



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

**"CONSTRUCCION DE UN GABINETE PARA
SIMULACION DE CONTROL AUTOMATICO
MEDIANTE PLC CON APLICACIONES REALES"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
CONRADO GARCIA MORALES
MANUEL PADILLA ALONSO

ASESOR: ING. NICOLAS CALVA TAPIA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

EXAMENES
PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

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

"Construcción de un gabinete para simulación de Control
Automático mediante PLC con aplicaciones reales".

que presenta el pasante: Conrado García Morales
con número de cuenta: B35L543-C para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

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

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 9 de Diciembre de 1996

PRESIDENTE	<u>Ing. Nicolás Calva Tapia</u>	<u>[Firma]</u>
VOCAL	<u>Ing. Jorge Buendía Gómez</u>	<u>[Firma]</u>
SECRETARIO	<u>Ing. Margarita López López</u>	<u>[Firma]</u>
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Juan González Vega</u>	<u>[Firma]</u>
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Francisco Tellituid López</u>	<u>[Firma]</u>



UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR

DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES H. A. M.
C. ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

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

"Construcción de un gabinete para simulación de -
Control Automático mediante PLC con aplicaciones reales".

que presenta el pasante: Manuel Padilla Alonso
con número de cuenta: 3402896-9 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 9 de Diciembre de 1996

PRESIDENTE	<u>Ing. Nicolás Calva Tapia</u>	<u>[Firma]</u>
VOCAL	<u>Ing. Jorge Buendía Gómez</u>	<u>[Firma]</u>
SECRETARIO	<u>Ing. Margarita López López</u>	<u>[Firma]</u>
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Juan González Vega</u>	<u>[Firma]</u>
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Francisco Tellitud López</u>	<u>[Firma]</u>

AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CUAUTITLAN

Me mis sincero y cordial agradecimiento a la comunidad de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán en general al personal administrativo y principalmente a los profesores que tuve a lo largo de formación profesional en la carrera de **Ingeniero Mecánico Electricista** mil gracias por transmitirme sus conocimientos y darme sus sabios consejos, de una manera muy especial a los profesores **ing. José Juan Contreras Espinosa** _ Por el apoyo y motivación recibidos para la culminación de esta meta.

Sr. Felipe del Real y Cabrera _ Por su participación activa en la construcción de la caja del gabinete y a todo el personal del Laboratorio de Manufactura por su colaboración incondicional

Ing. Nicolas Calva Tapia _ A quien en gran parte se debió el desarrollo de nuestra Tesis por su valioso tiempo, dedicación, disposición, sugerencias para la revisión y acondicionamiento de esta gracias A mis compañeros de carrera **José Luis Ayala Ayala y Gerardo Carapia Ortíz** por su disposición y valiosa ayuda en la construcción de la caja del simulador, a mi compañero de Tesis **Manuel Padilla Menso** por su valiosa colaboración, contribución y esfuerzo en el desarrollo de ésta

A MI FAMILIA :

Mis Abuelos :

Benjamín García González y Cristina Ramírez Sanabria
Abraham Morales Valle y Rosa Flesco Lineros

Mis Padres :

Gloria Morales Flesco y Máximo García Ramírez

Mis Hermanos :

Bianca García Morales
Benjamín García Morales
Efrén García Morales.
Norma García Morales.
Patricia García Morales.
Hector García Morales.
Jaime García Morales.
Alvaro García Morales

Mil gracias por su comprensión y paciencia porque creyeron en mí, fueron mi fuente de inspiración para superar obstáculos y porque me brindaron su apoyo en los momentos difíciles, por esto y más los quiero y los amo más que a mí mismo, que dios los bendiga.

CONRADO GARCIA MORALES

AGRADECIMIENTO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

A MIS MAESTROS, COMPAÑEROS Y TODA AQUELLA PERSONA QUE ME APOYÓ EN LOS MOMENTOS MENOS FÁCILES Y TAMBIÉN EN LOS MOMENTOS MAS GRATOS DANDOME TODO LO QUE YO NECESITABA PARA PODE SEGUIR EN LA LUCHA.

En especial a nuestro asesor de tesis **ING. NICOLÁS CALVA TAPIA** por obsequiarnos parte de su valioso tiempo en el desarrollo de la misma.

A mi compañero y amigo **CONRADO GARCÍA MORALES** por su amistad durante el desarrollo de la tesis.

Doy gracias muy especiales a **DIOS** por permitirme llegar a este momento de mi vida.

A MIS PADRES :

RUTILA ALONSO MENDOZA.
PEDRO PADILLA ALFARO

A MIS HERMANOS:

Angel	Padilla	Alonso.
Patricia	Padilla	Alonso.
Pedro	Padilla	Alonso.
Julio	Padilla	Alonso.
Silvia	Padilla	Alonso.
Jesús	Padilla	Alonso.

A MIS SOBRINOS : *Que con su cariño obtuve alegría en mi vida*

A TODOS USTEDES MIL GRACIAS POR SU COMPRESIÓN LOS AMO.

ÍNDICE

CONTENIDO:	Página
PROLOGO	1
CAPITULO 1 CONTROL	
1.1.- Introducción	4
1.2.- Tecnología de control. por relevador	5
1.3.- Tecnología de control por PLC	5
1.4.- Análisis comparativo de tecnología de control	6
1.4.1.- Ventajas	6
1.4.2.- Inconvenientes o desventajas	8
CAPITULO 2 ENTORNO DEL PLC	
2.1.- Definición	10
2.2.- Estructura o arquitectura del PLC	10
2.3.- Dispositivos de conexión de E/S del PLC	18
2.4.- Dispositivos de salida de conexión al PLC	25
2.5.- Equipo periférico de adaptación al PLC	29

CAPITULO 3 COMPONENTES DEL SIMULADOR

	Página
3.1.- Presentación del gabinete.....	31
3.2.- Disposición de los componentes.....	32
3.3.- Partes principales del controlador.....	36
3.4.- Descripción de las partes del SLC-150.....	38
3.5.- Terminal de programación.....	52

CAPITULO 4 PROGRAMACIÓN BASICA

4.1.- Instrucciones lógicas básicas.....	58
4.2.- Direccionamiento.....	61
4.3.- Consideraciones de los dispositivos de entrada en la programación.....	63
4.4.- Sistemas equivalentes.....	65
4.5.- Arreglos principales de renglones.....	68
4.6.- Elaboración de programas.....	71
4.7.- Programas de aplicación.....	77

CAPITULO 5		TEMPORIZADORES	Página
5.1.-	Temporizadores.....		99
5.1.1.-	Tipos y su funcionamiento.....		99
5.1.2.-	Temporizadores normales (no retentivos).....		102
5.1.3.-	Temporizadores retentivos.....		106
 CAPITULO 6		 CONTADORES	
6.1.-	Contadores.....		130
6.2.-	Contador Ascendente.....		130
6.3.-	Contador Descendente.....		138
 CAPITULO 7		 INSTRUCCIONES ESPECIALES	
7.1.-	Instrucciones de salida retentivas.....		152
7.2.-	Instrucciones de control de programas.....		160
7.2.1.-	Instrucción MCR.....		161
7.2.2.-	Instrucciones JMP.....		167
7.3.-	Registros de Corrimiento.....		169
7.4.-	Instrucciones de Secuenciadores.....		177
	Conclusiones.....		184
	Bibliografía.....		185

PROLOGO.

La poca difusión del conocimiento sobre sistemas de control con el cual operan equipos y maquinaria construidos con tecnología de vanguardia, utilizados en el sector industrial; originan uno de los problemas más comunes a los que se tienen que enfrentar los Ingenieros incorporados a la industria de la transformación.

Tal es el caso de los Controladores Lógicos Programables del inglés " Programmable Logic Controller" (PLC), que desde su aparición en México han tenido muy poca difusión sobre su funcionamiento y aplicación. Aunque actualmente son los pilares de la automatización en grandes y crecientes empresas; no ha existido el interés debido por fomentar la enseñanza sobre estos, dentro de las Universidades.

Por lo que es la inquietud de querer aportar un poco de lo mucho que éste campo del control requiere. La elaboración de la tesis aquí expuesta basa su contenido en la descripción del funcionamiento, entorno y programación de los PLC's, para comprender de una manera generalizada el modo operativo de estos equipos, puesto que las instrucciones utilizadas en la creación de programas de control por PLC son casi similares o iguales entre los controladores de distintas marcas, razón por la cual la información contenida puede servir como base en la comprensión y el diseño de cualquier programa de Máquina, sin importar el tipo, capacidad y marca del controlador con el que trabajar.

Para facilitar la comprensión del comportamiento de las instrucciones lógicas utilizadas en los programas de PLC's, la descripción de su funcionamiento se da en detalle y con ejemplos ilustrativos de programas reales con y su respectivo esquema en controles industriales.

También a lo largo del desarrollo se hace uso de los símbolos, diagramas, etiquetas (Indicadores de texto) y esquemas de sistemas eléctricos-electrónicos utilizados en la industria, que están ligados a los sistemas de control por PLC, esto con el fin de familiarizarse con este tipo de información .

En los programas desarrollados para aplicaciones en control industrial, normalmente están estructurados de tal forma que para realizar ciertas funciones de control, utilizan un formato estándar o base, independientemente del controlador.

En la exposición de los ejemplos de programas ilustrativos contenidos en la Tesis, para aquellos que contemplan un mayor grado de complejidad, por el número de peldaños del diagrama de escalera, se realiza su descripción detallada del comportamiento de cada peldaño y su asociación con las demás peldaños de control, permitiendo con esto entender el programa en conjunto

En cada capítulo se cubre un número determinado de instrucciones, desde las básicas hasta aquellas un poco más complejas, con sus respectivos programas de aplicación en orden de complejidad, conforme se va dando el avance del contenido de cada capítulo.

Existen muchas y muy poderosas razones para la implementación de control por PLC, el sector industrial está hoy en día expuesto a constantes evoluciones de tipo tecnológico en todos los campos, por lo cual, las industrias requieren sistemas de control automático en sus procesos de producción que tengan versatilidad para adaptación, así como expansiones futuras en las estrategias de control, esto se logra mediante la automatización con PLC.

Debido a las grandes exigencias de calidad que se requiere en los productos que se fabrican, obliga a las industrias a optimizar sus recursos e implementar mejores y eficientes estrategias en la fabricación de sus productos para abaratar costos y minimizar tiempos, con el consecuente incremento de la producción esto es más fácil con la automatización del control por PLC, lo cual se refleja en una mejor economía en cualquier empresa.

Existen procesos, equipos y maquinaria de alto riesgo para el trabajador, con la automatización se evitan posibles daños o accidentes al trabajador y quizás la pérdida de la vida misma, a la vez con esto el trabajador gana tiempo para poder desarrollar otras actividades productivas.

Esperando que la Tesis puede ser de real utilidad, para aquellos que deseen conocer sobre éste tema, únicamente nos resta agradecer a todo aquel lector que haga uso de ella.

1

CONTROL

1.1.- INTRODUCCIÓN.

Existen dos opciones tecnológicas para el control de un dispositivo, Control por Lógica de Relevador Cableada o Convencional y Control por Lógica Programada mediante PLC, de acuerdo a las necesidades de aplicación, las características y los parámetros se deben valorar para decidirse por la opción tecnológica adecuada. En la fig. 1.1 se representa un cuadro comparativo.

Tipos	Familia tecnológica	Subfamilia específica	
Lógica cableada	Eléctrico	Relés Electromagnéticos	
		Electroneumática	
	Electrónica	Electrohídrica	
Electrónica estática			
Lógica programada	Electrónica	Sistema informático	Microcomputadoras
			Minicomputadoras
		Microsistemas	
		Automatas programables (PLC)	

Fig. 1.1 Características de Tecnologías 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 a los cuales están interconectados los módulos de temporizadores y contadores de estado sólido, la activación o desactivación de los dispositivos de salida, depende de la lógica estructurada en el cableado de los contactos o platinos de los relevadores, en respuesta al estado que 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 entrada al dispositivo de salida, sin tener que pasar a través de un platino de relevador.

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

1.3.- TECNOLOGÍA DE CONTROL POR PLC

En los sistemas de control que utilizan controlador 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 depende únicamente de la lógica programada que almacene el controlador en su memoria, en respuesta al estado que presenten los dispositivos de entrada.

Las instrucciones en formato 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 del control convencional.

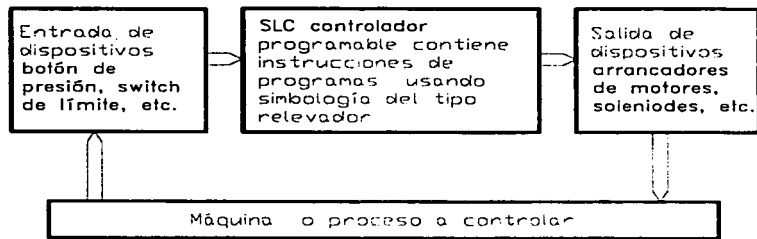


Figura 1.2 Diagrama a Bloques de la Estructura de un Control por PLC.

1.4.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS 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.

1.4.1.- VENTAJAS.

El PLC por sus especiales características de diseño tiene 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:

A) 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 lo suficientemente grande.
 - * La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc.
- B) Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- C) Mínimo espacio de ocupación al reducir la cantidad de componentes utilizados en el control.
- D) Menos costo de mano de obra de la instalación.
- E) Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo Automata (PLC).
- F) Menos tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso, al quedar reducido el tiempo de cableado por el menor número de cables utilizados.
- G) Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el Automata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.
- H) Reducción de tiempos perdidos por paros debidos a localización de fallas, ya que con el PLC se simplifica el análisis de causa de fallas dando una más rápida solución.
- I) Más rápida conmutación de las señales de puesta on/off de los dispositivos de salida por utilizar el PLC dispositivos electrónicos de estado sólido para activación de las salidas.

J) En los dispositivos de estado sólido, no existe el chisporroteo que se da en los platinos de relevador ni se presenta la carbonización de contactos por tal situación.

Existen probablemente más situaciones favorables para decidir por un control por PLC pero éstas son las principales.

1.4.2.- INCONVENIENTES O DESVENTAJAS.

Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido.

Pero existen 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 cableada 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 decidimos por uno o por otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para tener una decisión acertada.

En la siguiente lista se muestra más de los inconvenientes importantes del PLC.

A) La capacidad de conducción de corriente en la mayoría de los dispositivos de conmutación para las salidas no debe exceder de 2 Amp. Por lo cual, el control de un dispositivo que requiera una mayor corriente para su activación se tiene que dar por otro medio comúnmente a través de un platino de contactor o relevador de potencia.

B) Los dispositivos de estado sólido tienen el inconveniente de que una falla muy frecuente en ellos, es que se ponen en corto circuito, con lo cual en ese momento el programa de control deja de cumplir su función, debido a que deja de responder a la lógica programada para su control, con lo cual el dispositivo de salida siempre estará activo.

C) Por la situación anterior para seguridad del sistema de control, es necesario adicionar un control convencional por relevador para desactivar en su totalidad la alimentación del PLC.

2

ENTORNO DEL PLC

2.1.- DEFINICIÓN.

El PLC o controlador programable es un sistema de control de estado sólido, diseñado para ser usado en diversos sistemas de control sobre aparatos, máquinas y herramientas.

El PLC monitorea continuamente la condición de los dispositivos conectados en su sección de Entradas y compara la lógica programada almacenada en la memoria del controlador y en respuesta al estado actual que ésta presenta, activa o desactiva los dispositivos de Salida.

2.2.- ESTRUCTURA O ARQUITECTURA DE LOS PLC'S.

La mayoría de los controladores Lógicos Programables presentan un diseño similar, normalmente se fabrican en dos estilos " Compactos" y " Modulares".

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 Entradas 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.

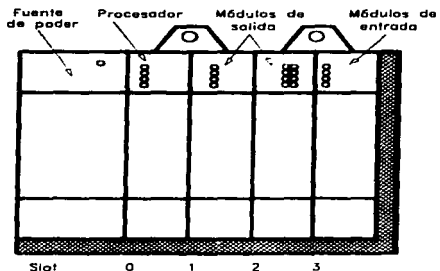


Fig. 2.1 Controlador Tipo Modular.

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 Entradas y Salidas se encuentran en módulos o tarjetas independientes del procesador.

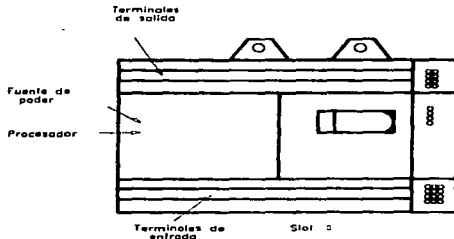


Fig. 2.2 Controlador Tipo Compacto.

El estilo más utilizado por su flexibilidad de capacidad (número de dispositivos que se pueden controlar) variable es el modular.

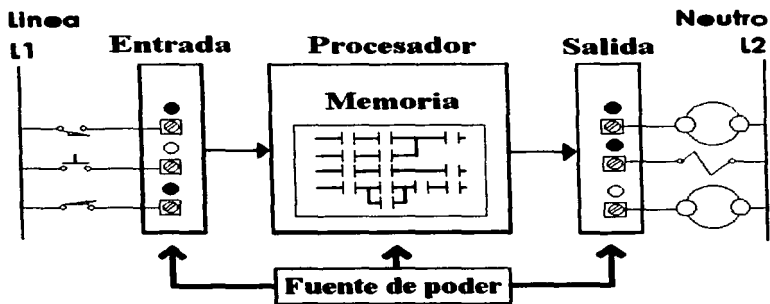


Fig. 2.3. Estructura del PLC Tipo Modular.

En la figura 2.3 observamos las partes básicas del PLC. A continuación se da una descripción de las partes principales mostradas en el esquema:

LA SECCIÓN DE ENTRADAS.- 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 límite, sensores ópticos, etc.**

La figura 2.4 se muestra un diagrama de un circuito electrónico de entrada de PLC, a cada terminal de conexión de una tarjeta de entradas le corresponde un circuito de este tipo.

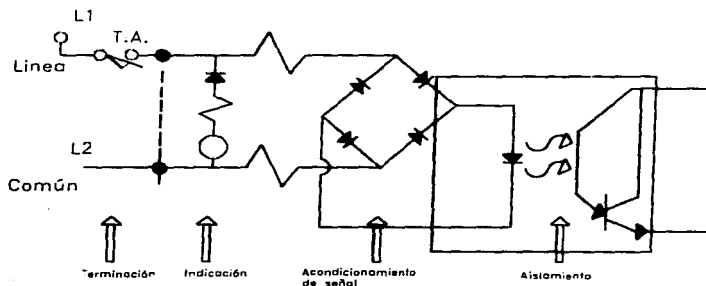


Fig. 2.4 Diagrama de un Circuito de Entrada.

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 la lógica 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.

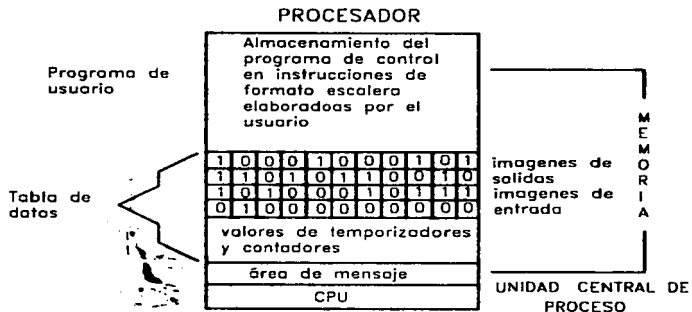


Fig. 2.5 Estructura del Procesador.

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 de usuario, y los valores actuales de los dispositivos y variables involucradas en el sistema de control. La memoria esta estructurada en dos secciones principales:

A.1) LA SECCIÓN DEL PROGRAMA DE USUARIO.- Es la parte de la memoria donde se almacenan las instrucciones en formato 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 las secciones de " Imágenes de entradas" e "Imágenes de salidas" respectivamente, por lo general los fabricantes diseñan las tarjetas de entradas y salidas de 8 a 16 Bits (número de terminales de conexión), por lo cual cada palabra almacena los estados "1" o "0" lógico de los bits de uno y hasta dos módulos o tarjetas en particular en la sección que le corresponde.

A.3) EL ÁREA DE MENSAJES.- La mayoría de los controladores 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 colocándolos en su 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 poderlos transferir a las terminales de los dispositivos de salida para su manipulación.

También realiza la adquisición de datos de variables en la memoria, necesarios para poder efectuar cálculos u operaciones aritméticas y lógicas, necesarios 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.

LA SECCIÓN DE SALIDAS.- Trabaja en forma inversa a la de las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, las amplifica y manda con ellas a los dispositivos de salida o actuadores, como: **lámparas, relés, contactores, arrancadores, electroválvulas, etc.**

La figura 2.6 muestra un circuito clásico de salida por **triac** para controlar dispositivos de A.C., al igual que las tarjetas de entrada a cada terminal de conexión de la tarjeta de salidas le corresponde un circuito como el mostrado, una tarjeta de salida de 8 bits tendrá internamente en su estructura 8 circuitos iguales entre si independientemente del voltaje al que operen.

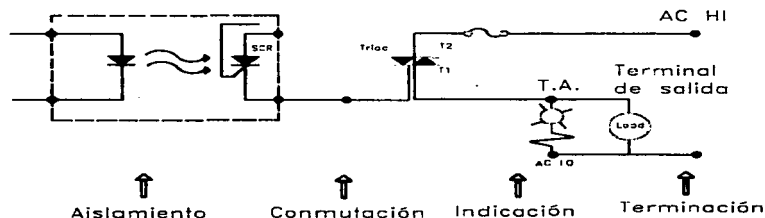


Fig. 2.6 Circuito Electrónico de Conexión de un Dispositivo de Salida.

Con las partes que hemos mencionado podemos decir que tenemos un autómata, pero para que sea operativo son necesarios otros elementos, tales como:

LA UNIDAD DE ALIMENTACIÓN.- Normalmente el procesador está dotado de su 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.

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

1) PROGRAMACIÓN MEDIANTE EL SOFTWARE - La edición de los programas de control en este caso se llevan a cabo mediante la computadora; cada fabricante tiene diseñado o implementado 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 tiene contemplado estandarizar el diseño del software, de tal manera que pueda ser usado en cualquier controlador, no importando marca o capacidad.

2) 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.

En resumen podemos sugerir el uso del software para el manejo de los programas de control, ya que se tiene una mayor versatilidad, para poder manipular cualquier tipo de controlador, y únicamente requerimos de una sola computadora que contenga el software y la interface respectiva correspondiente del controlador de interés. El inconveniente de utilizar la terminal es que se requiere una terminal por tipo de controlador, además de que normalmente la terminal es más cara que el costo del software.

2.3.- DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN DE E/S DEL PLC.

Con lo anterior queda cubierto el perfil de las distintas secciones de un PLC, por lo cual únicamente adicionamos el modo de operación de algunos dispositivos de entrada más utilizados de operación especial como las 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:

ACTIVACIÓN POR LUZ.- En ésta opción de operación el ajuste de la sensibilidad de detección en la fotocelda, 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 deja 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 ésta opción de funcionamiento se conoce como "LIGHT-ON" o "LIGHT OPERATE".

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

En algunos modelos de fotoceldas, la lógica bajo la cual están diseñadas origina 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 conmutación electrónica que se cierra o se abre.

A continuación se da un diagrama de respuesta en el tiempo de una fotocelda en donde se muestran las distintas opciones del modo de respuesta:

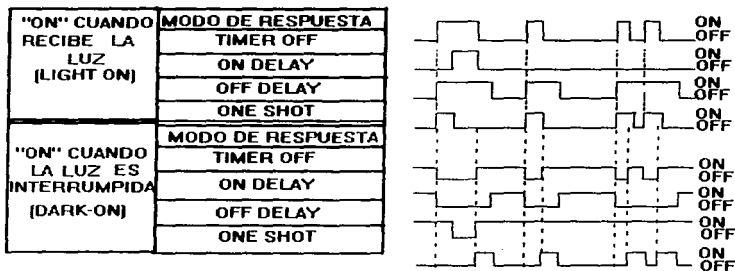


Fig. 2.7 Diagrama de Tiempos para Fotocelda con Selección de Tiempo de Respuesta.

También las fotoceldas por su diseño operan en tres arreglos diferentes.

MODO OPUESTO.- En este tipo de diseño el emisor y el receptor están separados a una distancia determinada y alineados entre sí, el emisor envía un haz de luz que es normalmente recibido por el receptor, cuando el haz de luz es bloqueado al paso de un objeto en ese momento ocurre la conmutación lógica de la señal de control de la fotocelda.

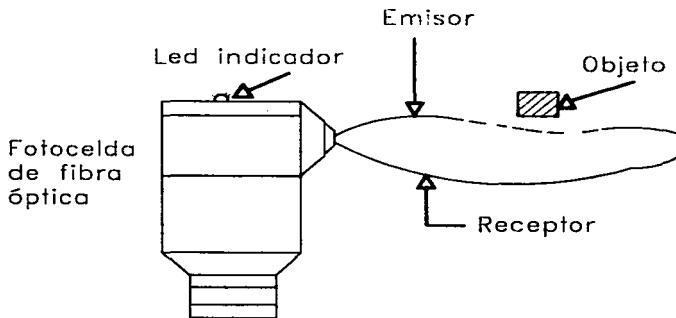


Fig. 2.8 Arreglo para Operación en Modo Opuesto.

MODO REFLECTIVO.- En este arreglo se requiere un cristal reflectante, el cual recibe del emisor y regresa al receptor el haz de luz, cuando un cuerpo u objeto obstruye al haz de luz impidiendo su reflejo, originando como respuesta la conmutación lógica de la señal de la fotocelda. La figura 2.9 muestra este diseño:

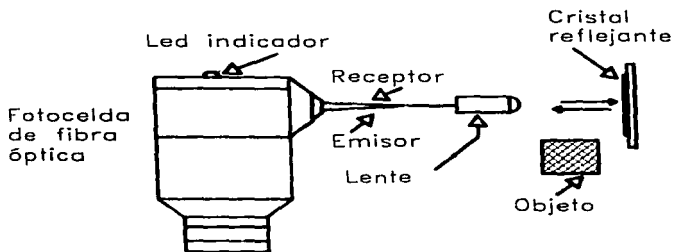


Fig. 2.9 Fotocelda de Fibra Óptica en Diseño Reflectivo.

MODO DIFUSO.- En éste tipo de arreglo normalmente el receptor no recibe el haz de luz del emisor, a menos que un objeto de suficiente densidad lo refleje al cruzarse por la línea de acción del haz. Cuando esto sucede cambia la lógica de la señal que maneja la fotocelda.

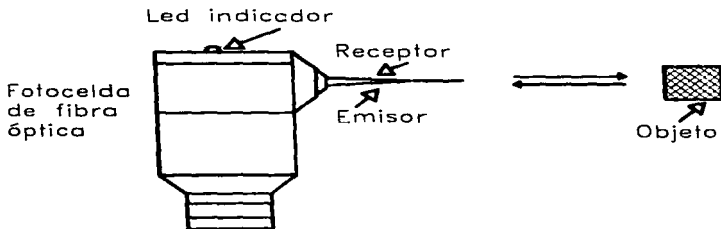


Fig. 2.10 Fotocelda Diseñada para Operar en Modo Difuso.

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

A continuación se muestran algunos esquemas de dispositivos de entrada, mostrando en detalle su estructura interna para una mejor comprensión de su modo de operación.

La siguiente figura muestra la estructura interna del mecanismo de operación de un MICROSWITCH.

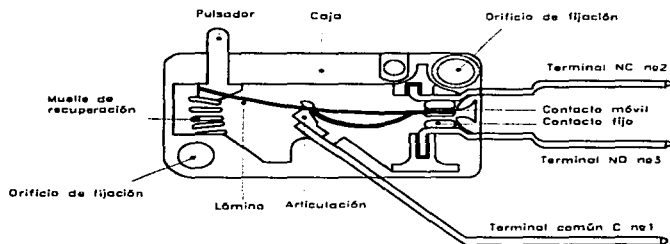


Fig. 2.11 Mecanismo de Operación de un Microswitch.

LOS RELEVADORES DE ESTADO SÓLIDO (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 su contacto de control.

Las características más importantes de estos dispositivos son:

A) Los relevadores de estado sólido, a diferencia de los relevadores electromecánicos no tiene partes de movimiento por lo cual su durabilidad es mucho mayor. y con lo cual su operación la realizan sin hacer ruido.

B) La velocidad de respuesta es mayor debido a su conmutación por dispositivos electrónico de estado sólido como Transistores, Triac's, SCR's etc.

C) Operan a un voltaje "0" (cero) de la onda senoidal lo cual anula las interferencias electromagnéticas que pudieran crearse; de aqui que no producen problema alguno a los componentes cercanos a el.

D) Basta una corriente de 5 mA a 3 Vcc para interrumpir hasta 90 A a 600 V 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.

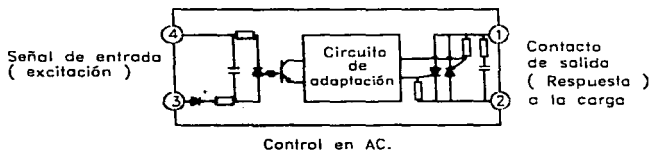


Fig. 2.12 Circuito de SSR para Control en A.C.

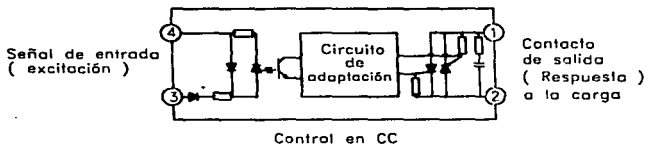


Fig. 2.13 Circuito de SSR para Control en C.C.

Los Botones Pulsadores.- Son otros 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:

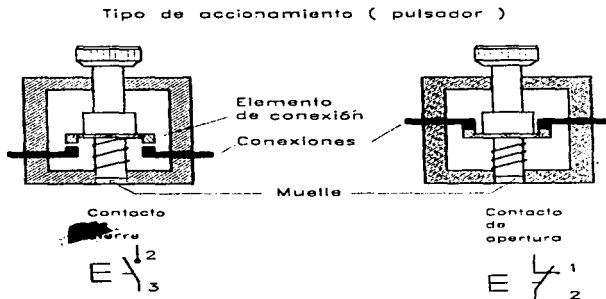


Fig. 2.14 Estructura Interna de un Botón Pulsador.

2.4.- DISPOSITIVOS DE SALIDA DE CONEXIÓN AL PLC.

Los dispositivos de salida, comprenden lámparas indicadoras o de señalización, lámparas con flash, bobinas de arrancadores de motores, solenoides o bobinas de electroválvulas 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 electroválvulas, de aquí la inquietud de querer dar una descripción en particular del modo operacional de estos dispositivos.

Las Electroválvulas basan su funcionamiento en la utilización de solenoides en conjunción con sistemas mecánicos para poder realizar una actividad o trabajo; se pueden utilizar para abrir o cerrar puertas, activar un mecanismo, etc.

El siguiente gráfico muestra la estructura interna de una solenode básica, para una mejor entendimiento de su operación:

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

Cuando la bobina es desenergizada el émbolo de la solenode retorna a su posición inicial por la acción de su resorte.

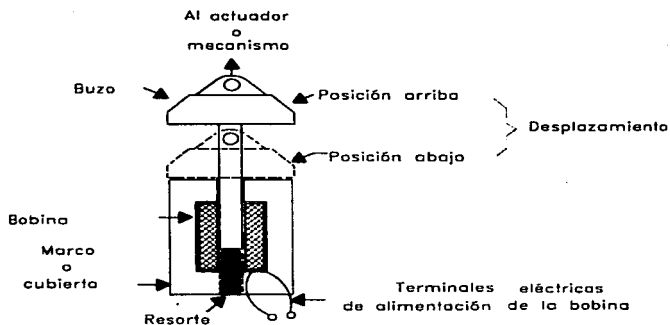


Fig. 2.15 Solenoide (Estructura Interna)

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

A continuación se muestra la estructura interna de una electroválvula hidráulica de "doble efecto" utilizadas en la manipulación de pistones:

En éste tipo de electroválvula en particular su funcionamiento se basa en tres diferentes estados:

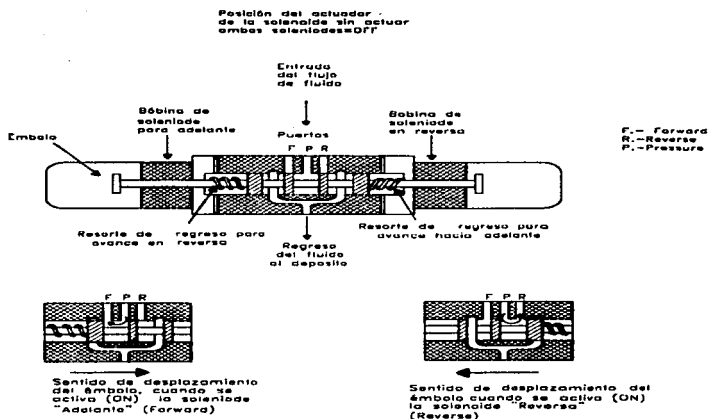


Fig. 2 16 Electroválvula de Doble Efecto.

A) ESTADO INACTIVO.- En ésta condición ninguna de las bobinas se encuentra activada por consiguiente el flujo de fluido a presión entra por el puerto "P" y el fluido encuentra como única trayectoria de salida, el ducto de retorno (R) hacia el depósito de alimentación del sistema, esto es debido a que los puertos "F" y "P" se encuentran cerrados en éste estado.

Por lo cual, podemos considerar que únicamente se lleva a cabo una recirculación del fluido a través del circuito hidráulico.

B) SOLENOIDE "FORWARD" ON.- Cuando se activa la solenoiode de avance hacia adelante, el émbolo se desplaza hacia la derecha, debido a esto la presión del fluido presente a la entrada del puerto "P" encuentra la salida a través del puerto "F"; ésta presión de salida se canaliza para dar el movimiento o desplazamiento del cilindro de un pistón y poder realizar una actividad o trabajo deseado.

Mientras la solenoiode en cuestión esté activa la presión estará presente en el puerto "F", por consiguiente en "R" no existirá presión alguna. Cuando la bobina de la solenoiode "Forward" se desactiva los puertos o canales del fluido a presión retoma su estado inicial mediante la descompresión del resorte comprimido en tal sentido.

C) SOLENOIDE "REVERSE" ON.- En el momento que se energiza ésta solenoiode, el émbolo ahora se desplaza hacia la izquierda, permitiendo la salida del fluido a presión por el puerto "R"; a su vez esto origina que el dispositivo o mecanismo accionado por el pistón o actuador se desplace su carga en sentido contrario al efectuado por "Forward".

Al desenergizarse la bobina "Retorno", los puertos o canales de la electroválvula retoma su estado inicial, "P" y "R" cerrados (ambas solenoides OFF); ahora el regreso a esta condición se lleva a cabo por el resorte del lado contrario al descomprimirse.

Normalmente las electroválvulas diseñadas para cargas excesivas que se manejan con altas presiones operan mediante fluido o aceite; las que utilizan aire o neumáticas, por lo general sirven para manejar cargas menores que no requieren una presión excesiva.

NOTA: es importante realizar un programa de control asegurando que bajo ninguna condición se permita la activación simultánea de las solenoides de la electroválvula descrita.

2.5.- 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 manejo 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 ésta información.
- También podemos ampliar la capacidad de manejo de información por medio de una red de conexión remota de dos o más controladores.
- Intercambiar información con una computadora en procesos donde se requiera la utilización de un software que sirva de enlace con los programas de control manejados por el PLC.
- Un ejemplo es 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 aparecen el menú de instrucciones para realizar la función deseada, basta con acercar 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 tiene un uso muy frecuente en el manejo de información para el control de procesos o sistemas, en ellos se pueden mostrar pantallas conteniendo datos estadísticos de producción, gráficas de estado o condiciones de un proceso. Como lo puede ser un cuadro de temperaturas de una máquina de inyección, un cuadro de mensajes de condición del estado de una máquina o equipo, mensajes preventivos o de indicación de fallas, también podemos presentar la fecha, hora, número de máquina, etc.

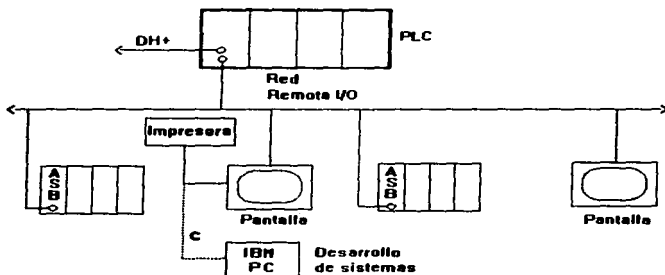


Fig. 2.17 Equipo Periférico de Comunicación al PLC.

3 COMPONENTES DEL SIMULADOR

En éste capítulo se conocerá la disposición de los componentes del simulador construido, para poder implementar la simulación de diferentes programas prácticos que una vez elaborados y almacenados dentro de la memoria del controlador. Y que al ser ejecutados nos permitan observar el comportamiento real de como actuaría un programa específico a un sistema de control industrial ya implementado con todos sus componentes en conjunto; la ventaja de tener un equipo de simulación por PLC, es que nos permite verificar el comportamiento real de las partes o dispositivos involucrados en el sistema de control que se va a implementar y además hacer las correcciones pertinentes para asegurar la eficacia del programa de control por PLC. Al realizar la prueba de un programa específico, se pueden contemplar y detectar posibles situaciones muchas veces no consideradas inicialmente en el diseño del programa.

3.1.- PRESENTACIÓN DEL GABINETE.

La simulación de muchos de los programas analizados están estructurados para poder ser ejecutados en cualquier tipo de controlador, diferenciándose únicamente en las direcciones que tenga el controlador en particular. En nuestro caso utilizamos el controlador Allen Bradley catálogo SLC-150 con alimentación de 115 Vca, montado sobre un gabinete al cual están fijados los dispositivos de entrada y de salida comunmente usados para el control de procesos industriales mediante PLC.

La figura 3.1 muestra la estructura base o soporte del gabinete con sus dimensiones respectivas.

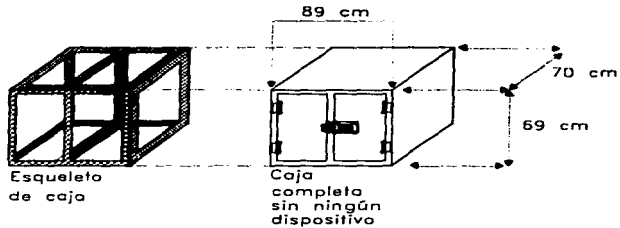


Fig. 3.1 Gabinete del Simulator.

3.2.- DISPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES.

A continuación se presenta el gabinete de simulación con sus componentes integrados a él externamente.

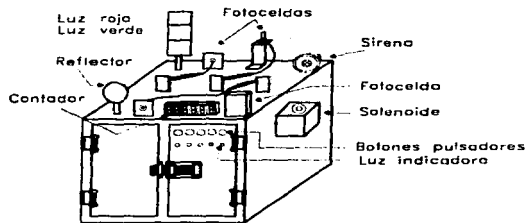


Fig 3.2. Disposición de los Componentes Fuera del Gabinete.

Los dispositivos que se encuentran integrados al gabinete están dispuestos de tal forma que nos permiten facilitar su manipulación y poder observar mejor su funcionamiento.

Las siguientes fotografías muestran el gabinete y la ubicación de los dispositivos de control fijados a el, tanto externamente como internamente.

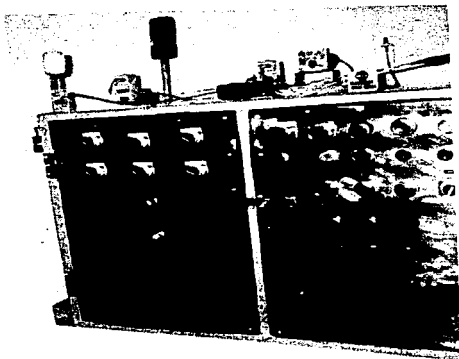


Fig. 3.3 Vista Frontal del Gabinete.

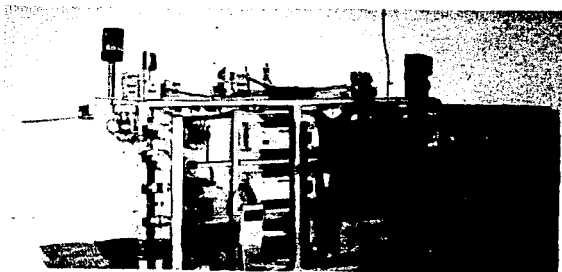


Fig. 3.4 Vista en Perspectiva del Gabinete.

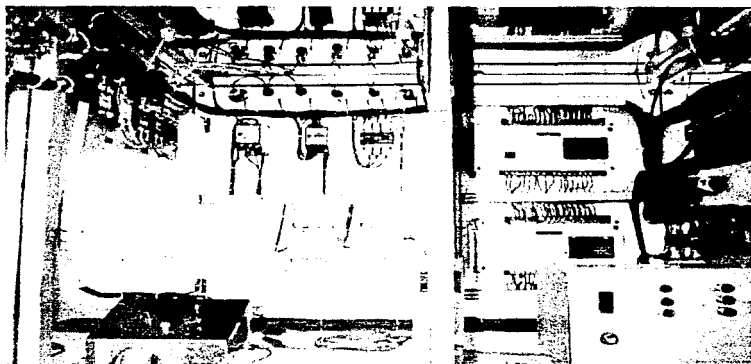


Fig. 3.5 Parte Interna del Gabinete.

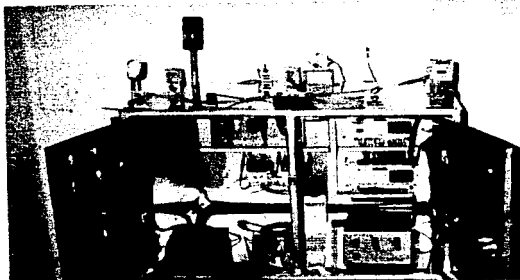


Fig. 3.6 Disposición Interna-Externa de los Dispositivos.

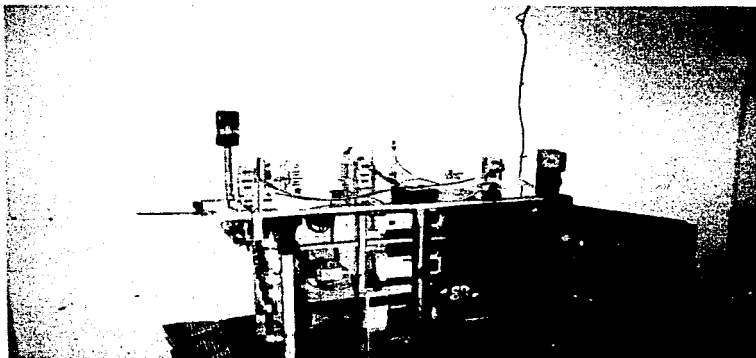


Fig. 3.7 Foto Aérea del Gabinete.

Las fotografías anteriores representan las distintas secciones que integran el gabinete y los dispositivos en conjunto utilizados para la simulación de programas; en éstas se pueden apreciar los distintos dispositivos y su ubicación en él; es de observarse que las fotografías difiere un poco con los dibujo del gabinete en conjunto realizados ya que éste dibujo muestra el gabinete representativamente y las fotografías muestran la verdadera disposición de los componentes.

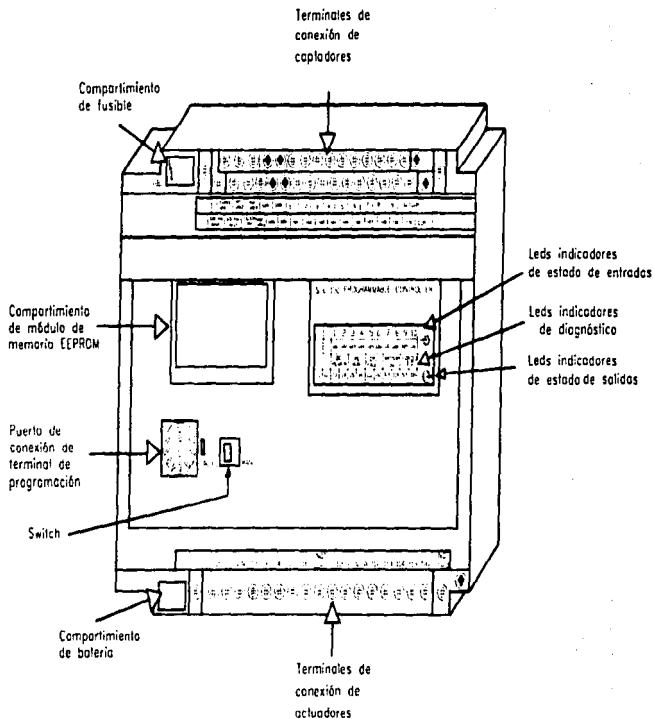
A continuación se anexa una lista de los dispositivos que contiene el gabinete:

- Lámparas indicadoras.
- Lámparas en torreta.
- Fotoceldas.
- Sirena de alarma.
- Contador con displays (6 dígitos).
- Botones pulsadores.
- Selectores.
- Interruptor de límite.
- Solenoides.
- Motor de C.D.
- PLC's.
- Arrancadores de motores.
- Relevadores de estado sólido.
- Sensor de proximidad.
- Control de velocidad.
- Fuente de C.D.

3.3 PARTES PRINCIPALES DEL CONTROLADOR.

Para familiarizarse con el controlador SLC-150, se anexa la figura 3.8 que representa las partes principales del controlador, así como la descripción de las mismas:

Fig. 3.8 Unidad del Controlador SLC-150



3.4 DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES PRINCIPALES DEL SLC-150

1) Terminales de conexión de alimentación.- En ésta sección es donde se conectan las líneas de alimentación del controlador, la elección del voltaje de alimentación puede ser a 230 ó 115 Vac; en nuestro caso la alimentación está dada a 115 Vac

2) Terminales de conexión de entradas.- El controlador tiene capacidad para recibir 20 señales de Dispositivos de Entrada; las terminales de conexión de los dispositivos de Entrada están divididas en 2 líneas o grupos; el primer grupo de terminales comprende las etiquetas de la 1 a la 10, y el segundo de la 101 a la 110 ubicados en la línea superior e inferior respectivamente de la sección de entradas.

3) Terminales de conexión de salidas.- Tiene la capacidad de enviar o controlar simultáneamente 12 Dispositivos de Salida, éste grupo de terminales se puede decir que ésta subdividido en 2; la primera parte comprende las terminales con las etiquetas 11 a 16 y en segundo grupo de la 111 a la 116 pero agrupadas en una misma línea. Las salidas 11 y 111 son salidas por platino de relevador, por lo cual, para cada una de ellas existe un par de terminales, las salidas restantes son activadas por Triac's con una capacidad máxima de 2 Amperes. Las salidas de platino de relevador nos dan la oportunidad de poder controlar dispositivos de C.D. o bien dispositivos que requieran una mayor corriente para su activación, ya que las Salidas tipo Triac (12-16 y 112-116) se utilizan únicamente para dispositivos de A.C. en el nivel de voltaje seleccionado 115/230 V

4) Led's indicadores de entradas.- Existe un led indicador por cada terminal de conexión de los dispositivos de entrada; cuando un dispositivo de entrada envíe una señal al PLC, en éste se activara el led que tenga la etiqueta igual a la terminal de conexión que le corresponda a un dispositivo en particular, también la sección de led's indicadores esta agrupada en dos grupos cada uno para cada grupo de terminales

5) Led's indicadores de salidas.- Existe un led indicador por cada terminal de conexión de los dispositivos de salidas; cuando se cumplen las secuencias lógicas establecidas en las líneas que contienen las instrucciones de salidas externas del programa contenido en el P.I.C, éste envía la señal a la terminal correspondiente de la instrucción de salida, la cual es indicada a través de un led.

6) Led's indicadores de diagnóstico

- DC POWER.- Este led indica que la unidad del procesador está energizada y que la fuente de C.D. está suministrando el voltaje que el controlador requiere para su funcionamiento.

- PC RUN.- Este led indica que el procesador se encuentra en modo de ejecución de programa y está listo para activar los dispositivos de salida. El controlador tiene otros modos de operación a elegir pero el único en el cual se activan los dispositivos de salida es el anterior.

- CPU FAULT.- Este indica que el procesador ha detectado un error en la CPU, o en la memoria, cuando esto ocurre las salidas son puestas en OFF y la operación del programa es automáticamente parada.

- FORCED I/O.- Indica si es que estuvieran una o mas de las direcciones de entrada y salida forzadas a un estado ON/OFF sin tener que acceder al programa.

-BATTERY LOW.- Este indica cuando la batería de respaldo de alimentación de la memoria RAM está por debajo del voltaje necesario para su buen funcionamiento. Es importante sustituir ésta batería de respaldo cuando se active el led, de no hacerlo se corre el riesgo de perder el programa contenido en la memoria en caso de pérdida de energía.

7) Switch Auto/Manual.- Este switch controla el restablecimiento del procesador después de una pérdida de energía y también sirve para restablecer posible indicación de falla de la CPU.

- SWITCH AUTO - Cuando existe una pérdida de energía o activación inicial del controlador mediante ésta posición del switch, el procesador realiza su normal diagnóstico o prueba y automáticamente adquiere el modo de Run.

- SWITCH MANUAL - Cuando existe una pérdida de energía o activación inicial del controlador mediante ésta posición del switch, el procesador realiza su autodiagnóstico, pero no adquiere el modo operativo de Run; por lo cual éste se le tiene que dar ya sea desplazando el switch a Auto o bien mediante la terminal de programación o la computadora.

8) Compartimiento de módulo de memoria EEPROM.- Este módulo de memoria opcional puede ser conectado dentro de su compartimiento designado dentro del controlador; ésta memoria permite guardar permanentemente el programa contenido en la memoria RAM del controlador y también nos permite en caso de pérdida del programa en RAM cargarlo nuevamente a ésta última sin tener que editarlo nuevamente.

Los siguientes diagramas representan la forma de conexión y alimentación de los dispositivos integrados al gabinete que intervienen en la simulación de los programas de control elaborados por PLC.

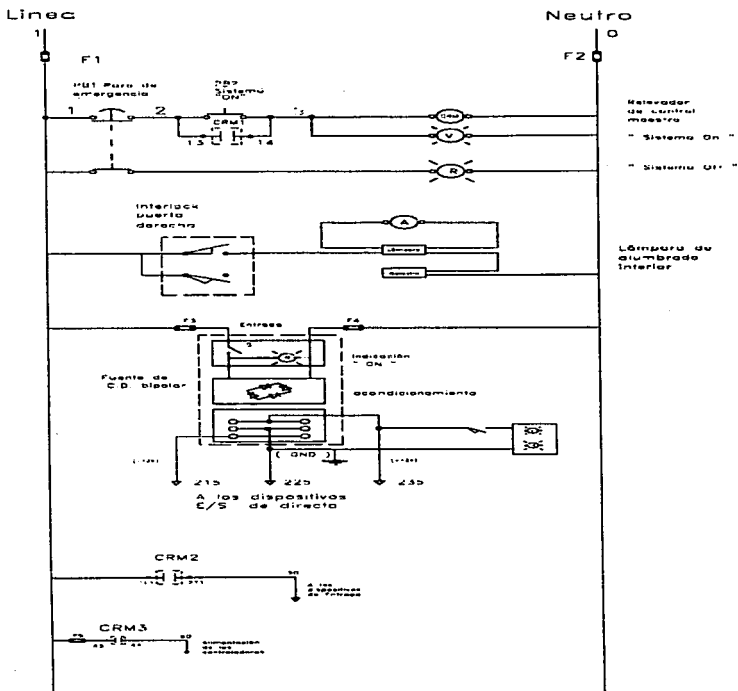


Fig. 3.9 Diagrama de Alimentación Principal

Como se aprecia en la figura 3.9 el sistema está dotado de un botón de "Activación", para energizar los dispositivos y los controladores, además que en la misma línea se encuentra un Botón de Paro de Emergencia que permite desactivar a todo el sistema, salvo la fuente de C.D. que tiene alimentación directa de las líneas.

F1 y F5	Fusibles de 10 Amp. 125 V a.c.
F2, F3 y F4	Fusibles de cristal de 5 Amp. 125 V. a.c.
PB. 1	Botón Tipo Hongo de Paro de Emergencia
PB. 2	Botón con Lámpara Verde indicadora.
CRM.	Relevador de Control Maestro.
CRM 1, CRM. 2 y CRM. 3	Platinos del CRM.

Fig. 3.10 Tabla Descriptiva de las Etiquetas

La Tabla de la Fig. 3.10 representa el significado de las etiquetas asignadas a los dispositivos involucrados en el "Diagrama Principal de Alimentación", la simbología y las etiquetas utilizadas en los Diagramas tienen el formato de Sistema Americano.

En el esquema de la Fig. 3.11 se muestra las conexiones de Alimentación de 115 Va.c. para cada controlador, designados como "PLC. 1" y "PLC. 2", en la parte superior se encuentran las terminales de alimentación del controlador indicadas con sus etiquetas respectivas para su fácil identificación, de estas terminales el controlador obtiene el voltaje de la fuente de C.D. que alimenta al procesador y a los circuitos lógicos de las secciones de entrada y salidas. En la parte inferior del diagrama de conexiones que es la sección de salidas, las terminales que tienen la etiqueta "VAC" representan el punto común del voltaje de conmutación de los Triacs cada grupo de salidas, la conmutación o Switcheo se lleva a cabo con la señal de línea, razón por la cual el otro extremo de los dispositivos de salida se conecta al neutro para que cuando se active su salida se cierre el circuito de alimentación

entre las terminales del dispositivo, obteniéndose los 115 Vac que requieren para su accionamiento.

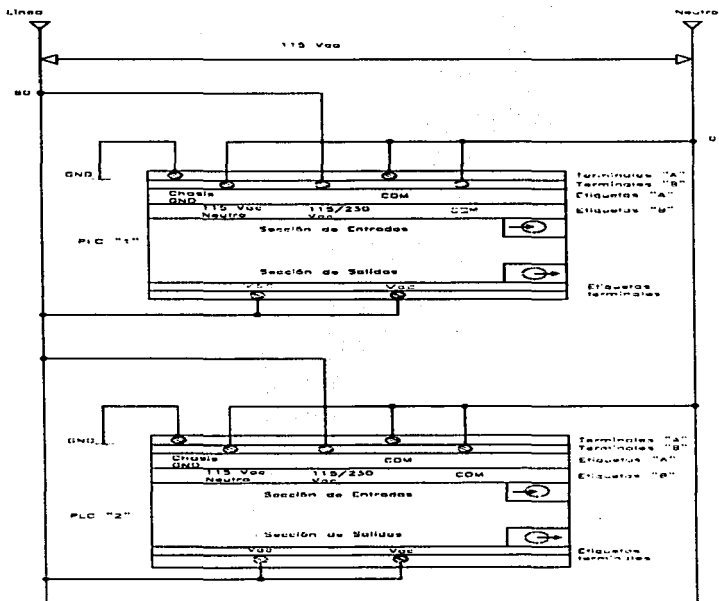


Fig. 3.11 Alimentación de los PLC

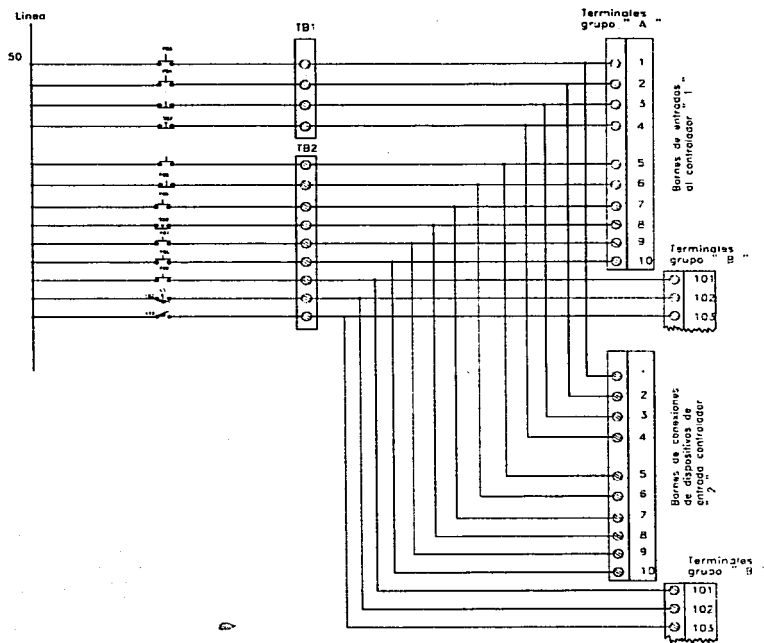


Fig. 3.12 Conexiones de la Sección de Entradas Parte "A".

TB. #	Tablilla de Borne de Conexión.
PB. #	Botones Pulsantes.
SS. #	Selectores.
LS.	Interruptor de Limite.
PES. #	Fotoceldas
SSR. #	Relevadores de Estado Sólido
PS.	Interruptor de Proximidad.

Nota: “#” Indica el Número asignado al Dispositivo

Las Figuras 3.12 y 3.13 representan el diagrama de conexiones de los dispositivos de entrada a la sección correspondiente de los PLC's; como se observa en las conexiones las señales que envían los dispositivos son compartidas en ambos controladores por estar conectadas en paralelo y al mismo borne de conexión. Cuando un dispositivo es accionado la señal que envían llega simultáneamente a ambos controladores para su comparación en la lógica del programa que contenga cada uno de ellos que puede ser igual o diferente.

En la Parte “A” (Fig. 3.12) las señales que envían los Dispositivos de Entrada son enviadas directamente a los bornes de los PLC's por ser todas de corriente alterna de 115 VAC, pero en la parte “B” en donde tenemos conectadas algunas fotoceldas y sensores de C.D. su señal que manejan no es enviada directamente a los Borne de conexión de entradas del PLC, Si no a través de los Relevadores de Estado Sólido (SSR.) los cuales realizan la función de Interface ya que reciben la señal de 12 Vcd. a su entrada y en respuesta a ello cierran su contacto de salida para acoplar la línea de C.A. a la Entrada del PLC.

Los Relevadores de estado sólido son muy utilizados en procesos donde se requiera activar dispositivos de gran consumo de potencia por medio de señales pequeñas de C.D., ya que a través de su contacto de salida pueden manipular cargas de hasta 50 amperes con voltajes de 115 a 230 dependiendo de la línea de alimentación.

Estos dispositivos son muy utilizados en sistemas de control por microprocesador en la industria, como en sistemas de control de alta temperatura en hornos o en cualquier sistema que requiera una temperatura superior a la del medio ambiente para su operación.

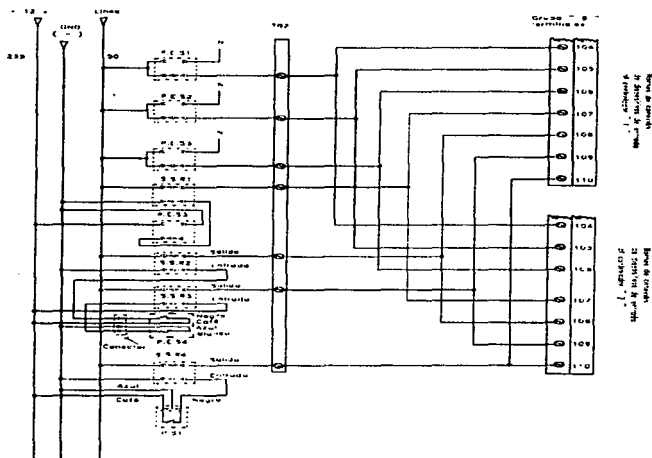


Fig. 3.13 Diagrama de Conexiones de Sección de Entradas Parte "B"

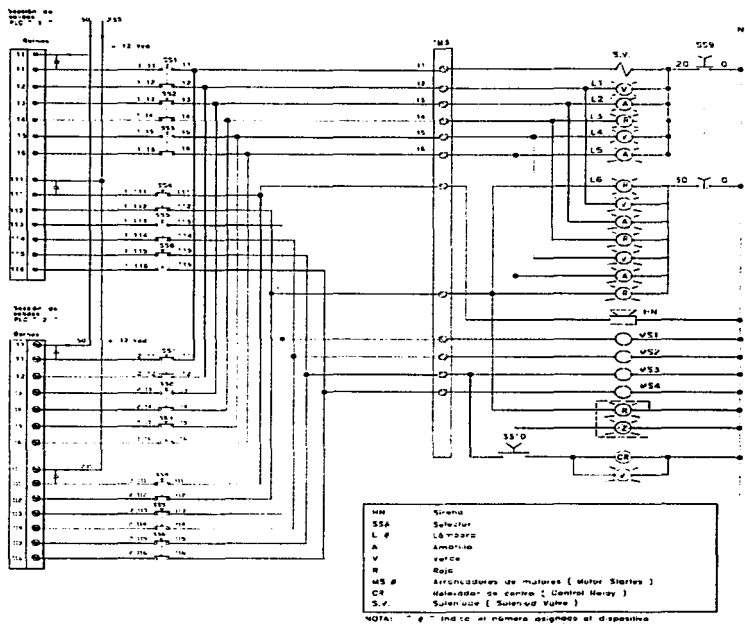


Fig. 3.14 Conexiones de Salidas.

En la Figura 3.14 se muestra el Diagrama de conexiones de la Sección de salidas de ambos controladores.

El cableado está dispuesto de tal forma que las señales de salida de cada controlador llegan a un grupo de 6 selectores de perilla con 4 contactos cada uno, 2 NA y 2 NC; los contactos NA están usados por las señales de salida del controlador "1" y los contactos NC están asociados a las salidas del controlador "2". cada Selector permite o bloquea el paso de 2 señales de uno u otro controlador, es decir poniendo los selectores en la posición "1" permitirán el paso únicamente de las señales del controlador "1" y bloquearán las señales del "2", con esto los dispositivos de Salida serán activados o desactivados dependiendo del programa que tenga el controlador "1".

El controlador "2" puede tener el mismo o diferente programa y operar normalmente sin afectarse mutuamente, pero éste último no podrá manipular los dispositivos de salida hasta que los selectores se cambien a la posición "2".

Este tipo de conexión se realiza porque las señales y los dispositivos de entrada están también compartidas por ambos controladores, éste arreglo de las conexiones de las señales de salida permite que puedan trabajar simultáneamente varios usuarios en ambos controladores y cargar el mismo o diferente programa, y probar cada programa independientemente sin tener cruce de señales de uno u otro controlador hacia el mismo dispositivo de salida que comparten.

En la parte superior de las conexiones se encuentran las lámparas utilizadas con su indicador de color, como se aprecia las 6 primeras lámparas están en paralelo una a una con las 6 de abajo, cada señal de salida de ambos PLC controla dos lámparas simultáneamente, las señales 15 y 16 manejan tres lámparas a la vez, esto es permitido porque las lámparas a un en conjunto en éste caso requieren muy poca corriente para su activación por lo cual esto no afecta al circuito de salida al cual están conectadas

En la parte inferior se tiene la conexión de los arrancadores de los motores (MS) que son 4 y el relevador "CR" que permite la activación por selector de velocidad "2" (Spd 2) que es baja velocidad o avance lento del motor de c.d. de velocidad variable; éste relevador se contemplara también en el diagrama del control de velocidad con el que interactúa

Finalmente se tiene una electroválvula "SV" de fluido conectada a las salidas "11" de los PLC's y la sirena de C.D. conectada a las salidas "111" que son las salidas de contacto por platino mencionadas previamente.

Con todos los elementos o dispositivos anteriores podemos simular diferentes tipos de programas que se presentan dentro de la industria, a continuación se da una descripción de algunas aplicaciones de ciertos dispositivos específico que contiene el gabinete como son:

La **lámpara roja** indicador visual nos representa dentro de la industria una alarma o situación no deseada en algún proceso, puede ser el indicador al operador del paro de una máquina por alguna situación de falla o bien que no se encuentra alguno de los elementos necesarios para el desarrollo de la producción, la **sirena** nos auxilia en éste mismo caso por si el operador de la máquina o proceso industrial no observa la lámpara por que se encuentra desarrollando alguna otra actividad, el sonido de la sirena le permite tomar las acciones pertinentes para poder controlar la situación que en el momento se presenta.

Las **fotoceldas**, cumplen un papel muy importante nos auxilian dentro de la producción mandandonos impulsos que nos sirven de guía para poder saber si se encuentra y en donde alguno de los elementos involucrados en el control de una máquina, también con estos impulsos podemos saber si falta algún material o si está por terminarse algún elemento de producción; con estos impulsos se puede poner algunas máquinas que desarrollen su trabajo automáticamente, claro que sincronizando varios de estos dispositivos y algunos otros extras.

Los **botones pulsadores**, nos auxilian dentro de cualquier proceso o máquina para inicializar, parar, resetear, etc. alguna labor que se éste desarrollando

La **solenoide**, se utiliza para accionar dispositivos actuadores como pistones, mecanismos de apertura o cierre del flujo de elementos de producción que circulan por una línea de transportación, en el control de líneas de circuitos Hidráulicos y Neumáticos etc.

Los **arrancadores o contactores de fuerza**, se utilizan para arrancar motores o bien para controlar líneas de circuitos de control por donde circula alta corriente a través de sus contactos.

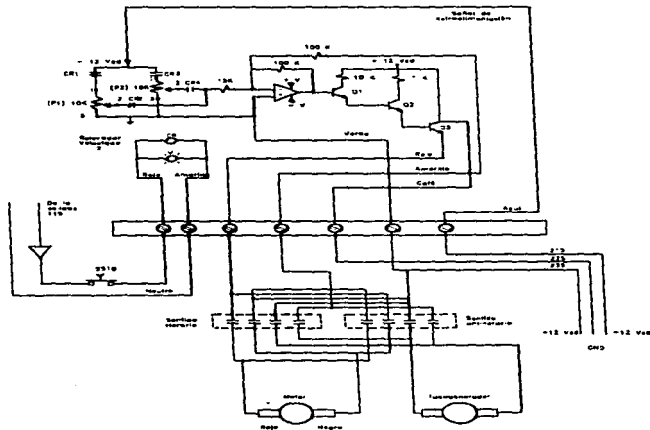


Fig 3.15 Circuito del Controlador de Velocidad

En la Figura 3.15, se muestra el circuito de control de velocidad del Motor de corriente directa, el circuito es básicamente un amplificador "diferenciador inversor"; la señal de referencia está dada por 2 potenciómetro P1 y P2; la señal que envía P1 siempre está presente en la entrada inversora y ésta señal es la que normalmente se usara para ajustar la Velocidad del Motor, a la salida del operacional se encuentra un arreglo de transistores Q1, Q2 y Q3 en cascada a la salida hacia el motor que suministran la corriente necesaria que éste requiere; la activación del motor depende del cierre de los contactos de los Arrancadores con la etiquetas "MS1" y "MS2" en el diagrama de conexiones de salidas que permiten seleccionar el sentido de giro; de cada arrancador 2 contactos se utilizan para la alimentación del Motor (MTR) y los 2 restantes para las señales del Tacogenerador (TG) al circuito de velocidad, los arrancadores son por las salidas de los PLC's 113 (MS1) y 114 (MS2) para sentido horario y Antihorario respectivamente; La señal de retroalimentación enviada por el Tacogenerador a través de los contactos de los arrancadores es cambiada de terminal entre uno y otro sentido para que siempre se reste de la señal de referencia independientemente del sentido del Motor, con esto "sigue" al cambio de polaridad de la alimentación del motor, de no hacerlo el motor tendería a desbocarse al cambiar de sentido y nada más nos permitiría el control en un solo sentido; para facilitar la identificación de las líneas de conexión, el Motor y el Tacogenerador están representados como si fueran independientes.

Las líneas de las señales que se utilizan en la alimentación, así como en el control de velocidad están conectadas mediante una tablilla a los puntos que les corresponden.

El potenciómetro P2 se utilizara para efectuar por programa un cambio automático de alta velocidad (de P1) a baja velocidad por medio de la activación de "CR": Las señales de referencia para la velocidad suministradas por P1 y P2 nunca pueden llegar simultáneamente a la entrada inversora del operacional por depender del contactor "CR" y tener conexión a diferente tipo de contacto, cuando se activa "CR" se permite el paso de la señal de P2 y

bloqueando la de P1, cuando el relevador está inactivo pasa la señal de P1 y la de P2 está bloqueada.

3.5 LA TERMINAL DE PROGRAMACIÓN

Es el medio material del que se auxilia el programador para grabar e introducir en la memoria de usuario las instrucciones del programa, pero además ésta unidad realiza otras tareas fundamentales.

Funciones principales:

La gama de funciones que son capaces de ejecutar los equipos de programación son múltiples y variadas, aumentando el tipo de estas en razón directa a la complejidad del equipo. A continuación se describen las principales funciones:

a) Programación.

- **Introducción de instrucciones (programa).**
- **Búsqueda de instrucciones o posiciones de memoria.**
- **Modificación del programa:**
 - **Borrado de instrucciones.**
 - **Inserción de instrucciones.**
 - **Modificación de instrucciones.**
- **Detección de errores de sintaxis o formato.**
- **Visualización del programa de usuario o parte del mismo, contenido en la memoria de usuario.**
- **Forzamiento del estado de marcas, registros, contadores, temporizadores, etc.**

b) Grabación de programas

- En cinta cassette.
- En chip de memoria EPROM o EEPROM.
- En papel mediante impresora.
- En disquete mediante PC.

c) Visualización y verificación dinámica del programa

- Del programa o parte de él.
- De entradas y salidas.
- De temporizadores, contadores, registros, etc.

d) Modos de operación

- STOP (off-line), o salidas en reposo.
- RUN/PROGRAM (on-line), o ejecutando el programa.
- Otros modos intermedios como MONITOR, etc.

El PLC "SLC-150" Allen Bradley que se utiliza para trabajar con los programas del simulador tiene una unidad de programación de tipo calculadora, que es de las más utilizadas en los autómatas programables de la gama baja, consta de su correspondiente teclado, conmutador de modos de operación por teclado, display de cristal líquido indicador de las operaciones y de los estados de las instrucciones de los programas que ejecuta el controlador, y su cable de comunicación con el PLC.

En la figura 3.16 se aprecian las partes que componen a la Terminal de Programación:

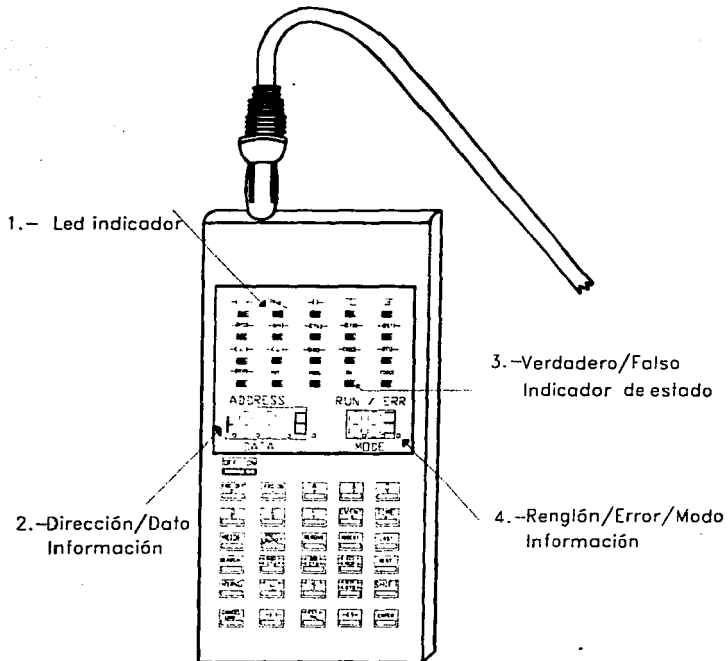


Fig. 3.16 Unidad de Programación.

Las partes Principales indicadas en la Terminal de Programación se describen a continuación:

1) **Leds Indicadores.**- Existe un Led Indicador por cada instrucción de programación que maneja el controlador, al monitorear o realizar un programa por cada instrucción que se vaya ejecutando se activara su led respectivo.

2) **Display de Dirección (Address).**- Esta sección de 3 Dígitos permite observar la dirección que tiene una instrucción; la sección de 4 dígitos de "Data" parte inferior se observa el modo de operación que tiene el controlador que bien puede ser "Run" u otro.

3) **Led De Estado.**- Este led indica el estado de una instrucción en la cual se encuentre ubicado el cursor, éste tiene la etiqueta "ON" y es común para todas las instrucciones, si el led está iluminado indica que la instrucción en la que se encuentra el cursor presenta lógica Verdadera si está apagado ocurre lo contrario.

4) **Display de Renglón.**- Este grupo de 3 segmentos permite observar el número de renglón de la instrucción en la que se encuentra el cursor, podemos observar el número del modo de operación en el que se encuentra el controlador "2" para Program y "3" para Run, también si llegase a presentarse un error al cargar o modificar un programa en estos dígitos se apreciaría el código del error presente.

5) **El Teclado.**- No está indicado, se encuentra en la parte inferior y es la parte medular de la Terminal ya que el cargado de las instrucciones que conforman un programa y las modificaciones, así como el monitoreo se efectúan por él; la figura 3.17 representa las teclas de que consta el teclado de la terminal de programación y la operación que representan:

FRC OFF	Force OFF	RTF	Retentive Timer On Delay
FRC ON	Force ON	RTO	Retentive Timer Off Delay
UNPRT NOT	Not Protect	CANCEL	Cancel
(SQO)	Secuence Output	CMD	Command
(SQI)	Secuence Input	RST	Reset
(CTU)	Up Counter	I	Branch Open
(CTD)	Down Counter	I	Branch Close
(ZCL)	Zone Control Last State	I	Examine ON
(MCR)	Master Control Reset	I	Examine Off
(L)	Latch	+	Output Energize
(U)	Unlatch	+	Shift Register (Use Shift)

Fig. 3.17 Teclado de la Terminal

Las instrucciones o etiquetas superiores (Azules), que se encuentran en las teclas de doble función se obtienen en forma similar al teclado de una calculadora oprimiendo la tecla "SHIFT" y posteriormente la tecla donde se encuentra la función; las instrucciones de la parte inferior en teclas de doble función se obtienen directamente sin utilizar alguna otra tecla.

En la figura 3.18 se muestran las Direcciones dadas por el fabricante para las distintas Instrucciones que conforman los programas del SLC-150:

DIRECCIONES DEL SLC-150	
Instrucciones Internas de Programación	
Direcciones Externas	de Entrada 001 a la 010 101 a la 110
	de Salida 011 a la 016 111 a la 116
Tipo Relevador	
Direcciones Internas	701 a la 863
Temporizadores.	901 a la 932
Contadores	
Secuenciadores y Reset	951 a la 982
Base de tiempo exacta	869 a la 873
Base de tiempo larga	874 y 875
Ruptura de tiempo	100
Programa autocargable de EEPROM	864
Estado de la batería	865
Inicialización del programa	868
Switch Automático o Manual	876
MCR	Direcciones no requeridas
Registro de corrimiento	Combinación de Instrucciones de tipo Relevador y Secuenciador

Fig. 3.18 Instrucciones de Programas del SLC-150.

4 PROGRAMACIÓN BÁSICA

4.1.- INSTRUCCIONES LÓGICAS BÁSICAS.

En los capítulos anteriores se describió como está constituido el PLC y su forma de conexión de los dispositivos de entradas y salidas, ahora describiremos la forma de programar y la manera de cargar un programa al procesador del PLC, conteniendo instrucciones básicas, también mencionaremos las técnicas de programación más importantes, como poder analizar el programa, direccionamiento, arreglo de peldaños serie, paralelo, etc.

Se resolverán ejemplos prácticos reales, para reafirmar el uso de las instrucciones básicas descritas en el desarrollo de este capítulo.

Las instrucciones lógicas básicas de los programas en diagrama de escalera utilizadas por el PLC tienen el formato de la simbología de los contactos de Relevador, utilizada en los diagramas eléctricos de control convencional cableado.

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

El Peldaño más sencillo queda definido por una instrucción lógica de entrada proveniente de un dispositivo como (Interruptor, Botón pulsador, etc.) y una instrucción de salida que en

FALTA PAGINA

No. 59

EXAMINE IF CLOSED (XIC).- Esta instrucción le indica al procesador que verifique el estado del Bit en la localidad de dirección que tenga la instrucción, si encuentra que éste está "ON", entonces el procesador pone esta lógica en el peldaño o peldaños donde se encuentre como "Verdadera" o "1" lógico. Si encuentra que el Bit está "OFF" entonces la lógica de ésta instrucción en el programa será "FALSA" o "0" lógico.

EXAMINE IF OPEN (XIO).- Esta instrucción indica al procesador que explore la condición del Bit de la dirección de tal instrucción, si encuentra que está "OFF", entonces la lógica de ésta instrucción en la secuencias o peldaños de escalera donde se encuentra será Verdadera (ON), si ocurre lo contrario entonces presentara lógica discontinua (OFF) en tales secuencias.

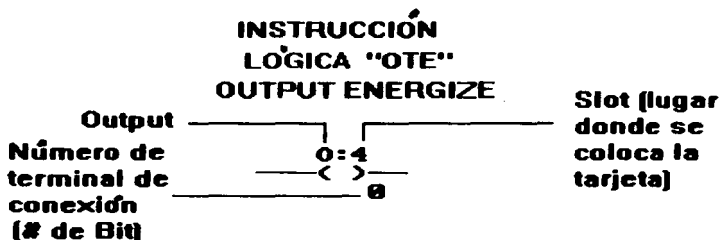


Fig. 4.2 .- Instrucción de Salida "OTE".

OUTPUT ENERGIZE (OTE).- Esta instrucción de salida, indica al procesador que explore si existe una trayectoria lógica continua en el peldaño que contiene la "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 indicada por la dirección de la instrucción se activará, si ocurre lo contrario se desactivará.

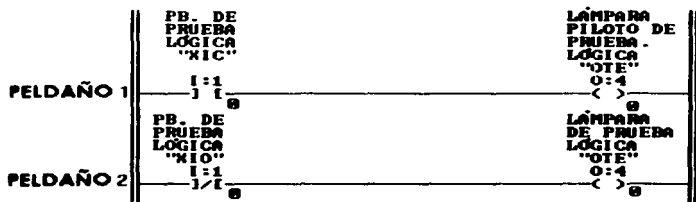


Fig. 4.3 Programa de Instrucciones Básicas.

4.2 DIRECCIONAMIENTO (ADDRESSES).

Direccionamiento es la asignación de las localidades de memoria en la sección de la "Tabla de Datos" en donde se guardaran los valores actuales de los Bits correspondientes a las instrucciones de entradas y salidas, también es la asignación de las localidades, donde se almacenaran los estados actuales de los Bits de control "Status Bits" y sus valores de registro

(valores acumulado y prefijado) para las instrucciones de salida internas de Temporizadores y Contadores.

Normalmente en la "Dirección" se indica de donde se origina la instrucción "I" (Input) para entradas y "O" (Output) para salidas, el número de ranura (Slot) donde se aloja la tarjeta y el número de terminal 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 específicamente para los dispositivos de entradas y salidas que se 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 dependera del estado o nivel lógico de voltaje que esté 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 que le corresponde, 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 dependera de la lógica que presenten los peldaños que contengan las instrucciones de salida con la dirección correspondientes a las terminales físicas de conexión del PLC.

DIRECCIONAMIENTO INTERNO.- Estas direcciones específicas se usan siempre en Instrucciones de Salida en los diagramas de escalera; hacen la función de un relevador y se utilizan para optimizar y simplificar las secuencias de control. Estas instrucciones de salida por sí 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 originan, las instrucciones de entrada "Dependientes" realizan la función de los contactos

de un relevador, es decir, cuando la instrucción de salida interna esté ON, una instrucción lógica "XIC" presentara lógica continua (Verdadera) de manera análoga a un platino "NA" de un relevador activado, y una instrucción "XIO" presentara lógica discontinua (falsa) al igual que un platino de naturaleza "NC" de un relevador activado y viceversa.

Las instrucciones de salida con Direccionamiento Interno no poseen una terminal de conexión física por cable al controlador, a diferencia de una instrucción de salida con Direccionamiento 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 número limitado de contactos o platinos, mientras que en 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 entrando en la estructura del programa que las contenga y no al nivel terminal de conexión de las instrucciones con direccionamiento externo.

4.3.- CONSIDERACIONES DE LOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA EN LA PROGRAMACIÓN.

Cuando se desea implementar un programa de control, lo primero que hay que considerar son, las características de los componentes con los que se cuenta, sobre todo de los dispositivos de entrada, ya que dependiendo de la naturaleza "NA" o "NC" de su Contacto podremos seleccionar la lógica "XIC" o "XIO" apropiada de la instrucción, 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"s y mediante estas controlar el estado de los dispositivos de salida direccionados con esta instrucción.

Tabla del comportamiento de las instrucciones del PLC dependiendo de los dispositivos externos que las originan:



	Dipositivo externo	Estado de la terminal de entrada	Lógica EXAMINE IF CLOSED	Lógica EXAMINE IF OPEN
Sin accionar		OFF	Falsa	Verdadera
Accionado		ON	Verdadera	Falsa

Fig. 4.4 Comportamiento de las Instrucciones Lógicas Originadas por Dispositivos de Contacto NA.

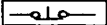
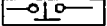
	Dipositivo externo	Estado de la terminal de entrada	Lógica EXAMINE IF CLOSED	Lógica EXAMINE IF OPEN
Sin accionar		ON	Verdadera	Falsa
Accionado		OFF	Falsa	Verdadera

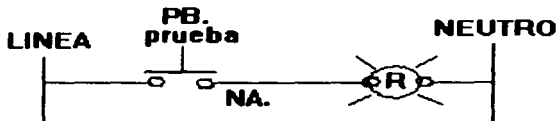
Fig. 4.5 Tabla Descriptiva de las Instrucciones Lógicas de Entrada de Dispositivos Externos de Contacto NC.

4.4.- SISTEMAS EQUIVALENTES.

A) UTILIZANDO DIRECCIONAMIENTO EXTERNO.- Supongamos que se tiene un control para la activación de una lámpara piloto mediante un botón pulsador "NA", al oprimir el botón se activara la lámpara conectada a él, se desea implementar un control análogo 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 ésta, de otra manera si utilizamos la lógica "XIC" la lámpara estará normalmente prendida y al oprimir el botón se apagaria.

De la descripción anterior notamos que el contacto 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

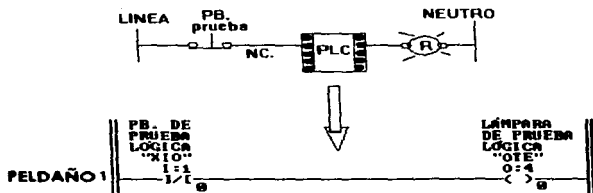


Fig. 4.6 Sistemas Equivalentes (Direccionamiento Externo)

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

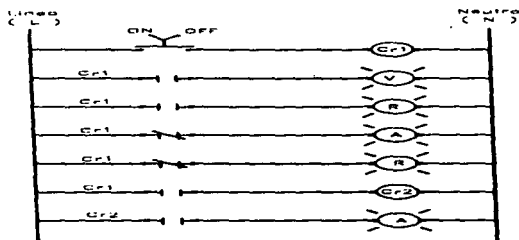


Fig. 4.7 Control por Relevador.

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

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

En el control por PLC equivalente al sistema anterior, se conecta el 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 "CR1" y "CR2" 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 lámparas 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 lo 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

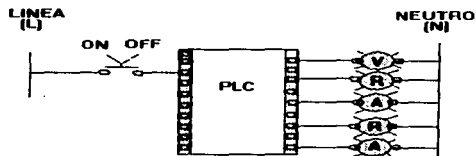


Fig. 4.6 Diagrama de Conexión de los Dispositivos al PLC.

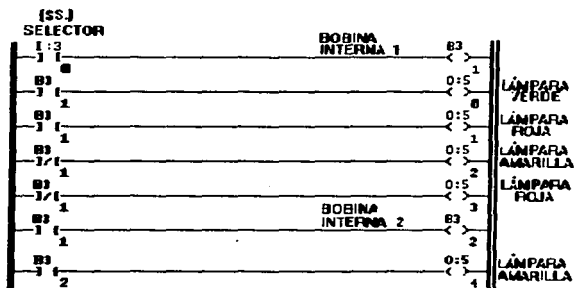


Fig. 4.8 Sistemas Equivalentes (Direccionamiento Interno).

4.5.- ARREGLOS PRINCIPALES DE PELDAÑOS.

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

A) PELDAÑOS SERIE.- En ésta forma de colocar las instrucciones dentro del peldaño se le conoce como función "AND", puesto que 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.

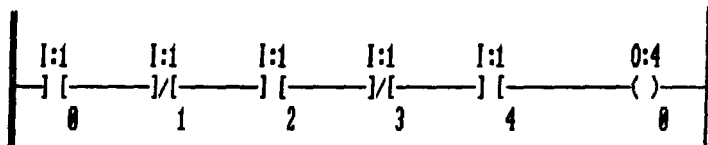


Fig. 4.9 Peldaño Serie (Función AND).

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

B) PELDAÑO PARALELO.- En ésta disposición de las instrucciones lógicas de entrada, se caracteriza por permitir llevar a cabo más 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 lógica "Verdadera", a diferencia con la lógica "AND" donde se requiere que todas sean "Verdaderas".

Las derivaciones o ramificaciones de estos peldaños se les llama "Ramas" (Branch)

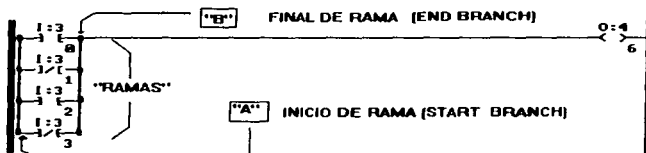


Fig. 4.10 Peldaño Paralelo.

El número de "Ramas" permitidas en los peldaños paralelo difiere entre una y otra marca de controlador, algunos aceptan hasta 8 Ramas, existen ciertas restricciones que se deben de tomar en cuenta al programar las ramas, para algunos controladores todas las ramas deben tener el mismo punto de inicio "A" y terminar en el mismo punto "B".

La mayoría de los PLC. están diseñados sin ésta restricción, en aquellos controladores en los cuales está presente la restricción mencionada pueden realizar la misma función lógica de programa como si no la tuvieran, mediante un arreglo equivalente, para comprender mejor lo descrito a continuación se muestra dos programas equivalentes, en donde se contemplan las dos formas de programación.

1) RAMAS CON DISTINTO PUNTO DE TERMINACIÓN

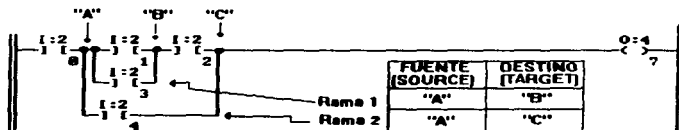


Fig. 4.11 Peldaño con Ramas sin Restricción.

2] RAMAS CON IGUAL PUNTO DE TERMINACIÓN

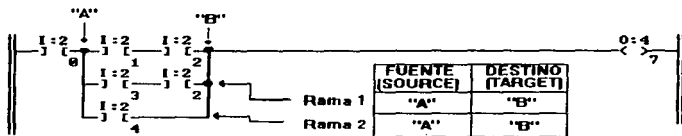


Fig. 4.12 Peldaño de Ramas con Restricción.

4.6.- ELABORACIÓN DE PROGRAMAS.

Los siguientes pasos enumerados nos dan el procedimiento y consideraciones al efectuar un programa:

1) CONFIGURACIÓN.- Para elaborar un programa una vez considerado la naturaleza de los dispositivos de entrada, se debe escribir en papel para después proceder a 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 ésta tarea se indica el o los tipos de "RACK", quedando definido cada RACK por el número de tarjetas que este pueda alojar, los hay de 4, 6, 8, 16 tarjetas o más.

Después para cada rack se tiene que hacer una descripción por separado de los tipos de Módulos o Tarjetas que en el se alojaran como pueden ser tarjetas de C.D. o de A.C 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 ocuparan, en algunos controladores también se indica el tipo de Procesador (# de Catálogo dado por el fabricante) el cual normalmente se aloja en el primer Slot, los controladores de gran capacidad

utilizan más de un Procesador que pueden estar en Slots vecinos de un mismo RACK o bien en distintos racks que les permiten manejar mayor cantidad de información (mayor número de archivos de programas). La figura 4.3 muestra un ejemplo de "Configuración":

```

STATION 10000000 PROGRAMMING SOFTWARE
PLC CONFIGURATION IS COMPLETE
RACK 1 - 1746-A7 7-slot Backplane
RACK 2 - NOT INSTALLED
RACK 3 - NOT INSTALLED

SLOT      CATALOG #    CARD DESCRIPTION
# 0       1747-LS14    S/BI CPU - 4K USER MEMORY
# 1       1746-IR16   16-Input 100/120 UAC
# 2       1746-IR16   16-Input 100/120 UAC
# 3       1746-IR8    8-Input 100/120 UAC
# 4       1746-OR16   16-Output (TRIAC) 100/240 UAC
# 5       1746-OR16   16-Output (TRIAC) 100/240 UAC
# 6       1746-OR8    8-Output (TRIAC) 100/240 UAC
# 7
# 8
ESC exits
  
```

Fig. 4.13 Configuración de un RACK.

En los controladores "Compactos" no se requiere realizar la tarea de configuración puesto que estos no utilizan tarjetas, ya que sus circuitos de entradas y salidas están dentro de la misma unidad donde está contenido el procesador.

2) EDICIÓN 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 programación**, en algunos es por llave (**keyswitch**), en otros por teclado utilizando la **terminal** o bien por Teclas de función mediante la **computadora** etc. En ésta opción (programación) podemos Editar las instrucciones lógicas para cada peldaño hasta conformar la totalidad del diagrama de escalera, también en ésta modalidad podemos modificar o anexar peldaños e instrucciones de todo tipo a un programa que ya este operando una máquina 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 ésta función es conocida como OFF LINE PROGRAMMING las instrucciones se guardaran en un archivo similarmente a los que se 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) éste programa al procesador, conectando la computadora al puerto del procesador a través de un Módulo 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 se este transfiriendo el programa adecuado y en la máquina que le corresponde.

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

3) EJECUCIÓN DE LOS PROGRAMAS.- Ya que se terminó de cargar un programa para que manipule los dispositivos del control para el cual fue diseñado, 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 ésta 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 éste 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 medular en la elaboración de un programa, 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 problemas.

4) **EXPLORACIÓN DE PROGRAMAS.**- Cuando existe la necesidad de explorar el estado de las instrucciones lógicas debidas 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, vía terminal de programación comúnmente basta con conectarse al procesador para poder explorar el contenido de éste, 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 ese momento y poder dar el diagnóstico de las causas del problema(s), también estando en **on line** se pueden realizar las tareas de modificación directa del programa de máquina es decir agregar peldaños, modificarlos, incrementar o quitar instrucciones etc.

Además en "On Line" se pueden **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 ésta 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 debiera estar apagado porque las instrucciones lógicas de su peldaño de control presente lógica "Falsa", al forzarlo al 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.

El forzamiento como se menciono anteriormente cuando exista o se presente un problema en el control, es de gran utilidad por ejemplo si un motor no trabaja porque su lógica no se cumple y al monitorear el programa para encontrar la causa de esto se encuentra uno con ciertas dificultades para localizar ésta, es recomendable forzarlo a "ON" y asi poder permitir continúe completo el proceso, con esto se gana tiempo al lograr que opere la máquina o equipo, mientras con la calma necesaria se encuentra la falla, una vez localizada ésta, es recomendable hacer inmediatamente el "Desforzamiento" y permitir que el motor responda solo a la situación lógica de sus instrucciones de su peldaño de control, de lo contrario pueden ocurrir accidentes o sucesos no previstos.

En algunos controladores además de forzarse instrucciones Boleanas o lógicas, tienen la capacidad de permitir forzar el valor numérico de una Variable Real y mantener cualquier Variable en un valor fijo no importando el entorno de las demás variables involucradas en el mismo proceso

Supongamos que se desea activar un motor controlado por "servodrive" y ver la estabilidad que pudiera tener a una velocidad determinada, para poder ajustar sus parametros de control "ganancia" su **rampa** de aceleración, de desaceleración etc., está controlado obviamente por un **lazo retroalimentado**, en el cual la velocidad está dada por una variable que hace la función de la "Señal de Referencia", con lo cual al darle un valor Forzado tendrá una velocidad determinada, la velocidad del motor es variable y depende del valor de otras variables involucradas en el lazo de control, al forzar el valor de la variable que da la referencia en un valor permanente deseado, el motor mantendrá fija su velocidad sin importarle el valor de las demás variables, al darle un valor negativo puedo invertir directamente su sentido de giro. Al igual que en el forzamiento ordinario de entradas y salidas, es importante desforzar las variables reales una vez cumplido el cometido y restablecer a estas a su situación normal.

Esto comúnmente se hace mediante Software.

7) **RESPALDO DE INFORMACIÓN.** - La información de los programas de PLC es guardada en la memoria del procesador, comúnmente en memoria RAM, el inconveniente conocido es que mientras esté energizado el controlador mantienen memorizada la información pero si se corta la energía se pierde, para salvar ésta situación la mayoría de los PLC están dotados de una Bateria de Respaldo (**back up-battery**) que suministra el voltaje que necesita la RAM para mantener la información cuando se pierde la energía, aunque ésta 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 una EEPROM, por lo general la situación descrita se contempla solo en los controladores pequeños.

En los Controladores Grandes de mayor capacidad en el manejo de información, dotados de Software nos dan la ventaja de poder guardar los programas contenidos en el o los procesadores en un directorio creado por máquina en disco flexible o duro. Para esto se invoca la función **uploading, transfer from the rack, transfer plc>>pc** etc.; por mencionar algunas de las etiquetas de designación para Respaldo el contenido del PLC en disco.

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

4.7.- PROGRAMAS DE APLICACIÓN.

A) Las instrucciones en los programas de aplicación siguen algunos formatos o patrones para realizar ciertas funciones, en las siguientes aplicaciones se tratara de cubrir el mayor número de detalles de las técnicas más utilizadas en la programación.

APLICACIÓN 1.- Implementar un programa para activar mediante un botón pulsador (NA) una sirena de alarma contra incendios.

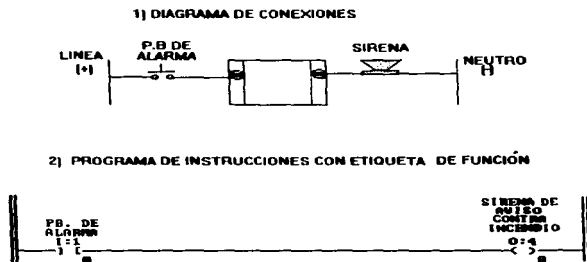


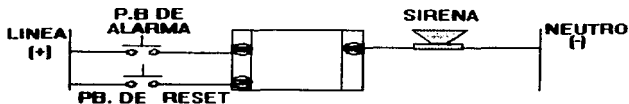
Fig. 4.14 De la Aplicación 1.

La instrucción de dirección 1:1/0 corresponde a la terminal donde está conectado el botón pulsador (P.B), la lógica de ésta instrucción es "XIC" la cual es *falsa* Normalmente como el botón es "NA", al oprimirlo se cierra y la lógica "XIC" conmuta a *verdadera* ya que verifica que existe voltaje en la terminal de conexión del "pulsador", originando que la

instrucción "OTE" de dirección "O:4/0" se haga verdadera activando con esto a la Sirena de aviso.

APLICACIÓN 2.- Modificar el programa anterior para mantener Activa a la sirena con un pulso del botón de "Alarma" y que permanezca activa, hasta que se oprima un botón pulsador (P.B) de contacto "NA." con la etiqueta "RESET".

1) DIAGRAMA DE CONEXIONES



2) PROGRAMA DE INSTRUCCIONES CON ETIQUETA DE FUNCIÓN

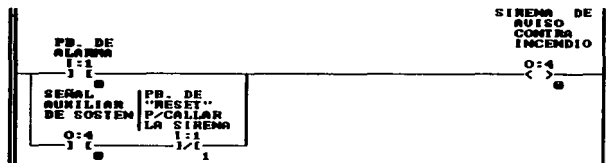
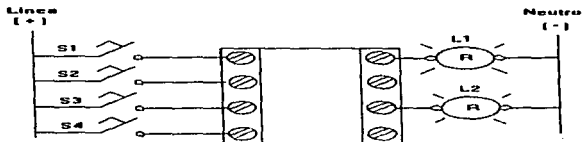


Fig. 4.15 Figura de la Aplicación 2.

APLICACIÓN 3.- En un banco se instala un controlador programable para el control de alarmas, en cada lugar que ocupan los cajeros de atención al cliente se instala un interruptor

de pedal, en el caso de un robo cualquier cajero pueda accionar el interruptor de pedal para avisar al Gerente y al Subgerente de tal situación por medio de la activación de una lámpara colocada en cada oficina de estos, y alguno o ambos enteren de tal situación a la policía.



Descripción	Ubicación
S1 Interruptor de pedal 1	Cajero # 1
S2 Interruptor de pedal 2	Cajero # 2
S3 Interruptor de pedal 3	Cajero # 3
S4 Interruptor de pedal 4	Cajero # 4
L1 Lámpara Roja	Gerencia
L2 Lámpara Roja	Subgerencia

Fig. 4.16 Diagrama de Conexiones Sistema de Alarma del Banco.

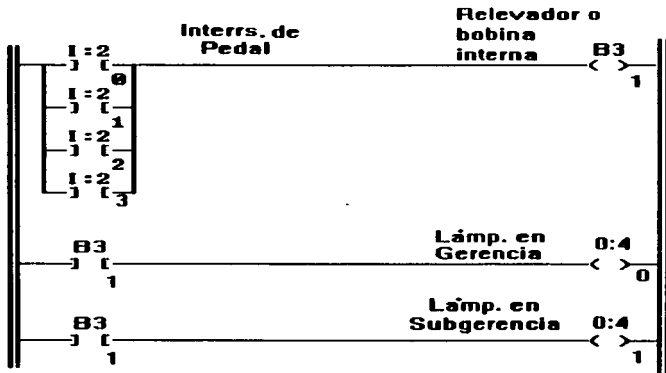


Fig. 4.17 Programa de Aplicación 3.

APLICACIÓN 4.- Los motores son uno de los más grandes servidores de la sociedad y su aplicación se encuentra en casi todos los campos de trabajo desarrollados por el hombre, los hay de diferentes capacidades y tipos de a.c. o d.c. independientemente de la aplicación que tengan, su control es muy similar y difiere muy poco.

A continuación se anexa el diagrama de conexiones del Sistema de "Control" y " Fuerza", tipo convencional para Motor Trifásico.

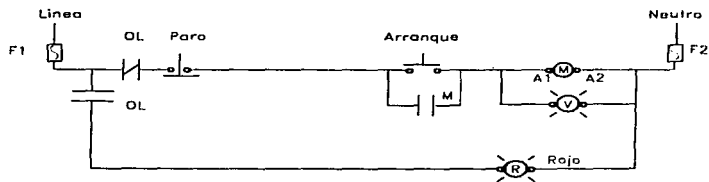


Fig. 4. 18 Diagrama de Control de Arranque y Paro del Motor con Lámparas Piloto.

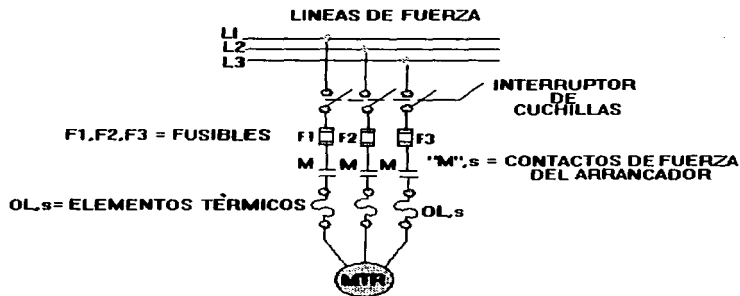


Fig. 4 19 Diagrama de Fuerza o Alimentación del Motor Trifásico.

Ahora se anexa el Diagrama de conexiones al PLC y la secuencia escalera equivalente al control anterior. El programa consta de "Arranque" y "Paro", con dos lámparas tipo piloto indicadores de motor "Activo" y Motor "Desactivado", Verde y Roja respectivamente.

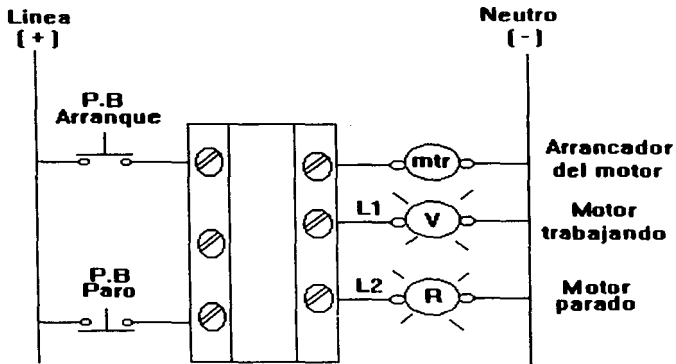


Fig. 4.20 Diagrama de Conexiones para Control del Motor por PLC.

SECUENCIA DE ARRANQUE Y PARO DE MOTOR POR PLC.

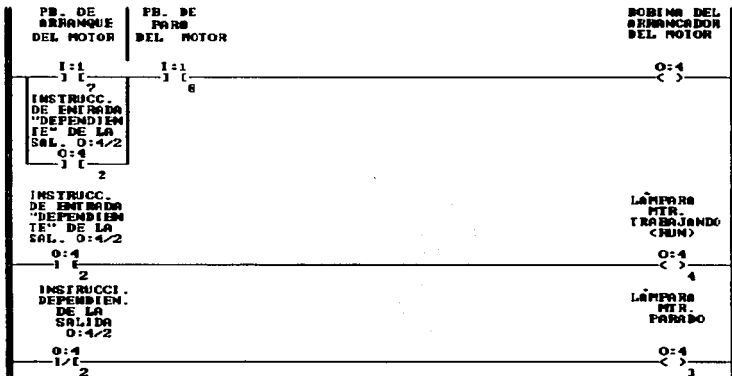


Fig. 4.21 Programa de Control del Motor.

APLICACIÓN 5. - Los Controles "Reversibles" para inversión de la rotación de motores en ambos sentidos son muy usuales en la industria.

Encontramos estos en los elevadores de materiales, en las grúas viajeras de desplazamiento longitudinal, transversal y de altitud o vertical para el movimiento de materiales de gran peso y tamaño, también en la apertura y cierre de zaguanes o puertas de gran peso accionadas por motor; en el control de ventiladores secadores de productos agrícolas e industriales, etc.

Las anteriores son de las aplicaciones más comunes en la industria de los controles "Reversibles" pero existen más. El control cableado es similar en cada una de estas aplicaciones, y los dispositivos de entrada y salida utilizados son también los mismos quizás con diferencias en cantidad y características eléctricas.

Normalmente el control convencional o control de lógica por contactos de relevador utiliza para la implementación de esto sistemas tres botones pulsadores: Un botón pulsador nos dará un Arranque en un sentido y otro pulsador el Arranque en sentido contrario, el tercer botón pulsador se usa para el Paro. Obviamente que requerimos de dos Arrancadores por bobina uno para cada sentido de giro del Motor.

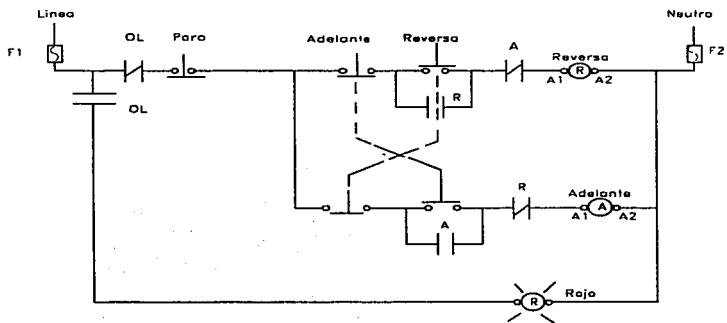


Fig. 4.22 Diagrama de Conexiones de un Control Reversible con Lámparas Piloto.

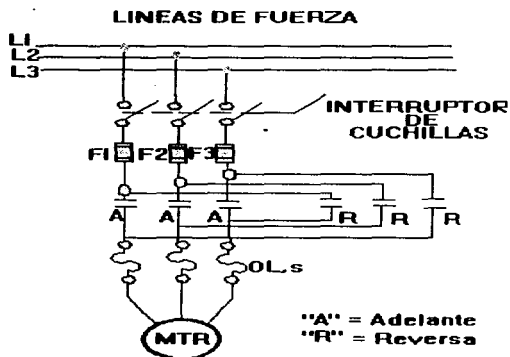


Fig. 4.23 Diagrama Conexiones del Sistema de Fuerza de Control "Reversible" para Motor.

El control por programa mediante PLC es parecido entre una y otra aplicación, por lo que presentaremos el programa base que se puede utilizar en forma generalizada para la implementación de sistemas reversibles para Motores.

En la aplicación o adaptación de éste programa base a una aplicación en particular, tal vez exista una pequeña diferencia en lo aquí expuesto.

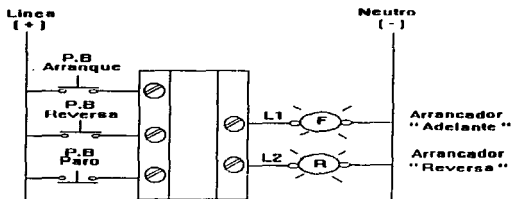


Fig. 4.24 Diagrama de Conexiones de Control Reversible para PLC.

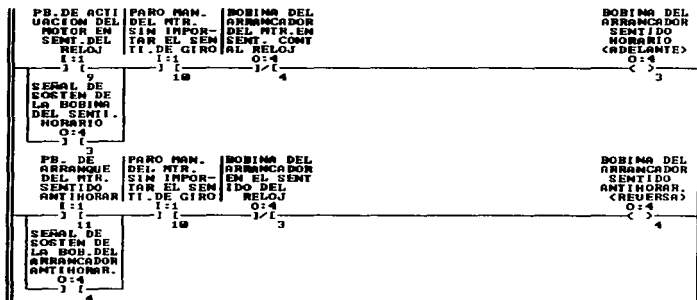


Fig. 4.25 Programa Básico de Instrucciones para Control Reversible.

Para Confirmar la utilización del Programa Básico de Control Reversible, en la aplicación 6 es una muestra de que éste programa se puede adaptar a cualquier sistema para el control de giro de Motor en Ambos Sentidos.

APLICACIÓN 6 .-El esquema siguiente representa un “Elevador de Cajas” con Retorno (Bajada) Automático, el ciclo inicia cuando el operador coloca una caja en la plataforma del Elevador, y para que suba oprime el botón “Arriba”, cuando el elevador llega a su punto máximo superior acciona el interruptor de limite superior el cual “para” al motor y por un mecanismo de resorte la caja es expulsada del elevador y pasa a la banda transportadora, accionando en su viaje la varilla del interruptor de limite para activar el motor en un sentido de giro contrario con lo que baja automáticamente el elevador, al bajar el Elevador acciona el micro o interruptor de limite inferior, con lo cual el motor se detiene para esperar la colocación de otra caja y repetir el ciclo.

El sistema consta además de un Botón para bajar el elevador manualmente y otro para detener el Elevador en cualquier posición de su recorrido, el freno sirve para mantener estático al motor en cualquier posición e impedir por ejemplo, si el motor se detiene a mitad de su carrera éste por el peso o inercia de la caja se baje.

Cuando el motor se activa en cualquier sentido “Subir” o “Bajar”, la bobina del freno se activa junto con el motor, atrayendo con su “Electroimán” a la balata que libera el embrague del motor permitiendo que gire, cuando el motor se detiene en cualquier posición la bobina del Freno se desenergiza junto con este, con lo cual la balata tiende a regresar a su posición inicial por acción de sus resortes y a través del estrangulamiento del embrague sujeta e inmoviliza a la Flecha del Motor.

El Programa de control por PLC para el “elevador” es muy similar al programa base de control **reversible** mostrado siendo una aplicación en particular, pero existen ininidad de aplicaciones de estos **sistemas**.

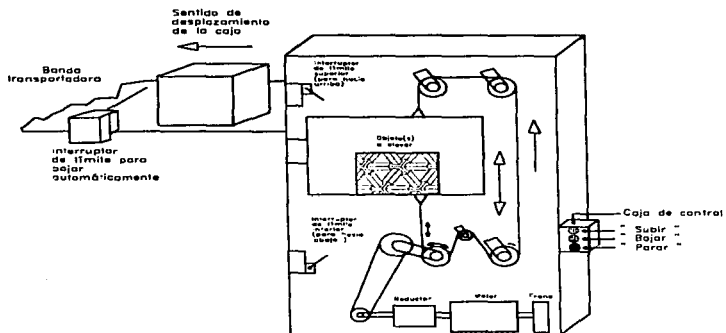


Fig. 4.26 "Elevador de Cajas" Aplicación de un Control Reversible".

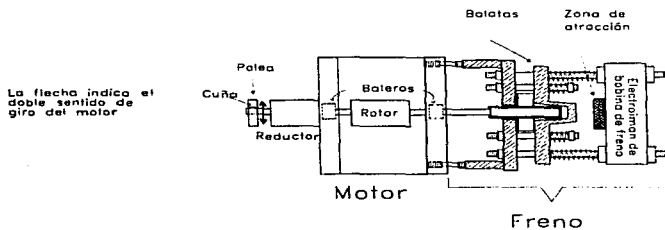


Fig. 4.27 Esquema del Sistema del Freno del Elevador.

La figura 4.28 muestra el diagrama de conexiones de los dispositivos que intervienen en el sistema de control del elevador, la naturaleza de los dispositivos de entrada es de contacto NA a Excepción del botón pulsador de Paro cuyo contacto es NC.

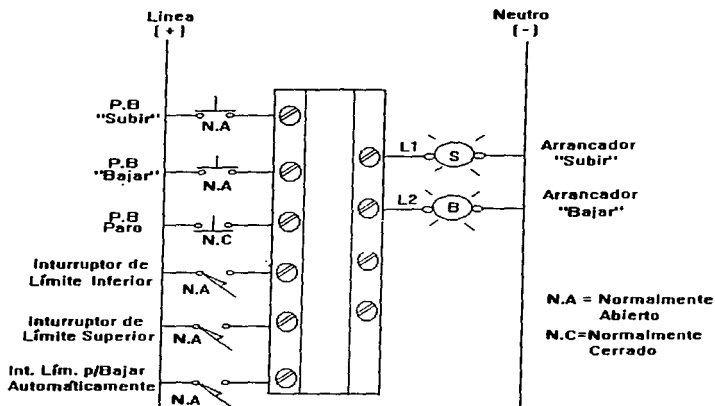


Fig. 4.28 Conexiones de Dispositivos de Control del "Elevador."

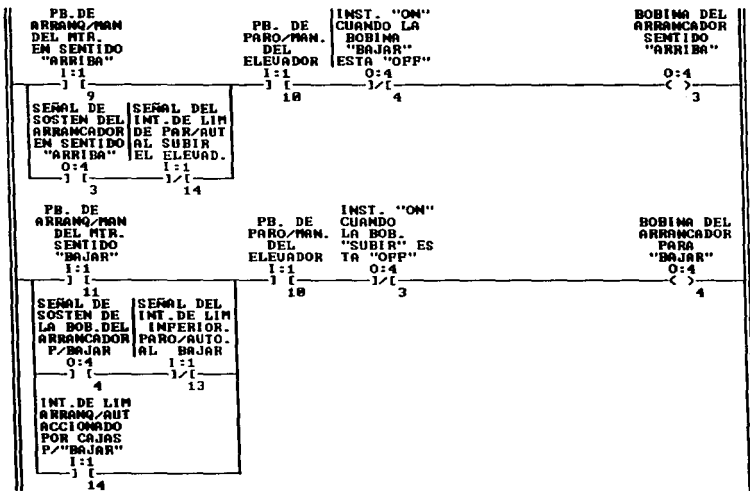


Fig. 4.29 Programa del "Elevador".

APLICACIÓN 7. - Se tiene un sistema de 2 desenrolladores de material que trabajan en forma alternante designados como " A " y " B "; estos desenrolladores son parte de un proceso de producción, por lo cual, la velocidad de desenrollado es variable y proporcional a la velocidad de trabajo del motor de la transmisión principal de la máquina, cada desenrollador está dotado de una fotocelda para detectar y ajustar el diámetro de cambio automático de rollo, de tal forma que nunca dejen de alimentar a la máquina.

Cuando un desenrollador está activo al ir desenrollando o alimentando de material a la máquina, el diámetro de este rollo irá disminuyendo hasta que llega al punto donde la fotocelda respectiva deja de detectar el material de ese rollo, originando con esto la activación del empalme (pegado) de ambas guías de material de cada desenrollador, cortando simultáneamente la guía del material que se termina, para evitar que la guía alimentadora vaya doble, esto a través de unas bridas donde cada una de ellas posee una área de unión y su sección de corte, cada brida está activada por un pistón neumático por desenrollador, a ésta sección donde se lleva la unión y corte se llama sección de empalme, ésta operación de empalme y corte automático se omite por requerir instrucciones de tiempo a un no vistas.

El programa está diseñado exclusivamente para las secuencias de control de la operación de los desenrolladores, cuando un rollo está por terminarse, la fotocelda una vez que detecta el cambio de diámetro, envía una señal al controlador de tal forma que desactiva al desenrollador del rollo que está por terminarse y activa simultáneamente al desenrollador del rollo nuevo para que sea éste el que alimente a la máquina, repitiendose éste ciclo indefinidamente en forma alternante.

Las fotoceldas de detección de diámetro de los rollos, hacen también la función de activar una lámpara roja de aviso de terminación de cualquier rollo, para que el operador se de cuenta y reemplace éste por uno nuevo.

El sistema tiene una o más fotoceldas detectoras de rotura de material, para que si esto llegara a ocurrir pare al desenrollador que en ese momento estuviera activo, y evitar la dispersión del material de tal rollo.

También podemos elegir por medio de un botón pulsador por rollo, la selección de cual empiece a trabajar primero al inicio del ciclo de la máquina, el programa también tiene contemplado el cambio o selección de desenrollador en forma manual, si en cualquier instante sea a mitad de rollo o a una cuarta parte etc.; el operador observara, que el material que estuviera desenrollandose ya no cumpliera los estándares de calidad estipulados para el proceso, como pudiera ser suciedad parcial, baja resistencia, humedad, etc.; y desee activar el otro desenrollador para no afectar la calidad del producto por medio de su botón de selección respectivo.

Además se tiene un botón de paro por emergencia, para desactivar cualquier desenrollador que estuviera operando, cuando se presente una situación no deseada en el proceso que amerite parar la alimentación de material a la máquina y no se restablezca la activación de los rollos, hasta que el operador oprima el botón de Reset maestro de la consola principal de control de la máquina.

Torreta de
aviso terminaci3n
de rollos

Unidad de desenrollado

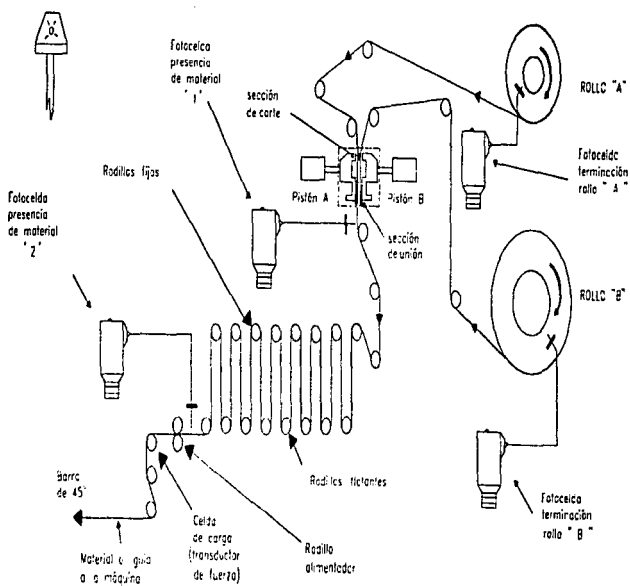
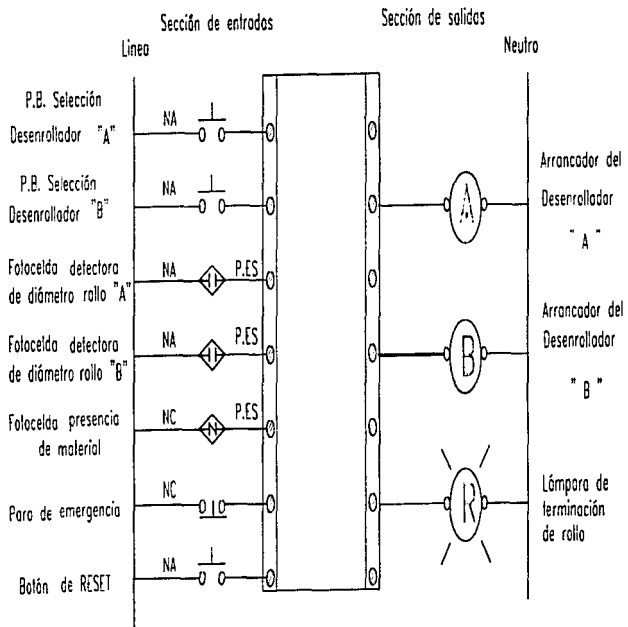


Fig. 4 30 Esquema del Sistema de los Desenrolladores.

Fig. 4.31 Diagrama de Conexiones del Sistema de Desenrolladores



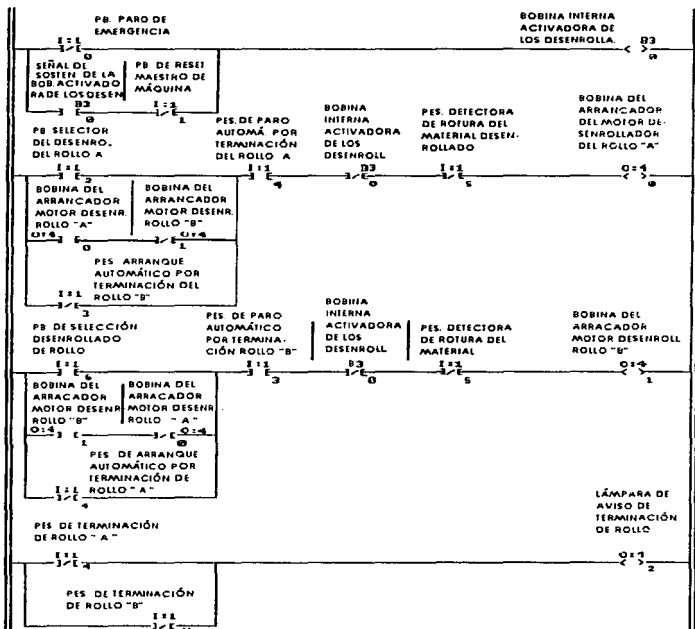


Fig. 4.32 Programa del Sistema de Desenrolladores.

APLICACIÓN 8. El siguiente esquema muestra la disposición de los componentes de un sistema de dos rollos alimentadores de material a un molino, el molino trabaja constantemente por lo cual, se requiere que cuando se termine un rollo que está alimentando al molino sea sustituido inmediatamente, el sistema está dotado de un pistón accionado por electroválvula para subir los rollos a la plataforma de soporte de estos para la alimentación del molino, ambos rollos no tienen transmisión puesto que están montados sobre un rodillo loco; el material de los rollos es jalado por el movimiento de un cilindro alimentador acoplado a un motor, el cual le da la transmisión que requiere para llegar al molino.

El manejo del pistón está dado por un botón pulsador con la etiqueta "UP" para subir el rollo al pulsar "UP", se debe mantener activada la electroválvula a un después de soltarlo y un botón "DOWN", para que el émbolo del pistón regrese a su posición inicial al desenergizarse la electroválvula.

Cuando un rollo se termina es detectado por una fotocelda en cada rollo que apuntan al punto de terminación de los rollos, las cuales activan una lámpara "Ambar" colocada en una torreta para avisar al operador de esta situación y proceda a reemplazar el rollo que se terminó.

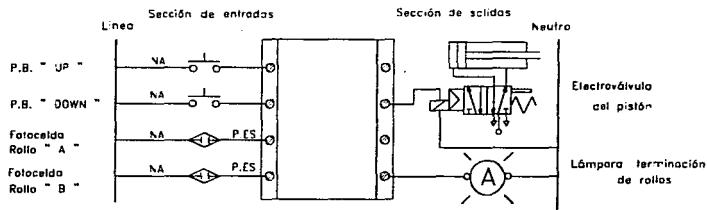
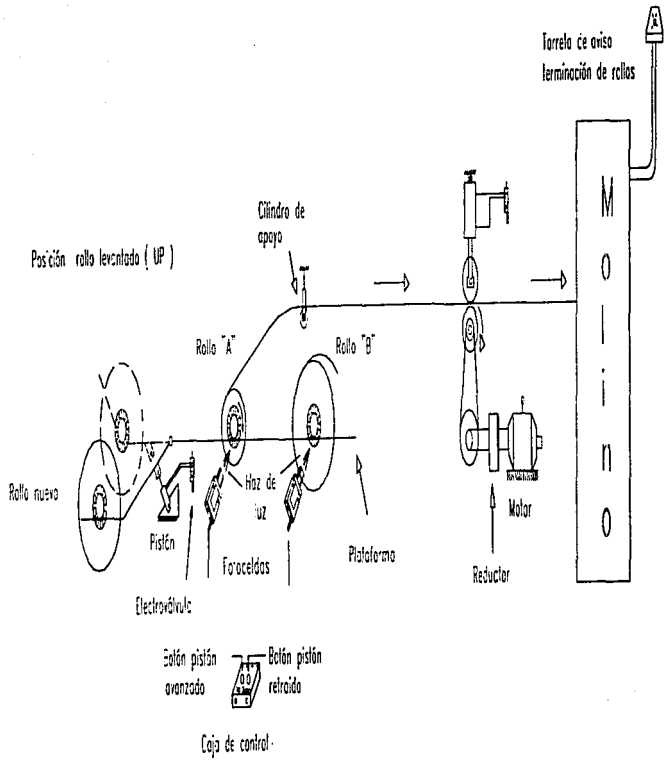


Fig. 4.33 Diagrama de Conexiones del Sistema para Subir Rollos.

Fig. 4.34 Esquema de Mecanismos para Subir Rollos.



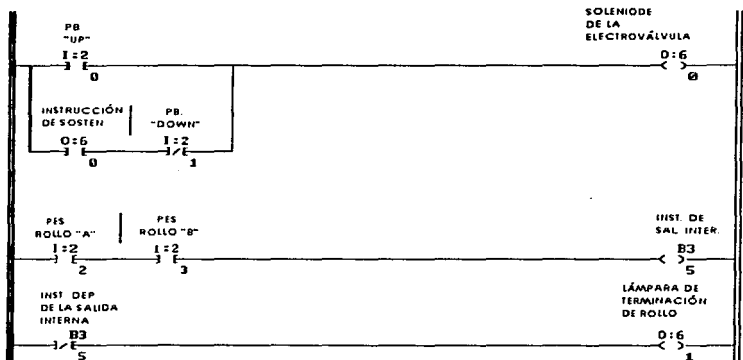


Fig. 4.35 Programa de aplicación 8.

5 TEMPORIZADORES

Los Temporizadores (Timers) y Contadores (Counters), son instrucciones de salida internas utilizadas en la programación de formato escalera del PLC.

El control lo realizan a través de sus bits de condición o estado (Status Bits), la selección de la lógica "Examine If Close" (XIC) o "Examine If Open" (XIO) permitida en estos Bits, nos dará la pauta para activar (ON) o desactivar (OFF) uno o más dispositivos de salida tantos como sean necesarios en el control al cual son destinados eligiendo la lógica adecuada.

Al programar un Bit de control en la sección de entradas de un peldaño lógico escalera, debemos considerar que debe llevar la misma "dirección" de la instrucción sea temporizador o contador que lo origina.

5.1 TEMPORIZADORES.

Un temporizador es una instrucción que tiene la función de registrar el número de intervalos de tiempo transcurridos 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 ésta lógica de activación del registro de tiempo desaparece.

Cuando el intervalo de tiempo transcurrido permite alcanzar al registro "Valor Acumulado" el valor del tiempo prefijado seleccionado, en ese instante se da la conmutación 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.

Una instrucción de temporizador requiere definir los siguientes parámetros en su programa:

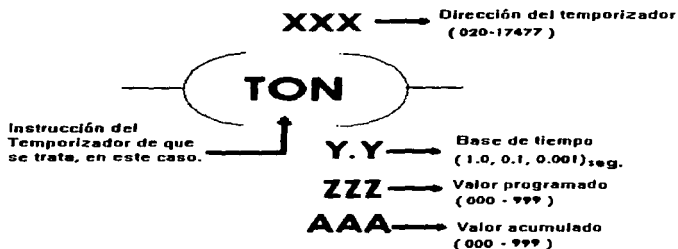


Fig. 5.1 Parámetros de una Instrucción "Timer".

NOTA: usualmente el valor acumulado se pone en " 000 "

A) DIRECCIÓN DEL TEMPORIZADOR.- Es el código o clave específica para asignar las localidades de memoria en la sección de la "Tabla de Datos" correspondiente, donde se almacenaran los valores de los parámetros programables del temporizador.

B) VALOR PREFIJADO.- Es el valor del tiempo en que deseamos se realice la activación o desactivación de la lógica de los Bits de control, mediante los cuales se realiza la manipulación de los dispositivos de salida. Este parámetro programable en algunos controladores aparece con la etiqueta "Preset Value".

C) VALOR ACUMULADO.- Es el encargado de registrar el número de intervalos de tiempo transcurrido en la lógica que activa el conteo de tiempo en el temporizador, la frecuencia de estos intervalos está dada por su base de tiempo, en las instrucciones de Temporizadores éste

parámetro programable aparece con la etiqueta de "Accumulated Value" y Normalmente se programa con el Valor 000.

D)BASE DE TIEMPO.- Es el valor del tiempo que transcurre entre conteo del temporizador las más usuales son (1.0, 0.1,0.01) segundos.

La base de tiempo a elegir dependera de la magnitud y precisión del tiempo deseado en el control, obviamente que para tiempos grandes se recomienda usar una base grande y para tiempos pequeños o precisos bases de tiempo pequeñas.

E) INSTRUCCIÓN DE RESET.- La instrucción que pone al valor acumulado en su valor inicial de conteo programado cualquier temporizador puede iniciar su conteo en cero o bien en un número mayor a cero, la señal que activa el Reset, por lo general siempre es un pulso suficiente para llevar al Temporizador a su registro inicial.

Cuando la lógica de activación de la instrucción de Reset está presente por un lapso considerable inhibe o se sobrepone a la lógica de activación del "Timer", no permitiéndole llevar a cabo su conteo manteniendo al valor acumulado del "Timer" en 000 .

5.1.1.- TIPOS Y SU FUNCIONAMIENTO.

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

5.1.2.- TEMPORIZADORES NORMALES (NO RETENTIVOS).

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

En éste grupo de Temporizadores la programación de la instrucción de Reset no es necesaria sino opcional, si es que por alguna razón se desea dar un Reset bajo cierta situación la podemos utilizar.

A) TEMPORIZADOR DE DEMORA ACTIVA (TIMER ON DELAY).- Esta instrucción "TON" se activa con 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 estén 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 ésta 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":

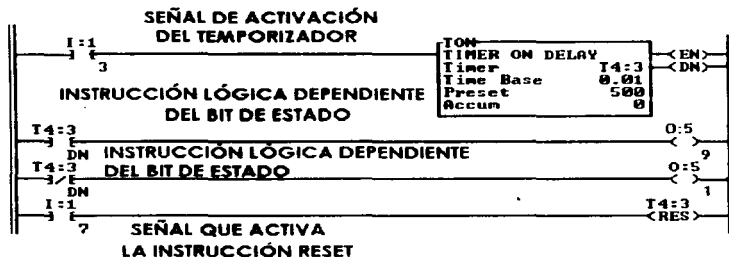


Fig. 5.2 Programa Básico de un Temporizador de Demora Activa.

En el diagrama, escalera anterior podemos observar que las instrucciones lógicas de entrada de los Bits de control, además de tener la dirección del temporizador, tienen la etiqueta "DN" que representa al Bit de terminación "THE DONE BIT", éste posee la característica funcional del temporizador del cual lleva su dirección en este caso del "Timer On Delay" y es el que se 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" éste 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 éste 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. En la programación el Bit de condición en cuestión no es comúnmente utilizado en los programas pero no está por demás saber su comportamiento.

Para su mejor comprensión del comportamiento de ésta instrucción "TON" se anexa también el diagrama de tiempos respectivo de las señales involucradas en el Peldaño Escalera Previo:

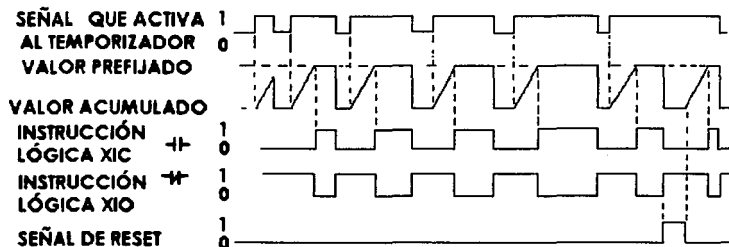


Fig. 5.3 Diagrama de Tiempos de un Temporizador de Demora Activa.

B) TEMPORIZADOR SIN DEMORA (TIMER OFF DELAY).- Cuando el peldaño de Control de ésta instrucción "TOF" se hace Verdadero, las instrucciones lógicas de entrada del Bit de Condición "DN" conmutan inmediatamente con ésta situación, manteniéndose así hasta que el valor acumulado alcanza o iguala al valor programado esto origina que los Bits de control retomen su estado inicial que previamente cambiaron al momento de la conmutación de falso (0) a verdadero (1) del peldaño de activación del temporizador.

Cuando el peldaño del temporizador conmuta de OFF a ON el valor acumulado no registra el tiempo en que éste permanece activo (ON), una vez que ocurre el cambio de estado de la lógica del peldaño ON a OFF inicia el valor acumulado el registro de tiempo para realizar su función de control

Normalmente el tiempo de duración ON de la lógica de activación de ésta instrucción se arregla por programación para que sea un instante o un pulso breve, esto con el fin de que el tiempo de control ON/OFF de los dispositivos de salida sea realmente el tiempo programado (valor prefijado) en la instrucción del temporizador. Esta instrucción utiliza las mismas etiquetas que el "TON" para la designación de sus Bits de control aunque operan de manera diferente.

Las figuras 5.4 y 5.5 muestran el programa escalera básico con su respectivo diagrama de tiempos de la instrucción Timer Off Delay para su mejor comprensión.

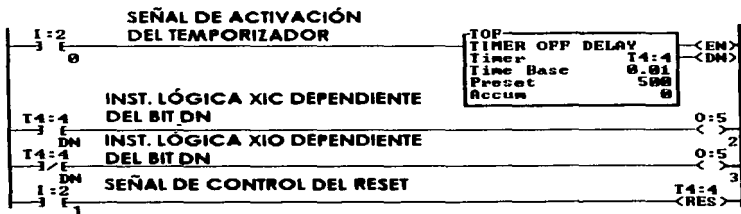


Fig. 5. 4 Programa Básico de un Timer Off Delay.

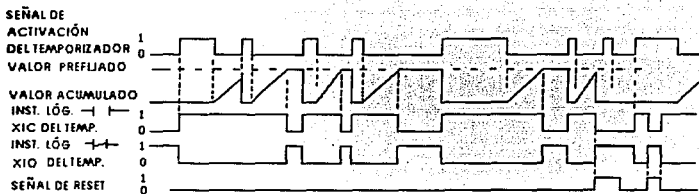


Fig. 5.5 Diagrama de Tiempos del Temporizador sin Demora (Timer Off Delay).

En Resumen, la gran diferencia entre el Timer ON Delay y el Timer Off Delay es que en el primero el registro de tiempo se da con una Transición de falso a verdadero (OFF a ON) en el peldaño del Temporizador y para que pueda cumplir su función se necesita se mantenga ésta lógica del peldaño al menos un intervalo de tiempo mayor al valor Prefijado, y así poder efectuar el cambio de estado en sus Bits de Control; en la segunda instrucción de Tiempo (TOF) el registro de tiempo se efectúa solo si existe una conmutación de verdadero a falso (ON a OFF) en la lógica del peldaño del Temporizador y el tiempo de permanencia de ésta se requiere que sea muy pequeño para que lleve a cabo adecuadamente su función de tiempo en el control de las salidas.

5.1.3.- TEMPORIZADORES RETENTIVOS.

Estos temporizadores funcionan de manera similar a los anteriores, salvo con la gran marcada diferencia de que cuando la señal de lógica de activación del temporizador desaparece, el valor de tiempo transcurrido que hasta ese momento registra el valor acumulado es retenido, por lo cual, cuando se repite la lógica de activación del temporizador.

El registro del valor acumulado continua a partir del último valor que tenia, en éste tipo de instrucciones es común que el registro de tiempo del valor acumulado supere al valor prefijado, retomando su valor inicial de registro únicamente por medio de la activación de la instrucción Reset.

Estos temporizadores se utilizan en procesos donde es importante memorizar (retener) el tiempo de funcionamiento de un sistema o proceso que requiera la continuación del valor del tiempo a un en caso de pérdida de energía. Con esto se garantiza que el valor total o absoluto del tiempo en el control del proceso o sistema sea realmente igual al tiempo programado, sin importar la causa de detención del proceso.

En ésta clase de Temporizadores la instrucción de Reset es necesaria pues sin ésta los Bits de control una vez que suceden las condiciones para su conmutación lógica permanecerán por siempre en éste último estado, con lo cual dejarían de efectuar su función de control.

1) TEMPORIZADOR RETENTIVO DE DEMORA ACTIVA (Retentive Timer On Delay).- El Temporizador de Demora Activa Retentivo abreviado comúnmente con la siglas "RTO" trabaja de manera similar al Timer On Delay (TON), el registro de tiempo se activa con la transición OFF a ON del peldaño lógico de la instrucción "RTO", cuando ésta señal se ausenta o desaparece el valor acumulado no va a cero si no que éste retiene o memoriza su último valor de tiempo registrado.

Cuando se presenta nuevamente la activación del peldaño del Temporizador, el valor acumulado continúa su registro a partir de su último valor Memorizado hasta alcanzar o superar al valor prefijado, al ocurrir esto los Bits del "Timer" conmutan de estado manteniéndose así hasta que se activa la instrucción necesaria de "Reset" para llevar al valor acumulado y a estos Bits de Control a su valor y estado inicial respectivamente.

Anexamos el diagrama básico de escalera de la programación del "RTO" con su diagrama funcional de tiempos respectivo.

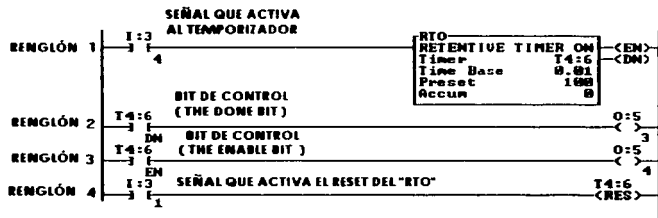


Fig. 5.6 Programa Escalera de la Instrucción (RTO)

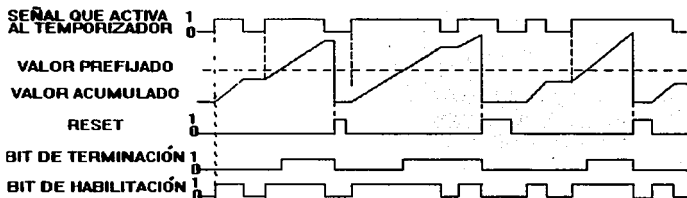


Fig. 5.7 Diagrama de Tiempos de la Instrucción "RTO"

2) **TEMPORIZADOR RETENTIVO SIN DEMORA (Retentive Timer Off Delay)**.- Esta instrucción trabaja de manera similar a la instrucción "TOF", inicia el registro de tiempo una vez que la lógica del peldaño de activación del timer transiciona de verdadero a falso. Los

Bits del Temporizador "RTF" cambian su estado inmediatamente que el peldaño del "Timer" conmuta a Verdadero.

Una vez que se da el primer registro de tiempo y se presenta el cambio de lógica OFF a ON en éste peldaño, el valor acumulado deja de registrar los intervalos de tiempo y mantiene su último valor registrado, cuando nuevamente se presenta la lógica de activación (ON a OFF) del registro de tiempo el conteo inicia en el valor previamente alcanzado, permitiendo al valor acumulado igualar o superar más rápidamente al valor prefijado, logrando con esto que sus Bits retomen su estado inicial que previamente habían cambiado; mientras no se presente la lógica que activa la instrucción de "RESET" de éste Temporizador éste puede seguir registrando el tiempo aunque haya superado al valor prefijado si el "Reset" se activa los Bits del "Timer" y el valor acumulado retoman su estado y valor inicial respectivamente, para poder efectuar un nuevo ciclo.

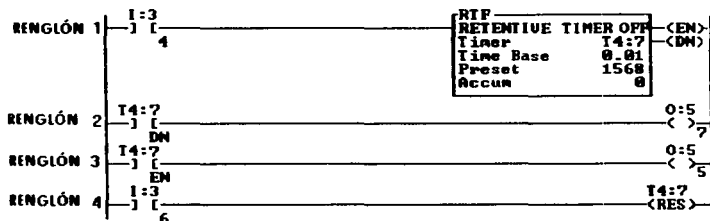


Fig. 5.8.- Programa Básico de la Instrucción "RETENTIVE TIMER OFF DELAY".

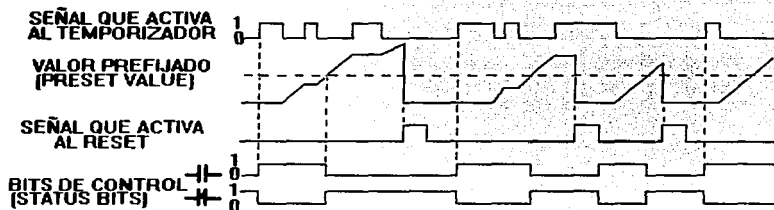
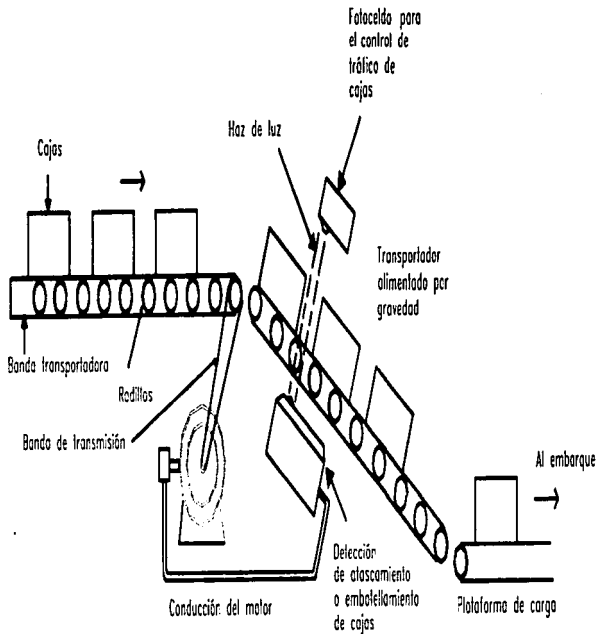


Fig. 5.9 Diagrama de Tiempos de la Instrucción "RTF".

APLICACIÓN 2.- Se tiene un sistema de transporte aéreo de cajas de producto terminado por banda ancha accionado por motor, un suceso muy frecuente en estos transportadores es el atascamiento de cajas cuando se satura el transportador, para evitar ésta situación se adapta una fotocelda que permita controlar el tráfico de cajas, de tal forma que cuando se atasquen las cajas, ésta active a la instrucción del programa que pare el motor del transportador automáticamente y evite la caída de éstas por acumulación excesiva en una misma sección del transportador.

La fotocelda es colocada en un lugar estratégico donde ocurre o se presenta ésta situación más frecuentemente, al parar el motor automáticamente se evita el envío de más cajas a la zona del conflicto y con esto se evita que estas se caigan y se dañe el producto que estas contengan, esto se hace para permitir que el operador pueda desatorar o quitar el exceso de cajas, el operador podrá arrancar el motor manualmente oprimiendo un botón de "Reset" una vez que solucionó el problema, y así el transportador vuelva a su operación normal.

Fig. 5.10.-Transportador con Control de Alasamiento.



El motor tiene su control de Paro y Arranque por botón pulsador manual en la ya conocida secuencia de control vista previamente, agregándole la condición de paro automático por atascamiento, la cual estará controlada por una instrucción de entrada dependiente de la Función de Tiempo "Timer On Delay".

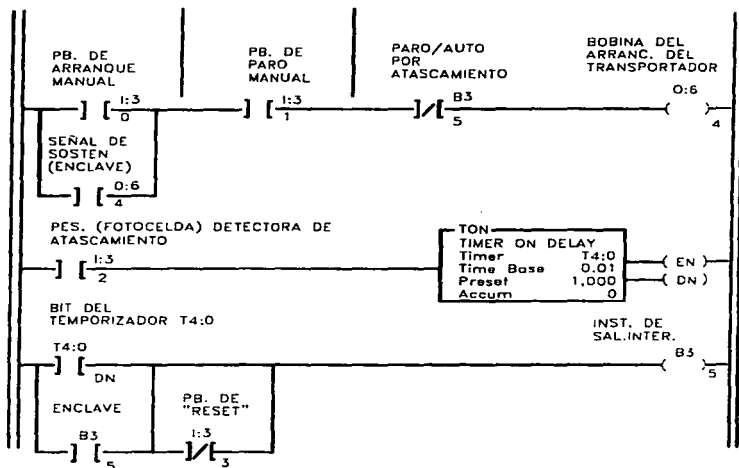


Fig. 5.11 Programa del Control de Tráfico del Transportador.

APLICACIÓN 10.- Se tiene un ventilador utilizado para secar productos agrícolas (Café, Tabaco, etc.) realizar el programa de tal manera que el ventilador se active al pulsar un botón de arranque y se mantenga trabajando por un espacio de 30 minutos tiempo necesario para secar a los productos que se le pongan, al finalizar su ciclo de trabajo que pare automáticamente. Utilizar un botón de paro manual adicional para detener o suspender el ciclo del motor en cualquier momento, esto por seguridad en respuesta a situaciones de trabajo no deseadas.

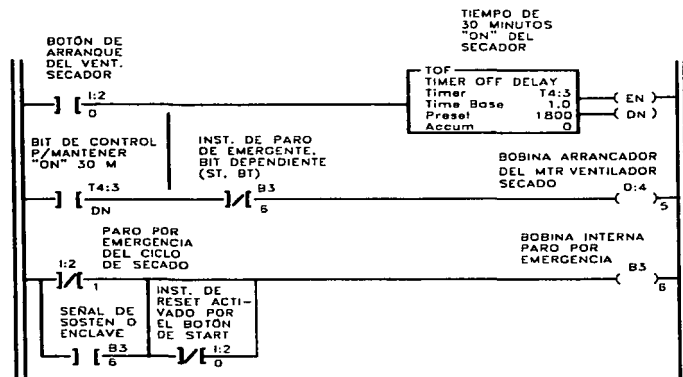


Fig. 5.12 Programa del Secador.

La aplicación de los instrucciones de tiempo anteriormente explicadas, tienen un uso muy frecuente en los programas escalera de control, en donde se requiera manipular dispositivos de

salida (ON/OFF) en forma periódica, es decir que se requiera ser activados por lapsos de tiempo pequeños o grandes, por ejemplo encontraremos lámparas y focos piloto con flash, electroválvulas de operación intermitente, sirenas con frecuencia de sonido variable etc.

Las señales periódicas que se necesitan para activar dispositivos de forma definida en el tiempo, se obtienen por programas conteniendo un conjunto de combinación de instrucciones de tiempo del PLC. Las señales periódicas por la duración de los lapsos activo e inactivo (ON/OFF) podemos implementar estas de dos maneras diferentes:

1) **LAS SEÑALES PERIÓDICAS UNIFORMES.**- Se caracterizan por tener iguales sus tiempos ON/OFF, la frecuencia de éste tipo de señales depende del tiempo de duración de los pulsos periódicos de ésta señal, un ejemplo muy común de dispositivos que utilizan éste tipo de señales para su operación son las lámparas con flash.

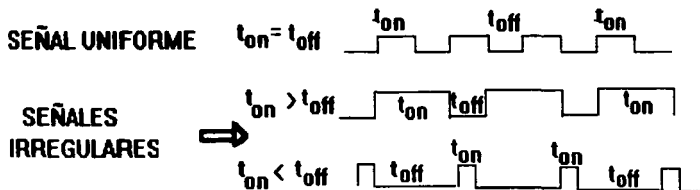


Fig. 5.13 Formas de Señales Periódicas.

2) **LAS SEÑALES IRREGULARES.**- Tienen la cualidad de tener diferentes la duración de sus pulsos ON/OFF, y se pueden suscitar o requerir ambos casos de la forma de éstas

señales utilizadas en los programas de control; con el PLC podemos realizar muy fácilmente estas formas de señales definidas en el tiempo a través de las instrucciones de temporizadores auto arrancables, por sus propios Bits de control.

APLICACIÓN 11. - El siguiente programa es una forma general de obtener estas señales de comportamiento específico en el tiempo, se basa en el uso de las instrucciones TON y TOF para obtener los tiempos OFF y ON de trabajo respectivamente de los dispositivos de salida, se puede obtener cualquiera de las formas consideradas con solo modificar o ajustar los valores prefijados, adecuadamente de estas instrucciones y utilizando la base de tiempo apropiada.

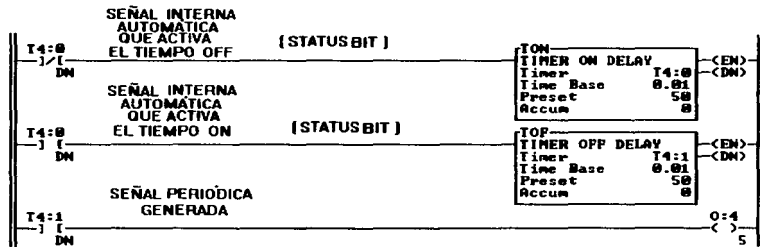


Fig. 5.14 Programa Para Generar Señales Periódicas de Tiempo.

Este programa se puede adaptar a cualquier sistema de control por PLC que requiera una señal periódica de las características contempladas, la única limitante importante para estos

es que el máximo valor de tiempo estará en función de la base de tiempo utilizada; en este programa 0.01s y el número máximo de valor 9,999 prefijado permitido.

APLICACIÓN 12.- Implementar un programa de control por PLC, para generar una señal intermitente (Flash) que controle dos lámparas dependientes del estado que tenga un Motor, que active una lámpara Verde cuando el motor al cual está asociada esté trabajando de lo contrario esté apagada; que cuando el motor éste parado por cualquier causa se active una lámpara Roja para indicar tal situación. La generación de la señal periódica es independiente del programa del control del Motor.

Esta señal es acoplada en cada peldaño lógico de cada lámpara, ésta permitirá el destello de cada una de ellas cuando la otra condición lógica en el peldaño sea verdadera, mientras una de las lámparas está encendida la otra estará apagada y su estado dependera de la condición o el estado que presente el Motor.

Analizando el programa siguiente observamos que la base de tiempo utilizada en ambas instrucciones de tiempo "TON" y "TOF" es la misma, una base de tiempo de 0.01 seg.; La instrucción "TON" nos da el tiempo OFF de la señal periódica que es el tiempo de apagado de las lámparas en éste caso tenemos un valor prefijado de 50 multiplicado por su base de tiempo nos da un valor de 0.5 seg. La instrucción "TOF" nos da el tiempo ON de la señal periódica que es igual al tiempo que duran las lámparas prendidas que es el mismo de apagado con lo cual se genera una señal de un ciclo de 1 seg. mejor dicho una señal de una frecuencia de 1 Hertz que proporciona la condición de Flash en las Lámparas.

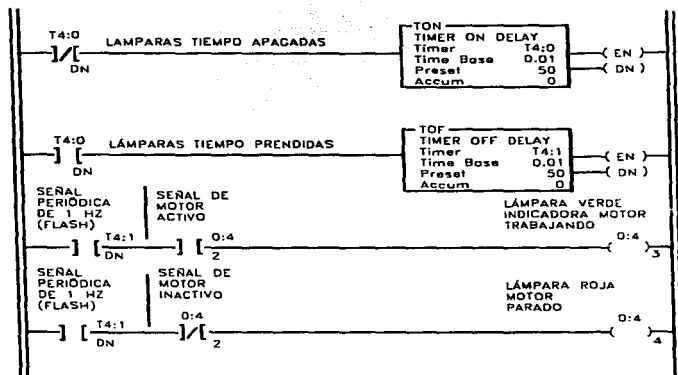


Fig. 5.15 Programa de Lámparas Intermitentes.

Esta señal es generada por los temporizadores y se acopla a las lámparas únicamente cuando la otra condición lógica del peldaño de cada lámpara es verdadera, permitiendo el destello de estas. En el peldaño de control de la lámpara "Verde" cuando el motor está trabajando la instrucción XIC, "O:4/2" es verdadera permitiendo acoplar a la señal periódica "T4:1/DN" a la salida que activa la lámpara "Verde" con lo cual se verá Flashear ésta, mientras la instrucción XIC, O:4/2 sea verdadera la lámpara destellara cuando ésta sea falsa (Motor Parado) la lámpara no flasheara permanecera apagada, cuando esto último ocurre se activara la lámpara roja al hacerse verdadera la instrucción lógicas XIO, "O:4/2" por ser contraria ahora destellara la lámpara Roja.

APLICACIÓN 13.- Se tiene una bomba destinada para la lubricación automática por goteo de las partes con fricción de una Máquina grande como lo son pares de engranes, pistones o actuadores etc.

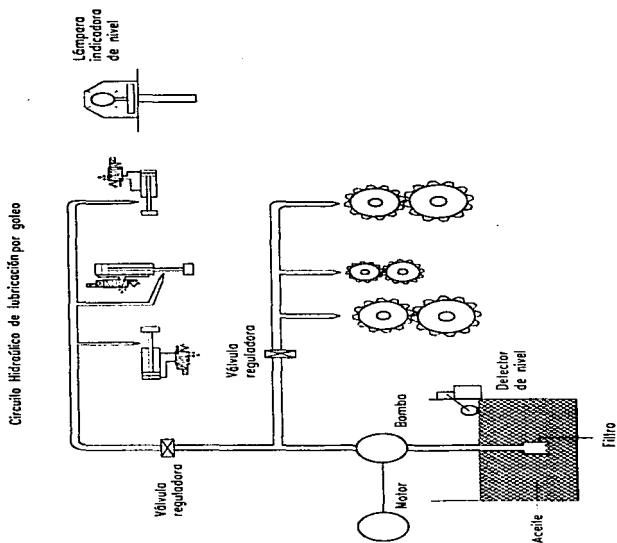


Fig. 5.16 Sistema de Lubricación por Goteo.

El motor de la bomba se debe activar periódicamente, para que la lubricación se lleve a cabo adecuadamente, se necesita que la bomba se active cada 7 minutos y se mantenga en éste estado por un espacio de 15 segundos, tiempo suficiente para aplicar la cantidad de aceite por goteo que los mecanismos requieren.

La bomba para suministrar la presión al aceite utilizado en la lubricación únicamente debe operar cuando la máquina esté en movimiento para evitar desperdiciar el aceite; el depósito de la bomba tiene un interruptor de limite para indicar cuando el nivel esté bajo activando una lámpara de torreta roja, y con la cual se le avisará a la persona indicada para que reponga el aceite a su nivel adecuado y evitar que el tanque llegue a vaciarse.

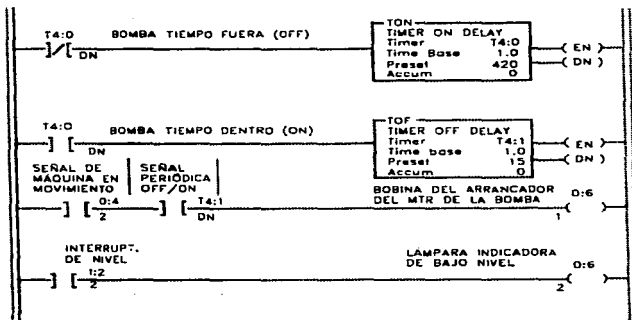


Fig. 5.17 Programa de Lubricación Automática de Máquina.

Observando el programa de **lubricación automática** de la **máquina** notamos la similitud de los dos primeros peldaños con la aplicación 12, siendo diferente únicamente en su base de tiempo y en los valores Programados, nuevamente éstas dos instrucciones de tiempo (TON) y (TOF) nos generan la señal periódica que necesita el motor de la Bomba para trabajar por Lapsos determinados.

La instrucción "TON" nos proporciona el tiempo que tardara la bomba en activarse 7 Min.; que se obtienen al multiplicar la base de tiempo por el Valor del "Preset" lo que nos da un Tiempo de retardo de 420 seg., el tiempo que permaneciera trabajando la Bomba está dado por la instrucción "TOF" en éste caso de 15 segundos dados en el valor Prefijado

APLICACIÓN 14 - Se tiene un Sistema de llenado de Botellas con tres productos diferentes designados como "A", "B" y "C", cada producto ésta almacenado en un recipiente por separado las botellas son transportadas sobre una Banda Ancha accionada por Motor el cual consta de sus Botones de "Arranque" y "Paro" Manual, El ciclo de llenado de cada botella inicia cuando una botella al ir avanzando es detectada por la fotocelda correspondiente, parando automáticamente el motor y activando la electroválvula "A" a la vez para descargar el volumen programado del producto "A", cuando es completada la descarga del producto "A" se cierra su válvula de descarga, y al mismo tiempo activando la apertura de la electroválvula "B" para descargar el volumen de producto "B" una vez que sea descargado el volumen total requerido del producto "B" su válvula se cierra y ahora con esto se activa simultáneamente la electroválvula "C" permitiendo la descarga del volumen del producto "C" requerido

Una vez que ha finalizado el ciclo de llenado de la botella en turno, se requiere se active automáticamente el motor de la banda transportadora y se detenga el motor cuando nuevamente la siguiente botella llegue a la fotocelda detectora de estas y comience un nuevo ciclo.

El sistema de llenado de botellas, tiene una fotocelda detectora de sobrenivel en el caso de presentarse esta situación mandara activar la válvula de seguridad que impedira el flujo de descarga de cualquier producto; la adaptación de la válvula de seguridad se lleva a cabo pensando en que por alguna causa alguna fallara el mecanismo de cierre de las electroválvulas de descarga, con lo cual se pudiera presentar la descarga de dos productos a la vez, originando con esto el sobrellenado de la botella en turno.

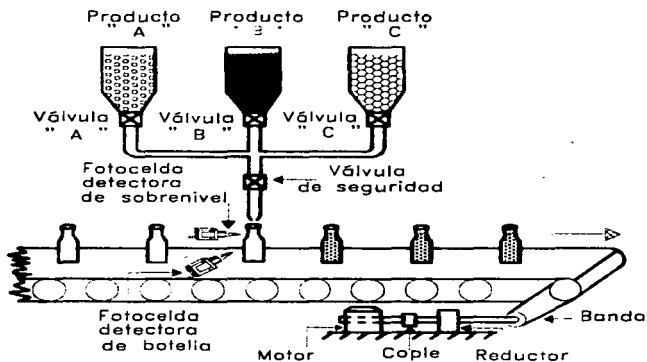


Fig. 5.18 Esquema de Llenado de Botellas.

La figura 5.18 representa el diagrama funcional del ciclo de llenado para cada botella, el volumen de cada uno de los productos requerido por botella está dado por una instrucción de tiempo, la descripción e interpretación del diagrama funcional es la siguiente:

Quando se cumplen las condiciones previamente mencionadas para iniciar el ciclo, primeramente se activa la electroválvula "A" y el volumen en la botella empieza a subir al cabo de un tiempo base " T_1 " elegido en nuestro caso en 4 seg. alcanza su volumen " $4V_1$ " por lo que se cierra la válvula "A" y se abre inmediatamente la válvula de "B" al transcurrir un tiempo de 2 seg. que es la mitad de " T_1 " alcanza la botella su volumen $2V_1$ establecido del producto "B" que es la mitad del volumen de "A", cerrándose ahora "B" y abriéndose simultáneamente la válvula correspondiente del producto "C" y al transcurso de un tiempo de apertura de 1seg. Se cierra ésta última válvula pues alcanzo su volumen V_1 e iniciándose un nuevo ciclo.

El tiempo de apertura de cada válvula es proporcional al volumen respectivo requerido de los tres diferentes productos por las botellas, considerando que las electroválvulas y los depositos son iguales entre si.

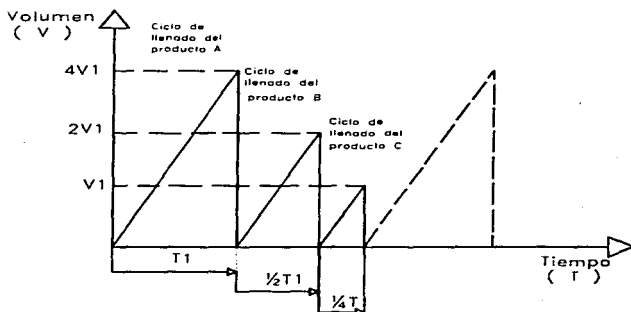


Fig. 5.19 Diagrama Funcional del Llenado de Botellas

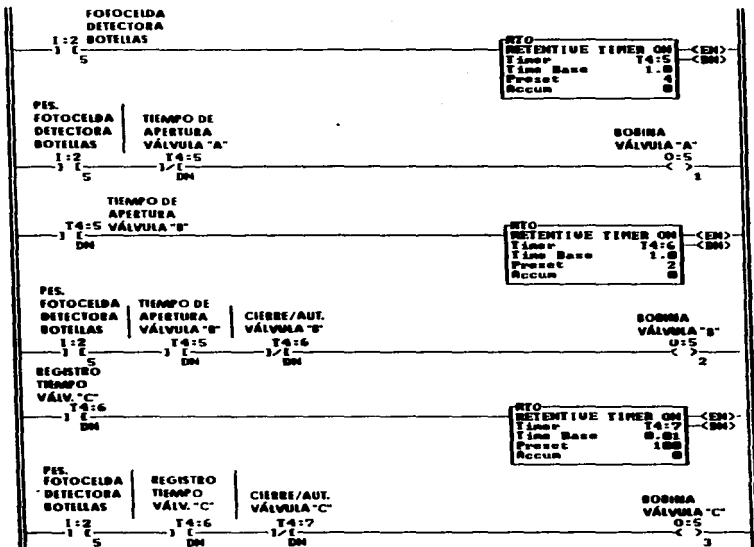


Fig. 5.20 Programa de Llenado de Botellas Parte I.

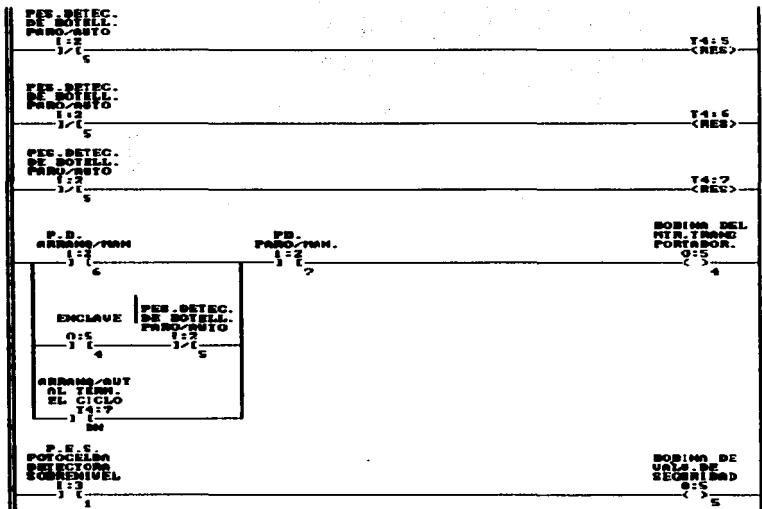


Fig. 5.21 Parte II del Ciclo de Llenado de Botellas.

Algunos controladores utilizan en sus instrucciones de tiempo "TIMERS" y de contar "COUNTERS": varios Bits de control de comportamiento especial, para efectuar el control de los dispositivos de salida, estos Bits en los programas llevan una etiqueta numérica; la

familia de controladores PLC-2 y PLC-3 de Allen-Bradley en sus distintas versiones de procesadores maneja esta situación.

Los Bits de control para Temporizadores "TON" y "TOF" de estos controladores normalmente están denominados con la misma etiqueta numérica, a continuación establecemos un análisis para los Bits de cada Temporizador.

La instrucción "TON" ya conocida en su modo de operar maneja los BITS 15,16 y 17 para efectuar el control sobre las instrucciones de salida.

1) BIT 15 (THE DONE BIT).- Este bit es "Set" (1 lógico) cuando el valor acumulado alcanza al valor programado y permanece en "ON" hasta que el peldaño del temporizador va a falso o una instrucción "Reset " resetea al temporizador. Este Bit trabaja de forma similar al Bit de control que hemos utilizado en las aplicaciones previas cuya etiqueta es "DN", ya que el BIT 15 es el que normalmente se utiliza en la programación de secuencias de control de los PLC mencionados, de ahí que también se le denomine "The Done Bit" ya conocido en su modo operativo utilizado en nuestras secuencias de control.

2) BIT 16 (THE TIMMING BIT).- Este Bit de control del temporizador es únicamente "ON" cuando el temporizador está contando o registrando el Transcurso del Tiempo y es "0" lógico cuando esto no ocurre o cuando aparece la señal de Reset, razón por la cual se da el nombre de "The Timing Bit".

3) THE ENABLE BIT (17).- Este Bit indica cuando la señal de activación del temporizador está presente, es decir "sigue" el comportamiento de esta señal cuando la señal de reset se presenta esté también se desactiva. En resumen este BIT 17 trabaja de manera similar al Bit que utilizamos con la etiqueta "EN" en los programas previamente vistos.

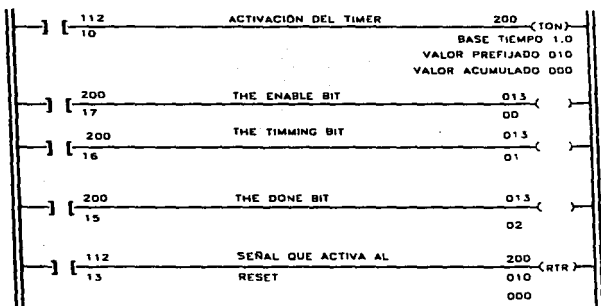


Fig. 5.22 Instrucción "Timer On Delay" Familia PLC-2.

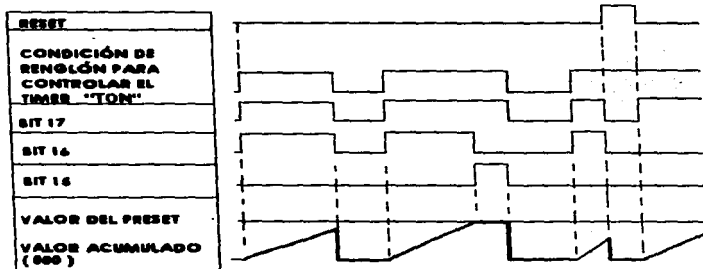


Fig. 5.23 Diagrama de Tiempos Temporizador de demora activa "TON" PLC-2.

En la instrucción **"TOF"** Timer OFF Delay de las Familias de controladores de Allen-Bradley PLC-2 y PLC-3 también utiliza las mismas etiquetas de asignación en sus Bits dependientes de Control. Estos se comportan de la siguiente manera:

A) **THE TIMER DONE BIT (15)**.- Es Bit es "Set" inmediatamente que el peldaño de activación del Temporizador es activado cuando el valor acumulado iguala al valor predeterminado es reseteado, indicando con esto que la operación del temporizador se completo. Si se usa una instrucción de reset para el "Timer" asociado a éste Bit_15 también se resetea cuando ésta instrucción se activa en su lógica no importando la lógica presente el peldaño del temporizador retomando su estado inicial.

B) **THE TIMER TIMMING BIT (16)**.- Es "Set" (1 lógico) cuando el peldaño lógico del temporizador después de haber sido verdadero va a falso y permanece activo hasta que el valor acumulado iguala al valor prefijado o el peldaño del temporizador va a verdadero, cuando se utiliza la instrucción de Reset en el programa y si ésta es activada por sus instrucciones lógicas de entrada, esto hace que el estado del Bit_16 conmute a su condición original.

Este Bit_16 al igual que en el de la instrucción "TON" es verdadero (Set) únicamente cuando el temporizador está efectuando el registro de tiempo mediante el valor acumulado cuando deja de contar el transcurso de tiempo es puesto a su estado "Reset".

C) **THE TIMER ENABLE BIT (17)**.- Es Reset cuando el peldaño del temporizador es falso y es verdadero (Set) cuando el peldaño de activación del Temporizador es verdadero, éste Bit 17 podemos decir que "sigue" a la señal de habilitación del temporizador mientras no esté presente la señal que activa el Reset del Temporizador, cuando esto último ocurre la señal de Reset se sobrepone a la lógica que presenta en ese momento el peldaño de activación del Temporizador enviando éste Bit a su estado inicial.

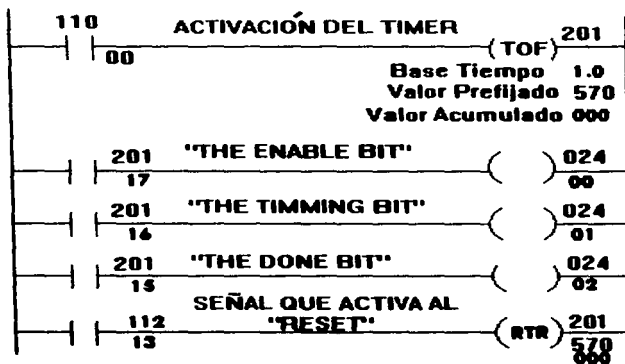


Fig. 5.24 Programa Básico Timer Off Delay PLC-2.

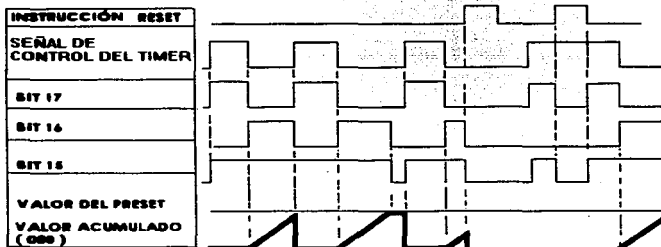


Fig. 5.25 Diagrama de Tiempos Bits Temporizador de Demora Inactiva.

6

CONTADORES

6.1.- 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 presenta cada vez que existe una transición de falso a verdadero en la lógica del peldaño de activación del contador.

Las instrucciones de contadores son retentivas y 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:

6.2 CONTADOR ASCENDENTE.

El Contador Ascendente denominado como "CTU" incrementa su valor acumulado cada vez que ocurre una transición de falso a 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.

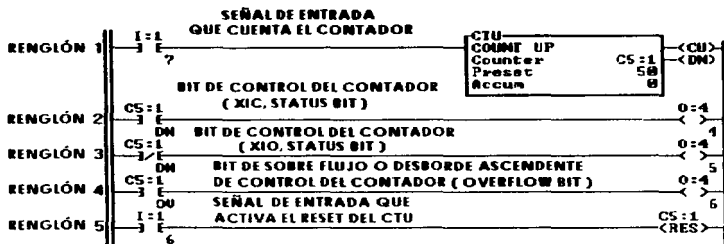


Fig 6.1 Programa Base de un Contador Ascendente

En la Fig 6.1 en el programa básico de Contador 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 del Bit del Contador que normalmente se utilizan en la programación para permitir el control de las instrucciones de salida están designados con la dirección del contador "CS:1" en este caso y la etiqueta "DN" del Bit al cual estan asociadas.

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 1 1, y la "XIO" 1 1 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 verdadero, 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 pasará a tomar su valor Mínimo normalmente Cero, con lo cual, éste Bit conmuta de estado OFF a ON manteniéndose en el hasta que se presenta la instrucción de Reset; al estar éste Bit activo conducirá a la lógica XIC-1 [a verdadera y a la lógica XIO-1/1 a falsa en los peldaños de programación donde se encuentren; la etiqueta "OV" que asocia a las instrucciones que la contienen con el Bit de sobreflujo del contador ascendente cuya dirección contengan.

El diagrama de Tiempos de la instrucción de Contador Ascendente mostrado a continuación permite verificar Gráficamente lo descrito.

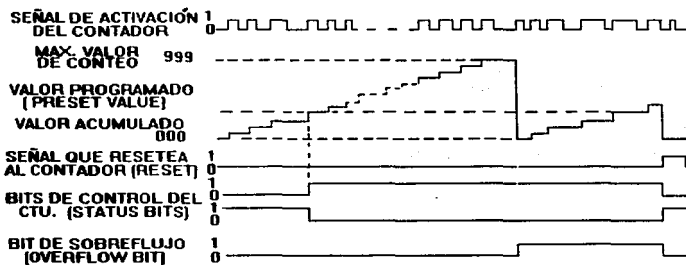


Fig. 6 2 Diagrama de Tiempos del Contador Ascendente.

En el Diagrama de tiempos anterior de la instrucción "CTU", se observa el comportamiento de cada uno de los Bits de Control que permite utilizar ésta instrucción, observamos que el Bit "DN" utilizado en sus dos distintas instrucciones lógicas de

programación cambian su estado cuando el valor "Acumulado" iguala o supera al valor "Prefijado" manteniéndose en éste estado mientras no se presente la señal de Reset; El Bit de Sobreflujo "OV" indicado con la lógica XIC en el programa base, está mostrado su funcionamiento en la última señal en el Diagrama de Tiempos, éste se activa cuando el número de eventos registrados supera al valor "Prefijado" y continúan incrementando el valor acumulado hasta que éste llega a su máximo valor permitido, en el siguiente evento o pulso de la señal de activación del Contador al no poder seguir incrementando su valor, el valor Acumulado pasa a tomar el valor de cero continuando el registro a partir de éste valor cuando se activa la instrucción de Reset el Bit "OV" retoma el estado inicial que a su logica de programación le corresponde, con lo cual el valor Prefijado adquiere también su valor inicial de programación.

Si se necesita efectuar el registro de un número de eventos que sobrepasen el valor máximo permitido para ésta instrucción se puede utilizar el Bit de desborde ascendente o de sobreflujo (OV) dependiendo del número de dígitos que pueda soportar ésta instrucción será el valor máximo de programación, en un contador de tres dígitos el máximo valor es 999 y ésta sera la capacidad máxima de registro que pueda efectuar el contador directamente.

APLICACIÓN 15 - Se tiene un sistema para efectuar el control de un número deseado de pastillas que deben llevar ciertos recipientes, los envases de las pastillas son transportados en una banda ancha de transmisión por motoreductor, el llenado es de forma automática al ir avanzando los recipientes al llegar a la zona de llenado, el de adelante es detectado por una fotocelda (P.E.S 1), la cual envía la señal que activa el paro automático del motoreductor el transportador, permitiendo que el recipiente quede centrado en el punto de descarga de pastillas, inmediatamente se abre accionada por electroválvula la compuerta del deposito de pastillas permitiendo el flujo de pastillas al recipiente, cada pastilla que es dirigida al recipiente es detectada por una fotocelda (P.E.S.2), que permitirá registrar el número de pastillas que caen dentro del envase, consideremos que cada recipiente

debe contener 100 pastillas, una vez completado el contenido del recipiente en turno se debe cerrar la compuerta al desactivarse la válvula (S.V.) de descarga de pastillas e inmediatamente reanudar automáticamente la transportación de los recipientes al punto de envasado, repitiéndose el ciclo mencionado por cada recipiente.

El control del transportador tiene sus botones de arranque y paro manual con sus etiquetas "Start" y "Stop" respectivas.

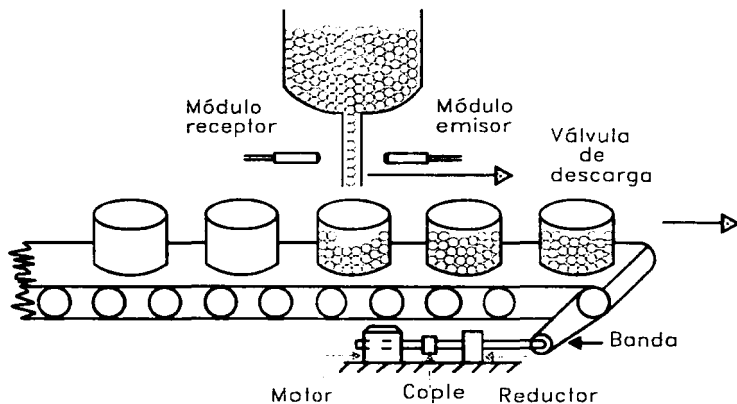


Fig. 6.3 Sistema de Conteo de Pastillas

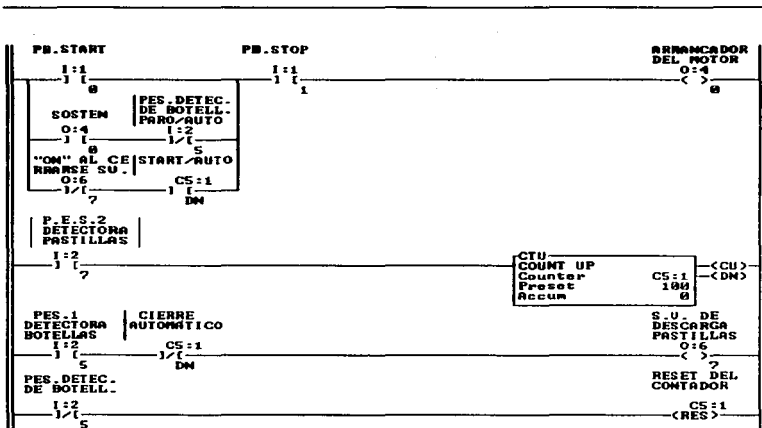


Fig. 6.4 Programa de Aplicación 16.

En algunos procesos o sistemas de control se necesita efectuar el registro de un número de eventos que sobrepasen el valor máximo permitido para ésta instrucción se puede hacer un arreglo de Contadores en "Cascada" para efectuar registro de eventos que sobrepasen el máximo valor prefijado que pueda aceptar el Contador. En la siguiente aplicación se realiza un arreglo en cascada para registrar un número mayor al máximo valor permitido en la instrucción de contar.

APLICACIÓN 16- Se tiene una máquina fabricante de botellas, el programa de producción para ésta máquina por turno es únicamente de 10,000,000 botellas, implementar un

programa que indique mediante una sirena al operador en turno que la máquina ha cubierto su estándar de producción, para que desactive la máquina productora de botellas, se utilizara una fotocelda (P.E.S.) de rápida respuesta para detectar el número de botellas que envía la máquina a la línea de transportación.

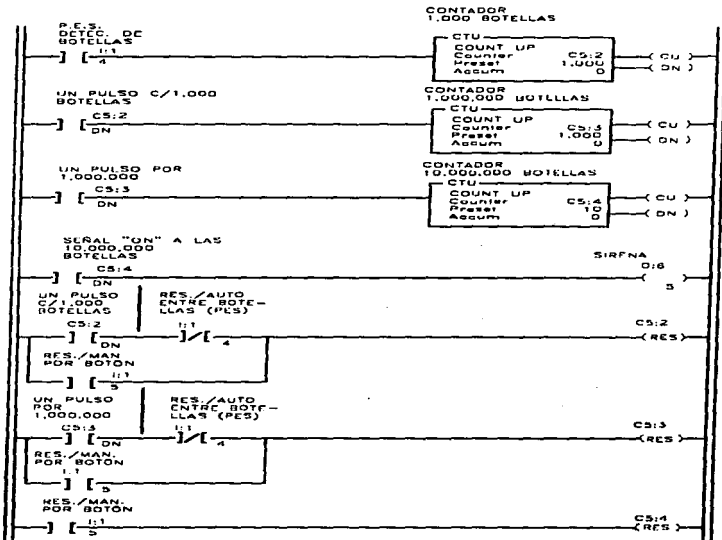


Fig. 6.5 Arreglo de Contadores en cascada

Una vez que la sirena a avisado al operador éste la callará oprimiendo un botón NA. Con la etiqueta de "Reset".

Al utilizar el Bit de Desborde; cuando un contador alcanza su máximo valor de conteo en el siguiente registro de un evento pasará a adquirir su valor mínimo e iniciar un nuevo ciclo de conteo, cuando esto ocurre el Bit de Sobreflujo (OV) conmuta su estado lógico manteniéndose en éste estado mientras no se presente la activación de la instrucción Reset del contador, este Bit de desborde se puede programar en un arreglo de instrucciones de Contar en cascada para poder realizar el incremento de capacidad de conteo por programa, con lo cual el número de eventos que se puedan registrar no queda restringido al máximo valor de la instrucción

APLICACIÓN 17 - Realizar un programa equivalente al anterior utilizando Instrucciones lógicas dependientes del Bit de Desborde (OV) para efectuar el conteo de las 10,000,000 botellas

Al aplicar el Bit de desborde Ascendente "OV" del contador "C5:2" al siguiente peldaño con otra instrucción "C5:3" de contar estaremos enviando un pulso cada vez que el contador que lo origina alcance su máximo valor en éste caso 9,999 más uno, por lo cual el conteo efectivo del primer contador será de 10,000, el segundo contador "C5:3" el cual esta recibiendo ésta señal incrementara en uno cada vez que esto ocurra, debido a esto la capacidad de contar de ésta última instrucción será dada por el producto de su valor prefijado (PRESET) 1,000 multiplicado por 10,000 del anterior contador, el resultado del conteo efectivo que ambas instrucciones pueden realizar, es el de la cantidad de 10,000,000 botellas indicadas para accionar la sirena indicadora de terminación del lote de producción de botellas; al usar el bit de desborde optimizaremos el uso de las instrucciones simplificando los programas de contadores de gran capacidad.

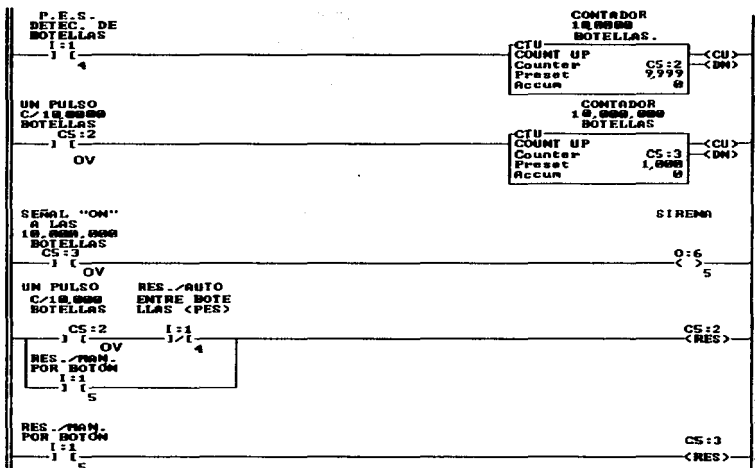


Fig. 6.6 Programa del Bit de Sobreflujo OV".

6.3.- CONTADOR DESCENDENTE.

Utiliza la siglas "CTD" proveniente de las siglas Down Counter; ésta instrucción de salida interna, le dice al procesador que disminuya el valor acumulado en "I", 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 sean internas o externas.

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 irá 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 por PLC de las dos instrucciones de Contadores previamente analizadas, la que más utilidad tiene en los programas de aplicación es la instrucción "CTU" de contador ascendente por la forma usual de Contar 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 ésta 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.

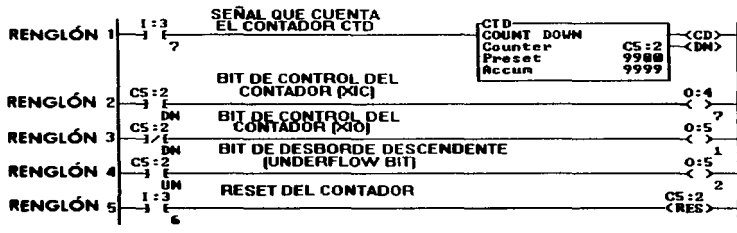


Fig. 6.7 Programa Base de un Contador Descendente.

Las instrucciones lógicas de programación dependientes de los Bits de control del Contador estarán designadas con la dirección del contador y la etiqueta del Bit al cual corresponden.

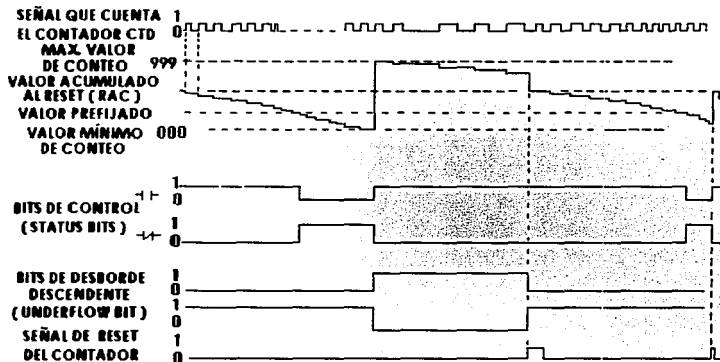


Fig. 6.8 Diagrama de Tiempos de un Contador Descendente.

APLICACIÓN 18.- Implementar un programa equivalente a la aplicación 13. del sistema de lubricación automática de máquina utilizando la instrucción de contador asociada a Timers como ocurre normalmente en los programas de aplicación; manejar el mismo tiempo para cada ciclo de lubricación recordemos que la lubricación se realiza cada 7 minutos manteniéndose activa la bomba un tiempo de 15 seg. en cada ciclo.

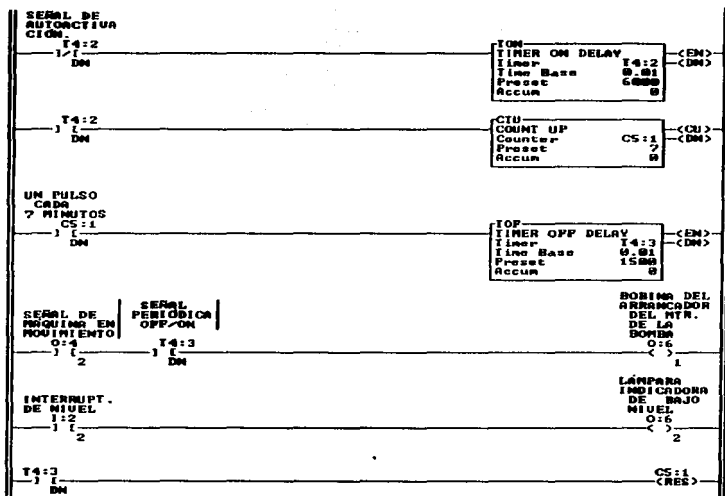


Fig. 6.9 Programa Aplicación 18.

APLICACIÓN 19.- Se tiene una máquina dobladora de perfiles automática. El ciclo de trabajo está condicionado a dos cosas, a que una vez colocada la lámina ésta es detectada por una fotocelda "P.E.S 1" y la otra cuando el operador retira sus manos de la zona de

seguridad condición que es detectada por la fotocelda "P:E:S.2", dadas ambas condiciones los Pistones P1, P2 y P3 accionados por las Electroválvulas designadas por SV1, SV2 y SV3 inician su ciclo de operación; el siguiente esquema muestra el diagrama funcional de los tres pistones:

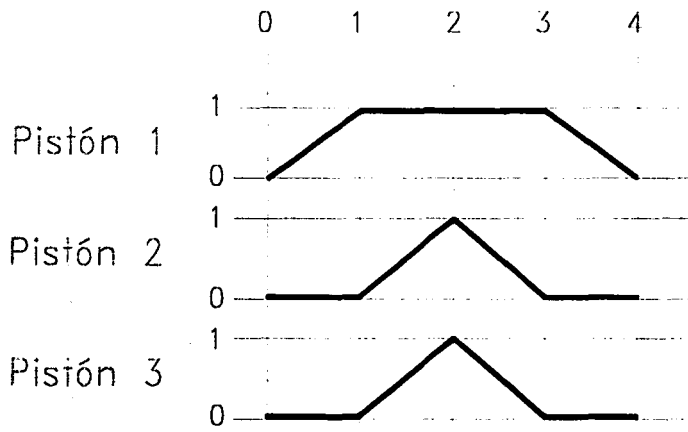


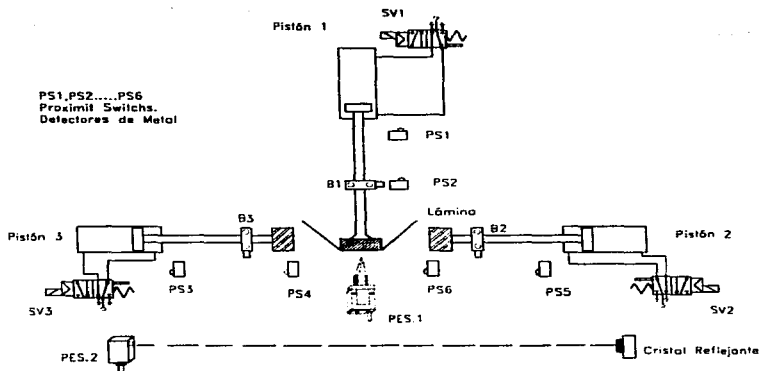
Fig. 6.10 Diagrama Funcional de los Pistones

En el diagrama se indica que el pistón 1 se acciona inmediatamente que se dan ambas condiciones, cuando llega a su punto máximo (punto 1) de desplazamiento acciona simultáneamente los pistones 2 y 3 laterales en posición horizontal manteniéndose el pistón 1 en su posición de avanzado al llegar estos últimos a su punto máximo (punto 2) de desplazamiento regresan inmediatamente a su posición inicial (punto 3), con lo cual permiten que el pistón vertical se retraiga a su punto inicial de desplazamiento (punto 4), terminándose así el ciclo de trabajo de los pistones.

La función del primer pistón 1 al ser accionado es sujetar la placa y mantenerla sujeta hasta que es doblada por el accionamiento simultáneo de ambos pistones laterales 2 y 3 los cuales únicamente comprimen la placa por un instante al llegar a su punto máximo de alcance tiempo suficiente para darle el doble requerido, ambos pistones retornan inmediatamente a su punto inicial, cuando esto ocurre el pistón vertical deja de sujetar la placa regresando a su punto de partida en espera de un nuevo ciclo de trabajo.

La figura 6.11. esquematiza la disposición de los componentes de la máquina dobladora de perfiles:

En el esquema de la disposición de los componentes involucrados en el control de la máquina dobladora de perfiles, tenemos 6 interruptores de proximidad abreviados como "P.S" los cuales servirán para indicar la posición de cada uno de los dispositivos actuadores, a cada pistón le corresponde un par de estos dispositivos de entrada.



Photoeye (PES. 1)

Fotocelda
detectora de
Lámina

Photoeye (PES. 2)

Fotocelda
de seguridad
detectora de
de las manos
del operario

B1, B2, B3

Banderas metálicas
indicadoras de posición
de los pistones

PS1	Pistón 1	Retraído
PS2	Pistón 1	Avanzado
PS3	Pistón 2	Retraído
PS4	Pistón 2	Avanzado
PS5	Pistón 3	Retraído
PS6	Pistón 3	Avanzado
SV1	Válvula solenoides pistón 1	
SV2	Válvula solenoides pistón 2	
SV3	Válvula solenoides pistón 3	

Fig. 6.11 Esquema de los Componentes de la Dobladora.

La posición inicial de cualquier Pistón la detecta un sensor de proximidad asignándole la etiqueta "Pistón Retraído" a través de una Bandera, que es una pequeña placa metálica adaptada al pistón, la cual se desplaza junto con su émbolo al ser accionado por la Electroválvula correspondiente; al salir el vástago de cualquier pistón y alcanzar su punto máximo permitiendo que la bandera quede ahora frente al sensor con la etiqueta "Pistón Avanzado" que es el indicador de que el pistón a llegado a su punto final de recorrido

En procesos donde se involucren secuencias de actuadores o pistones de accionar dependientes entre sí de la posición de uno respecto del otro, la adaptación de la placa metálica o "Bandera" es de gran ayuda pues permite ubicar la posición exacta del pistón a lo largo de su carrera de desplazamiento, en ocasiones un actuador puede tener hasta más de tres sensores de proximidad a lo largo de su línea, tantos como puntos de localización se necesiten en el proceso del cual forman parte, por ejemplo se puede necesitar que un pistón accione a otro cuando se encuentre a la mitad de sus carrera para cumplir ésta condición bastara únicamente colocar un sensor fijo una vez conocido el máximo alcance del pistón en el punto que esté a la mitad de su viaje a partir de su punto de partida, al accionarse el pistón su émbolo se desplazara junto con la "bandera" al pasar por el sensor que se encuentra a la mitad del recorrido será detectada y enviará un pulso al programa respectivo indicando que la condición a sido cumplida y activar al otro pistón.

En nuestro caso el pistón 1 vertical acciona a los dos pistones horizontales 1 y 2 al final de su recorrido condición detectada por el sensor "P.S.2" que envía la señal al controlador indicando la verificación de la condición.

En el esquema de la figura 6.12, se anexa el diagrama de conexiones al controlador de los dispositivos del sistema de control.

Las etiquetas dadas a los dispositivos así como la simbología empleada es similar a la utilizada en los diagramas de máquina reales para dar mayor realce a la información aquí expuesta.

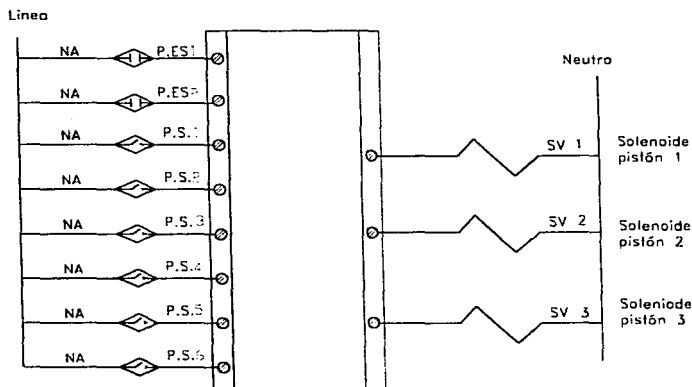


Fig. 6.12 Conexiones de la Dobladora.

Para diferenciar a un dispositivo de contacto por platino como puede ser un pulsador (P.B), de un Switch o contacto de conmutación electrónica que se utiliza en fotoceldas y sensores de proximidad, se representan con el tipo de contacto encerrado en una cajita que indica que es una señal originada en un dispositivo de estado sólido.

En el diagrama anterior observamos que todos los dispositivos son de esta naturaleza, las

FALTA PAGINA

No. 148

Al oprimir por segunda vez el botón el contador registra que el valor acumulado iguala a su valor Prefijado en 2 por lo que su instrucción lógica XIO "C5:9/DN" del tercer peldaño se va a falso inmediatamente que esto ocurre parando automáticamente al motor, ésta instrucción se mantiene en éste estado hasta que transcurren 2 seg. después de haberse oprimido por segunda ocasión el botón, tiempo en el cual retoma su estado original "ON" al restablecerse automáticamente el Contador mediante la instrucción XIC "T4:4/DN" del Temporizador TON "T4.4" que registro el transcurso de los 2 seg.

Este tiempo adicional para el reset se da para asegurar que si por alguna situación el operador no suelta el botón inmediatamente al oprimirlo y lo mantenga un poco más de lo necesario, evitar que pudiera arrancar en éste segundo pulso nuevamente el motor.

Se debe considerar que el botón al oprimirse por segunda vez no debe de mantenerse más de dos segundos en éste estado "ON" que es el tiempo que tarda en restablecerse en la línea de arranque del motor la instrucción XIO "C5:9" proveniente del Contador, al restablecerse el contador espera un nuevo pulso para iniciar un nuevo ciclo.

En el peldaño 6, se adiciona una instrucción de tiempo "TON" dirección "T4:5" que sirve para registrar una posible falla en el contacto del Botón "Start/Stop" si transcurrieran más de 5 seg. En "ON" en la señal del botón activaría a la instrucción lógica del Temporizador la primera instrucción lógica XIO "T4:5/DN" del peldaño 3 pasaría automáticamente al motor y la otra instrucción lógica XIC "T4:5/DN" contenida en el último peldaño activaría una lámpara indicando que el botón tiene problemas.

Esta instrucción de Temporizador "T4:5" es de seguridad y sirve para detectar que el botón siempre retome su estado original cada vez que es pulsado, en el caso de falla se pararía automáticamente el motor por tal situación evitando posibles accidentes.

El programa se muestra en la figura 6.15 y es una muestra de la flexibilidad de los controladores lógicos programables en el Control, ya que en un control convencional es difícil poder realizar lo anterior.

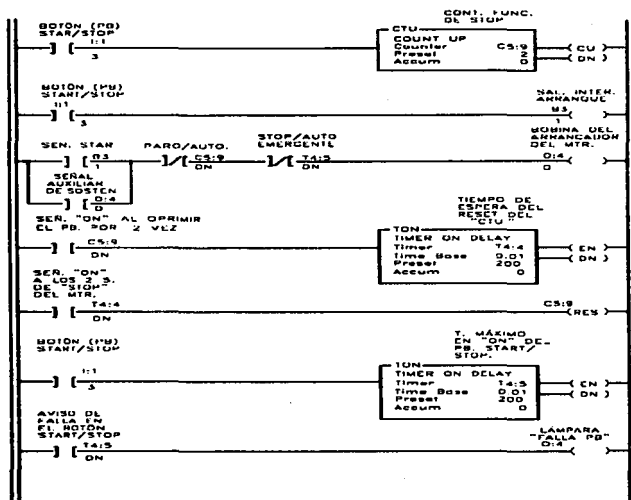


Fig. 6.15 Programa Arranque/Paro de Motor por un Botón.

7 INSTRUCCIONES ESPECIALES

7.1.- INSTRUCCIONES DE SALIDA RETENTIVAS.

Las instrucciones de salida retentivas se utilizan en procesos en donde se requiera mantener el valor de una instrucción de salida aunque ya no se encuentre presente la lógica que la activo; como su nombre lo indica retiene su valor lógico, al programar una instrucción de salida retentiva queda suprimida la instrucción auxiliar de retención que utilizamos anteriormente en salidas cuya activación dependía de un instante o pulso en su peldaño de control y deseábamos que la instrucción de salida se mantuviera activa; las salidas con la etiqueta "Latch" también requieren un pulso en su peldaño de control como mínimo para mantenerse en un estado lógico "ON" puesto que retienen o memorizan éste estado lógico tanto tiempo mientras no se presente la instrucción de Desenclave "Unlatch" correspondiente.

Estas instrucciones tiene la característica adicional de mantener su último estado lógico cuando se presenta una situación de pérdida de energía, al restablecerse la energía esta instrucción retomara el estado que tenía.

Las instrucciones de salida retentivas definidas con la etiqueta "LATCH" necesitan una instrucción "UNLATCH" con la misma dirección para retomar su estado inicial, estas instrucciones se programan obviamente peldaños por separadoS siendo normalmente diferentes sus instrucciones de entrada programadas que intervienen en el control de ambas instrucciones de salida.

Las instrucciones retentivas mencionadas pueden manejar direcciones externas e internas de salida en su programación, al igual que las instrucciones de salida normales "OTE's".

Es recomendable utilizar direcciones Internas de salida para programar éstas instrucciones, en los programas de máquinas controladas por PLC's es muy común ésta situación; con lo cual se usan las instrucciones de entrada dependientes de éstas para efectuar la acción de control sobre las instrucciones de salida Externas.

Cuando se programa una instrucción retentiva Latch, se debe considerar que no podemos olvidar programar su instrucción de salida Unlatch con la misma dirección para poder controlar el estado de la salida Latch, de hecho la instrucción Unlatch hace la función de una instrucción "RESET".

Nota: Los peldaños lógicos conteniendo las instrucciones de salida Latch, Unlatch se deben asegurar mediante programación para que bajo ninguna situación se activen simultáneamente ya que si esto ocurriera se puede presentar una situación no prevista que alteraría el control de la máquina o proceso al cual están destinadas.

Las siguientes aplicaciones sirvan como apoyo y comprensión al análisis descrito:

APLICACIÓN 21.- Implementar un programa de paro y arranque de motor con sus respectivas lámparas piloto indicadoras; Lámpara Verde para indicar que el motor está Trabajando y Lámpara Roja para indicar Motor parado, manejar una estructura lógica adecuada en los peldaños de control de la salidas Latch y Unlatch, para evitar que bajo ninguna situación de trabajo se activen simultáneamente y evitar posibles riesgos al equipo.

Considerar el mismo tipo de Dispositivos de Entrada utilizados en la aplicación anterior de paro y arranque por instrucción de retención o enclave; es decir Botón de Arranque N.A. y Botón de Paro NC.

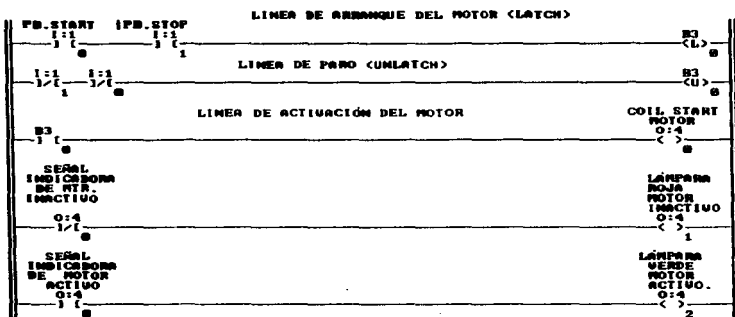


Fig. 7.1 Arranque / Paro de Motor por Salidas Retentivas.

APLICACIÓN 22.- Se tiene un sistema de control de Tráfico de cajas en transportador Aéreo; El Transporte de las cajas es por deslizamiento sobre rodillos lisos accionados por cadena de transmisión por motoreductor; El ciclo de trabajo inicia cuando los elevadores envían o descargan sus cajas a cada línea de transporte que le corresponde, designadas como "línea A" (L.A.) y "línea B" (L.B.), las cuales circulan en dirección a una línea de transporte común "línea C" que sirve de entronque de ambas líneas A y B. ésta última línea "C" dirige las cajas hacia la zona de embarque o almacén de producto terminado.

Las líneas "A" y "B" tienen en su extremo de terminación o salida un pistón accionado por electroválvula neumática (S.V.) para controlar el envío de cajas a la línea "C" de cada línea, ambas electroválvulas de los pistones tienen sus líneas de flujo de aire conectadas de tal forma que sin estar activadas mantienen su émbolo salido que bloquea normalmente a las cajas así que cuando su electroválvula se energice el émbolo bajara permitiendo el paso de las cajas a la línea de entronque "C" y de ahí al embarque.

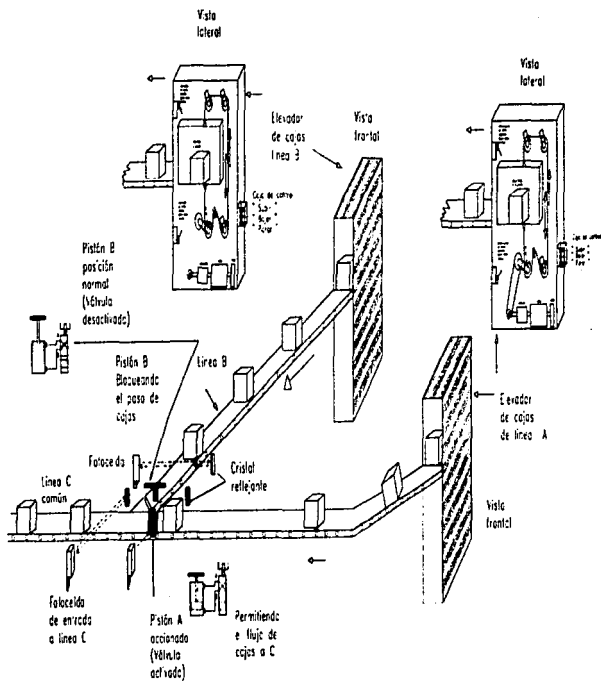
Quando una caja se aproxima a la zona de control de tráfico o salida de una línea es detectada por una fotocelda (P.E.S.) colocada en ésta zona, si ambas líneas tienen afluencia de cajas, la caja de la línea que llegue primero al punto de detección correspondiente a su línea activará inmediatamente su electroválvula bajando el émbolo del pistón permitiendo con esto el flujo de cajas de ésta línea al entronque, aunque inmediatamente llegue una caja en la otra línea esta tendrá que esperar impedida por su pistón, hasta pasen 6 cajas seguidas en línea de salida activa, cuando esto ocurre termina el ciclo de trabajo de la electroválvula de la línea en turno es desactivada y aunque viniesen atrás de ella más cajas ahora estas cajas tendrán que esperar al retornar el émbolo del pistón su posición normal impidiendo su paso, simultáneamente se activará la descarga de cajas que estaban esperando en la otra línea de igual forma.

Al activarse el flujo de cajas en una línea hacia el entronque y el tiempo entre la llegada de una caja y otra a la zona de detección fuera mayor de 10 s. Esto permitiría el bloqueo nuevamente de ésta línea a un cuando no hubiesen pasado las 6 cajas mencionadas anteriormente si éste tiempo se diera sería un indicador de que la línea no está muy congestionada y daría la alternativa al flujo de la otra línea que posiblemente tenga cajas en espera.

Para evitar el alcance de cajas de una línea y otra a la entrada de la línea común "C", también se encuentra una fotocelda para detectar ésta situación mientras una caja no rebase el límite de detección de la fotocelda de entronque, no se permitirá la activación de la línea en espera.

El sistema tiene su botón de reset para dar un reset manual a cualquier línea si ocurriese una situación de atascamiento por una situación no prevista. El esquema que a continuación se muestra representa la disposición de los elementos del sistema.

Fig. 7.2 Sistema de Control de Tráfico de Cajías



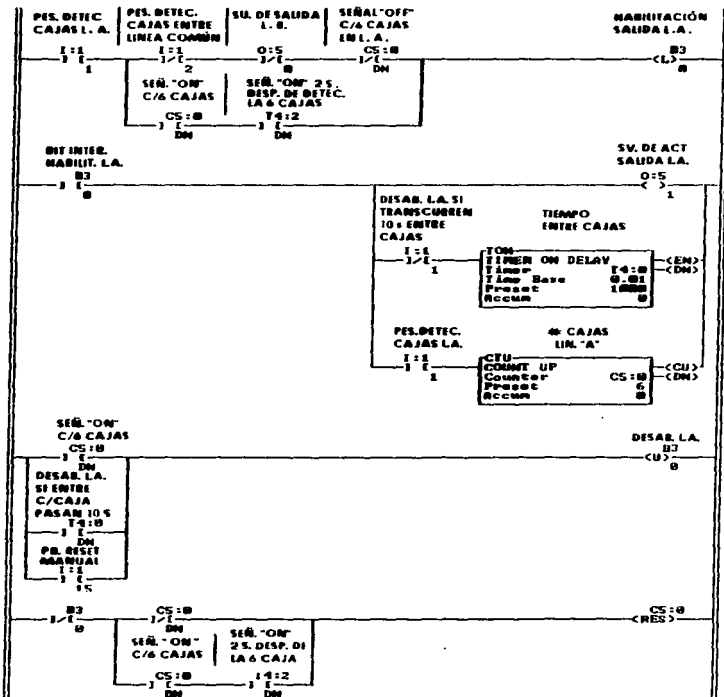




Fig. 7.3 Programa del Sistema de Transportador Aéreo de Cajas.

En la primera sección del programa tenemos los Peldaños de control de la línea "A". Al iniciar el flujo de cajas a las líneas se inicia el ciclo de control; en el primer peldaño todas las instrucciones lógicas I:1/2, O 5/0 y C5:0/DN de la trayectoria superior son verdaderas a excepción de la instrucción I:1/1 de la fotocelda (P.E.S.) de detección de la línea "A" que se activa al registrar la llegada de una caja a la zona de salida de "A" con esto se activa la salida Latch B3/0 que mediante su instrucción de entrada dependiente activa en el peldaño 2 a la instrucción O:5/1 de la electroválvula del pistón de apertura del tránsito de cajas de "A" a la línea común, manteniéndose enclavada hasta que una de dos situaciones ocurra: primera que el tiempo entre la llegada de una caja y otra a la zona de detección sea mayor o igual a 10 seg. el cual es registrado por una instrucción "TON" T4:0 al ocurrir esto el temporizador mediante su instrucción T4:0/DN segunda trayectoria en paralelo en el tercer peldaño activará la salida Unlatch para restablecer a la salida Latch a su condición original desactivando con esto la válvula del pistón obstruyendo el paso de cajas de "A" a la línea común; segunda si el flujo de cajas en "A" fuese constante entonces el contador C5:0, al recibir los pulsos que envía la fotocelda por cada caja detectada, y una vez que a registrado 6 pulsos activa la salida Unlatch por medio de su instrucción C5:0/DN (The Done Bit) para desenclavar a la instrucción de salida Latch que activa la Electroválvula del pistón de "A" bloqueando el paso de las cajas.

En el cuarto peldaño es de control de la instrucción Reset del contador C5.0 una vez que la 6ª caja es detectada en "L.A" y han transcurrido 2 seg. De esto es activada la instrucción reset del contador, por medio de la instrucción T4.2/DN del temporizador T4.2 localizado en el último peldaño del programa, para dejar sus instrucciones en sus condiciones lógicas iniciales en espera de un nuevo ciclo, estos 2 segundos finales garantizan que ahora se active la otra línea "B" siempre y cuando tuviera cajas en espera, de no tener daría la pauta para que se active nuevamente el flujo en "A". La segunda sección o bloque del programa corresponde al control de la línea "B" la cual trabaja de igual forma a lo descrito para "A", el tipo de instrucciones son las mismas lo único que cambia son las direcciones de las instrucciones que indican donde están conectados la fotocelda (P.E.S.) y la válvula (S.V.) para el control de tráfico de la línea "B".

El flujo de salida de cajas de cada línea hacia la línea común no se puede dar simultáneamente ya que la primera línea que se activa inhibe o desactiva a la otra. Sea cual sea la primera en activarse por las condiciones antes mencionadas.

Observamos que el peldaño final tiene dos trayectorias en paralelo conteniendo cada una la instrucción del contador de cajas correspondiente a las líneas "A" y "B", una vez que cualquiera de las líneas que este permitiendo el paso de cajas a "C" registra su 6 caja activando el registro de tiempo del temporizador, transcurridos 2 seg. Indicados en su valor Prefijado Resetea a las instrucciones del contador respectivo para poder efectuar otro ciclo.

7.2 INSTRUCCIONES DE CONTROL DE PROGRAMA.

Estas instrucciones se emplean cuando una o varias partes de programa deben ser accedadas o ejecutadas de manera aleatoria, ya sea por condiciones propias del proceso, como saltos a subrutinas o bien saltos a direcciones dentro del programa principal o como protección en caso de falla para desenergizar las salidas no retentivas del sistema, todo esto de acuerdo a las necesidades del proceso y con la finalidad de optimizar nuestro programa.

La mayoría de los Controladores Lógicos maneja este tipo de instrucciones, las más usuales o comunes para llevar a cabo estos movimientos son las siguientes:

1).- Instrucción "MCR" Reset de Control Maestro.

Esta instrucción se utiliza para desenergizar todas las salidas no retentivas que se encuentren en el área de limitada por la instrucción MRC.

2).- Instrucción "JMP" Salto a Etiqueta.

Instrucción que se utiliza para efectuar un salto a una dirección determinada en el programa principal, sin que las instrucciones saltadas se lleven a cabo en el ciclo de scan hasta que las condiciones de entrada sean las adecuadas para eliminar el efecto de la instrucción JUMP

3).- Instrucción "LBL" Etiqueta.

Se utiliza para identificar hacia donde debe efectuar el salto la instrucción JMP para darle prioridad a un determinado número de líneas del programa.

7.2.1 INSTRUCCIÓN MCR.

Es una instrucción de salida sin dirección, cuando se programa una instrucción de control de zona MCR primeramente se elabora el peldaño de control de la instrucción conteniendo las instrucciones de Entrada para manipulación de ésta instrucción; posteriormente los peldaños lógicos de cuyas salidas se desea efectuar el control de desactivación mediante la instrucción MCR, en el caso de presentarse una situación no prevista fuera del control de la lógica de los peldaños contenidos en la zona de control

Bastará llevar una de las instrucciones lógicas de Entrada a OFF (Falsa) del peldaño de Inicio de la instrucción MCR para desactivar todas las instrucciones de Salida no retentivas dependientes de la instrucción MCR; las salidas retentivas que estén programadas dentro de una zona de control MCR no son afectadas por el estado lógico del peldaño de inicio "MCR"; el punto de terminación de la zona de control MCR queda definido por un peldaño conteniendo únicamente la instrucción MCR, es decir que ésta instrucción no tendrá ningún permisisivo o instrucción de Entrada dentro de éste peldaño final.

Con lo anterior podemos sugerir programar en una zona de control MCR a las secuencias lógicas de instrucciones de Salida no retentivas que manejen dispositivos prioritarios o de alto riesgo, y así poder tener un control más completo sobre estos, previniendo una falla en los dispositivos de Entrada cuyas instrucciones lógicas están contenidas dentro de los peldaños contenidos en la zona de control MCR.

Cuando alguna de las condiciones de Entrada del peldaño de inicio o de control de la instrucción MCR presenta lógica falsa, todas las salidas contenidas en la zona definida por los peldaños inicial y final de instrucciones "Master Control Reset" son desenergizadas, podemos decir que la instrucción MCR inhibe a la lógica de Entrada de las Salidas contenidas en ésta zona, aunque alguna o algunas de las salidas presenten lógica continua no serán activadas mientras el peldaño de control de la instrucción MCR presente lógica falsa.

Puede programarse en cualquier lugar del programa del usuario de acuerdo a las necesidades de éste lo que nos da por resultado que puede programarse varias veces dentro de un solo programa.

En resumen podemos considerar a la instrucción MCR como de seguridad que permita tener un control total sobre ciertas Salidas mediante programa, pero con esto no tenemos una seguridad total sobre el control de los dispositivos de Salida; los dispositivos de estado sólido como Triac's, SCR o Transistores de potencia utilizados en los circuitos de Salida de los módulos o tarjetas de los PLC tienen la tendencia de ponerse en corto circuito, razón por la cual el dispositivo de Salida conectado a éste se mantendrá siempre activado independientemente de la lógica que presente su instrucción de Salida respectiva, aunque la instrucción de Salida correspondiente al circuito del dispositivo conductor en corto se encuentre dentro de una zona de control MCR, el dispositivo de Salida no se verá afectado por tal instrucción pues aunque su instrucción lógica de Salida adquiera el estado "OFF" mediante la instrucción MCR, éste dispositivo seguiría siempre activo por encontrarse cortocircuitado el dispositivo de estado sólido que lo conduce.

Es recomendable además del control por programa mediante la instrucción MCR, tener un sistema de control cableado sobre un Relevador Maestro para proporcionar a través de éste la interrupción total de la alimentación sobre todos los módulos o tarjetas de Entradas y Salidas, y por sobre todo la alimentación principal del mismo controlador, con lo cual, al activar algunos de los dispositivos de paro de emergencia contenidos en la línea de control del Relevador Maestro desactivaríamos todos los dispositivos Entrada/Salida simultáneamente.

Este dispositivo debe alambrarse de acuerdo a las especificaciones que aparecen en el manual de instalaciones del procesador PLC.

La figura 7.4 muestra un programa de una zona de control por instrucciones "MCR", las instrucciones de salida contenidas líneas de control que se encuentran fuera de la zona "MCR", no son afectadas por tal instrucción y únicamente dependen de las condiciones lógicas que sus instrucciones de entrada presenten.

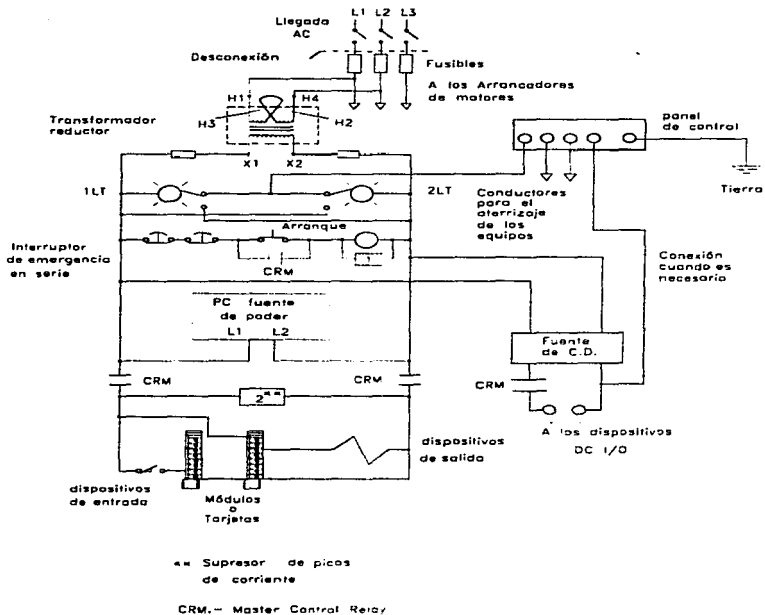


Fig. 7.5 Control Cableado por Relevador Maestro.

En Máquinas que realizan la operación de desplazar o mover objetos dentro de ciertos límites o puntos específico de su sección, es importante adaptar dentro de la línea de control del Relevador de Control Maestro uno o más interruptores de limite adicionales para desenergizar o inhibir el movimiento de la máquina en caso de detectarse un sobreviaje de alguno de los objetos que se desplazan por transmisión de ésta, si alguno de los objetos llegara a exceder sus límites de desplazamiento permitidos, por falla de alguno de los otros elementos de la línea de paro, el mismo objeto accionaría el micro o interruptor de limite respectivo para detener el movimiento de la máquina y así evitar posibles daños a la misma o al propio personal

En el esquema de la figura 7.6 se ilustra ésta situación la máquina debe detenerse al accionar el objeto el Interruptor de Limite 1 "1LS", si este fallara la máquina no se detendría permitiendo que el objeto accione el segundo micro "2LS" que detendría el movimiento de la máquina al ser desenergizada totalmente. Esta opción de control redundante y sirve como respaldo al controlador lógico.

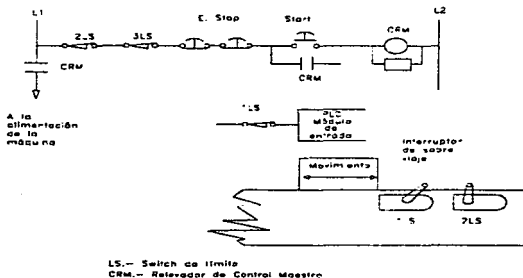


Fig. 7.6 Control Maestro por Sobreviaje.

7.2.2 INSTRUCCIÓN JMP.

Esta instrucción **JMP TO LABEL** es una instrucción de Salida. Cuando el peldaño que contiene a ésta instrucción es verdadero indica al procesador que salte ya sea hacia adelante o en retroceso a la línea donde se encuentre la instrucción "LBL" con el mismo número de la instrucción **JMP**, al realizar el salto el controlador deja de explorar momentáneamente las demás líneas intermedias de control que encuentra en su recorrido hasta llegar a la línea o peldaño de destino indicado por la instrucción **LBL**, continuando en éste punto la exploración o barrido de las instrucciones del programa durante el ciclo de **SCAN** en turno.

Esto con el fin de darle la prioridad de ejecución a las líneas inmediatas que se encuentran a partir de éste peldaño de control donde se encuentra la instrucción **LBL**, mientras los instrucciones de entrada de la función **JMP** sean verdaderos en cada ciclo de scan o barrido de programa que esto ocurra se repetira lo anterior.

Esto normalmente no afecta al programa, puesto que la lógica verdadera de activación de la instrucción **JMP** se presenta por un instante muy breve y generalmente en el siguiente barrido de programa ya no se encuentra permitiendo su nueva ejecución ya de manera normal. ésta instrucción puede utilizarse en programas extensos que requieran un tiempo considerable en su **SCAN** y de esta forma darle prioridad y rapidez de ejecución a ciertas líneas que se desee tengan una mayor rapidez de respuesta a la ordinaria. en procesos donde se involucren mediciones de tiempos muy precisos o exactos también se puede usar ésta instrucción.

En un programa se pueden utilizar un número considerable de saltos de ejecución con **JMP** hacia la misma etiqueta **LBL** o bien si se desea una instrucción **JMP** para una instrucción en particular **LBL** con el mismo número

Esta instrucción también puede programarse en cualquier dirección del programa de usuario o bien dentro áreas de subrutinas inclusive.

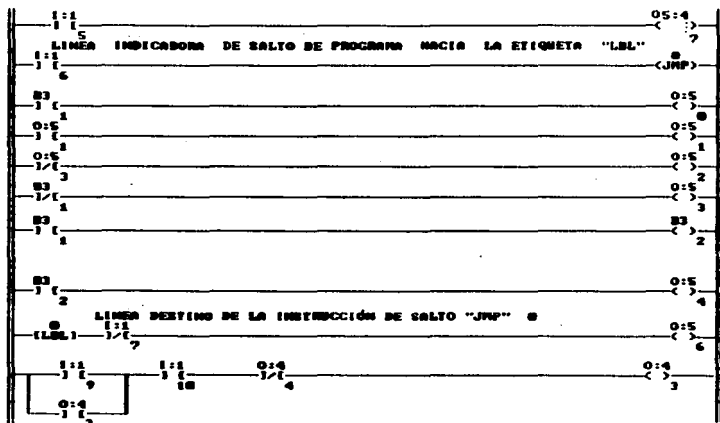


Fig. 7.7 Programa Muestra de la Instrucciones JMP y LBL

LBL (Label). Esta instrucción de entrada es el punto destino de la instrucción JMP teniendo el mismo número programado, siempre se debe programar como primera instrucción del peldaño a donde se quiera que el controlador efectúe su salto de barrido ésta instrucción siempre es evaluada por el controlador como "1" lógico, mediante LBL al igual que JMP no podemos manipular Bits y únicamente sirve de referencia a la instrucción de salto JMP.

Podemos programar como ya dijimos diferentes líneas, con instrucciones **JMP** que conduzcan a la misma etiqueta **LBL** asociándoles el mismo número de ésta, pero asignando la misma instrucción **JMP** a dos o más etiquetas causa error.

7.3 REGISTROS DE CORRIMIENTO.

Con la instrucción "Shift Register " el estado lógico de la señal de un dispositivo de entrada sea una fotocelda, pulsador etc., llamado "Dato" es introducido en un registro o grupo de localidades adyacentes de direcciones dentro de la memoria del controlador y automáticamente recorrido a través de él, de una localidad a la siguiente en cualquier dirección seleccionada; la señal que habilita el desplazamiento del dato puede estar controlada por una señal de reloj generada sobre una base de tiempo (Time Driven) o bien por una señal de forma periódica de frecuencia variable determinada, proporcional a la velocidad de desplazamiento del dispositivo que se esté rastreando, ésta condición de corrimiento se le conoce como conducción por evento (Event Driven).

Una típica aplicación de la instrucción de Registro de Corrimiento es en transportadores de objetos o productos de cualquier tipo para monitorear y controlar el flujo de partes individuales que se desplazan sobre el transportador. En general un Registro de corrimiento puede ser usado para control de procesos donde la posición de un objeto o producto cambia constantemente en el tiempo de manera lineal, mediante el registro de corrimiento podemos darle un seguimiento a las distintas posiciones va tomando el objeto a lo largo de su recorrido sobre el transportador.

Cuando la velocidad de desplazamiento es fija o constante es recomendable utilizar una instrucción de registro de corrimiento que tenga una base de conducción o desplazamiento del dato por tiempo.

La señal que habilita el desplazamiento del dato será una señal de reloj y su frecuencia estará dada por la base de tiempo seleccionada, entre menor sea la base de tiempo más rápidamente se desplazará el dato a través del registro de corrimiento y la base debe ser proporcional a la velocidad de desplazamiento del objeto a ubicar, en un registro de corrimiento la transferencia del dato o estado lógico de una localidad a otra se realiza en los flancos o transiciones de falso a verdadero de la señal de reloj.

En una base de conducción por evento la señal que permite el desplazamiento del dato o datos a través del Registro de Corrimiento tendrá una frecuencia proporcional a la velocidad del transportador, cuando un transportador de velocidad variable trabaja a baja velocidad, en el registro de corrimiento si se introduce un dato el desplazamiento de éste también se dará a baja velocidad, en el momento que el transportador incrementa su velocidad de trabajo y si bajo esta situación un dato es introducido, esto se reflejara en el desplazamiento del mismo a través del registro de corrimiento a mayor velocidad, la generación de la señal de conducción por evento es mediante un dispositivo que normalmente va acoplado a una flecha o eje que dependa su movimiento de la transmisión del transportador, razón por la cual la frecuencia de la señal generada por éste dispositivo es proporcional a la velocidad de transmisión. Algunos de los dispositivos más utilizados en la industria para suministrar estas señales periódicas son los "Encoders" que suministran señales desde los 360 hasta los 5.000 pulsos/Rev.

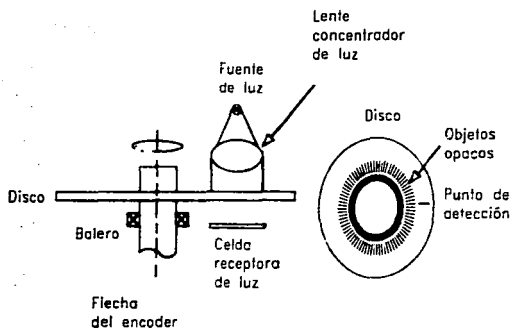
Un Encoder es un dispositivo que está formado por una caja en cuyo interior se encuentra un disco montado sobre un balero el cual le permite seguir la velocidad de transmisión de la máquina o motor al cual está acoplado, el disco tiene normalmente en puntos cercanos a su diámetro exterior un conjunto de segmentos opacos equidistantes entre si, el espacio existente entre los segmentos opacos es de un material transparente y están grabados de manera alternante, alineados entre la superficie de estos objetos opacos se encuentra un dispositivo óptico emisor y un receptor de luz fijos, el haz de luz está dirigido al punto o espacio sobre el cual pasaran cada uno de los segmentos opacos grabados en el disco al girar sobre su eje.

Cuando un segmento opaco pasa en la sección de detección bloquea momentáneamente el haz de luz, al no llegar al receptor éste envía un pulso (ON) cada que esto ocurre, cuando la parte transparente o espacio entre los segmentos pasa entre la zona de detección, el haz de luz pasa a través de ésta superficie con lo cual llega al receptor y en este lapso se deja de enviar la señal, condiciones que permiten la generación de una señal pulsante, un contador de alta velocidad se utiliza para registrar el número de pulsos enviados, el número de pulsos por revolución que envía el encoder ésta dado por el número de segmentos opacos que contenga el disco entre un mayor número de segmentos grabados que tenga un encoder será mejor su "resolución". típicos Encoders tienen entre 100 y 6,000 segmentos opacos por disco.

Si un Encoder tiene 100 segmentos opacos éste producirá 100 pulsos/rev. Esto significa que en cada pulso la flecha del Encoder se ha movido 3.6 grados, ya que sabemos que una vuelta tiene 360 grados, esto permite medir la posición lineal de los objetos que son movidos por la flecha de transmisión del motor al cual está acoplado el encoder.

Por ejemplo si el diámetro de una polea la cual le transmite el desplazamiento lineal a un objeto sobre un transportador, desplaza éste 3.6 pulgadas durante una revolución de la flecha del motor; esto significa que en cada pulso del Encoder el objeto se a movido 0.01 pulgadas; la distancia a la cual un objeto se ha movido de un punto a otro a partir de la rotación del eje de transmisión puede ser fácilmente calculada multiplicando el número de pulsos por 0.01 pulgadas.

Si el total de pulsos registrados en un momento determinado fueran 100 esto significaría que el objeto se ha desplazado 1 pulgada (100×0.01). La figura 7.8 muestra los principales componentes del Encoder:



Tren de pulsos generados por el Encoder

Fig. 7.8 Componentes de un Encoder

En la figura 7.9, se ilustran algunas de las formas utilizadas en la adaptación de los Encoders a las distintas secciones de transmisión de una Máquina; en el esquema se observan dos tipos de encoders, uno de ellos está acoplado directamente a la flecha o eje del motor principal y el otro está acoplado mediante una polea transmisora en una distinta sección de transmisión y por consiguiente de diferente velocidad de operación, aunque el motor de transmisión es el mismo.

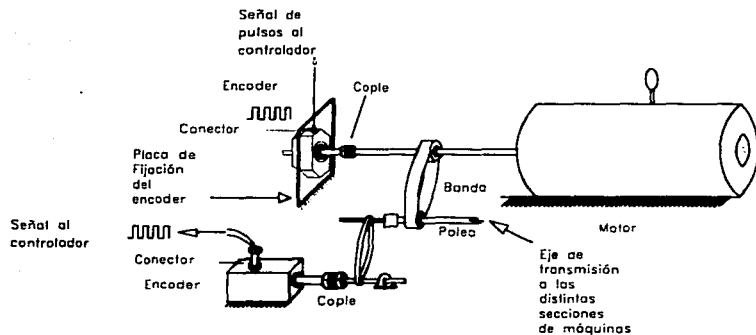


Fig. 7.9 Acoplamiento de Encoders en una Transmisión

En el ámbito industrial también es muy común utilizar los switch de disco o levas para generar señales de pulsos de frecuencia variable, estos dispositivos constan de un switch fotoeléctrico de alta velocidad de respuesta que detecta la velocidad de rotación del disco con su respectivo ángulo de apertura, el ajuste del ángulo de apertura entre los extremos del disco, puede estar dado entre un 0 a 360 grados, con una adecuada selección de este ángulo se puede obtener una señal de duración ON/OFF de periodo deseado y la frecuencia de esta señal al igual que en el Encoder queda definida por la velocidad de la flecha o eje al cual esté acoplado este disco o leva.

Para comprender la manera de desplazamiento de un dato a través de las localidades de registro de corrimiento la figura 7.10 se muestra un esquema mecánico de operación similar:

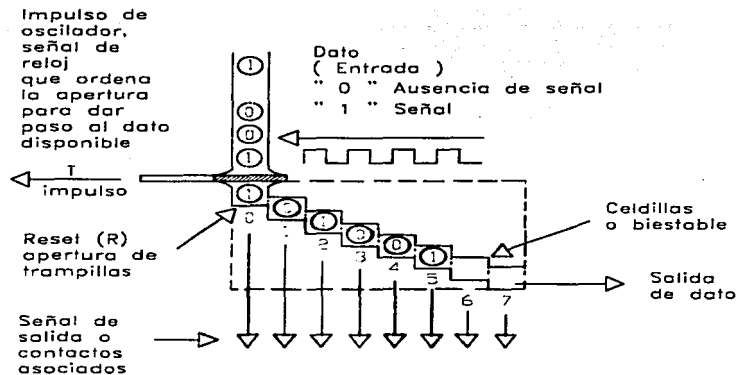


Fig. 7.10 Sistema Mecánico Análogo a un Registro de Corrimiento.

Los datos 0 y 1 de entrada se representan por bolas cuando se aplica un impulso en T se desplaza la compuerta permitiendo la caída de la bola o dato a la primer celdilla, una bola es análoga a un "1" lógico y una ausencia de bola representa un "0", en el siguiente impulso la siguiente bola o dato es introducido a las celdas de corrimiento empujando ésta a la de adelante y esta vez a las otras etc.; El corrimiento se da de tal forma que todo dato que entra en un impulso específico tiene que salir después de pasar por la última celda, el impulso mencionado para el sistema mecánico es análogo a la señal de reloj empleada en la instrucción de registro de corrimiento; cuando se envía la señal de Reset representada por la apertura de las celdillas se vacían o extraen los datos contenidos en ellas que es equivalente a que tuvieran un "0" lógico cada una.

Dato	Reloj	Reset	Salida de contactos asociados							
			0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	0	1							
0	1	0	0 1							
0	1	0	0 0 1							
1	1	0	1 0 0 1							
0	1	0	0 1 0 0 1							
1	1	0	1 0 1 0 0 1							
1	1	0	1 1 0 1 0 0 1							
0	1	0	0 1 1 0 1 0 0 1							
		1	0 0 0 0 0 0 0 0							

Fig 7.11 Tabla Representativa de la operación de Datos en el Registro.

Podemos programar un Registro de Corrimiento en el cual podamos elegir el sentido de desplazamiento del dato a la derecha o a la izquierda, normalmente el último Bit de dirección dependiendo del sentido del desplazamiento, es utilizado para efectuar la acción de Control sobre el o los dispositivos que se están rastreando.

Registro de corrimiento a la izquierda (Shift left register)

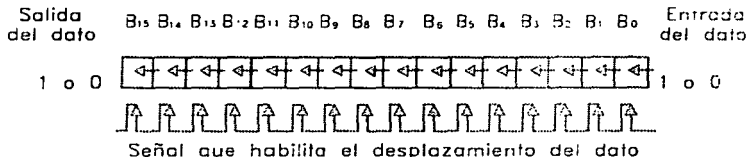


Fig. 7.12 Registro de Corrimiento hacia la Izquierda.

Registro de corrimiento a la derecha (Shift right register)

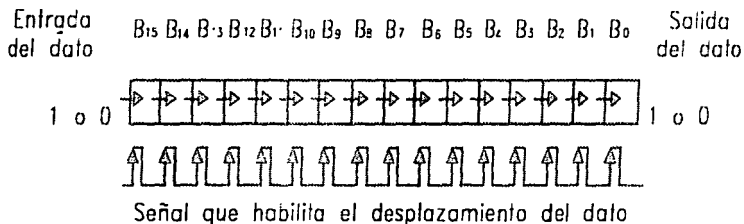


Fig. 7.13 Registro de Corrimiento hacia la Derecha.

Normalmente las instrucciones de registro de corrimiento se utilizan en procesos de control de calidad, como por ejemplo en un transportador de cajas el cual tenga en una sección de él una fotocelda detectora de la etiqueta de registro de cada caja que pasa por ella. la etiqueta bien pudiera ser el código de barras que indique el costo y el tipo de producto etc. si la fotocelda detecta que una caja no lleva esta etiqueta mandará un pulso o dato "1" el cual se irá desplazando en el registro de corrimiento al igual que la caja sobre el transportador, cuando la caja llegue a la zona de apartado de cajas con defecto (zona de rechazo) el dato también llega a la última localidad activando el Bit de dirección que manipulara el dispositivo que apartara a la caja sin etiqueta; tal dispositivo puede ser un pistón o bien un mecanismo de desviación de la caja hacia a fuera de la línea principal del transportador.

7.4.- INSTRUCCIONES DE SECUENCIADORES.

Las instrucciones de secuenciadores son típicamente usadas en máquinas ensambladoras automáticas o en procesos de operaciones repetidas. El uso de estas instrucciones reduce considerablemente la programación y hace máxima la memoria disponible ya que mediante una sola línea de control podemos manipular o monitorear el estado de un grupo de bits simultáneamente.

Los Secuenciadores de Salida (Sequencer Output).- Son instrucciones mediante las cuales podemos manipular un grupo determinado de bits de direcciones de salidas simultáneamente; por medio de estas instrucciones podemos seleccionar, en cada paso (Step) programado en el secuenciador los estados lógicos "ON/OFF" individuales de cada uno de los bits de direcciones de salida que manipula la instrucción del secuenciador y en el tiempo deseado.

Dependiendo del tipo de controlador y de la capacidad de éste será el número de bits de instrucciones de salida que pueda manejar simultáneamente la instrucción de secuenciador de salidas, en algunos controladores se pueden manipular grupos de 8 hasta 64 bits; un paso en un secuenciador es en sí la combinación de estados "ON/OFF" de los bits de las instrucciones de salida; el número de pasos en los cuales indicamos los estados "ON/OFF" deseados en un momento determinado de las instrucciones de salida depende también del tipo y capacidad de controlador; en cada paso se da la representación del nivel lógico deseado para un bit de dirección de una instrucción de salida en un lapso de tiempo determinado indicado en tal paso, al declarar en un paso determinado a un bit en un nivel lógico "1" de una dirección específica nos permitirá activar o reflejar ese estado en la terminal de salida que corresponde a tal dirección, el dispositivo conectado a esa terminal se activará con esto, podemos activar "ON" todos los dispositivos de salida correspondientes al grupo de direcciones declaradas en la instrucción del secuenciador o bien activar y desactivar estos dispositivos de salida a nuestro antojo seleccionando la combinación "ON/OFF" de los estados lógicos del grupo de bits de direcciones contenidas en la instrucción de secuenciador.

Lo mismo ocurre para una declaración de "0" lógico al Bit de Dirección indicada en un paso determinado del secuenciador, éste estado se reflejara en la terminal de salida de la dirección correspondiente al bit con la cual el dispositivo de salida conectado a esa instrucción estará inactivo (OFF) durante en éste estado un tiempo específico programado en el número de paso en turno.

Si un dispositivo se encontraba activo en un paso al pasar al siguiente paso podemos mantenerlo activo, con solo mantener el valor lógico en "1" del bit de dirección correspondiente a tal salida.

Para programar una instrucción de Secuenciador requerimos los siguientes parámetros:

- 1) El tipo de la instrucción del secuenciador si es "SQO".
- 2) La Dirección designada a la instrucción.
- 3) La Máscara (Mask) o Filtrado de Estados lógicos los Bits seleccionados.
- 4) La Longitud (Lenght) o el número de pasos de combinaciones de los Bits.

La Tabla siguiente representa una forma generalizada de los datos contenidos en la programación de una instrucción de secuenciador de salidas, los números de Direcciones utilizados en éste caso son de la 00,01,02 hasta la Dirección 15; este grupo de localidades en la memoria es donde se alojaran los valores o estados lógicos de los Bits que corresponden a las terminales o Bornes de conexión de una Tarjeta de Salidas de 16 Bits, en los valores o combinaciones de estados lógicos asignados a estos Bits, en cada paso al activarse la instrucción "SQO" son comparados o filtrados a través de la máscara de datos (mask data) y si en están declarados como activos "1" entonces el estado lógico de la terminal de salida correspondiente a ese bit tomará el valor asignado a ese bit en el paso (Step) que esta ejecutando en ese momento la instrucción de Secuenciador, un bit de dirección que está declarado "0" lógico en la máscara será inhibido en cada paso del secuenciador es decir que aunque en el paso en ejecución tenga un valor de "1" la salida correspondiente a éste bit no se activara en éste paso ni en los sucesivos.

Con esto resumimos que la máscara es la que permite transferir el estado de un bit en cada paso que vaya ejecutando el secuenciador, un bit que no es activado en la máscara puede ser utilizado en otra línea del programa sin afectar a la instrucción del secuenciador y viceversa.

El registro de los valores lógicos de los bits de contenidos en la máscara de datos son codificados en forma hexadecimal y divididos para esto en grupos de 4 bits, también para cada paso la combinación de estados lógicos deseados para estos es introducida al controlador en código Hexadecimal y se declararan tantas veces como pasos tenga el secuenciador, algunos controladores aceptan hasta 100 paso o más, en cada paso el estado de un bit se puede repetir o seleccionar un estado diferente.

Instrucción de secuenciador de salidas															
Direcciones de los bits del "SQO"															
15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Estados Lógicos															
Filtrado del valor de los bits															
15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
0				F				0				F			
Codificación en hexadecimal															
15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Terminales de la tarjeta de salidas															
PASO 1 En Ejecución PASO 2 PASO 3 PASO 4 LONGIT. = 4															
MASCARA CODIGO															

Fig 7 14 Estructura de Datos en un "SQO" de 16 Bits.

Módulo o tarjeta
de salidas controlada
por secuenciador

Dispositivos estado

X ——— ON

o ——— OFF

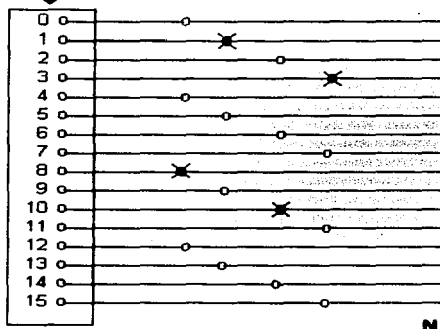


Fig. 7.15 Tarjeta o Módulo de Salida Controlado por Secuenciador.

La figura 7.15 muestra el estado lógico de los dispositivos de salida representados por lámparas encendidas indicando los estados de las terminales que se encuentran "ON" y las lámparas apagadas indicando el estado "OFF" de las terminales de la tarjeta de salida, esto con el fin únicamente de darle una mejor apreciación gráfica y además de darle un contexto generalizado, puesto que en la realidad en vez de lámparas pueden ser arrancadores de motores, solenoides de electroválvulas etc.

EJERCICIO 23.- Desarrollar un programa de control de 2 semáforos utilizando una instrucción de secuenciador, organizar los estados lógicos en una tabla de datos.

El diagrama de tiempos siguiente muestra los estados lógicos de las lámparas que irán adquiriendo en cada paso de ejecución del secuenciador.

la secuencia de operaciones de las 6 lámparas queda definida en 4 pasos del secuenciador enumerados del 0 al 3, cuando termina de ejecutar el último paso regresa al paso inicial por lo que todo se repite, es por esto que normalmente las instrucciones de secuenciadores se utilizan en secuencias bien definidas, como puede ser el control de una línea de ensamble, para controlar los paros y arranques del motor del transportador lo largo de las distintas secciones de armado en la línea de ensamble.

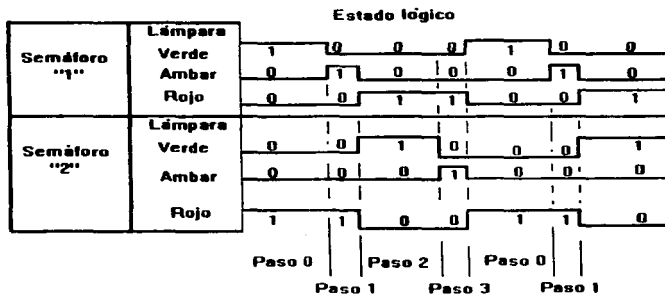


Fig. 7.16 Diagrama de Tiempos de la Operación del Semáforo.

Datos bits de Direcciones.									Código de programa		Valores prefijados	
									Dato	Dato		
									B	A		
Dirección del bit	18	17	16	15	14	13	12	11	B	A		
Datos de la máscara	0	0	1	1	1	1	1	1	3	F		
Datos del paso #	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1	120s
	1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2	15s
	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	C	120s
	3	0	0	0	1	0	1	0	0	1	4	15s
R A V					R A V							
Semáforo 2					Semáforo 1							

V=VERDE
A=AMBAR
R=ROJO

Fig 7.17 Tabla de Organización de los Datos del Secuenciador.

La tabla anterior muestra la organización de los datos de la instrucción del secuenciador puede observarse que es de 8 Bits con las direcciones del 11 al 18 asignadas a la instrucción del secuenciador en turno; a cada lámpara se le asigna un solo Bit y su dirección para su operación en este caso se utilizan los Bits del 11 al 16 por ser 6 lámparas, por lo cual los dos últimos Bits 17 y 18 restantes quedan fuera de operación, esta situación queda indicada en la "máscara de datos" dividiendo el conjunto de los 8 Bits en dos grupos A y B para ser codificados en Hexadecimal e introducidos en este formato al controlador.

El grupo "A" está integrado por los Bits del 11 al 14 y el grupo "B" integrado por los Bits del 15 al 18 al activarse el secuenciador inicia en el paso "0" activando (ON) el Bit 11 y el 16 por tener estos indicados el "1" lógico permitiendo se enciendan las lámparas verde y roja en los semáforos 1 y 2 respectivamente

Las demás lámparas permanecen apagadas porque sus Bits tienen indicado "0" lógico lo anterior durante un tiempo de 120 segs. una vez transcurrido éste tiempo pasa a ejecutar el paso "1" en el cual se indica al secuenciador poner "ON" los bits 12 y el 16 que corresponden a las lámparas amarilla y roja semáforo 1 y 2 respectivamente y las demás manteniéndose apagadas junto con la verde que previamente estaba encendida, el paso "1" dura 15 segs. mismo tiempo que las lámparas se mantienen en el estado indicado, a continuación el secuenciador ejecuta el paso "2" poniendo las lámparas de ambos semáforos en el estado indicado en sus Bits correspondientes, cuando ejecuta el paso final en éste caso el "3" el secuenciador tiene la característica de que mientras éste activo se repite su operación por lo cual pasaría a ejecutar nuevamente el paso "0" inicial y de ahí a los demás pasos, manteniéndose así indefinidamente.

Si se desea detener la operación del secuenciador bastará con desactivarlo, al ocurrir esto se quedará memorizado los estados de los dispositivos de salida que en ese momento tenían en el paso que se estaba ejecutando y al activarse nuevamente continúa a partir de donde se quedó.

CONCLUSIONES:

El buen conocimiento de la manera de operar de las instrucciones lógicas utilizadas en la programación del formato escalera en los PLC's permite el uso de más de una alternativa para desarrollar un programa de control de un sistema específico, los programas desarrollados para cada una de las Aplicaciones mostradas, no son la única manera de realizar las acciones indicadas para cada Aplicación, existen varias alternativas de implementar los programas de control de éstas, entre una y otra alternativa pueden tener una estructura muy diferente pero siempre utilizando las instrucciones básicas descritas y obteniendo los mismos fines, como sugerencia sería conveniente realizar un programa alterno para cada Aplicación lo que permitiría reafirmar el manejo de las instrucciones de los programas en formato escalera de los Controladores Lógicos Programables.

Cada una de las Aplicaciones es el resultado del conocimiento adquirido a través del manejo de estos equipos en la industria y la forma en que están estructurados estos programas es similar a los que utilizan hoy en día los controladores de máquinas y equipos industriales dando la seguridad de que se puede utilizar como una obra de consulta para quien realmente se interese conocer sobre este tema.

Existen instrucciones más poderosas, las cuales en este caso si son diferentes entre los controladores de distintas marcas las cuales no son contempladas en la presente tesis quedando como tema a desarrollar o consultar por separado.

Gracias a los conocimientos que no fueron impartidos por los catedráticos de nuestra profesión, fue posible construir y diseñar los sistemas auxiliares, como el Control de Velocidad del Motor de c.d. con tacogenerador, contenidos en el gabinete del simulador.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1 AUTÓMATAS PROGRAMABLES
ED. MC GRAW HILL
A. PORRAS / A. P. MONTANERO.
PRIMERA EDICIÓN
MÉXICO 1990
- 2 MANUAL DE ENTRENAMIENTO
FAMILIA PLC-2 PARTE I
CENTRO DE ENTRENAMIENTO ALLEN-BRADLEY.
MÉXICO 1985 .
- 3 MANUAL DE ENTRENAMIENTO
FAMILIA PLC-2 PARTE II
MÉXICO 1985 .
- 4 USER MANUAL SLC-500
BULLETIN 1745
ALLEN BRADLEY COMPANY
USA. 1996.
- 5 MANUAL KEYENCE
MODULO PS2-61P
JAPÓN 1995.
- 6 HANDBOOK OF APPLIED INSTRUMENTATION
CONSODININE & ROSS
Mc GRAW-HILL
U.S.A. 1994.
- 7 INDUSTRIAL CONTROL ELECTRONICS
JHON WEBB Y KEVIN GRESHOCK
ED. MERRILL
U.S.A. 1992.
- 8 BULLETIN 1775
PLC-3 MAINTENANCE
TRAINING MANUAL
ALLEN BRADLEY COMPANY
U.S.A. 1988.

- 9 USER MANUAL "AUTOMAX2"
RELIANCE ELECTRIC & ENGINEERING CO.
DE MÉXICO S. A. DE C.V.
MÉXICO 1992.
- 10 MANUAL
SIM-A1 STEP5 BÁSICO. SIEMENS
CENTRO DE INFORMACIÓN Y
ENTRENAMIENTO PARA AUTOMATIZACIÓN.
MÉXICO 1996.
- 11 INDUSTRIAL ELECTRONICS
DEVICES AND SYSTEMS
PRENTICE HALL
U.S.A. 1986.