

99  
2es.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN.**

**"ILUMINACION INSTALACIONES ELECTRICAS  
APLICACIONES DEL PLC EN INSTALACIONES  
ELECTRICAS"**

**TRABAJO DE SEMINARIO**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
P R E S E N T A :  
**GUADALUPE FERNANDO REYES VILLEGAS**

ASESOR: IME. BENJAMIN CONTRERAS SANTACRUZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

301730



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

C. R. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
PRESENTE.

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Iluminación Instalaciones Electricas  
Aplicaciones del PLC en Instalaciones Eléctricas

que presenta el pasante: Guadalupe Fernando Reyes Villegas  
con número de cuenta: 8507061-7 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 VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 10 de Junio de 19 98

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I</u>	<u>Jaime Rodríguez Martínez</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u>	<u>Casildo Rodríguez Arceñiega</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>Benjamín Contreras SantaCruz</u>	<u>[Firma]</u>

## AGRADECIMIENTO

A LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES POR LA ENSEÑANZA  
TRANSMITIDA A TRAVÉS DE SUS PROFESORES.

A MI ESPOSA:

**MA. JAQUELINE OLMOS**

POR SU CARÍÑO, APOYO Y COMPENSIÓN EN LOS MOMENTOS DIFÍCILES

A MIS PADRES:

**PEDRO REYES  
ADRIANA VILLEGAS**

POR EL APOYO QUE ME BRINDARON PARA SALIR ADELANTE EN MIS  
ESTUDIOS Y EN LOS MOMENTOS DIFÍCILES QUE SE PRESENTARON..

A MIS HERMANOS:

POR SU APOYO QUE BRINDARON EN EL TRANCURSO DE MIS ESTUDIOS

A MIS AMIGOS:

POR SUS CONSEJOS EN LOS MOMENTOS DIFÍCILES QUE SE PRESENTARON EN  
EL TRANCURSO DE LA CARRERA.

GRACIAS ADIÓS POR ABERME PERMITIDO LLEGAR A FINALIZAR MIS  
ESTUDIOS

## INDICE

PAG.

### CAPITULO I TECNOLOGIA DEL PLC

1.1.- INTRODUCCIÓN.....	01
1.2.- TECNOLOGÍA DE CONTROL POR RELEVADOR.....	03
1.3.- OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN.....	03
1.4.- TECNOLOGÍA DE CONTROL POR PLC.....	04
1.5.- FUNCIONES DE LOS AUTOMATISMOS.....	04
1.6.- FIJACIONES Y CONDICIONES MECÁNICAS.....	05
1.7.- ESPACIO DE VENTILACIÓN.....	05
1.8.- CONDICIONES AMBIENTALES.....	06
1.9.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE TECNOLOGÍA DE CONTROL... ..	06
1.9.1.- VENTAJAS.....	06
1.9.2.- INCONVENIENTES O DESVENTAJAS.....	07
2.0.- CAMPO DE UTILIZACIÓN DEL PLC.....	07

### CAPITULO II CARACTERISTICAS DEL PLC

2.0.- CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC).....	09
2.1.- CARACTERÍSTICAS PARA SELECCIONAR UN PLC. ....	09
2.2.- QUE ES LO QUE SUSTITUYE UN PLC.....	10
2.3.- DIAGRAMA DE ESCALERA.....	12
- Contactos Abiertos	
- Contactos Cerrados	
- Bobinas	
- Timer	
- Contadores	
- Secuenciadores	
2.4.- PROGRAMADOR.....	14
2.4.1.- INDICADORES DE ESTADO.....	15
2.4.2.- POSICIONADOR DE MODO.....	15
2.4.3.- TECLAS LÓGICAS.....	15
2.4.4.- TECLAS DE EDICIÓN.....	15
2.5.- ESTRUCTURA O ARQUITECTURA DE LOS PLC.....	16
2.5.1.- ESTILO MODULAR.....	16
2.5.2.- ESTILO COMPACTO.....	17
2.5.3.- LA SELECCIÓN DE ENTRADA.....	17
2.5.4.- EL PROCESADOR.....	17
2.6.- DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN DE E/S DEL PLC.....	19
2.7.- DISPOSITIVOS DE SALIDA DE CONEXIÓN AL PLC. ....	21
2.8.- EQUIPO PERIFÉRICO DE ADAPTACIÓN AL PLC. ....	22

### CAPITULO III PROGRAMACION BASICA

3.0.- INSTRUCCIONES LÓGICAS PROGRAMABLES POR MEDIO DE SOFTWARE..	24
- Direccionamiento Adresses	
- Direccionamiento Externo	
- Direccionamiento Interno	
3.1.- CONSIDERACIONES DE LOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA EN LA PROGRAMACIÓN.....	26
3.2.- SISTEMAS EQUIVALENTES.....	28
A).- Utilizando Direccionamiento Externo	
B).- Utilizamos Direccionamiento Interno	
3.3.- ARREGLO PRINCIPAL DE PELDAÑOS.....	31
A).- Peldaño Serie	
B).- Peldaño Paralelo	
3.4.- ELABORACIÓN DE PROGRAMAS.....	33
3.5.- PROGRAMACIÓN CON TERMINAL POR MEDIO DE CONTACTOS.....	41
- Con Contacto Abierto	
- Con Contacto Cerrado	
- Operaciones Lógicas de Contacto, AND, OR,	
- Confinación de Operaciones Lógicas de Contactos	
- Enclavamiento de una Bobina	
- Funcionamiento de un Timer o Temporizador	
- Funcionamiento de un Contador o Counter	
- Funcionamiento de un Secuenciador	

### CAPITULO IV APLICACIONES DEL PLC

4.0.- PROGRAMACIÓN BÁSICA DE PLC.....	45
- Ejemplo No. 1 ( Energizar una Válvula de simple solenoide)	
- Ejemplo No. 2 ( Enclavamiento Energizando una Solenoide)	
- Ejemplo No. 3 ( Movimiento de un cilindro por medio de Timer)	
- Ejemplo No. 4 ( Arranque directo de dos Motores)	
- Ejemplo No. 5 ( Arranque de motor por interruptor)	
- Ejemplo No. 6 ( Arranque de motor por contactos)	
- Ejemplo No. 7 ( Arranque de motor trifasico con inverso de giro)	
- Ejemplo No. 8 ( Accionamiento de dos motores con proteccion de sobre carga)	
- Ejemplo No. 9 ( Arrancador con dos sentidos de marcha )	
CONCLUSIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53

# CAPITULO I

## TECNOLOGIA DEL PLC

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El concepto de control es extraordinariamente amplio, abarcando desde un simple interruptor que gobierna el encendido de una bombilla o el grifo que regula el paso de agua en una tubería, hasta el más complejo ordenador de proceso o el piloto automático de un avión.

Podríamos definir el control como la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema denominada planta a través de otro sistema llamado sistema de control.

Los primeros sistemas de control se desarrollaron con la revolución industrial a fines del siglo XIX y principios del siglo XX. Al principio, se basaron casi exclusivamente en componentes mecánicas y electromecánicas, básicamente en engranajes, palancas, relees y pequeños motores, pero apartir de los años cincuenta empezaron a emplearse los semiconductores, que permitían el diseño de sistemas de menor tamaño y consumo, más rápidos y con menor desgaste.

En la década de los setenta la complejidad y las prestaciones de los sistemas de control se incrementaron gracias al empleo de circuitos integrados y en particular los de tipo programables ( sistemas basados en microprocesadores ).

Al tiempo que se desarrollaban los circuitos integrados lo hacían también los ordenadores digitales, si bien su empleo en la industria quedaba restringido al control de proceso muy complejos, debido a su elevado costo, necesidad de personal especializado para su instalación, manejo y a la poca facilidad de interconexión (interfaz) con el proceso, donde se manejan habitualmente tensiones y corrientes fuertes, para las cuales no suele estar preparado el ordenador.

La demanda en la industria de un sistema económico, robusto, flexible, fácilmente modificable y con mayor facilidad para tratar con tensiones y corrientes fuertes que la que tenía el ordenador, hizo que se desarrollasen los autómatas programables industriales, abreviadamente API en la literatura castellana o PLC en la literatura anglosajona.

Los primeros autómatas pretendían, básicamente, sustituir a los sistemas convencionales con relees o circuitos lógicos, con las ventajas evidentes que suponía tener un hardware estándar. Por ello nacieron con prestaciones muy similares a las que ofrecían dichas tecnologías convencionales y sus lenguaje de programación eran muy próximos a los esquemáticos empleados en las mismas.

Los autómatas actuales han mejorado sus prestaciones respecto a los primeros en muchos aspectos, pero fundamentalmente a base de incorporar un juego de instrucciones más potente, mejorar la velocidad de respuesta y dotar el autómata de capacidad de comunicación.

Los juegos de instrucciones incluyen actualmente, a parte de las operaciones lógicas con bits, temporizadores y contadores, otra serie de operaciones aritméticas tratamiento de seña-

les analógicas, funciones de comunicación y una serie de funciones de control no disponibles en la tecnología clásica de relés.

La disponibilidad de estos nuevos elementos y funciones en el campo de control industrial obliga a replantearse la configuración y los propios métodos de diseño de los automatismos. La figura 1.1 muestra los diagrama con los principales pasos a seguir en el desarrollo del proyecto de un sistema automático de control.

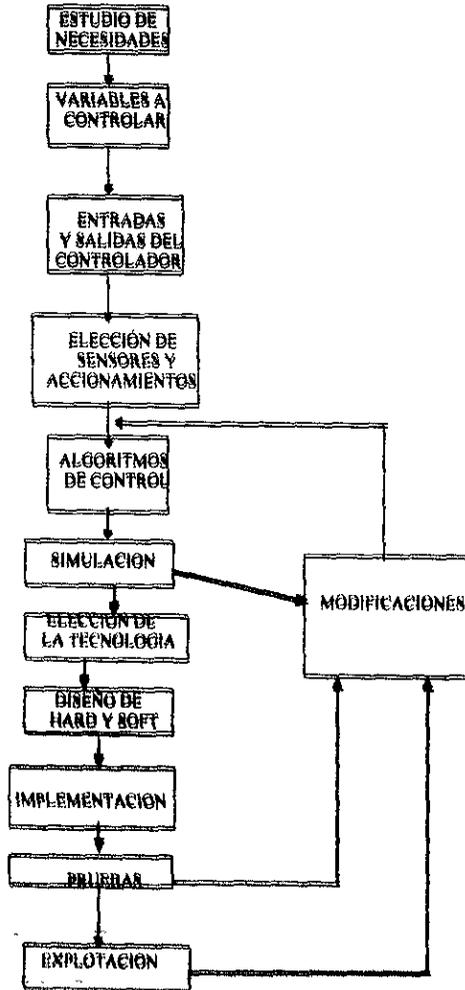


FIG. 1.1.- Fases de proyecto de un sistema de Control

## 1.2.- TECNOLOGÍA DE CONTROL POR RELEVADOR

En los sistemas de control basados en relevadores, el control de los dispositivos de salida se da normalmente por relevador, los cuales están interconectados, los módulos de temporizadores y contadores de estado sólido, la activación o desactivación de los dispositivos de salida, dependen de la lógica estructurada en el cableado de los contactos o platinos de los relevadores, en respuesta al estado que se presenten los dispositivos de entrada.

La manipulación de un dispositivo de salida también puede darse por medio de conexión cableada directa entre la señal que envía el dispositivo de salida, sin tener que pasar a través de un platino de relevador.

La fig. 1.2 muestra un diagrama a bloques de la relación existente entre los componentes de control de la tecnología por lógica de relevador.

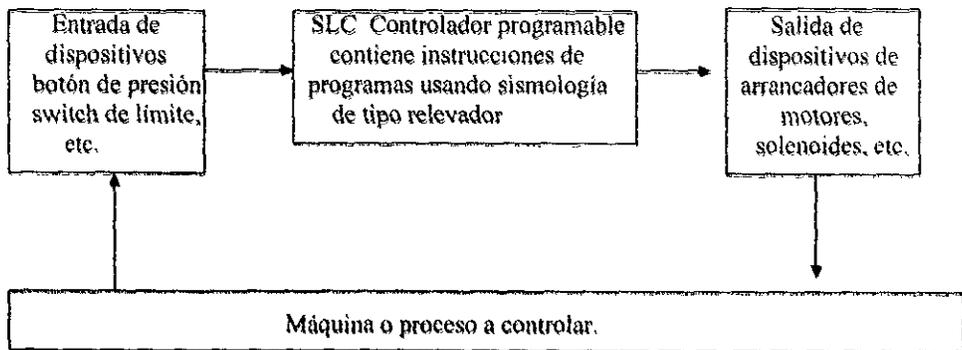


fig. 1.2., Diagrama a Bloques de las Estructuras de un controlador por PLC.

## 1.3.- OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN

La Competición económica que conocemos impone a la industria la necesidad de producir en calidad y en cantidad para responder a la demanda en un entorno muy competitivo.

En términos de los objetivos, se trata:

- de producir una calidad constante.
- de proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- incrementar la productividad y la flexibilidad de la herramienta.

Dicho de otra manera, es importante tener un mercado, pero también lo es poder seguir su evolución, disminución de los costos, complejidad tecnológica creciente. A estos criterios conviene añadir el mejoramiento de las condiciones de trabajo que progresivamente se impone un objetivo esencial.

## 1.4.- TECNOLOGÍA DE CONTROL POR PLC

En los sistemas de control que utilizan el control programable, no existe un contacto físico directo por cable entre los dispositivos de entrada y los dispositivos de salida, la activación o desactivación de los dispositivos de salida dependen únicamente de la lógica programable que almacene el control en su memoria, en respuesta al estado que presenten los dispositivos de entrada.

Las instrucciones en forma de contactos de relevador en que está estructurado un programa escalera ( **ladder** ) de control por PLC, sustituyen a la circuitería cableada de conexión en los platinos de relevador de control convencional.

## 1.5.- FUNCIONES DE LOS AUTOMATISMOS

El grado de automatización de un sistema es extremadamente variable según la naturaleza del proceso, su complejidad, el conocimiento que tenga de él, y los objetivos asignados al proyecto. La vigilancia del entorno en el local desde el punto de vista de su seguridad se diferencia del control de los ascensores con lo que esté equipado, y también del dispositivo de climatización.

Se distinguen tres grados de automatización:

- 1.- La vigilancia.- de las magnitudes responde a un objetivo de conocimiento técnico y económico del proceso. Se trata de una función pasiva con respecto al mismo, por lo menos en un plazo muy corto. El órgano de control adquiere informaciones, las analiza y procede las partes diarias de servicio y los balances.
- 2.- El modo guía operador.- completa lo precedente por tratamientos más elevados y propone a los responsables del local acciones para producir o realizar el proceso según un criterio dado. El automatismo está aquí todavía en bucle abierto, es decir, no actúa directamente sobre el proceso; el bucle lo " cierra " el operador
- 3.- El mando - propiamente dicho tiene estructura de bucle cerrado. Corresponde a la automatización completa de ciertas funciones, después de la adquisición de las informaciones, pasando por su tratamiento, para llegar a una acción sobre el proceso. El hombre está aquí excluido de la ejecución. está encargado de las funciones de la vigilancia e interviene en el

caso de incidente para asumir el control manual del proceso, ayudando eventualmente por un modo " guía operador " correspondiente a un funcionamiento degradado del sistema.

## **1.6.- FIJACIONES Y CONDICIONES MECANICAS**

Desde el punto de vista mecánico la instalación de autómatas deberá cumplir las siguientes condiciones:

- No estar sometido a vibraciones o choques intensos.
- No soportar cargas estáticas o personas apoyados sobre su estructura.
- No deberá servir de soporte de cables u otros elementos de maniobra.
- No deberá estar sometido a esfuerzos por efecto del cableado.
- Las conductores o rejillas de ventilación no deberán estar tapadas por cables u otros elementos de maniobra.

Así pues, debe fijarse el autómata (PLC) en el armario o panel de forma que quede firme y alejado de grandes contactores, interruptores u otros dispositivos que puedan producir niveles de vibración fuertes al maniobrar.

En caso necesario deberán montarse soportes elásticos que amortigüen dichas vibraciones.

## **1.7.- ESPACIO DE VENTILACIÓN**

Deberán guardarse distancia de seguridad entre el autómata (PLC) y otros elementos de maniobra, cableado y/o señalización contenidos en el mismo panel, de forma que aquel quede alejado de focos de calor y permita una buena ventilación.

El autómata deberá colocarse, cuando no existan otras condiciones que lo impidan, en la parte media baja del armario de control y nunca encima de transformadores u otros equipos de potencia que desprendan gran cantidad de calor.

## 1.8.- CONDICIONES AMBIENTALES.

La instalación del autómatas debe hacerse teniendo en cuenta las condiciones de ambiente que éste puede soportar sin riesgo de deterioro o de envejecimiento acelerado del mismo. Los aspectos más importantes a tener en cuenta son:

a).- Condiciones Climáticas. Los límites de utilización de la mayor parte de equipos electrónicos industriales son los siguientes.

- Temperatura ambiente entre 0 y 40° C.
- Humedad relativa inferior al 85 o 90 %. Si el nivel de humedad es relativamente elevado, deberán preverse resistencias calefactoras para evitar la condensación y evitar cambios bruscos de temperatura
- Evitar la exposición directa al sol del equipo
- Cuando el equipo se instale en el interior de un armario se deberá hacer un cálculo de potencias disipadas por la totalidad de los dispositivos incluidos en dicho armario. ( relés, contactores, lámparas, etc ) y deberá preverse la ventilación necesaria para disipar el calor generado. A título orientativo, el caudal de ventilación necesario puede tomarse de 6 metros cúbicos/minuto para cada Kilovatio de potencia disipada.

b) - Polución ambiental.- Debe evitar la instalación del autómatas (PLC) en los siguientes ambientes, estableciendo las medidas correctas que para ello fueron necesarias:

- Ambiente polvorientos o que contengan partículas metálicas en suspensión.
- Atmósfera de gases corrosivos o inflamables.
- Ambiente donde existe vapor de agua u otras sustancias químicas en fase de vapor
- Ambientes salinos o ácidos que produzcan corrosión.

## 1.9.- ANALISIS COMPARATIVO DE TECNOLOGIAS DE CONTROL

A continuación se describen las principales diferencias entre las tecnologías de control mencionadas previamente, como la finalidad primordial es mostrar la flexibilidad del control por PLC, se da la explicación de las principales ventajas y desventajas del control por PLC con respecto al control convencional de relevadores.

### 1.9.1.- VENTAJAS

El PLC por sus especiales características de diseño tienen un campo de aplicación muy extenso, para poder satisfacer las necesidades que se detectan en las empresas. las condiciones favorables que presenta el PLC son las siguientes:

- 1.- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
  - No es necesario dibujar el esquema de contactos
  - No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es suficientemente grande.
- 2.- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- 3.- Mínimo espacio de ocupación al reducir la cantidad de componentes utilizados en el control.
- 4.- Menos costo de mano de obra de instalación.
- 5.- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo Automata (PLC).
- 6.- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso, al quedar reducido el tiempo de cableado por el menor número de cables utilizados.
- 7.- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el Automata sigue siendo útil para otro máquina o sistema de producción.
- 8.- Reducción de tiempos perdidos por paros debidas a localización de fallas, ya que con el PLC se simplifica el análisis de causa de fallas dando una más rápida solución
- 9.- Más rápida comunicación de las señales de puesta ON/OFF de los dispositivos de la salida por utilizar PLC dispositivos electrónicos de estado sólido para activacion de las salidas
- 10 -En los dispositivos de estado sólido, no existe el chisporroteo que se da en los platinos del relevador ni se presenta la carbonización de contactos por tal situación.

### 1.9.2 INCONVENIENTES O DESVENTAJAS

- Como inconvenientes podriamos hablar en primer lugar de que hace falta un programador lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido,
- Otros factores importantes, como el costo inicial, que puede o no ser un inconveniente según las características del automatismo en cuestión, dado que el PLC cubre ventajosamente un amplio espacio entre la lógica cableado y el microprocesador. Es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su amplitud como en sus limitaciones. Por tanto, aunque el costo inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decirnos por uno o por otro sistema conviene analizar todos los demás factores para tener una decisión acertada.

## 2.0 .- CAMPO DE UTILIZACION DE (PLC)

Los PLC se utilizan en la mayoría de sectores industriales. Actualmente estas máquinas funcionan en los principales sectores y también en el campo de la enseñanza en que tienen un valor pedagógico seguro.

-- Metalurgia y Siderurgia.- Los imperativos de seguridad son aquí fundamentales. También citaremos las aplicaciones de manutención en fabricas de coque, cargamentos de altos hornos, y automatización en función. Se encuentra igualmente PLC para la solución de problemas de análisis de gas, del control de calidad y de colada continua.

-- Mecánica y Automóvil.- Este es un sector en el cual el PLC tiene una gran aplicación se encuentra en las líneas de fabricación y montaje, en los bancos de ensayos de motores y en muy diversas máquinas, prensas, tornos automáticos, rectificadores, máquinas transferidoras, máquinas de solda, robot de manutención.

-- Industrias Químicas.- Las aplicaciones potenciales en ellas son numerosas. actualmente los PLC se utilizan en el pilotaje de unidades de producción, dosificación y mezcla de productos, y depuración de los afluentes

-- Industria Petroliferas.- Además de aplicaciones análogas a las del sector precedente. los PLC pueden estar presente en las estaciones de bombeo, en el mando y vigilancia de los olcductos, o asignados a los parques de cargamento y a la distribución de gas y de líquidos.

-- Industrias Agrícolas y Alimentarias.- Aquí se encuentran PLC principalmente en las estaciones de mezclas en las líneas de productos y materiales pulverulentos de secado y de control de productos

-- Transportes y Manutención.- Aquí tenemos toda una gama de procedimientos secuenciales en los cuales los PLC son susceptibles de rendir valiosos servicios: triaje o selección de paquetes, correos, gestión mecanizada de parques de almacenamiento, embalajes convoyes, paletización, ascensores, montacargas, gestión de los aparcamientos urbanos.

-- Aplicaciones diversas.- Sin pretensiones de exhaustividad se pueden citar otras utilizaciones de los PLC. La industria textil puede tener que recurrir a ellos para las operaciones de corte automático del control de fibra, o para de cadenas de manutención. Asimismo las vidrierías o cristalerías con procedimientos secuenciales de fabricación, corte, o embalaje.

## CAPITULO II

### CARACTERISTICAS DEL PLC

#### 2.0.- CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES. ( PLC)

Este es el nombre formal que recibe un PLC, se puede decir que es una computadora de uso industrial; ya que es capaz de almacenar instrucciones y puede interactuar entre estas para cumplir una necesidad de cierto tipo.

Un (PLC) realiza funciones tales como tiempos (timers), conteos (counters) secuencias, manipulaciones de datos y la capacidad de poderse comunicar con máquinas y procesos industriales

Se debe de tomar en cuenta lo que va a realizar el PLC: esto es, para que pueda determinar correctamente los dispositivos de entrada, y los dispositivos de salida; en el cual se les llama dispositivos de entrada: a los que gobierna la información del sistema y a los dispositivos de salida son los que serán controlados o gobernados

Como dispositivo de entrada se puede mencionar por ejemplo, a los botones, arrancadores de motores, traductores de presión, selectores.

Como dispositivo de salida se puede mencionar por ejemplo a: solenoides, lamparas, bobinas, motores.

Estos dos tipos de dispositivos de entrada y de salida van conectados físicamente al PLC y por medio de un programa diseñado estos realizan tareas específicas.

Durante la operación, la CPU lee y acepta los datos de entrada, ya que los aceptó los coordina para ver que opciones se va ejecutar con ello la procesa y busca su destino que son los dispositivos de salida. A este proceso de lectura secuencial de entrada, ejecución del programa en memoria y a la actualización de salidas se les conoce como barrido (scanning)

#### 2.1. - CARACTERISTICAS PARA SELECCIONAR UN PLC.

Se debe tener mucho cuidado al realizar una selección de un PLC ya que de equivocarse se verá reflejada la satisfacción del servicio, que se va a realizar.

Lo primero que se debe considerar es la utilidad que va a tener, cuando se va a utilizar si va a sustituir un PLC; hay que analizar si va a sustituir algún sistema que se realizaba en forma manual y ahora se desea que lo realice por medio de un PLC, o si se piensa en invocar algún sistema o proyecto de nueva creación

Hay que tomar en cuenta cuando se piensa utilizar un PLC, las ventajas que ofrece, como es el tiempo de respuesta de ciertas operaciones, el espacio físico que va a ocupar en un

tablero, y la facilidad de conexión, y la posibilidad de poder monitorear tanto contactores, timers y secuenciadores y además, sin dejar de mencionar todas las funciones que se puede realizar de acuerdo a las necesidades específicas del cliente.

Continuación se dan algunos puntos generales para seleccionar algún tipo de PLC.

- Número de puntos máximos de entrada / salida.
- Número de timers, contadores, secuenciadores, bobinas y registros de corrimiento internos que se van a utilizar.
- Contadores y salida de alta velocidad.
- De que tipo de entrada / salida se necesita ya sea de tipo discreta o analógica.
- Características de memoria.
- Tiempo de respuesta.
- Temperatura y humedad de operación.
- Capacidad de crecimiento, expansión y actualización.
- Ventajas que se va a tener en entrada / salidas para la activación de las mismas.
- Voltaje de alimentación que se tiene.

## 2.2.- QUE ES LO QUE SUSTITUYE UN PLC

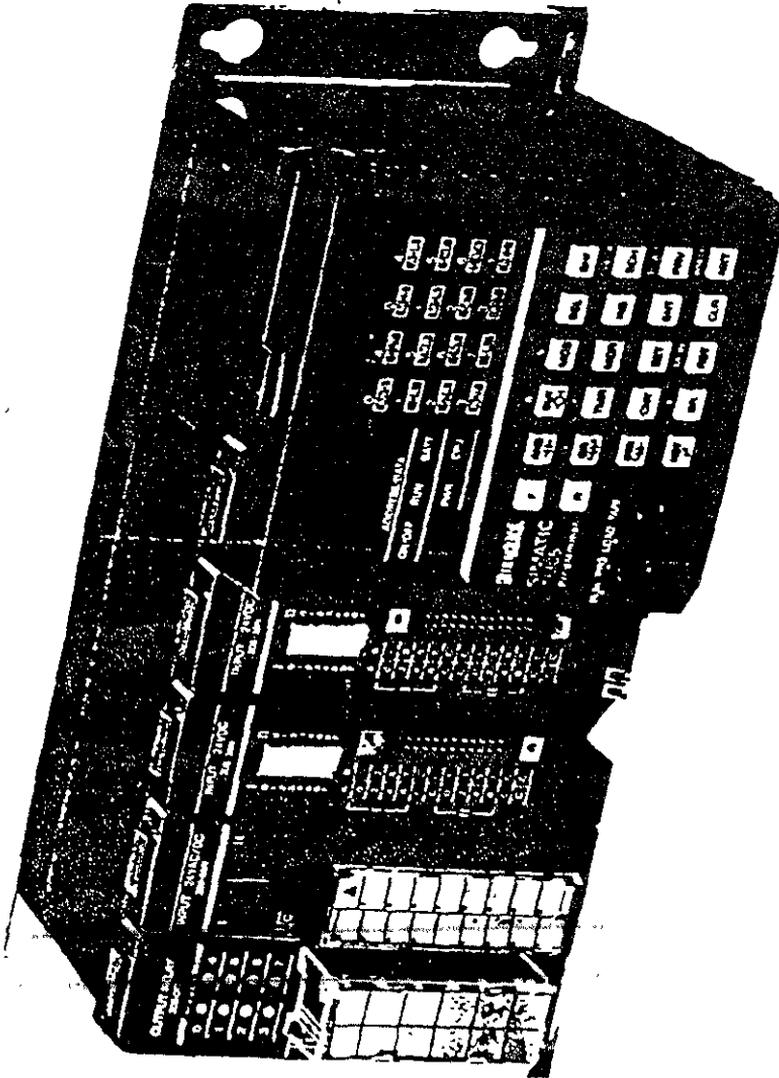
- Relevadores
- Temporizadores
- Contadores
- Controles neumáticos, hidráulicas, por que medio del programa se sustituyen botones neumáticos e hidráulicas, además de algunas válvulas de control como ejemplo la válvula OR y la válvula ADN
- Controles eléctricos y electrónicos.
- Cableado y conexiones.
- Tableros de control.
- Medidores e indicadores.

Ejemplo. de selección de un PLC comercial.

Características de la serie ONE Juniors.

- 15 Unidades básicas de entrada.
- 9 Unidades básicas de salida
- 700 Palabras de memoria RAM / EPROM.
- Se tiene una disposición de 20 elementos en total ya sea timers / contadores.
- 1 Contador de alta velocidad.
- 20 Secuenciadores. ( 1000 pasos)
- 155 Pasos shift register
- 160 bobinas internas ( internal coils).
- Dentro de las bobinas se tienen 59 retentivas ( retentive coils) y 96 no retentivas ( non-retentive)

- 5 funciones especiales
- 16 Unidades de expansión entrada
- 10 Unidades de expansión salida.
- 40 Espasion rack E/S.
- 2 KHz Counter. .
- Tiempo de scan 5ms-100 words, 12ms- 250 words.

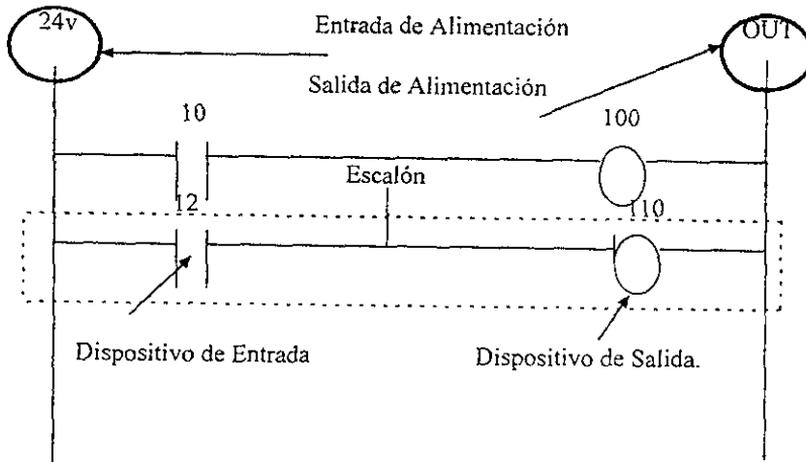


## 2.3.- DIAGRAMA DE ESCALERA.

Es la forma en que se representa una secuencia eléctrica de operaciones, estos diagramas son utilizados para ver la interconexión que existe entre los dispositivos y como por medio de líneas de circuitos vamos a obtener una respuesta a una salida.

Todos los diagramas de escalera tienen una entrada de alimentación de el lado izquierdo en donde se colocan los contactos y en el lado derecho una salida de alimentación en donde se colocan las bobinas y elementos a controlar; a la unión de una entrada con una salida se le llama escalón, de tal manera que en el diagrama de escalera siempre se va a leer y a escribir de izquierda a derecha y de arriba a abajo.

Para poder entender mas como esta estructurada la diagramacion de un PLC debemos diferenciar lo que es una entrada y una salida físicamente, como entrada tenemos ( botones, selectores, contactos de proximidad, etc.) en donde estas entradas se representan en el diagrama de escalera, como contactos abiertos o cerrados según corresponda. Luego con respecto a las salidas ( bobinas, selenoides, lamparas, etc. ) se van a representar en el diagrama de escalera como bobinas.



Así mismo las entradas y las salidas en donde se encuentran los timers, contadores y secuenciadores también se representan en nuestro diagrama de escalera.

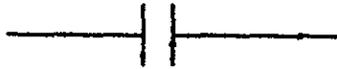
Dentro del diagrama de escalera se han mencionado los contactos abiertos, contactos cerrados, bobinas, timers, contadores y secuenciadores: a continuación se dan algunas descripciones de uso y funciones que tiene cada uno de los antes mencionados:

### ■ CONTACTOS ABIERTOS.

Como ya se a mencionado antes van a representar las entradas de elementos físicos como son ( botones, selectores, limit switch, sensores, etc.), así mismo sirve como elemento tele-

vador: su función que realiza es la de gobernar las salidas. ( solenoides, bobinas, timers, contadores y secuenciadores ).

Su característica principal es que necesitan ser operados para dejar pasar el flujo eléctrico al otro lado de el contador.



### CONTACTOS CERRADOS.

Al igual que los contactos abiertos van a representar las entradas de los elementos físicos y elemento relevador. su función también es la de gobernar las salidas. ( solenoides, bobinas, timers, contadores y secuenciadores.)

Su característica es de dejar pasar flujo eléctrico al otro lado de el contacto y en el momento de ser operado no deja pasar el flujo eléctrico al otro lado del contacto. Es todo lo contrario a los contactos abiertos.

A los contactos cerrados se les llama también contactos negados.



### - BOBINAS

Las bobinas van a representar las salidas de los elementos físicos (solenoides, lamparas, etc ) y elementos de relevador que son las bobinas internas: la función que tienen es la de ser gobernadas.

Su característica es actuar cada vez que lo indique un contacto.



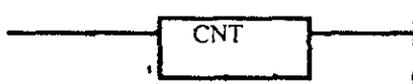
### - TIMERS

También llamados temporizadores, son los que se encargan de llevar una cuenta progresiva de números, siempre y cuando sea activado continuamente por un contacto. al terminar la cuenta a la que fue programado, va actuar en forma de entrada por lo que hace el trabajo de un contacto con referencia del timer.



## - CONTADORES

Los contadores se encargan de llevar una cuenta progresiva de números, pero esta cuenta, se va a incrementar cada vez que se accione al contacto que va al contador.

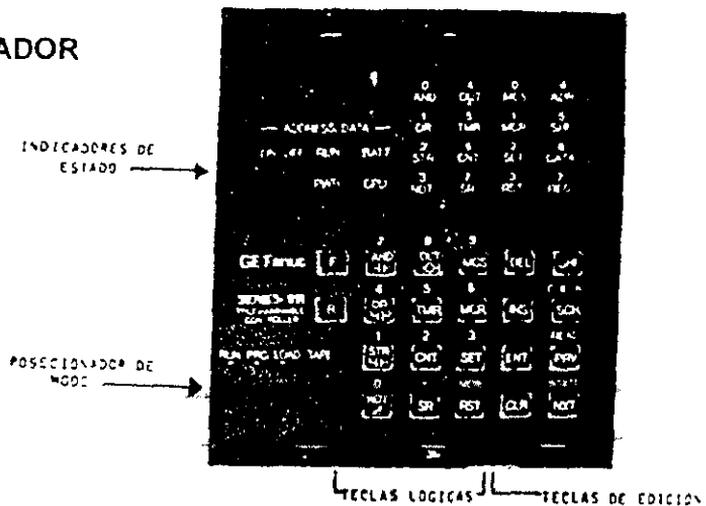


Cuenta también, con un restablecedor de la cuenta, este restablecedor va a poner la cuenta en ceros nuevamente, es otro contacto cualquiera o puede ponerse la cuenta en ceros por un contacto con la referencia de el mismo contador: al llegar a un número de cuenta al que fué programado va a actuar en forma de entrada y esto lo hace como contacto con la referencia del contador.

## - SECUENCIADORES

Los secuenciadores son de hecho una función del contador, porque realiza una programación numérica, en el caso de el contador se va a incrementar cada vez que lo acciona un contacto, en cambio en el secuenciador se va a incrementar cada vez que se haga un paso de un programa: la particularidad del secuenciador es que al actuar, el como entrada va a tener otro número de referencia que es el que va a llevar, el control de la secuencia. En otras palabras es el número de referencia del secuenciador (+), el número de paso del secuenciador.

## 2.4.- PROGRAMADOR



Este programador sirve para las series 305,315 y la serie ONE, los cuales tiene similitud con todos los del mercado en el comercio.

## 2.4.1.- INDICADORES DE ESTADO

**PWR.-** Indica que el controlador está energizado.

**RUN.-** Indica que está ejecutando un programa.

**BATT.-** Indica que la batería interna está baja.

**CPU.-** Indica que hay una falla en el controlador.

## 2.4.2.- POSICIONADOR DE MODO

**PRG.-** En este modo nos permite introducir el programa, revisar, corregir y editar el programa.

**RUN.-** En este modo nos permite introducir, el programa previamente almacenado. es está la posición en la que debe estar para operar normalmente.

Nos permite también monitorear su funcionamiento en esta posición.

**LOAD.-** Nos permite almacenar, cargas o verificar el programa en o desde una grabadora de audio-cassettes.

## 2.4.3.- TECLAS LÓGICAS

**AND.-** Conexión en serie de contactos

**OR.-** Conexión en paralelo de contactos.

**STR.-** Indica el inicio de un peldaño o un grupo de contactos.

**NOT.-** Contacto normalmente cerrado.

**TMR.-** Es utilizado para indicar el contacto de un Timer, (en conjunto con STR, AND,OR ) o para indicar el TIMER.

**CNT.-** Es utilizado para indicar el contacto de un CONTADOR ( con STR, AND, OR ) o para indicar el CONTADOR.

**OUT.-** Es para indicar una salida.

**SR.-** Indica el registro de corrimiento.

**MCS.-** Master Control set ( inicio de un control maestro )

**MCR.-** Master Control reset ( fin de un control maestro )

**SET.-** Enclavar una salida ( prender una salida ).

**RST.-** Desenclavar una salida ( apagar una salida ).

## 2.4.4.- TECLAS DE EDICIÓN

**DEL.-** Sirve para eliminar un paso del programa ( va seguida de la tecla PRV para confirmar).

**INS.-** Sirve para insertar un paso de programa ( se emplea en lugar de ENT y va seguida por NXT, inserta antes de la dirección en que se está posicionando).

**ENT.-** Se usa para completar la entrada ( terminal ). de una instrucción.

**CLR.**- Restablece el programa, después de un error o cuando se quiere terminar un monitoreo o abortar, la entrada de una instrucción.

**SHP.**- Sirve para indicar que las siguientes teclas que se opriman se refieran a los rótulos superiores de las mismas.

**SHC.**- Sirve para efectuar búsquedas de instrucciones.

**PRV.**- Muestra la localidad de memoria anterior, ya sea la dirección o el contenido, cuando se está monitoreando, muestra las entradas y las salidas o relevadores internos anteriores.

**NXT.**- Muestra la localidad de memoria siguiente, ya sea la dirección o el contenido, cuando se está monitoreando muestra las E/S o relevadores internos siguientes.

## 2.5.- ESTRUCTURA O ARQUITECTURA DE LOS PLC.

La mayoría de los Controladores Lógicos Programables (PLC) presentan un diseño similar normalmente se fabrican de dos estilos " Compactos " y " Modulares "

### 2.5.1.- ESTILO MODULAR.

Los Controladores Modulares tienen la característica de poseer uno o más Rack's o estantes, en donde estarán alojados los módulos o tarjetas de entrada y salidas en sus diferentes tipos y niveles de voltaje de trabajo, en éste caso es común encontrar uno o más procesadores que pueden estar colocados en el mismo o en diferente Rack.

Fuente de poder    Procesador    Módulos de salida    Módulos de entrada

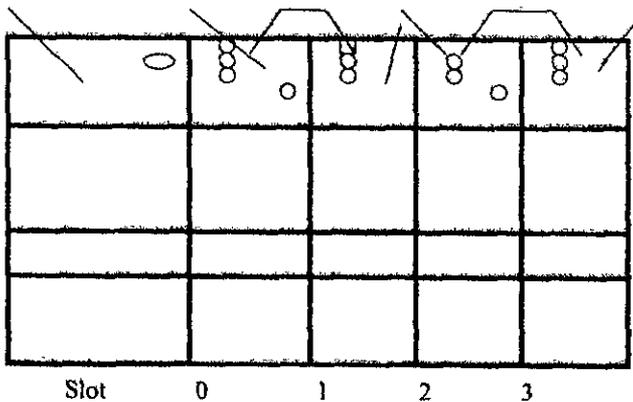


fig. 2.5.1 Controlador Tipo Modular

## 2.5.2.- ESTILO COMPACTO

Los Controladores Compactos se caracterizan por tener una unidad compacta, es decir que los circuitos de control de entradas y salidas están unidos a la unidad del procesador, a diferencia de los modulares donde los circuitos de entrada y salidas, se encuentran en módulos o tarjetas independientes del procesador.

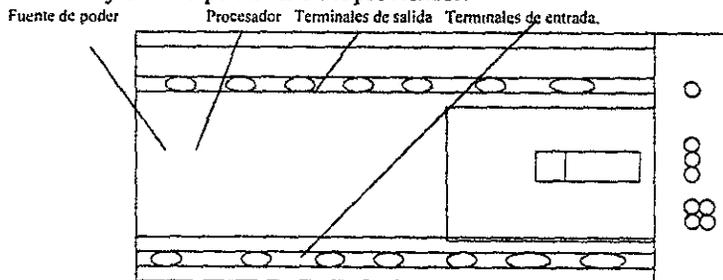


fig. 2.5.2 Controlador Tipo Compacto

## 2.5.3.- LA SECCIÓN DE ENTRADA.

Mediante el interfaz, adapta el nivel de voltaje y codifica de forma comprensible por la CPU, las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores, esto es pulsadores, interruptores de limite, sensores ópticos, etc.

## 2.5.4.- EL PROCESADOR.

El procesador es la parte más importante del PLC, es la inteligencia del sistema, explora las condiciones del sistema, y memoriza estas para compararlas con las lógicas programada, tomando las decisiones adecuadas para llevar a cabo correctamente la función del control, además a través de la "CPU" realiza las operaciones aritméticas y lógicas requeridas por el sistema

A continuación se da una descripción de las partes principales del procesador y la función que realizan.

A).- LA MEMORIA.- En la memoria, es donde se almacena, el programa del usuario, y los valores actuales de los dispositivos y variables involucradas en el sistema de control. La memoria está estructurada en dos secciones principales.

A.1.- LA SECCIÓN DEL PROGRAMA DEL USUARIO.- Es la parte de la memoria donde se almacenan las instrucciones en forma de escalera del programa de control, elaborado por el usuario, el orden de las instrucciones, es el orden de la asignación de las localidades de memoria, normalmente se asigna una localidad o "palabra" por cada instrucción de programa.

A.2.- LA TABLA DE DATOS.- Es la sección donde se almacenan los estados o condiciones actuales correspondientes a los dispositivos de conexión al PLC (I/O), además de los valores numéricos de los parámetros de Temporizadores y Contadores.

Los valores de los Bits de los dispositivos de conexión de entrada y salida se almacenan en la sección de imágenes de entradas e imágenes de salida respectivamente, por lo general los fabricantes diseñan las tarjetas de entrada y salida de 8 a 16 Bits ( número de terminales de conexión ), por lo cual cada palabra almacena los estados I o O lógico de los bits de uno y hasta dos módulos o tarjetas en particular en la sección que le corresponde.

A.3.- EL ARREA DE MENSAJES.- La mayoría de los contadores no la tienen es una área o sección de la memoria destinada a almacenar, instrucciones tipo texto, como puede ser la descripción de la función que realizan las instrucciones, indicación (etiqueta) del tipo de dispositivo de donde proviene su origen, también en ella se guardan comentarios de secciones especiales, así como información para generación de mensajes para simplificar la comprensión del estado actual de una máquina o proceso.

B) - LA UNIDAD CENTRAL DE PROCESO.- La CPU es la encargada en cada scan o barrido de datos, de transferir a la sección de imágenes los valores actuales de las terminales de entradas y salidas de conexión al PLC colocarlos en una sección correspondiente, comparando estos valores con la lógica programada por el usuario dependiendo si se cumple o no, está decide cuales bits de la sección de imágenes de salida activa o desactiva y así podemos transferir a las terminales de los dispositivos de la salida para también realizar la adquisición de datos de variables en la memoria, necesarias para poder efectuar cálculos u operaciones aritméticas y lógicas, necesarias en programas de lenguaje BASIC o para evaluar condiciones de las variables de activación de funciones de bloques de control utilizadas en programas de control de lazo cerrado.

C).- LA SECCIÓN DE SALIDA.- Trabaja en forma inversa a la de las entradas; es decir, descodifica las señales de la CPU, las amplifica y manda con ellas a los dispositivos de salida o actuadores como: lámparas, relés, contadores, arrancadores, electroválvulas, etc.

D).- LA UNIDAD DE ALIMENTACIÓN.- Normalmente el procesador está dotado de una fuente de alimentación de corriente directa para su funcionamiento; pero en la mayoría de los casos se requiere una fuente externa adicional que suministre el nivel de voltaje que requieren los dispositivos de entrada y de salida que intervienen en el control.

Los niveles de voltaje de corriente directa más usuales en los controladores son de 12, 24 y 48 volts; por lo cual, las fuentes auxiliares se fabrican normalmente para suministrar estos niveles de voltaje.

E) - LA UNIDAD O TERMINAL DE PROGRAMACION.-La manera de programar los controladores programables se puede llevar a cabo de dos maneras diferentes.

a).- PROGRAMACIÓN MEDIANTE EL SOFTWARE.-La edición de los programas de control en este caso se lleva a cabo mediante computadora: cada fabricante tiene diseñado o implicado un software específico, que únicamente se puede utilizar para un controlador en particular, a través de un módulo de interface que sirve de comunicación entre la computadora y el procesador del controlador, actualmente los fabricantes tienen contemplado estandarizar el diseño del software, de tal manera que puede ser usado en cualquier controlador, no importando marca o capacidad.

b).- PROGRAMACIÓN MEDIANTE TERMINAL - La programación por terminal es la otra opción de edición de los programas, fabricadas en diferentes tamaños, se utilizan también para un controlador en particular.

## 2.6.- DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN DE E/S DEL PLC

Únicamente adicionamos el modo de operación de algunos dispositivos de entrada mas utilizados de operación especial como fotoceldas.

Las fotoceldas independientemente de la naturaleza de la magnitud y el voltaje que manejen sea D.C o A.C. podemos seleccionar su operación de dos maneras diferentes.

1.- ACTIVACIÓN POR LUZ -En esta operación el ajuste de la sensibilidad de detención en fotoceldas, se lleva a cabo de tal manera que mientras el haz de luz emitido por la fotocelda no sea interrumpido ésta enviara una señal lógica " 1 " al controlador en el momento que el receptor deje de percibir el haz de luz por el paso de un objeto cuya densidad sea suficiente para bloquear el haz, originando con esto un cambio de la señal lógica a " 0 " en los manuales de fotoceldas esta opción de funcionamiento se conoce como " LIGHT ON o LIGHT OPERATE.

2).- ACTIVACION POR SOMBRA -Este modo de operación es contrario al anterior, mientras el haz de luz este bloqueado la fotocelda normalmente está enviando una señal al controlador, cuando el haz fluye libremente de emisor a receptor, la fotocelda deja de enviar una señal al controlador esta opción se describe como DARK-ON O DARK OPERATE.

En algunos modelos de fotoceldas, la lógica bajo la cual están diseñadas originan lo contrario a lo descrito, lo que se tiene que tomar en cuenta es únicamente bajo que condición deseamos que envíe la señal al controlador, puesto que una fotocelda al igual de los demás dispositivos de entrada no es más que un contacto de comunicación electrónica que se cierra o se abre

Existen muchos modelos y marcas de fotoceldas, pero la mayoría presenta los aspectos operacionales previamente explicados.

LOS RELEVADORES DE ESTADO SOLIDO (SSR).- Tienen un papel muy importante como dispositivos de acoplamiento entre señales de diferente naturaleza comúnmente reciben una señal de excitación de C.D y en respuesta manejan una carga de C.A. mediante un contacto de control.

Las características más importantes de estos dispositivos son:

- a).- Los relevadores de estado sólido son, a diferencia de los relevadores electromecánicos no tienen partes de movimiento por lo cual su durabilidad es mucho mayor, y con lo cual su operación la realiza sin hacer ruido
- b).- La velocidad de respuesta es mayor debido a su comunicación por dispositivos electrónicos de estado sólido como transistores, triac's, SCR'R, etc
- c) - Operan a un voltaje " 0 " (cero) de la onda senoidal lo cual anula las interferencias electromagnéticas que pudieran crearse; de aquí que no producen problema alguno a los componentes cercanos a el.
- d).- Basta una corriente de 5 mA a 3 Vcc para interrumpir hasta 90A a 600V de voltaje de C.D o de C.A. Están diseñados para manejar cargas de alta corriente en C.D o C.A. en respuesta a una excitación de una señal de C D aplicada en su sección de entrada comprendida en un rango de 3 a 32 Vcc.

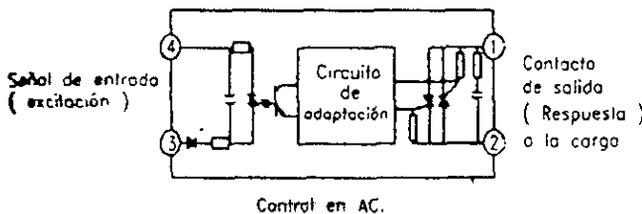


fig. 2.6 Circuito de Ssr para Control en A'C

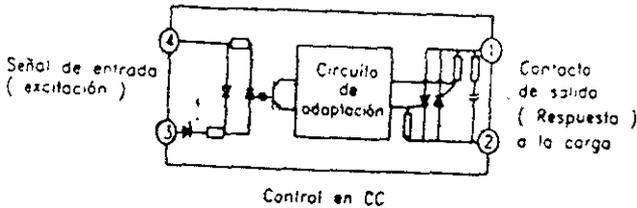
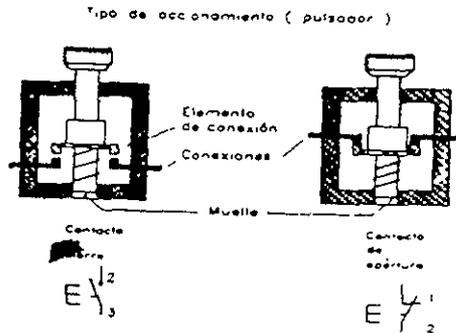


fig 2.6 I Circuito de SSR para Control en C:C.

LOS BOTONES PULSADORES.- Son otro de los dispositivos más utilizados en el control, su funcionamiento es conocido por todos, el siguiente esquema muestra en detalle su mecanismo de operación, para un botón NA. ( normalmente abierto ) y un botón NC ( normalmente cerrado ) respectivamente.



Estructura Interna de un botón Pulsador

## 2.7.- DISPOSITIVOS DE SALIDA DE CONEXIÓN AL PLC

Los dispositivos de salida, comprenden lamparas indicadores o de señalización, lamparas con flash, bobinas de arrancadores de motores, selenoides o bobinas de electrovalvulas neumáticas e hidráulicas, relevadores, contactores, sirenas de aviso, etc.

El modo de operación de la mayoría de los dispositivos de salida, es por casi todos conocido salvo algunos dispositivos de función especial como lo son las electrovalvulas de

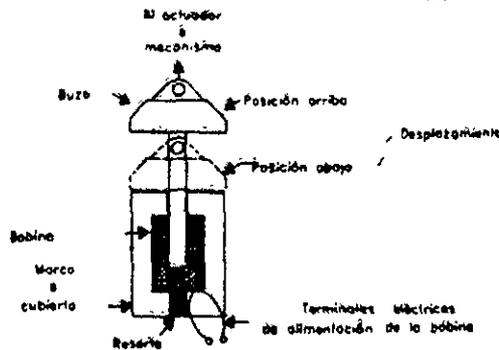
aquí la inquietud de querer dar una descripción en particular del modo operacional de estos dispositivos.

Las electrovalvulas basan su funcionamiento en la utilización de selenoides en conjunción con sistemas mecánicos para poder realizar una actividad o trabajar; se puede utilizar para abrir o cerrar puertas, activar un mecanismo etc.

El siguiente gráfico muestra la estructura interna de una selenoide básica, para un mejor entendimiento de su operación.

Las selenoides están compuestas por una bobina, en cuya cavidad interior se aloja un embolo o actuador, cuando se aplica un voltaje entre sus terminales, se origina un flujo de líneas de fuerza magnética, en la dirección del diseño de estas líneas de fuerza, es el sentido del movimiento del dispositivo que manipula o acciona el embolo de la selección.

Cuando la bobina es desenergizada el embolo de la selenoide retorna a su posición inicial por la acción del resorte.



Solenoidé ( Estructura Interna )

Las selenoides también se utilizan en las electrovalvulas para el control de fluidos y aire a presión para manipulación de dispositivos actuadores como pistones de simple efecto, etc.

## 2.8.- EQUIPO PERIFÉRICO DE ADAPTACIÓN AL PLC.

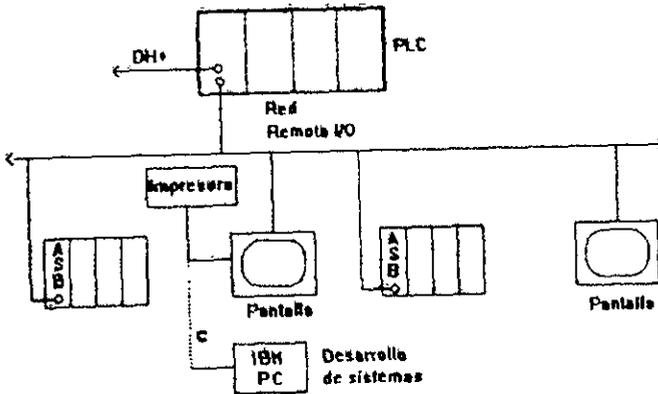
Además de los dispositivos de entrada y salida de conexión al PLC mencionados anteriormente, podemos utilizar equipo periférico auxiliar para aumentar y optimizar el mejor de la información en sistemas de control.

- Los controladores programables se pueden conectar con una impresora para poder llevar a cabo la impresión de los programas contenidos en su memoria y asegurar un respaldo escrito de esta información
- También podemos ampliar la capacidad de manejo de información por medio de una red de conexión remota de dos o mas controladores.

- Intercambiar información con una computadora en proceso donde se requiera la utilización de un software que sirva de enlace con los programas de control manejados por el PLC.
- Un ejemplo en el software Táctil (INTOUCH) que se utiliza en la industria para activación / desactivación de dispositivos de salida, por mencionar algunos de estos: motores, electroválvulas, etc.

Esto se realiza a través de una ventana en pantalla donde aparece el menú de instrucciones para realizar la función deseada, basta con crear un dedo apuntando el lugar en la pantalla donde se encuentra ubicada la instrucción de la función requerida; con este tipo de software enlazado a un PLC no se requiere un contacto directo con un dispositivo para poder ser manipulado.

Las pantallas tienen un uso muy frecuente en el manejo de información para el control de proceso o sistemas, en ello se puede mostrar pantallas conteniendo datos estadísticos de producción, gráficas de estado o condiciones de proceso. Como lo puede ser un cuadro de temperaturas de una máquina o equipo, mensajes preventivos o de indicación de fallas, también podemos presentar la fecha, hora, número de máquina, etc.



Equipo Periférico de Comunicación al PLC

## CAPITULO III

### PROGRAMACION BASICA

#### 3.0.- INSTRUCCIONES LOGICAS PROGRAMABLES POR MEDIO DE SOFTWARE

En los Capítulos anteriores se describió como esta constituido un PLC y su forma de conexión de los dispositivos de entrada y salida, en este capítulo describimos la forma de programación para dos tipos de PLC comerciales como es el ALLEN BRAILE que es por medio de un software y el otro por medio de una TERMINAL.

Se describirá la manera de como cargar un programa al procesador del PLC, conteniendo instrucciones básicas mas importantes, como poder analizar el programa, direccionamiento, arreglo de peldaños serie, paralelo, etc.

Las instrucciones lógicas basicas de los programas en diagramas de escalera utilizados por el PLC tienen el formato de la simbología de los contactos de los relevador, utilizada en los diagramas eléctricos de control convencional cableado.

Aunque su funcionamiento en algunos casos es similar, existen diferencias que obligan a analizar estas instrucciones lógicas sencillas. Un programa en escalera es un conjunto de peldaños conteniendo una o mas instrucciones de entrada por algunos conocidas como permisivos o condiciones y normalmente una instrucción de salida, también llamada Bobina ( Coil ) o por ejecución

El peldaño mas sencillo queda definido por una instrucción lógica de entrada proveniente de un dispositivo como ( Interruptores, Botón, Pulsadores, etc.)

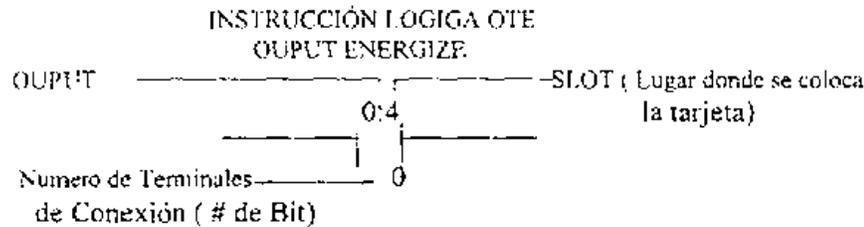
Continuación se dan instrucciones lógicas como programar por medio de un software por medio de computadora y una unidad modular que tiene integrada el PLC.

En primer lugar analizaremos instrucciones lógicas por medio de Computadora.

**EXAMINE IF CLOSED ( XIC).**- Esta instrucción indica al procesador que verifique el estado del Bit en la localidad de dirección que tenga la instrucción, si encuentra que este esta On entonces el procesador pone esta lógica en el peldaño o peldaños donde se encuentre como verdadero o 1 lógico. Si encuentra que el Bit esta OFF entonces la lógica de esta instrucción en el programa será falsa o 0 logico

**EXAMINE IF OPEN (XIO).**- Esta instrucción indica al procesador que explore la condición del Bit de la dirección de tal instrucción, si encuentra que esta OFF, entonces la lógica

de esta instrucción en las secuencias o peldaños de escalera donde se encuentra será verdadera (ON), si encuentra lo contrario entonces presentara lógica discontinua (OFF) en tales secuencias



### Instrucción de Salida OTE.

#### OUTPUT ENERGIZE (OTE)

Esta instrucción de salida, indica al procesador que explore si existe una trayectoria lógica continua en el peldaño que contiene "OTE" si esto ocurre, que refleje el estado ON a su Bit contenido en la celda de dirección, dada por la instrucción, con esto el dispositivo conectado a la terminal de salida indica por la dirección de la instrucción se activara, si ocurre lo contrario se desactivara.

#### DIRECCIONAMIENTO (ADRESSES).

Direccionamiento es la asignación de las localidades de memoria en la sección de la tabla de datos en donde se guardan los valores actuales de los Bits correspondientes a las instrucciones de entradas y salidas; también es la asignación de las localidades, donde se almacenara los estados actuales de los Bits de control Status Bits y sus valores de registro ( valores acumulados y prefijado ) para las instrucciones de salida internas de temporizadores y contadores.

Normalmente en la Dirección se indica donde se origina la instrucción " I " (Input) para entradas y " O " ( Output) para salidas, el numero de ranuras ( Slot) donde se alija la tarjeta y el numero de terminales de conexión o Bit donde se conecta el dispositivo.

La asignación comúnmente se da mediante un código numérico o bien alfanumérico y es proporcionada por los manuales de fabricante, y por lo general es diferente para cada controlador en particular.

#### DIRECCIONAMIENTO EXTERNO

Es la asignación de localidades que otorga el fabricante del controlador especialmente para dispositivos de entrada y salida que conectan a las terminales del controlador directamente o por tarjeta, a cada terminal le corresponde una localidad dada por su dirección y

solo una, en donde se guardara el valor de su Bit respectivo, el valor del Bit para un dispositivo de entrada dependerá del estado o nivel lógico de voltaje que este presente, es decir si existe presencia de voltaje en una terminal de entrada este estado " ON " se reflejara en su Bit almacenado en la localidad correspondiente y viceversa, si no existe voltaje en la terminal fisica de conexión, el Bit ahora tendrá el estado lógico " OFF " , la activación o inactivación de las salidas dependerá de la lógica que presenten los peldaños que contengan las instrucciones de salida con la dirección de salida, con la dirección correspondiente a las terminales fisicas de conexión del PLC.

#### DIRECCIONAMIENTO INTERNO.

Esta dirección específica se usan siempre en instrucciones de salida en los diagramas de escalera; hacen la función de un relevador que utilizan para optimizar y simplificar las secuencias de control. Estas instrucciones de salida por si solas no realizan ninguna función, sino que requieren la utilización de instrucciones de entrada "Dependientes" con la misma dirección que las instrucciones de " Salida Internas" que las origina; las instrucciones de entrada Dependientes realizan la función de los contactos de un relevador, es decir, cuando la instrucción de salida interna este "ON", una instrucción lógica "XIC" presenta lógica continua (Verdadera) de manera análoga de platino "NA" de un relevador activado, y una instrucción "XIO" presenta lógica discontinua (falsa) al igual que un platino de naturaleza "NC" de un relevador activado y viceversa.

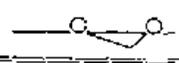
Las instrucciones de salida con Direcccionamiento Interno no poseen una terminal de conexión fisica por cable al controlador, a diferencia de una instrucción de salida con Direcccionamiento Externo, no podemos activar o desactivar directamente un dispositivo de salida, solo mediante sus instrucciones lógicas de entrada, cuyo nivel lógico que presentan dependen del estado lógico que la instrucción "OTE" tenga, la ventaja de las instrucciones sobre un relevador es que este tiene un numero limitado de contactos o platinos, mientras que un programa con instrucciones "Dependientes" de entrada que hagan, la función de los platinos de un relevador podemos utilizar tantas como sean necesarias para simplificar cualquier programa de control por PLC. Para diagnosticar el estado lógico lo podemos verificar existiendo en la estructura del programa que las contenga y no al nivel terminal de conexión de las instrucciones con direcccionamiento externo.

### 3.1.- CONSIDERACIONES DE LOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA EN LA PROGRAMACION

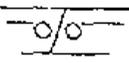
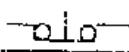
Cuando se desea implementar un programa de control, lo primero que hay que considerar son las características de los componentes con lo que cuenta sobre todo los dispositivos de entrada, ya que dependiendo de la naturaleza " NA" o "NC" de su contacto podríamos seleccionar la lógica "XIC" o "XIO" apropiada de las instrucciones, ya que enlazara a estos dispositivos con el programa de control para poder manipular la activación o desactivación

de las instrucciones lógicas de salida "OTE" y mediante estas controlar el estado de los dispositivos de salida direccionados con esta instrucción.

Tablas del comportamiento de las instrucciones del PLC dependiendo de los dispositivos externos que lo originan.

	Dispositivo externo	Estado de la terminal de entrada	Lógica Examine IF Closed	Lógica Examine IF
Sin accionar		OFF	Falsa	Verdadera
Accionado		ON	Verdadera	Falsa

Comportamiento de las instrucciones lógicas Originadas por Dispositivos de contacto NA.

	Dispositivo externo	Entrada de la terminal de entrada	Lógica Examine IF Closed	Lógica Examine IF Open
Sin accionar		ON	Verdadera	Falsa
Accionado		OFF	Falsa	Verdadera

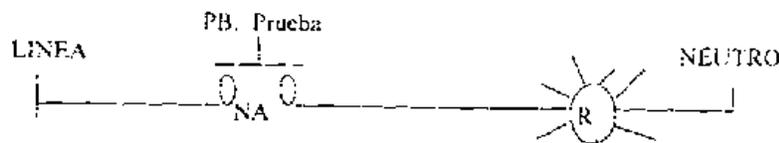
Descripción de las instrucciones Lógicas de Entrada de Dispositivos Externos de nexión NC

### 3.2.- SISTEMAS EQUIVALENTES

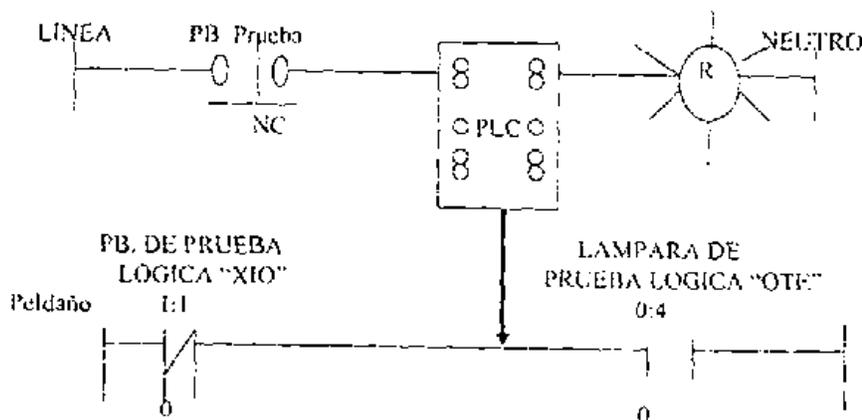
A) - UTILIZANDO DIRECCIONAMIENTO EXTERNO - Supongamos que se tiene un control para la activación piloto mediante un botón pulsador "NA" al oprimir el botón se activa la lámpara conectada a él, se desea implementar un control analógico o equivalente por PLC, se cuenta únicamente con un botón pulsador "NC" y la lámpara obviamente, por lo cual tenemos que elegir la lógica "XIO" para que al oprimir el botón se active esta, de otra manera si utilizamos la lógica "XIC" la lámpara estará normalmente prendida y al oprimir el botón se apagará.

De las instrucciones anteriores notamos que el control del pulsador "NC" conectado al PLC puede realizar la misma función que el botón pulsador de contacto "NA" conectado directamente a la lámpara de prueba con la elección de la lógica de programación adecuada en el peldaño de programación.

1).- SISTEMA DE CONTROL, CABLEADO.

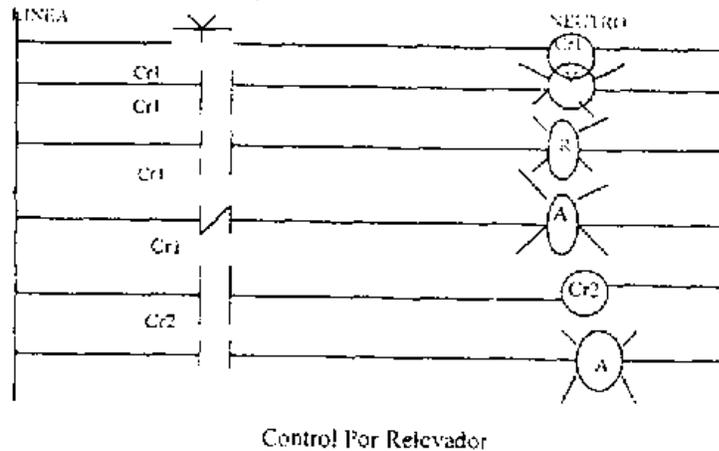


2).- SISTEMA DE CONTROL, POR PLC



Sistemas Equivalentes ( Direccinamiento Externo)

B).- UTILIZAMOS DIRECCIONAMIENTO INTERNO.- Las figuras siguientes muestran dos sistemas de control equivalentes, el control cableado o lógico por relevador y el control por PLC utilizando instrucciones de Direccionamiento Interno para sustituir el trabajo de los platinos de los relevadores



En el control por relevador, se tiene un selector de dos posiciones (ON/OFF), al ponerlo en la posición "ON" cierra su contacto permitiendo que se mantenga activado el relevador "CR1" el cual a la vez cierra y abre sus platinos "NA" y "NC" respectivamente designados como "CR1", las lamparas conectadas a los platinos "NA" se prenderian y las lamparas conectadas a los platinos "NC" se apagarian ( pues inicialmente estaban prendidas al estar el selector en "OFF").

También al ponerse en "ON" el selector (Select Switch) activarian al segundo relevador "CR2" accionando su contacto "CR2" normalmente abierto "NA" y prender la lampara "A" conectada a el.

En el control por PLC equivalente al sistema anterior, se conecta al selector a la terminal de dirección "I 3/0", se simplifica el cableado y se suprimen los relevadores "CR1 y CR2". Ahora la función de los relevadores la realizan las instrucciones de salida internas "B 3/1" y "B 3/2" respectivamente (por su direccionamiento), las instrucciones lógicas de entrada "dependientes" de las salidas o bobinas internas sustituyen a los platinos de los relevadores en sus funciones en el control de las lamparas y al igual que los platinos de los relevadores que tienen la misma etiqueta de su relevador que los manipula, estas últimas instrucciones en el caso de programa se les da la misma dirección de las instrucciones de salida interna que las originan.

En resumen podemos decir, que al sustituir los relevadores de control convencional por instrucciones de salida de direccionamiento interno con el cual se reduce el número de componentes y se simplifica el cableado.

La lógica de las instrucciones de entrada "Dependientes" en estos casos es igual a la lógica descriptiva funcional (mismo símbolo) de los platinos de los relevadores.

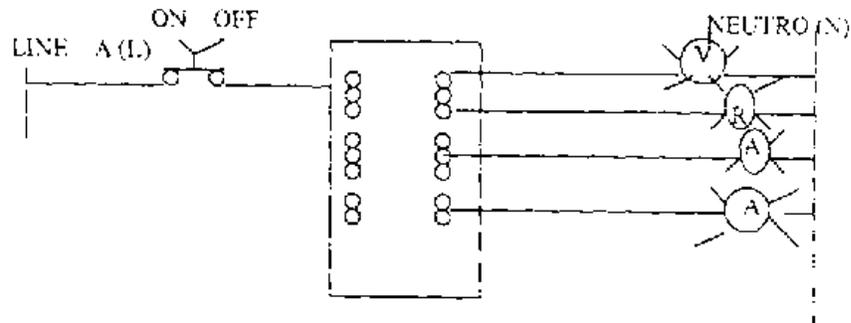
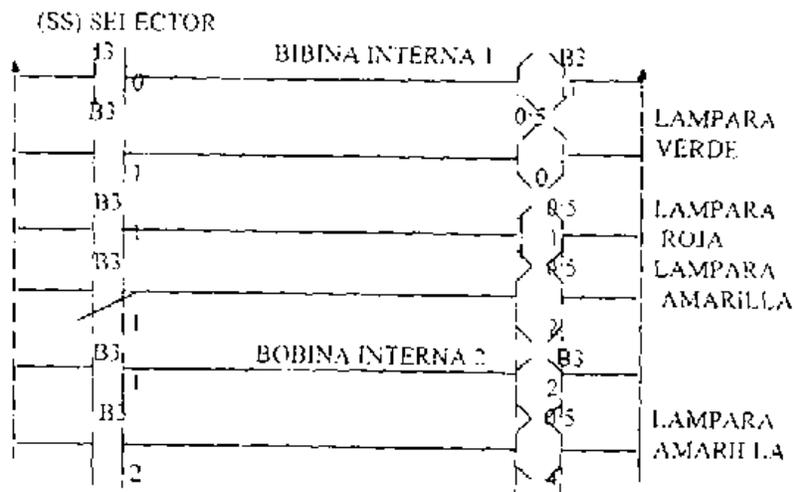


Diagrama de conexión de los Dispositivos al PLC

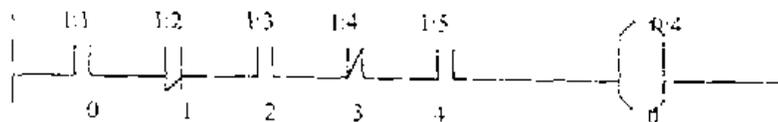


Sistema Equivalente (Direccionamiento Interno)

### 3.3.- ARREGLOS PRINCIPALES DE PELDAÑO

En los diagramas de escalera por lo general se distinguen dos estructuras o arreglos de peldaños que son la base para conformar estructura de arreglos mas complejas, ya que estas derivan de la combinación de estos arreglos lógicos de peldaños y son:

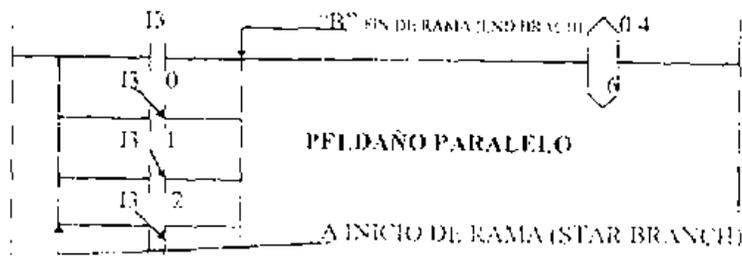
A) - PELDAÑO SERIE.- En esta forma de colocar las instrucciones dentro del peldaño se le conoce como función "AND", puesto para que exista una salida "ON" se requiere que todas las instrucciones lógicas de entrada presenten lógica "verdadera" independientemente del tipo de instrucción de que se traten.



Peldaño Serie ( Función AND)

El numero de instrucciones que se puede tener en un Peldaño Serie depende del tipo de controlador y su capacidad de aceptación de estas instrucciones, en algunos se puede insertar hasta 12 instrucciones mas la instrucción de salida

B) - PELDAÑO PARALELO.- En esta disposición de las instrucciones lógicas de entrada, se caracteriza por permitir llevar a cabo mas de una trayectoria lógica continua que active a la instrucción de salida. Este arreglo de instrucciones se conoce como función "OR", para activar a la salida se requiere que una instrucción de entrada presente logica "verdadera" a diferencia con la lógica "AND" donde se requiere que todas sean "verdaderas"



Las derivaciones o ramificaciones de estos peldaños se las llama "Ramas" o Branch

El numero de ramas permitidas en los peldaños paralelo difiere entre uno y otra marca de controlador, algunas aceptan hasta 5 ramas, existen otros controladores que se debe utilizar un controlador programar las ramas para algunos controladores, todas las ramas parten del mismo punto de inicio "A" y terminan en el mismo punto "B"

### 3.4.- ELABORACION DE PROGRAMAS.

Las siguientes pasos enumerados nos dan el procedimiento y consideraciones al efectuar un programa.

1).- CONFIGURACION.- Para elaborar un programa una vez considerado la naturaleza de los dispositivos de entrada, se debe de escribir en papel para después proceder la cargarlo o introducirlo en la memoria del procesador. En los controladores de tipo "modular" o de Tarjetas I/O se requiere llevar a cabo primeramente la tarea de "Configuración" en esta tarea se indica el o los tipos de "RACK", quedando definido cada rack por el número de tarjetas que este puede alijar. los hay de 4.6.8.16 tarjetas o mas.

Después para cada Rack se tiene que hacer una descripción por separado de los tipos de Modulo o Tarjetas que en el se alojan como pueden ser tarjetas de CD o de C.A. en sus distintos niveles de voltaje de operación a que estén diseñadas. número de Bits o terminales de conexión de cada tarjeta, así como el lugar (# de slot o Ranura) que ocupan, en algunos controladores también se indica el tipo de procesador (= de catalogo dado por el fabricante). el cual normalmente se aloja en el primer slot, los controladores de gran capacidad. utilizan mas de un procesador que puede estar en slot vecinos del mismo rack o bien en distintos rack que les permiten manejar mayor cantidad de información ( mayor número de archivos de programas) la fig. Siguiente muestra un ejemplo de Configuración.

SLOT	CATALOG #	CARD DESCRIPTION
= 0	1747-LS14	5/MS CPU - 4K USER MEMORY
= 1	1746-1216	16-Input 100/120 VAC
= 2	1746-1516	16-Input 100/120 VAC
= 3	1746-128	8-Input 100/120 VAC
= 4	1746-0014	16-Output (TRIAC) 100/240 VAC
= 5	1746-0016	16-Output (TRIAC) 100/240 VAC
= 6	1746-008	8-Output (TRIAC) 100/240 VAC
= 7		
= 8		

En los controladores "compactos" no se requiere realizar la tarea de Configuración puesto que estos no utilizan tarjetas, ya que sus circuitos de entrada y salida están dentro de la misma unidad donde esta contenido el procesador.

2 - EDICION DE LOS PROGRAMAS.- Por lo general para elaborar un programa en los controladores se necesita seleccionar la opción de operación del PLC en modo de progra-

mación, en algunos es por llave ( Key Switch), en otro por teclado utilizando la terminal o bien por teclas de función mediante la computadora etc. En esta operación (programación) podemos editar las instrucciones lógicas para cada peldaño hasta conformar la totalidad del diagrama de escalera, también en esta modalidad podemos modificar o anexar peldaños e instrucciones de todo tipo a un programa ya que este operando una maquina o equipo

Cuando se utiliza la opción del software para la elaboración de un programa tenemos la ventaja de poder llevar a cabo la edición de los programas sin estar conectado al procesador, esta función es conocida como OFF LINE PROGRAMMING, las instrucciones se guardan en un archivo similarmente a los que manejan en otro paquetes dentro del disco duro de la computadora o bien en un disco flexible.

Para ejecutar un programa elaborado en la computadora se tiene primero que introducir o cargar (Load) este programa al procesador, conectando la computadora al puerto del procesador a través de un Modulo de interfaz, una vez conectados se elige la opción on line programming y luego elegir la función de transferencia oprimiendo la tecla de la función denominada a veces como transfer to rack, load to processor, down loading, etc.

Nota: Es importante asegurarse que este transfiriendo al programa adecuado y en la maquina que le corresponde.

Cuando se utilice la terminal de programación es mas fácil, es necesario estar conectado a el puerto de comunicación del procesador necesariamente, por lo cual las instrucciones de los dispositivos peldaños se transfieren directamente a la memoria del procesador.

3).- EJECUCIÓN DE LOS PROGRAMAS.- Ya que se termino de cargar un programa para que manipule los dispositivos del control para el cual fue diseñando, es necesario pasarlo o seleccionar el modo de corrida, (RUN) por llave o bien por teclado, aunque el procesador ya tenga almacenado el programa sin esta opción no activaría / desactivaría los dispositivos de salida. Algunos controladores tienen los dos modos operativos RUN/PROGRAM con la misma selección

3.1 - MODO DE TEST - En este modo de operación se puede probar un programa y verificar que opere correctamente, pero sin activar los dispositivos de salida.

Con los pasos anteriores queda cubierta la parte modular en la elaboración, con lo cual, solo falta cubrir el perfil de utilidades adicionales para el manejo de la información de los PLC y utilerías de ayuda en la solución de programas.

4) - EXPLORACION DE PROGRAMAS - Cuando existe la necesidad de explorar el estado de las instrucciones lógicas debido a los dispositivos conectados al PLC, en el momento que se presente un problema en el control; se lleva a cabo de manera diferente si se utiliza la terminal o la computadora, via terminal de programación comúnmente basta con conectarse al procesador para poder explorar el contenido de este, hay excepciones y al igual que en la computadora se tiene que elegir la opción on line programming por teclado, y así poder observar en la pantalla de la computadora o de la terminal la lógica que las instrucciones tienen en este momento y poder dar el diagnostico de las causas del problema(s), también estando en on line se puede realizar las tareas de modificación directa del programa de maquina es decir agregar peldaños, modificaciones, incrementar o quitar instrucciones, etc. Además en " ON LINE " se puede forzar instrucciones de entrada y salida, para llevar los dispositivos a un estado deseado y poder solventar momentáneamente un problema.

5).- **FORZAMIENTOS.**- Los controladores tienen la opción del forzamiento, por medio de este podemos activar (ON) o desactivar (OFF) las instrucciones de los dispositivos de entrada y salida, con lo cual se inhibe la lógica o estado real de las instrucciones del programa, es decir una lámpara o un motor que debería estar apagado porque las instrucciones lógicas del peldaño de control presenta lógica "falsa" al forzar el estado "ON" lo activamos desde la terminal o la computadora según lo que estemos utilizando o en caso contrario mediante el forzamiento podemos fijar a un estado "OFF" (Inactivo) a un dispositivo de salida y aunque la lógica de su peldaño de control presente lógica "Verdadera" con el forzamiento se impide su activación. Esto comúnmente se hace mediante software.

6.- **RESPALDO DE INFORMACIÓN.**- La información de los programas del PLC es guardada en la memoria del procesador, comúnmente en memoria Ram, el inconveniente conocido es que mientras este energizado el controlador mantiene memorizada la información, pero si se corta la energía se pierde, para salvar esta situación de los PLC están dotados de una Batería de respaldo (back up-battery) que suministra el voltaje que necesita la RAM para mantener la información cuando pierda la energía, aunque esta quedara asegurada únicamente por el tiempo de vida en servicio de la batería.

Algunos fabricantes dotan a sus controladores con un módulo de memoria EEPROM para almacenar permanentemente la información, a un en caso de pérdida de energía, otros tienen el uso de estos módulos como opción y depende del usuario si utiliza estos o no, para grabar y guardar sus programas contenidos en RAM en un EEPROM, por lo general la situación descrita se contempla solo en los controladores pequeños.

Cuando se hace una modificación en "ON LINE" a un programa es recomendable actualizar con la función anterior el programa original y tenerlo en el disco cuando se requiera.

7).- **TEMPORIZADORES.**- Un temporizador una instrucción que tiene la función de registrar el número de intervalos de tiempo transcurrido, desde el momento en que se presenta la lógica de activación del registro de tiempo en el peldaño de activación del temporizador, hasta el momento que esta lógica de activación del registro de tiempo desaparece. Cuando el intervalo de tiempo transcurrido permite alcanzar al registro "valor acumulado" el valor de tiempo prefijado seleccionado, en ese instante se da la comunicación ON a OFF o OFF a ON de los Bits de estado para efectuar su función de control sobre los dispositivos físicos de salida, a través de sus instrucciones lógicas de entrada.

#### 8.1.- TIPOS Y SUS FUNCIONES

Los temporizadores comúnmente utilizados en la mayoría de los controladores lógicos se dividen en dos grupos.

##### A).- **TEMPORIZADORES NORMALES ( NO RETENTIVOS).**

Estos temporizadores independientemente del tipo o principio de activación, siempre que la señal lógica de activación del temporizador esta presente, el valor acumulado registra los intervalos de tiempo transcurridos, en el momento que la señal logica de activación desaparece el valor acumulado retoma su valor programado de inicio.

En este grupo de Temporizadores la programación de las instrucciones de Reset no es necesario sino opcional, si es por alguna razón se desea dar un Reset bajo cierta situación la podemos utilizar.

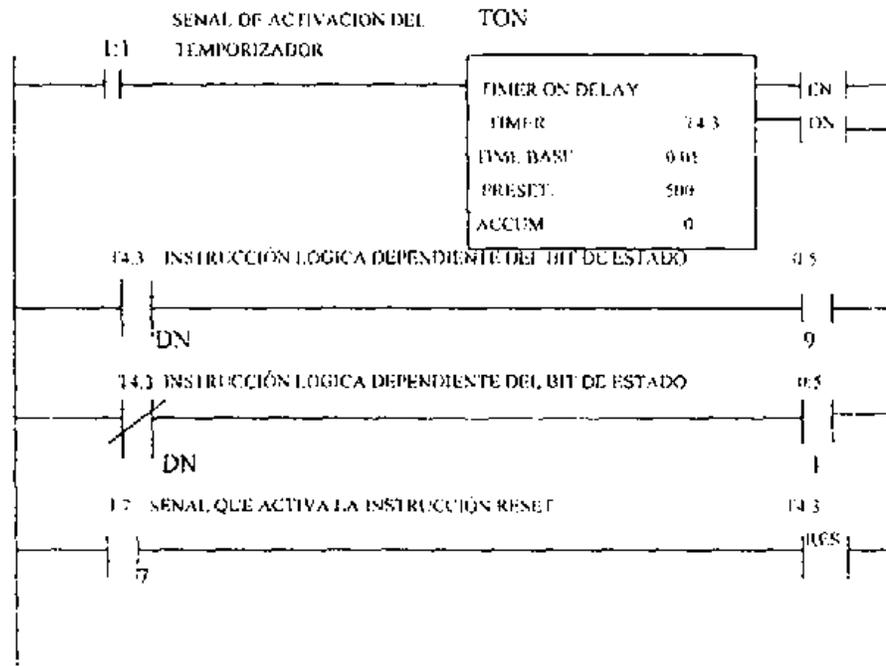
### B) - TEMPORIZADORES DE DEMORA ACTIVA ( TIMER ON DELAY).

Esta instrucción "TON" se activa con la lógica positiva, ya que cuando la lógica del peldaño de activación del temporizador es verdadera (ON), el valor acumulado inicia el registro del tiempo hasta que la señal del peldaño desaparece (OFF).

Cuando la señal de activación del temporizador es considerable y permite al valor acumulado igualar al valor prefijado, con lo cual en respuesta a esto los Bits de estado de control conmutan en su lógica para activar o desactivar a los dispositivos de salida que esten manipulando; el tiempo de duración activo o inactivo de los dispositivos de salida una vez que el valor acumulado alcanza el valor prefijado dependerá del tiempo adicional que se mantenga en "ON" la señal del peldaño de activación del temporizador.

En el momento en que la señal lógica del peldaño que activa esta instrucción se hace cero lógico (OFF), originando que los dispositivos mediante los Bits de condición del temporizador retomen su condición inicial.

A continuación se muestra un programa básico de la instrucción "TON".



En el diagrama escalera anterior podemos observar las instrucciones lógicas de entrada de los Bits de control, además de tener la dirección del temporizador, tiene la etiqueta "DN" que presenta al Bit de terminación "THE DONE BIT" este posee la característica funcional del temporizador el cual lleva su dirección, en este caso del "Timer on Delay" y es el que utiliza siempre en la programación en el control de los dispositivos de salida.

La etiqueta que lleva la instrucción del temporizador "EN" representa al Bit de habilitación "THE ENABLE BIT" este Bit de control sigue a la lógica del peldaño de activación del temporizador, es decir cuando la lógica del peldaño que contiene al temporizador sea verdadera este Bit será "ON" y viceversa.

Este Bit de control "EN" retoma su estado inicial cuando se presenta la activación de la señal de Reset, sin importar la lógica que tenga el peldaño de activación del temporizador.

8).- CONTADORES.- Los contadores "Counters" son instrucciones de salida de direccionamiento interno se utilizan en la programación para llevar a cabo el conteo de eventos, como pueden ser objetos o intervalos de tiempo, el registro de estos eventos se presentan cada vez que existe una transición de falso o verdadero en la lógica del peldaño de activación del contador.

Las instrucciones de contadores son Retentivas y se requieren necesariamente un peldaño de control conteniendo la instrucción "Reset" con la dirección del Contador de que se trate

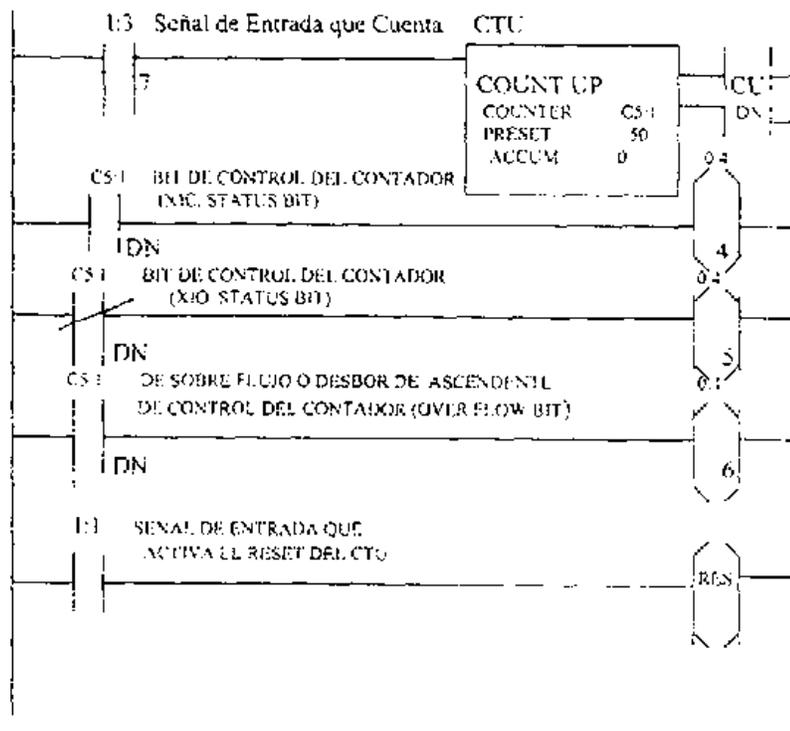
Los Controladores normalmente manejan dos tipos de contadores, el contador ascendente y el descendente.

#### a).- CONTADOR ASCENDENTE.

El contador ascendente denominado como "CTU" incrementa su valor acumulado cada vez que ocurre una transición de falso o verdadero en la lógica de activación del contador cuando el valor acumulado iguala o supera al valor prefijado, reflejándose esto en sus instrucciones de control las cuales conmutaran en su estado lógico activando o desactivando las instrucciones de salida dependientes de estos.

Para que los Bits de control "DN" retomen su estado inicial se requiere la activación de la instrucción de Reset, cuando esto ocurre el valor acumulado también retoma su valor inicial de conteo.

En la figura siguiente de un programa básico de control ascendente observamos que la manera de enlazar las instrucciones lógicas de control de un contador es similar a los temporizadores, las instrucciones lógicas de entrada dependientes del estado de los Bits del contador que normalmente se utilizan en la programación para permitir el control de las instrucciones de salida están designadas con la dirección del contador "C5:1" en este.



### PROGRAMA BASE DE UN CONTADOR ASCENDENTE

Mientras el valor acumulado sea menor que el valor prefijado, el Bit "DN" del contador Ascendente es "0" lógico, por lo cual sus instrucciones lógicas XIC  $\text{---|---}$  y la XIO  $\text{---|/---}$  en el programa serán falsa y verdadera respectivamente. Cuando el valor acumulado iguala o supera al valor prefijado lleva el estado del Bit "DN" a verdadera, por lo cual la lógica "XIC" será verdadera y la lógica "XIO" será falsa manteniéndose en este último estado mientras no se presente la instrucción de Reset.

El Bit de sobreflujo "OV" de la instrucción de contador ascendente normalmente se encuentra en un estado inactivo, al alcanzar el valor acumulado, el máximo valor permitido en el siguiente evento pasara a tomar su valor mínimo normalmente cero, con lo cual, este Bit conmuta de estado OFF a ON manteniéndose en el hasta que se presenta la instrucción de reset, al estar este Bit activo considera a la lógica "XIC" a verdadera y la lógica "XIO" a falsa en los peldaños de programación donde se encuentren la etiqueta "OV" que asocia a las instrucciones que la contiene con el Bit de sobreflujo del contador ascendente cuya dirección contengan.

## b).- CONTADOR DESCENDENTE.

Utiliza las siglas "CTD" proveniente de las siglas Down Counter, esta instrucción de salida interna, le dice al procesador que disminuya el valor acumulado en "1", cada vez que el peldaño del contador cambia de falso a verdadero. Cuando al ir decrementando el valor acumulado es menor que el valor prefijado originando con esto que el Bit (DN) de control dependiente del contador conmute de estado, para poder efectuar su acción de control sobre las instrucciones de salida ya sea interna o externa.

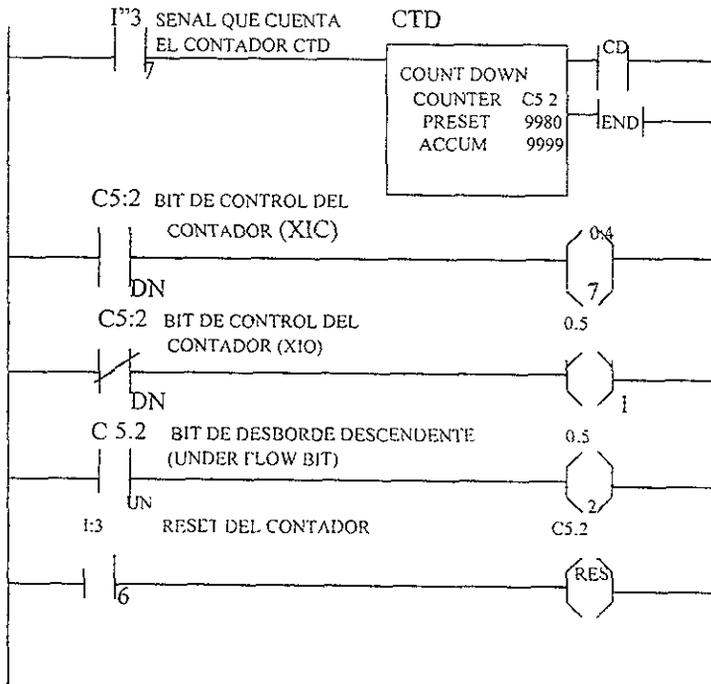
Los Bits de control (Status Bits) del contador al igual que el valor requieren la activación de la instrucción de Reset propia del contador para retomar su estado y valor original respectivamente.

Al programar un contador descendente el valor dado al "Preset" es menor que el valor seleccionado en el parámetro, que es la diferencia principal existente, con el contador ascendente. en el que el valor acumulado siempre se le da un valor numérico igual a cero (000), por lo cual el valor prefijado siempre es mayor en la instrucción "CTU" de contador ascendente.

En el Contador Descendente el valor acumulado, al registrar los flancos positivos de la señal de activación del contador ira decrementando o disminuyendo su valor, en el momento que este valor es menor que el valor prefijado. los Bits del contador conmutan de estado, cuando se presenta tal situación. permaneciendo indefinidamente en este estado hasta que se presenta la señal de activación del Reset.

En la programación de Secuencias Escaleras de control del por PLC de las instrucciones de contadores previamente analizadas, la que mas utilidad tienen en los programas de aplicación es la instrucción "CTU" de contador ascendente por la forma usual de control o llevar su registro de eventos, estamos mas acostumbrados a sumar que a restar. Aunque el contador descendente puede realizar la misma función del ascendente.

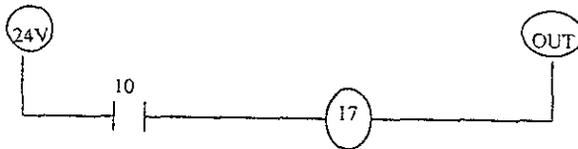
En el Contador Descendente también tiene un Bit de desborde descendente (UN), que se manifiesta al ir decrementando el valor acumulado, cuando la instrucción de Reset no se presenta y permite al valor acumulado alcanzar su valor mínimo de cero en el siguiente pulso o transición de falso a verdadero de la señal de activación del Contador Descendente. el valor acumulado, desborda ahora adquiriendo su máximo valor permitido, continuando el registro decrementando a partir de este nuevo valor, el Bit de subflujo conmuta de estado a sus instrucciones lógicas con esta situación, al presentarse la señal lógica que activa la instrucción de Reset, el valor acumulado adquiere su valor programado en este caso mayor que el valor prefijado, los Bits del contador retoman su estado inicial al Reset.



Programa Base de un Contador Descendente

### 3.5.- PROGRAMACION CON TERMINAL POR MEDIO DE CONTACTOS

#### CON CONTACTO ABIERTO



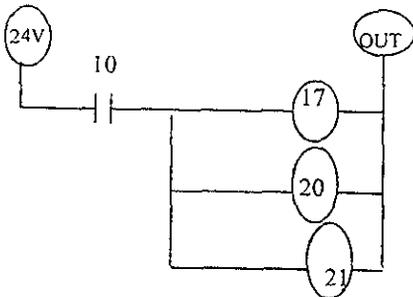
En este caso para que se energice "17" es necesario que "10" sea operado.

#### CON CONTACTO CERRADO



En este caso "17" siempre esta energizada y en el momento que se opera 10 se energize "17".

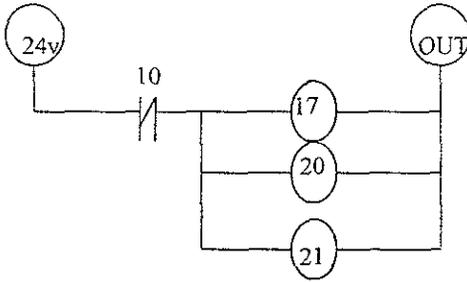
#### CON CONTACTO ABIERTO



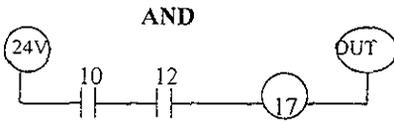
En este caso se ve como un contacto abierto va a gobernar a la ves tres bobinas; como se sabe va a energizar a las bobinas hasta que sea operado el contacto "10".

#### CON CONTACTO CERRADO

Ahora se trata del mismo numero de las bobinas controladas por un contacto cerrado por lo tanto siempre estarán energizadas las bobinas hasta que sea operado el contacto "10".



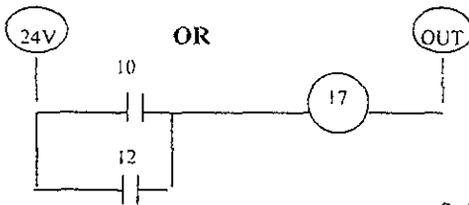
### OPERACIONES LÓGICAS DE CONTACTO.



10	12	17
0	1	0
1	0	0
1	1	1
0	0	0

0: Inactivo      1: Activado

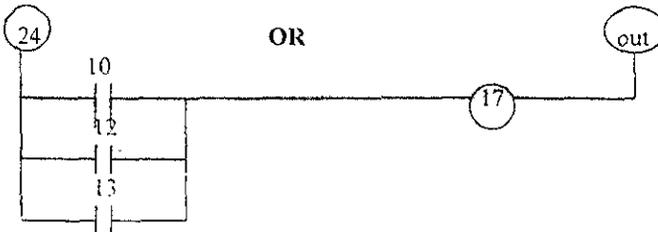
En este caso de AND para que pueda "17" ser energizado es necesario que sean operados "10 y 12" de no estar operados los dos a la vez nunca se energizara "17".



10	12	17
0	1	1
1	0	1
1	1	1
0	0	0

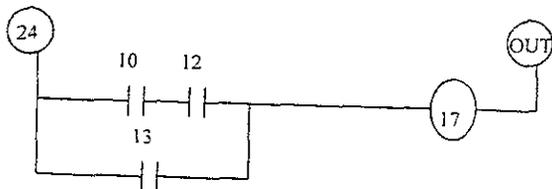
0: Inactivo      1: Activado

En el caso del OR, para que pueda "17" ser energizada con solo operara uno de los contactos "10" o "12" con operara cualquiera de los dos contactos se energizara "17"



En este caso, analizamos mas a fondo la operación lógica "OR" para que la bobina "17" puede ser energizada basta que cualquier contacto del 10 al 13 sea operado

## COMBINACION DE OPERACIONES LÓGICAS DE CONTACTO



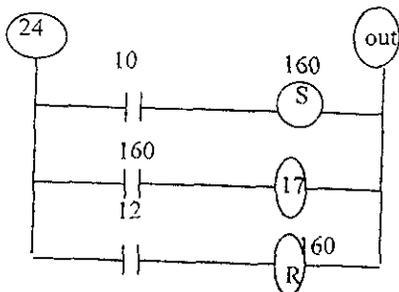
PROGRAMA:  
 STR SHF 10 ENT  
 AND SHF 12 ENT  
 OR SHF 13 ENT  
 OUT SHF 17 ENT

En este caso para que pueda "17" ser energizado, se puede realizar de dos maneras, ya sea operando 10 y 12 al mismo tiempo u operando solamente a 13. en este caso podemos ver una aplicación de la combinación de contactos.

## ENCLAVAMIENTO DE UNA BOBINA.

Para poder enclavar una bobina, en este caso la bobina 160, basta con pulsar una vez el contacto 10 y la bobina 160 se quedara energizada o seteada y al mismo tiempo mantiene energizada la bobina 17. hasta que pulse el contacto 12 se desenergizara o seteara la bobina 160 y por lo tanto se desenergizara la bobina 17.

Como se puede apreciar para mantener energizada o enclavada una bobina es con SET y para desenergizar o desenclavar una bobina se aplica RESET.



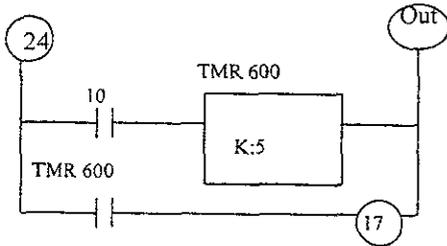
Programa:

```
STR SHF 10 ENT
SET SHF 160 ENT
STR SHF 160 ENT
OUT SHF 17 ENT
STR SHF 12 ENT
RST SHF 160 ENT
```

## FUNCIONAMIENTO DE UN TIMER O TEMPORIZADOR

El timer o temporizador es un número de segundos que empiezan a incrementarse hasta que llega al número límite del temporizador o timer cuando llega a ese número manda energizar un contacto con la referencia del timer que en este caso sirve para energizar la bobina 17.

En este ejemplo siguiente debe de estar operado siempre 10 para que el timer 600 llegue a su cuenta de 5. en caso contrario el timer perderá su cuenta y no se energizara la bobina 17

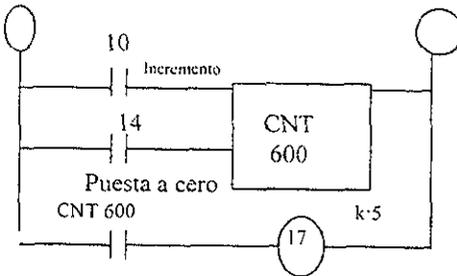


Programa:

```
STR SHF 10 ENT
TMR SHF 600 ENT
SHF 600 ENT
STR TMR SHF 600 ENT
OUT SHF 17 ENT.
```

### FUNCIONAMIENTO DE UN CONTADOR O COUNTER

El contador nos sirve para llevar la cuenta o numero de veces que es operado un elemento. la forma en la que funciona, es que cada vez que sea operado 10 va a aumentar el contador un numero hasta llegar a la cuenta de 5: cuando llegue a 5, pasan dos cosas al mismo tiempo. energiza la bobina "17" y también regresa la cuenta a "0" (cero) ya que el mismo contador es el que regresa su propia cuenta. De caso contrario el contador seguirá contando y pasaría la cuenta hasta 9999 y empezaría otra vez y no es lo que se desea.



Programa:

```
STR SHF 10 ENT
STR SHF 14 ENT
CNT SHF 600 ENT
SHF 5 ENT
STR CNT SHF 600 ENT
OUT SHF 17 ENT
```

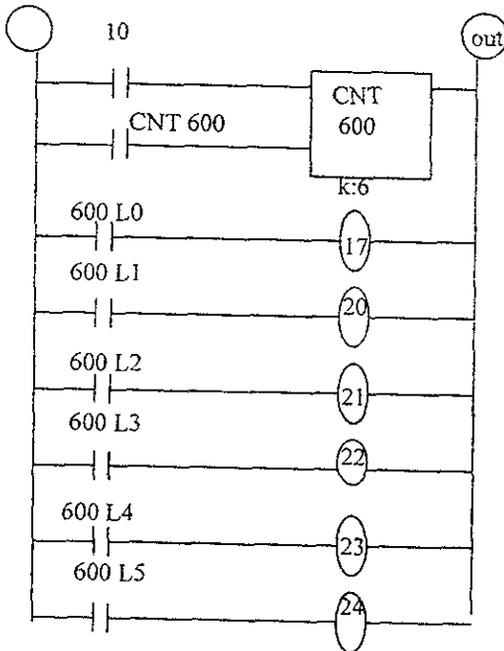
### FUNCIONAMIENTO DE UN SECUENCIADOR

Un secuenciador es el que lleva el control de lo que sucede paso a paso y en cada paso se manda energizar un elemento, en caso que no se realice un paso por algún motivo, se para la secuencia.

En el siguiente ejemplo: el que incrementa el secuenciador es 10 y el que lo pone en "0" al secuenciador es el CNT600. Cuando se inicia el 600 L0 manda energizar 17, al operar el 10 avanza el secuenciador y se pone 600 1 1 en donde se energizara 20, al operar 10 otra vez se

pone 600L2 se energiza 21, al operar 10 otra vez se pone 600 L3 y se energiza 22, al operar otra vez 10 se pone 600L4 y se energiza 23, al operar otra vez 10 se pone 600 L5 energiza 24, y como este es el ultimo paso se vuelve la cuenta del secuenciador nuevamente a "0" y se repite la secuencia tantas veces sea necesario.

Como se puede ver, el secuenciador es en si un contador, con la diferencia de que cada paso se tiene el numero(del secuenciador) y además tiene un numero adelante que indica el numero de paso de la secuencia.



Programa:

```

STR SHF 10 ENT
STR CNT SHF 600 ENT
CNT SHF 600 ENT
  SHF 6 ENT
STR SHF 600 ENT
  SHF 0 ENT
OUT SHF 17 ENT
STR SHF 600 ENT
  SHF 1 ENT
OUT SHF 20 ENT
STR SHF 600 ENT
  SHF 2 ENT
OUT SHF 21 ENT
STR SHF 600 ENT
  SHF 3 ENT
OUT SHF 22 ENT
STR SHF 600 ENT
  SHF 4 ENT
OUT SHF 23 ENT
STR SHF 600 ENT
  SHF 5 ENT
OUT SHF 24 ENT
  
```

## CAPITULO IV

### APLICACIONES DEL PLC

#### 4.0.- PROGRAMACION BASICA DE PLC.

Como se ha visto en el capítulo anterior, como se puede observar las diferentes instrucciones que puede manejar un PLC, tanto instrucciones en serie, paralelo, Timers, Contadores, etc.

En este capítulo se verán ejemplos prácticos de programación en diagrama en escalera ya que es el que se ocupa en la mayoría de los PLC dependiendo del fabricante ya que este nos proporcionará el catálogo donde nos indicará como programar las diferentes instrucciones de un contacto abierto, cerrado, timer, bobinas, etc y la numeración con la que se debe introducir al PLC.

#### Ejemplo No. 1 ( Energizar una Válvula de simple solenoide )

En el circuito se trata de energizar una válvula de simple solenoide, la cual va a ser energizada mientras sea operado el botón 10 en el tablero.

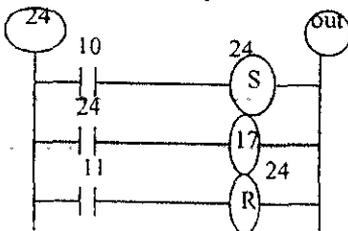


Programa:

```
STR SHF 10 ENT
OUT SHF 24 ENT
```

#### Ejemplo No. 2 ( Enclavamiento Energizando una Solenoide )

También se trata de una válvula de simple solenoide con diferencia que se va a mantener energizada al solenoide con un enclavamiento con 10 y se va a desenergizar hasta que se quite el enclavamiento al operar el botón 11.

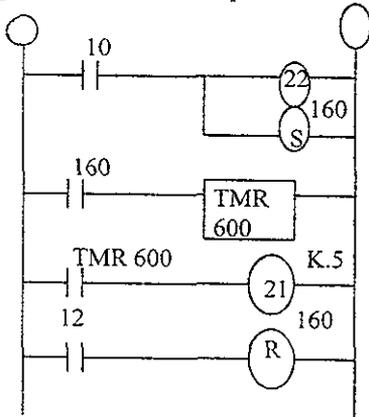


Programa:

```
STR SHF 10 ENT
SET SHF 24 ENT
STR SHF 24 ENT
OUT SHF 17 ENT
STR SHF 11 ENT
RST SHF 24 ENT
```

Ejemplo No. 3 ( Movimiento de un cilindro por medio de Timer )

En este caso se trata de una válvula de doble solenoide, en donde al operar el botón pulsador 10 va a mandar energizar el solenoide 22 y sale el cilindro, en seguida empieza la cuenta del timer y al llegar a la cuenta de 5 Seg. Manda energizar el solenoide 21 con el que regresa el cilindro correspondiente.

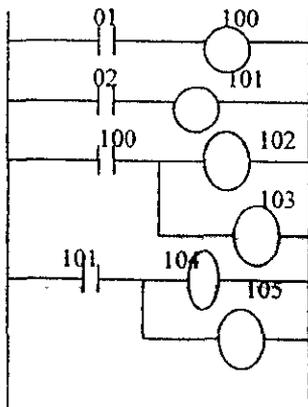


Programa:  
 STR SHF 10 ENT  
 OUT SHF 22 ENT  
 SET SHF 160 ENT  
 STR SHF 160 ENT  
 TMR SHF 160 ENT  
   SHF 5 ENT  
 STR TMR SHF 600 ENT  
 OUT SHF 21 ENT  
 STR SHF 12 ENT  
 RST SHF 160 ENT

Ejemplo No. 4 ( Arranque directo de dos Motores )

Arranque directo de dos motores a través de dos contactores: salidas 100 y 101. Los dos contactores son accionados a través de interruptores individuales: entrada 1 y 2. Señalización de arranque de cada motor mediante una lampara y una bocina: salida 102 y 103 para el primer motor, y 104 y 105 para el segundo motor

Esquema ( Diagrama de Reles )



Programa:

STR SHF 01 ENT  
 OUT SHF 100 ENT  
 STR SHF 02 ENT  
 OUT SHF 101 ENT  
 STR SHF 100 ENT  
 OUT SHF 102 ENT  
   OUT SHF 103 ENT  
 STR SHF 101 ENT  
 OUT SHF 104 ENT  
 OUT SHF 105 ENT

### Ejemplo No 5

El motor que arrastra una cinta transportadora debe arrancar a plena tensión cuando la totalidad de los cuatro operarios que trabajan en ella dan su consentimiento a través del cierre de un interruptor situado en cada uno de los puntos de trabajo

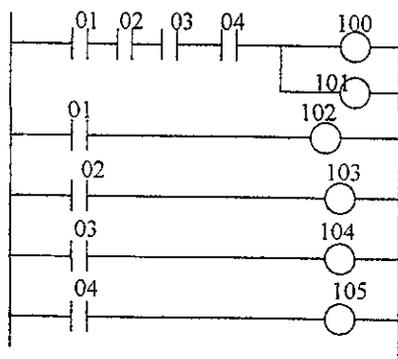
Interruptores: entradas 1, 2, 3 y 4. Motor: salida 100

Señalizar el cierre de cada interruptor y la conexión del motor.

Señalización cierre de interruptores : salidas 102,103,104 y 105

Señalización de conexión de motor: salida 101.

Esquema ( Diagrama de Relés )



Programa.

```
LD SHF 02 ENT
AND SHF 02 ENT
AND SHF 03 ENT
AND SHF 04 ENT
OUT SHF 100 ENT
OUT SHF 101 ENT
LD SHF 01 ENT
OUT SHF 102 ENT
LD SHF 02 ENT
OUT SHF 103 ENT
LD SHF 03 ENT
OUT SHF 104 ENT
LD SHF 04 ENT
OUT SHF 105 ENT
```

### Ejemplo No 6

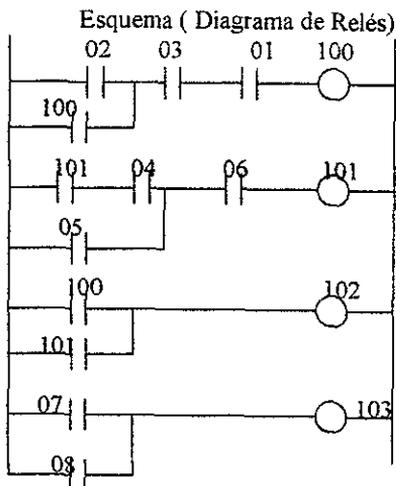
Arranque directo de dos motores a través de dos contactos. salida 100 y 101 Cada contactor es accionado por impulso momentáneo por su pulsador de marcha: entradas 2 y 5, y desconectado por su pulsador de paro: entradas 1 y 4.

Cada contacto debe desconectar por la apertura de contacto cerrado del relé térmico: entradas 3 y 6.

En el primer motor predomina el paro sobre la marcha, mientras que el segundo motor es al revés.

Señalización común de la marcha de los motores: salida 102.

Señalización común del disparo de los motores telés térmicos entradas 103, mediante el cierre del contacto abierto del relé térmico. entradas 7 y 8



Programa

```

STR SHF 02 ENT
OR SHF 100 ENT
AND SHF 03 ENT
AND SHF 01 ENT
OUT SHF 100 ENT
STR SHF 101 ENT
AND SHF 04 ENT
OR SHF 05 ENT
AND SHF 06 ENT
OUT SHF 101 ENT
STR SHF 100 ENT
OR SHF 101 ENT
OUT SHF 102 ENT
STR SHF 07 ENT
OR SHF 08 ENT
OUT SHF 103 ENT

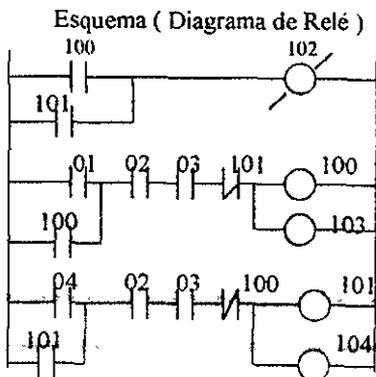
```

### Ejemplo No. 7

Accionamiento de un arrancador-inverso de giro para un motor trifásico: salidas 100 y 101  
 El mando es por pulsadores Izquierda-Paro-Derecha por impulso momentáneo, es decir con contactos de automantenimiento entradas 1, 2 y 4 , respectivamente. Cambio de sentido de giro pasando por el pulsador de paro. Relé Térmico para protección del motor contra sobrecarga moderadas: entrada 3.

La conexión de cualquier sentido de giro debe producir la desconexión de una lámpara de paro común. Salida 102

Señalización de la conexión de cada sentido de giro: salidas 103 y 104.



Programa:

```

STR SHF 100 ENT
OR SHF 101 ENT
OUT SHF 102 ENT
STR SHF 01 ENT
OR SHF 100 ENT
AND SHF 02 ENT
AND SHF 03 ENT
AND NOT SHF 101 ENT
STR SHF 04 ENT
OR SHF 101 ENT
AND SHF 02 ENT
AND SHF 03 ENT
AND NOT SHF 100 ENT
OUT SHF 101 ENT
OUT SHF 104 ENT

```

Ejemplo No 8 ( Accionamiento de dos Motores con protección de sobre carga )

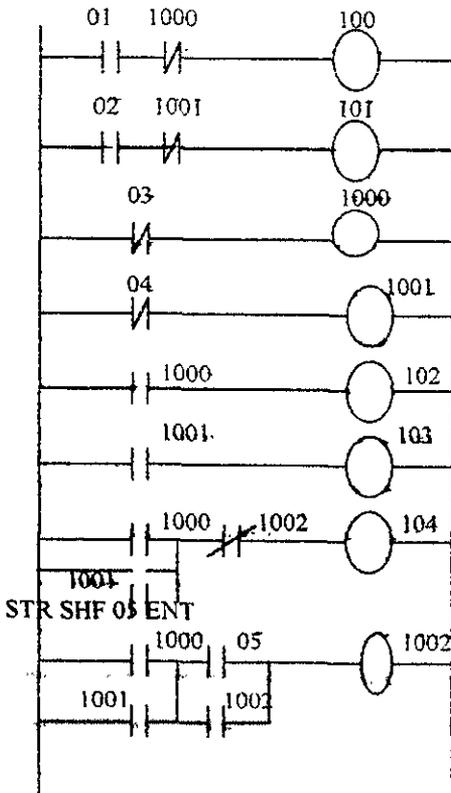
Accionamiento de dos motores M1 y M2.( salidas.100.y 101) por contacto permanente entradas 1 y 2.

Una sobre carga en los motores M1 o M2 actúa a su rele térmico. entradas 3 y 4, respectivamente, conectando a los relés internos 1000 y 1001, que desconectan a los contactos y dan una señalización óptica individual: salidas.102 y 103, y una señalización acústica común : salida 104

La señal acústica debe desconectar mediante un rele interno: 1002 accionado por impulso momentáneo mediante un pulsador. entrada 5, circuito que solo puede actuar por la conexión de 1000 o 1001.

Desconexión de todos los elementos conectados ante una sobrecarga por rearme de los relés térmicos.

Esquema ( Diagrama de Relés)



Programa:

```

STR SHF 01 ENT
AND NOT SHF 1000 ENT
OUT SHF 100 ENT
STR SHF 02 ENT
AND NOT SHF 1001 ENT
OUT SHF 101 ENT
STR NOT SHF 03 ENT
OUT SHF 1000 ENT
STR NOT SHF 04 ENT
OUT SHF 1001 ENT
STR SHF 1000 ENT
OUT SHF 102 ENT
STR SHF 1001 ENT
OUT SHF 103 ENT
STR SHF 1000 ENT
OR SHF 1001 ENT
AND NOT SHF 1002 ENT
OUT SHF 104 ENT
STR SHF 1000 ENT
OR SHF 1001 ENT
AND STR
OUT SHF 1002 ENT

```

Ejemplo No. 9

Objetivo.

Diseñar un circuito para un arrancador con los dos sentidos de marcha. Seguridad de que no podrá conectar un sentido determinado si el motor no ha reducido su velocidad a cero.

Control por tiempo

Se trata de diseñar el circuito para accionamiento de los dos sentidos de giro de un motor trifásico, de forma que al desconectar cualquier sentido de giro no sea posible conectar el sentido de giro opuesto hasta pasado un tiempo suficiente para que el motor reduzca su velocidad a cero.

Mando por pulsadores izquierda-paro-derecha. Enclavamiento entre contactos de apertura de los dos contactores y entre contactos de apertura de los pulsadores ( en programa y externo).

Relé térmico de sobre carga con señalización óptica fija y acústica temporizada duante 5 s. Desconexión por rearme del relé térmico.

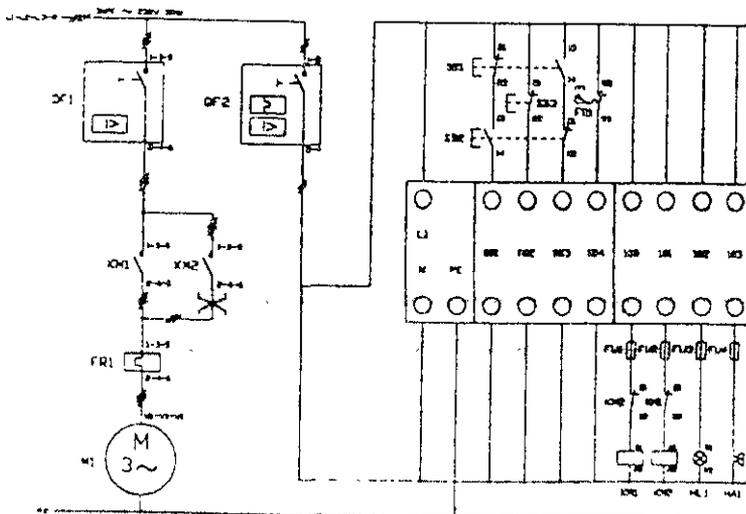
ENTRADA	FUNCION	SALIDA	FUNCION
01	Pulsador derecha (11)	100	Contactora derecha
02	Pulsador paro (01)	101	Contactora Izquierda
03	Pulsador izquierda (11)	102	Señal óptica
04	Relé térmico sobrecarga (01)	103	Señal acústica

Nota: (01)= Contacto de apertura o cerrado.

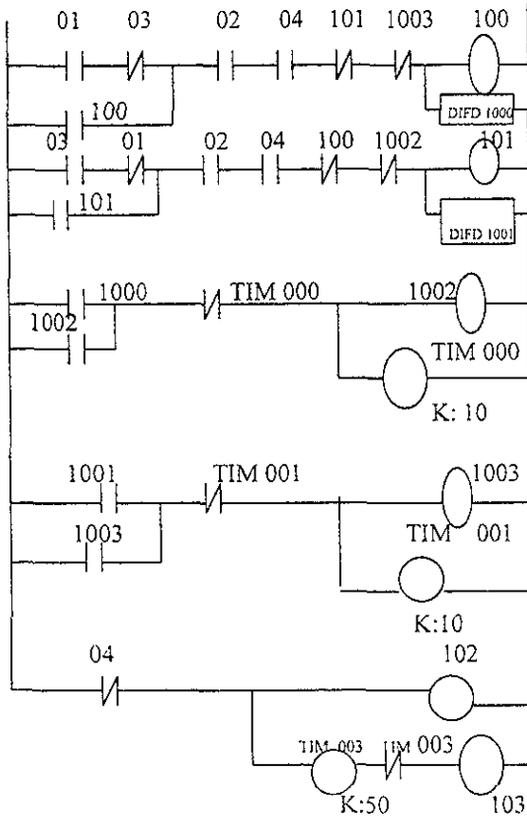
(11)= Contacto de apertura o cerrado más contacto de cierre o abierto.

CIRCUITO PRINCIPAL

CIRCUITO CONEXION PLC



ESQUEMA (Diagrama de relé )



PROGRAMA

```

STR SHF 01 ENT
AND NOT SHF 03 ENT
OR SHF 100 ENT
AND SHF 02 ENT
AND SHF 04 ENT
AND NOT SHF 101 ENT
AND NOT SHF 1003 ENT
OUT SHF 100 ENT
DIFD (14)
STR SHF 03 ENT
AND NOT SHF 01 ENT
OR SHF 101 ENT
AND SHF 02 ENT
AND SHF 04 ENT
AND NOT SHF 100 ENT
AND NOT SHF 1002 ENT
OUT SHF 101 ENT
DIFD (14)
STR SHF 1000 ENT
OR SHF 1003 ENT
AND NOT TIM 000 ENT
OUT SHF 1002 ENT
TIM SHF 000 ENT
SHF 10 ENT
STR SHF 1001 ENT
OR SHF 1003 ENT
AND NOT TIM SHF 001 ENT
OUT SHF 1003 ENT
TIM SHF 001 ENT
SHF 10 ENT
STR NOT SHF 04 ENT
OUT SHF 102 ENT
TIM SHF 003 ENT
SHF 50 ENT
AND NOT TIM SHF 003 ENT
OUT SHF 103 ENT
    
```

## CONCLUSIONES

El buen conocimiento de instalar un Controlador Lógico Programable (PLC) dentro de un gabinete de control es esencial para tener un espaciado de ventilación, condiciones ambientales a la cual puede trabajar, ventajas y desventajas de este y la selección de algún PLC que cumpla con las expectativas del proyecto a desarrollar.

La formación de la manera de Operar las instrucciones lógicas utilizadas en la programación del formato de escalera en los PLC 's que nos permite el uso de más de una alternativa para desarrollar un programa de control de un sistema específico en Instalaciones Eléctricas de un sistema a controlar por medio de un PLC.

Dentro de esto podríamos destacar las partes principales de una Terminal Manual para un PLC y su funcionamiento que estas tienen como por ejemplo Indicadores de estado, Teclas Lógicas, Teclas de edición, etc. Esto cuando se tiene una terminal y en el caso cuando se cuenta con un software, este estará determinado por sus instrucciones lógicas que este tenga dentro de su CPU

Los ejemplo mostrados con sus respectivos programas desarrollados para aplicaciones de instrucciones más comúnmente utilizadas dentro de las Instalaciones Eléctricas de Control por medio de un PLC como experiencia propia.

La seguridad de que se puede utilizar como una obra de consulta para quienes realmente se interesen conocer sobre este tema ya que es lo que se está innovando en nuestros días.

## BIBLIOGRAFIA

### TESIS

CONSTRUCCION DE UN GABINETE PARA  
SIMULACION DE CONTROL AUTOMATICO  
MEDIANTE PLC CON APLICACIONES DE RELES  
CORNADO GARCIA MORALES  
111-26  
020/97

AUTOMATAS PROGRAMABLES  
DE. MC. GRAW HILL  
A.PORRAS / A.P. MONTANERO  
PRIMERA EDICION  
MEXICO 1990

AUTOMATAS PROGRAMABLES  
MARCAMBO S.A.  
JOSEP BALCELLS / JOSE LUIS ROMERAL  
PRIMERA EDICION

PROGRAMACION DE AUTOMATAS INDUSTRIALES OMRON  
MARCAMBO S.A  
VICENT LLADONNOZA / FERRAN IBAÑEZ  
PRIMERA EDICION

AUTOMATAS PROGRAMABLES INDUSTRIALES  
MARCAMBO, S.A. 1990  
G. MICHEL  
SEGUNDA EDICION