **Relevadores magneto térmicos, entre otros**

La figura número 4 muestra algunos tipos de relevadores para protección del motor.



- Relé de bilamina contra sobrecargas

Figura número 4

c) Estación de pulsadores (Botoneras o Push-button)

Son dispositivos auxiliares que se utilizan para maniobrar los contactores y arrancadores magnéticos. Las más sencillas de todas es la botoneras que consta de una caja con dos pulsadores uno de arranque y otro de paro. El pulsador de arranque es un contacto momentáneo normalmente abierto, mientras que el pulsador de paro es un contacto momentáneo normalmente cerrado.

La figura numero 5 muestra diferentes tipos de botoneras arranque - paro, utilizadas en circuitos de control.

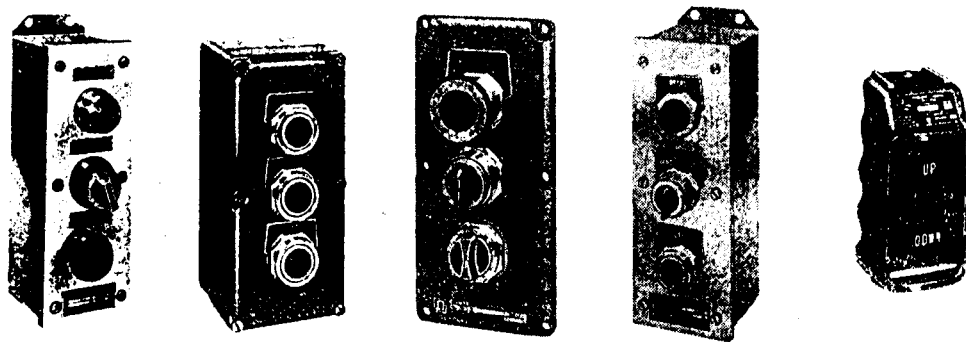


Figura número 5

La figura número 6 muestra como se conecta una botonera a un arrancador magnético.

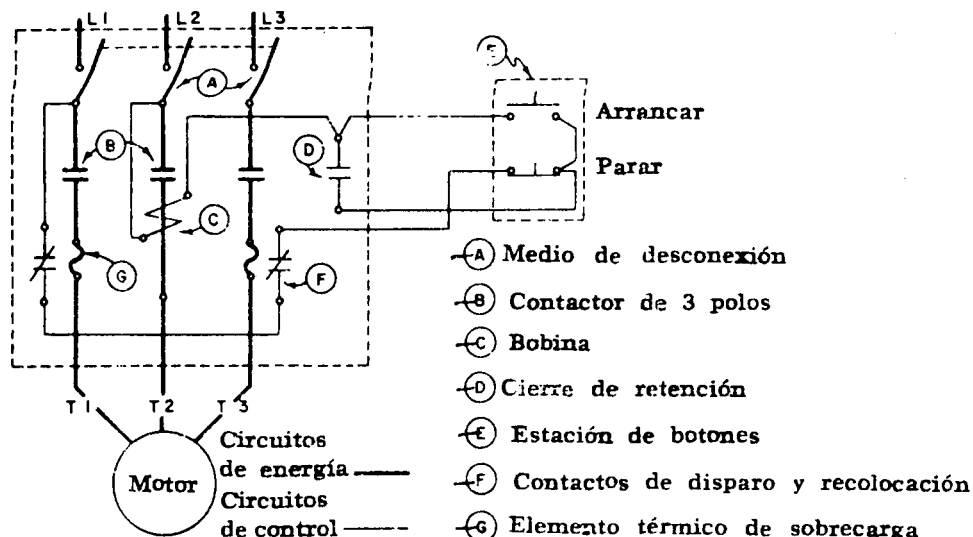


Figura numero 6

1-3 Simbología utilizada en circuitos de control

En los planos utilizados para representar el funcionamiento de los diferentes elementos o dispositivos que componen el circuito de control de un sistema, equipo o maquinaria, resulta difícil o casi imposible mostrar físicamente cada uno de estos elementos o dispositivos, ya que nos sería imposible interpretar los diferentes trazos de líneas que se presentarían en dichos planos.

Con la finalidad de facilitar el trazado en interpretación de los planos y circuitos de control se han estandarizado símbolos que representan cada uno de dichos dispositivos y líneas de conexión que intervienen.

En el cuadro se presenta a continuación se muestran la mayoría de los símbolos utilizados, tanto en el sistema americano como en el sistema europeo.

Simbología utilizadas en circuitos de control (sistema americano)

Alambrado					Conexiones	Resistencia			Condensadores	
No conectado	Conectado	Energía	Control	Terminal de alambrado	Mecánica	Fija	Ajustadas por derivaciones fijas	Reóstato fijo o de derivaciones ajustables	Fijo	Ajustable
				O Tierra	----- Interconexion mecánica ---+---	Elemento calefactor				
Velocidad (enchufable)		A prueba de enchufe	Timbre	Zumbador	Bocina, sirena, etc.	Medidor	Medidor en derivación	Rectificador de media onda	Rectificador de onda completa	Batería
						Se indica el tipo mediante una letra				

Continúa.....

Interruptores																																																				
Desconexión	Interruptor de circuitos	Cortacircuitos con elemento térmico de sobrecarga	Cortacircuitos con elemento magnético de sobrecarga	Cortacircuitos con elementos térmicos y magnéticos de sobrecarga	Interruptores de límite		Interruptores de pedal																																													
					Normalmente abierto	Normalmente cerrado	N.O.	N.C.																																												
Interruptores de presión y vacío		Interruptor para nivel de líquidos		Interruptor accionado por temperatura		Interruptor de flujo (aire, agua, etc.)																																														
N.O.	N.C.	N.A.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.																																													
Fusible	Selector para trabajo normal		Selector para servicio pesado																																																	
Energía o control	Dos posiciones		Dos posiciones		Tres posiciones		Interruptor de 2 posiciones																																													
			<table border="1"><tr><td>A1</td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>A2</td><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td></td><td>Bajo</td><td>Alto</td><td></td></tr></table>		A1	X			A2		X			Bajo	Alto		<table border="1"><tr><td>A1</td><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td>A2</td><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td></td><td>Manual</td><td>Abto.</td><td>Auto.</td></tr></table>		A1	X			A2			X		Manual	Abto.	Auto.	<table border="1"><tr><td>A1</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>A2</td><td></td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td></td><td>Libre</td><td>Oprimido</td><td>Libre</td><td>Oprimido</td></tr><tr><td></td><td colspan="2">Basculante</td><td colspan="2">Marcha</td></tr></table>		A1	X				A2		X	X	X		Libre	Oprimido	Libre	Oprimido		Basculante		Marcha	
	A1	X																																																		
A2		X																																																		
	Bajo	Alto																																																		
A1	X																																																			
A2			X																																																	
	Manual	Abto.	Auto.																																																	
A1	X																																																			
A2		X	X	X																																																
	Libre	Oprimido	Libre	Oprimido																																																
	Basculante		Marcha																																																	
Estaciones de botones																																																				
Contacto momentáneo					Contacto sostenido		Luces piloto																																													
Un circuito		Circuito doble		Cabeza de hongo	Dos juegos (de contactos sencillos)		Un juego de contactos dobles		Color indicado por la letra																																											
NO	NC	NO	NC		No se oprima para probar		Oprimase para probar																																													
Contactos					Bobinas		Relevadores de sobrecarga		Inductores																																											
Operación instantánea				Contactos controlados por tiempo: La acción del contacto se retarda cuando la bobina se																																																
Con fusible		Sin fusible		Energiza		Desconecta		derivación		serie		Térmicos		Magnético*		Núcleo de hierro																																				
NO	N.C.	NO	N.C.	NO	N.C.	NO	N.C.	NO	N.C.																																											
Transformadores				Motores de C.A.				Motores de C.C.																																												
Auto-transformador	Núcleo de hierro	Núcleo de aire	Corriente	Voltaje doble	Monofásico	Trifásico, en jaula de ardida	Bifásico, 4 alambres	Rotor devanado	Armadura	Campo en derivación	Campo en serie	Campo compuesto o compensado																																								
												(Muestra 4 vueltas)	(Muestra 3 vueltas)	(Muestra 2 vueltas)																																						

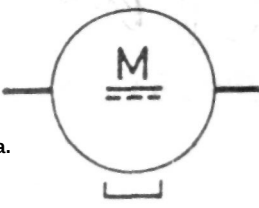
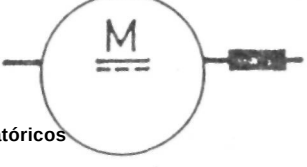
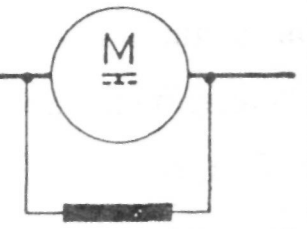
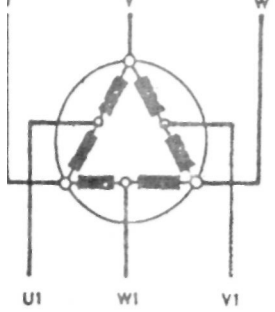
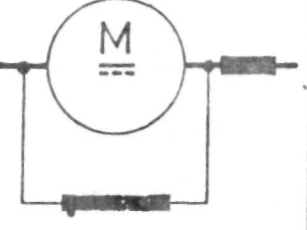
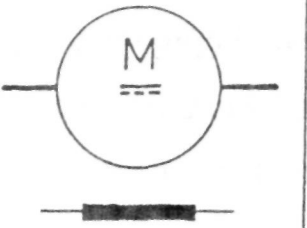
Simbología utilizada en circuitos de control (Sistema Europeo)

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Corriente alterna		Bocina
	Corriente continua		Tímbre
	Cruce sin conexión		Sirena
	Cruce con conexión		Zumbador
	Puesta a tierra		Contacto normalmente abierto a) En circuito principal b) En circuito auxiliar
	Puesta a masa		
	Tierra con protección		Contacto de dos direcciones con posición central de apertura
	Conductor En circuito auxiliar		Contacto de dos direcciones Apertura antes que cierre
	Conductor En circuito principal		
	Línea trifásica		Contacto de dos direcciones Cierra antes de abrir
	Línea trifásica Representación unifilar		a) Contacto normalmente abierto b) Contacto normalmente cerrado
	Conductor neutro		
	Conductores blindados (apantallado)		a) Contacto normalmente abierto b) Contacto normalmente cerrado
	Conductores trenzados		Contactos retardados Actúan al cierre o a la apertura más lentamente que el resto
	Borna de conexión		Contactos de accionamiento temporizado a) Contactos temporizados a la conexión b) Contactos temporizados a la desconexión c) Contactos temporizados a la conexión d) Contactos temporizados a la desconexión
	Clavija macho		
	Toma hembra		
	Clavija y hembra asociadas		
	Lámpara (símbolo general)		
	Lámpara con funcionamiento intermitente		

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Seccionador		Relé de máxima intensidad
	Fusible (Cortacircuito)		Relé de mínima tensión
	Seccionador fusible		Contacto accionado por presión
	Disyuntor		Contacto accionado por flotador
	Contactor		Órgano de mando (Electroimán)
	Ruptor		Órgano de mando con 2 arrollamientos
	Seccionador trifásico		Órgano de mando de acción retardada (Temporizador a la conexión)
	Seccionador fusible. trifásico		Órgano de mando de reposo retardado (Temporizador a la desconexión)
	Relé trifásico de sobreintensidad de efecto térmico		Órgano de mando de acción retardada y reposo retardado
	Relé trifásico de sobreintensidad de efecto magnético		Relé intermitente
	Relé trifásico de sobreintensidad de «efecto magneto-térmico»		Relé de un solo impulso
			Resistencia
			Shunt
			Potenciómetro

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Inductancia		Contador Símbolo general
	Transformador de tensión		Amperímetro/hora/ metro
	Transformador de intensidad		Contador de impulso
	Auto-transformador	MANDOS MECÁNICOS	
	Varistancia		Dispositivo de enganche a) Metido b) Liberado
	Aparato de medida Símbolo general		Retorno automático
	a) Amperímetro b) Voltímetro		Enlace mecánico, neu- mático,...
	Aparato registrador Símbolo general		Retorno no automático Enganchado
	Amperímetro registra- dor		Enclavamiento mecánico
	Detector de proximidad		Mando mecánico ma- nual Símbolo general
	Reloj		Mando mecánico ma- nual por pulsador Retorno automático
	Válvula		Mando mecánico por tirador Retorno automático
			Mando mecánico rota- tivo de enganche
			Mando manual de seta

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Mando por volante		Rectificador Símbolo general
	Mando por pedal		Rectificador en conexión puente
	Mando por palanca		Condensador
	Mando por palanca con maneta		Pila o acumulador
	Mando por llave		Transistor PNP
	Mando por manivela		Transistor NPN
	Enganche por pulsador de desenganche automático		Diodo Zener
	Mando por roldana		Tiristor
	Mando por palanca y roldana		Diac
	Mando por motor eléctrico		Triac
	Mando neumático o hidráulico		Triac
	Traslación hacia la: a) derecha b) izquierda c) ambos sentidos		Fototransistor
			Amplificador
			Inversor
	Rotación a) sentido directo b) sentido inverso c) ambos sentidos d) limitado en ambos sentidos		
	Línea de separación		

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Motor asincrono trifásico de jaula.		Motor de imán permanente.
	Motor asincrono trifásico con dos arrollamientos estatóricos reparados. Motor de 2 velocidades		Motor de corriente continua con excitación serie. (Motor serie)
	Motor asincrono trifásico con rotor de anillos rozantes.		Motor de corriente continua con excitación derivación. (Motor shunt)
	Motor asincrono trifásico con bobinado de polos conmutables para la obtención de 2 velocidades. Conexión Dahlander		Motor de corriente continua con excitación compuesta. (Motor compound)
	Generador de corriente alterna. Símbolo general		Motor de corriente continua con excitación independiente.
	Generador de corriente continua. Símbolo general		Transformador trifásico. Símbolo general

1 -4 Diagramas utilizados en circuitos de control.

La representación de los circuitos de control de un sistema eléctrico cualquiera puede realizarse mediante dos tipos de diagramas que son:

a) Diagrama de alambrado

En este tipo de diagramas se incluyen todos los dispositivos que componen el sistema y muestran los componentes en su posición o lugar correspondiente y la relación física del diagrama alambrado correspondiente, es decir el diagrama de alambrado es usado para mostrar como aparece generalmente el circuito.

Estos diagramas son útiles porque se pueden hacer las conexiones exactamente como se muestran, pero no permiten seguir la secuencia eléctrica de cualquier circuito, ya que no muestran las conexiones de forma fácil de seguir.

El diagrama de alambrado puede por ejemplo hacer más fácil la forma de determinar el número de conductores requeridos entre los distintos puntos de un circuito, pero puede dificultar la forma de trazar

el circuito.

La figura número 7 muestra el diagrama de alambrado para conectar una botonera a un arrancador magnético.

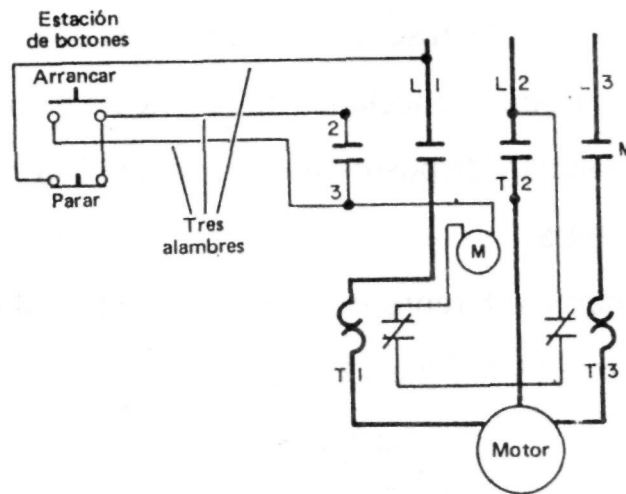


Figura número 7

b) Diagrama lineales, esquemáticos o de escalera.

El diagrama se llama así porque en el se representan por medio de símbolos todos los dispositivos que intervienen en el circuito de control entre dos líneas que constituyen la alimentación del circuito.

Es decir el diagrama lineal muestra básicamente dos cosas que son:

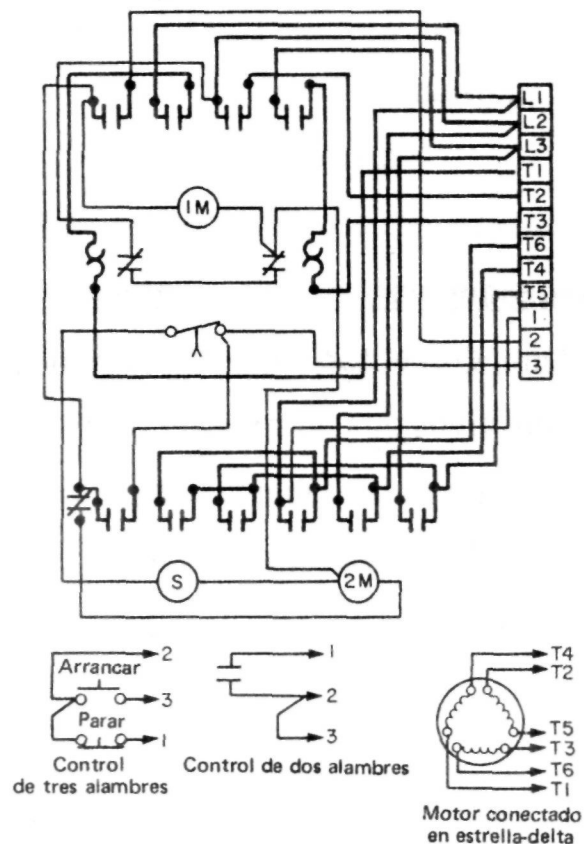
- a) Las líneas de alimentación las cuales se representan por medio de líneas gruesa.

b) La forma como circula la corriente a través de los diferentes dispositivos que intervienen en dicho circuito de control (botonera, bobina, señalizadores, interruptores, etc), los cuales están representados por líneas mas finas.

En los diagramas lineales no se trata de mostrar los diversos dispositivos del circuito en su verdadera posición relativa.

A este diagrama también se le llama diagrama de escalera porque los circuitos se muestran conectados directamente de una de las líneas a través de contactos y dispositivos de consumo a la otra línea como si fuera una escalera.

La figura número 8 representa un diagrama de alambrado de un circuito de control y la figura 8a representa su diagrama lineal.



1-5 Reglas para interpretar un diagrama lineal de un circuito de control.

En la interpretación de los diagramas lineales de los circuitos de control debe tenerse en cuenta la siguiente regla.

- a) La lectura del diagrama esquemático debe hacerse siempre de forma similar a la lectura de un libro, es decir se debe leer de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo (tanto en el sistema americano, como en el sistema europeo).
- b) Los símbolos usados siempre se presentan en forma des energizada.
- c) Los contactos son identificados con el mismo número o letra con que se identifica la bobina que lo gobierna sin importar en que posición del diagrama se encuentren.
- d) Cuando una bobina es energizada, todos los contactos gobernados por ella cambian de posición, es decir los normalmente abierto cierran y los normalmente cerrado abren.
- e) El dispositivo usado para provocar la parada (botonera de paro) se representa normalmente cerrada y la botonera de arranque se representa normalmente abierta.

1-6 Circuitos Elementales utilizados en los sistemas de control de motores.

Los circuitos a ser discutidos representan solamente los diagramas esquemáticos de los circuitos de control, no representan el, diagramas de alambrado, ni el circuito de fuerzas correspondiente.

a) Circuito de control de dos alambres:

También conocido como sistema de liberación por falla de voltaje o bajo voltaje. Esto quiere decir que el sistema se desenergiza cuando ocurre una falla de voltaje, pero tan pronto se restablece dicho voltaje el sistema se energiza automáticamente si el dispositivo de control ((flotador, interruptor de presión, etc.) se encuentra en la posición cerrada.

Se llama control de dos alambres porque son dos los conductores que conectan el dispositivo piloto de control al arrancador.

La principal desventaja de este circuito es que puede constituir un riesgo contra la seguridad personal y los equipos si se esta dando mantenimiento en el momento en que se restablece el voltaje, pero tiene la ventaja de que este sistema se utiliza cuando es necesario un control automático.

La figura número 9 muestra este circuito.

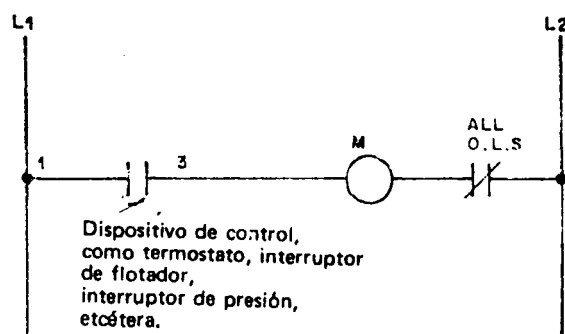


Figura número 9

b) Circuito de control de tres alambres:

Este es un circuito básico que recibe este nombre debido a que son tres los conductores necesarios para conectar una botonera arranque paro al arrancador magnético.

Según lo antes expuesto para formar este circuito es necesario una botonera (arranque paro) de contactos momentáneos normalmente cerrado y normalmente abierto.

A este circuito también se le llama sistema de protección por bajo voltaje o falla de voltaje, ya que previene arranque inesperado del motor que podrían causar daños al operado o al equipo cuando se restablece el voltaje después de haber fallado. Por lo tanto para volver a arrancar el equipo el operador tiene que volver a pulsar el botón de arranque de la botonera.

La figura número 10 muestra el circuito de control de tres alambres.

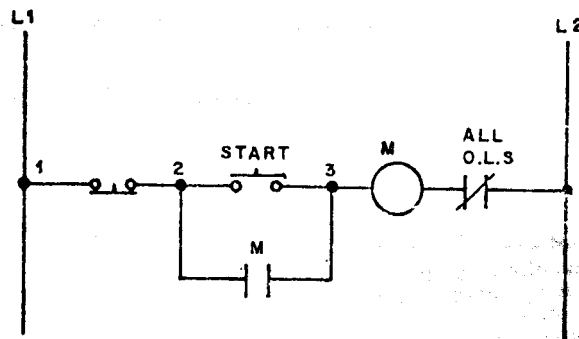


Figura número 10

c) Otros circuitos elementales de control.

C — I Control de dos alambres con interruptor selector de tres posiciones. (Con contactos permanente).

Esta es una variante del control de dos alambres antes descritos. Un interruptor selector "Manual-Abierto-Automático" es usado cuando es necesario operar el arrancador manual o automáticamente.

La bobina del arrancador es energizada manualmente cuando el interruptor selector se coloca en la posición "Hand" y se energiza automáticamente con la ayuda de un dispositivo piloto cuando el interruptor se coloca en la posición de "Auto". En la posición "Off" el circuito de la bobina se mantendrá todo el tiempo abierto y por tanto la bobina no se energizara. La figura número 11 muestra el circuito.

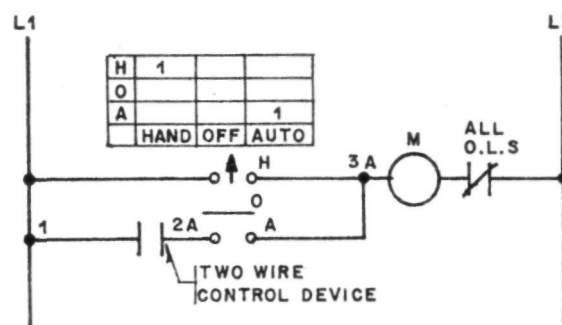


Figura número 11

C-2 Control de tres alambres con luz piloto encendida cuando el motor esta funcionando.

Una luz piloto se conecta en paralelo con la bobina para indicar cuando el arrancador esta energizado y al mismo tiempo muestra que el motor esta funcionando. La figura número 12 muestra el circuito.

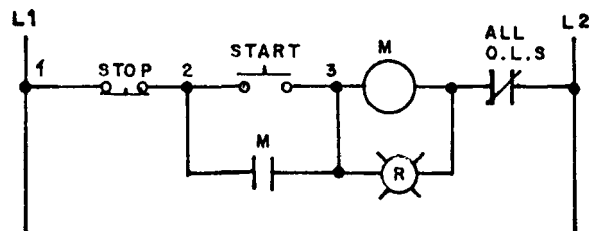


Figura número 12

C-3 Control de tres alambres con luz piloto para indicar cuando el motor esta apagado.

Esta luz piloto se conecta en serie con un contacto auxiliar normalmente cerrado del arrancador. Cuando el arrancador esta desenergizado, la luz piloto esta encendida y cuando el arrancador se energiza el contacto auxiliar se abre y apaga la luz piloto. La figura número 13 muestra este circuito.

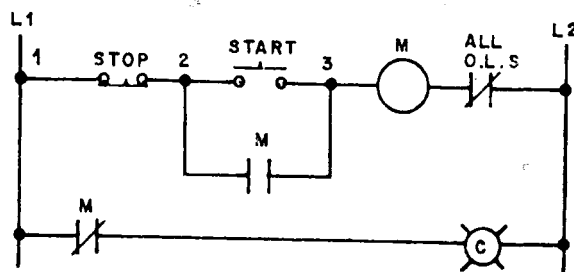


Figura número 13

C-4 Control de tres alambres con la posibilidad de chequear las condiciones de la luz piloto.

A veces la luz piloto esta apagada y el operador tiene la duda de si es el motor que esta parado o si es el bombillo de la luz piloto el que esta quemado. El circuito descrito mas abajo permite inmediatamente probar si es en el bombillo en donde esta el problema, pulsando un botón y cerrando de la luz piloto.

La figura número 14 muestra este circuito.

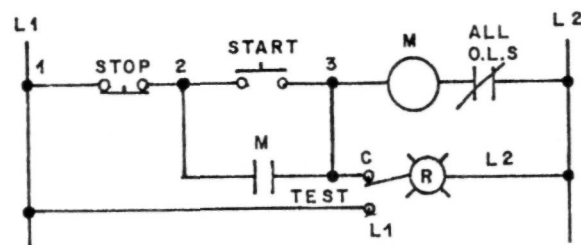


Figura número 14

C-5 Control de tres alambres alimentados en el secundario de un transformador de control.

En este caso se utiliza un transformador reductor de voltaje para proveer al circuito de control un voltaje mas bajo que el voltaje de la línea por razones de seguridad para los proveedores. La protección contra sobre corriente en el circuito de control se realiza con la ayuda de un fusible. La figura número 15 muestra el circuito.

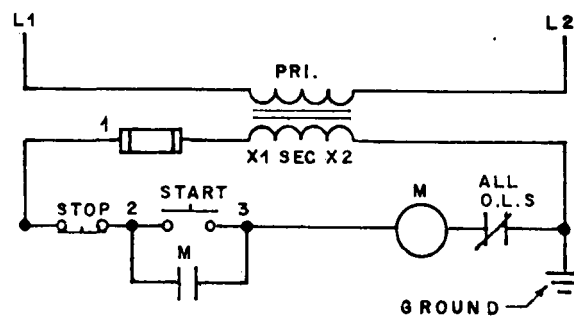


Figura número 15

C-6 Control de tres alambres con estación de botonera múltiples (de contactos momentáneos).

Cuando un motor debe ser arrancado o parado desde varios sitios diferentes lo que se hace es colocar en los lugares deseados botoneras de arranque-paro y alambrados como se indica en la figura numero 16 muestra el circuito.

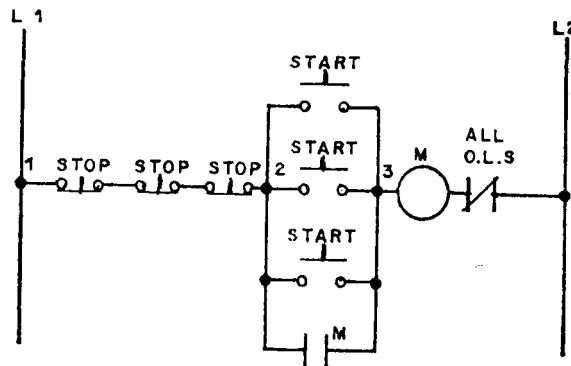


Figura número 16

Como se puede ver, lo que se hace es conectar en serie todos los botones de parada y en paralelo los botones de arranque.

Siempre que sea posible es mejor utilizar una botonera arranque paro local y botones de paro localizados en los diferentes lugares donde se considere debe poder hacerse paros de emergencia.

C-7 Control de tres alambres para el control de secuencia de varios motores.

Cuando una botonera arranque-paro es requerida para controlar mas de un arrancador, la figura número 17 muestra este circuito. Una sobrecarga en cualquiera de los motores parara el sistema.

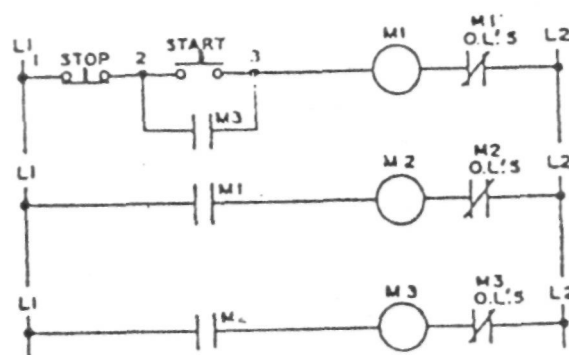


Figura número 17

C-8 Jogging usando un switch selector-jog con botón de arranque.

El Jogging o inching es la operación momentánea de un motor con la finalidad de realizar pequeños movimientos a una maquina impulsada. Existen varios tipos de circuitos para realizar la operación de jogging, y vamos a describir algunos de ellos.

En la figura número 18 el switch selector abre el circuito de sostén cuando se coloca en la posición A1 y el jogging se puede lograr pulsando el botón de arranque.

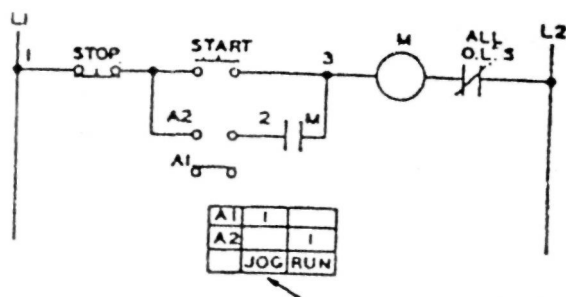


Figura número 18

C-9 El jogging usando un pulsador selector.

La figura número 19 muestra el circuito correspondiente. En la posición marcha (run) del pulsador selector el circuito es equivalente a uno de los tres alambres. En la posición del "JOG" el circuito de sostén se abre y el jogging se conecta pulsando el botón consecutivamente.

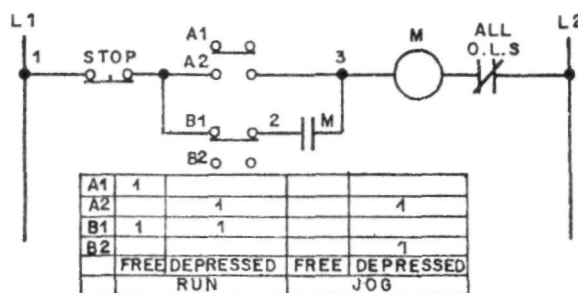


Figura número 19

C-10 Circuito de control utilizando fusible solamente en una línea y con ambas líneas aterrizadas

La figura número 20 muestra este circuito algunas veces este circuito puede aterrizar en ambas líneas, según muestra la figura número 20a

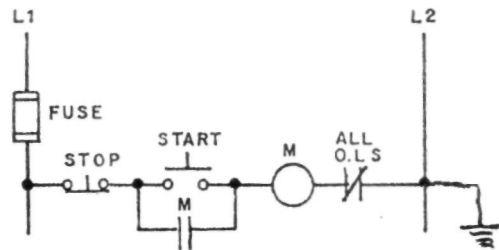


Figura número 20

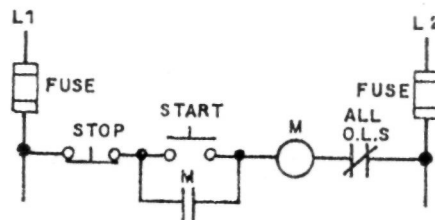


Figura número 20a

C-11 Circuito de control alimentado con transformador reductor con fusibles en una de la línea secundaria y con ambas líneas no aterrizadas. Si es posible se aterrizara una de las líneas, la figura número 21 muestra este circuito.

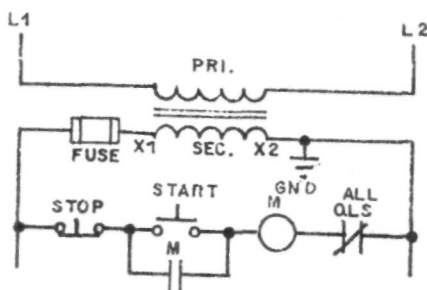


Figura número 21

C-12 Circuito de control alimentado con transformador reductor con fusibles en ambas líneas secundarias y con líneas secundarias no aterrizadas. La figura número 22 muestra este circuito.

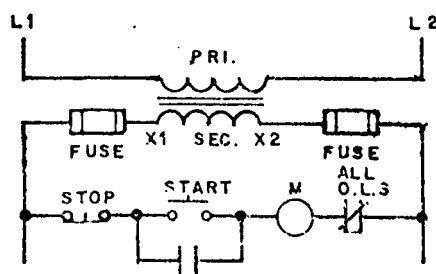


Figura numero 22

C-13 Circuito de control alimentado con transformador reductor con fusible en una línea primaria y en la línea secundaria además con todas las líneas no aterrizadas.

Si las condiciones lo permiten se puede aterrizar una línea en el primario y una en el secundario como se muestra en la figura número 23

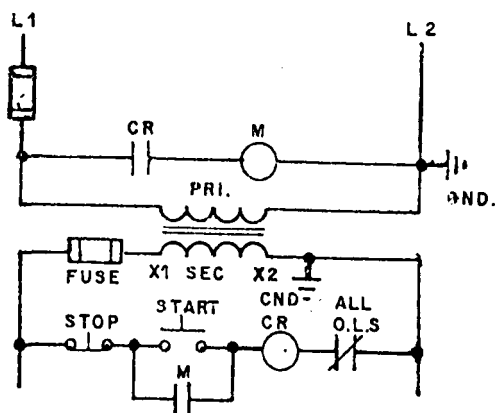


Figura número 23

C-14 Circuito de control con fusibles en ambas líneas primarias y sin fusibles en el secundario además todas las líneas están no aterrizadas. La figura número 24 muestra el circuito.

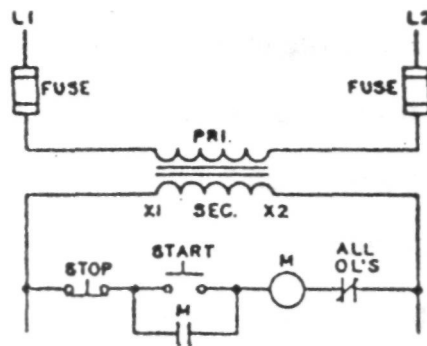


Figura número 24

1.7 Dispositivos auxiliares utilizados en circuitos de control.

Ademas de la caja de pulsadores o botonera que es un dispositivo auxiliar para controlar el arranque, la parada, y a veces la inversión del sentido de giro en un circuito de control, existen otros dispositivos auxiliares que también ayudan a controlar el circuito los sistemas y en muchas ocasiones permiten su automatización y/o funcionamiento secuencial. Dentro de estos dispositivos auxiliares podemos mencionar:

a) Interruptores de presión (presostato)

Un interruptor de presión es un dispositivo sensible a las variaciones de presión en un determinado sistema

Existen tres tipos fundamentales de interruptores de presión según su mecanismo detector. Los del primero grupo se basan en la acción de un fuelle que se expande o se atrae cuando aumenta o disminuye la presión. Los del segundo tipo utilizan un diafragma en lugar del fuelle. Los del tercer tipo emplean un tubo en forma semicircular (tubo bourdon) diseñado de modo que cuando la presión aumenta o disminuye el tubo tiende a deformarse para actuar respondiendo a la señal de presión. Estos dispositivos se usan para gobernar circuitos eléctricos de maquina, herramientas, equipos de soldadura, sistema de lubricación de alta presión y bomba y compresores impulsador por motores. La figura número 25 muestra algunos tipos de presostátos.

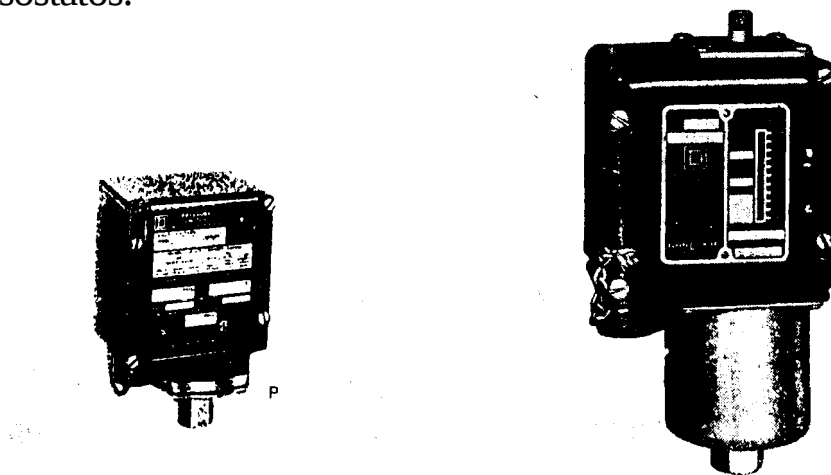


Figura número 25

b) Interruptores de temperatura (termostato):

Los termostatos son dispositivos sensibles a las variaciones de temperatura. Dentro de ellos existen diferentes formas constructivas, uno utilizan la acción de un fuelle para mover (abrir o cerrar) los contactos. Otros emplean laminas bimetálicas que detectan la temperatura y accionan los contactos. En síntesis los termostatos en los circuitos de control de motores abren o cierran un juego de contactos en respuesta a los cambios de temperatura independientemente de su construcción o acción mecánica.

La figura número 26 muestra algunos tipos de termostatos.

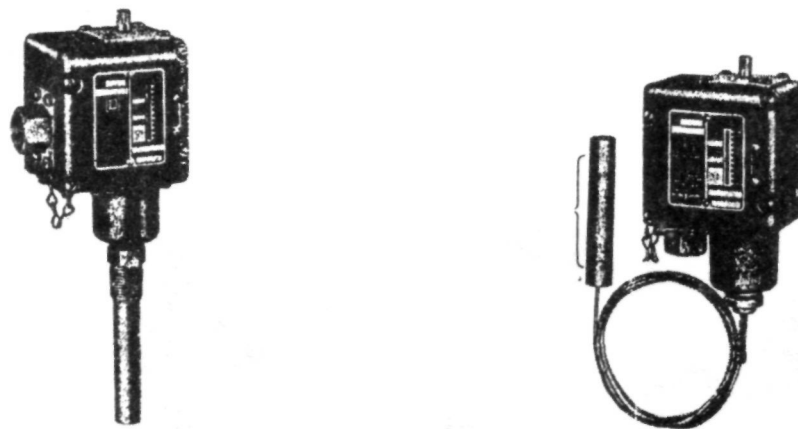


Figura número 26

c) Interruptores de Flota o Nivel:

Se utiliza para realizar el control automático de arrancadores magnéticos que controlan motores de C.C. o C.A. y a veces controlan motores de pequeña capacidad.

Los interruptores de flotador son controlados por el movimiento hacia arriba o hacia abajo, del flotador que se coloca en un tanque de agua u otro liquido. El flotador abre y cierra mecánicamente sus contactos mediante una varilla o cadena con un contrapeso. Es bueno señalar que el interruptor en si, es decir en donde se hacen las conexiones eléctricas no se sumergen en liquido, sino la flota del dispositivo.

Los interruptores de flotador necesitan ser ajustado cada cierto tiempo para mantener la distancia de desplazamiento entre el cierre y apertura de los contactos. La figura número 27 muestra algunos tipos de flotadores.

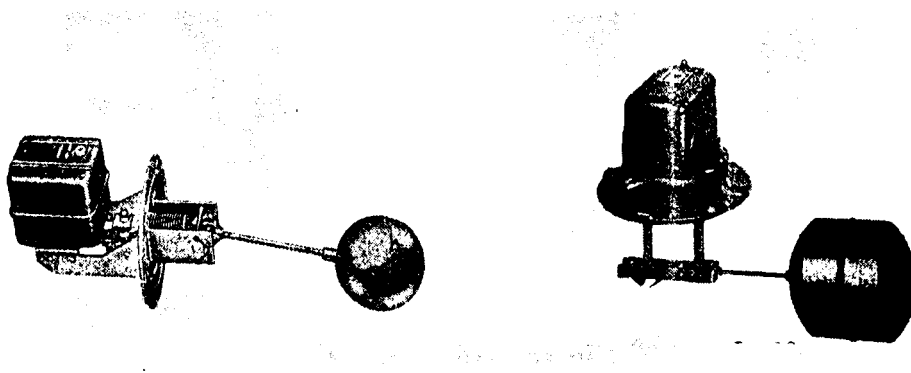


Figura número 27

d) **Interruptores de limite o final de carrera (Limit Switch)**

Los interruptores de limites se usan principalmente como dispositivos auxiliares en los circuitos de control de arrancadores magnéticos para gobernar el arranque, la parada o la inversión de giro de los motores eléctricos. Es un dispositivo de acción mecánica y funciona mas o menos de la siguiente manera:

El movimiento de una pieza metálica golpea una palanca de operación para accionar un interruptor (micro-interruptor) haciendo que este cambie de posición.

Hay una gran variación en el diseño interior y en la acción de estos dispositivos pero el objetivo final siempre es el mismo.

La figura número 28 muestra algunos interruptores de final de carrera.

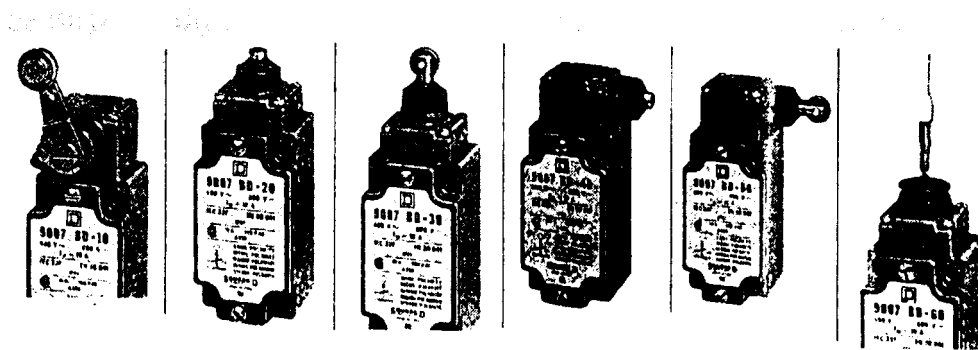


Figura número 28

e) Los interruptores de caudal o flujo:

Los interruptores de caudal o flujo tienen como finalidad detectar el caudal o flujo de un fluido (liquido o gas) que circula por una tubería y transformarlo en la acción de apertura o cierre de un juego de contactos. La figura número 29 muestra el interruptor de caudal.

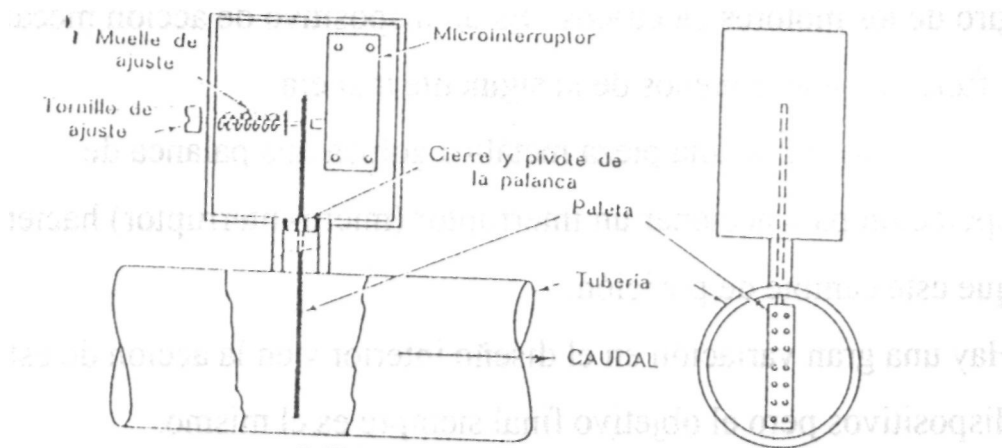


Figura número 29

f) Sensores de proximidad

Son dispositivos que detectan la presencia de un objeto que se introduce dentro de su campo de sensibilidad.

Estos pueden determinar las condiciones que ocurren en el campo, pueden trabajar como interruptores o pueden cambiar un fenómeno de campo en una señal eléctrica para servir de entrada al elemento o unidad de control.

En sentido general pueden convertir un fenómeno físico en una señal eléctrica.

Los sensores de proximidad se pueden clasificar:

- **Inductivos:**

Solo sensan objetos metálicos en un circuito oscilador cuyo bobinado constituyen una cara sensible ante la cual se crea un campo magnético alterno.

Al aproximar el objeto metálico al campo, la corriente inducida genera una carga adicional que produce el paro de las oscilaciones y bajo equivalente a un contacto normalmente abierto o normalmente cerrado según sea el sensor.

La distancia de sensado de estos sensores es aproximadamente de 0.5mm— 10mm.

- **Capacitivos:**

Estos tipos de sensores detectan cualquier tipo de objeto ya sean metálicos o no metálicos (metal, vidrio, plástico, papel, arena, etc.).

Su funcionamiento se basa en la variación de la distancia entre el sensor y el objeto. La distancia de sensado de estos sensores no debe ser mayor de 10mm.

Existen otros tipos de sensores de proximidad como son:

- Sensores fotoeléctricos: Los cuales se usan para sensar cualquier tipo de objeto colocados a grandes distancias.
- Sensores ultrasónicos:

e) Los interruptores de caudal o flujo:

Los interruptores de caudal o flujo tienen como finalidad detectar el caudal o flujo de un fluido (liquido o gas) que circula por una tubería y transformarlo en la acción de apertura o cierre de un juego de contactos. La figura número 29 muestra el interruptor de caudal.

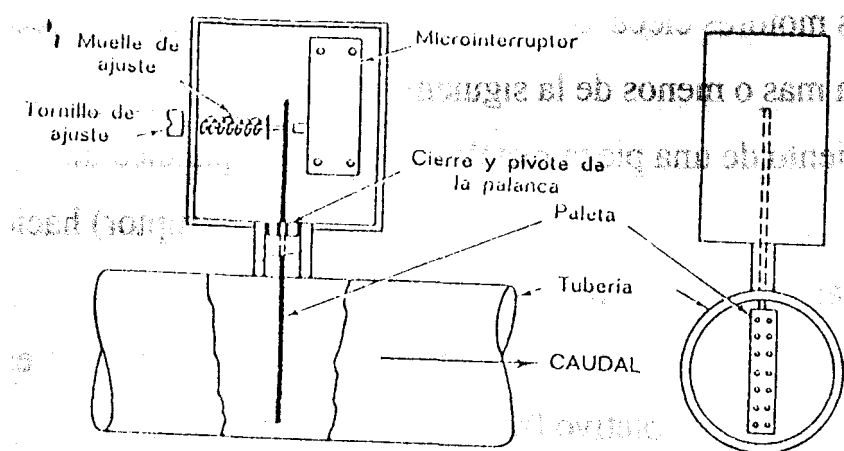


Figura número 29

f) Sensores de proximidad

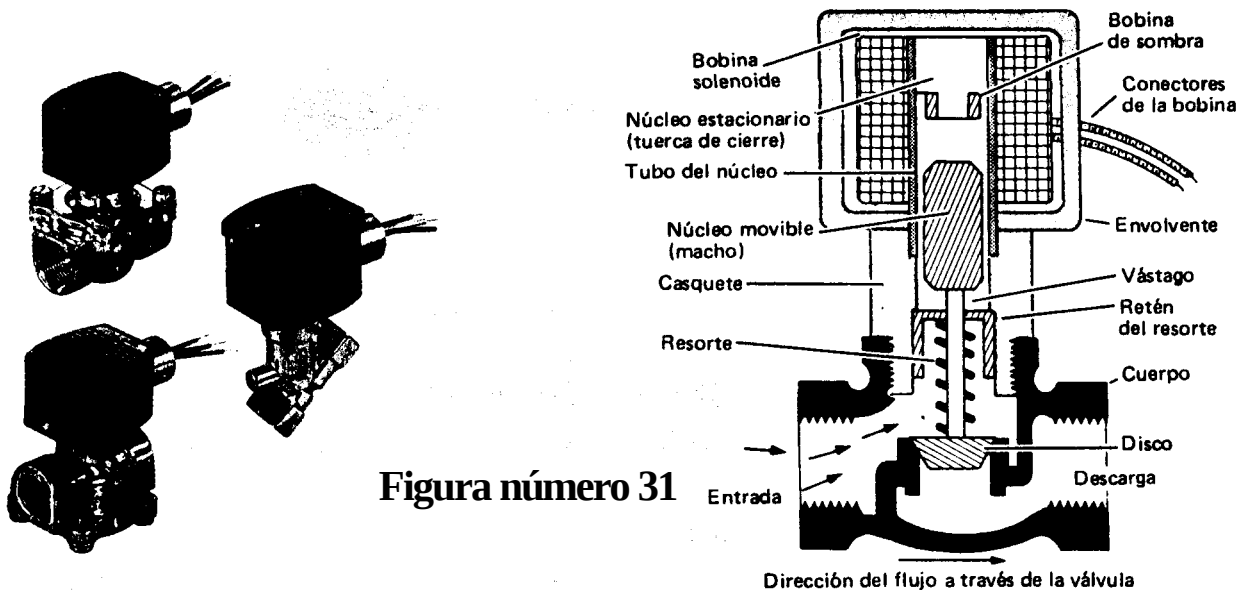
Son dispositivos que detectan la presencia de un objeto que se introduce dentro de su campo de sensibilidad.

Estos pueden determinar las condiciones que ocurren en el campo, pueden trabajar como interruptores o pueden cambiar un fenómeno de campo en una señal eléctrica para servir de entrada al elemento o unidad de control.

En sentido general pueden convertir un fenómeno físico en una señal eléctrica.

g) La válvula solenoide:

Este es un dispositivo electromecánico diseñado para controlar el paso de fluidos tales como aire, aceite, agua, gases, etc. Esta está compuesta por dos unidades funcionales, un solenoide o bobina y una válvula que contiene un orificio en el que se aloja un disco o un tapón actuado por un vástago ferro-magnético el cual es atraído o empujado por el campo magnético que se genera cuando una señal de voltaje energiza la bobina, y de esta manera la válvula se abre o se cierra para permitir o no el paso del fluido. La figura número 31 muestra una válvula solenoide.



II) Señalizadores - Indicadores

Son dispositivos que tienen como función indicar de forma visual o acústica el estado en que se encuentra un dispositivo del circuito de control o de fuerza, por ejemplo puede indicar si un motor esta

funcionando o parado, si un relé o contactor esta energizado o desenergizado o si un motor se disparo por sobrecarga.

Dentro de estos dispositivos, podemos mencionar las luces piloto, timbre, zumbadores, etc. La figura número 32 muestra algunos de estos dispositivos.

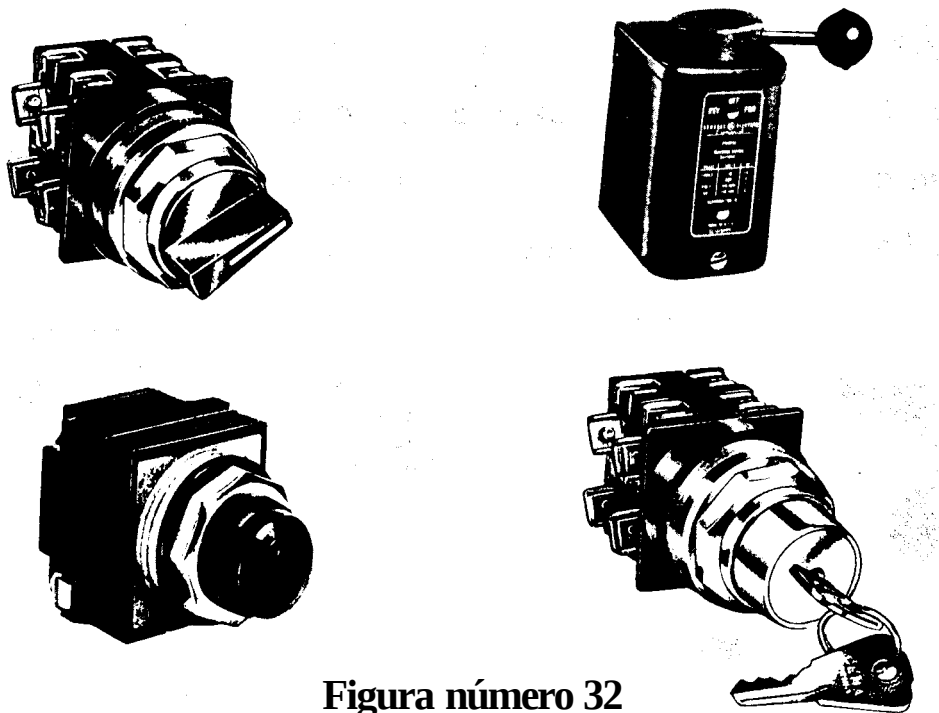


Figura número 32

i) Elementos de protección del circuito de control:

Son dispositivos que tienen como finalidad proteger dicho circuito contra sobre corriente provocada por cortocircuito. Esta protección puede hacerse por medio de elementos térmicos (fusibles) o por

medio de elementos termo magnéticos (breaker).

La figura número 33 muestra alguno de estos elementos.

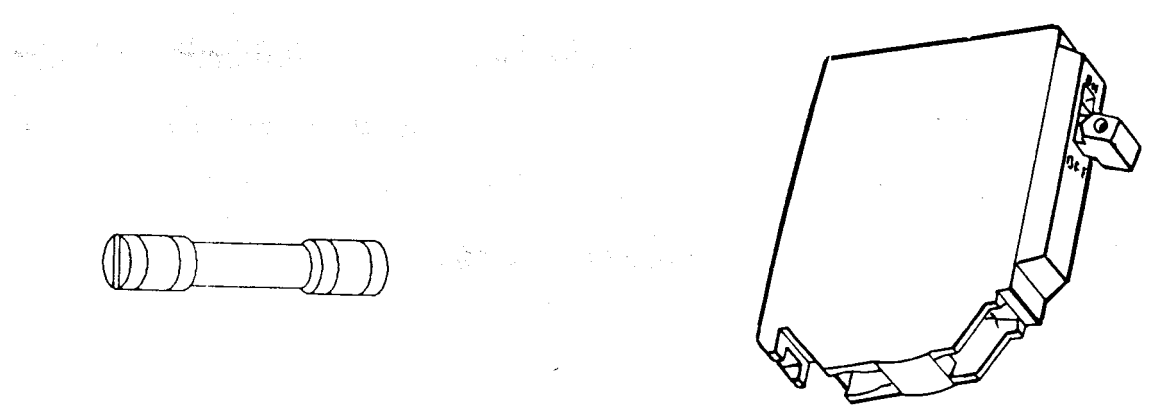


Figura número 33

Elaboración e interpretación de los circuitos de control.

En la elaboración de los circuitos de control se debe partir del diagrama lineal y siempre debe empezar por la línea de alimentación Ll la cual en el sistema americano se representa en forma vertical descendente y de la cual parte una serie de líneas horizontales más finas y son las que alimentan los diferentes dispositivos que intervienen en el circuito.

De línea Ll debe partirse a alimentar el dispositivo piloto de control (botonera, flotador, etc.) y a partir de ahí los demás dispositivos, desarrollando la secuencia de funcionamiento planteada en el problema. Si al elaborar el circuito se nota que este no cumple con el desarrollo de la secuencia de operación o funcionamiento no debe continuarse, sino, empezar de nuevo.

Cada una de las líneas horizontales que nacen a partir de la línea vertical L1 recibe el nombre de etapa o escalón de ahí el nombre de diagrama de escalera como también se le llama al diagrama lineal.

Estos escalones o etapas del diagrama están identificados con números que se colocan en el lado izquierdo del diagrama, es decir en la línea L1 y en forma consecutiva hacia abajo.

La figura número 34 indica como están numeradas las etapas o escaleras de un diagrama lineal.

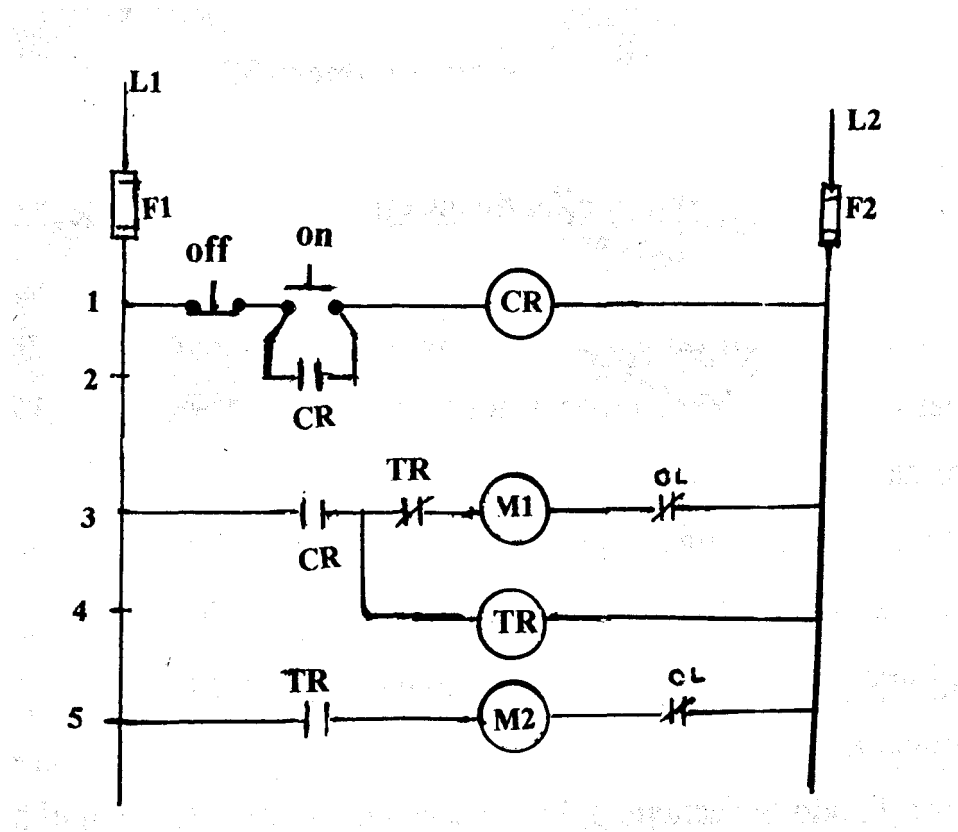


Figura número 34

En el sistema europeo las líneas de alimentación del circuito de control se representan de forma horizontal, por tal razón las etapas o escaleras se numeran de izquierda a derecha y en forma consecutiva

La figura número 35 muestra un diagrama de escalera para el sistema europeo indicando la numeración de sus etapas.

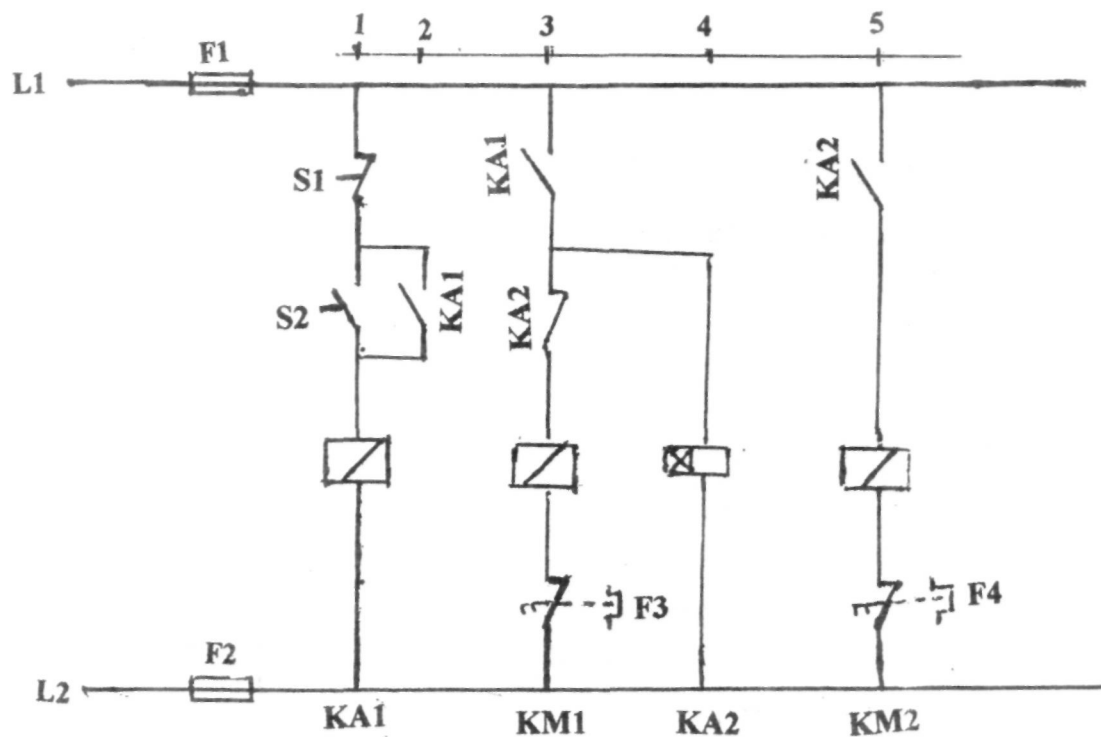


Figura número 35

Puede notarse también que en los diagramas lineales aparecen otra series de números tanto en el interior como en el lado derecho (L2) cada uno de

estos números tienen su significado por ejemplo los que están dentro de las líneas que representan la alimentación del circuito de control (L1 y L2), indican el número de cableado, el punto de conexión o terminal de conexión en la hornera o regleta.

Los números que aparecen en la parte exterior de la línea (L2) indican en qué posición del diagrama la bobina de esa etapa tienen contactos gobernados por ella y en qué posición se hallan normalmente estos contactos, es decir si son NO o NC.

En el sistema americano los números que indican las posiciones de los contactos se colocan en el lado izquierdo destacando con una raya debajo del número aquellos que refieren a contactos normalmente cerrados. La figura número 36 muestra un diagrama lineal con todos estos detalles.

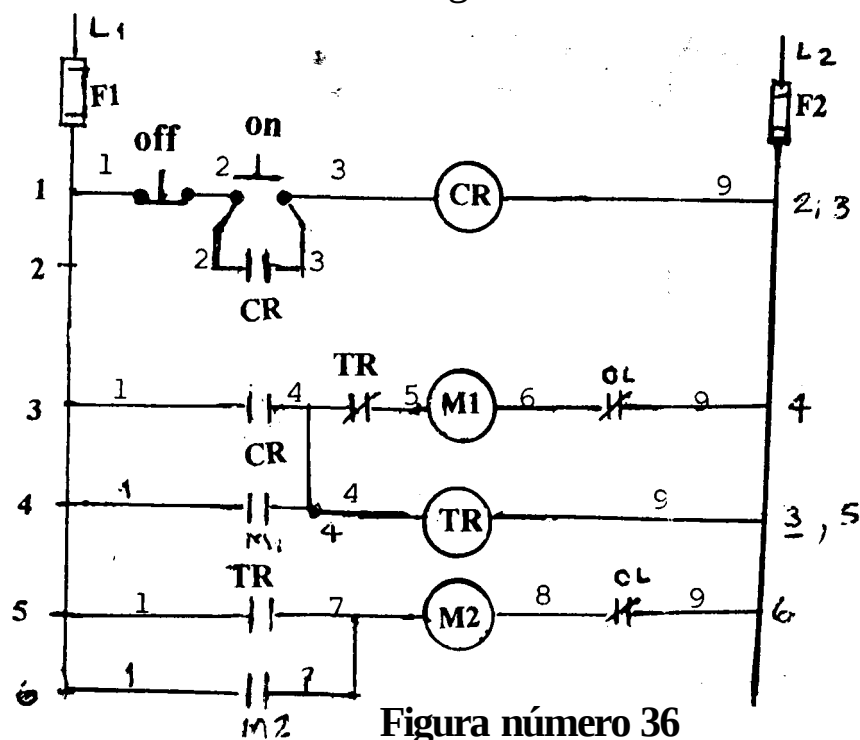


Figura número 36

The diagram shows a four-motor control system with two power lines, L1 and L2. L1 has a main switch F1 and a busbar with terminals 1 through 6. L2 has a main switch F2. The system includes four motors: KA1, KM1, KA2, and KM2. KA1 and KM1 are controlled by L1 through switches S1 and S2, and thermal relays A1 and A2. KA2 and KM2 are controlled by L2 through switches S3 and S4, and thermal relays A1 and A2. The diagram also shows interlocking contacts (KA1, KA2, KM1, KM2) and reverse protection contacts (F3, F4) to prevent simultaneous operation of forward and reverse motors.

Below the diagram, there are four tables corresponding to the four motors:

KA1		KM1		KA2		KM2	
a	c	a	c	a	c	a	c
2		4		5	3	6	
3							

Nótese que en este sistema la posición y condición de los contactos se representan entre dos líneas cruzadas que se coloca en la etapa en que se

halla la bobina donde la letra a representa contactos abiertos y la letra c representa contactos cerrado, los números debajo de cada letra indican en que etapa o escalera se encuentran estos contactos.

1.8 Inversión del sentido de giro en los motores eléctricos:

En múltiples ocasiones es necesario instalar equipos que tienen funcionamiento reversible por lo tanto es necesario que el motor impulsor tenga doble sentido de giro, es decir que pueda girar tanto a la izquierda como a la derecha manteniendo sus características de potencia y numero de revoluciones por minutos (pm.) igual en ambos sentido de giro.

Para invertir el sentido de giro en un motor es necesario saber de que tipo de motor se trata es decir:

1ero Si es un motor fase partida.

2do Si es un motor de corriente directa (DC).

3ero Si es un motor trifásico.

En el primer caso para invertir el sentido de giro en un motor de fase partida solo basta con intercambiar los terminales del devanado de arranque (T5 y T8).

En el segundo caso para invertir el sentido de giro a un motor de D. C . sólo basta con invertir la polaridad en las escobillas.

En el tercer caso para invertir el sentido de giro en el motor trifásico solo hay que intercambiar dos cualquiera de las líneas o fases que llegan al motor.

Para cualquiera que sea el caso si esto se ejecuta manualmente es necesario desconectar el motor para reconectarlo con el nuevo sentido de giro lo que conlleva gran perdida de tiempo si se tratara de sistemas como por ejemplo una grúa, una cepilladura, ascensores, etc. Sistemas estos que requieren que su motor tenga sentido de giro reversible.

Sin embargo la inversión del sentido de giro en un motor se puede lograr realizando circuitos de control que permitan permutar las lineas sin la necesidad de realizar ningún tipo de desconexión tal como lo muestran los diagramas que se exponen a continuación:

1) Diagrama de fuerza y control para invertir el sentido de giro en motores de fase partida.

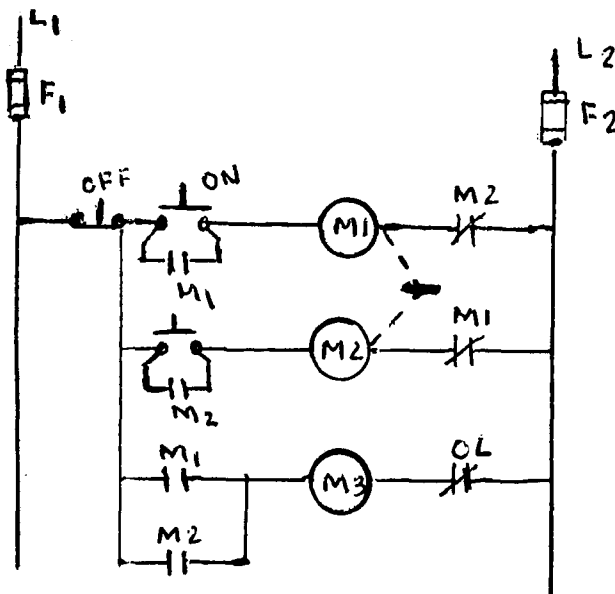
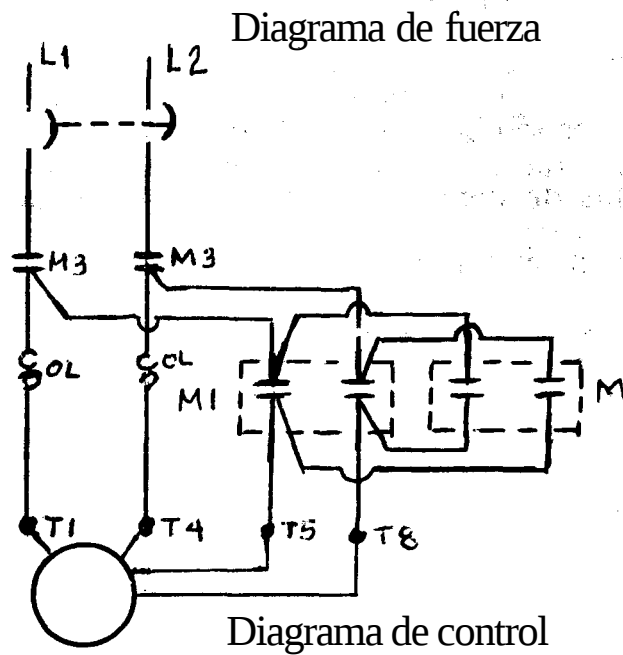


Figura número 38 (sistema americano)

Diagrama de fuerza

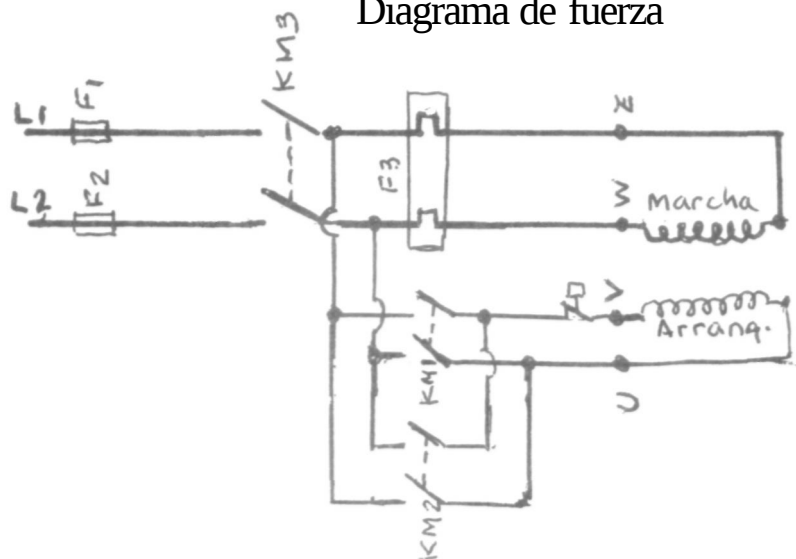


Diagrama de control

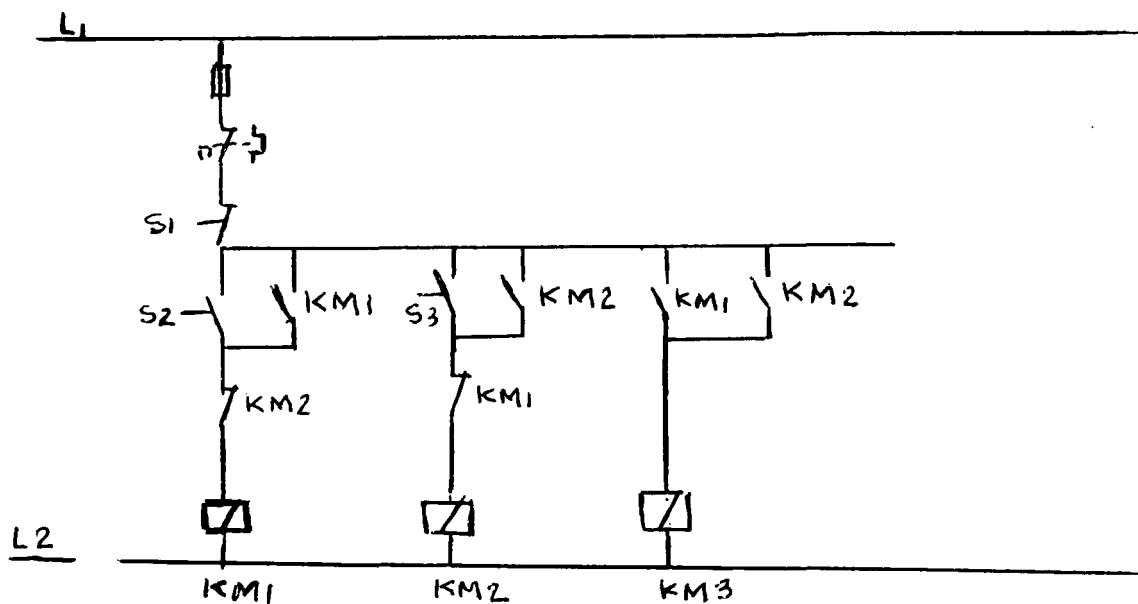


Figura número 38 a (sistema europeo)

Este mismo circuito puede utilizarse para invertir el sentido de giro a un motor de corriente directa (D. C).

2) Diagrama de fuerza y control para invertir el sentido de giro en motores trifásico.

Sistema Americano

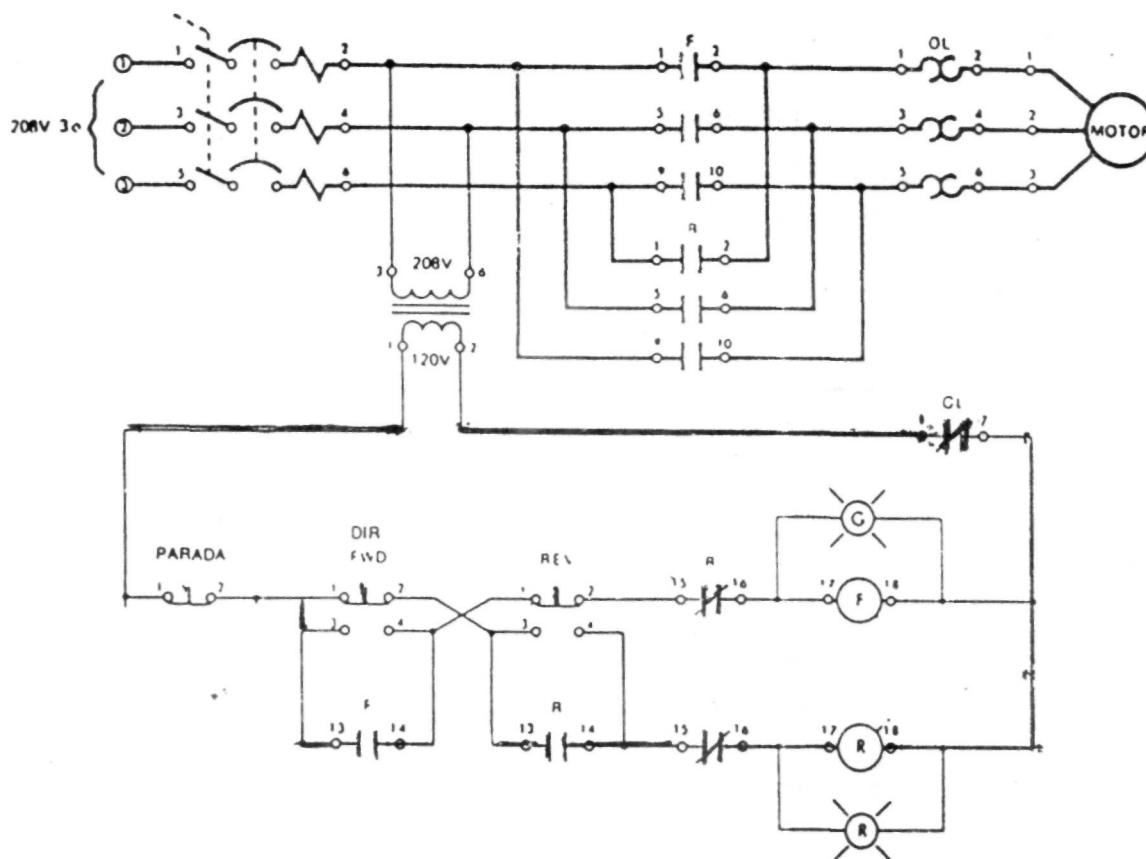


Figura número 39

Sistema Europeo

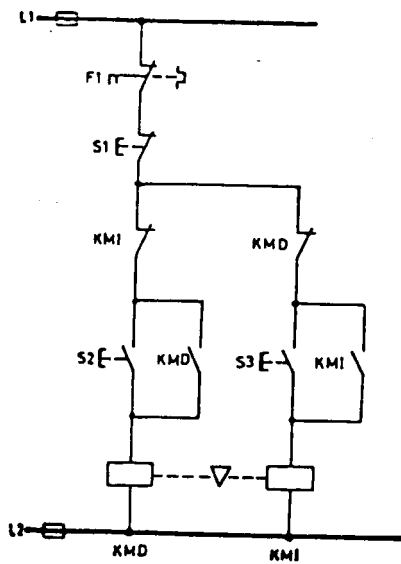
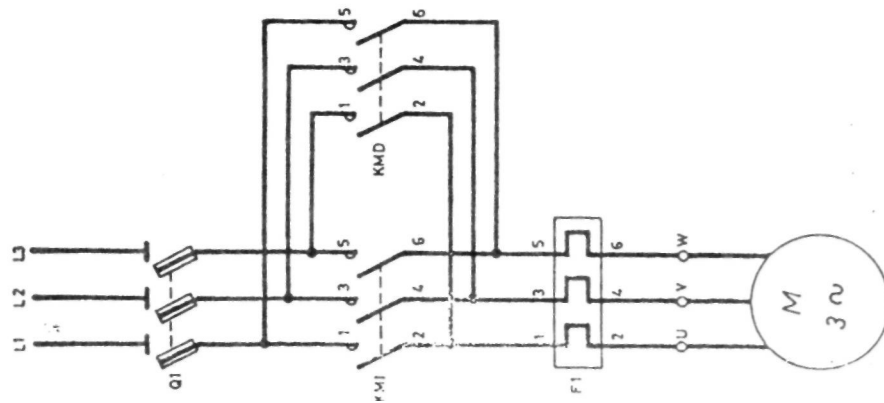
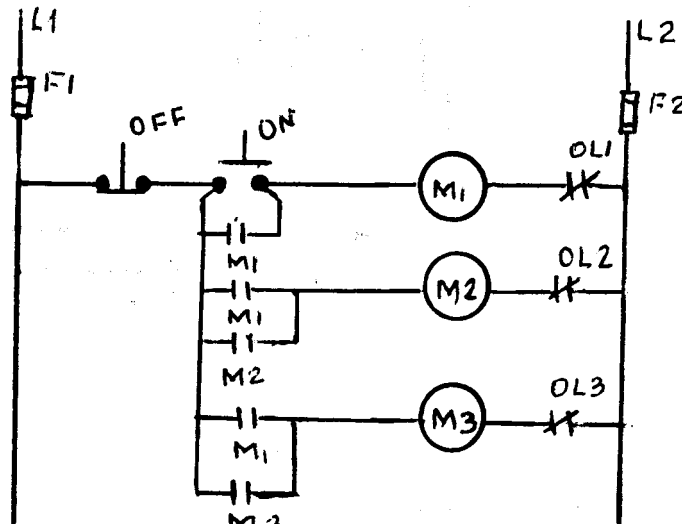


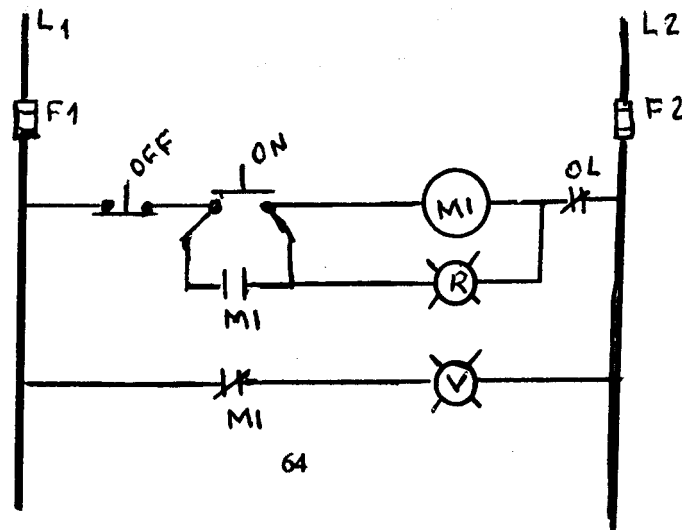
Figura número 39 a

I -9 Problemas de circuitos de control

1- Circuito de control para arrancar y parar tres motores de forma que arranquen los tres motores a la vez desde una sola estación de botonera, una sobrecarga en cualquiera de los motores debe afectar solo a este y no a los demás.

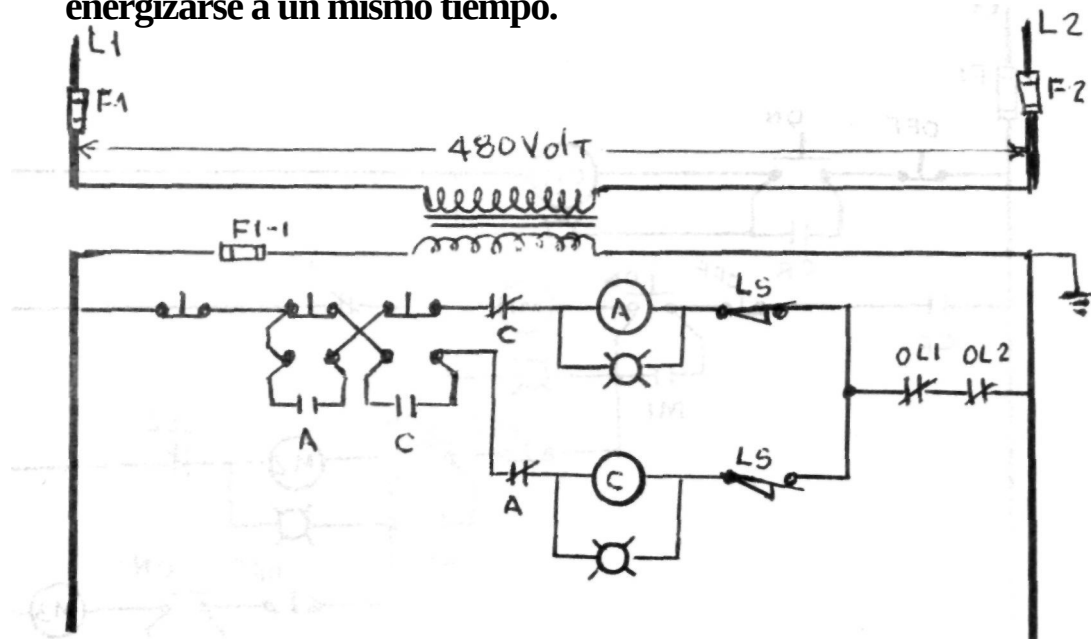


2- Circuito de control para arrancar un motor controlado de tal forma que una luz piloto debe indicar cuando está parado y una luz piloto para indicar cuando el motor esté funcionando.



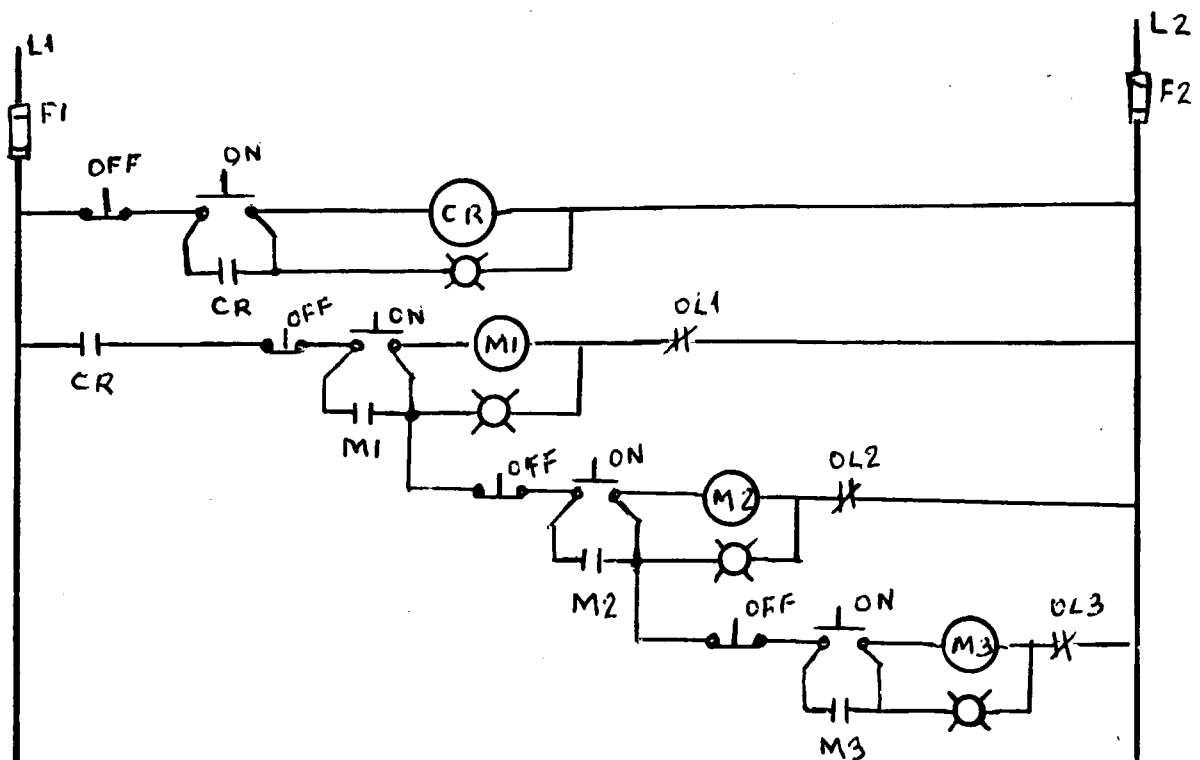
3- Diseñar un circuito de control para una puerta corrediza movida por un motor que debe funcionar de la siguiente manera:

- El circuito de fuerza es a 480 voltios pero el circuito de control es a 120 voltios.
- Al pulsar el botón para abrir una luz piloto verde debe indicar que se está abriendo.
- Al pulsar el botón de cierre otra luz piloto roja debe indicar que la puerta se ha de cerrar.
- El sistema debe constar con dos limit switch de manera que pare automáticamente en cualquiera de los dos sentidos, además debe tener enclavamiento mecánico y eléctrico de manera que las dos bobinas del sistema de arranque no puedan energizarse a un mismo tiempo.



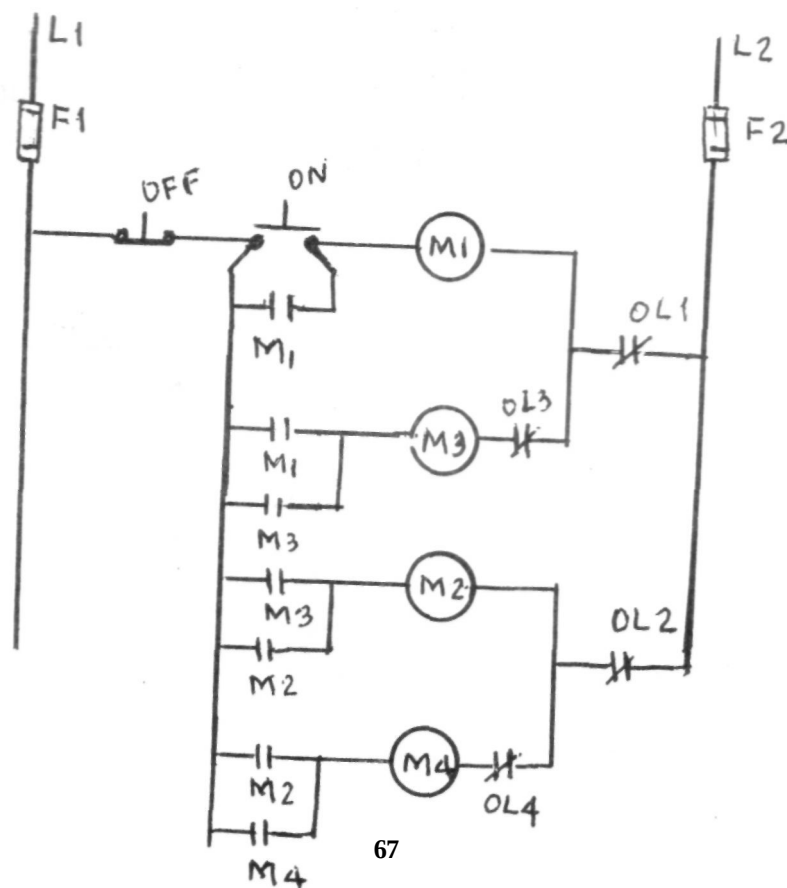
4- Dibuje el circuito de control para un sistema compuesto por tres motores y que debe funcionar de la siguiente manera:

- Por medio de una botonera arranque-paro debe activarse un relé de control el cual energizará una luz piloto roja para indicar que el sistema está energizado
- Para que cualquiera de los motores pueda encender es necesario que el relé de control esté energizado.
- El motor numero #2 solo podrá arrancar si el motor número # 1 está funcionando.
- El motor numero #3 solo podrá arrancar si los motores #1 y #2 están funcionando.
- Cada motor debe tener su propia botonera arranque paro y una luz piloto para indicar que está funcionando

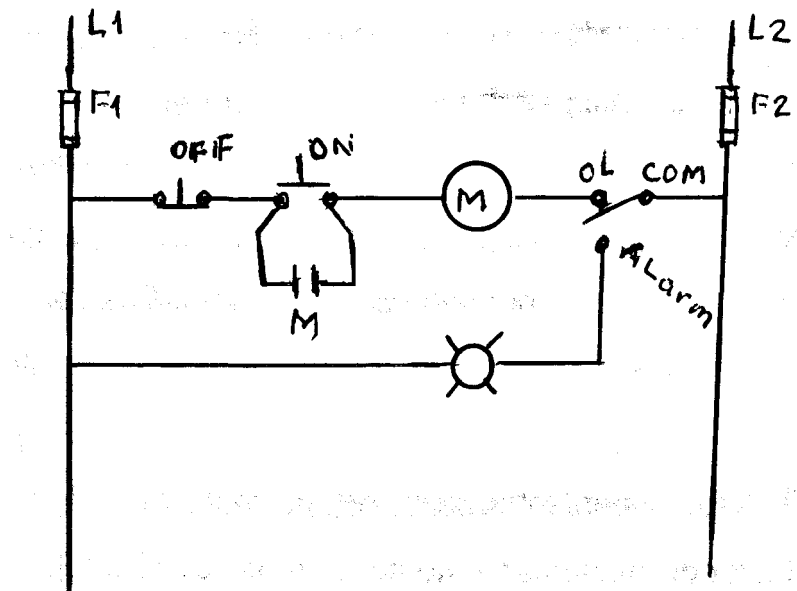


5- Diseñe el circuito de control para un sistema compuesto por cuatro motores que deben funcionar de la siguiente manera:

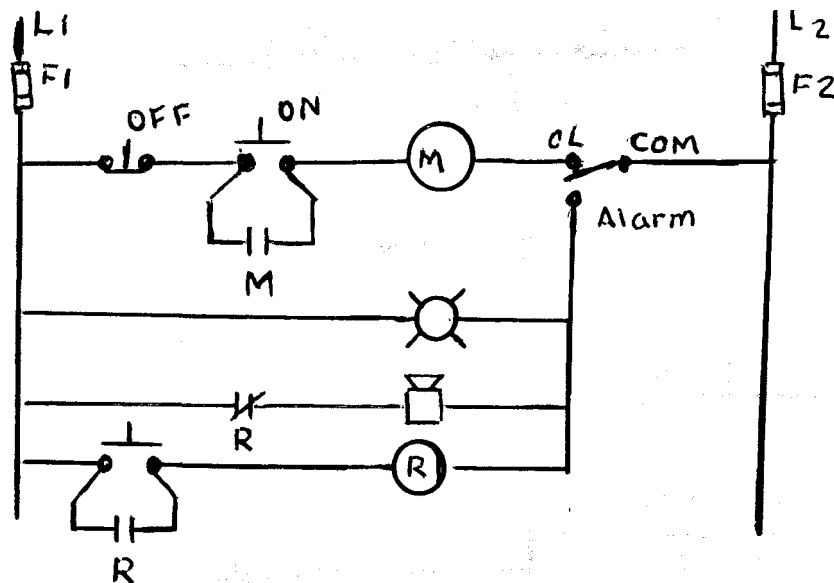
- Al pulsar el botón de arranque deben arrancar los cuatro motores al mismo tiempo
- Si se dispara por sobrecarga el motor #1 debe detenerse también el motor #3 y seguir funcionando los motores #2 y #4, pero si se dispara por sobrecarga el motor #2 debe también detenerse el motor #4 y seguir funcionando los motores #1 y #3.
- El disparo por sobrecarga de los motores #3 o #4 no debe afectar el funcionamiento de los motores #1 o #3.
- Al pulsar el botón de paro deben detenerse todos los motores.



6- Circuito de control para arrancar un motor y con luz piloto para indicar que el motor se disparó por sobrecarga.



7- Circuito de control con luz piloto y alarma para indicar que el motor se disparó por sobrecarga, dicha alarma se desconecta por medio del contacto normalmente abierto de una botonera y un contacto normalmente cerrado de un relé auxiliar.



TEMA II

II.1 Los Temporizadores:

Son dispositivos que tienen como función el conteo o retardo de tiempo del funcionamiento o parada de un sistema o parte del sistema. Los Temporizadores se pueden clasificar:

1 Según el estado en que se encuentre la bobina para realizar su conteo:

- **Temporizadores a la conexión (On Delay).**

Estos son temporizadores que inician su conteo o retardo de tiempo para hacer cambiar de posición sus contactos en el mismo instante en que su bobina es energizada.

- **Temporizadores a la desconexión (Off Delay).**

Son Temporizadores que se caracterizan porque cuando su bobina se energiza sus contactos cambian de posición de manera instantánea, pero el cambio retardado de sus contactos lo realizan después que su bobina se desenergiza.

2 Según la forma de repetir el conteo

- **Temporizadores cíclicos:**

Son Temporizadores que repiten su conteo o retardo de tiempo periódicamente por si mismo después que su bobina se ha energizado.

- **Temporizadores no cíclicos:**

Son aquellos Temporizadores que se caracterizan por no repetir su conteo o retardo de tiempo después que su bobina se ha energizado y para reiniciar

su conteo o retardo de tiempo es necesario desenergizarlo y energizarlo de nuevo.

3 Según el medio utilizado para realizar su conteo o retardo de tiempo:

- **Temporizadores neumáticos:**

En este tipo de relé temporizado o simplemente temporizados el retardo de tiempo se regula controlando la entrada de aire hacia el interior de un cilindro neumático. Dentro del cilindro se desplaza un pistón el cual esta unido a un vástago que mueve el elemento portador de los contactos para hacerlo cambiar de posición. La figura número 40 muestra este tipo de relé temporizado, en este se puede observar que al energizar la bobina del relé la armadura móvil del mismo ejerce una fuerza sobre el pistón que tiende a desplazarlo lo cual hace que sus contactos cambien de posición, el tiempo de desplazamiento del pistón y cambio de posición de los contactos se regula controlando el paso de aire hacia el exterior de la tobera. Cuando la bobina es desenergizada se elimina la presión sobre el pistón y el aire empieza a penetrar al interior del cilindro a través de la válvula de retención obligando a que el pistón retroceda y los contactos vuelvan a su posición normal.

Existen otros tipos de Temporizadores que en lugar de un pistón tiene un

sus contactos cambien de posición. La figura número 41 muestra el Temporizador electrónico.

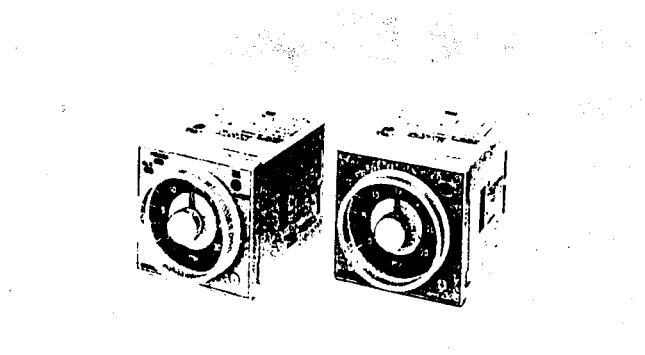


Figura número 41

- **Temporizadores electromecánicos**

Estos pertenecen al grupo de Temporizadores no cíclicos que consta de un motor asincrono cuya velocidad depende únicamente de la frecuencia de la corriente que lo alimenta y que arrastra un árbol de levas en su movimiento por medio de un juego de pifiones o ruedas dentadas que se encargan de variar la velocidad según el tiempo que se desee obtener.

Estos Temporizadores están dotados de una escala graduada con dos agujas indicadoras superpuestas, una de las agujas se deja fija en el tiempo que se desee controlar mientras que la otra se desplaza hacia el cero de la escala arrastrada por el árbol de levas produciéndose en este momento el

i accionamiento de los contactos temporizados. La figura número 42 muestra **este tipo** de Temporizadores.

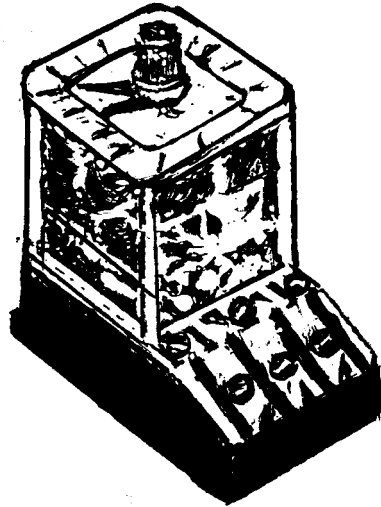


Figura número 42

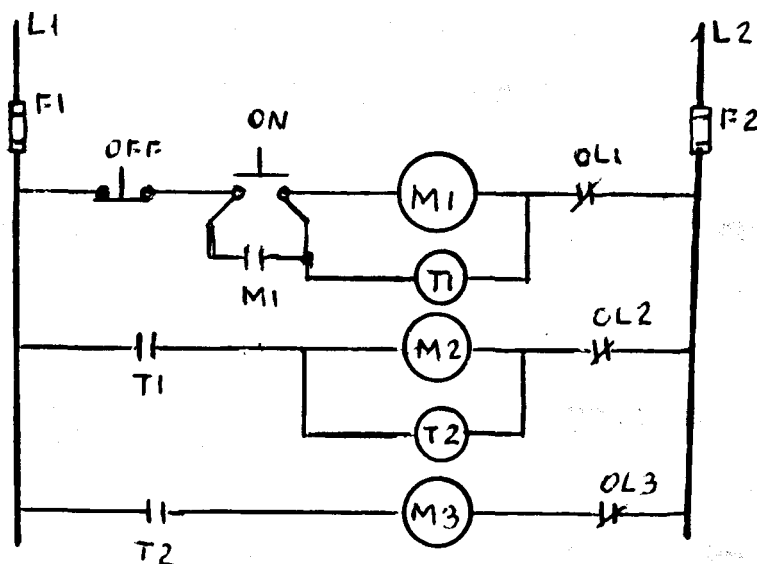
En sentido general e independientemente del tipo de Temporizador que se utilice una de las ventajas mas importantes que estos ofrecen a los circuitos automáticos es la posibilidad de establecer con gran exactitud las secuencias de las operaciones que forman los ciclos de funcionamiento de determinados equipos, ya que estos permiten ajustar los tiempos en distintas unidades como por ejemplo días, horas, minutos, segundo, etc. Según la necesidad. Dentro de las aplicaciones secuenciales que pueden tener los Temporizadores podemos mencionar:

- Control de maniobra en arrancadores a tensión reducida

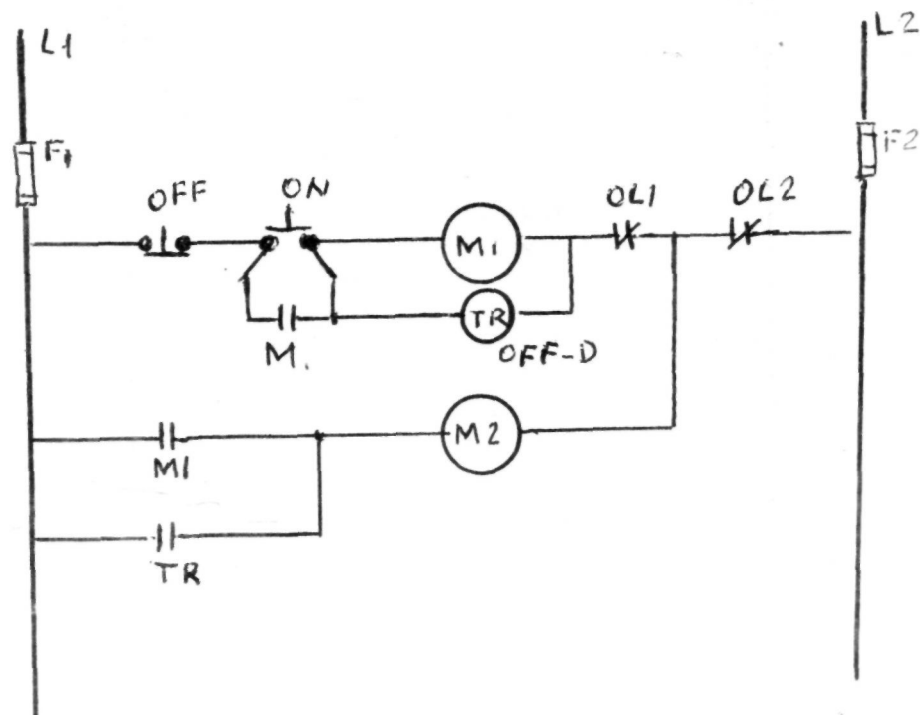
- Control de secuencias repetitivas, por ejemplo sistemas de control de semáforos.
- Arranque secuenciales en sistemas, por ejemplo en sistemas de transferencia automática de carga para que la planta de emergencia no asuma al mismo tiempo la totalidad de la carga cuando falla la energía

II - 2 Ejercicios prácticos de sistemas de controles utilizando Temporizadores.

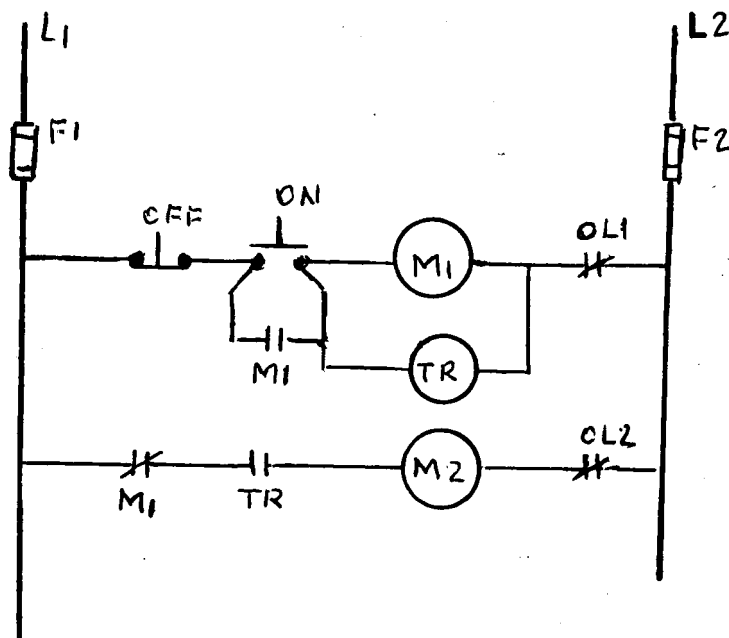
1. Se desea poner en funcionamiento tres motores los cuales deben funcionar directo a la línea, pero entre sus arranques debe haber un retardo de tiempo de 3 segundos. Dibuje el circuito de control correspondiente a este sistema teniendo en cuenta que el disparo del relé de sobre carga en cualquiera de los motores debe afectar a este y no a los demás.



2. Se desea poner en funcionamiento simultáneamente dos motores con arranque directo a la línea desde una sola botonera arranque paro y deben cumplirse a las siguientes condiciones.
- a) Al pulsar el botón de arranque en la botonera arranque paro deben arrancar ambos motores.
 - b) Al pulsar el botón de paro o dispararse el relé térmico de sobrecarga de motor #1 debe pararse este motor y 4 segundos después debe detenerse el motor #2, además, si se dispara por sobrecarga el motor #2 debe detenerse todo el sistema.

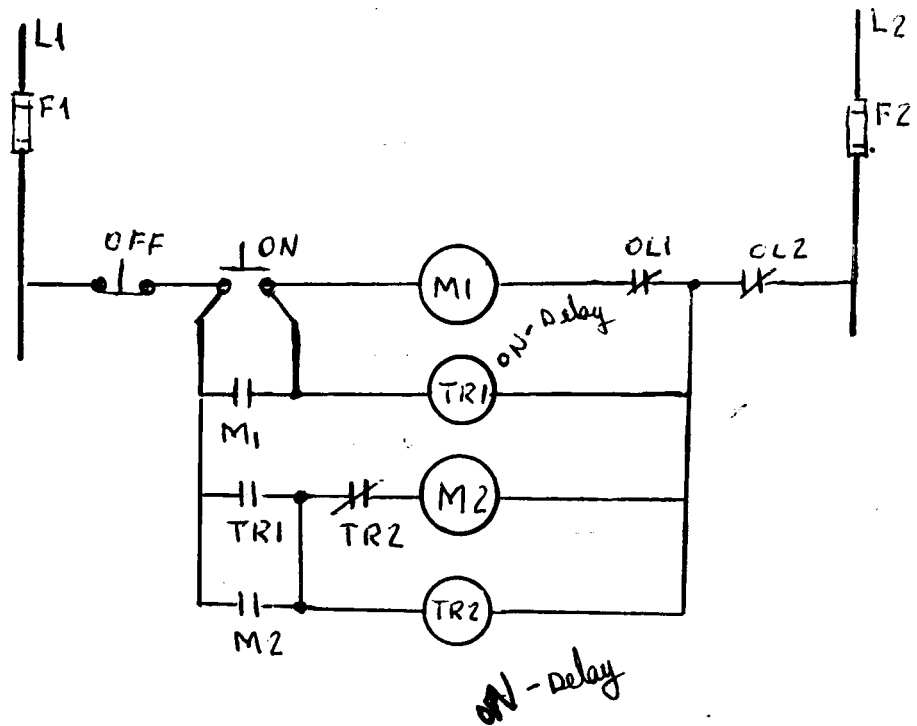


3. Diseñe el circuito de control para un sistema compuesto por dos motores que deben funcionar de la siguiente manera.
- a) Al pulsar el botón de arranque en la botonera arranque paro debe arrancar el motor #1, el cual seguirá funcionando hasta que se pulse el botón de parada, o se dispare por sobrecarga
 - b) Cuando el motor #1 se detenga, se pondrá en funcionamiento el motor #2, el cual funcionará por tiempo de un minuto.



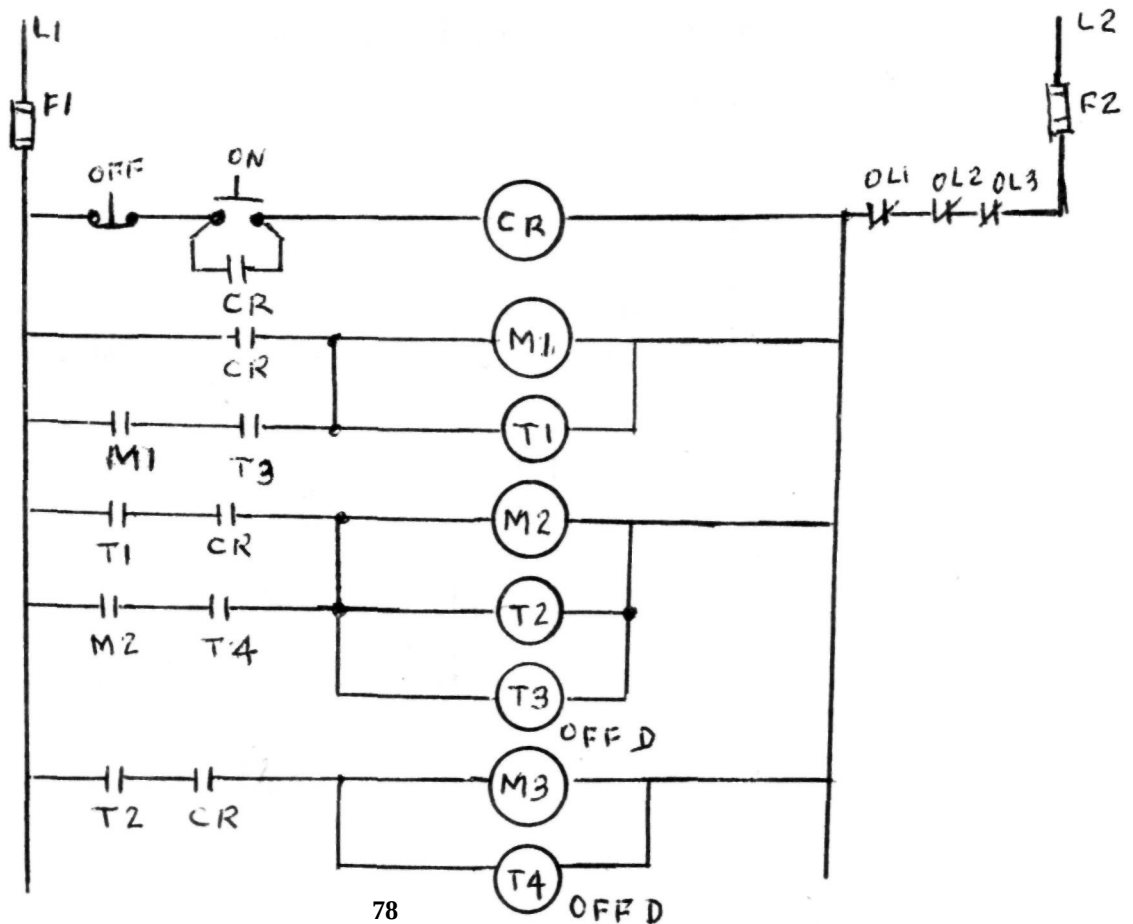
4. Diseñe el circuito de control para poner en funcionamiento dos motores los cuales deben funcionar de la siguiente manera:

- Al presionar el motor de arranque en la botonera arranque paro debe arrancar el motor #1 y 20 segundos después debe arrancar el motor #2, el cual funcionará por tiempo de un minuto y luego se detendrá mientras que el motor #1 seguirá funcionando.
- Al pulsar el botón de parada se detendrán ambos motores a la vez.
- Si se dispara por sobrecarga el motor #2 se detendrán ambos motores, mientras que si se dispara por sobrecarga el motor # 1, el motor #2 debe seguir funcionando.

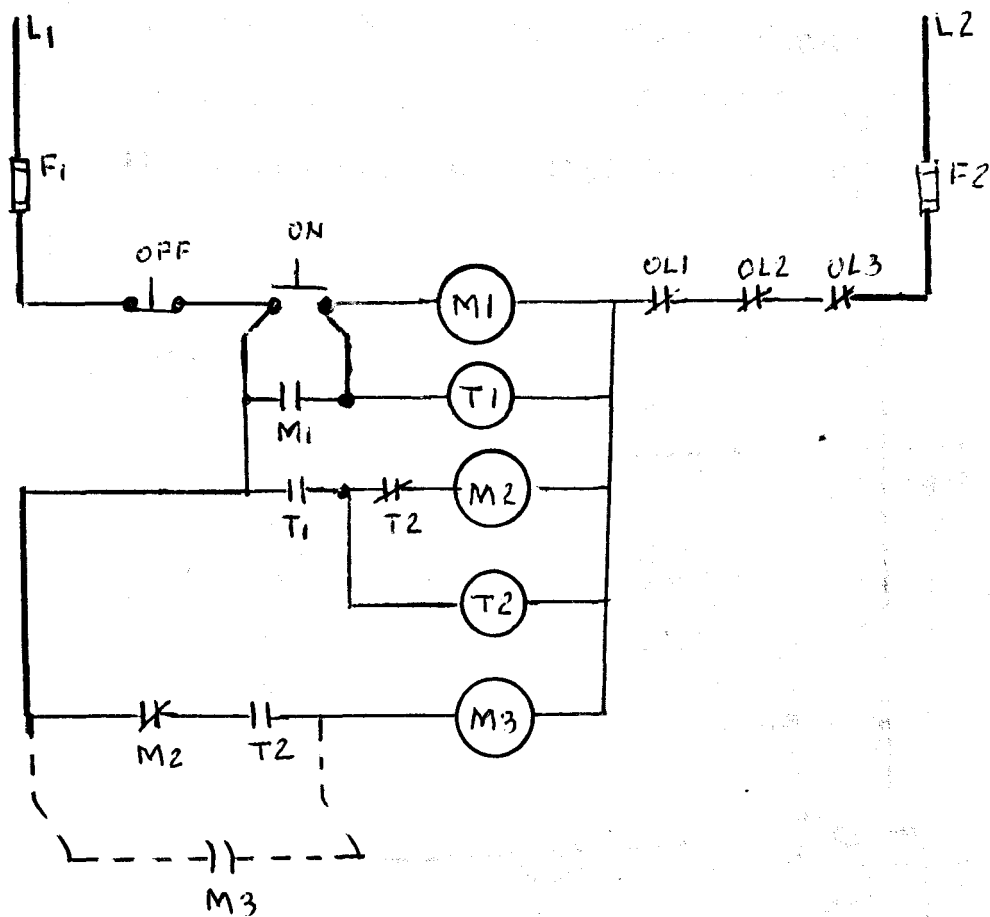


5. Dibuje el circuito de control para gobernar tres correas transportadoras que deben funcionar de la siguiente manera:

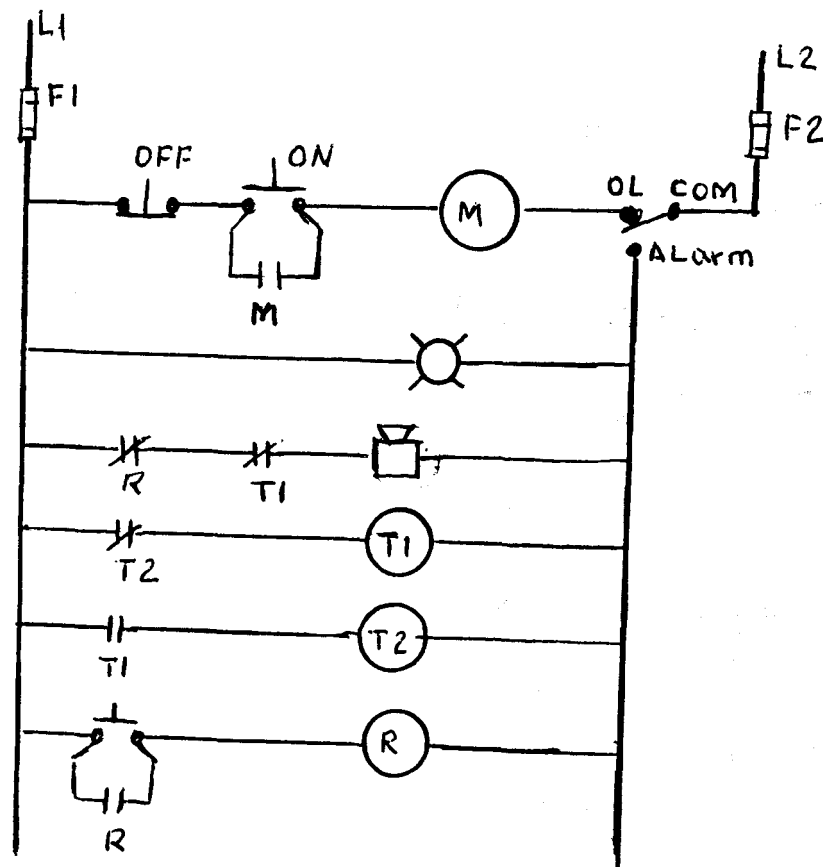
- Al pulsar el botón de arranque en la botonera de arranque paro debe energizarse un relé de control y arrancar el motor # 1 pero tres segundos después debe arrancar el motor #2 y cinco segundos después debe arrancar el motor #3.
- Al pulsar el botón de parada primero debe detenerse el motor #3, cinco segundos después debe detenerse el motor #2 y cinco segundos mas tarde debe detenerse el motor #1.
- Una sobrecarga en cualquiera de los motores hará que se detenga todo el sistema



6) Al pulsar el botón de arranque debe ponerse en funcionamiento el motor #1 pero 5 segundos después debe arrancar el motor #2 el cual debe funcionar por espacio de 20 segundos, al cabo de este tiempo el motor #2 debe pararse y poner en funcionamiento el motor #3 el cual seguirá funcionando hasta que se pulse el botón de paro o se presente una sobrecarga que pare todo el sistema.



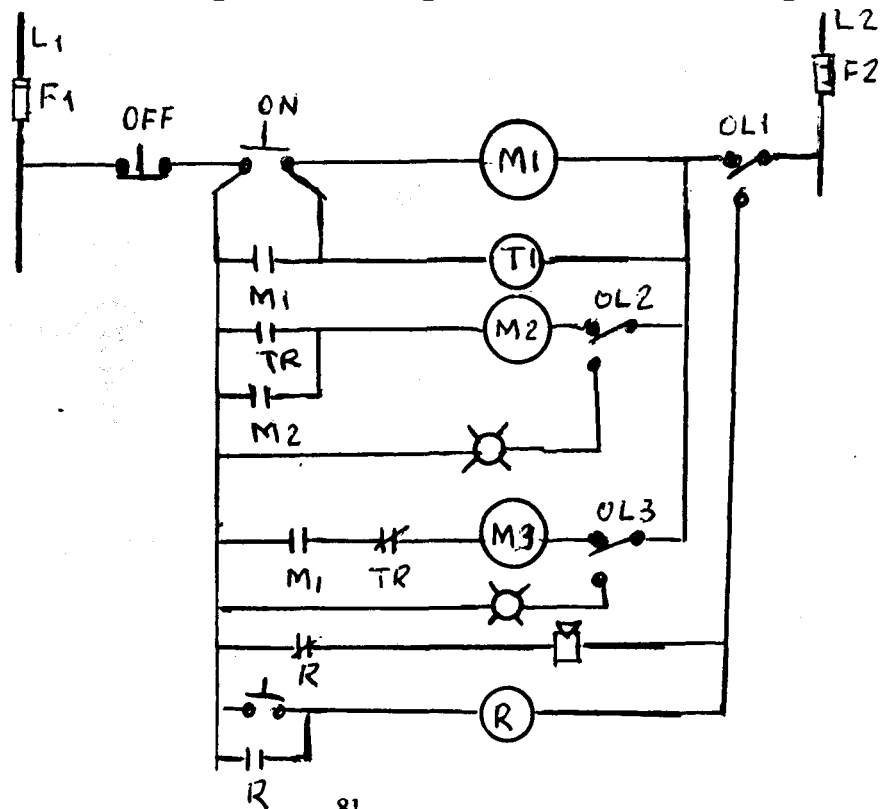
7) Diseñe circuito de control para arrancar un motor por medio de un arrancador a la línea y una botonera arranque paro que debe funcionar de la siguiente manera. Al pulsar el botón de arranque debe encenderse el motor, pero si hay una sobrecarga el motor debe dispararse y al mismo tiempo debe encenderse un luz piloto y sonar una alarma indicando la causa de la parada del motor. Dicha alarma debe sonar 6 segundo cada 3 segundos, hasta que se restablezca el circuito o se desconecte la alarma por medio de un contacto de un relé auxiliar y una botonera de contacto momentáneo normalmente abierto.



Al pulsar el botón de arranque (start) se pongan en funcionamiento los motores #1 y #3, pero 20 segundos después debe arrancar el motor #2 y pararse el #3.

b) El sistema debe disponer de una forma de desactivar la alarma audible de manera que no haya ruido mientras se detecta la causa de la sobrecarga.

d) Al pulsar el botón de paro deben pararse los motores que estén funcionando.



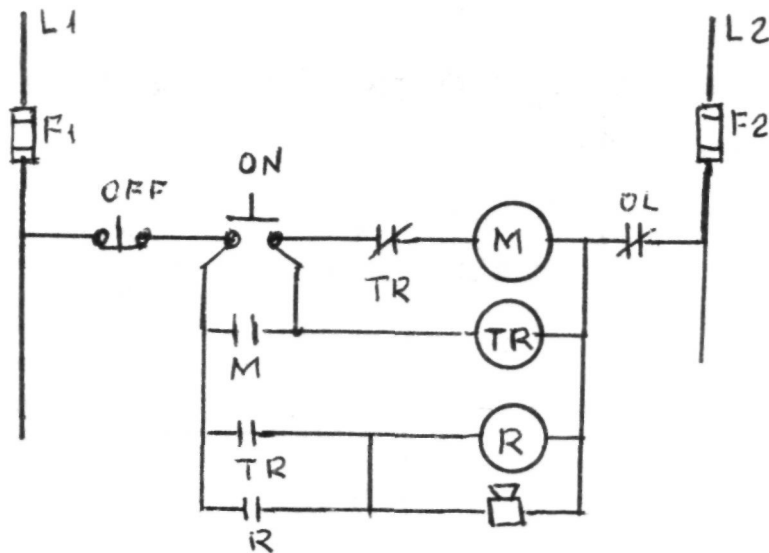
9) Diseñar un circuito de control para un mezclador que debe funcionar de la siguiente manera:

a) Al pulsar el botón de arranque en la botonera arranque-paro debe poner en marcha el motor del mezclador, el cual funcionará por tiempo de 30 minutos.

b) Al cabo de los 30 minutos el moto mezclador se detendrá y sonará una alarma indicando que el tiempo de mezcla ha terminado.

Esta alarma estará sonando hasta que se pulse el botón de paro de la botonera.

c) El sistema debe constar con un relay auxiliar el cual mantendrá la alarma sonando hasta que se pulse el botón de paro.



TEMA III

III .1 Arrancadores a tensión reducida.

Hasta el momento todo lo tratado con respecto al arranque y maniobra de los motores se refiere al arranque directo a la línea o a pleno voltaje de los motores, esto no es problema cuando los motores que se han de maniobrar son de pequeñas capacidades.

Pero como sabemos cuando se arranca un motor de inducción o jaula de ardilla directamente a las líneas su corriente de arranque puede llegar a ser hasta cinco veces su corriente nominal o de plena carga, entonces si se arranca una motor de inducción de gran capacidad en HP directo a las líneas la corriente que este demandaría durante el periodo de arranque seria sumamente elevada lo que provocaría grandes perturbaciones en el funcionamiento de otros equipos tales como pequeños motores, acondicionadores de aire, y sistemas de iluminación, etc.

Entonces para mantener la corriente de arranque de estos motores por debajo de los limites de la corriente que pudiera causar estas perturbaciones se utilizan durante el arranque los llamados arrancadores a tensión reducida, dentro de los cuales podemos mencionar:

- **Arrancadores por resistencias:**

En este tipo de arrancadores se interconectan tres resistencias a las lineas del motor las cuales causan una caída de voltaje en las lineas de alimentación del motor que provoca que el motor arranque a una tensión menor que su

tensión de funcionamiento nominal. De esta manera el motor arranca lentamente y a medida que este se va acelerando genera una mayor fuerza contra electromotriz con lo cual la corriente demandada se mantiene dentro de su valor nominal, después que el motor ha alcanzado su velocidad nominal las resistencias quedan suprimidas por medio de un juego de contactos que la ponen en cortocircuito o la sacan de servicio.

Existen dos tipos de arrancadores por resistencias que son:

Arrancadores por resistencias primarias, en estos las resistencias quedan conectadas durante el arranque al devanado estatorico del motor.

Arrancadores por resistencias secundarias, en estos las resistencias se hallan conectadas durante el arranque al devanado rotórico del motor, en este último caso el motor debe ser de rotor devanado o bobinado con anillos colectores

La figura número 43 muestra un diagrama de arrancador por resistencia.

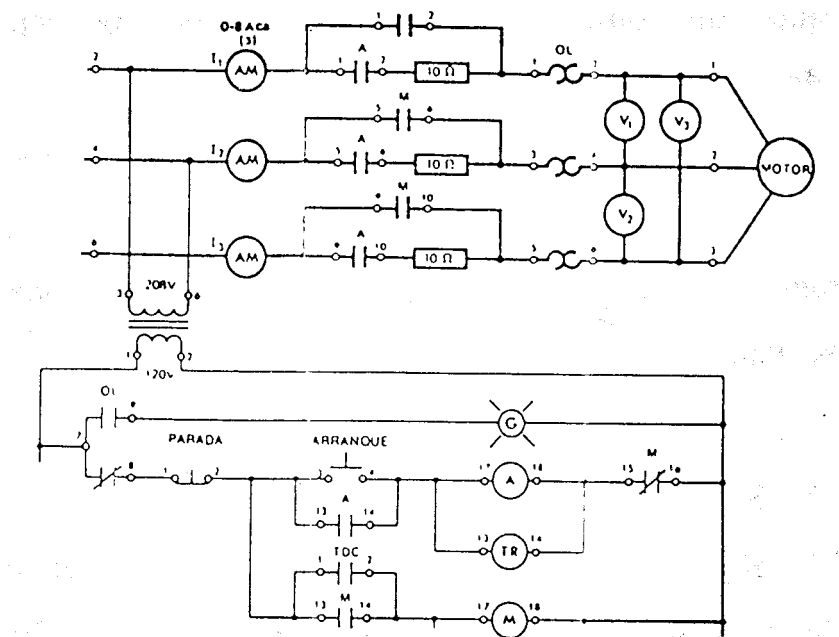


Figura número 43

- **Arrancadores por auto transformador.**

Estos tipos de arrancadores se caracterizan por tener tres auto-transformadores cada uno con derivaciones o taps de forma tal que se le pueda aplicar al motor distintos porcentaje de tensión de arranque, pero debe elegirse aquel porcentaje de voltaje que proporcione el mejor par de arranque y la menor corriente de arranque.

Durante el periodo de arranque los tres auto transformadores quedan conectados en estrella y aplicándole al motor el porcentaje de tensión requerida, lográndose con esto que la corriente de arranque se reduzca de manera considerable.

La principal ventaja de este tipo de arrancadores es que no convierten energía en calor como ocurre con los arrancadores por resistencia.

La figura número 44 muestra el diagrama de fuerza y control del arrancador por auto transformador.

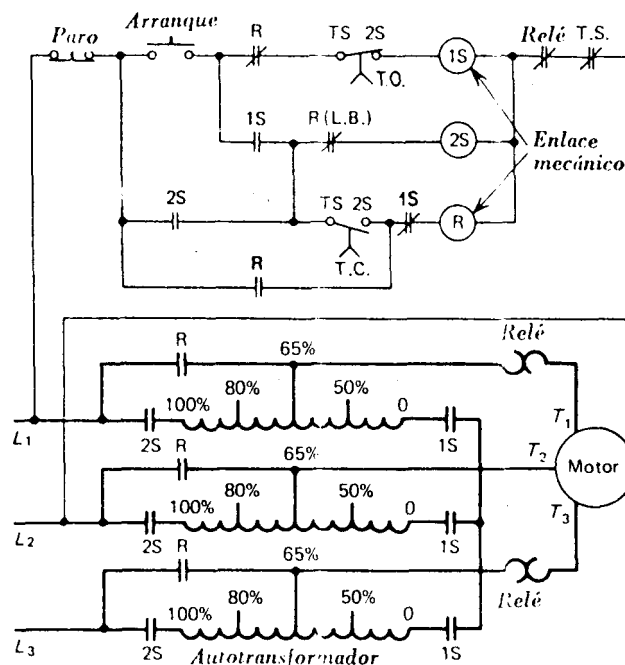


Figura número 44

- **Arrancadores por devanado parcial (part winding).**

Este tipo de arrancadores se utilizan con motores de doble etapa de aceleración ya sea conectados en estrella o conectados en delta, pero independientemente del tipo de conexión que sea del interior del motor deben tener seis terminales que son T1, T2, T3, T7, T8, T9, de tal forma que al arrancar el motor primero entra la parte correspondiente a los terminales T1, T2, y T3, y luego la parte correspondiente a los terminales T7, T8 y T9 es decir que el motor arranca primero con una parte de su devanado y luego entra la otra parte, de ahí su nombre de arrancador por devanado parcial. La figura número 45 muestra el diagrama de fuerza y control del arrancador por devanado parcial.

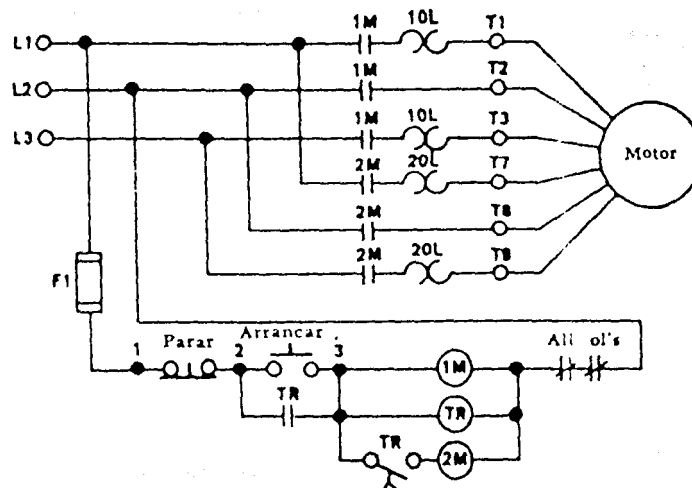


Figura numero 45

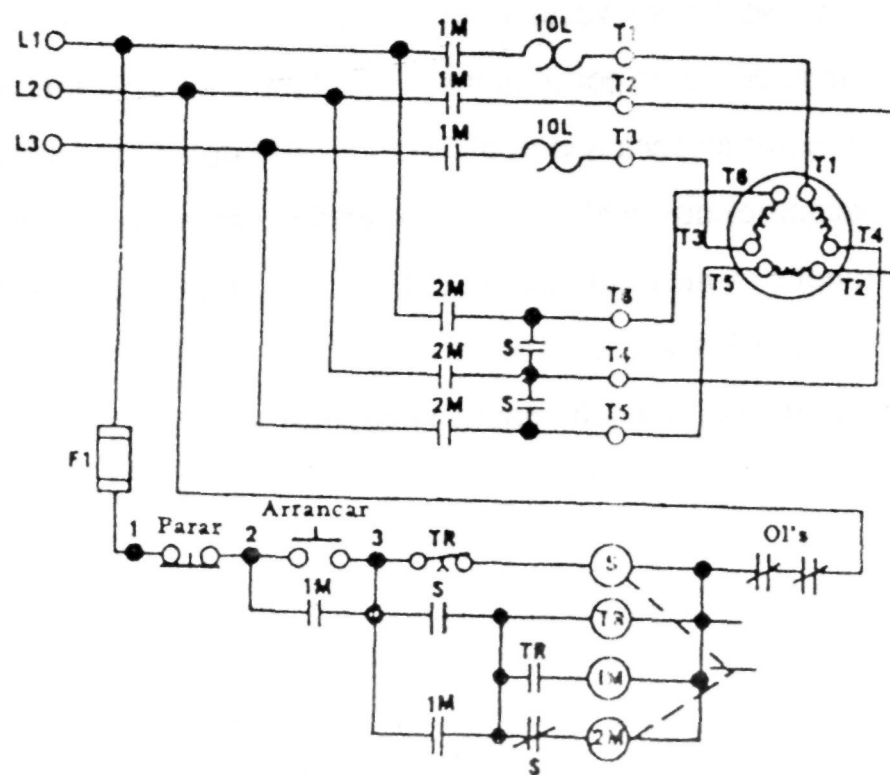
- **Arrancadores estrella delta.**

Este tipo de arrancadores solo puede utilizarse con motores trifásicos que funcionen conectado en delta, ya que si se conecta un motor trifásico para funcionar en delta cada una de las fases de su devanado estatórico quedara conectada al voltaje de línea por ejemplo 240 voltios pero si este mismo motor se conecta durante el arranque en estrella cada fase quedara sometida a un voltaje que será $1/\sqrt{3}$ veces el voltaje de líneas del motor es decir 0.58 veces el voltaje de líneas por lo tanto puede notarse que durante el periodo de arranque el motor arranca con el 58% del voltaje de alimentación y luego de haber arrancado el devanado estatórico queda conectado en delta. Para este tipo de arranque es necesario que al exterior del motor salgan seis terminales que son T1, T2, T3, T4, T5, y T6.

Los arrancadores estrella delta pueden clasificarse:

De transición abierta:

En este tipo de arrancador el motor que desconectado momentáneamente de las líneas de alimentación durante el tiempo que ocurre el cambio de estrella a delta. La figura número 46 muestra el diagrama de fuerza y control de este tipo de arrancadores.



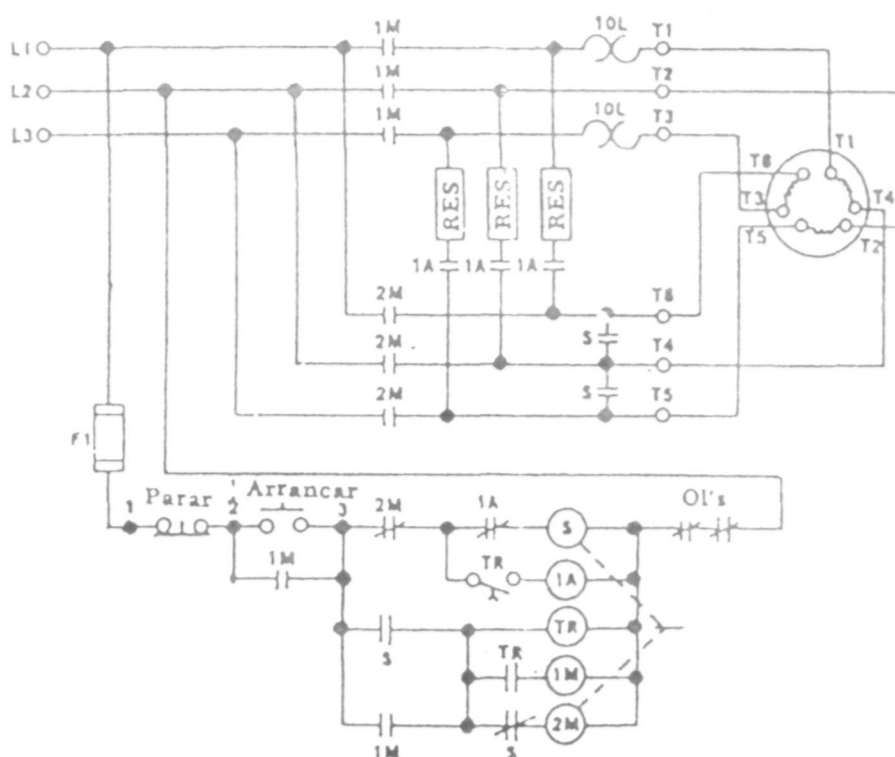
Estrella-Delta transición abierta;

Figura número 46

De transición cerrada

En este tipo de arrancadores se logra la transición cerrada intercalando resistencias en los puntos de desconexión las cuales mantienen cerrado el circuito durante el periodo de transición de estrella a delta.

La figura número 47 muestra el diagrama de tuerza y control de este tipo de arrancadores.



Estrella-delta transición cerrada

Figura número 47

TEMA IV

MANTENIMIENTO A LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL

Una de las condiciones o reglas indispensables en todo sistema de mantenimiento es ser cuidadoso en la realización de las inspecciones y trabajos de mantenimiento. La falta de sentido común y negligencia al no tener en cuenta las precauciones y reglas de seguridad son dos factores impermisibles durante la ejecución de estas tareas, ya que podrían conducir a perjuicios o daños tanto a los equipos o sistemas como al personal que ejecuta los trabajos.

IV-1 Procedimiento general para el mantenimiento a los sistemas de control

Un buen sistema de mantenimiento tiene como requisito principal, el establecimiento de un plan de inspección periódica y organizada, ya que esto evitaría que produzcan averías en los equipos y como consecuencia de esto, paros imprevistos.

Una buena inspección periódica no debe incluir solamente los dispositivos eléctricos, sino también las partes de la maquina o equipos, así como la observación del desgaste y deterioro de sus partes, lo que permitirá la planificación para su reposición antes de que ocurra una avería.

Una de las principales causas de averías en los dispositivos de control es la presencia de humedad, grasa, polvo, aceite, por lo tanto estos contaminantes deben eliminarse periódicamente para que los sistemas puedan funcionar correctamente sin la posibilidad de paradas imprevistas.

Siempre que sea posible el polvo debe ser eliminado usando tropa o lanilla, pero esto no siempre resulta efectivo para eliminar el aceite, la grasa y la humedad, las cuales se eliminan con removedores especiales, que se utilizan para tales fines.

En algunas ocasiones estos contaminantes principalmente el polvo puede removerse soplando con un chorro de aire seco a muy baja presión las partes del sistema de control, teniendo la precaución de que no se vayan a flojar los cables, y se puedan producir averías posteriores. También hay que tener la debida precaución de que al soplar con el chorro de aire los equipos y dispositivos no le vayan a caer partículas en los ojos a quien realice esta operación de remoción y limpieza, por lo que se recomienda utilizar lentes de seguridad.

Luego que se ha terminado la operación de limpieza y remoción por medio del chorro de aire es recomendable rociar los dispositivos de control con un removedor de humedad y por ultimo retocar o reapretar todos los tornillos donde hay conexión de cables eléctricos, así como los posibles empalmes con conectores y enchufes.

Una inspección periódica también debe incluir el chequeo de la temperatura el equipo, ya que la continuidad de cualquiera de estas causas anormales pueden resultar en deterioro del equipo y podrían conducir a paros o averías.

Durante la inspección periódica deben revisarse que todas las conexiones estén apretadas, ya que la flojedad y falsos contactos en las conexiones eléctricas son causas potenciales de paros y averías, o del mal funcionamiento de un equipo.

Una buena inspección periódica a los sistemas de control debe prever que se produzcan cortocircuito y contacto a masa o aterrizaje en los equipos, por lo tanto deben siempre revisarse las condiciones de aislamiento en los equipos, mediante el uso de un megger.

Toda persona que se encargue del mantenimiento de un sistema debe tener en cuenta que:

- Debe familiarizarse con este equipo para lo cual debe tratar de conocer mecánica y eléctricamente con la finalidad de poder detectar posibles causas de fallas y averías.**
- Debe ser un buen observador a fin de que al pasar próximo al equipo pueda detectar causas de posibles fallas como por ejemplo, ruidos y temperaturas anormales, entre otras cosas.**

En sentido general un buen procedimiento de mantenimiento a equipos y sistemas de control se puede resumir en lo siguiente.

- Inspeccionar periódicamente los equipos**
- Verificar que no hayan conexiones flojas**
- Mantener los equipos libres de polvo, humedad y grasa, de los dispositivos y motores, así como la verificación de ruidos extraños en**

IV-2 Mantenimiento a los arrancadores y contactores o Relés Magnéticos

Los contactos de estos dispositivos son una de las causa principales de avería, por lo tanto deben ser inspeccionados con cierta frecuencia para determinar el estado de deterioro e que se encuentren, ya sea por picadura causada por el arco eléctrico que se forma durante el cierre o apertura de los mismos o por desalineación de los mismos.

Si los contactos están picados es necesarios esmerilarlos o limarlos suavemente usando papel de esmeril de grano fino, pero teniendo la precaución de no arrancar mucho material de la superficie de contacto o deformarlo, ya que esto provocaría que no haya suficiente presión en los mismos y por lo tanto su cierre seria inadecuado, dando como resultado deterioro posteriores.

Cuando los contactos están hecho de cobre generalmente a causa del arco eléctrico producido por el cierre y apertura se crean capas de oxido de cobre la cual se convierte en un aislante que debe ser eliminado.

Si los contactos son de aleación de plata no es recomendable que sean esmerilados o limados a menos que la picadura que presenten sea muy pronunciada.

Además de inspeccionar la picadura y desalineación de los contactos es muy importante chequear la tensión o presión de sus resortes, ya que la falta de presión de sus resortes provocaría arcos excesivos y por consiguiente picaduras en dichos contactos.

Durante la inspección debe chequear si hay ruidos excesivos en los contactores y arrancadores ya que ruidos magnéticos excesivos pueden ser causados por suciedad, y óxido entre las partes que componen núcleo magnético, otra causa de ruido puede ser debida a bobina o polo de sombra rota o en mal estado.

Otras de las partes que periódicamente deben ser inspeccionadas en los arrancadores magnéticos, son los elevadores de sobrecarga, ya que como estos funcionan muy poco pueden acumular suciedad, polvo y corrosión, las cuales deben eliminarse durante la inspección.

También estos deben ser sometidos a la acción de disparo o trip, comprobando a la vez si sus contactos que son de accionamiento mecánico, cambiar de posición. Además si se dispone del equipo apropiado de prueba los relevadores deben someterse a la acción de una alta corriente para determinar si su rango de disparo o trip esta dentro de lo especificado por el fabricante.

IV-3 Causas de averías en estos dispositivos:

Una de las causas principales averías en estos dispositivos se debe especialmente a un asiento o cierre incorrecto de sus contactos, por lo tanto el responsable del mantenimiento debe disponer de los datos que proporciona el fabricante acerca de la correcta separación o distancia entre sus contactos cuando están abiertos, ya que una separación mayor que la correcta no

permitirá que los contactos cierren bien cuando el dispositivo es energizado lo que puede provocar arco o flameo de los mismos así como calentamiento en el dispositivo (contactor o arrancador magnético.)

Otra de las causas de averías es debida a la bobina quemada, una bobina puede quemarse cuando el entre-hierro en el dispositivo es mayor que el previsto por el fabricante, lo que provocara que la bobina demande una corriente a la que esta bobina es capaz de soportar y por lo tanto se queme.

También una bobina puede quemarse cuando se haya sometido a un voltaje diferente a su voltaje nominal de funcionamiento. Una bobina sometida a un voltaje superior a su voltaje nominal la corriente que circulara por ella será excesivamente alta y se quemara. Pero si el voltaje aplicado es inferior que su voltaje de funcionamiento su circuito magnético no cerrara completamente y su entre-hierro será mayor que el previsto lo que hará que la bobina demande una alta corriente y esta se queme.

En los contactores y arrancadores magnéticos también pueden presentarse fallas de tipo mecánica que pueden concluir a mal funcionamiento, entre estas fallas podemos mencionar rotura de la armadura móvil, desperfecto en los resortes amortiguadores, cable roto, etc, fallas estas que pueden detectarse durante la inspección.

permitirá que los contactos cierren bien cuando el dispositivo es energizado lo que puede provocar arco o flameo de los mismos así como calentamiento en el dispositivo (contactor o arrancador magnético.)

Otra de las causas de averías es debida a la bobina quemada, una bobina puede quemarse cuando el entre-hierro en el dispositivo es mayor que el previsto por el fabricante, lo que provocara que la bobina demande una corriente a la que esta bobina es capaz de soportar y por lo tanto se queme.

También una bobina puede quemarse cuando se haya sometido a un voltaje diferente a su voltaje nominal de funcionamiento. Una bobina sometida a un voltaje superior a su voltaje nominal la corriente que circulara por ella será excesivamente alta y se quemara. Pero si el voltaje aplicado es inferior que su voltaje de funcionamiento su circuito magnético no cerrara completamente y su entre-hierro será mayor que el previsto lo que hará que la bobina demande una alta corriente y esta se queme.

En los contactores y arrancadores magnéticos también pueden presentarse fallas de tipo mecánica que pueden concluir a mal funcionamiento, entre estas fallas podemos mencionar rotura de la armadura móvil, desperfecto en los resortes amortiguadores, cable roto, etc, fallas estas que pueden detectarse durante la inspección.

IV-4 Mantenimiento a dispositivos auxiliares de los circuitos de control.

El mantenimiento a los dispositivos auxiliares o pilotos de los circuitos de control, tales como: interruptores de presión, flotador, interruptores de temperatura, de final de carrera, etc, consiste básicamente en la comprobación del cambio de posición de sus contactos y en la comprobación de las condiciones de los mecanismos de accionamiento de dichos contactos, comprobación esta que puede realizarse mediante la inspección periódica y en caso necesario de que su funcionamiento no sea el correcto, entonces se procede a su reparación o reemplazo.

Otros dispositivos auxiliares que requieren una exhaustiva inspección son los Temporizadores o relé temporizados, en los cuales se debe verificar si están realizado el retardo de tiempo prefijado y si en realidad lo esta realizando debe comprobarse que luego de su conteo o retardo de tiempo sus contactos cambian de posición.

Si el Temporizador no realiza el conteo o si no cambia de posición los contactos cualquiera de las dos averías que sea requiere que este sea sustituido.

Existen otros dispositivos auxiliares tales como, pulsadores, interruptores selectores, luces, indicadores, cuyo mantenimiento consiste en comprobación e inspección visual para verificar su estado de funcionamiento y proceder al correctivo de lugar

IV-5 Detección v localización de averías en circuitos de control.

Para detectar y localizar averías en circuitos de control es necesario tener claro la función del circuito y el funcionamiento de cada uno de los dispositivos que la forman. Además se requiere de una buena experiencia ya que esto ayuda a reducir el tiempo para la detección, localización y corrección de la averías.

La eficiencia y seguridad para detectar y localizar una avería radica en localizar la sección de circuito de control que contiene el dispositivo defectuoso y luego determinar con precisión el dispositivo defectuoso, para ser verificado. Esto puede lograrse analizando de manera lógica el circuito y no tanteando en puntos diferentes del circuito o probando al azar los componentes del sistema.

Un buen técnico en controles eléctricos no es aquel que puede cablear o alambrear perfectamente un sistema de control siguiendo un esquema o plano del circuito, sino aquel que además al poner el funcionamiento, si este no funciona como estaba previsto, pueda determinar la causa por la cual el sistema no funcionó.

Debido a que existe una gran diversidad de tipos y marcas de dispositivos que intervienen en los circuitos de control se expone a continuación una orientación general para poder detectar y localizar averías o defectos en función de los síntomas que presente el circuito:

1- El motor no arranca a pesar de estar energizada la bobina del arrancador:

Causas posibles:

- a) Interrupción en los elementos calefactores de los relés de sobrecarga o mala conexión de los mismos.
- b) Los contactos principales no cierran bien, por estar desgastados (causas más probable), sucios o quemados.
- c) La conexión de los terminales está rota, floja o sucia.
- d) Algún cable de conexión está roto o suelto.
- e) Interrupción en los reóstatos o en los transformadores.
- f) El núcleo de la bobina de retención tiene el desplazamiento obstruido, y no puede cerrar, por tanto, los contactos principales.
- g) Algún defecto mecánico, como por ejemplo piezas agarrotadas, articulaciones mal lubricadas, resortes con escasa tensión, etc.

2- Los contactos no se cierran al apretar el pulsador de arranque:

Causas posibles:

- a) Bobina de retención interrumpida. Para cerciorarse de esto basta conectar una lámpara de prueba a los terminales de la bobina. Si al accionar el pulsador de arranque la lámpara se enciende y la bobina no se excita, es que esta última está interrumpida.
- b) Los contactos del pulsador de arranque están sucios o no cierran el circuito.

- c) Los contactos del pulsador de paro están sucios o no cierran bien. Si se utiliza mas de una estación de pulsadores para el mismo contactor, se comprobará dicho pulsador en cada una de ellas por separado. Si las estaciones son de pulsadores directo-inverso-paro con interconexión eléctrica y mecánica, será preciso verificar todos contactos.
- d) La conexión de los terminales está floja o éstos se hallan sueltos.
- e) Contactos del relé de sobrecarga abiertos.
- f) Tensión insuficiente en la red.
- g) La bobina de retención tiene cortocircuitos.
- h) Hay algún defecto mecánico.

3- Los contactos principales se abren al soltar el pulsador de arranque.

Causas posibles:

- a) El contacto de retención no cierra bien por estar sucio, suelto o desgastado.
- b) La estación de pulsadores está erróneamente conectada al contactor.

4- Al oprimir el pulsador de arranque salta un fusible.

Causas posibles:

- a) Algún contacto a masa.
- b) Bobina de retención con cortocircuitos.
- c) Contactos de la bobina en cortocircuito.

5- Funcionamiento ruidoso de un contactor.

Causas posibles:

- a) Apoyo sobre un núcleo de la bobina deteriorado, con la consiguiente vibración.
- b) Suciedad en el polo o bobina de sombra.
- c) Entre-hierro muy separado por causa de suciedad o polvo

6- La bobina de retención está quemada o tiene cortocircuitos.

Causas posibles:

- a) Sobretenión en la misma.
- b) Sobre-corriente debida a un entre-hierro excesivo causado por el polvo, la suciedad,
- c) Un defecto mecánico, etc.
- d) Maniobra demasiado frecuente.
- e) Vibraciones excesivas causada porque la bobina de sombra está abierta.

IV-6 Procedimiento a seguir para el análisis de fallas 6 averías en circuitos de control.

Supongamos que se ha alambrado un nuevo sistema pero que al probarlo no funciona según lo previsto, en este caso antes de empezar a tantear y perder el tiempo se debe proceder de la siguiente manera:

- El primer paso es analizar el circuito para determinar si fue proyectado para realizar las funciones previstas.
- El segundo paso es comprobar ordenadamente cada sección del sistema hasta localizar la parte que no funciona según lo previsto. Luego de localizada la sección del circuito que no funciona correctamente entonces se verifican los empalmes y conexiones y el funcionamiento de sus componentes para determinar cual es la causa de la avería. Según se puede notar este procedimiento requiere del conocimiento, de análisis del circuito y del funcionamiento de sus dispositivos, para determinar si funcionan o no funcionan correctamente.

Supongamos ahora que tratamos de determinar una avería en un sistema de control que estaba funcionando con anterioridad de forma correcta.

En este caso no se debe pensar en que existen conexiones erróneas, ya que el circuito estaba funcionando bien originalmente, por lo tanto:

- El primer paso a seguir para localizar la avería producida es estudiar el circuito ya existente y el funcionamiento del equipo controlado por el.
- El segundo paso es solicitar la ayuda del operador del sistema ya que nadie como el conoce el funcionamiento del equipo, por lo tanto hay que seguir los ciclos de la maquina hasta localizar el punto que no

funciona, para luego verificar cuales son los dispositivos conectados en este punto o sección del circuito, para determinar cual o cuales son los dispositivos defectuosos. Supongamos que en esta sección hay un contactor o relé y otros dispositivos que son activados en esta sección del control, por lo tanto debe comprobarse que a los dispositivos le esta llegando su voltaje de funcionamiento, en caso contrario verificar si existe algún fusible abierto.

Si el voltaje es correcto y el contactor o relé no cierra, debe desconectarse el circuito de la bobina para comprobar con un multitester el voltaje, para lo cual se conectan a las puntas de prueba del multitester los terminales que alimentan la bobina del contactor, si hay voltaje es probable que el problema esté en la bobina, entonces se procede a medir la resistencia del arrollamiento de la bobina, una bobina en buen estado indica un valor de resistencia bajo, una bobina en cortocircuito indica un valor de resistencia cero, y una bobina abierta no indica valor de medida en el multitester.

Si la bobina da indicio de que está en cortocircuito o abierta entonces se procede a cambiarla. Si la bobina y los conductores que la alimentan están en buen estado entonces es muy probable que algún contacto de un dispositivo piloto (interruptor de presión, interruptor de límite, flotador, etc.) en serie con la bobina se está quedando abierto y por lo tanto la bobina no se energiza, por lo tanto hay que localizar cual es el dispositivo piloto cuyo contacto se está quedando abierto para someter a una prueba mecánica el mecanismo que actúa dicho contacto y si este no funciona bien es muy probable que ahí radique la razón de la avería por lo tanto se procede a repararlo o sustituirlo.

Este procedimiento para detectar y localizar avería en circuitos de control se basa en la experiencia técnica y en la consideración de que los circuitos de control están constituidos esencialmente por dos cosas: contactos que cierran y abren el circuito y bobinas que accionan estos contactos. Si los contactos cierran y abren bien el circuito el voltaje debe llegar bien a las bobinas, si esto es así el problema radica en la bobina, pero si la bobina no se energiza el problema debe estar en algún cable de los que alimenta la bobina abierto, en contactos que no cierran bien o contactos sulfatados u oxidados.

Todo el técnico que trata de localizar y detectar avería en un sistema de control de auxiliarse siempre de un buen instrumento de medición y tener habilidad para su manejo.

TEMAV

Interruptores de transferencia (Transfer Switch).

Son un conjunto de dispositivos que tienen como función la transferencia de la energía desde dos puntos diferentes con las mismas características de frecuencia y voltaje para alimentar un mismo centro de carga

Los interruptores de transferencias se clasifican en:

- **Interruptores de transferencia manual:**

Son aquellos en los que la operación de transferencia de energía se realiza totalmente con la intervención del operador.

En algunos sistemas este tipo de transferencia se realiza con el uso de dos interruptores termo magnético (Breaker), o con el uso de un interruptor doble tiro, este ultimo es el más utilizado ya que no existe la posibilidad del choque de energía como podría ocurrir con el uso de dos breaker de dos puntos diferentes y además ofrece gran seguridad al realizar la transferencia.

Cuando se utiliza este tipo de interruptores es recomendable que la transferencia se realice con la carga desconectada para evitar que se produzca un arco eléctrico que pueda causar daños al operador o al equipo mismo.

La figura número 48 muestra el interruptor de transferencia manual.

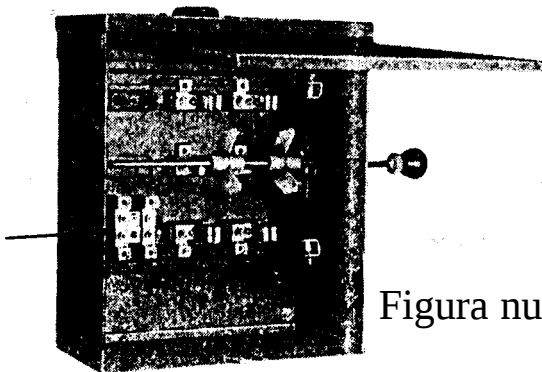
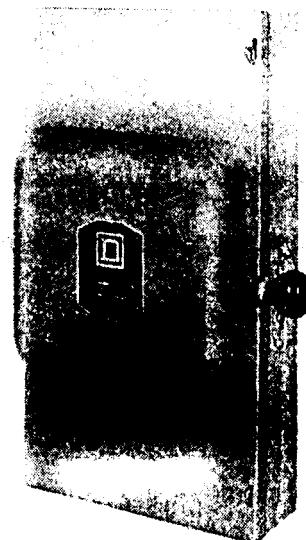


Figura numero 48



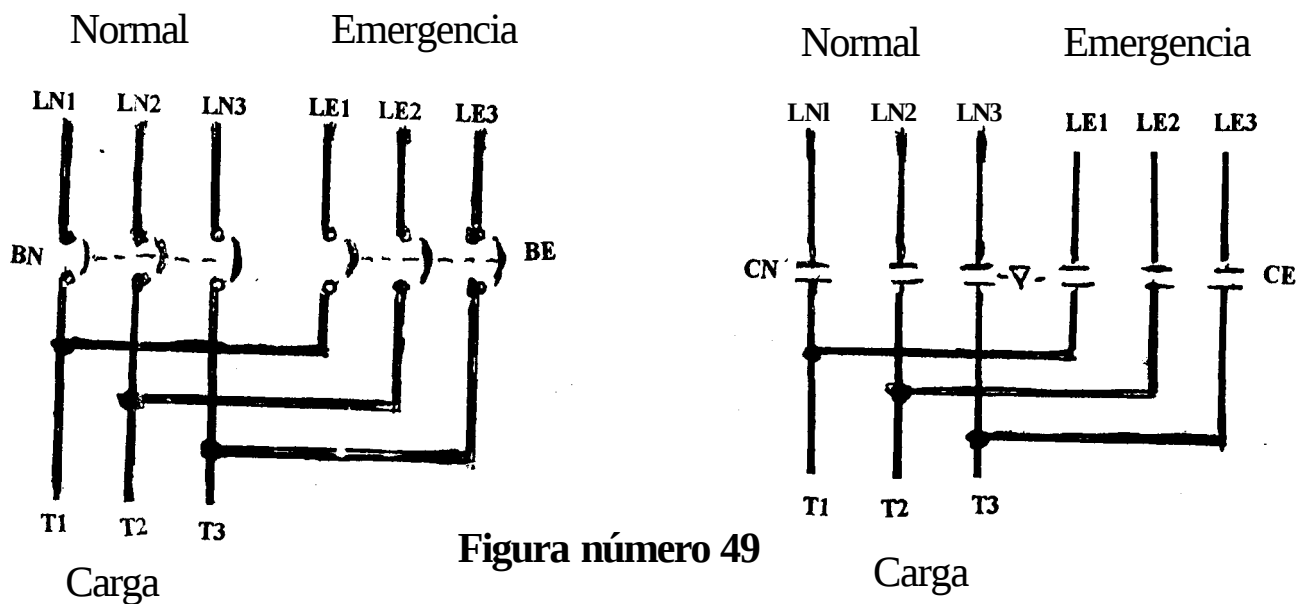
- **Sistemas de transferencia automático:**

En este tipo de interruptores la transferencia de energía se realiza sin la intervención del operador.

Los dispositivos que componen un sistema de transferencia automática se clasifican:

Los dispositivos de fuerza:

Los cuales están compuesto por contactores de normal (CN) y contactores de emergencia (CE) para aquellos interruptores de transferencia que operen con corriente menor o igual a los 400 amperes o breaker de normal (BN) y breaker de emergencia (BE) para aquellos interruptores que operen con corriente mayor a los 400 amperes, estos breakers para su operación automática requieren la instalación de un servomotor que es quien lo hace cambiar de posición. La figura número 49 muestra de forma esquemática estos dispositivos de fuerza de un interruptor de transferencia automático.

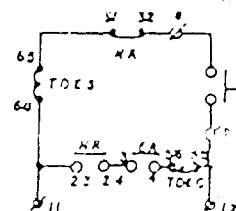
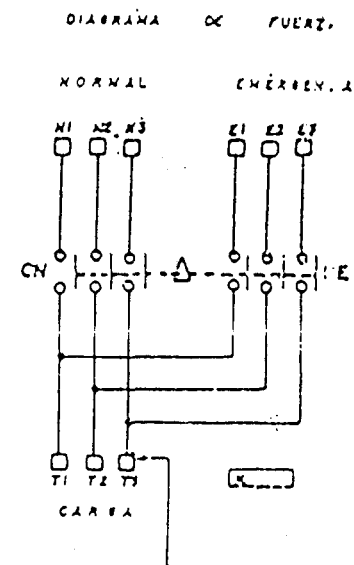


Los dispositivos de control de un interruptor de transferencia automático:

Estos son los que ejecutan de forma automática tanto el encendido como el apagado de la planta así como también la transferencia y retransferencia de la energía a los centros de carga, dentro de los dispositivos de control de un interruptor de transferencia automática tenemos:

- a) Releays (relés) de control: Estos son dispositivos que tienen la misión de controlar la energización o desenergización de los dispositivos de fuerza del interruptor, en un interruptor de transferencia automático consta de dos relees de control, uno para el lado normal (RN), y otro para el lado de emergencia, (RE).
- b) Temporizador de encendido de planta (TDES): Este es un Temporizador off delay que controla el retardo de tiempo de encendido de la planta, después que la energía del sistema normal ha fallado.
- c) Temporizador de retransferencia (TDEN): Este es un Temporizador on delay que se encarga de controlar el retardo de tiempo de paso del sistema emergencia al sistema normal cuando la energía del sistema normal se restablece.
- d) Temporizador de transferencia (TDNE): este es un Temporizador on delay encargado de controlar el retardo del tiempo de paso de la carga a la planta de emergencia cuando falla la energía del sistema normal.

- e) Temporizador de apagado de planta (TDEC): Como su nombre lo indica es el Temporizador que se encarga de controlar el retardo del tiempo de apagado de la planta de emergencia después que el sistema normal ha tomado la carga.
- f) Sensor o monitor de fase (S): Este es un dispositivo que se encarga de monitorear el voltaje de las líneas del sistema normal para detectar cualquier variación en el mismo que sobrepase los límites establecido enviando una señal que saca de servicio el sistema normal y pone en funcionamiento el sistema de emergencia.
- g) Otros dispositivos auxiliares: Estos son un conjunto de dispositivos que permiten tener control de los sistemas ya sea mediante señalización o control manual dentro de estos podemos mencionar las luces piloto indicadoras de que sistema está en servicio (LN, luz de normal y LE, luz de emergencia), el interruptor de prueba SP y el interruptor de corte de transferencia. A continuación se exponen a modo de ejemplo algunos circuitos de control de sistema de transferencia automática.



A schematic diagram of a control panel. It features a grid of buttons. The top row has a 'CH' button, a 'CE' button, and a 'CO' button. Below these are two more buttons, one of which is labeled 'E'. The bottom row consists of four buttons labeled 'TO', 'U', 'NE', 'EC', followed by another 'TO' button and a large 'OFF' button on the far right. The diagram is enclosed in a rectangular frame with various internal lines and labels.

[illegible]

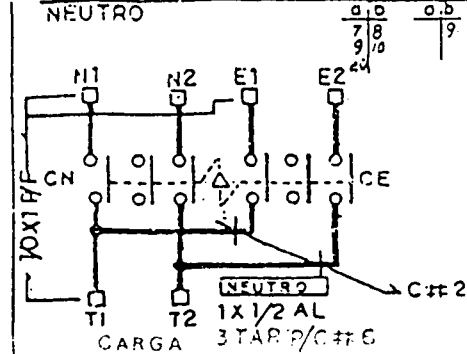
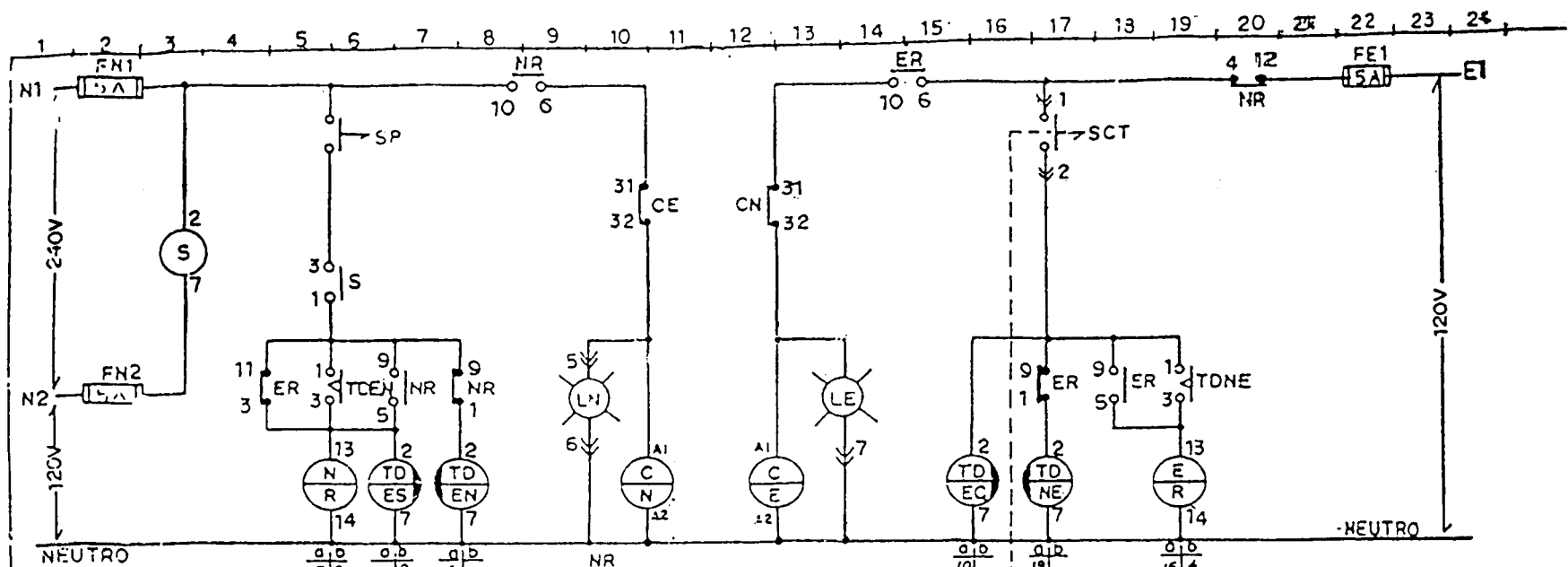
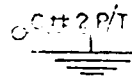
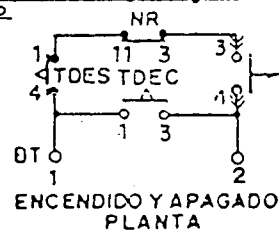
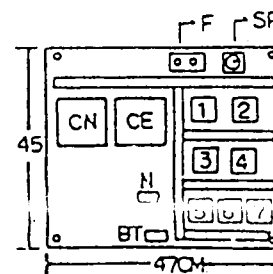


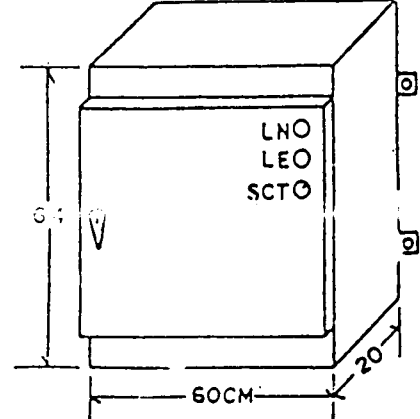
DIAGRAMA DE FUERZA



DIST. COMPTS

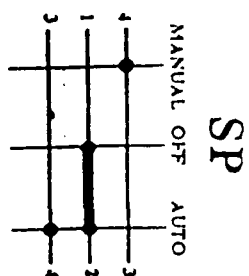


CAJA TIPO NEMA-1

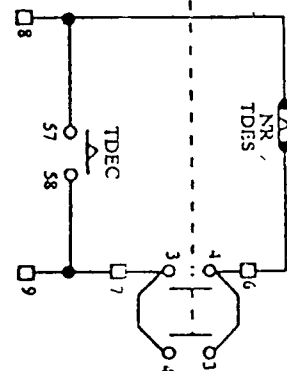


COMP	TIPO	MARCA	DESCRIPCION
CN - CE	RSK-80H	TOGAMI	CONTACTORES NORMAL Y EMERGENCIA 120V.
S	LG2-AB	OMRON	SENSOR DE VOLTAJE 200V.
NR	HH54P	FUJI	RELE CONTROL NORMAL 80B.120V.
ER	II	II	" " EMERGENCIA " "
TDEN	MST-1A	KASUGA	TEMPORIZADOR RETARDO RETRANSFERENCIA 20V.
TONE	II	II	" " TRANSFERENCIA "
TDES	H3BH-8S	OMRON	" " ENC. PLANTA "
TDEC	H3BH-8M	II	" " APAG. PLANTA "
SP	SS8T1B10	II	SELECTOR DE PRUEBA
SCT	SS8T1B20	II	" " CORTE TRANSFERENCIA
LN - LE	SP8A1R/G	II	LUCES PILOTO
FN - FE	FHP	SIGNAL	FUSIBLES PROTECCION TALLA 0.5A.

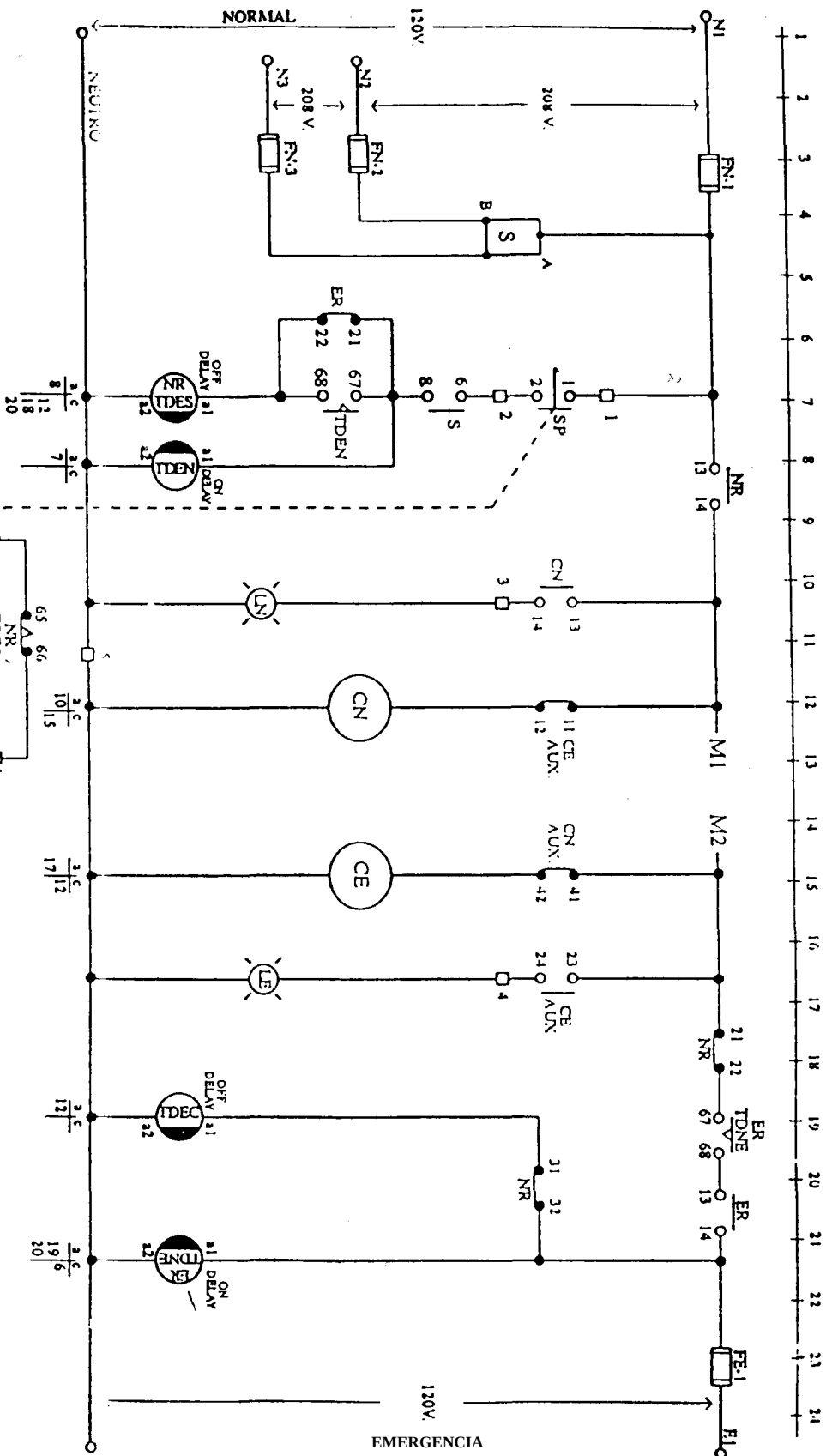
- 1=NR 6=TDES
 2=ER 7=TDEC
 3=S
 4=TDEN
 5=TONE



ENCENDIDO Y APAGADO
DE PLANTA



DESCRIPCION
PANEL GRAL. DE MED. Y TRANSF. AUT. 30, 4H, 120/208V



EMERGENCIA

- **Detección y localización de averías en interruptores de transferencia automáticos.**

Las averías o fallas que se presentan en los sistemas de transferencia automática se pueden localizar analizando y siguiendo las diferentes etapas que constituyen el circuito de control debido a que estas averías generalmente se deben a fallas de un dispositivo de protección o al no cierre correcto de algún contacto de los dispositivos auxiliares como podría ser un contacto de un relé auxiliar, un contacto de un Temporizador o en alguna circunstancia una bobina que ha fallado por lo tanto es necesario realizar un chequeo riguroso de estos dispositivos concentrándose siempre en la característica de la falla que se haya presentado. Por ejemplo:

Un tipo de avería que se presenta con mucha frecuencia es que falle la energía del sistema normal y que la planta de emergencia arranque pero esta no toma la carga, es decir no se realiza la retransferencia.

En este caso se debe proceder de la siguiente manera:

- 1) Verificar si hay voltaje en las líneas que alimentan el circuito de control del lado de emergencia a la entrada del fusible y si hay voltaje chequear las condiciones del fusible o breaker de protección.
- 2) Si el fusible está bueno se procede a chequear si el contacto normalmente cerrado del relé (RN) que sirve de enclavamiento eléctrico con el lado de emergencia está cerrado y si está cerrado medir el voltaje en los terminales de la bobina del relé de

emergencia (RE) y si hay voltaje, el paso a seguir es chequear el estado de la bobina, la cual puede estar abierta.

- 3) Si no hay voltaje en los terminales **de** la bobina del relé (RE) debe chequearse el Temporizador TDNE verificando el voltaje en los terminales de su bobina, si no **hay voltaje** es muy probable que el contacto normalmente cerrado del relé (RE) se haya quedado abierto o está calzado, por lo tanto se procede a verificarlo.
- 4) Si hay voltaje en los terminales de la bobina del Temporizador TDNE, entonces se chequea a ver si este está realizando el conteo o retardo de tiempo para que sus contactos cambien de posición.
- 5) Si TDNE está contando bien y los contactos cambian de posición, entonces la bobina del relé (RE) se energiza y todos los contactos del relé deben cambiar de posición.
- 6) Si la bobina del relé (RE) se energiza y en la bobina del contactor (CE) en el caso de transfer switch hecho con contactores, o en los terminales del motor (ME) en caso de transfer hecho con breaker no hay voltaje es muy probable que el contacto del relé (RE) que lleva la señal no esté cerrando, pero si este cierra se procede a chequear el contacto normalmente cerrado del contacto o breaker de normal que sirve de enclavamiento eléctrico y que está en serie con la bobina del contactor (CE) o con los terminales **del** motor (ME.)

7) Por último si estos contactos están cerrados y a la bobina del contacto (CE) o a los terminales del motor llega voltaje es muy probable que la bobina del contactor (CE) o del motor (ME) estén defectuosa (abierta), que haya un falso contacto o una línea abierta, por lo tanto se recomienda reapretar los tornillos de las regletas y terminales, así como también, medir continuidad entre los cables que llegan a cada uno de los terminales verificados.

Esto expuesto hasta aquí es solo un ejemplo de cómo localizar una falla o avería en un circuito de control de un interruptor de transferencia automático, le corresponde al seguir el procedimiento que menos tiempo le tome en localizar la avería pero debe tener en cuenta que siempre es necesario auxiliarse del plano de control del equipo y de un instrumento de pruebas y medición.

B I B L I O G R A F Í A

- 1- Motores Eléctricos Automatismo y Control.
Autor—————José Roldan Vilorio.
- 2- Control de Motores Eléctricos.
Editorial————Alfa Omega.
- 3- Electricity and Control for Heating, Ventilating and Air
Conditioning.
Autores—————S. L. Hermán / B. L. Sparkman.
- 4- Manual de Mantenimiento Eléctrico Industrial.
Autor—————Pedro Camarena M.
- 5- Reparación de Motores Eléctricos.
Autor—————R. Rosemberg.
- 6-101 Esquemas de Circuitos de Control.
Autor:—————José Ramírez Vázquez
- 7- Catálogos SQUARE-D Company.
- 8- Catálogos TELEMECANIQUE.
- 9- Catálogos WESTDMGHOUSE Company.

Instituto de Tecnología Industrial (I. T. I.)

MANUAL DE CONTROLES ELÉCTRICOS

Preparado por: Ing. Daniel Pineda Brító

Septiembre del año

Í N D I C E

<u>Contenido</u>	<u>Páginas</u>
Introducción_____	I
Objetivos Generales_____	II

TEMA I

I -1 Controles Eléctricos: Definición y Clasificación_____	1
I -2 Elementos que intervienen en un sistema de control_____	3
I-3 Simbología utilizada en circuitos de control_____	16
I-4 Diagramas utilizados en circuitos de control_____	24
I-5 Reglas para interpretar diagramas de controles eléctricos_____	28
I-6 Circuitos elementales de sistemas de control_____	28
I-7 Dispositivos auxiliares utilizados en circuitos de control_____	43
I-8 Inversión del sentido de giro en motores eléctricos_____	58
I-9 Ejercicios prácticos de sistemas de control_____	64

TEMA II

II-1 Los Temporizadores_____	69
- Clasificación.	
II-2 Ejercicios práctico de sistemas de control utilizando Temporizadores_____	74

TEMA III

III - 1 Arrancadores a tensión reducida_____	83
- Arrancadores por resistencia.	
- Arrancador por devanado parcial (Part Windig).	
- Arrancador por auto-transformador.	
- Arrancadores Estrella-Delta.	

TEMA IV

Mantenimiento a los dispositivos de control:	
IV - 1 Procedimiento general para el mantenimiento a los sistemas de control_____	90
IV - 2 Mantenimiento de los arrancadores, y contactores o relés magnéticos_____	93

IV - 3 Causas de averías en estos dispositivos_____	94
IV - 4 Mantenimiento a los dispositivos auxiliares de los circuitos de control_____	96
IV - 5 Detección y localización de averías en circuitos de control _	97
IV - 6 Procedimientos a seguir para el análisis de fallas o averías en circuitos de control_____	101

TEMA V

V -1 Interruptores de transferencia (Transfer Switch)_____	104
- Clasificación	
- Dispositivos que lo componen_____	106
- Diagramas de Transfer Switch_____	108
Detección y localización de averías en los Transfer Switch_____	114