

47



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

APLICACION DE LOS PLC.s EN LAS INSTALACIONES
ELECTRICAS INDUSTRIALES

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
P R E S E N T A
JOSE ROBERTO LOPEZ SAEZA

ASESOR: ING. BENJAMIN CONTRERAS SANTACRUZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

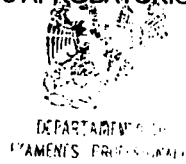


UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES.

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Aplicación de los P.L.C.s en las Instalaciones Eléctricas Industriales.

que presenta el pasante: José Roberto López Baeza
con número de cuenta: 8314373-7 para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 30 de Noviembre de 2001.

PRESIDENTE	<u>Ing. Alfonso Rodríguez Contreras</u>	
VOCAL	<u>Ing. Benjamín Contreras Santacruz</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. J. Ricardo Ramírez Verdeja</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Casildo Rodríguez Arciniega</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Francisco Gutiérrez Santos</u>	

29/xi/01

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

Con mi eterna gratitud por el inmenso apoyo que me han brindado a lo largo de mi formación personal y profesional, los sueños y logros siempre se alcanzan cuando se tiene el respaldo de unos padres como ustedes Queridos padres. A ellos dedico este trabajo

A mi papa

Le agradezco su esfuerzo, apoyo y confianza que tuvo siempre conmigo
Y al igual que mi mama eras una de las motivaciones más grandes
En mi vida y siempre te recordare.

A mi mama

Le doy gracias por su esfuerzo y cariño y confianza para que yo
Saliera adelante y sobre todo enseñarme que la unión familiar es muy
Importante y que en la vida uno debe luchar por lo que más anhela,
Muchas gracias por todas esas enseñanzas querida mama.

A mis hermanas

Con gran afecto les deseo lo mejor en su vida, y que logren todas
Sus metas.

INDICE

CAPITULO I

1.1.- Controladores.	2
1.1.1.- Funciones de control.	
1.1.2. - Funciones de protección.	
1.2.- Tipos de Controladores.	3
1.2.1. - Manuales.	
1.2.2. - Semiautomáticos.	
1.2.3. - Automáticos.	4
1.3. - Dispositivos de Control y Protección.	5
1.3.1. - Interruptores	
1.3.2. - Contactores.	7
1.3.3. - Relevadores.	8
1.3.4. - Arrancadores.	9
1.4. - Tableros y Centros de Control.	10
1.4.1. - Ventajas.	
1.4.2. - Diagrama	11

CAPITULO II INTERPRETACIÓN DE DIAGRAMAS Y PLANOS

2.1. - Simbología.	12
2.2. - Tipos de Diagramas de Control	18
2.2.1. - Diagrama de Bloques.	
2.2.2. - Diagrama Unifilar.	
2.2.3. - Diagrama de Alambrado.	19
2.2.4. - Diagrama Esquemático.	20
2.3. - Circuitos Básicos de Control.	
2.3.1. - Circuitos de Fuerza y de Control.	
2.3.2. - Lógica de los Circuitos de Control.	
2.3.3. - Circuito de Dos Hilos.	21
2.3.4. - Circuito de Tres Hilos.	23
2.3.5. - Lectura e Interpretación de Diagramas de Control.	25
2.3.6. - Numeración y Localización de Símbolos en el Diagrama.	30

CAPITULO III

SISTEMAS DE CONTROL

3.1. - Motor de Inducción.	32
3.2. - Motor Jaula de Ardilla.	33
3.3. - Características de los Motores de Inducción.	
3.4. - Clasificación de los Motores de Inducción.	34
3.5. - Arranque a Tensión Plena.	35
3.6. - Arranque a Tensión Reducida.	36
3.6.1. - Resistencias Primarias.	
3.6.2. - Autotransformador.	37
3.6.3. - Estrella - Delta.	40
3.6.4. - Devanado Bipartido.	42

CAPITULO IV DESCRIPCION GENERAL DE LOS COMPONENTES DE UN PLC

4.1. - P.L.C. Definición.	44
4.2. - Breve Historia del P.L.C.	
4.3. - Descripción General de la Estructura del P.L.C.	
4.3.1. - Unidades de Entrada.	45
4.3.2. - Unidades de Salida.	46
4.3.3. - Unidad Central de Proceso (CPU).	47
4.3.4. - Tipos de Memoria.	48
4.4. - Lenguajes de Programación.	50
4.5. - Definición de un Diagrama Eléctrico.	52
4.6. - Definición de un Programa de lógica de escalera.	53
4.7. - Lista de Instrucciones más utilizadas en la Lógica de Escalera en un P.L.C.	54
4.7.1. - Instrucción Normalmente Abierta.	
4.7.2. - Instrucción Normalmente Cerrada.	
4.7.3. - Instrucción de Activación de Salida.	55
4.7.4. - Función AND	
4.7.5. - Función OR	56
4.7.6. - Combinación de estas dos Operaciones (AND y OR).	
4.8. - Consideraciones Previas a la Programación del P.L.C.	57

CAPITULO V APLICACIÓN DE LOS P.L.C.

5.1. - P.L.C o Automata elegido para la realización de los Ejercicios propuestos.	60
5.2. - Campos de Aplicación.	
5.3. - Mantenimiento del P.L.C.	73
5.4. - Ejemplos.	
Ejemplo 1. Arranque Automático de un Motor Trifásico Estrella Delta	74
Ejemplo 2. AUTOTRANSFORMADOR.	77
Ejemplo 3. CONTROL REVERSIBLE.	79
5.5. - Aplicaciones Especiales.	
Ejemplo 4. TALADRADORA Y ESCARIADORA.	82
Ejemplo 5. SEMAFORO.	86
Ejemplo 6. PERFILADORA.	90
Ejemplo 7. PROCESO DE ELECTROLISIS.	94
Ejemplo 8. SELLADORA	100

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

TITULO DE LA TESIS

APLICACIÓN DE LOS P.L.C'S EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES

OBJECTIVOS DE LA TESIS

- **Conocer el gran avance que día a día se ha alcanzado con el desarrollo de los Nuevos equipos Eléctricos, Electrónicos, Neumáticos, Hidráulicos e Inteligentes.**

- Conocer el funcionamiento de los elementos que se emplean en el control de las Instalaciones Eléctricas Industriales.**

- Conocer el funcionamiento así como las características o especificaciones del PLC**

- Aplicación del PLC en ejercicios reales en las Instalaciones Eléctricas Industriales.**

1.- INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES

La tecnología actual ha incorporado equipos electrónicos, digitales e incluso, los llamados inteligentes, capaces de hacer todo tipo de registros y mediciones, los buses de campo han permitido sustituir los antiguos paquetes de cables por instalaciones más sencillas y económicas, pero igualmente eficientes, también gracias a los nuevos sistemas informáticos, simuladores y programas de mantenimiento preventivo, el control está adquiriendo un rol estratégico en el funcionamiento de las industrias de todo tamaño en sus instalaciones eléctricas industriales.

En una planta industrial la materia prima sufre un proceso de transformación y se convierte al final en un producto terminado, dependiendo de su complejidad el proceso puede incluir numerosas actividades e intervenciones, ya que el propósito es que el producto salga de buena calidad.

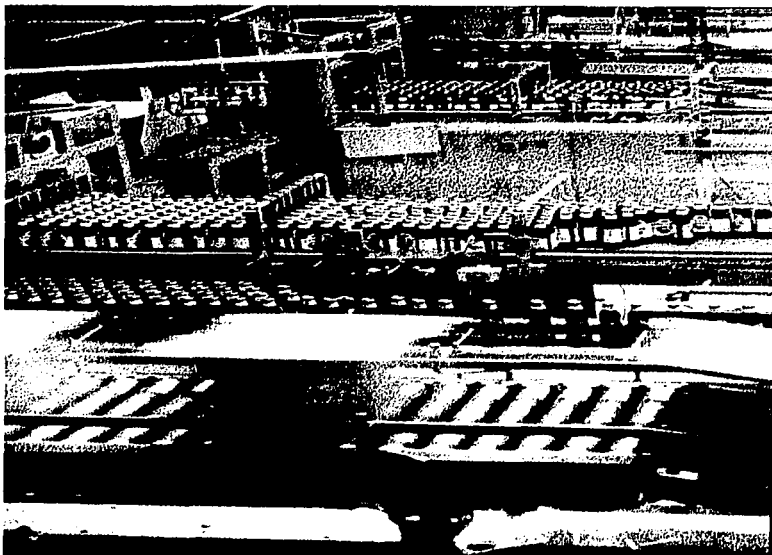
La automatización de la industria nos permitirá ver mediante los centros de control y P.L.C.'S, la operación, revisar inventarios en proceso y finales, conocer el estado actual de la producción y hasta informarse en tiempo real sobre la actividad de una máquina o estación de trabajo.

No siempre es fácil modernizar plantas industriales ya existentes, sobre todo cuando tienen equipos antiguos. A veces se requiere cambiar miles de metros de cable y modificar la estructura de alimentación de la maquinaria. Si bien estos modernos sistemas de control industrial requieren costosas inversiones y una compleja planeación en las instalaciones eléctricas industriales, sus beneficios son múltiples, no solo permiten alcanzar una mayor productividad y un mejor aprovechamiento de la capacidad instalada, con el control o automatización, los trabajos pesados e de riesgo deben tender a reducirse o eliminarse.

Cuando estas maniobras se automatizan, los obreros pueden ser capacitados y reubicados para un trabajo más creativo dentro de la misma industria.

El uso de la nueva tecnología de aparatos en las instalaciones eléctricas industriales para precisión, flexibilidad, control, conducción de energía, seguridad y un aprovechamiento en el uso de energía nos permitirá proteger los motores de la planta industrial, así como la de ampliar las instalaciones de una manera flexible y rápida.

Los sistemas de control y los elementos de protección son los responsables de un buen funcionamiento óptimo y de la seguridad de las instalaciones eléctricas industriales.



CAPITULO I

1.1. CONTROLADORES.

Un sistema de control o controlador para un motor eléctrico, es un dispositivo que sirve para gobernar de alguna manera predeterminada la operación que asegure el funcionamiento, así como la protección del mismo.

Para la instalación de un sistema de control, se debe considerar:

- A) Diseño del motor: Como características y parámetros; Potencia, Tensión, Velocidad, Factor de servicio y la capacidad térmica de sus devanados.
- B) Características de la carga: La inercia de la máquina accionada, requerimientos del Par durante la aceleración y las velocidades de operación.
- C) Características de la fuente de alimentación: La capacidad y confiabilidad del Alimentador, la regulación de tensión en la instalación y muy frecuentemente el Sistema de Tierras.
- D) Condiciones de servicio: Conocer las características del lugar en donde se va a Realizar la instalación: Temperatura, Ventilación, Contaminación etc.

Los controladores pueden ser muy sencillos o demasiados complicados, desde un arrancador manual para un motor o hasta centros de control que contengan una gran cantidad de elementos sin embargo, independientemente de su complejidad, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Deben satisfacer las condiciones de control que se hallen especificado.
- b) El controlador debe ser confiable, debiendo proporcionar un sistema de protección que asegure la Protección de la máquina, así como del controlador y que proteja al operador de posibles fallas o Perturbaciones.
- c) Debe permitir la fácil y rápida vigilancia, ajuste y reposición de todos sus elementos.
- d) Debe ser económico, pero deberá constar con componentes de calidad y constar del menor número Posible de elementos.

1.1.1. FUNCIONES DE CONTROL

Dentro de las funciones u operaciones más comunes en los sistemas de control para motores eléctricos, se tienen:

- A) Arranque
- B) Parada
- C) Inversión de Rotación
- D) Control de Velocidad

1.2.1. FUNCIONES DE PROTECCIÓN

Existen diversas contingencias a las que se pueden ver sometidos los motores como:

- a) Sobrecorrientes: Corrientes de corto circuito y fallas a tierra.
- b) Sobrecargas: Estas pueden ser de origen eléctrico o mecánico.
- c) Inversión de corriente.
- d) Sobrevelocidades.
- e) Inversión de fase.

1.2. TIPOS DE CONTROLADORES

Dependiendo de su operación se pueden clasificar en: Manuales, Semiautomáticos y Automáticos.

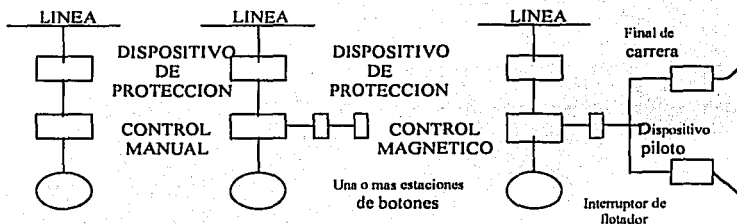
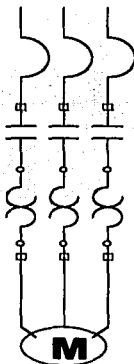


DIAGRAMA DE BLOQUES

1.2.1 MANUALES: El control manual se caracteriza por el hecho de que el operador debe mover un interruptor o pulsar un botón para que efectúe cualquier cambio en condiciones de funcionamiento de la máquina o del equipo en cuestión. Es el más sencillo y conocido, es probablemente el arrancador de pequeños motores a tensión normal, se utiliza donde solo es necesario la función de control para la puesta en marcha y paro del motor. Existen algunos controladores manuales que realizan funciones de control que no son automáticas.

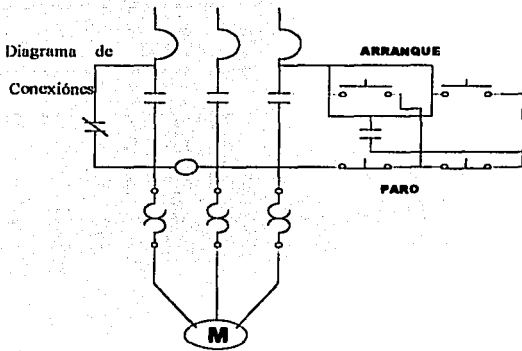
Diagrama de conexiones



Manual
El controlador debe ser
Operado manualmente.

1.2.2. SEMIAUTOMATICOS.

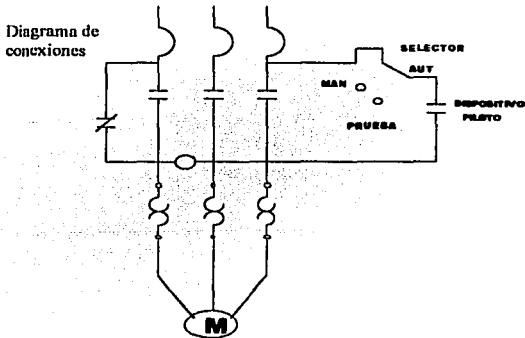
En este tipo de controladores, el operador interviene para iniciar un cambio en la condición de operación, los controladores que pertenecen a esta clasificación utilizan un arrancador electromagnético y uno o más dispositivos pilotos manuales tales como pulsadores, interruptores de maniobra, combinadores de tambor o dispositivos. El control semiautomático se emplea principalmente para facilitar las maniobras de mando y dar flexibilidad a las maniobras de control en aquellas instalaciones en las que el control manual no es posible. El dispositivo piloto de uso más común es la estación de botones, la cual puede incluir uno o más botones de contacto momentáneo o contacto sostenido.



SEMIAUTOMATICO
 El controlador debe ser mandado desde la estación de botones la cual puede ser remota

1.2.3. AUTOMATICO

Un control automático está formado fundamentalmente por un arrancador electromagnético o contactor cuyas funciones están controladas por 1 o más dispositivos piloto automáticos. Es muy frecuente en las instalaciones de control para arrancar y poner un motor sin que intervenga la mano del operario. El controlador cambia por si mismo su estado de operación sin la intervención del elemento humano. Por ejemplo, en los equipos de control para sistemas de bombeo, en donde una secuencia puede iniciarse al operar un interruptor flotador, cuya acción depende de un determinado nivel de líquido. Otros dispositivos empleados para controlar automáticamente un motor, pueden ser: Interruptores de presión, de flujo, de límite, termostatos, etc.



AUTOMATICO
 El controlador es mandado automáticamente desde El dispositivo piloto.

1.3. DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN

Las plantas industriales varían según la complejidad de su sistema eléctrico, desde las más pequeñas que tienen solamente un pequeño sistema radial con protección a base de fusibles, hasta las de mayor potencia, con una compleja combinación de barras colectoras, líneas y interruptores, que requieren una protección muy completa a base de relevadores y otros dispositivos.

Las plantas industriales en la actualidad dependen casi totalmente de la electricidad para la energía que requerirá el proceso de producción. Pero siempre habrá fallas que interrumpan su operación no importa el cuidado que se haya tenido en la fabricación del equipo, o el cuidado que se le dé con el mantenimiento a la instalación, lo importante es diseñar la instalación de forma tal que el equipo o circuito se pueda desconectar lo más pronto posible para que el daño que pueda ocasionar la falla se disminuya a un ínfimo.

Los elementos que se usan dentro de los equipos de control así como para la protección es muy variado hoy en día debido al gran avance de la tecnología a nivel industrial en control, instrumentación automatización etc.

1.3.1. INTERRUPTORES

Interruptor Termomagnético

Uno de los interruptores más utilizados y que sirve para desconectar y proteger contra sobrecargas y cortocircuitos es el termomagnético. Se fabrica en una gran variedad de tamaños, por lo tanto su aplicación puede ser como interruptor general o derivado. Su diseño le permite soportar un gran número de operaciones de conexión y desconexión lo que lo hace muy útil en el control manual de una instalación. Tiene un elemento electrodinámico con el que puede responder rápidamente ante la presencia de un cortocircuito. Para la protección contra sobrecarga se vale de un elemento bimetalico.

El interruptor termomagnético se utiliza con mucha frecuencia debido a que es un dispositivo de construcción compacta que puede realizar funciones de conexión o desconexión, protección contra cortocircuito y contra sobrecarga en instalaciones de baja tensión (hasta 600V). Está constituido por una caja moldeada con terminales y una palanca para su accionamiento. En el interior están los contactos (uno fijo y otro móvil) que tienen una cámara para la extinción del arco. El sistema de disparo trabaja a base de energía almacenada: Al operar la palanca para cerrar los contactos, se oprime un resorte donde se almacena la energía; al operar los dispositivos de protección se libera la energía y la fuerza del resorte separa los contactos.

La protección contra sobrecarga está constituida por una barra bimetalica que, depende del valor que tenga la corriente así como del tiempo que se mantenga, provoca el disparo que abre los contactos. Esta misma barra está colocada a cierta distancia de una pieza ferromagnética. Cuando la corriente se eleva a valores muy altos (cortocircuito) se crean fuerzas electromagnéticas de atracción capaces de provocar que los contactos se abran en un tiempo muy corto. De esta manera se logra la protección contra cortocircuito. Estos interruptores tienen una calibración que en algunos casos sólo el fabricante puede modificar.

Resulta conveniente mencionar que este elemento bimetalico no puede proteger los motores asincrónicos de tipo jaula de ardilla, debido a que su constante de tiempo no es suficientemente grande para permitir la corriente de arranque, y a que su calibración es poco precisa. Por esta razón la conexión y protección de estos motores se lleva a cabo mediante arrancadores.

LOS INTERRUPTORES SE CLASIFICAN DE ACUERDO CON:

- Nivel de voltaje: Alto, Medio y Bajo
- Medio de extinción: Aire, Aceite, Vacío, Hexafluoruro de azufre o algún otro.

- Condiciones de instalación: Interiores, Intemperie o ambientes con peligro de explosión.
- Número de fases: Monofásico o trifásico.
- Tipo de accionamiento: Eléctrico, Neumático, Hidráulico o Mecánico (de energía almacenada A través de resortes.

Además de las características señaladas la especificación debe incluir: La corriente nominal, la capacidad interruptiva, la corriente máxima de paso (pico de corriente de falla que puede soportar sin que se requiera su interrupción), tiempo de apertura, tiempo de cierre, voltaje nominal, voltaje de pruebas y particularidades de su operación y mantenimiento.

FUSIBLES

Los fusibles son el elemento de protección más utilizado en las instalaciones eléctricas. Se trata de un conductor con una calibración precisa para fundirse cuando la corriente que circula por él pasa de cierto límite.

El elemento fusible está colocado dentro de una estructura con terminales y bases para su fijación con aislamientos necesarios, lo que limitan el nivel de voltaje. El elemento fusible puede estar rodeado de aire, arena de cuarzo o algún otro material para enfriar los gases del arco y restablecer el medio dieléctrico.

El fusible se utiliza más comúnmente como medio de protección contra cortocircuito que contra sobrecarga. Sin embargo existen los llamados "fusibles limitadores de corriente" que también protegen contra sobrecarga.

En sistemas de distribución de media tensión - de 2460 V hasta 34 KV - los fusibles son el medio de protección más utilizado.

Los fusibles presentan las siguientes características:

- a) Son de una sola operación, ya que después de haber interrumpido la falla debe reponerse el fusible completo o su elemento conductor.
- b) Son de operación individual ya que sólo interrumpen la corriente en la fase donde sucedió él el cortocircuito o la sobrecarga.
- c) Son baratos comparados con otras protecciones.
- d) Tienen un tiempo de operación bastante corto, por lo que resulta difícil coordinarlos con otros dispositivos de protección.
- e) Son bastante seguros y difícilmente operan sin causa.

Todos los componentes que se emplean en los circuitos de control de motores se pueden clasificar en dispositivos de control primario y en dispositivos piloto o de mando.

Un dispositivo primario de control es el que conecta la carga directamente a la línea, tal como un arrancador o controlador de motor, tanto si es manual como automático.

Los dispositivos piloto de control son aquellos que controlan o modulan a los dispositivos primarios de control. Pertenecen a la categoría de dispositivos pilotos o de mando los pulsadores, los interruptores de flotador, los interruptores o conmutadores de presión y los termostatos.

1.3.2. CONTACTORES

El contactor generalmente, no es el único elemento empleado en los circuitos de control de motores, pero sí la unidad básica. Es un dispositivo empleado para la conexión y desconexión repetida de circuitos eléctricos de potencia. Su operación puede ser manual o magnética.

Los contactores son relés que pueden conmutar cargas de alta corriente (< 10 A).

Quizá la mejor manera de describir un contactor sea decir que es un interruptor de accionamiento electromagnético. En general un contactor, está formado por un conjunto de contactos fijos y un juego de contactos móviles que se cierran por el efecto de tracción de un electroimán. En la mayoría de los casos van provistos de una cámara de arco o deionizadores, cuyo propósito es reducir el arco y extinguirlo en el menor tiempo posible, evitando con ello el deterioro de los contactos.

Además de los contactos principales, a través de los cuales se alimentan los circuitos de fuerza, los contactores van provistos de otros llamados auxiliares o de control, de menor capacidad, se emplean en operaciones de control o de señalización del aparato.

1.3.3. RELEVADORES.

Un relevador es un dispositivo que funciona mediante una variación en un circuito eléctrico, para poner en operación otros aparatos en el mismo o en otro circuito. O es un interruptor de baja capacidad accionado electromagnéticamente.

Un relevador o relé sirve para.

- 1) Controlar circuitos alejados del punto de trabajo.
- 2) Controlar un circuito de tensión o de potencia relativamente elevadas por medio de un circuito de baja tensión y baja potencia.
- 3) Efectuar una variedad de operaciones de control que no son posibles con interruptores ordinarios.

Por lo anterior es obvio que los relés puedan funcionar tanto en C.C. como en C.A.

Los circuitos de control automático contienen generalmente uno o más relés, por que es un elemento que confiere flexibilidad en los circuitos de control.

RELEVADOR DE CONTROL.

También llamados contactores auxiliares, funcionan exactamente igual que los contactores, pero su construcción y aspecto son diferentes. Los relevadores se utilizan para aceptar información de un dispositivo sensor o detector y así obtener múltiples acciones de control, entre las cuales se tiene la de amplificar la potencia para lograr el resultado deseado en los circuitos de control. Estos dispositivos detectores nos pueden detectar magnitudes físicas como la corriente, la tensión, las sobrecargas, la frecuencia y muchas otras incluyendo la temperatura. Las bobinas del relevador sólo necesitan una corriente muy pequeña para su funcionamiento, y una débil señal de control puede tener la potencia necesaria para energizar la bobina de un contactor, con el que se puede controlar una fuente separada de potencia.

RELEVADORES DE CONTROL DE TIEMPO.

Este tipo de relevador utiliza frecuentemente para el control de secuencia, protección selectiva, desconexión por baja tensión, control de aceleración y muchas otras funciones. Existen en el mercado varios tipos de relevador de tiempo como: los de condensador, los neumáticos, los bimetalicos trifásicos, etc. Los relevadores son empleados con mucha frecuencia en los circuitos de control, estos pueden presentar un retardo en el cierre o apertura de sus contactos.

Si el retardo se produce al excitar el relé se dice que está temporizado al cierre y si se produce al desexcitarlo, es que está temporizado a la apertura. Están provistos de un ajuste para poder regular el tiempo de retardo, dentro de los límites especificados.

RELEVADOR BIMETALICO.

Este tipo de relevador emplea como unidad sensora un bimetal u otro elemento, se calienta por efecto de una resistencia conectada en serie con el circuito al que debe ser sensible.

Esta formado por dos metales soldados entre si y cuya característica es, de que son diferentes coeficientes de dilatación. Cuando la corriente pasa por dichas láminas o por la resistencia encargada de conectarlas, estas se dilatan o se doblan o curvan en un sentido, lo que se aprovecha para accionar el contacto o contactos que realizan la apertura del circuito a proteger, como ejemplos pueden citarse los empleados para protección de sobrecarga en motores y los cebadores empleados en el alumbrado fluorescente.

RELEVADOR DE SOBRECARGA.

El relé de sobrecarga se encuentra en todos los arrancadores de motor, para proporcionar protección a la máquina o al proceso que se este controlando.

Un motor eléctrico se puede ver sometido a perturbaciones como corriente de cortocircuito que puede alcanzar valores muy elevados y corrientes de sobrecarga que si bien no alcanzan valores elevados, si originan calentamientos que pueden afectar a la máquina.

El requisito básico para la protección contra sobrecargas es que el motor pueda trabajar a potencia nominal pero que se impida el funcionamiento al producirse cualquier sobrecarga prolongada o importante.

Existen varios tipos de relevadores de sobrecarga, y estos están formados por dos elementos: Una unidad sensora conectada directamente a la línea de alimentación o indirectamente a ella, por un transformador de corriente y un mecanismo actuado que opera desconectando el motor de la alimentación.

Estos se construyen para disparo instantáneo o con características de tiempo inverso. Este es un retardo en su acción que es inversamente proporcional a la sobrecarga a que esta sometido. Cuando la sobrecarga es ligera, el motor seguirá funcionando durante algún tiempo sin que actúe el relé, pero si la sobrecarga es grande, actuara casi inmediatamente, desconectando el motor de su fuente de alimentación y evitando que se deteriore.

Los relevadores de sobrecarga se dividen en: Térmicos, Magnéticos, Magnetotérmicos y de Estado Sólido.

RELEVADORES DE ESTADO SÓLIDO.

Debido a los avances en la electrónica ha traído como consecuencia que los relevadores sean desplazados por los de estado sólido sobre todo cuando los circuitos requieren de muchos componentes.

Estos están contruidos con: Diodos, Transistores, Circuitos integrados etc., no tienen partes móviles, tienen mayor sensibilidad y velocidad de operación, menos espacio y una larga vida.

Los relevadores de estado sólido se han desarrollado lo bastante como para producir del orden de cien cierres por hora. Tres de los requerimientos principales de estos relevadores de estado sólido para sistemas de alta tensión son:

- 1.- Velocidad
- 2.- Seguridad
- 3.- Confiabilidad

Los relevadores de estado sólido operan en sistemas, con velocidades de medio a un ciclo. En sistemas de relevadores con interruptores de dos ciclos despejan fallas en un tiempo de tres ciclos.

Las ventajas de su operación son las siguientes:

- 1.- Disminuyen el daño de falla.
- 2.- Reducen los problemas de estabilidad en grandes redes.
- 3.- Reducen los tiempos de coordinación.
- 4.- Producen tiempos más cortos de desionización en interruptores.

Resultando que el recierre sea más rápido y se mejore el servicio al consumidor. El 99 % de los componentes del relevador de estado sólido son dispositivos de Silicio de estado sólido con Germanio, y un Varistor incorporado con indicador de funcionamiento.

Factores para la aplicación de relevadores.

Al aplicarse los relevadores a sistemas industriales se deben considerar los siguientes factores:

- 1) Simplicidad
- 2) Confiabilidad
- 3) Mantenimiento
- 4) Fuente de Energía para el disparo
- 5) Grado de Selectividad requerido
- 6) Carga del sistema
- 7) Ampacidad de los cables

1.3.4. ARRANCADORES.

Un arrancador es un controlador eléctrico, que permite conectar y desconectar a la línea acelerándolo del reposo a su velocidad nominal y que además lo protege contra sobrecargas. A esta unidad básica se le añaden otros dispositivos para obtener un mejor control y protección.

Hay diferentes tipos y clases de arrancadores de un motor, dependiendo de la operación o clase del motor a que se destinen. Estos pueden ser manuales o automáticos, de tensión nominal o tensión reducida, monofásicos o trifásicos y de C.C o C.A.

No obstante estos datos también debemos considerar la tensión y potencias nominales del motor según la función que desempeñe. Debe tomarse en cuenta, si va a ser controlado a distancia, con pulsadores de accionamiento y otros elementos básicos para un buen funcionamiento.

Las especificaciones aprobadas por las normas NEMA (National Electric Manufacturers Association). Estas normas incluyen especificaciones tales como calibres o tamaños para una buena selección de un equipo que cumpla las condiciones necesarias de capacidad.

El arrancador tiene como misión conectar el motor a la línea, proporcionando además la necesaria protección al motor.

La NEMA ha dividido a los arrancadores en cinco clases: A, B, C, D Y E
Las clases A, B Y E son las que se emplean comúnmente.

CLASE A.- La clase A, agrupa a los arrancadores para corriente alterna, manuales y automáticos, especificados para servicio en 600 Volts o menos, deben ser capaces de interrumpir corrientes de sobrecarga, de hasta 10 veces la corriente nominal del motor, sin considerar corrientes de cortocircuito.

CLASE B.- Es similar a la anterior, sólo que los arrancadores son para servicio en corrientes continuas.

CLASE C y D.- Las clases C y D se utilizan en arrancadores para C.A y C.C. capaces de interrumpir corrientes mayores de las de sobrecarga.

CLASE E.- La clase E, agrupa a los arrancadores para corriente alterna, en los cuales la operación de los contactos es en aire o aceite. Para su servicio en tensiones mayores que las especificadas en la clase A, deben ser capaces de interrumpir corrientes de cortocircuito.

1.4. TABLEROS Y CENTROS DE CONTROL.

Los tableros de control y distribución se pueden colocar en la subestación sin que estos ofrezcan peligro para el operador y estos deben cumplir con las protecciones que exige el reglamento de obras e instalaciones eléctricas, así como las normas de NEMA, ASA y AIEEE. Cumpliendo estas normas se podrá agrupar a los circuitos de alta y baja tensión, dejando otros lugares apropiados para los tableros derivados y para alimentadores parciales dentro de la misma instalación eléctrica.

Para la utilización de tableros es necesario considerar los siguientes pasos:

- 1) Tipo de gabinete
- 2) Clase de servicio con voltaje, fases, amperaje.
- 3) Si el tablero va a ser para distribución Y si lleva circuitos derivados.
- 4) Clases de zapatas o conectores dando su Amperaje.
- 5) Capacidad de los interruptores tanto Principal como los derivados.
- 6) Y especificaciones especiales que se deseen.

CENTROS DE CONTROL.

Cuando varios motores están involucrados en un proceso de producción, los dispositivos empleados para su control y protección, pueden ser instalados en una sola estructura que se conoce como centro de control. El centro de control es el cerebro, aquí es donde se concentra toda la información proveniente de las diferentes líneas de producción y donde se toman las medidas correctivas y estrategias para el aprovechamiento del control en el proceso que se este elaborando en la fábrica. Estos centros de control pueden estar dentro de la planta o fuera de ella (inclusive en un sitio remoto).

En general los centros de control de motores son conjuntos de equipos instalados dentro de cubiertas metálicas y se componen de un grupo de barras o buses de distribución, unidades de arranque etc., que muestran el control del proceso y se diseñan para realizar a distancia una o varias funciones como:

A) CONTROL

B) MEDICION

C) INDICACION

D) PROTECCION

Para el control de motores en procesos automatizados, se utilizan tableros de manufactura especial tipo consola y escritorio. Estos alojan en su interior el equipo de control, los dispositivos de protección, etc., en el frente suelen llevar un equipo de monitoreo de pantallas, botones de control selectores, lámparas indicadoras, aparatos de medición y un diagrama indicador de flujo mostrando la operación del sistema.

La Fig. C muestra este tipo de tablero.

1.4.1. VENTAJAS.

Los centros de control automatizados pueden desplegar en forma automática la información de parámetros del proceso, por máquina y línea/tiempo, turno día y otras modalidades.

No permiten el avance de una pieza defectuosa al paso siguiente, y mucho menos al mercado. La visualización del proceso es importante ya que con este tipo de tablero y con las computadoras se puede vigilar continuamente el proceso, monitoreando el proceso se puede encontrar la falla en forma rápida, clara y fácil ya que puede aislarse el o los pasos sin sacar todo el proceso del sistema y así poder dar un buen diagnóstico para la prevención de esta. Ya que se puede reprogramar rápidamente el equipo para resolver diferentes tareas en menos tiempo. Y así obtener una mejor calidad del producto elaborado así como menores costos de producción.

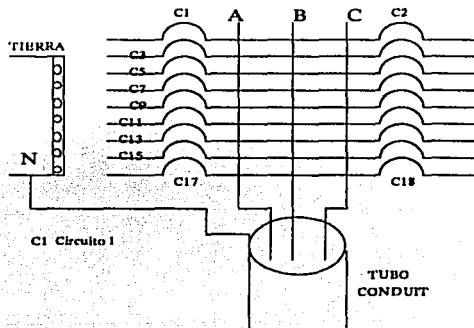


FIG C

1.4.2 DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UN CENTRO DE CONTROL.

CAPITULO II INTERPRETACION DE DIAGRAMAS Y PLANOS.

2.1. SIMBOLOGIA. Para la interpretación de proyectos de Instalaciones Eléctricas y Circuitos de Control, es necesario el conocimiento de los símbolos y abreviaturas empleados en los mismos.

Existen varias normas para los símbolos, en los siguientes cuadros se presentan los símbolos más utilizados por los ingenieros en las Instalaciones Eléctricas Industriales.

DIM : Norma Industrial Alemana.

ANSI : Instituto de Normalización Nacional de EE.UU. = DIN 1980

IEC : Comisión Electrotécnica Internacional.

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1960	ANSI	IEC
Motor trifásico con rotor de anillos rozantes.				
Motor trifásico con rotor de jaula de ardilla				
Motor trifásico con rotor de jaula con seis terminales de bobinas.				

B. Aparatos de Señalización				
Bocina				
Timbre				
Sirena				
Zumbador				
Lámpara avisadora				
Indicador de señal				

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos:

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Accionamiento por levas				
Interruptor de flujo para apertura				
Interruptor de presión y vacío para apertura				
Interruptor termostático para cierre				
Interruptor de flotador para cierre				
Elevador/baja velocidad de flujo	V > / V <	-	V ↑ / V ↓	-
Elevador/baja presión	P > / P <	-	P ↑ / P ↓	-
Elevador/baja temperatura	θ > / θ <	-	T ↑ / T ↓	-
Elevador/bajo nivel líquido	Q > / Q <	-	L ↑ / L ↓	-
Elevador/baja velocidad	n > / n <	-	SP ↑ / SP ↓	-
Ejemplo interruptor de apertura instantánea por sobrevelocidad				
Interruptor de cierre instantáneo por baja temperatura				
Accionamiento por ambiente				
Accionamiento por fuerza				
Accionamiento por motor				

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Contacto de cierre				
Contacto de apertura				
Contacto de conmutación				
Contacto de conmutación sin interrupción				
Elemento de conmutación de estado				
Contacto de cierre, retardado al cierre				
Contacto de apertura, retardado				
Contacto de cierre, abre retardado				
Contacto de apertura, cierre retardado				

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos

	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Sistema de accionamiento. Bobina en general. Se regresa al reposo al cesar la fuerza de accionamiento.		-	" o bien	"
Relevadores con 2 bobinados de igual sentido.	representación elegible o bien 	" " "		" o bien
Midiendo, con indicación de magnitud a medir, p. ej., tensión mínima.		"	" o bien	"
Retardos p. accionamientos electromecánicos.		"	" o bien o bien	" o bien (muy retardado)
Relevadores de cierre retardado		"	" o bien	" o bien
Apertura y cierre retardado.		"	" o bien	"
Relevadores polarizado.			" o bien 	o bien "
Relevadores de remanencia.			"	o bien "

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Transformador con 2 devanados separados		"	" 	" o bien =
Transformador con 3 devanados separados		"	" 	" o bien =
Autotransformador.		"	" 	" o bien =
Bobina de reactancia.		"	" 	" o bien =
Transformador de corriente.	 o bien =	"	" 	" o bien =
Transformador de tensión (... de potencial)	 o bien =	"	" 	" o bien =

Tabla comparativa de Símbolos Eléctricos

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Contactor con relevador bimetalico				o bien = o cont. analogos)
Interruptor tripolar con mecanismo de embrague y relevador bimetalico y disparador de acción instantánea				
Seccionador de potencia			—	
Interruptor Interruptor de potencia			o bien	o bien
Seccionador tripolar bajo carga			—	
Seccionador de fusibles tripolar				=
Seccionador tripolar				
Fusible			o bien	
Dispositivo de enchufe				o bien

2.2. TIPOS DE DIAGRAMAS DE CONTROL

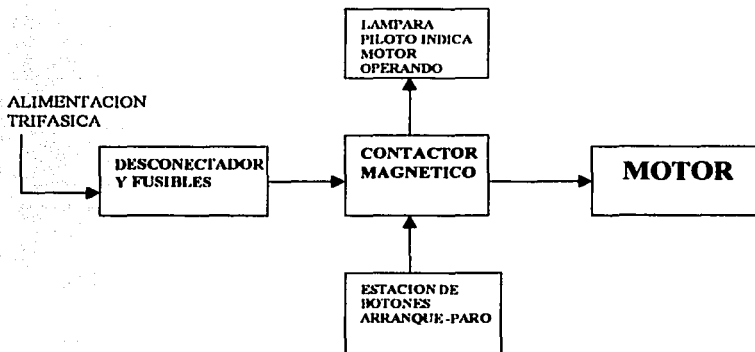
Definición : El diagrama es el lenguaje escrito de los circuitos eléctricos, y adopta diversas formas para resolver diferentes tipos de necesidades.

Un sistema de control se puede representar por cuatro tipos de diagramas dependiendo del grado de detalle que se le quiera dar, estos diagramas son los siguientes:

- 1) Diagrama de Bloques
- 2) Diagrama Unifilar
- 3) Diagrama de Alambrado
- 4) Diagrama Esquemático

2.2.1. 1).- El Diagrama de Bloques.

Este diagrama está formado por un conjunto de rectángulos dentro de los cuales se describe en forma breve la función de cada uno de ellos. Los rectángulos se conectan por medio de flechas que indican la dirección de la circulación de corriente o flujo de potencia, como un ejemplo de elaboración de un diagrama de bloques, se muestra el que corresponde al arranque de un motor por medio de un arrancador y estación de botones de arranque - paro.



2.2.2 2).- DIAGRAMA UNIFILAR

El diagrama unifilar es similar a un diagrama de bloques, sólo que en lugar de representar a los componentes de un bloque con su descripción, se hace uso de los símbolos de cada componente. Con el uso de símbolos se puede obtener mayor información de un diagrama unifilar que de un diagrama de bloques. En el diagrama unifilar la línea usada puede representar dos o más conductores. Ver figura a.

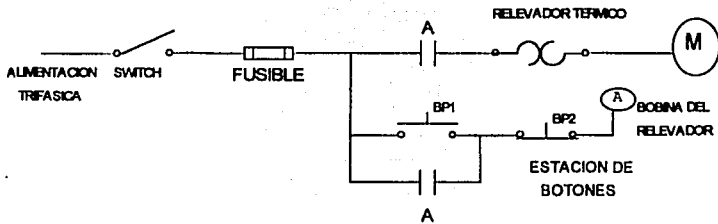


Figura (A)

DIAGRAMA UNIFILAR

2.2.3. 3).- Diagrama de Alambrado

En un diagrama de alambrado se muestra la conexión entre los componentes de un circuito, tomando en consideración el número de conductores que usa y su color, si es necesario, también se considera la posición física de las terminales. Este tipo de diagramas es muy útil para la instalación del equipo y para mantenimiento, ya que se localizan con mayor facilidad las averías o fallas, por lo que se recomiendan en la construcción.

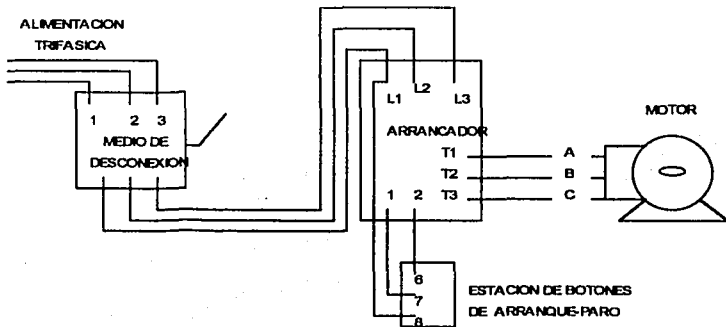


Diagrama de Alambrado de una combinación de arranquador

2.2.4. 4) Diagrama Esquemático.

El diagrama esquemático es una variante entre el Diagrama Unifilar y el Diagrama de Alambrado, ya que muestran todas las conexiones eléctricas entre los componentes, sin que se ponga interés en la localización física de sus componentes o el arreglo de sus terminales, con este tipo de diagrama se puede alambrear fácilmente, también es útil para analizar la forma de operación o localizar en las fallas en las instalaciones.

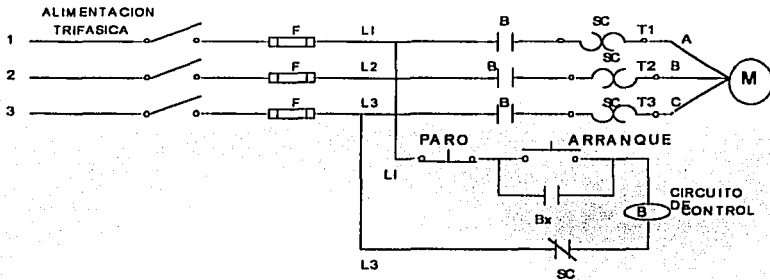


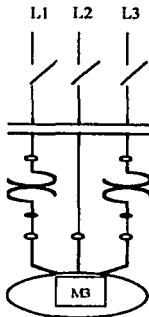
Diagrama Esquemático

2.3. CIRCUITOS BÁSICOS DE CONTROL

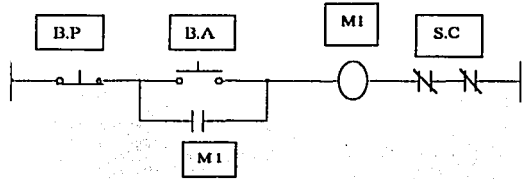
2.3.1.

CIRCUITO DE CONTROL: Es aquel circuito que manipula las señales de mando y detención para controlar el accionamiento de los elementos de fuerza (actuadores). Este circuito controla y transporta señales de pequeña corriente (10 A) y también consume la menor corriente del conjunto.

CIRCUITO DE FUERZA: Es aquel circuito que alimenta toda la máquina eléctrica para su operación. Este circuito transporta la mayor corriente del conjunto.



CIRCUITO DE FUERZA



CIRCUITO DE CONTROL

Para desarrollar un circuito de control, es necesario investigar las funciones que realizara la máquina o dispositivo a controlar; así como también, los diferentes equipos que la máquina accione. Para que las funciones de la máquina se puedan interpretar fácilmente.

2.3.2. LOGICA DE LOS CIRCUITOS DE CONTROL.

FUNCION IDENTIDAD: En el siguiente circuito fig. 1, se observa que sus componentes

Son:

Un elemento de control (botón pulsador), y un elemento indicador (foco piloto) conectados en serie.

Su funcionamiento es: Al apretar el botón pulsador (A) el foco prendera (X).

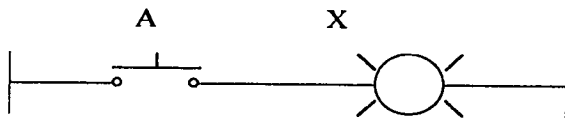
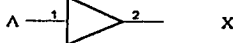


Fig. 1

Función

$$A = X$$



FUNCION "Y" (CONJUNCION)

Se observa en la fig. 2, que los componentes del circuito son: Dos elementos de control (botón pulsador), conectados en serie y un elemento indicador (foco piloto).

Su funcionamiento se basa en: Sólo si se acciona A y B al mismo tiempo prendera el foco.

Función AND

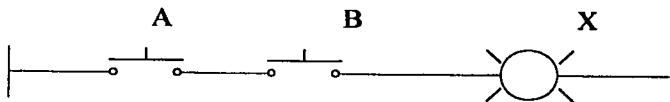


Fig.2

Función

$$A * B = X$$



FUNCION "O" (DISYUNCIÓN)

Este circuito tiene los mismos elementos de control que el anterior, pero conectados en paralelo, lo cual representa dos caminos. Fig. 3.

Su funcionamiento se basa: Podemos accionar A o B y el foco prenderá.

Función OR

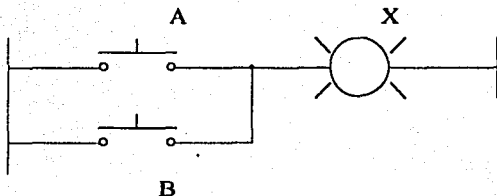


Fig.3



FUNCION "NOT" (NEGACION)

Esta función se interpreta como, la inversión de la igualdad de entrada (o de salida).

Su funcionamiento se basa: Aquí el foco se encuentra encendido pero al accionar el botón (A) este se apagará.

Función NOT

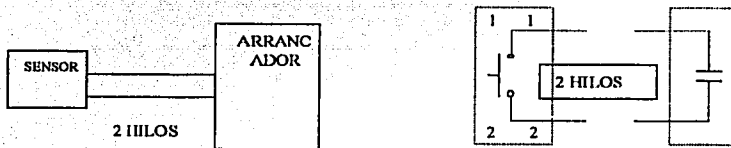


Todos los circuitos por complejos que sean, son variaciones de dos tipos básicos, conocidos como de 2 o 3 hilos. El nombre de estos circuitos de control lo proporciona precisamente, el número de hilos conectados entre el conjunto de elementos de control o mando y el elemento o elementos de procesamiento.

Estos elementos pueden ser de mando directo, tal como apagadores, botones pulsadores, interruptores de límite, detectores de proximidad, etc., o también de mando indirecto, como contactos de relevador o de contactor.

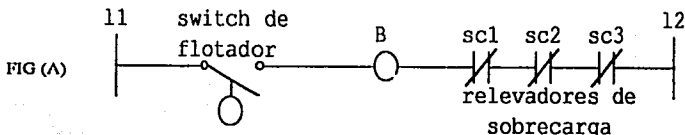
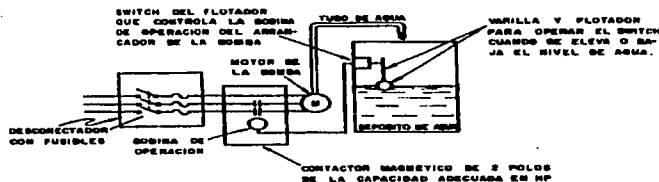
2.3.3 CONTROL MANUAL A DOS HILOS.

En estos circuitos se usa un elemento de mando de control sostenido que puede ser un interruptor flotador, de limite, etc.



El nombre de este circuito lo proporciona precisamente, el numero de hilos conectados entre el conjunto de elementos de control o mando y el elemento o elementos de procesamiento

Una aplicación clásica del control a dos hilos es utilizando el switch flotador o de nivel que se usa para el bombeo de agua en edificios, industrias y casas habitación.



En la (Fig. A), anterior cuando el nivel de agua se eleva, el switch del flotador se cierra, completando el circuito a través de 1.1 y 1.2. La corriente a través de la bobina (B) cierra el contactor del motor y arrancara el motor. Cuando el nivel del agua desciende, el interruptor de flotador se abre y el motor se parara.

Una sobrecarga en el motor producirá que los relevadores de sobrecarga se abran, y el motor se parara, las sobrecargas se restablecen normalmente en forma manual, de manera que permitan verificar y corregir la causa de la sobrecarga.

2.3.4. CIRCUITO DE TRES HILOS.

El control a tres hilos es generalmente con botones de arranque - paro, y termostatos de doble acción. Aunque también puede ser a través de contactos de relevador o de contactor. Se le conoce como de protección contra falta de tensión y/o contra baja tensión. Se caracteriza porque la bobina se desconecta por baja o falta de tensión, y no se energizará cuando ésta regrese. Se obtendrá una protección contra arranque espontáneo de las máquinas al restablecerse la alimentación. Un operador tendrá que oprimir el botón de arranque para reanudar la operación.

El circuito básico para este circuito de control es el que se muestra a continuación. (Fig. Z)

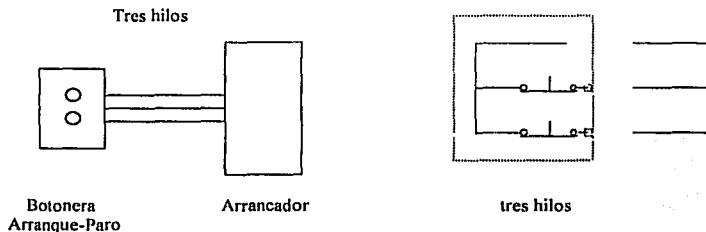
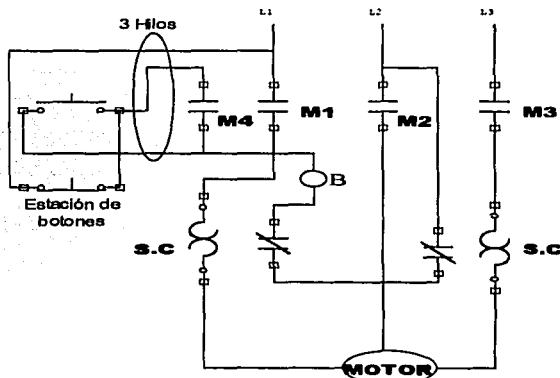


FIG (Z)

En la figura anterior, el diagrama de la estación de botones es una representación física de los elementos internos y sus conexiones con el arrancador en los puntos numerados.



Al oprimirse el botón arranque (de contacto momentáneo), se energiza la bobina (B). Cuando ésta se encuentra excitada, cierra los contactos M1, M2 y M3, que conectan al motor a la línea y el contacto M4, el cual mantiene cerrado el circuito de alimentación de la bobina M. Basta pulsar el botón de paro (de contacto momentáneo) para desenergizar a la bobina M, que abre los contactos desconectando al motor. Si la tensión de la línea falla, la bobina no podrá mantener cerrados los contactos y se abrirán los de carga M1, M2, y M3 y el enclave M4. Así si regresa la tensión la bobina no se energizará y un operador tendrá que reiniciar la puesta en marcha.

LECTURA E INTERPRETACION DE DIAGRAMAS DE CONTROL. NOMENCLATURA DE IDENTIFICACION Y LOCALIZACION

2.3.5. Los esquemas eléctricos representan con símbolos, las conexiones eléctricas y enlaces que intervienen en su funcionamiento, de manera simple, para su rápida y fácil interpretación.

Cada elemento se define por:

- La función que cumple.
- La referencia del aparato al que pertenece.
- El orden del aparato al que pertenece.

A todos esos elementos y aparatos las normas eléctricas les designa una nomenclatura específica para su pronta identificación en el esquema.

A nivel Internacional predominan las simbologías ASA-NEMA y DIM; En México, además, existen las normas nacionales CCONIE.

Observaremos los diagramas siguientes y sus Mnemónicos de identificación en los sistemas ASA-NEMA, CCONIE y DIM.

SEGÚN ASA-NEMA.

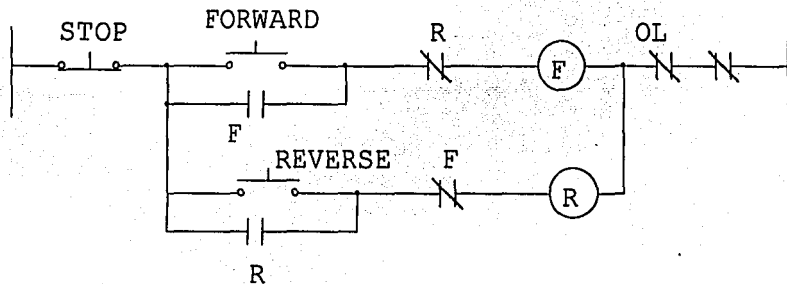
El sistema americano ASA-NEMA utiliza nemónicos que indican la función de cada elemento o aparato para su identificación así, en el diagrama X. El contactor marcado con "F", energiza al motor para un sentido de giro (FORWARD).

El contactor marcado con "R" lo hace en sentido contrario (REVERSE).

Los contactos son señalados o marcados con el mismo nemónico, que el aparato al que pertenecen, sean contactos cerrados o abiertos, (de apertura o de cierre).

Los contactos "OL" corresponden al relé de sobrecarga (OVER-LOAD).

Diagrama X



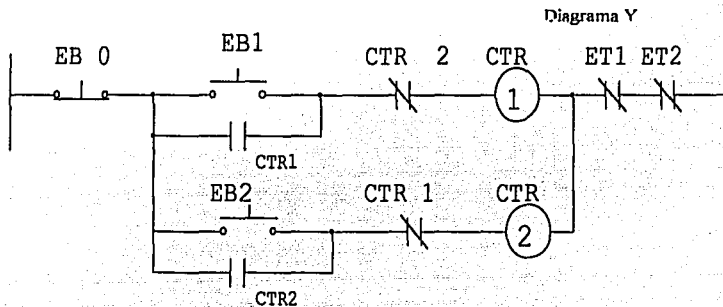
SEGÚN CCONIE.

Los nemónicos utilizados en el sistema CCONIE nos indican el nombre (abreviado) del elemento o aparato, más un número progresivo.

En el diagrama (Y) "CTR" Indica Contactor
"EB" Indica Estación de Botones
"ET" Es el Elemento Térmico o relé de sobrecarga.

El contactor "CTR1" energiza al motor para un sentido y "CTR2" lo hace para el sentido contrario. Las botoneras "EB0", "EB1", y "EB2", son de paro y arranque.

También los contactos son señalados con el mismo nemónico ya sea de apertura o de cierre.



SEGÚN DIN.

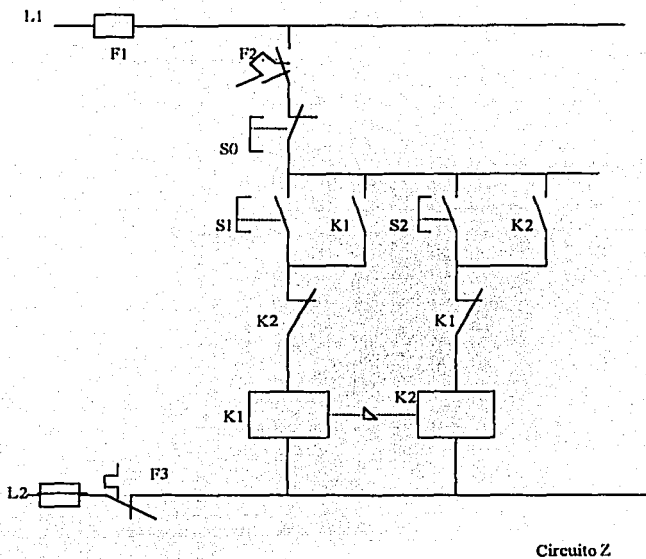
El sistema DIM, designa una letra específica para cada género de aparato o elemento, más un número progresivo.

Así en el siguiente circuito (Z):

"K" Indica Contactores y Relevoadores.
"S" Indica Pulsadores y Detectores.
"F" Señala Protecciones.

En el circuito el contactor "K1" energiza al motor para un sentido de giro, y el contactor "K2" lo hace para el sentido contrario.

"S0", "S1", y "S2" son los botones pulsadores de paro y de arranque.
"F1" Son los fusibles.
"F2" Es el interruptor Termomagnético y
"F3" Indica el elemento de sobrecarga.



Circuito Z

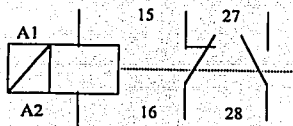
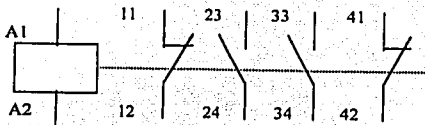
El sistema DIM, también prevé nomenclatura de identificación para cada borne según su orden progresivo, tipo de contacto y su acción.

La nomenclatura se compone de dos dígitos: El dígito de las unidades indica la acción del contacto.

- 1 - 2 Son destinados a contactos de Apertura (NC)
- 3 - 4 Son destinados a contactos de Cierre (NA)
- 5 - 6 Son destinados a contactos de Apertura (NC), de Acción Especial (Protección, temporizador, etc.)
- 7 - 8 Son destinados a contactos de Cierre (NA), de Acción Especial (Protección, Temporizador, Etc.)

El dígito de las decenas, indica el orden progresivo de cada uno de los contactos.

- 11 - 12 Su ejecución es de Apertura
- 23 - 24 Su ejecución es de Cierre
- 33 - 34 Su ejecución es de Cierre
- 41 - 42 Su ejecución es de Apertura
- 55 - 56 Su ejecución es de Apertura (Acción Especial)
- 67 - 68 Su ejecución es de Cierre (Acción Especial)



ON - DELAY

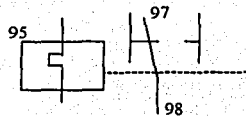


OFF - DELAY

El dígito 9 y a veces 0 (como decena), es exclusivo de los contactos del relevador de sobrecarga seguido del 5 - 6 ó 7 - 8.

Estos contactos de protección se designan con los números:

- 95 - 96 (05 - 06) Para Contactos de Apertura (NC).
- 97 - 98 (07 - 08) Para Contactos de Cierre (NA).

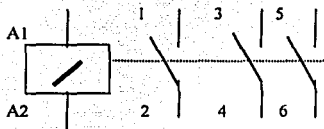


TIPO CONMUTADOR

Los contactos destinados al circuito de fuerza se designan con los números:

1, 3, 5 COMO ENTRADAS

2, 4, 6 COMO SALIDAS



Los bornes de las bobinas de contactores y de relevadores son referenciados alfanuméricamente, con una letra seguido de un número.

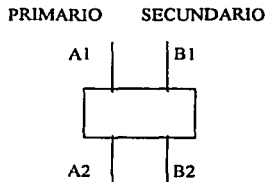
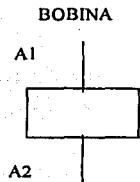
Si la bobina tiene un arrollamiento:

"A1" - "A2" SON LOS BORNES DE UNA BOBINA.

Si tiene más de un arrollamiento:

"A1" - "A2" SON LOS BORNES DEL PRIMARIO.

"B1" - "B2" SON LOS BORNES DEL SECUNDARIO.



2.3.6 LOCALIZACION EN EL DIAGRAMA.

Para una rápida localización de los contactos en el diagrama, las líneas de conexión se enumeran progresivamente, y cerca del símbolo de la bobina se indica el número de línea donde se encuentra cada uno de sus contactos utilizados, y el estado inicial (posición normal) del mismo.

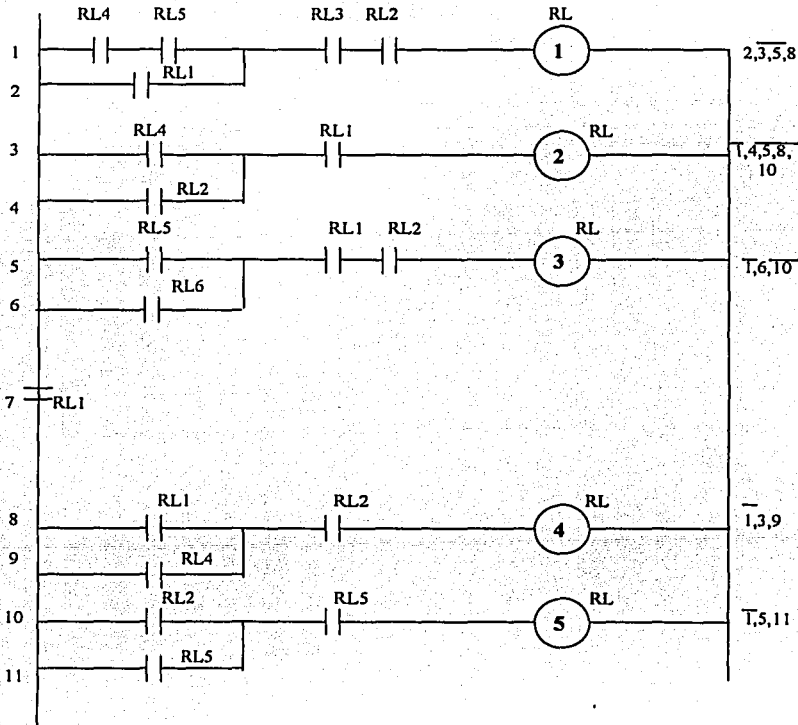
LOCALIZACION SEGÚN ASA - NEMA

La numeración de las líneas de conexión se coloca del lado izquierdo del diagrama de control.

La indicación del número de línea donde se encuentra cada contacto, se coloca al lado derecho del mismo diagrama y al nivel de la bobina correspondiente.

Una línea sobre (o debajo) del número de localización, indica que el contacto es normalmente cerrado (N.C.), la ausencia de esa marca indica que el contacto es normalmente abierto (N.A.).

En el siguiente diagrama se muestra la localización antes mencionada.



LOCALIZACION SEGÚN DIN

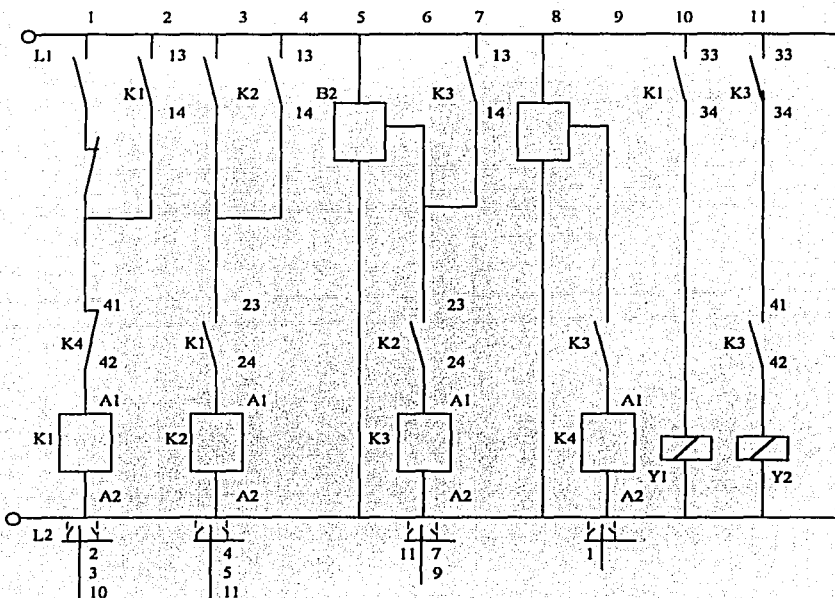
La numeración de las líneas de conexión, se coloca en la parte superior del diagrama de control.

La indicación del número de línea donde se encuentra cada contacto, se coloca debajo del diagrama a nivel del símbolo de la correspondiente bobina.

El número de localización de los contactos es colocado en las columnas señaladas con una inicial que indica la operación o función de ellos o símbolo de (N.A.) o (N.C.).

Las iniciales son:

H	(Haupt)	FUERZA
S	(SCHLIESSEN)	CIERRE
•	(OFFNEN)	APERTURA



3.1. MOTOR DE INDUCCION

De los motores eléctricos en de Inducción es el que se emplea con mayor frecuencia. Su sencillez, resistencia y poco mantenimiento son algunas cualidades que tiene para su uso, este tipo de motor puede ser monofásico o polifásico (dos o tres fases).

El Motor de Inducción se llama así porque las corrientes que fluyen en el secundario designado como rotor, se inducen por las corrientes que fluyen en el primario designado como estator. Es decir, las corrientes del secundario se inducen por la acción de los campos magnéticos generados en el motor por el devanado del estator.

Estos motores utilizan en el secundario el rotor tipo Jaula de Ardilla, por su bajo costo y seguridad, además no requiere anillos, ni escobillas que puedan sufrir desgaste o fallas.

Estos motores nunca llegan a trabajar a velocidad síncrona por lo que se les conoce como motores Asíncronos.

Este motor de Inducción o Asíncrono, puede funcionar como reversible y también puede funcionar como Motor o Generador.

En general el motor de Inducción consta de dos partes principales que son el Estator y el Rotor.

El Estator del motor consiste en una armazón o culata, en cuyo interior se instala un núcleo laminado dotado de ranuras, y en estas se coloca un devanado formado por varios grupos de bobinas.

El Rotor puede ser de dos tipos: Jaula de Ardilla y Rotor Devanado.

El tipo Jaula de ardilla consiste de un núcleo de hierro ranurado, en cuyas ranuras se encuentran colocados conductores que constituyen el devanado del rotor. El campo rotatorio producido por los devanados fijos del estator corta a los conductores del rotor, produciendo f.e.m.s. en ellos y resultados magnéticos en el núcleo, que hacen que el rotor tienda a seguir al campo rotatorio de los devanados del estator.

El rotor se mueve prácticamente con la misma rapidez que el campo. La pequeña diferencia entre las dos velocidades se conoce como "Deslizamiento", y generalmente no es de más del 3 al 5 % de la velocidad del campo rotatorio.

La velocidad del campo magnético es conocida como síncrona y está dada por la siguiente expresión:

$$N = \frac{120 \cdot f}{p} \text{ r.p.m}$$

N - Velocidad síncrona

f - Frecuencia de la tensión de alimentación

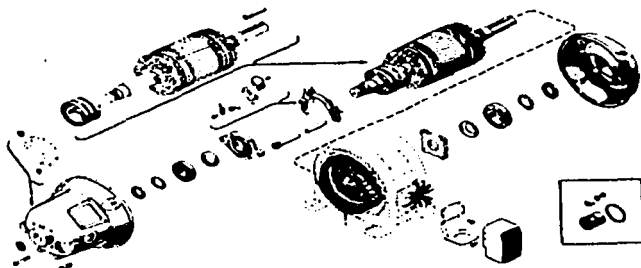
P - Número de polos

El rotor nunca alcanzará la velocidad de sincronismo, ya que de hacerlo, no existiría una diferencia relativa entre su velocidad y la del campo, deteniéndose al no inducirse corrientes en su devanado.

3.2 MOTOR JAULA DE ARDILLA

Los motores de Jaula de ardilla son máquinas con una impedancia en su devanado estático, que permite su conexión directa a la red, sin el peligro de destruir su devanado. Pero la corriente demandada puede ocasionar perturbaciones en la red de alimentación, tanto por su intensidad como por el bajo factor de potencia con que es absorbida, sobre todo en máquinas con capacidades de 10 HP y mayores.

Esta situación y el hecho que el par pueda tener efectos no deseados en la carga accionada, trae como consecuencia, el empleo de métodos de arranque, en los cuales la conexión del motor ya no se hace de manera directa a la red, sino a través de resistencias, reactivancias, autotransformadores, etc., que constituyen los métodos de arranque a tensión reducida.



CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES DE INDUCCIÓN.

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES DE INDUCCIÓN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MOTOR		MÉTODO DE ARRANQUE	TIPO DE ARRANCADOR	OPERACIÓN	VOLTAJE	
TIPO	Nº DE FASES					
INDUCCIÓN JAULA DE ARDILLA	MONOFÁSICO	a tensión plena	-----	manual magnético	baja tensión	
		a tensión plena	-----	manual magnético	-----	
	TRIFÁSICOS	a tensión plena	combinación con rel. de fusibles combinación con rel. Termomagnético reservable	magnético	-----	-----
		a tensión reducida	por resistencia primaria	magnético	-----	A.T en aire
		a tensión reducida	autotransformador	manual magnético	-----	baja tensión
		a tensión reducida	por reactor	magnético	-----	A.T en aire
	Estrato delta		cambio de conexiones de los devanados del motor	magnético	-----	baja tensión
	desconexión bipartida de las bobinadas					
MOTOR DE VARADO	TRIFÁSICO	control secundario	por resistencia primaria	magnético	A.T en aire	
SINCRONO	TRIFÁSICO	a tensión plena	-----	magnético	A.T en aire	

3.4. CALSIFICACION DE LOS MOTORES DE INDUCCION

De acuerdo a sus características de Par, Intensidad y Velocidad la NEMA, ha clasificado a los motores de Inducción en diferentes clases:

CLASE A: Este es un motor diseñado con un par de arranque normal, alrededor del 150 % del de régimen. Su corriente de arranque va de 5 a 7 veces la nominal. Su deslizamiento a plena carga es menor del 5 % y en motores de gran tamaño, aproximadamente del 2 %. Tiene un solo devanado de jaula de ardilla de baja resistencia, que se instala en ranuras profundas, lo cual nos da un arranque rápido. Para motores de 10 HP o mayores, las corrientes de arranque suelen ser muy elevadas, lo que implica la utilización de métodos de arranque a tensión reducida. Sus aplicaciones son en: Bombas centrífugas, ventiladores, grupo-motorgenerador y equipos que requieran un par de arranque bajo.

CLASE B: Este diseño proporciona pares y deslizamientos similares a la clase anterior, pero las corrientes en el arranque suelen ser menores, de 4 a 4 veces la nominal.

Esta característica se obtiene, por medio de un devanado de rotor especial del tipo de doble jaula de ardilla o de barras profundas. A ciertas potencias no se prestan para el arranque a la tensión plena de la red.

Este diseño es el más común para uso general en tamaños que van de los 5 a los 200 HP, cuando los requerimientos del par de arranque no son muy severos.

CLASE C: Este es un motor diseñado con un par de arranque elevado y baja corriente de arranque, su rotor es de doble jaula de ardilla, con las características ya mencionadas, pero limita su capacidad de disipación térmica. No se recomienda por esto para cargas de alta inercia que impidan su rápida aceleración. Su corriente de arranque es de 4.5 a 5 veces la nominal, su par de arranque es del orden de 250% del de régimen. Y su deslizamiento a plena carga es del 5% o menos.

Aplicaciones más comunes: Compresores, transportadores, máquinas trituradoras y toda clase de cargas de naturaleza estática y con requerimientos de alto par de arranque.

CLASE D: Son motores con ranuras en el estator reducidas y a poca distancia de la superficie. Esto trae consigo alta resistencia, desarrollándose elevados pares de arranque, hasta 300% del nominal, pero con rendimientos bajos. Además, tienden a sobrecalentarse con cargas de alta inercia. Se usa con cargas intermitentes, con frecuentes inversiones de giro que requieren aceleraciones rápidas. Los motores con deslizamiento mayores, como los que se usan en los servicios de elevadores, tienen deslizamientos entre 15 y 25%.

CLASE E y F: Los motores de clase E, son de bajo par de arranque, 130 % del nominal, baja corriente de arranque de 2 a 4 veces la nominal y bajo deslizamiento, alrededor del 2% se construyen con doble jaula de ardilla, su consumo de energía es muy pequeño. Se utiliza para mover cargas ligeras como las de los motores de clase A y B.

La clase F, es similar a la clase E, pero requiere menos corriente de arranque y hay un deslizamiento mayor.

3.5 ARRANQUE A TENSION PLENA

El método más sencillo de arranque para el motor polifásico de Inducción de Jaula de ardilla, es conectándolo directamente a la línea. Para esto se pueden emplear dispositivos de arranque manuales o magnéticos.

El arranque a tensión plena se emplea cuando la corriente demandada, no produce perturbaciones en la red y cuando la carga puede soportar el par de arranque.

En un arrancador manual su operación es muy sencilla; basta pulsar un botón para cerrar los contactos de conexión del motor y otro para abrirlos. Pueden ir provistos de protección contra sobrecarga y a veces contra cortocircuito.

Arrancador Magnético, se mencionó que el cierre de los contactos, es realizado mediante la energización de una bobina, este tipo de arrancador generalmente se monta alojado en un gabinete metálico según las exigencias de las normas para sus utilización en diferentes áreas de trabajo, pero además esta disponible para montaje tipo abierto, es decir sin gabinete por lo cual se puede instalar en el cuerpo de la propia máquina o en un tablero de control.

Se opera por medio de una estación de botones "arrancar - parar" en caso de existir operario o por medio de algún otro dispositivo de operación automática, los cuales cumplen la función de energizar o desenergizar la bobina del contactor magnético.

Una de las ventajas del arrancador magnético es que se dispone de la protección contra bajo voltaje. Cuando se opera desde una estación de botones de contacto momentáneo ("control a tres hilos"), también es importante hacer mención que este tipo de arrancador es un dispositivo que nos ofrece además de la función de arranque las protecciones de sobrecarga y voltaje.

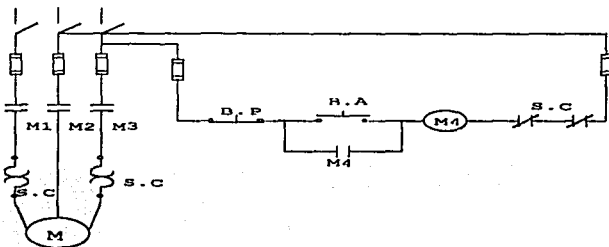


Fig. T

Arrancador magnético a Tensión Plena de un Motor Trifásico Jaula de Ardilla

La fig. (T), muestra un diagrama lineal de un arrancador a tensión plena magnético, de un motor jaula de ardilla, con la protección contra cortocircuito, dada por los fusibles y contra sobrecarga, dada por el relevador de sobrecarga.

3.6. ARRANQUE A TENSION REDUCIDA

Con objeto de reducir las enormes corrientes de arranque que toman los motores de jaula de ardilla, o bien, acelerar suavemente la carga, esto es disminuir el par, pueden adoptarse varios métodos para lograr el arranque a tensión reducida. Entre los principales se encuentran:

- A) Resistencias Primarias
- B) Autotransformador
- C) Devanado Bipartido
- B) Reactancias
- D) Estrella - Delta

3.6.1. RESISTENCIAS PRIMARIAS

En este método se emplea un banco de resistencias de valor fijo o variable, conectándolo al primario del motor (estator) durante un periodo de aceleración. Estas resistencias se puentean dejándolas fuera del circuito y se aplica el voltaje pleno al motor cuando este ha sido acelerado.

- O sea cuando se conecta a la línea el motor, a través de un grupo o banco de resistencias, se produce una caída de tensión en ellas, esta caída disminuye la tensión aplicada a las terminales del motor, reduciendo la corriente y el par durante el arranque. Una vez que el motor alcanza cierta velocidad (superior al 70% de la nominal), se desconectan las resistencias, dejando el motor funcionando con la tensión plena de alimentación.

Sus ventajas son que proporciona una aceleración suave, un alto factor de potencia y bajo costo en los tamaños más pequeños. La suavidad en la aceleración se debe a que conforme el motor se va acelerando la corriente que va tomando cada vez es menor y en consecuencia la caída de voltaje en las resistencias también es menor mientras que el voltaje en las terminales del motor se va elevando. El par va aumentando en forma constante conforme aumenta la velocidad.

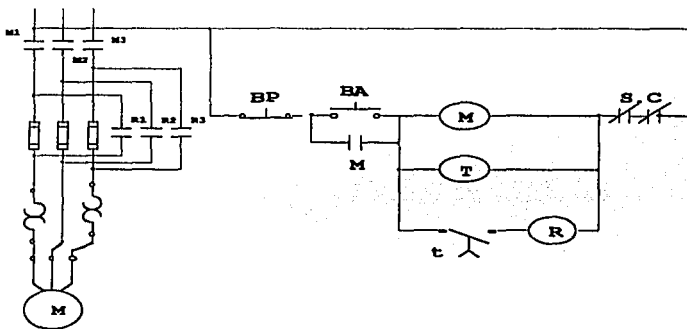


FIG (Q)

Diagrama de un Arrancador Magnético a Tensión Plena Reducida con Resistencias, para un Motor Trifásico Jaula de Ardilla

En la fig. (Q), cuando se oprime BA se establece continuidad en la línea y la bobina M se energiza, cerrando los contactos M1, M2 y M3, en el circuito de carga y el contacto M4 de enclave, en el circuito de control; así el motor se conecta a la línea a través del banco de resistencias.

Pero en el momento que se energiza la bobina M, también lo hace el relevador de tiempo T y este a su vez en un tiempo "t" cierra el contacto T, permitiendo la conexión de la bobina R, la cual cierra sus contactos R1, R2 y R3 en el circuito de carga puenteadando las resistencias, con lo que el motor queda conectado a la tensión plena de línea. El paro se realiza con el botón (BP) que interrumpe la continuidad y provoca la apertura de los contactos M en el circuito de carga.

3.6.2. AUTOTRANSFORMADOR

El arranque con autotransformador conocido como compensador, tiene el mismo propósito que los arrancadores con resistencias o reactivas pero posee ciertas características que lo hacen ser preferido en las aplicaciones a pesar de ser costoso.

El motor se arranca a voltaje reducido por medio de un autotransformador y posteriormente cuando el motor se ha acelerado alcanzando su velocidad nominal se le aplica el voltaje pleno

Los autotransformadores compensadores de arranque, tienen su aplicación principal en arrancadores a Tensión Reducida, para motores de Inducción Trifásicos, con rotor "Jaula de Ardilla". Estos autotransformadores, tienen derivaciones al 50, 65 y 80 % de la tensión nominal: Son del tipo seco, y para servicio inferior. Este arrancador incluye un Autotransformador de dos piernas conectadas en Delta Abierta. Pero algunos transformadores utilizan el de tres piernas conectado en Estrella, aunque la operación con dos es más que suficiente ya que la corriente en la tercera fase es solamente alrededor del 15% mayor que en las otras dos fases y este desbalanceo esta permitido. Normalmente los autotransformadores se fabrican con tres derivaciones 50%, 65% y 80% de voltaje pleno.

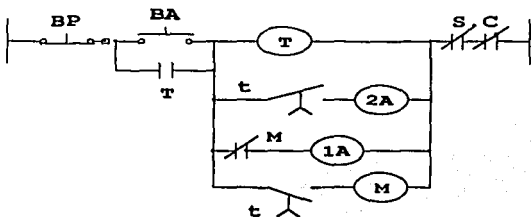
La corriente del motor varía directamente con el voltaje aplicado; la corriente de línea varía con el cuadrado del voltaje aplicado. Por lo tanto el par de arranque varía directamente con la corriente de línea, despreciando las pérdidas en el autotransformador.

Sus características son: Baja corriente de línea, bajo consumo de potencia de línea y bajo factor de potencia.

Una desventaja es que el par permanece prácticamente constante en el primer paso y con otro valor constante en el segundo paso, lo que no sucede con el de resistencia primaria ya que el par varía conforme el motor se acelera.

Existen dos diseños en las conexiones y componentes del circuito; Transición Abierta en el cual al momento de la transferencia de la conexión de voltaje reducido a voltaje pleno del motor queda momentáneamente desconectado de la línea. Y Transición Cerrada en las que las terminales del motor en ningún momento quedan sin energía y evita el problema de que en el momento de la conmutación el motor demande más corriente.

El uso de autotransformadores conectados en Delta abierta puede ocasionar durante el arranque, disturbios en la línea y como consecuencia disminuir el par ya reducido, sin embargo si se quiere tener el par máximo se conectará en Estrella.



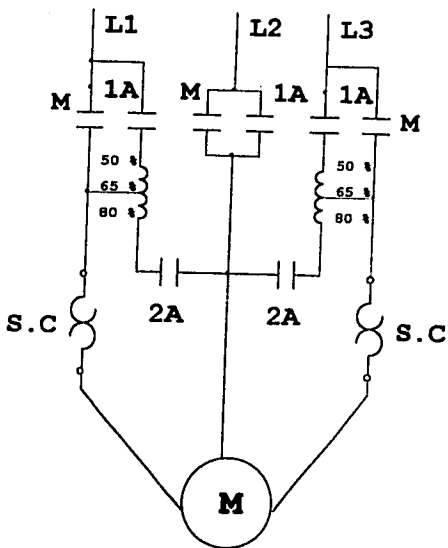


Diagrama de un arrancador a Tensión Reducida con Autotransformador con Transición Cerrada

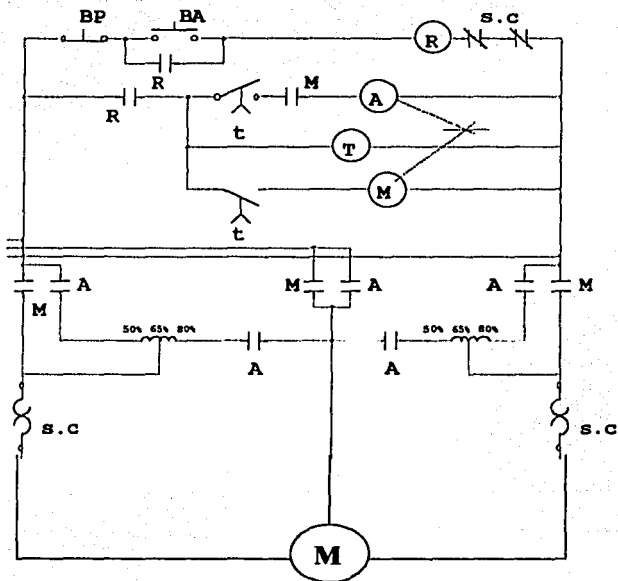


FIG (X)

Diagrama de un Arrancador Magnético a Tensión Reducida con Autotransformador en Transición Abierta

En la fig. (X), al pulsar el botón de (BA) normalmente abierto, se excita la bobina del relevador R, que cierra sus contactos y enclava a R y el otro contacto R se cierra también y energiza la bobina A y la del relevador de tiempo. Al cerrarse los contactos de A, el motor se conecta a la línea a través del autotransformador, un tiempo después de energizarse la bobina T, desconecta a la bobina A y se conecta la bobina M, la cual al cerrar sus contactos conecta al motor a la tensión plena de línea.

3.6.3. ESTRELLA - DELTA

El método consiste en conectar los devanados del motor en Estrella durante el arranque y luego pasarlos a la conexión Delta al terminar la aceleración.

Este tipo de arranque necesita un motor de 6 puntas, ya que requiere que ambos extremos de los embobinados de cada fase se dispongan en la caja de conexiones del motor.

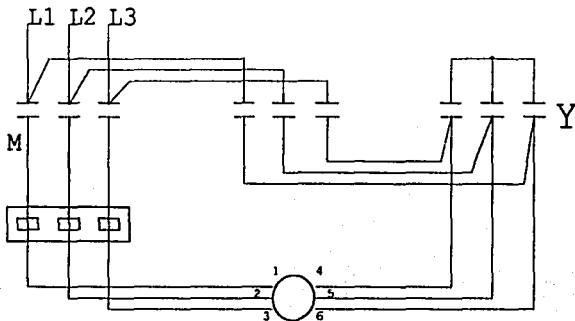
Los arrancadores Estrella - Delta por contactores se han previsto para motores trifásicos con rotor de Jaula de ardilla, cuando se exige que las corrientes durante el arranque sean reducidas o se requiera un par motor especialmente bajo (arranque suave).

El arranque Estrella - Delta únicamente es posible si el motor está conectado en Delta durante el servicio. En el arranque Estrella - Delta, la corriente de arranque equivale, aproximadamente, a la nominal del motor multiplicada por 1.3 a 2.7. El par de arranque se reduce a 1/3 ó 1/4 del valor correspondiente a la conexión directa. Durante el tiempo de arranque en que se establece la conexión en Estrella, el par resistente tiene que ser muy inferior al par motor. En la mayoría de las ocasiones, esto equivale a arrancar en vacío, o bien a que el par resistente, durante el arranque en estrella, sea reducido y no aumente rápidamente.

En la etapa estrella, los motores pueden someterse a una carga del 30 al 50% de su par nominal, aproximadamente (según la clase del rotor).

En caso de par resistente demasiado elevado, se produce durante la conmutación una cresta de corriente y un aumento del par de tal magnitud, que hacen ineficaces las ventajas del arranque Estrella - Delta. El paso de la etapa Estrella a la etapa Delta sólo puede efectuarse cuando el motor ha alcanzado su velocidad nominal de rotación.

Se puede arrancar por Transición Abierta o Cerrada siendo la abierta la más usual pero la cerrada tiene como finalidad evitar el pico de corriente que ocurre en el momento de la desconexión del motor a la línea de alimentación por el cambio de Estrella a Delta, esto se logra agregando al circuito un banco de resistencias y un contactor magnético extra, a través de los cuales se mantiene la continuidad de alimentación a las terminales del motor.



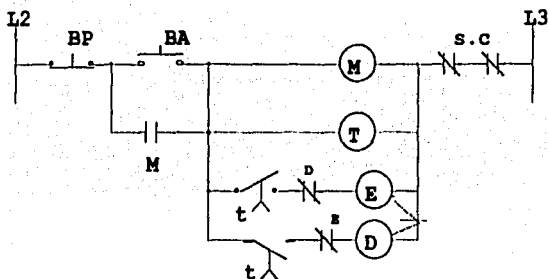
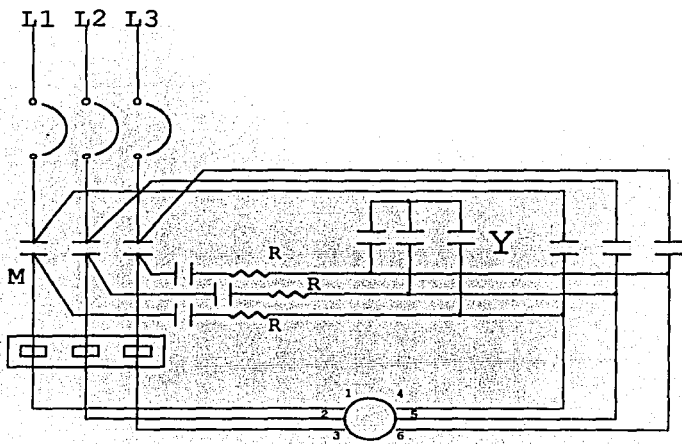


Fig. (z)

Arrancador magnético a Tensión Reducida ESTRELLA - DELTA
Transición Abierta

De la fig. (z), al pulsar el botón de arranque se excitan las bobinas de los contactores M y E se cierran, el motor se conecta a la línea con sus devanados estáticos en Estrella. El relé e tiempo T actúa unos segundos después, ya que el motor se halla acelerado, desconectando la bobina del contactor E y conectando la del contactor D, que al cerrar sus contactos deja trabajando al motor el Delta. El enclave mecánico de los contactores D y E impide que una bobina no descada se energize o cierre sus contactos.



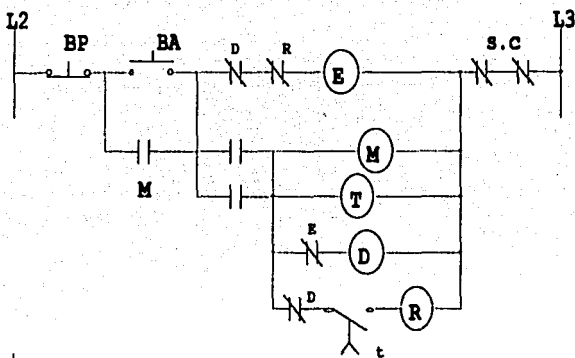


Fig. (x)

**Arrancador a Tensión Reducida Estrella-Delta
Transición Cerrada**

En la fig. (X), Se utiliza un controlador muy similar al anterior, pero que realiza la transferencia de Estrella a Delta sin desconectar el motor de la línea. Los arrancadores con estas características se llaman de Transición Cerrada.

3.6.4. DEVANADO BIPARTIDO

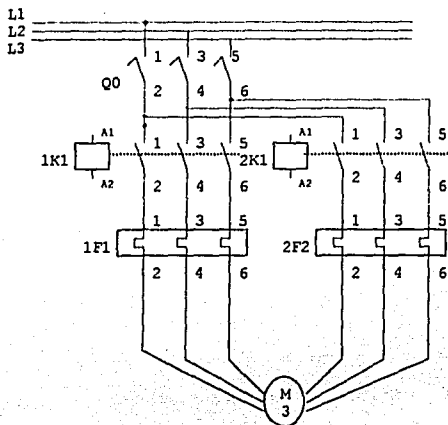
frecuentemente los motores trifásicos Jaula de ardilla, son construidos para operar a dos tensiones; por ejemplo, 220 y 440 Volts. Los motores con Devanado Bipartido y Rotor "Jaula de ardilla", tienen una construcción semejante a los normales excepto que los mencionados tienen el estator con dos devanados idénticos que se pueden conectar en secuencia a la línea de alimentación de energía.

La finalidad de este tipo de motores es permitir la realización del arranque limitando la corriente y el par en motores de hasta 500 HP. 440 V.

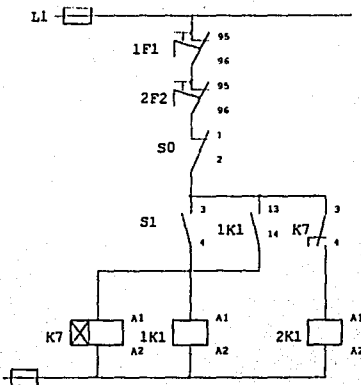
La protección y el control para este tipo de motores se logra mediante la utilización de un arrancador magnético de dos pasos; inicialmente se conecta a la alimentación una mitad del devanado del estator y luego, cuando el motor marcha cerca de su velocidad de régimen se conecta la segunda mitad del devanado en paralelo con la sección ya excitada. De esta manera la corriente se reduce aproximadamente a la mitad del valor que se requeriría si ambos devanados fueran conectados en forma simultánea a la línea de alimentación. El par que se obtiene es menor al 50% que cuando se conectan los dos devanados al mismo tiempo.

La combinación arrancador, motor con Devanado Bipartido se emplea principalmente para proteger, controlar e impulsar cargas centrífugas, tales como, sopladores, bombas centrífugas y otras cargas en que se necesite un par de arranque reducido. También se emplean cuando la corriente de arranque a plena

Tensión pueda producir caídas indeseables en las líneas de distribución o cuando las restricciones de la compañía de energía, prescribe corriente de arranque reducida.



CIRCUITO PRINCIPAL



CIRCUITO DE CONTROL

Fig. (Z)

Arrancador Automático con Devanado Bipartido

En la fig. (Z), al pulsar el botón de arranque (S1) se energizan las bobinas del contactor (1K1) y del relevador de tiempo (K7) al energizarse (1K1) cierra sus contactos conectando medio devanado del motor a la línea y se cierra también el contacto auxiliar 1K1 de manera que la corriente llega ahora a la bobina a través del pulsador y del contacto auxiliar (puntos 13, 14). Un tiempo después de energizarse K7 sus contactos operan, exitándose la bobina (2K1) del contactor que conecta al segundo devanado. Para desenergizar el circuito se oprime S0.

AUTOMATAS PROGRAMABLES (PLC s)

4.1. **Definición:** Un controlador lógico programable (PLC), o Automata Programable es un dispositivo electrónico, diseñado para controlar máquinas y procesos secuenciales en el medio industrial.

Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos.

El PLC puede realizar funciones lógicas; almacenar instrucciones y ejecutar funciones específicas que incluyen control de activación y desactivación (ON/OFF), temporización, conteo, secuencia aritmética y manejo de datos.

4.2. **BREVE HISTORIA DEL PLC**

El desarrollo de los PLC comenzó en 1968, General Motors frecuentemente utilizaba días o semanas reemplazando sistemas inflexibles de control basados en relés, siempre que cambiaba modelos de automóviles o hacía modificaciones de línea. A fin de reducir el alto costo del recableado, Ford y General Motors impusieron a sus proveedores de automatismo unas especificaciones para la realización de un sistema de control electrónico para máquinas transfer. Este equipo debía ser fácilmente programable, sin recurrir a los computadores industriales pero que los ingenieros de planta y los técnicos pudieran programar y dar mantenimiento. Además tenía que ser resistente a la contaminación del aire, la vibración, el ruido eléctrico, la humedad y temperaturas extremas, las cuales se encuentran en el ambiente industrial.

En el camino de los microcomputadores y la lógica cableada aparecen los primeros modelos de Automatas, también llamados Controladores Lógicos Programables (PLC s).

El primer PLC se instalo en 1969 y rápidamente se convirtió en un éxito. Aun los primeros PLC, que funcionaban como reemplazo de relés, eran más confiables que los sistemas basados en relés, debido principalmente a la robustez de sus componentes de estado sólido comparada con la de las partes móviles en los relés electromecánicos.

Actualmente extienden sus aplicaciones al conjunto de sistemas de control de procesos y de máquinas.

4.3. **DESCRIPCION GENERAL DE LA ESTRUCTURA DEL PLC**

A fin de comprender cómo operar los PLC, es necesario una descripción general de los componentes del PLC. Todos los PLC - desde el Micro hasta los más grandes - usan los mismos componentes básicos y están estructurados de una manera similar. Los sistemas PLC constan de:

- ENTRADAS
- SALIDAS
- Unidad Central de Proceso (CPU)
- Memoria para almacenamiento del programa y datos
- Fuente de Alimentación Eléctrica
- Dispositivo de Programación
- Interfaces de Operador

Los autómatas programables se componen esencialmente de tres bloques, tal y como lo muestra la Fig. (a)

- La Sección de Entradas
- La Unidad Central de Procesos (CPU)
- La Sección de Salida

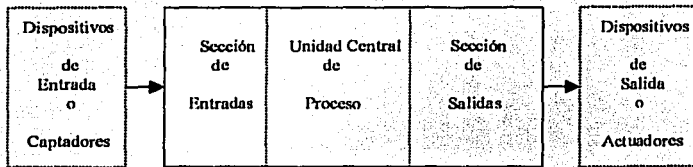


Fig. (a)

AUTOMATA PROGRAMABLE BASICO

Para que un Automata sea operativo son necesarios otros elementos como :

- La Unidad de Alimentación
- La Unidad de Consola de Programación
- Los Dispositivos Periféricos
- Interfaces

En la Fig. (b), se incluyen estos elementos.

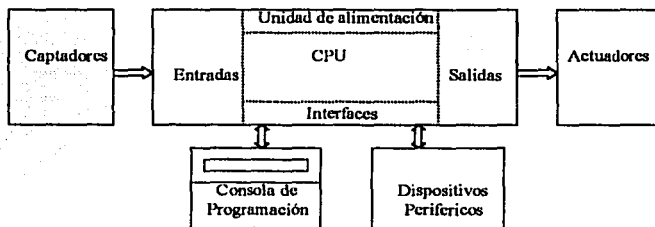


Fig. (b)

4.3.1 UNIDADES DE ENTRADA

Las entradas son fácilmente identificables, ya que se caracterizan físicamente por sus bornes para acoplar los dispositivos de entrada o captadores, por su numeración, y por su identificación INPUT o ENTRADA; llevan además una indicación luminosa de activado por medio de un diodo led.

En cuanto a su tensión, las entradas pueden ser de tres tipos:

- Libres de Tensión pulsadores , interruptores etc.
- A Corriente Continua
- A Corriente Alterna

En cuanto al tipo de señal que reciben, éstas pueden ser: Analógicas y Digitales

Las entradas incluyen botones pulsadores, interruptores, preselectores rotatorios, finales de carrera, detectores de proximidad, sensores fotoeléctricos etc. Todos estos son dispositivos discretos que proporcionan un estado ON o OFF al PLC.

A) Analógicas

Cuando la magnitud que se acopla a la entrada corresponde a una medida de, por ejemplo, presión, temperatura, velocidad, etc., esto es, analógica, es necesario disponer de este tipo de módulo de entrada. Su principio de funcionamiento se basa en la conversión de la señal analógica a código binario mediante un convertidor analógico-digital (A/D).

B) Digitales

Son las más utilizadas y corresponden a una señal de entrada todo (1) o nada (0), esto es, a un nivel de tensión o a la ausencia de la misma. Ejemplo de elementos de este tipo es los finales de carrera, interruptores, pulsadores, etc.

Las señales eléctricas que envían los dispositivos de campo al PLC generalmente son de 120 VCA o 24 VCC no filtradas. Los circuitos de entrada en el PLC toman este voltaje de campo y lo "acomodan" para que pueda ser utilizable por el PLC. El acondicionamiento es necesario porque los componentes internos de un PLC operan en SVCC y esto reduce al mínimo la posibilidad de daños al protegerlos contra picos de tensión.

- a) La sección de entradas, mediante el interfaz, adapta y codifica de forma comprensible por la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada esto es, pulsadores, finales de carrera, sensores, selectores, interruptores de flujo, etc.; También tiene la misión de proteger los circuitos internos del autómatas, realizando una separación eléctrica entre estos y los captadores.

4.3.2. SALIDAS

Son los dispositivos tales como solenoides, relés, contactores, arrancadores de motor, luces indicadoras, válvulas y alarmas que se encuentran conectadas a las terminales de salida del PLC, la indicación de OUTPUT o Salida, e incluye un indicador luminoso LED de activado.

Los circuitos de salida operan en una manera similar a los circuitos de entrada: Las señales de la CPU pasan a través de una barrera de aislamiento antes de activar los circuitos de Salida.

Los PLC usan tres tipos de salidas para activar sus terminales de salida y son: Relés, Transistores y Triacs. En cuanto a las intensidades que soportan cada una de las salidas, esta es variable, pero suele oscilar entre 0.5 y 2 A.

Los relés y triacs suelen utilizarse para actuadores a C.A. Mientras que la salida a transistor se utiliza cuando los actuadores son a C.C.

Los transistores son silenciosos y no tienen partes móviles que se desgasten, son rápidos y pueden reducir el tiempo de respuesta, pero portan cargas de solo 0.5 amperes, o menos.

Los transistores especiales como los FET (transistores de efecto de campo) pueden manejar más corriente, típicamente hasta 1 amp.

Los triacs estrictamente conmutan energía C.A. Sus salidas son silenciosas, no tienen partes móviles que se desgasten, son rápidos y portan cargas de 0.5 amp. O menos.

NOTA: Los sobrevoltajes a las sobrecorrientes, pueden dañar o destruir las salidas de estado sólido (triacs o transistores).

Al igual que las entradas, las salidas pueden ser analógicas y digitales, las digitales son las mas Utilizadas, para las analógicas es necesario un convertidor digital analógico (D/A)

La sección de salidas, mediante el interfaz decodifica las señales procedentes de la CPU, las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores, como lamparas, relés, contactores, arrancadores, electroválvulas, etc., aquí también existen unos interfaces de adaptación a las salidas y de protección de circuitos internos.

4.3.3. UNIDAD CENTRAL DE PROCESO (CPU)

El CPU (Central Processing Unit) está constituido por los elementos siguientes: Procesador, Memoria y Circuitos auxiliares asociados.

El CPU lee las entradas, ejecuta la lógica según lo indique el programa de la aplicación, ejecuta cálculos y controla las salidas según corresponda.

Los usuarios de los PLC trabajan en dos áreas del CPU: Archivos del programa y archivos de datos.

Los archivos de programa almacenan el programa de la aplicación del usuario, archivos de subrutinas y el archivo de errores. Los archivos de datos almacenan los datos asociados con el programa, tales como estado de E/S, valores preseleccionados y acumulados del contador/temporizador y otras constantes o variables almacenadas.

Juntas estas dos áreas se llaman Memoria del Usuario.

Además dentro del CPU se encuentra un programa o memoria del sistema ejecutable que dirige y ejecuta las actividades de "operación" tales como ejecutar el programa del usuario y coordinar los escaneos de entrada y las actualizaciones de salidas. El usuario no puede tener acceso a la memoria del sistema, la cual es programada por el fabricante.

El CPU es la inteligencia del sistema, ya que mediante la interpretación de las instrucciones del programa del usuario y en función de los valores de las entradas, activa las salidas deseadas.

LA UNIDAD ALIMENTADORA

La unidad alimentadora o fuente de alimentación adapta la tensión de red a 220 volts y 50 hz. A la de funcionamiento de los circuitos electrónicos internos del PLC, así como a los dispositivos de entrada: 24 VCC pero los fabricantes del micro PLC ofrecen productos para operar con 120 VCA, 220 VCA o 24 Vcc. La fuente de alimentación eléctrica del PLC está diseñada para resistir perdidas no prolongadas de alimentación eléctrica sin afectar la operación del sistema, y para mantener la operación normal aún si el voltaje varía del 10 al 15%.

CONSOLA DE PROGRAMACION

Cuando se introduce un programa a un PLC, los dos dispositivos que generalmente se usan son una computadora personal (PC) y un programador de mano que se acoplan mediante un cable y un conector, o bien se pueden enchufar directamente al CPU. La PC se usa para ejecutar el software de programación del PLC. Este software permite a los usuarios crear, editar, documentar, almacenar, localizar y corregir problemas de los diagramas de escalera y generar informes impresos.

El programador de mano puede usarse para programar el PLC, pero se usa comúnmente como una herramienta de localización y corrección de problemas, porque el programador de mano tiene su propia memoria para almacenar programas.

PERIFERICOS O EQUIPOS PERIFERICOS

Son aquellos elementos auxiliares, físicamente independientes del Automata, que se unen al mismo para realizar su función específica y que amplían su campo de aplicación o facilitan su uso. No intervienen directamente ni en la elaboración ni en la ejecución del programa.

Algunos de ellos son: Impresoras, Unidades de cinta o Memoria EEPROM, Lectura de código de barras, Unidad de teclado, Tests, etc.

INTERFACES

Son aquellos circuitos o dispositivos electrónicos que permiten la conexión de la CPU con el exterior llevando la información acerca del estado de las entradas y transmitiendo las ordenes de activación de las salidas.

Se comunican con el PLC mediante un puerto de comunicaciones del tipo RS-232 o RS-422, y efectúan la comunicación mediante el código ASCII.

Asimismo, permiten la introducción, verificación y depuración del programa mediante la consola de programación, así como la grabación del programa a casete, en memoria EPROM, comunicación con el monitor, impresora etc.

Estas interfaces, proporcionan información más completa y más entendible y reducen los costos del sistema, de los componentes y de la instalación.

4.3.4. TIPOS DE MEMORIA

Es un espacio físico dentro de la CPU donde se almacenan y se manejan los archivos del programa y los archivos de datos. Esta memoria nos permite almacenar información en forma de bits (ceros y unos).

Los tipos de memoria se dividen en dos categorías: VOLÁTIL Y NO VOLÁTIL.

La memoria Volátil puede fácilmente ser alterada o borrada, y se puede escribir o leer en ella. Estas memorias se conocen como:

A) MEMORIA RAM (RANDOM ACCESS MEMORY)

Memoria de acceso aleatorio o memoria de lectura y escritura.

Es relativamente rápida y ofrece una forma fácil de crear y almacenar programas de aplicación del usuario, por procedimiento eléctrico, pero la información desaparece al faltarle la corriente.

Algunos micros PLC con memoria RAM usan energía de reserva de batería o capacitores para evitar la pérdida de la memoria. (Sin embargo, las baterías y los capacitores pueden fallar)

B) MEMORIA ROM (READ ONLY MEMORY)

Memoria de sólo lectura. En estas lecturas se puede leer su contenido, pero no se puede escribir; los datos e instrucciones los graba el fabricante y el usuario no puede alterar su contenido. A qui la información se mantiene ante la falta de corriente.

Existen otros tipos de memorias dentro del PLC dependiendo de su capacidad y tamaño y se muestran en el siguiente cuadro Fig. (h). Las memorias EPROM y EEPROM tienen gran aplicación como memorias copia para grabación y archivo de programas del usuario.

TIPOS DE MEMORIAS

Tipo de Memoria	Sistema de Programación	Sistema de Borrado	Ante el corte de tensión de Memoria
RAM O memoria de Lectura escritura	Eléctrica	Eléctrica	Se Pierde es Volátil
ROM O memoria de Solo lectura	Durante su proceso de fabricación	Es imposible su Borrado	Se mantiene
PROM O memoria Programable	Eléctrica	Es imposible su Borrado	Se mantiene
EPROM O memoria Modificable	Eléctrica	Por rayos UV	Se mantiene
EEPROM O memoria Modificable	Eléctrica	Eléctrica	Se mantiene

Fig. (h)'

Ya que la memoria es un espacio físico, los datos son información almacenada en este espacio. La CPU opera de la misma manera que una computadora; maneja datos usando dígitos binarios o bits.

Un bit es una ubicación discreta dentro de un chip de silicón que tiene un voltaje presente, leído como un valor de 1 (ON) o no presente, leído como un valor de 0 (OFF). Por lo tanto, los datos son un patrón de cargas eléctricas que presentan un valor numérico.

Un bit es la unidad más pequeña de memoria disponible. Los chips de memoria suelen estar organizados en octetos y a su vez, estos en palabras; Cada palabra de datos tiene una ubicación física específica en la CPU llamada una "dirección" o un "registro" cada palabra es normalmente de 16 bits, esto es, 2 bytes, es decir, cada posición de memoria suele contener 16 bits de información o lo que es lo mismo, 2 bytes. Ver fig. (d)

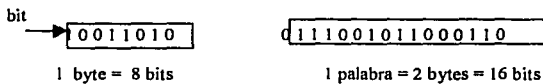


Fig. (d).

Representación de Byte y Palabra

Cada palabra o registro define una instrucción o dato numérico o un grupo de estados de E/S. La cantidad de palabras de que dispone una memoria se expresa en K, y un K = 1024 bytes.

Mientras que los PLC operan en binario (1 y 0), también usan binarios para convertir, aceptar y manejar y datos de otros sistemas numéricos. Estos sistemas incluyen el decimal codificado en binario (BCD), Hexadecimal, Octal, y Código Gray. Ver fig. (l).

FIG. (1)

CODIGO	HEXADECIMAL	BINARIO	BCD	OCTAL	CODIGO GRAY
0	0	000	0000	0	0000
1	1	001	0001	1	0001
2	2	010	0010	2	0011
3	3	011	0011	3	0010
4	4	100	0100	4	0110
5	5	101	0101	5	0111
6	6	110	0110	6	0101
7	7	111	0111	7	0100
8	8	1000	1000	10	1100
9	9	1001	1001	11	1101
10	A	1010		12	1111
11	B	1011		13	1110
12	C	1100		14	1010
13	D	1101		15	1011
14	E	1110		16	1001
15	F	1111		17	1000

4.4. LENGUAJES DE PROGRAMACION

Un programa es una serie de instrucciones o comandos desarrollados por el usuario que indican al PLC que ejecute acciones.

Un lenguaje de programación: Proporciona reglas para combinar las instrucciones de manera que produzcan las acciones deseadas.

El lenguaje de programación más usado para los PLC es la lógica de escalera. Varios son los lenguajes o sistemas de programación para un PLC, es por esto que cada fabricante indica en las características generales de su equipo el lenguaje o los lenguajes con los que se puede operar.

Relación de los lenguajes y métodos gráficos más utilizados:

- Memónico: También conocido como lista de instrucciones que se basa en la en las definiciones del álgebra de boole o álgebra lógica:

STR - Operación inicio contacto abierto

OUT - Bobina de relé de salida

TMR - Temporizador

- Diagrama de escalera o contactos: La mayoría de los fabricantes lo incorporan debido a la semejanza con los diagramas de relés utilizados en los automatismos eléctricos de lógica cableada lo que facilita la labor a los técnicos habituados a trabajar con dichos automatismos.

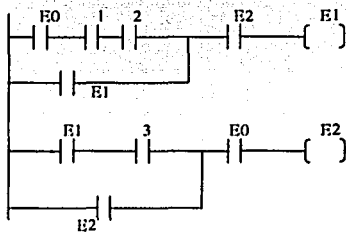


Diagrama de escalera o diagrama de contactos

Plano de funciones

Su semejanza con los símbolos lógicos o puertas lógicas hacen también interesante este lenguaje por la facilidad en su representación para los conocedores de la electrónica lógica. La siguiente figura muestra este esquema lógico.

ECUACIÓN $[(X1 \cdot X2) + (X4 \cdot X5) + Y1] \cdot X3 = Y1$

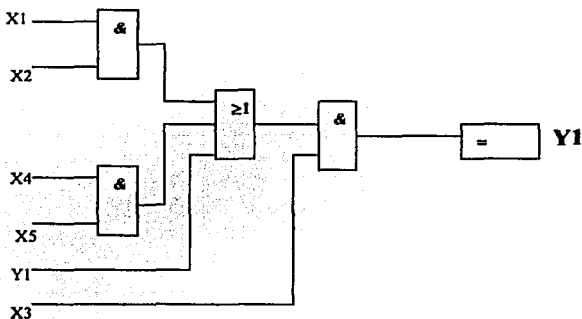


Diagrama de Plano de Funciones

GRAF CET

El grafcet, o Graphe de Comande Etape Transition, esto es, Gráfico de Orden Etapa Transición, es un método por el cual se describe en una forma gráfica perfectamente inteligible las especificaciones de cualquier automatismo. La siguiente figura nos da una idea simplificada de este sistema.

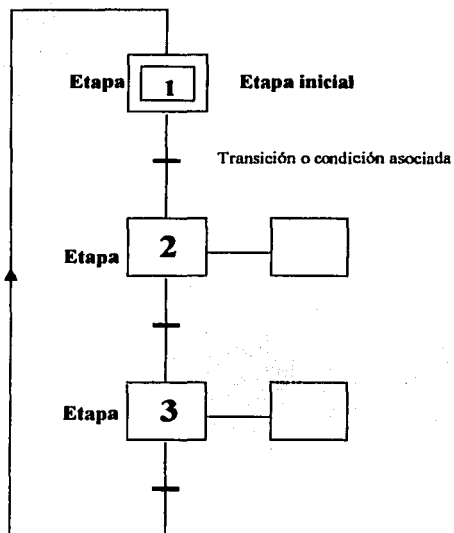
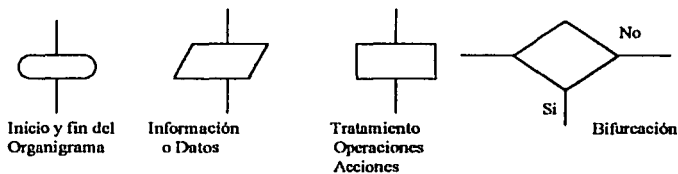


Gráfico correspondiente a la estructura del Grafset

Organigrama

También llamado ordinograma, diagrama de flujo y flujograma, es un sistema de representación que se basa en una serie de figuras geométricas utilizadas como símbolos y unidas por líneas y nos muestra el proceso o el problema. Los símbolos utilizados son:



4.5. Un diagrama eléctrico consta de dos líneas distribuidoras (bus) verticales, o líneas de alimentación eléctrica, con la corriente fluyendo del bus izquierdo al bus derecho.

Cada circuito eléctrico en el diagrama se considera un renglón. Cada renglón tiene dos componentes claves: contiene por lo menos un dispositivo que es controlado y contiene la(s) condición(es) que controla(n) el dispositivo, tal como la energía eléctrica del bus o un contacto proveniente de un dispositivo de campo.

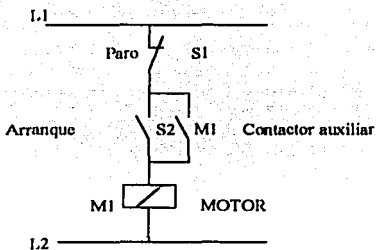
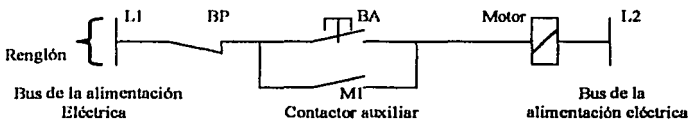


Diagrama eléctrico de un circuito de arranque/paro cableado

Se dice que un renglón tiene continuidad eléctrica cuando la corriente fluye sin interrupción de izquierda a derecha a lo largo del renglón (todos los contactos están cerrados). Si existe continuidad, entonces se completa el circuito y el dispositivo controlado por el renglón se activa (ON). Si no existe continuidad, el dispositivo permanece desactivado (OFF)



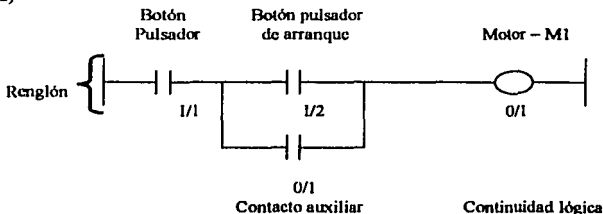
Continuidad eléctrica

Si BP no es presionado y BA es presionado, se completará el circuito. Bajo estas condiciones, el renglón tiene continuidad eléctrica y el motor será encendido.

4.6. Programa de lógica de escalera

Un programa de lógica de escalera PLC es muy parecido al diagrama eléctrico de escalera. Un programa de lógica de escalera existe sólo en el software del PLC. Las instrucciones de control se activan o desactivan en base al estado de las instrucciones condicionales en el renglón. Si existe continuidad lógica, el PLC activa la instrucción de control. Si no existe continuidad lógica, entonces el PLC mantiene la instrucción de control en el estado OFF o desactivado. Ver figura (d).

Fig.(d)



Si una señal esta presente en I/1 entrada y una señal de entrada esta presente en I/2, el renglón tiene continuidad lógica y el PLC activará la terminal de salida O/1, la cual controla al motor.

4.7.

Lista de algunas instrucciones más usadas en la lógica de escalera de un PLC

Las instrucciones más frecuentemente usadas en un programa de lógica de escalera PLC son:

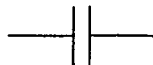
- La instrucción Normalmente Abierta (N.O)
- La instrucción Normalmente Cerrada (N.C) y
- La instrucción de activación de Salida.

Ver figura 2. Estas instrucciones se representan mediante símbolos colocados en los renglones del programa



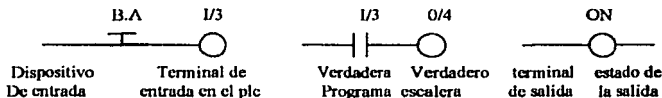
Fig. 2 Símbolos de escalera comunes en PLC

INSTRUCCION NORMALMENTE ABIERTA



4.7.1 Una instrucción normalmente abierta examina una ubicación de la memoria del PLC para ver si existe una condición ON (binario 1). Si el PLC detecta una condición ON, la instrucción es verdadera y tiene continuidad lógica.

Instrucción Normalmente Abierta



Cuando se presiona el BA (N.O) se detecta una condición ON en el escán de entrada, la dirección I/3 se hace verdadera y activa la salida O/4 del PLC y hay continuidad (ON) en la salida

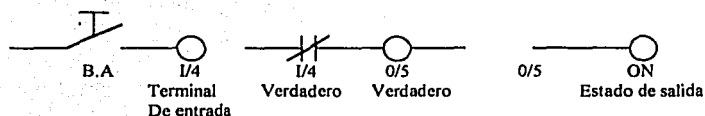
Cuando se suelta el BA (N.O) la instrucción se hace falsa y el renglón no tiene continuidad.

INSTRUCCION NORMALMENTE CERRADA



4.7.2. Una instrucción normalmente cerrada examina una ubicación de la memoria del PLC para ver si existe una condición OFF (binario 0 o OFF). Si el PLC detecta una condición OFF, la instrucción es Verdadera y tiene continuidad lógica.

PROGRAMA DE ESCALERA

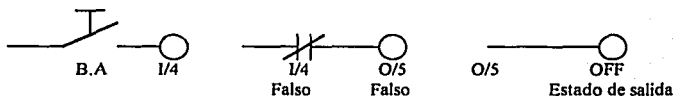


Instrucciones Normalmente Cerradas

Cuando el B.A. no esta presionado (OFF), ese estado OFF se escribe en la ubicación de la memoria de la imagen de entrada I/4 durante el escan de las entradas del PLC. Cuando se escanea el renglón que contiene la instrucción N.C. con la dirección I/4 esa instrucción se ve como verdadera (N.O. en ON) y activa la salida O/5 del PLC durante su escan de salidas.

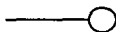
Cuando el B.A. se presiona, el estado ON se escribe en la dirección I/4, la instrucción N.C. se hace falsa y el renglón no tiene continuidad lógica. Durante el escán de salidas del PLC, se desactivara la salida O/5

PROGRAMA ESCALERA



Instrucción normalmente cerrada

INSTRUCCION DE ACTIVACION DE SALIDA



4.7.3. La instrucción de activación de salida O, controlada por las instrucciones condicionales que le preceden en un renglón, activa (ON) un elemento de bit en el archivo de imagen de salida, cuando las condiciones del renglón son verdaderas.

La activación de salida es el equivalente en lógica de escalera de una bobina de relé en un diagrama eléctrico.

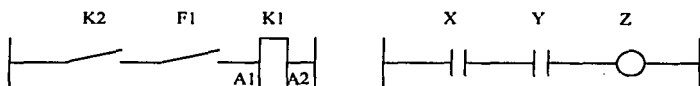
Cuando un renglón tiene continuidad lógica, la condición de activación ON (binario 1) se escribe en la ubicación de la memoria asociada con la instrucción de activación de salida.

Cuando el renglón es falso, el PLC desactiva la salida. La instrucción de activación de salida controla dispositivos reales (válvulas, solenoides, motores, luces, etc.), o elementos de bit internos.

4.7.4. Función AND

Las instrucciones condicionales programadas en serie son equivalentes del diagrama de escalera a la instrucción AND.

Ejemplo: Circuito Serie



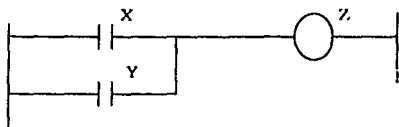
Con las instrucciones programadas en serie, la salida Z será verdadera (ON) sólo si la entrada X, (AND) y la entrada Y son verdaderas (ON).

La salida de una ecuación AND será verdadera sólo si todas las condiciones en la serie son verdaderas. Si una condición es falsa, entonces el renglón no tendrá continuidad lógica y la salida será desactivada (OFF).

4.7.5. FUNCION OR

Las instrucciones condicionales programadas en paralelo son el equivalente del diagrama de escalera de la operación OR. Ver figura siguiente.

Ejemplo: Imagínese un transportador que tiene dos interruptores de marcha, uno ubicado en cada extremo. El transportador podría configurarse para que arranque si un operador presiona un botón de arranque en uno de los extremos (X) o (OR) en el otro extremo (Y).

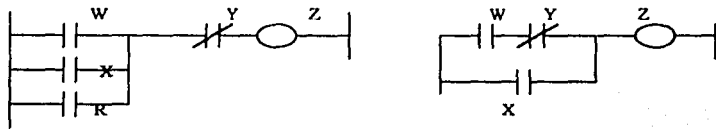


Con las instrucciones programadas en paralelo, la salida Z será verdadera (ON) si uno, ya sea X o (OR) Y son verdaderas (ON).

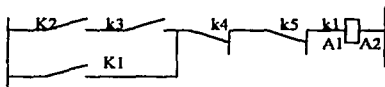
La salida de una ecuación OR será verdadera si una de las condiciones en paralelo es verdadera. Si todas las condiciones son Falsas, entonces el renglón no tiene continuidad lógica y la salida será Falsa.

4.7.6. Combinación de estas dos operaciones AND y OR

Las instrucciones AND y OR (circuitos en serie y paralelo) pueden combinarse en un solo renglón. Ver figura (A).



Combinación de la lógica en Serie y Paralelo



Circuito: PARALELO-SERIE

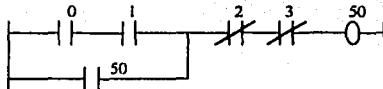


Fig (A)

4.8. CONSIDERACIONES PREVIAS A LA PROGRAMACION

Antes de elaborar los ejemplos prácticos, es necesario tener en cuenta algunas consideraciones que nos facilitarán la labor de programación y son las siguientes:

- La programación en cada bloque de contactos se realizará en el orden de izquierda a derecha, tal y como lo muestra la figura 1.
- El sentido de programación de los bloques de contactos de un programa se ejecutará en el sentido de arriba a abajo, según se observa en la figura 2.

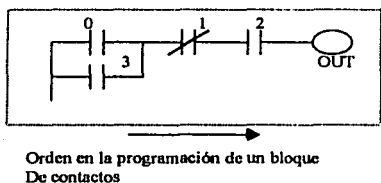


Fig 1

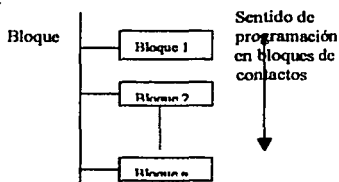
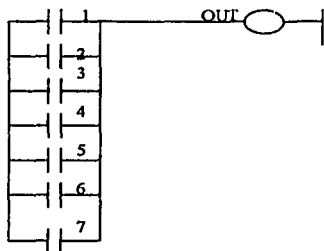


Fig. 2

e) El número de contactos que se pueden colocar en un bloque, desde el comienzo de la línea principal hasta la salida OUT, es ilimitado, pero el número máximo de contactos en serie es de ocho y el número máximo de contactos en paralelo es de siete en una misma rama. Ver figura 3.



PARALELO

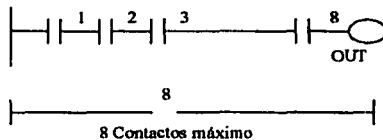


Fig. 3

SERIE

d) No se puede conectar una salida directamente a la línea principal, en estos casos se intercala un contacto cerrado o abierto. Ver figura 4.

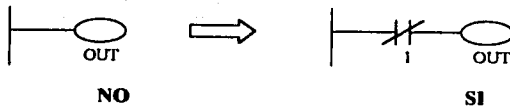


Fig. 4

**Imposibilidad de conexión
Directa de una salida**

e) Después de una salida OUT no se puede colocar contacto alguno, tal y como lo muestra la figura 5.

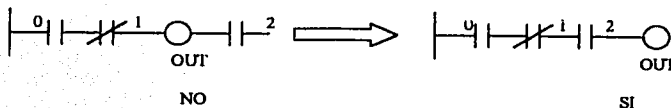


Fig. 5

**Imposibilidad de situar contactos después
De una salida**

f) En algunos PLC s es posible programar dos o más bobinas de salida, sean exteriores o marcas en paralelo, tal y como lo muestra la figura 6.

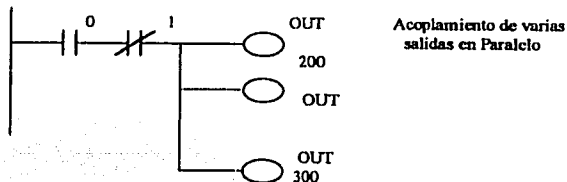
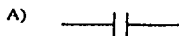


Fig. 6

**Acoplamiento de varias
salidas en Paralelo**

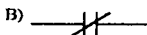
g) Los términos contacto abierto, normalmente abierto (NA) y contacto de cierre, significan lo mismo y se refiere al contacto que en estado de reposo está abierto, o el paso de corriente a través de él no es posible. El término contacto cerrado, normalmente cerrado (NC) y contacto de apertura también significan lo mismo y es el contacto que en estado de reposo se encuentra cerrado, y el paso de corriente a través de él si es posible.

TIPOS DE CONTACTOS



- Contacto abierto
- Contacto Normalmente Abierto (N.A)
- Contacto de Cierre

ABIERTOS

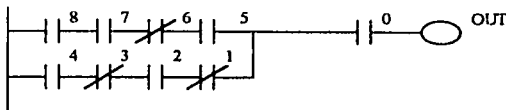


- Contacto cerrado
- Contacto Normalmente Cerrado (N.C)
- Contacto de Apertura

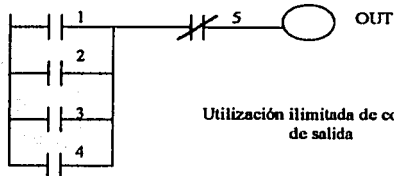
CERRADOS

h) Contactos de entradas. El número de contactos abiertos o cerrados que se pueden utilizar en un programa, por cada entrada es ilimitado, o sea podemos poner varios contactos ya sean abiertos o cerrados. La figura 8 nos muestra esta posibilidad.

y) Contactos de salida: El número de salidas o bobinas de salida o relés de salida OUT es fijo, por lo que no se puede repetir un mismo número de salida, pero, por el contrario, el número de contactos asociados a cada una de ellas es ilimitado. La siguiente figura nos muestra esta posibilidad.



Utilización ilimitada de contactos de entrada



Utilización ilimitada de contactos de salida

fig 8

CAPITULO V

APLICACION DE LOS PLC's

Los ejercicios prácticos que se elaboraron en este capítulo son fundamentales para poder dominar los circuitos básicos de esquemas de contactos o diagramas de escalera.

5.1. El autómatá elegido para la realización de estos ejercicios fue el 8003 MICRO-1 de la familia de SQUARE D COMPANY.

Este autómatá es compacto y fácil de entender ya que las especificaciones del mismo se dieron en los capítulos anteriores, el motivo de su elección se basó específicamente porque su programación es extremadamente sencilla y fácil de programar por el alumno.

La aplicación de estos ejercicios se puede realizar por cualquier autómatá programable, solo hay que tener en cuenta la correspondencia que pueda existir entre las instrucciones del programa ya que estas varían según el PLC a utilizar.

5.2. CAMPOS DE APLICACION

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del Hardware y Software amplían continuamente este campo.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobras, control, señalización, etc., sus reducidas dimensiones, la extrema facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie en procesos en donde se requieren necesidades como:

- Espacio Reducido
- Procesos de Producción periódicamente cambiantes
- Procesos Secuenciales
- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Los procesos que incluyen PLC son: Empacado embotellado y enlatado, manejo de materiales, maquinado, generación de alimentación eléctrica, sistemas de control de calefacción y aire, líneas de pintura etc. Los PLC se aplican a una gran variedad de industrias, incluyendo alimentos y bebidas, automotriz, química, plásticos, pulpa y papel, farmacéutica y metales. De hecho cualquier aplicación que requiera de control puede usar un PLC.

El controlador programable MICRO-1, de Square D que por sus dimensiones es pequeño entre los grandes pero dado a sus capacidades es grande entre los pequeños.

Dirigido a los fabricantes de equipo original, modernizadores de máquinas herramientas, así como al control de pequeños procesos. Por sus características y precio es una verdadera alternativa para la sustitución de los sistemas tradicionales de control por relevadores.

En sus reducidas dimensiones encierra el poder de 80 Temporizadores, 47 Contadores, 160 Relevadores internos, Funciones de comparación y más.

El controlador MICRO 1, es capaz de manejar hasta 16 puntos de entrada (24 VCD) y 12 vías de salidas (por relevador o transistor), lo cual lo hace ideal para pequeñas aplicaciones.

Para su programación, podemos utilizar el programador dedicado (sostenido de mano), y además puede ser programado utilizando el software de programación compatible con IBM.

ESPECIFICACIONES DEL MICRO-1

Voltaje de alimentación	100 a 240 VCA, 50/60 Hz. 24 VCD.
Rango de voltaje	85 a 264 VCA, 19.2 a 28.8 VCD.
Consumo de energía	Procesador: 21 VA (CA) 8 W (CD). Expansión: 21 VA (CA) 6W.
Programador: 1 W.	
Tipo de Memoria	EEPROM.
Peso	Procesador 450 g. Expansión 410 g Cargador: 100g.
Dimensiones	Procesador/expansión Unidad: (140 * 80 * 74 mm).

Especificaciones de funciones:

Método de Programación	Símbolos lógicos y símbolos de escalera.
Palabra de instrucciones	15 instrucciones básicas 2 funciones de comparación.
Tiempo de Scan	8 Microsegundos/instrucción básica.
Entradas	8 Puntos (expansión 8 puntos).
Salida	6 Puntos (expansión 6 puntos).
Temporizadores	80 (0 a 999.9 seg.) Conteo ascendente.
Contadores	45 (0 a 9999). Todos pueden ser retentivos.
Contadores Reversibles	2 (retentivos).
Registros de Corrimiento	125 Bits (Pueden ser retentivos).
Enlace a computadora	Interfase RIU 20 RS.232.
Protección contra falla de corriente	Programa almacenado en una memoria EEPROM

Especificaciones del Programador:

Display	LCD, 16 caracteres.
Teclas de programación	24 teclas de membrana.
Teclas de control	Interruptor arranque/paro.
Alimentación	Suministrada por el procesador.
Conexión	Por cable LCB 70.
Montaje	En la unidad del procesador.
Tipo de Memoria	CMOS-RAM soportada por un capacitor (3 min. a 25 C aprox.).

Especificaciones de Entradas:

SEÑAL DE ENTRADA:

Tipo Source	Transistor NPN colector abierto
Tipo Sink	Transistor PNP colector abierto.
Rango de voltaje	24 VCD.
Método de Aislamiento	Optoacoplador.
Corriente de Entrada	5 Miliamperes.
Impedancia de Entrada	4.3 K ohms.
Tiempo de Encendido	7 milisegundos.
Tiempo de Apagado	11 milisegundos.

Especificaciones de Salidas

RELEVADOR:

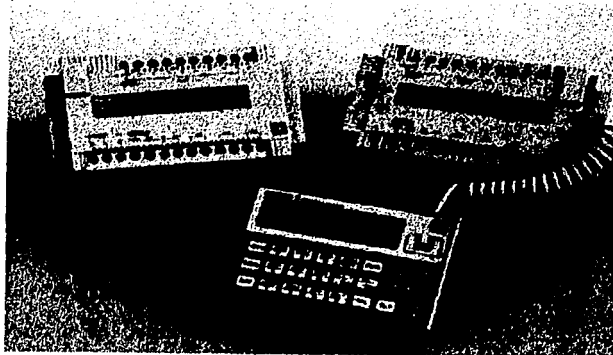
Dispositivo de Salida	Relevador Electromecánico.
Configuración de Contactos	3 comunes, 3 aislados, N.A.
Capacidad de Corte	220 VCA, 2A. 120 VCA, 2A. 30 VCD, 2A.
Carga mínima Aplicable	5 VCD, 1 miliampere.
Resistencia de Contacto	30 miliohms.
Vida Mecánica	20 millones de operaciones.
Vida Eléctrica	100,000 Operaciones.

TRANSISTOR:

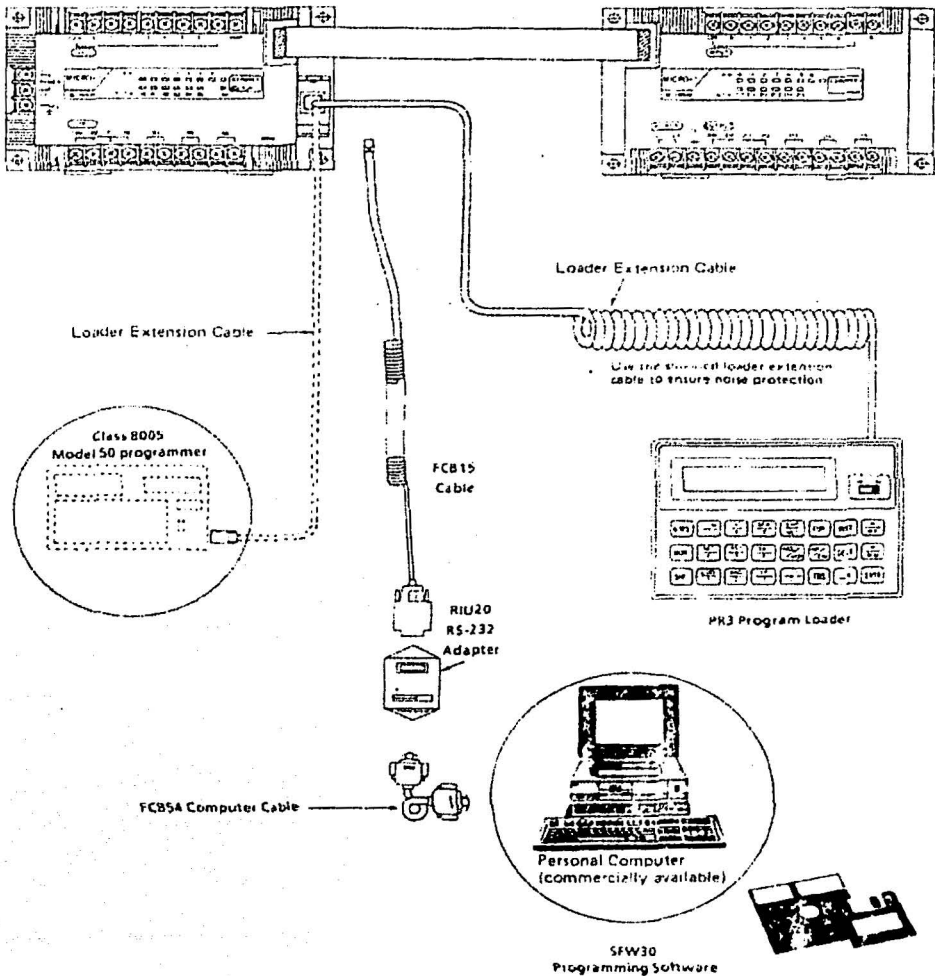
Dispositivo de Salida	Transistor (Sink o Source).
Método de Aislamiento	Optoacoplador.
Voltaje de carga	12 a 24 VCD.
Corriente Máxima	0.4 Amp./Punto.
Tiempo de Encendido	1 milisegundo máximo.
Tiempo de Apagado	1 milisegundo máximo.

Por su facilidad de programación no requiere de estudios especiales, puede ser realizado por electricistas familiarizados con el uso de diagramas de control por relevadores.

Los controladores MICRO-1 pueden ser programados/monitoreados por medio de una PC. Compatible con IBM utilizando el software de programación SFW-30.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CONEXIÓN DEL PLC A LA COMPUTADORA Y OTRO PLC

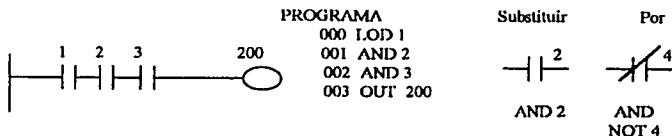
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONFIGURACION DE LA MEMORIA DE DATOS DEL PLC

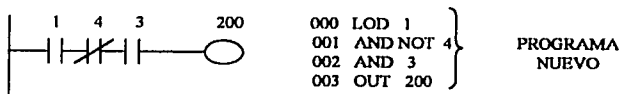
NOMBRE	NUMEROS DE	DESCRIPCION
ENTRADAS	0 - 7; 10 - 17	16 ENTRADAS (8 POR CONTROLADOR)
SALIDAS	200 - 205; 210 - 215	12 SALIDAS (6 POR CONTROLADOR)
RELEES INTERNOS	400 - 597	160 RELEES INTERNOS (EN OCTETOS)
RELEES	600-677	ESTADOS DE ENTRADA MATRICIAL
	680 - 687	CONTROL DE RASTREO MATRICIAL
	690	ESTADO DE ENTRADA DE CORTO IMPULSO
	691 -697	NO SE USA
	700	NO SE USA
	701 - 702	CONTROL DE ARRANQUE/PARO
	703	FORZAMIENTO DE SALIDAS A APAGADO
	704	PULSO INICIAL (RASTREO DESDE PRINCIPIO)
	705 -712	NO SE USA
	ESPECIALES	713
714		RELOJ DE 1 SEG.
715		RELOJ DE 100 MILISEG.
716		CAMBIA VALOR PREESTABLECIDO EN TEMPORIZADOR O CONTADOR
717		SALIDA EN OPERACIÓN
TEMPORIZADORES	0 - 79	TIEMPO DE 0.1-999.9 SEG.
CONTADORES	0 - 44	CONTEO DE 0-999 EVENTOS
CONTADOR REVER.	45	PULSO DUAL (ARRIBA-ABAJO)
CONTADOR REVER.	46	PULSO SIMPLE (SELECCIÓN ARRIBA-ABAJO)
REGISTRO DE CORRIMIENTO	0 - 127	REGISTRO DE 128 BIT (BIDIRECCIONAL)
SALIDA SIMPLE	0 - 95	96 SALIDAS

INSTRUCCIÓN	SIMBOLO TIPO ESCALERA	FUNCION
LOD		ALMACENA UNA NUEVA DERIVACION CON UN CONTACTO TIPO N.A.
LOD NOT		ALMACENA UNA NUEVA DERIVACION CON UN CONTACTO TIPO N.C.
AND		CONTACTO EN SERIE TIPO N.A.
AND NOT		CONTACTO EN SERIE TIPO N.C.
OR		CONTACTO EN PARALELO TIPO N.A.
OR NOT		CONTACTO EN PARALELO TIPO N.C.
AND LOD		CONEXIÓN EN SERIE DE RESULTADO PREVIO
OR LOD		CONEXIÓN EN PARALELO DE RESULTADO PREVIO
OUT		SALIDA
TIM		TEMPORIZADOR
CNT		CONTADOR HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO
SFR		REGISTRO DE CORRIMIENTO HACIA DELANTE
SFRN		REGISTRO DE CORRIMIENTO HACIA ATRÁS
MCS		CONTROL MAESTRO DE ARRANQUE
MCR		DESENERGIZACION DE CONTROL MAESTRO
SOT		SALIDA MOMENTANEA DE APAGADO A ENCENDIDO
SET		ENERGIZA UNA SALIDA, REELE INTERNO, O REGISTRO DE CORRIMIENTO
RST		DESENERGIZA UNA SALIDA, REELE INTERNO, O REGISTRO DE CORRIMIENTO
JMP		SALTA UN AREA DESIGNADA
JEND		FIN DEL AREA DESIGNADA POR JUMP
END		FIN DEL PROGRAMA

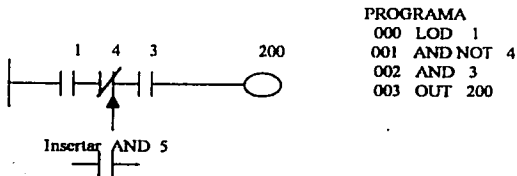
SUBSTITUCION DE FUNCIONES



- | | | | |
|--|---|------|------|
| 1.- COLOCAR EL PROGRAMA EN LA INSTRUCCION 000. | CLR | CLR | CLR |
| 2.- LOCALIZAR LA INSTRUCCION OUT 200, CON LA RUTINA DE BUSQUEDA. | OUT | 200 | READ |
| 3.- LOCALIZAR LA INSTRUCCION AND 2, CON LA TECLA VERI. | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">VERI</div> | | |
| 4.- INGRESAR LA INSTRUCCION AND NOT 4. | AND NOT 4 | | ENTR |
| 5.- TRANSFERIR EL NUEVO PROGRAMA. | TRS | ENTR | ENTR |



INSERCIÓN DE UNA INSTRUCCIÓN.



- | | | | |
|--|--|--|---|
| 1.- COLOCAR EL PROGRAMA EN LA INSTRUCCION 000. | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CLR</div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CLR</div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">CLR</div> |
| 2.- LOCALIZAR LA INSTRUCCION OUT 200, CON LA RUTINA DE BUSQUEDA. | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">OUT</div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">200</div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">READ</div> |

3.- LOCALIZAR LA INSTRUCCION AND 3,
CON LA TECLA VERI.

VERI

4.- INGRESAR LA INSTRUCCION AND 5.

AND

5

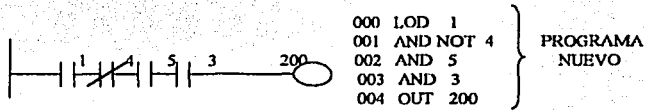
INST

5.- TRANSFERIR EL NUEVO PROGRAMA.

TRS

FNTR

FNTR



RUTINAS DE MONITOREO.

EL ESTADO DE LAS SALIDAS, ENTRADAS, RELEVADORES INTERNOS, CONTADORES Y TEMPORIZADORES, PUEDE MONITOREARSE CON LAS SIGUIENTES RUTINAS.

MONITOREO DE ENTRADAS:

Presionar en secuencia

LA PANTALLA MUESTRA

MON 0 READ



■ Indica ON
□ Indica OFF

ENTRADAS 0 1 2 3 4 5 6 7
 ↑ ↑
 ON ON

- PARA MOSTRAR LAS SIGUIENTES OCHO ENTRADAS, PRESIONAR LA TECLA READ. ↓
- PARA REGRESAR A LAS ANTERIORES OCHO ENTRADAS, PRESIONAR LA TECLA VERI. ↑

MONITOREO DE LAS SALIDAS.

Presionar en secuencia

MON 2 0 0 READ

■ Indica ON
□ Indica OFF

LA PANTALLA MUESTRA

M 0 ■ □ □ □ □ □ □

SALIDAS { 2 2 2 2 2 2 2 2
0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 2 3 4 5 6 7
 ↑ ↑
 ON ON

- PARA MOSTRAR LAS SIGUIENTES OCHO SALIDAS, PRESIONAR LA TECLA READ ↓
- PARA REGRESAR A LAS ANTERIORES OCHO ENTRADAS, PRESIONAR LA TECLA VERI. ↑

MONITOREO DE TEMPORIZADORES

Presionar en secuencia

MON SHF TIM 0 READ

■ Indica ON
□ Indica OFF

LA PANTALLA MUESTRA:

MTIM 0 ■ 200

ESTADO TIEMPO
On/off remanente

- PARA MOSTRAR EL SIGUIENTE TEMPORIZADOR PRESIONAR LA TECLA READ. ↑
- PARA REGRESAR AL ANTERIOR TEMPORIZADOR, PRESIONAR LA TECLA VERI. ↓

MONITOREO DE CONTADORES.

Presionar en secuencia

MON	SHIF	CNT	0	READ
-----	------	-----	---	------

Indica ON

Indica OFF

MON permite monitorear el estado de ciertos elementos del programa
Durante la operación.

- PARA MOSTRAR EL SIGUIENTE CONTADOR, PRESIONAR LA TECLA READ. ↓
- PARA REGRESAR AL ANTERIOR CONTADOR, PRESIONAR LA TECLA VERI. ↑

LA PANTALLA MUESTRA

MCNT	0	<input checked="" type="checkbox"/>	50
------	---	-------------------------------------	----

↑ ESTADO ON/OFF

↑ CONTEO

MONITOREO LINEA POR LINEA.

Presionar en secuencia

FUN	9	3	READ	1	ENTR
-----	---	---	------	---	------

ADRS	0	READ
------	---	------

↑ Habilita la Lectura

LA PANTALLA MUESTRA

0	LOD	1	<input checked="" type="checkbox"/>
---	-----	---	-------------------------------------

↑ ESTADO ON/OFF

Función 93 monitoreo del estado de cada instrucción del programa.

Tecla ADRS Selecciona la dirección de una instrucción

- PARA MOSTRAR LA SIGUIENTE LINEA, PRESIONAR LA TECLA READ. ↓
- PARA REGRESAR A LA ANTERIOR LINEA, PRESIONAR LA TECLA VERI. ↑

CARGAR EL PROGRAMA EN EL PROCESADOR

PRESIONAR EN SECUENCIA

TRS ENTR

LA PANTALLA MUESTRA

TRS L T P GO ? ENTR

LOADER TO PROCESOR
PARA TRANSMITIR

LLAMAR AL EL PROGRAMA DESDE EL PROCESADOR

PRESIONAR EN SECUENCIA

TRS READ

LA PANTALLA MUESTRA

TRS P T L GO ? ENTR

PROCESOR TO LOADER

Para Transmitir

VERIFICAR EL PROGRAMA ENTRE PROCESADOR Y PROGRAMADOR

PRESIONAR EN SECUENCIA

TRS VERI

LA PANTALLA MUESTRA

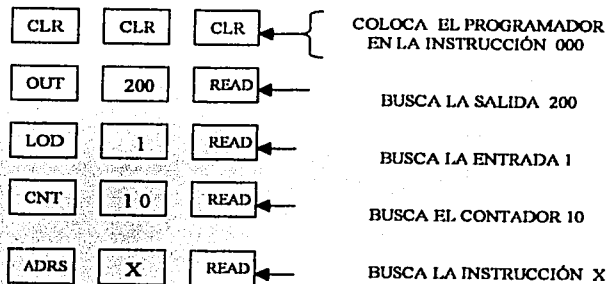
TRS L A T GO ? ENTR

LOADER TO AND PROCESOR

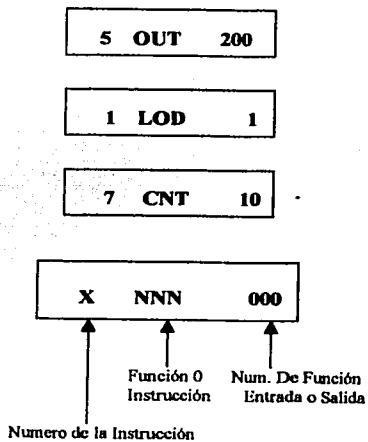
Para Transmitir

BUSQUEDA DE UNA INSTRUCCIÓN EN LINEA

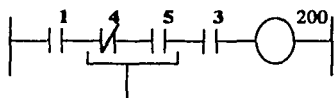
PRESIONAR EN SECUENCIA LA INSTRUCCIÓN COMPLETA



LA PANTALLA MUESTRA



ELIMINAR INSTRUCCIONES



Eliminar estas dos instrucciones

PROGRAMA

```
000 LOD 1
001 AND NOT 4
002 AND 5
003 AND 3
004 OUT 200
```

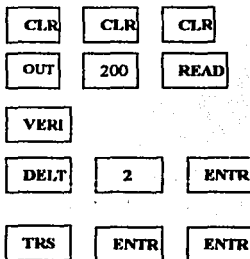
1.- COLOCAR EL PROGRAMA EN LA INSTRUCCIÓN 000.

2.- LOCALIZAR LA INSTRUCCIÓN OUT 200, CON LA RUTINA DE BÚSQUEDA

3.- LOCALIZAR LA INSTRUCCIÓN AND NOT 4, CON LA TECLA VERI.

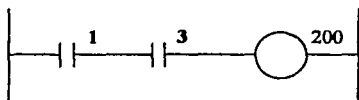
4.- OPERAR LAS SIGUIENTES TECLAS, PARA ELIMINAR DOS INSTRUCCIONES, A PARTIR DE AND NOT 4, INCLUSIVE.

5.- TRANSFERIR EL NUEVO PROGRAMA.



PROGRAMA NUEVO

```
000 LOD 1
001 AND 3
002 OUT 200
```

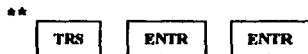
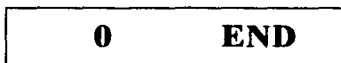


BORRADO TOTAL DEL PROGRAMA

1.- PRESIONAR EN SECUENCIA LAS TECLAS:



LA PANTALLA MUESTRA



* UNA VEZ CUMPLIDA ESTA RUTINA, EL PROGRAMA HA SIDO BORRADO DEL PROGRAMADOR, PERO NO DEL CONTROLADOR.

** PARA BORRAR EL PROGRAMA DEL CONTROLADOR, SE DEBE OPERAR LA RUTINA DE TRANSFERENCIA DE PROGRAMA.

5.3. MANTENIMIENTO DEL PLC

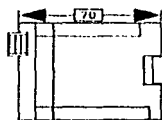
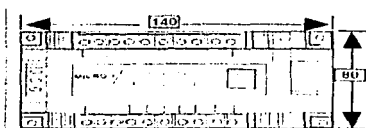
Aunque los PLC están diseñados para minimizar el mantenimiento para que opere sin problemas se ha de tomar a consideración varios aspectos de mantenimiento, una vez que el sistema halla sido instalado y operado.

Si se realiza un mantenimiento periódicamente se puede minimizar el porcentaje de un mal funcionamiento del sistema.

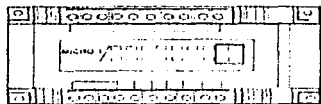
MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- El mantenimiento preventivo que debe realizarse al PLC incluye unos cuantos pasos o revisiones básicas que pueden reducir gradualmente el porcentaje de falla de los componentes del sistema.
- El mantenimiento preventivo para procesos con PLC puede ser calendarizado con el mantenimiento regular de las máquinas de modo que el equipo y el controlador estén parados en un tiempo muy corto.
- Cualquier filtro que haya sido instalado en el gabinete debe ser limpiado o reemplazado periódicamente. Esta práctica asegurara que la circulación de aire en su interior sea limpia.
- No se debe permitir que el polvo se acumule en los componentes del PLC. El polvo puede obstruir la disipación de calor, además que si un polvo conductivo alcanza a las tarjetas electrónicas puede producir un corto circuito y causar daño permanente a la tarjeta.
- Las conexiones a los módulos de Entrada y Salida deben ser revisados periódicamente para asegurar que todos los plugs, sockets y conexiones estén bien y que el módulo este fijado firmemente.
- El personal que realice el mantenimiento debe asegurarse que objetos innecesarios se mantengan alejados del chasis del PLC. Estos objetos pueden ocasionar un mal funcionamiento del sistema.
- Tener un buen surtido de repuestos de los elementos de control para poder minimizar el tiempo que resulta cuando una falla de algún elemento se presenta y que se puede traducir en horas o días buscando el repuesto para la falla.

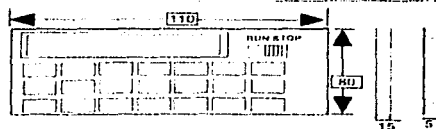
5FW30 Software compatible con IBM para computadora MICRO-T



PROCESADOR
8 Puntos de Entrada
6 Puntos de Salida



UNIDAD DE EXPANSION
8 Puntos de Entrada
6 Puntos de Salida



PROGRAMADOR/CARGADOR

Dimensiones en mm.

ARRANQUE AUTOMÁTICO DE UN MOTOR TRIFÁSICO ESTRELLA-DELTA

5.4. EJEMPLO 1

Los elementos que se muestran en la siguiente figura (1) realizan la protección y comando del motor:

- El botón de paro BP para al motor en cualquier paso
- El botón de arranque BA arranca al motor en estrella
- Los elementos de sobrecarga S.C. pararán al motor al presentarse un sobrecalentamiento en el sistema

La fig. (1) muestra el diagrama eléctrico de un control de arranque ESTRELLA-DELTA en transición abierta.

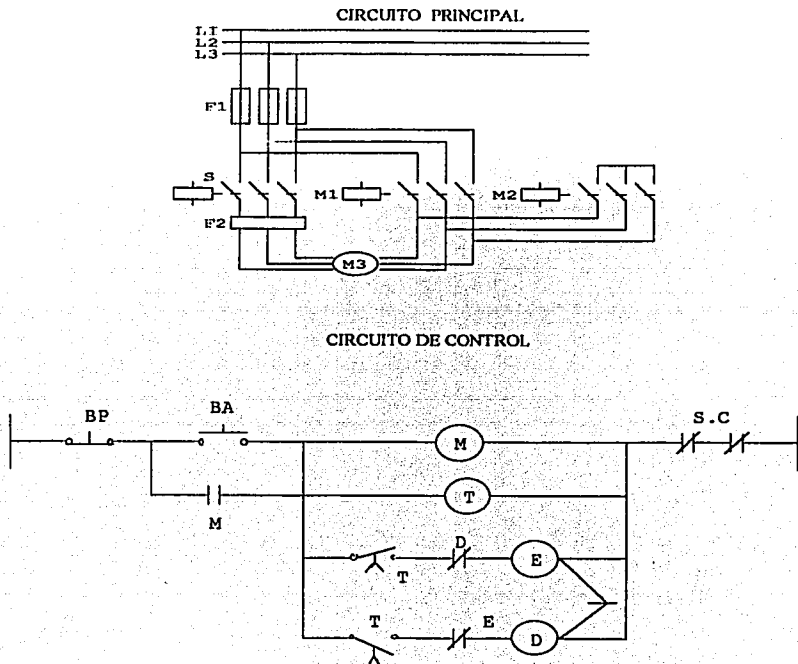


Fig. 1

DESCRIPCION DEL PROCESO

Al pulsar el botón de arranque (BA) excitan las bobinas de los contactores M Y E y estos se cierran, el motor se conecta a la línea con sus devanados estatoricos en Estrella. El rele de tiempo (T) actúa unos segundos después, ya que el motor se halla acelerado, desconectando la bobina del contactor E y conectando la bobina del contactor D, que dejara trabajando al motor en Delta. El enclave mecánico de los contactores D y E impide que una bobina no deseada se energice o cierre sus contactos. Al oprimir el Botón de paro (BP) parará todo el sistema. Los S.C al haber una sobrecarga actúan y paran el sistema en cualquier punto. (F2)

CUADRO DE ASIGNACIONES:

TIPO	No. ASIGNADO	DESCRIPCION
ENTRADAS	2	BA = Botón de Arranque
	1	BP = Botón de paro
SALIDAS	200	Contactor Estrella
	201	Contactor Delta
	202	Motor
TEMPORIZADOR	T1	Temporizador 1

En este ejercicio el programa cuenta con 2 etapas que son:

Etapas
 Etapa 1 Al oprimir el botón de arranque entran las bobinas de Estrella y el Motor y un poco Después el temporizador.

Etapa 2 Se cae la Estrella y entra Delta y se queda el motor .

En la figura (2) se muestra de una manera más fácil el funcionamiento del automatismo para el arranque del motor en estrella - delta con la ayuda del método GRAFCET, que como se podrá observar en cada etapa y en cada transición se ven los elementos que intervienen para la realización de cada efecto deseado.

GRAFCET

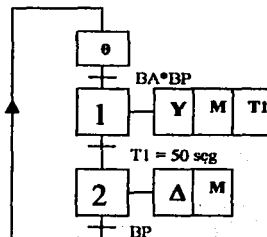
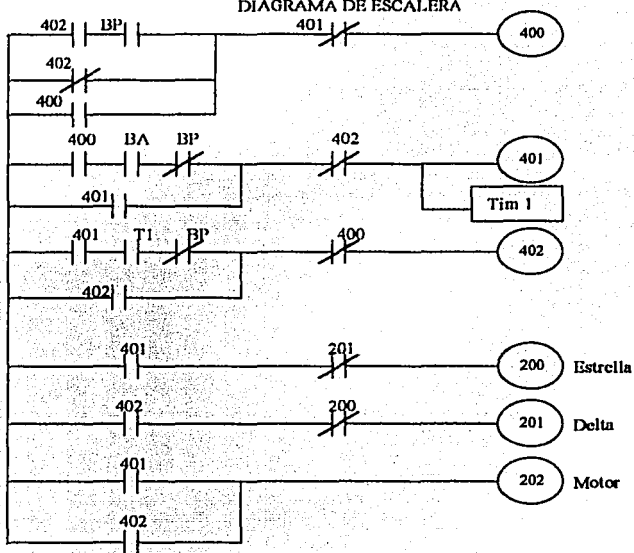


Fig. 2

DIAGRAMA DE ESCALERA



PROGRAMA EN SQUARE - D

0 LOD 402	10 ANDN 402	20 LOD 401
1 AND 1	11 OUT 401	21 ANDN 201
2 OR N 402	12 T 1	22 OUT 200
3 OR 400	13 S 0	23 LOD 402
4 ANDN 401	14 LOD 401	24 ANDN 200
5 OUT 400	15 AND SHF T1	25 OUT 201
6 LOD 400	16 ANDN 1	26 LOD 401
7 AND 2	17 OR 402	27 OR 402
8 ANDN 1	18 ANDN 400	28 OUT 202
9 OR 401	19 OUT 402	29 END

AUTOTRANSFORMADOR

EJEMPLO 2

Realizar el programa siguiente para un arrancador a tensión reducida con Autotransformador en Transición Abierta.

La siguiente Fig.(3) muestra el diagrama de control a Tensión reducida.

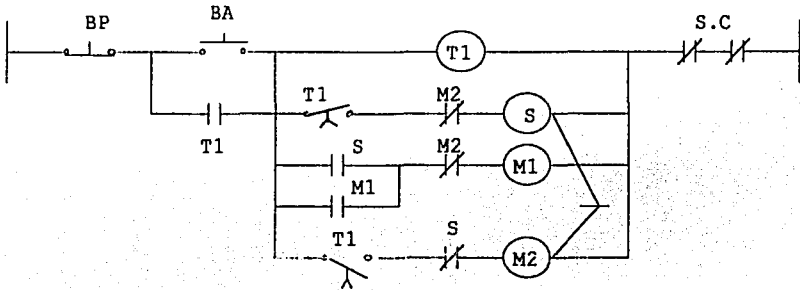


FIG. 3

DESCRIPCION DEL PROCESO

En la figura 3 al pulsar el botón de arranque (BA) se excita la bobina del relevador S y enclava a S. Y también se energiza M1 y el temporizador (T) enclavando a T1 y M1, entonces el motor se conecta a la línea a través del autotransformador, un tiempo después de energizada la bobina de T, desconecta a la bobina de M1 y se conecta la bobina M2, la cual al cerrar sus contactos conecta al motor a la tensión plena de línea.

Al oprimir (BP) se para todo el sistema o si hay un sobrecalentamiento los S.C. actúan y para también todo el sistema.

CUADRO DE ASIGNACIONES

TIPO	No ASIGNADO	DESCRIPCION
ENTRADAS	2	BA = Botón de Arranque
	1	BP = Botón de paro
	200	S = CONTACTOR
SALIDAS	201	M1 = CONTACTOR
	202	M2 = CONTACTOR
TEMPORIZADOR	T 1	T 1 = Temporizador

El siguiente diagrama representa el mismo circuito eléctrico pero utilizando el Método GRAFCET.

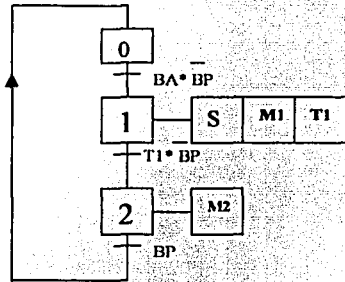
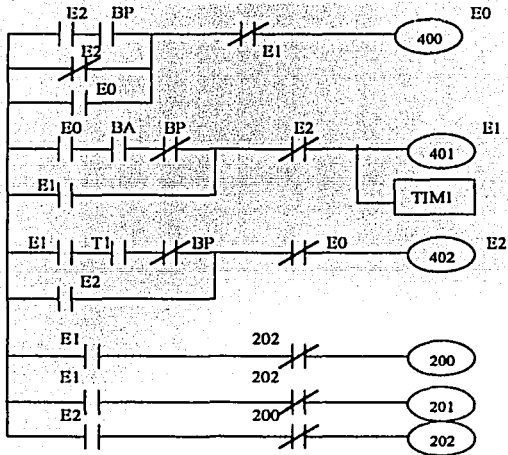


DIAGRAMA DE ESCALERA



PROGRAMA EN SQUARE-D

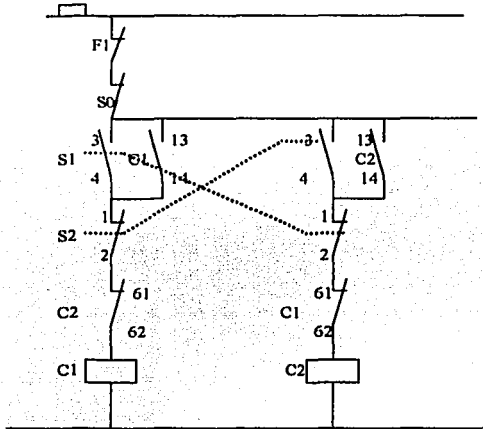
0 LOD 402	10 ANDN 402	20 LOD 401
1 AND 1	11 OUT 401	21 ANDN 202
2 ORN 402	12 T 1	22 OUT 200
3 OR 400	13 50	23 LOD 401
4 ANDN 401	14 LOD 401	24 ANDN 202
5 OUT 400	15 AND SHF T 1	25 OUT 201
6 LOD 400	16 ANDN 1	26 LOD 402
7 AND 2	17 OR 402	27 ANDN 200
8 ANDN 1	18 ANDN 400	28 OUT 202
9 OR 401	19 OUT 402	29 END

CONTROL REVERSIBLE

EJEMPLO 3

Ejercicio 3 Arrancar y parar un motor trifásico con dos direcciones de giro, el cambio debe ser posible sin pasar por el botón de paro.

La figura (A) muestra el circuito eléctrico del control reversible.



DESCRIPCION DEL PROCESO

Al pulsar S1 se hace la inversión de marcha con enclavamiento por contacto auxiliar y por pulsadores, de manera que para realizar la inversión no es necesario oprimir el pulsador de paro.

CUADRO DE ASIGNACIONES

TIPO	No. ASIGNADO	DESCRIPCION
ENTRADAS	0	BP = Pulsador de paro
	1	BD = Pulsador Derecha
	2	BI = Pulsador Izquierda
SALIDAS	200	Contactor Derecha
	201	Contactor Izquierdo

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

La figura (A) representa con un diagrama GRAFCET el control anterior, incluyendo las receptividades como en las acciones asociadas a las etapas 1 y 2.

Se utilizo el método grafcet para la representación de este circuito.

GRAFCET

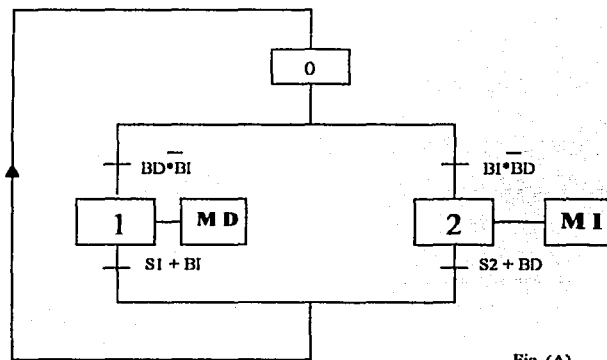
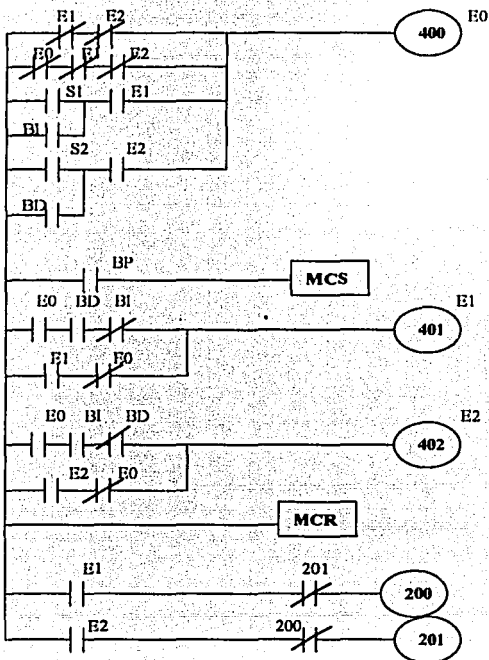


Fig. (A)

MD = Motor derecho
200

MI = Motor izquierdo
201

DIAGRAMA DE ESCALERA



PROGRAMA EN SQUARE-D

0 LODN 401	10 LOD 1	20 LOD 401	30 OUT 402
1 ANDN 402	11 OR 4	21 ANDN 400	31 MCR
2 LODN 400	12 AND 402	22 OR SHF LOD	32 LOD 401
3 ANDN 401	13 OR SHF LOD	23 OUT 401	33 ANDN 201
4 ANDN 402	14 OUT 400	24 LOD 400	34 OUT 200
5 OR SHF LOD	15 LOD 0	25 AND 2	35 LOD 402
6 LOD 2	16 MCS	26 ANDN 1	36 ANDN 200
7 OR 3	17 LOD 400	27 LOD 402	37 OUT 201
8 AND 401	18 AND 1	28 ANDN 400	38 END
9 OR SHF LOD	19 ANDN 2	29 OR SHF LOD	

TALADRADORA Y ESCARIADORA

5.5. APLICACIONES ESPECIALES EJEMPLO 4

DESCRIPCION DEL EJERCICIO:

Programa 1

Las piezas que solo serán taladradas, son colocadas a mano. Accionando el pulsador de marcha, se procede a taladrar la pieza (cilindro A).

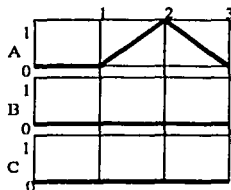
Programa 2

Las piezas que además, tienen que ser escariadas, también son colocadas a mano. A continuación, con un pulsador selector de programas y con el pulsador de marcha, se activa el cilindro A para taladrar. Una vez concluido este proceso, avanza el cilindro B y desplaza la pieza a la estación de escariado (cilindro C). Una vez concluido el proceso de escariado, el cilindro B vuelve a su posición normal, con lo que puede extraerse la pieza. Para activar el programa 2, es necesario pulsar primero el conmutador de selección de programas y después el pulsador de marcha.

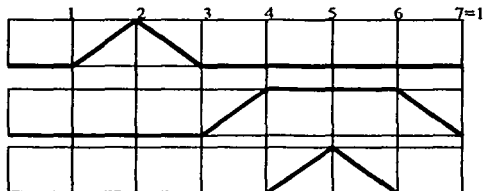
CUADRO DE ASIGNACIONES

TIPO	No ASIGNADO	DESCRIPCION
	0	BOTON DE MARCHA
	1,1	PULSADOR SELECTOR
	2	S1-POSICION RETRAIDA DEL CILINDRO A
	3	S2-POSICION EXTENDIDA DEL CILINDRO A
ENTRADAS	4	S3-POSICION RETRAIDA DEL CILINDRO B
	5	S4-POSICION EXTENDIDA DEL CILINDRO B
	6	S5-POSICION RETRAIDA DEL CILINDRO C
	7	S6-POSICION EXTENDIDA DEL CILINDRO C
	200	S1-ELECTROVALVULA CILINDRO A (AVANZA)
	201	S2-ELECTROVALVULA CILINDRO A (RECUPERAR)
SALIDAS	202	S3-ELECTROVALVULA CILINDRO B (AVANZA)
	203	S4-ELECTROVALVULA CILINDRO B (RECUPERAR)
	204	S4-ELECTROVALVULA CILINDRO C (AVANZA)
	205	S5-ELECTROVALVULA CILINDRO C (RECUPERAR)

DIAGRAMA DE MOVIMIENTO-FASE DE LOS CILINDROS

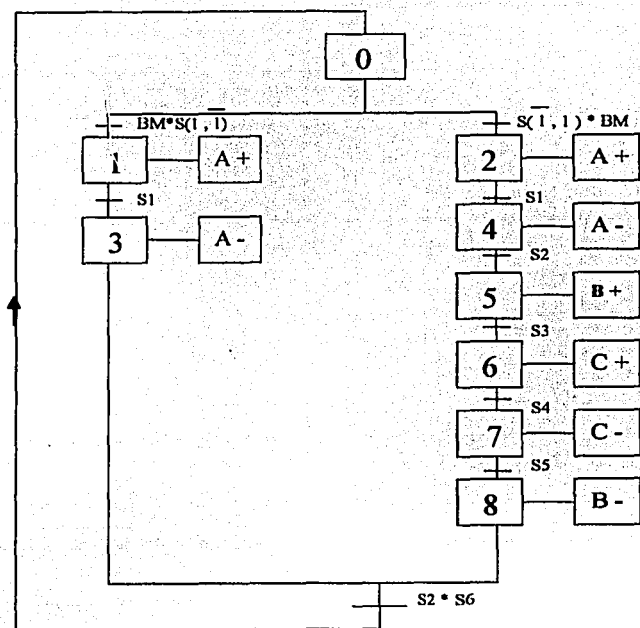


PROGRAMA 1



PROGRAMA 2

GRAFICIT



TALADRADORA Y ESCARIADORA

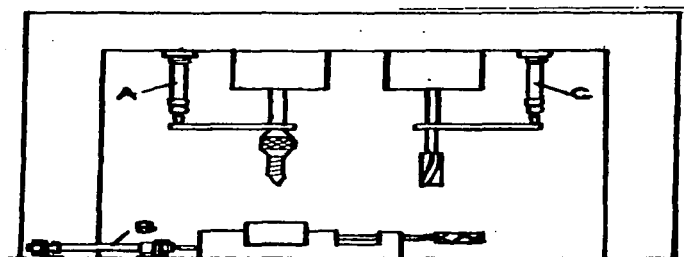
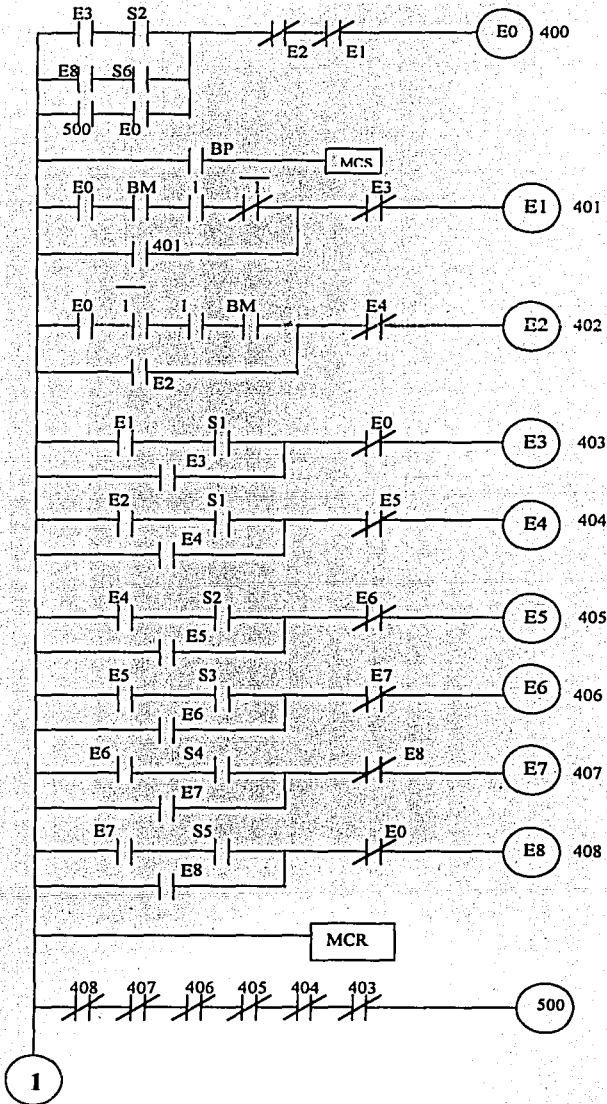
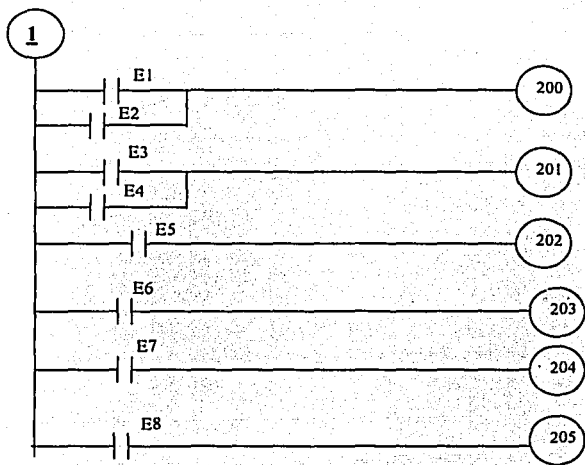


DIAGRAMA DE ESCALERA





PROGRAMA EN SQUARE-D

0 LOD 403	20 LOD 400	40 ANDN 406	60 ANDN 405
1 AND 3	21 ANDN 1	41 OUT 405	61 ANDN 404
2 LOD 408	22 AND 1	42 LOD 405	62 ANDN 403
3 AND 5	23 AND 0	43 AND 4	63 OUT 500
4 OR SHF LOD	24 OR 402	44 OR 406	64 MCR
5 LOD 500	25 ANDN 404	45 ANDN 407	65 LOD 401
6 AND 400	26 OUT 402	46 OUT 406	66 OR 402
7 OR SHF LOD	27 LOD 401	47 LOD 406	67 OUT 200
8 ANDN 402	28 AND 2	48 AND 6	68 LOD 403
9 ANDN 401	29 OR 403	49 OR 407	69 OR 404
10 OUT 400	30 ANDN 400	50 ANDN 408	70 OUT 201
11 LOD	31 OUT 403	51 OUT 407	71 LOD 405
12 MCS	32 LOD 402	52 LOD 407	72 OUT 202
13 LOD 400	33 AND 2	53 AND 7	73 LOD 406
14 AND 0	34 OR 404	54 OR 408	74 OUT 203
15 AND 1	35 ANDN 405	55 ANDN 400	75 LOD 407
16 ANDN 1	36 OUT 404	56 OUT 408	76 OUT 204
17 OR 401	37 LOD 404	57 LODN 408	77 LOD 408
18 ANDN 403	38 AND 3	58 ANDN 407	78 OUT 205
19 OUT 401	39 OR 405	59 ANDN 406	79 END

SEMAFORO

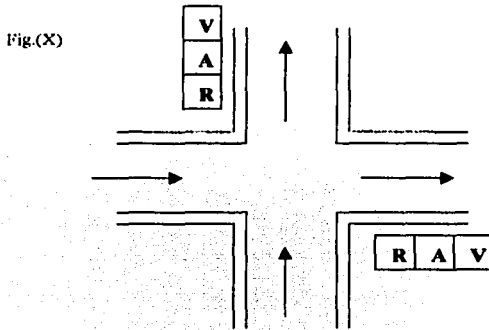
EJEMPLO 5

Para la realización de este problema se cuenta con:

- ◆ Dos semáforos dispuestos tal y como se muestra en la figura (X)

DESCRIPCION DEL PROCESO

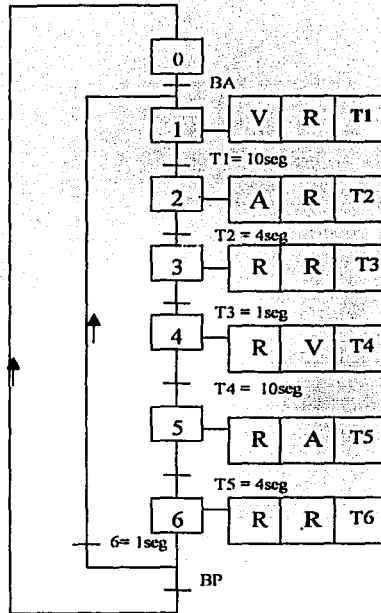
En condiciones normales, ambas direcciones se alternan regularmente de acuerdo con el esquema. La siguiente figura ilustra el proceso a automatizar.



CUADRO DE ASIGNACIONES

TIPO	No. ASIGNADO	DESCRIPCION
ENTRADA	3	BP = Botón de paro
	2	BA = Botón de arranque
SALIDA	200	Semáforo VERDE 1
	201	Semáforo AMBAR 1
	202	Semáforo ROJO 1
	203	Semáforo VERDE 2
	204	Semáforo AMBAR 2
	205	Semáforo ROJO 2

DIAGRAMA DEL EJERCICIO EN METODO GRAFCET



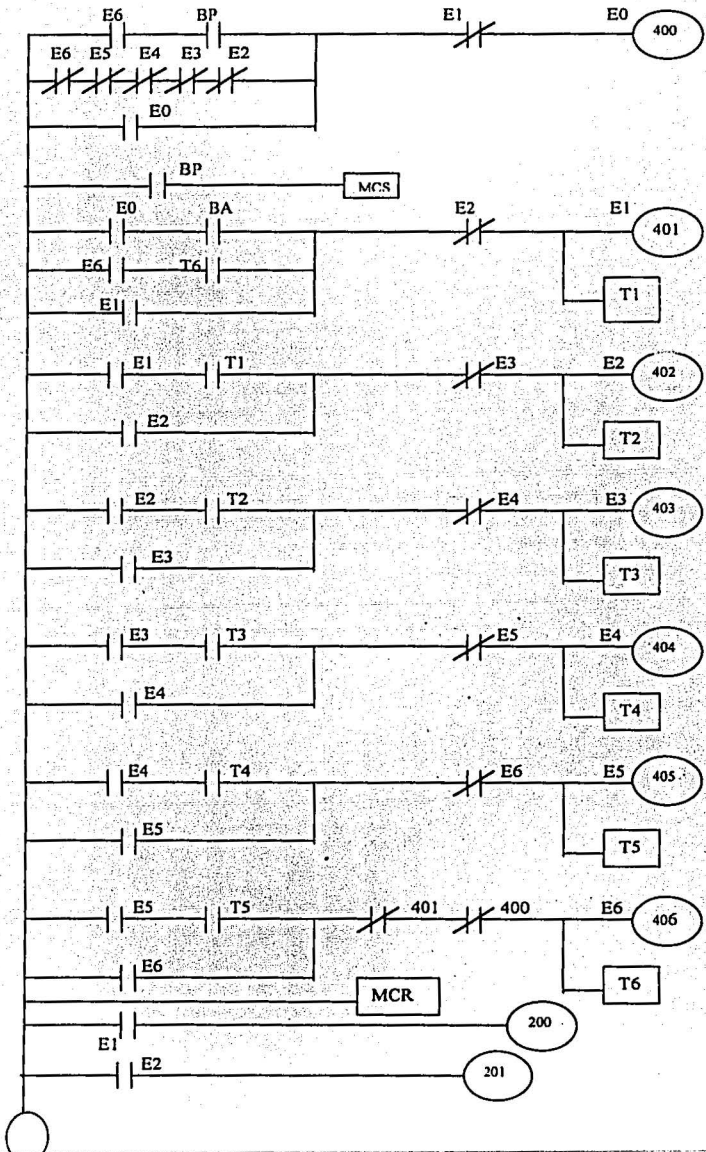
R = ROJO
 A = AMBAR
 V = VERDE

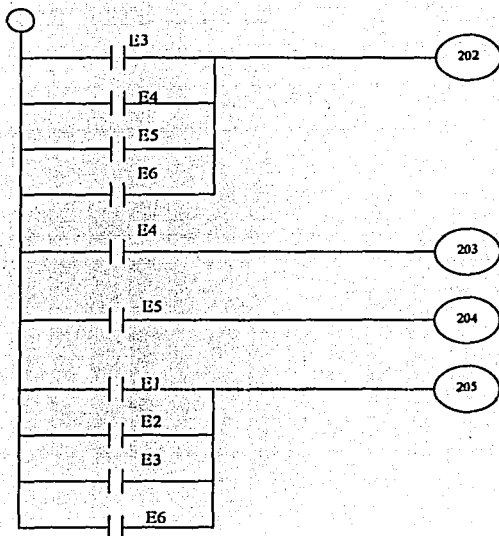
T1 A T6 = TEMPORIZADORES
 BP = Botón de paro
 BA = Botón de arranque

D I A G R A M
A

D E

E S C A L E R A





PROGRAMA

0 LOD 406	20 OUT 401	40 ANDN 405	60 LOD 401
1 AND 3	21 T1	41 OUT 404	61 OUT 200
2 LODN 406	22 I00	42 T4	62 LOD 402
3 ANDN 405	23 LOD 401	43 I00	63 OUT 201
4 ANDN 404	24 AND SHF T1	44 LOD 404	64 LOD 403
5 ANDN 403	25 OR 402	45 AND SHF T4	65 OR 404
6 ANDN 402	26 ANDN 403	46 OR 405	66 OR 405
7 OR SHF LOD	27 OUT 402	47 ANDN 406	67 OR 406
8 OR 400	28 T2	48 OUT 405	68 OUT 202
9 ANDN 401	29 40	49 T5	69 LOD 404
10 OUT 400	30 LOD 402	50 40	70 OUT 203
11 LOD	31 AND SHF T2	51 LOD 405	71 LOD 405
12 MCS	32 OR 403	52 AND SHF T5	72 OUT 204
13 LOD 400	33 ANDN 404	53 OR 406	73 LOD 401
14 AND 2	34 OUT 403	54 ANDN 401	74 OR 402
15 LOD 406	35 T3	55 ANDN 400	75 OR 403
16 AND SHF T6	36 I0	56 OUT 406	76 OR 406
17 OR SHF LOD	37 LOD 403	57 T6	77 OUT 205
18 OR 401	38 AND SHF T3	58 I0	78 END
19 ANDN 402	39 OR 404	59 MCR	

PERFILADORA

EJEMPLO 6

Una máquina perfila materiales planos. Con ese fin el material tiene que ser introducido a mano en la máquina. El sensor B1 detecta la posición correcta de la pieza.

Una barrera de luz B2 controla si el operario ha retirado su mano de la máquina. En caso afirmativo, la máquina se pone en funcionamiento.

Una vez que el operario haya retirado su mano del sector controlado por la barrera de luz, baja el cilindro (A). A continuación, avanzan los cilindros B y C al llegar al final de carrera, esos cilindros recuperan su posición inicial.

Entonces A se regresa, y los sensores de S1 A S6 detectan la posición de los cilindros A, B y C. La siguiente figura (X) muestra este proceso.

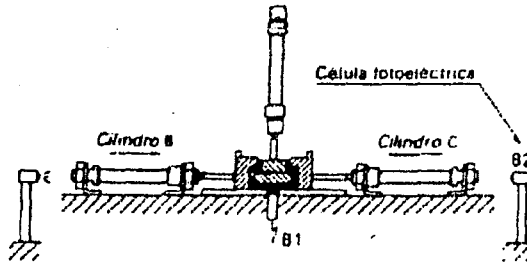
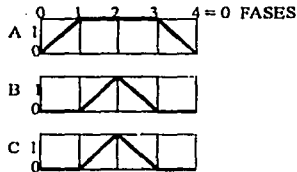


FIG. X

A continuación se muestra el diagrama de fases de los cilindros:



CUADRO DE ASIGNACIONES

TIPO	No. ASIGNADO	DESCRIPCION
	0	B1 = Sensor Inductivo
	1	B2 = Célula Fotoeléctrica
ENTRADAS	2	Final de Carrera. Posición extendida del cilindro A
	3	Final de Carrera. Posición retraída del cilindro A
	4	Final de Carrera. Posición extendida del cilindro B
	5	Final de Carrera. Posición retraída del cilindro B
	6	Final de Carrera. Posición extendida del cilindro C
	7	Final de Carrera. Posición retraída del cilindro C
	200	Y1 = Electroválvula cilindro A (avanza)
	201	Y2 = Electroválvula cilindro B (avanza)
SALIDAS	202	Y3 = Electroválvula cilindro C (avanza)
	203	Y2 = Electroválvula cilindro B (recupera)
	204	Y4 = Electroválvula cilindro C (recupera)
	205	Y1 = Electroválvula cilindro A (recupera)

DIAGRAMA DEL EJERCICIO 6 CON METODO GRAFCET

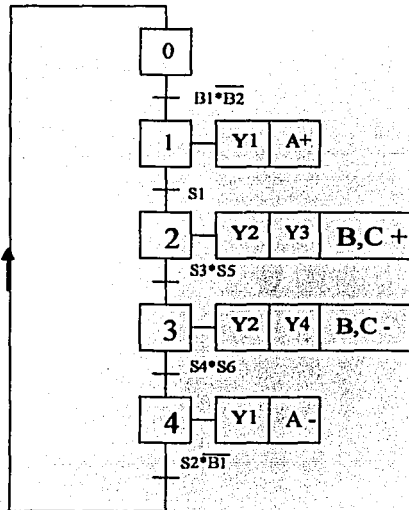
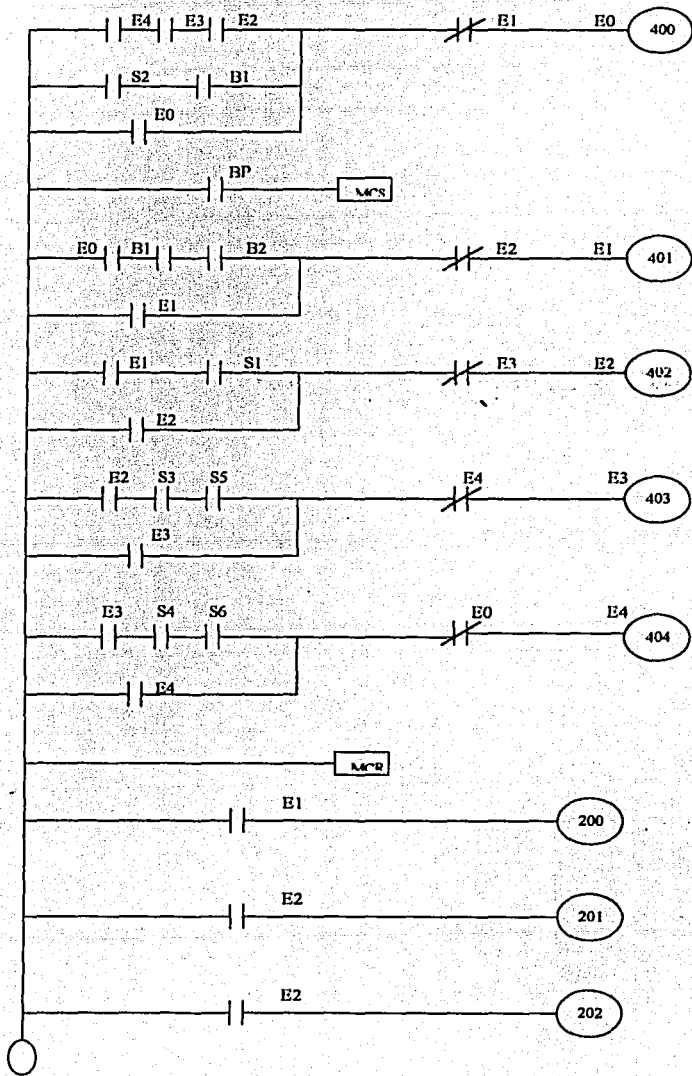
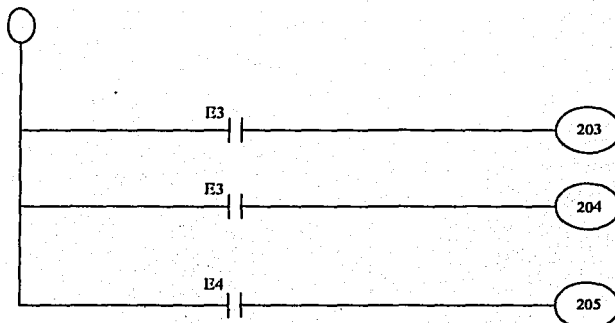


DIAGRAMA DE ESCALERA





PROGRAMA

0	LODN	404	16	OUT	401	32	ANDN	400
1	ANDN	403	17	LOD	401	33	OUT	404
2	ANDN	402	18	AND	2	34	MCR	
3	LOD	3	19	OR	402	35	LOD	401
4	ANDN	0	20	ANDN	403	36	OUT	200
5	OR SHF	LOD	21	OUT	402	37	LOD	402
6	OR	400	22	LOD	402	38	OUT	201
7	ANDN	401	23	AND	4	39	LOD	402
8	OUT	400	24	AND	6	40	OUT	202
9	LOD	8	25	OR	403	41	LOD	403
10	MCS		26	ANDN	404	42	OUT	203
11	LOD	400	27	OUT	403	43	LOD	403
12	AND	0	28	LOD	403	44	OUT	204
13	ANDN	1	29	AND	5	45	LOD	404
14	OR	401	30	AND	7	46	OUT	205
15	ANDN	402	31	OR	404	47	EXIT	

PROCESO DE ELECTROLISIS

EJEMPLO 7

Para la realización del siguiente proceso contaremos con:

- Dos motores de doble sentido de rotación, uno para el movimiento vertical de la grúa y otro para el movimiento transversal.
- Seis finales de carrera (F2, F3, F4, F5, F6, Y F7).
- Un contacto de inicio de ciclo.

DESCRIPCION DEL PROCESO

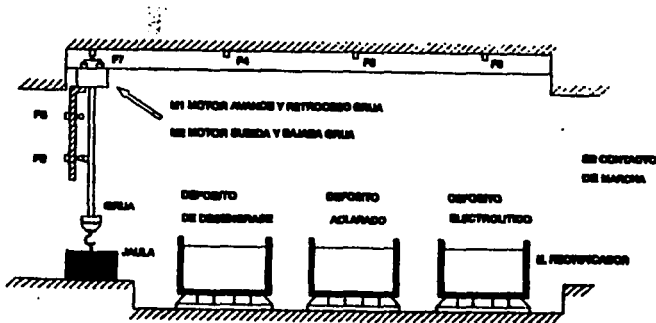
El proceso que se describe a continuación consiste en el procedimiento para el tratamiento de superficies, con el fin de hacerlas resistentes a la oxidación.

El sistema contará de tres baños:

- Uno para el desengrasado de las piezas.
- Otro para el aclarado de las piezas.
- Un tercero donde se les dará el baño electrolítico.

La grúa introducirá la jaula portadora de las piezas a tratar en cada uno de los baños, comenzando por el de desengrasado, a continuación en el de aclarado y por último se les dará el baño electrolítico; en este último, la grúa debe permanecer un tiempo determinado para conseguir una uniformidad en la superficie de las piezas tratadas.

En la siguiente figura se ilustra el proceso a automatizar.



CUADRO DE ASIGNACIONES

TIPO	No. ASIGNADO	DESCRIPCION
ENTRADA	0	BA = Botón de arranque
	1	BP = Botón de paro
	2	F2 = BAJA GRUA
SALIDAS	3	F3 = SUBE GRUA
	4	F4 = AVANZA DERECHA GRUA
	5	F5 = AVANZA DERECHA GRUA
	6	F6 = AVANZA DERECHA GRUA
	7	F7 = RETROCEDE IZQUIERDA GRUA
TEMPORIZADOR		T1 = TEMPORIZADOR 1

DESCRIPCION DEL EJERCICIO:

El ciclo se inicia al pulsar el botón de arranque de la figura D. La primera acción a realizar es la subida de la grúa (E1); cuando toca el final de carrera F3, la grúa comenzará a avanzar (E2), hasta llegar al final de carrera F4, en donde la grúa desciende (E3); cuando toca el final de carrera F2, la grúa vuelve a subir hasta tocar el final de carrera F3, momento en el cual la grúa vuelve a avanzar, para alcanzar la posición de F5, momento en el cual se repite el descenso y ascenso de la grúa; cuando esta en E2 la grúa avanza hasta F6 vuelve a bajar (E4) y cuando toca F2, se conecta el proceso de electrólisis (E4). Cuando pasa un tiempo fijado, se desconecta el proceso de electrólisis (E5) y la grúa comienza a ascender hasta que toca a F3 (E6). Al llegar a este punto, la grúa inicia el movimiento de retroceso, hasta llegar al final de carrera F7 (E7), momento en el cual volverá a descender hasta activar el final de carrera F2. (E0)

DIAGRAMA DEL EJERCICIO 7 CON METODO GRAFCET

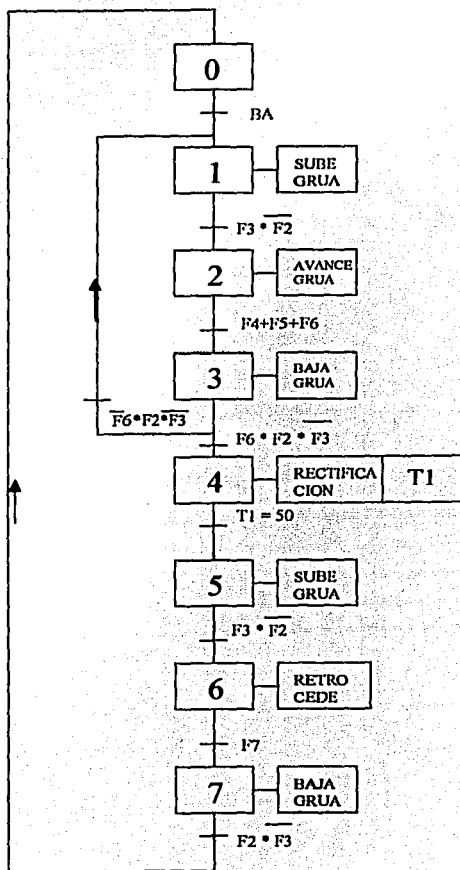
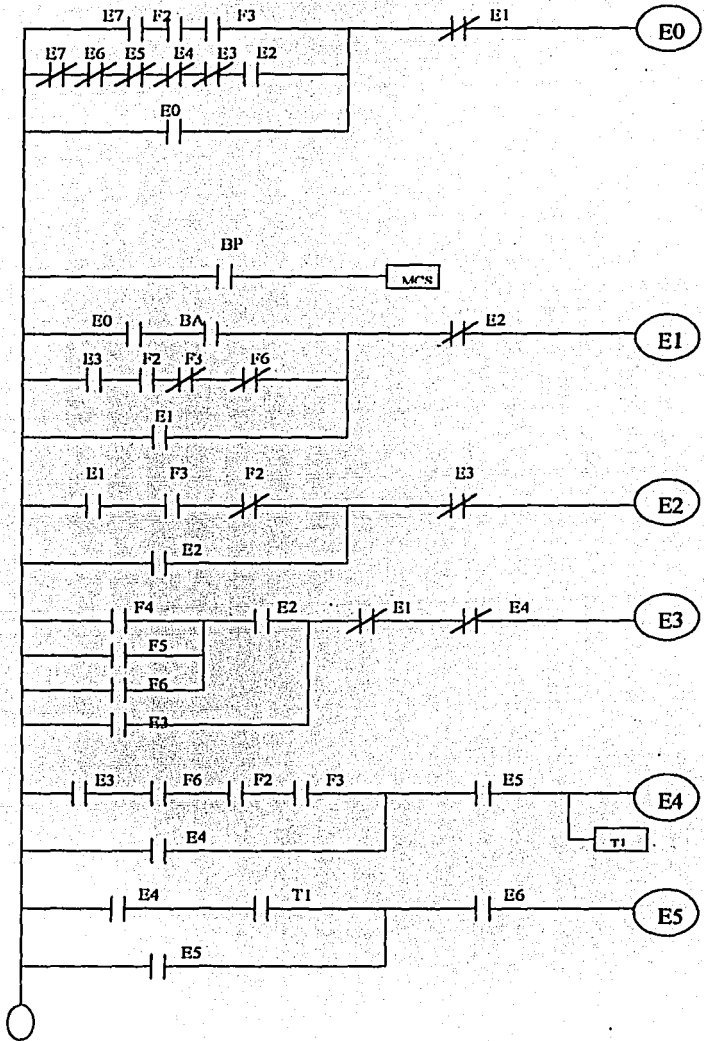
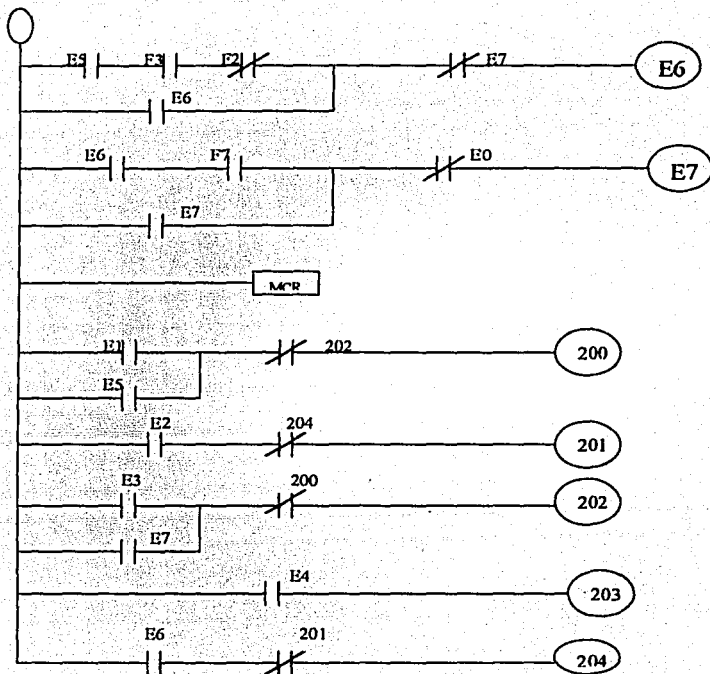


DIAGRAMA DE ESCALERA





PROGRAMA

0 LOD 407	21 OR SHF LOD	42 ANDN 3	63 OUT 407
1 AND 2	22 OR 401	43 OR 404	64 MCR
2 ANDN 3	23 ANDN 402	44 ANDN 405	65 LOD 401
3 LODN 407	24 OUT 401	45 OUT 404	66 OR 405
4 ANDN 406	25 LOD 401	46 TI	67 ANDN 202
5 ANDN 405	26 AND 3	47 50	68 OUT 200
6 ANDN 404	27 ANDN 2	48 LOD 404	69 LOD 402
7 ANDN 403	28 OR 402	49 AND SHF TI	70 AND 204
8 ANDN 402	29 ANDN 403	50 OR 405	71 OUT 201
9 OR SHF LOD	30 OUT 402	51 ANDN 406	72 LOD 403
10 OR 400	31 LOD 4	52 OUT 405	73 OR 407
11 ANDN 401	32 OR 5	53 LOD 405	74 ANDN 200
12 OUT 400	33 OR 6	54 AND 3	75 OUT 202
13 LOD 1	34 AND 402	55 ANDN 2	76 LOD 404
14 MCS	35 OR 403	56 OR 406	77 OUT 203
15 LOD 400	36 ANDN 401	57 ANDN 407	78 LOD 406
16 AND 0	37 ANDN 404	58 OUT 406	79 ANDN 201
17 LOD 403	38 OUT 403	59 LOD 406	80 OUT 204
18 AND 2	39 LOD 403	60 AND 7	81 END
19 ANDN 3	40 AND 6	61 OR 407	
20 ANDN 6	41 AND 2	62 ANDN 400	

SELLADORA

EJEMPLO 8

Ejecutar un mando secuencial en función del trayecto con cadena secuencial de cancelación:

El cilindro A tiene la función de recoger las piezas del cargador y de sujetarlas. Solo entonces avanza el cilindro B para el sellado y vuelve a su posición normal. A continuación, el cilindro A suelta la pieza y vuelve a su posición normal. Entonces, el cilindro C avanza para expulsar la pieza, y vuelve su posición normal.

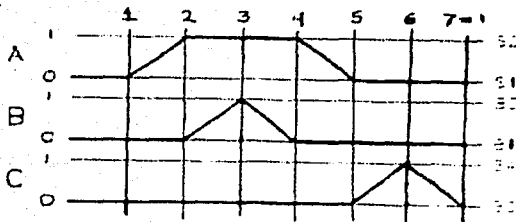
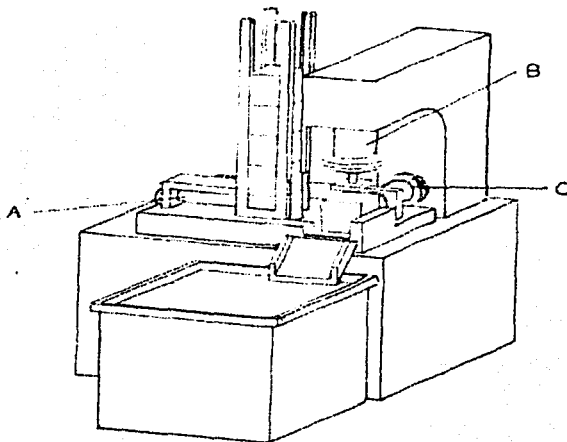


DIAGRAMA DE FASES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

GRAFJET

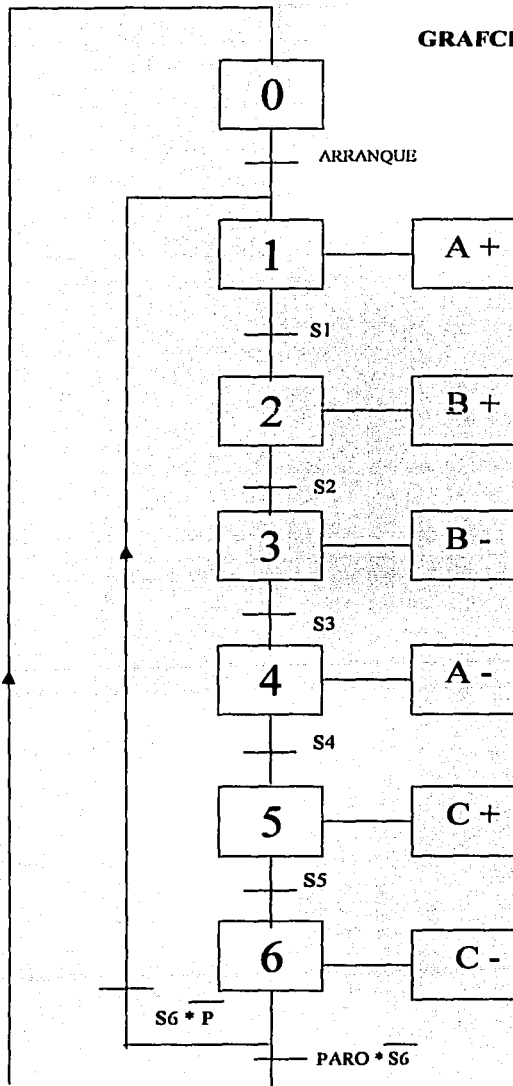
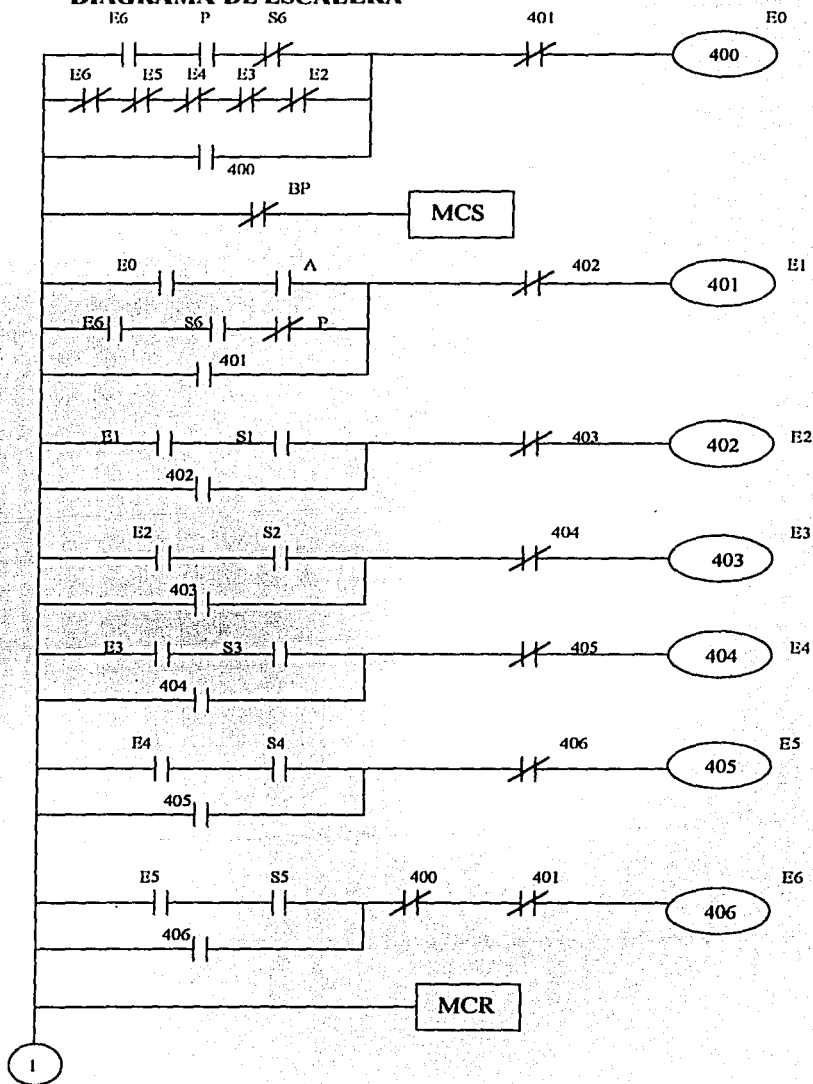
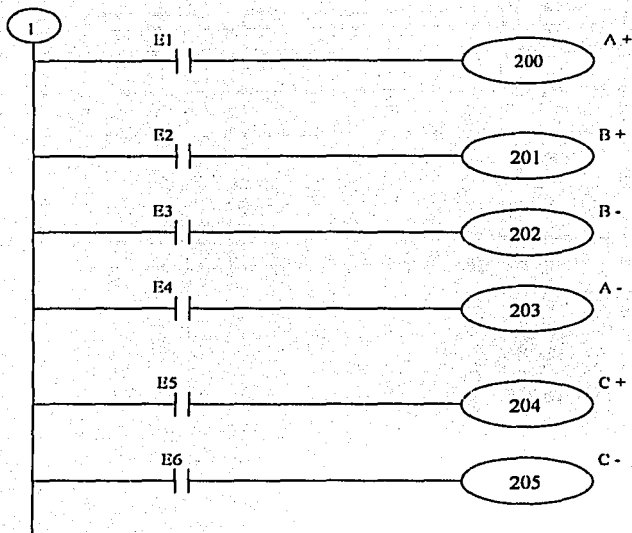


DIAGRAMA DE ESCALERA





CUADRO DE ASIGNACIONES

TIPO	No. ASIGNADO	DESCRIPCION
	0	BP BOTON DE PARO
	1	BA BOTON DE ARRANQUE
ENTRADA	2	S1 POSICION EXTENDIDA DEL CILINDRO A +
	3	S2 POSICION EXTENDIDA DEL CILINDRO B +
	4	S3 POSICION RETRAIDA DEL CILINDRO B -
	5	S4 POSICION RETRAIDA DEL CILINDRO A -
	6	S5 POSICION EXTENDIDA DEL CILINDRO C +
	7	S6 POSICION RETRAIDA DEL CILINDRO C -
	SALIDAS	200
201		E2 AVANCE DEL CILINDRO B +
202		E3 REGRESO DEL CILINDRO B -
203		E4 REGRESO DEL CILINDRO A -
204		E5 AVANCE DEL CILINDRO C +
205		E6 REGRESO DEL CILINDRO C -

PROGRAMA EN SQUARE - D

0	LOD	406	16	LOD	406	32	OUT	403	48	OUT	406
1	AND	0	17	AND	7	33	LOD	403	49	MCR	
2	ANDN	7	18	ANDN	0	34	AND	4	50	LOD	401
3	LODN	406	19	OR SHF	LOD	35	OR	404	51	OUT	200
4	ANDN	405	20	OR	401	36	ANDN	405	52	LOD	402
5	ANDN	404	21	ANDN	402	37	OUT	404	53	OUT	201
6	ANDN	403	22	OUT	401	38	LOD	404	54	LOD	403
7	ANDN	402	23	LOD	401	39	AND	5	55	OUT	202
8	OR SHF	LOD	24	AND	2	40	OR	405	56	LOD	404
9	OR	400	25	OR	402	41	ANDN	406	57	OUT	203
10	ANDN	401	26	ANDN	403	42	OUT	405	58	LOD	405
11	OUT	400	27	OUT	402	43	LOD	405	59	OUT	204
12	LODN	0	28	LOD	402	44	AND	6	60	LOD	406
13	MCS		29	AND	3	45	OR	406	61	OUT	205
14	LOD	400	30	OR	403	46	ANDN	400	62	END	
15	AND	1	31	ANDN	404	47	ANDN	401	63		

CONCLUSIONES

Hoy en día a pesar de los cambios bruscos que ha sufrido las Instalaciones Eléctricas Industriales en la industria Mexicana en base a la crisis económica, los empresarios se han visto en la necesidad de buscar la modernización más práctica y rápida para elevar la producción y abrir una competencia adecuada ante los mercados exteriores como interiores; Recurriendo a una automatización, utilizando un PLC (Controlador Lógico Programable) en los procesos de producción dentro de su industria.

Los PLC presentan una estructura modular ya que se pueden expandir a un número definido de módulos de entrada y salida dependiendo de las necesidades presentes y futuras.

Por su diseño y materiales con lo que es construido es posible su adecuada resistencia en ambientes industriales, así como en climas calurosos.

El manejo de distintos métodos de programación como por ejemplo el mnemónico, el diagrama de bloques y el diagrama de escalera facilita la supervisión de cualquier ingeniero de planta, aun cuando la elección del mismo se base principalmente en su soporte técnico, capacitación a los usuarios y entrega del equipo; así como en el tamaño del PLC y la cantidad de entrada y salidas.

La flexibilidad en su software y hardware permiten realizar en un caso necesario cambios en la lógica establecida de programación para un buen funcionamiento de la aplicación de los procesos que se estén realizando dentro de la industria.

El mantenimiento en estos equipos es sencillo y si es requerido, se podría sustituir por uno más grande; esto se puede realizar ya que están basados en la misma arquitectura.

Además de que el P.L.C realiza sus funciones correspondientes de control secuencial, permiten una comunicación con otro tipo de equipos como son los paneles de control y visualización. Con los cuales pueden interactuar. En adición a esto pueden enlazarce en red a otros equipos de control y a sistemas de visualización más sofisticados.

Al utilizar estos equipos el personal que trabaje dentro de la planta obtendrá una mayor confiabilidad en los procesos y sus instalaciones dentro de la planta; ya que además se puede estar monitoreando el funcionamiento del proceso y obtener reportes impresos de los mismos, ya que se puede rastrear posibles fallas ocurridas dentro del proceso o en la instalación.

El PLC es uno de los instrumentos de control que hoy en día va tomando un tremendo auge dentro de las instalaciones eléctricas de cualquier empresa dentro del país ya que es capaz de automatizar procesos muy pequeños hasta grandes procesos industriales por muy complejos que estos sean, también hoy en día se pueden automatizar grandes edificios así como casas y cualquier cosa que necesite ser controlada.

En cuanto a las expectativas a futuro de los equipos de control, cada día se mejora el mercado en costo debido a una amplia competencia, ya que actualmente las marcas de PLC van actualizando sus modelos cada año; ya sea ampliando su memoria, disminuyendo su tamaño y aumentando su capacidad de procesamiento, así como la de añadir módulos a los que ya están en proceso, esto indica que serán equipos que se seguirán utilizando por muchos años más para un buen funcionamiento de los procesos dentro de las Instalaciones Eléctricas Industriales.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Control Electroneumático y Electrónico
Autor: J. HYDE J. REGUE A CUSPINERA
Editorial: Marcombo.
- 2.- Instrumentación Industrial 6 – Edición
Autor: Antonio Creus
Editorial: Alfaomega Marcombo
- 3.- Instalaciones Eléctricas Industriales
Autor: Pedro Camarena M.
Editorial: Continental S.A. de C.V. de México.
- 4.- Industrial Electronics.
Autor: Thomas E. Kisell
Editorial: Prentice Hall
- 5.- Automatización Industrial Moderna.
Autor: Victoriano Angel Martínez Sánchez
Editorial: RA-MA
- 6.- El ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales.
Autor: Enríquez Harper
Editorial: Marcombo.
- 7.- Autómatas Programables.
Autor: Albert Mayoli Badia
Editorial: Marcombo.
- 8.- Circuitos Neumáticos Eléctricos e Hidráulicos 2 – Edición
Autor: Ramón Farrando Boix.
Editorial: Marcombo.
- 9.- Controladores Lógicos y Autómatas Programables 2 - Edición
Autor: Enrique Mandado Pérez Jorge Marcos Acevedo
Editorial: Marcombo.
- 10.- El ABC de las Máquinas Eléctricas III Instalación y Control de Motores de C.A.
Autor: Enríquez Harper.
Editorial: Limusa.