



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ARAGÓN"

## "CONTROL DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO A TRAVÉS DEL PLC MICRO 1"

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A:  
**PABLO GARCÍA GUTIÉRREZ**

ASESOR DE TESIS: ING. ELEAZAR M. PINEDA DÍAZ



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.

## DEDICATORIAS.

Soco, desde que te conocí, pretendí que fueras para mí, ya que nunca he dudado de mi capacidad al decir que donde pongo el ojo, pongo la bala, y este es uno más de los objetivos comunes que hemos alcanzado, gracias por tu apoyo incondicional, sabes que eres una de las razones que me hacen seguir adelante y gracias por estar aquí.....te amo.

Este logro no sería tan significativo sin ti: Any, eres el motor que impulsa cada paso que doy, tus ojos son el sol que ilumina mi camino y tu risa es el azúcar de nuestra familia....niña amada mía....prometo ser el mejor ejemplo para ti, gracias por existir.

Mamá este es solo un poco de mi eterno agradecimiento, gracias por todo tu tiempo, tu ánimo, tus consejos, tus mimos, tu amor de madre y por tu protección, gracias por siempre estar aquí. Te amo.

Al ingeniero que más admiró por su tenacidad y constancia, a ti papá, porque sin tú apoyo en cada decisión de mi vida,(fuera cual fuera) no me hubiera apasionado tanto esta profesión. Este éxito también es tuyo ya que desde que elegí mi vocación has sido mi colega, amigo y maestro en mi educación profesional. Te amo...mil, gracias por darme la mejor de las herencias.

No hubiera sido nada bueno ser hijo único, en esta familia hace falta siempre la gracia y espontaneidad de una hermanita..... Laura aquí también estas tú.

“y a **MIS AMIGOS** que siguen unidos, solo esperan estrecharme en sus brazos y ayudarme otra vez...y ya no quedan lagrimas ni dolor, sólo un vaso de cerveza y una canción. Abrázate a tus amigos, haz como yo. “  
A todos ellos, gracias.....

Gracias a la UNAM por proporcionarme a excelentes profesores en especial al Ing. Eleazar M. Pineda Diaz quien me asesoro en la realización de este trabajo y me instruyo en varias materias a lo largo de la carrera.

Gracias, Señor, por todas tus bendiciones, por permitirme vivir este momento tan importante al lado de mi familia y amigos. Gracias por esta vida.

# CONTROL DE UNA MAQUINA INYECTORA DE PLASTICO A TRAVES DEL PLC MICRO 1

## TEMARIO

INTRODUCCIÓN .....	4.
--------------------	----

### **CAPITULO 1. - GENERALIDADES DE LOS PLC'S.**

1.1 INTRODUCCION.....	6.
1.1.1 DEFINICION.....	6.
1.1.2 CAMPOS DE APLICACIÓN.....	6.
1.1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC'S.....	7.
1.2 ESTRUCTURA EXTERNA.....	8.
1.2.1 INTRODUCCION.....	8.
1.2.2 ESTRUCTURA EXTERNA.....	9.
1.3 ESTRUCTURA INTERNA.....	9.
1.3.1 INTRODUCCION.....	9.
1.3.2 MEMORIAS.....	12.
1.3.3 UNIDAD CENTRAL DE PROCESO ( CPU ).....	15.
1.3.4 UNIDADES DE ENTRADA – SALIDA ( E/S ).....	18.
1.3.5 INTERFACES.....	21.
1.3.6 EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN.....	21.
1.3.7 PERIFERICOS.....	23.
1.4 INSTALACION.....	23.
1.4.1 CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENTORNO.....	24.
1.4.2 DISTRIBUCION DE COMPONENTES.....	24.
1.4.3 CABLEADO.....	25.
1.4.4 ALIMENTACIÓN.....	25.
1.5 CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS / SALIDAS.....	26.
1.5.1 ENTRADAS.....	26.
1.5.2 SALIDAS.....	28.
1.6 MODOS Y FUNCIONES DE SERVICIO.....	30.
1.6.1 MODOS DE SERVICIO DE UN PLC.....	30.
1.6.2 FUNCIONES DE SERVICIO DE UN PLC.....	30.
1.7 EJECUCION DE UN PROGRAMA.....	33.
1.8 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	37.

### **CAPITULO 2. - CARACTERÍSTICAS DEL PLC MICRO 1.**

2.1 INTRODUCCION.....	42.
2.2 ESPECIFICACIONES.....	44.
2.3 OPERACIÓN.....	46.
2.4 INSTALACION.....	49.

2.5	CONTADORES.....	50.
2.5.1	CONTADOR ASCENDENTE.....	50.
2.5.2	CONTADOR REVERSIBLE CON ENTRADAS DE PULSO ASCENDENTE Y DESCENDENTE.....	51.
2.5.3	CONTADOR REVERSIBLE CON SELECCIÓN ASCENDENTE/DESCENDENTE.....	51.
2.6	RELEVADORES.....	52.
2.6.1	RELEVADORES DE TIEMPO – RETARDO DESPUÉS DE ENERGIZAR.....	52.
2.6.2	RELEVADORES DE TIEMPO – RETARDO DESPUÉS DE DESENERGIZAR.....	54.
2.6.3	RELEVADOR DE TIEMPO – TIEMPO DE RETRASO DESPUÉS DE LA ENERGIZACIÓN CON CONTEO RETENTIVO EN FALLA DE CORRIENTE.....	55.
2.6.4	RELEVADOR DE TIEMPO – BASE DE TIEMPO INTERRUMPIBLE ( BASE DE TIEMPO CON DETENIMIENTO ).....	56.
2.6.5	CIRCUITO RELEVADOR DE CERRADURA – USANDO INICIALIZACIÓN Y LA INSTRUCCIÓN RST.....	57.
2.6.6	CONTROL DEL RELEVADOR MAESTRO – USANDO LAS INSTRUCCIONES MCS ( inicio del control maestro ) Y MCR ( fin del control maestro ).....	57.
2.7	REGISTROS.....	59.
2.7.1	FUNCION DE REGISTRO DE CORRIMIENTO.....	59.
2.7.2	REGISTRO DE CORRIMIENTO ADELANTE.....	60.
2.8	LISTADO DE INSTRUCCIONES.....	61.
2.9	RUTINAS.....	64.
2.9.1	RUTINA PARA LIMPIAR LA MEMORIA.....	64.
2.9.2	RUTINA DE MONITOREO SECUENCIAL.....	64.
2.9.3	RUTINAS DE DESPLIEGUE Y BÚSQUEDA EN EL PROGRAMA.....	65.
2.9.4	RUTINA DE BÚSQUEDA DE LA ULTIMA DIRECCIÓN EN EL PROGRAMA.....	66.
2.9.5	RUTINA DE MONITOREO E/S Y RELEVADORES INTERNOS.....	66.
2.9.6	RUTINA DE MONITOREO RELEVADOR DE TIEMPO CONTADOR.....	67.
2.10	EDICION DE PROGRAMAS.....	68.
2.10.1	PARA LA RUTINA DE CAMBIO.....	68.
2.10.2	PARA LA RUTINA DE INSERCIÓN.....	69.
2.10.3	PARA LA RUTINA DE ELIMINACION.....	70.
2.11	ARRANQUE Y PARO DE UN PROGRAMA.....	71.
2.11.1	OPERACIÓN DE RESTABLECIMIENTO DEL PLC USANDO UN INTERRUPTOR EXTERNO DE REPROGRAMACIÓN.....	71.
2.11.2	ARRANQUE Y PARO DEL PROGRAMA.....	71.
2.11.3	OPERACIÓN DE ARRANQUE Y PARO EN EL PROGRAMADOR USANDO UNA ENTRADA EXTERNA HALT / RUN.....	73.
2.11.4	OPERACIÓN DE ARRANQUE Y PARO DEL PLC USANDO LOS RELEVADORES INTERNOS ESPECIALES 701 Y 702.....	75.

### **CAPITULO 3. - CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINA.**

3.1	INTRODUCCION.....	76.
3.2	ESPECIFICACIONES ELECTRICAS.....	77.
3.3	ESPECIFICACIONES HIDRAHULICAS.....	77.

3.3.1 BOMBA HIDRÁULICA.....	77.
3.3.2 VALVULAS HIDRÁULICAS.....	79.
3.3.3 CILINDROS HIDRÁULICOS.....	83.
3.3.4 ELEMENTOS ADICIONALES.....	85.
3.4 DISTRIBUCION DE LA MAQUINA.....	88.

**CAPITULO 4. - CONTROL DE LA MAQUINA.**

4.1 INTRODUCCION.....	91.
4.2 DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS ADICIONALES.....	91.
4.2.1 SENSORES PROXIMIDAD CAPACITIVOS.....	91.
4.2.2 VALVULAS ACCIONADAS POR SELENOIDES.....	92.
4.2.3 RELEVADORES.....	92.
4.3 SECUENCIA DE OPERACIÓN DE LA MAQUINA INYECTORA.....	93.
4.3.1 SENSORES EN LA TOLVA.....	93.
4.4 DIAGRAMA DE ESCALERA PARA EL CONTROL DE LA MAQUINA INYECTORA.....	94.
4.4.1 PROGRAMA BASICO.....	94.
4.4.2. DIAGRAMA DE ESCALERA COMPLETO.....	100.
4.5 LISTADO DEL PROGRAMA.....	109.
CONCLUSIONES.....	113.
BIBLIOGRAFÍA.....	115.

## INTRODUCCION.

Los PLC's, tienen ya algunos años aplicándose, pero aun es común en la mayoría de las empresas encontrarnos con sistemas manuales y por lo mismo con más componentes, para controlar la operación de la maquinaria. Esto es un problema ya que cuando la maquina se descompone, la búsqueda de la falla se torna mas laboriosa y complicada.

La motivación que hace posible el nacimiento del presente trabajo, es dar una solución real a un problema que teníamos hace tiempo de producción, eficiencia, reparación y mantenimiento de una maquina inyectora de plástico, que operaba manualmente cada uno de sus pasos.

Viendo la necesidad de resolver a dicho problema para mejorar la operación de la maquina inyectora, mostré ante mis jefes la posibilidad de que esta maquina fuera controlada eléctricamente por un Controlador Lógico Programable PLC, explicando las ventajas de esta implementación, así como la manera de hacerlo. Para lograrlo se deben desmontar algunos de los componentes mecánicos y eléctricos; para sustituirlos por un PLC.

El PLC que se utilizo para realizar la implementación fue el modelo MICRO-1 de SQUARE-D, y es el que se muestra en la siguiente figura:

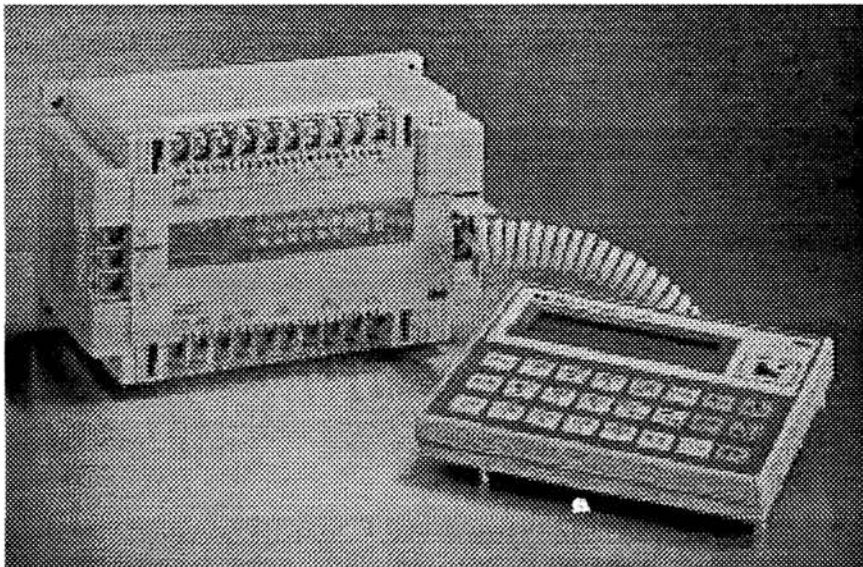


Figura del P.L.C. MICRO – 1.



Este trabajo tiene como objetivos principales dar al lector una idea de lo que es un PLC como esta estructurado y como se programa, tomando como ejemplo una de sus infinitas aplicaciones, ya que la aplicación de un PLC a un sistema es tan amplia o limitada como los conocimientos, imaginación o recursos que el diseñador tenga.

Otro de los objetivos es que además de mostrar la parte electrónica y de control de una maquina inyectora de plástico, también podemos observar la parte mecánica e hidráulica, proporcionando los conocimientos básicos de hidráulica y mecánica para la comprensión de dichos sistemas.

A manera de metodología, esta tesis sigue la siguiente secuencia:  
En el capítulo 1, se pretende mostrar una visión más amplia sobre los lenguajes de programación, estructura interna y funcionamiento de los diferentes tipos y marcas de PLC'S que existen.

El capítulo 2 muestra las características del P.L.C. MICRO – 1 describe completamente todas las instrucciones necesarias para programarlo y analizarlo, así como ejemplos de rutinas necesarias y ejemplos de programación para su mejor manejo.

El capítulo 3 muestra las características hidráulicas y eléctricas de la maquina inyectora de plástico. Proporciona los conocimientos generales de la mayoría de los sistemas hidráulicos, con ellos, se podrá comprender mejor el funcionamiento de cada una de las partes hidráulicas de la maquina.

El ultimo capítulo contiene la manera de controlar la maquina inyectora de plástico, a través del PLC y con los conocimientos adquiridos del análisis de los primeros 3 capítulos. Muestra la descripción y funcionamiento de los equipos adicionales que fueron necesarios para controlar la maquina inyectora. También un programa básico preliminar y el programa completo que controlara el proceso y funcionamiento paso a paso.

Los grandes avances en la industria manufacturera en el ramo de la automatización y el control, son el motivo que despiertan la inquietud de desarrollar un proyecto de este tipo, ya que la implementación de estos avances, hace posible aumentar la producción, reducir costos de mano de obra ( ya que ahora una sola persona podrá operar varias maquinas a la vez ) y agilizar la reparación de la maquina.

# CAPITULO 1. - GENERALIDADES DE LOS PLC'S.

## 1.1 Introducción.

En los siguientes incisos se explica que es, como funciona y para que sirve un autómata programable ( PLC ).

Se pretende mostrar todas las cualidades y ventajas que tiene la utilización e implementación de los PLC'S, ya que la etapa de la lógica cableada esta terminando y la etapa de los PLC'S sé esta afianzando, por lo que es necesario dar el paso hacia la modernidad, porque la historia nos ha enseñado que el que no se moderniza o actualiza constantemente, tiende a desaparecer.

### 1.1.1. DEFINICIÓN.

Se entiende por AUTÓMATA PROGRAMABLE o CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE ( PLC ), a toda maquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en cualquier medio a procesos secuenciales. Su manejo y programación puede ser realizado por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos en informática. El PLC, realiza funciones lógicas, tales como: series, paralelos, temporizaciones, contajes ascendentes y descendentes, y otras más complejas como cálculos, regulaciones, etc.

En el PLC, existen terminales de entrada a los que se conectarán pulsadores, finales de carrera, detectores, etc., y terminales de salida a los que se conectarán bobinas de contactores, electro válvulas, lámparas, etc., de tal forma, que la actuación de esos últimos esta en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado. Esto quiere decir que los elementos tradicionales como relevadores (rele's), temporizadores, contadores, etc., son internos. Por lo tanto, la tarea del usuario se reduce a realizar el " PROGRAMA ", que es la relación entre las señales de entrada que se tienen que aplicar al PLC y la señal en cada salida para controlar el proceso.

### 1.1.2. CAMPOS DE APLICACIÓN.

El PLC, por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy grande, la constante evolución de la tecnología amplia

continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales. La utilización se da fundamentalmente en medios en donde se realizan procesos de control, maniobra, señalización, etc., por lo tanto, su aplicación comprende desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo, hasta transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Las dimensiones tan reducidas, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su utilización posterior, la modificación o alternación de los mismos, etc., hace que sus capacidades se aprecien mejor en condiciones como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiables.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Gastos de producción.

### 1.1.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC'S.

No todos los Autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, esto es debido principalmente a la variedad de modelos existentes en el mercado y a las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Por estas razones me veo obligado a hacer mención de las ventajas y desventajas que proporcionan los Autómatas Programables.

#### VENTAJAS.

Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que no es necesario dibujar el esquema de contactos, tampoco es necesario simplificar las ecuaciones lógicas ya que la capacidad de almacenamiento del modulo de memoria es suficientemente grande.

Posibilidad de introducir modificaciones en el programa de control sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.

Mínimo espacio de ocupación porque esta construido de manera compacta.

La instalación es más sencilla y menos compleja que una instalación de control con relevadores, ya que el cableado es menor y se hace en menos tiempo.

La reparación del sistema es más rápida, ya que la detección de fallas se agiliza por haber menos componentes.

Aumenta la fiabilidad del sistema porque los mismos Automatas cuentan con la capacidad de autodiagnóstico, esto es, que pueden detectar e indicar la aparición de posibles fallas.

La precisión en sus controladores de tiempo es mayor en comparación con los controladores de tiempo convencionales (timer's), ya que las bases de tiempo de un P.L.C. pueden estar dadas en segundos, décimas de segundo, y centésimas de segundo.

Ofrecen la posibilidad de que un solo Automata pueda controlar varios procesos a la vez.

Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso, ya que es reducido el tiempo para las pruebas.

Si por alguna razón, la máquina que se esta controlando queda fuera de servicio, el Automata sigue siendo útil para otra maquina.

## DESVENTAJAS.

El cambio de secuencia de un proceso nos obliga a capacitar a una persona para que re programe al PLC.

El costo inicial, puede o no ser un inconveniente, según las características del autómata y de la maquina en cuestión, dado que los PLC'S cubren ventajosamente un amplio espacio de procesos, es necesario que se conozcan sus requerimientos limitaciones. Por lo tanto, el costo inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidirnos por uno u otro sistema y conviene analizar todos los demás factores para asegurarnos a tener una elección acertada.

## 1.2 Estructura externa.

### 1.2.1. INTRODUCCIÓN.

Esta sección esta dedicada a conocer al Automata en su parte física (hardware), no sólo en su configuración externa, sino también y fundamentalmente la parte interna.

Es necesaria esta sección porque un Automata no es solo una caja, es un equipo electrónico complejo, montado en tarjetas específicas que controlan áreas o bloques, realizando distintas funciones que unidas convenientemente dan como resultado el control del PLC.

## 1.2.2. ESTRUCTURA EXTERNA.

El termino " ESTRUCTURA EXTERNA " de un Autómata Programable, se refiere al aspecto físico o exterior del mismo, bloques o elementos en que esta dividido. Desde su nacimiento y hasta ahora, han tenido varias estructuras y configuraciones que han salido al mercado condicionadas no solo por los fabricantes, sino por la tendencia existente en el área a la que se aplican.

## 1.3 Estructura interna.

### 1.3.1. INTRODUCCION.

En esta sección se explica la estructura interna del Autómata, o sea, las partes en que se ordena su conjunto físico ( hardware) y las funciones y funcionamiento de cada una de ellas. Los Autómatas Programables se componen esencialmente de tres partes o bloques:

- Sección de entradas.
- Unidad Central de Procesos o CPU.
- Sección de salidas.

Y se muestran en la figura 1.1.

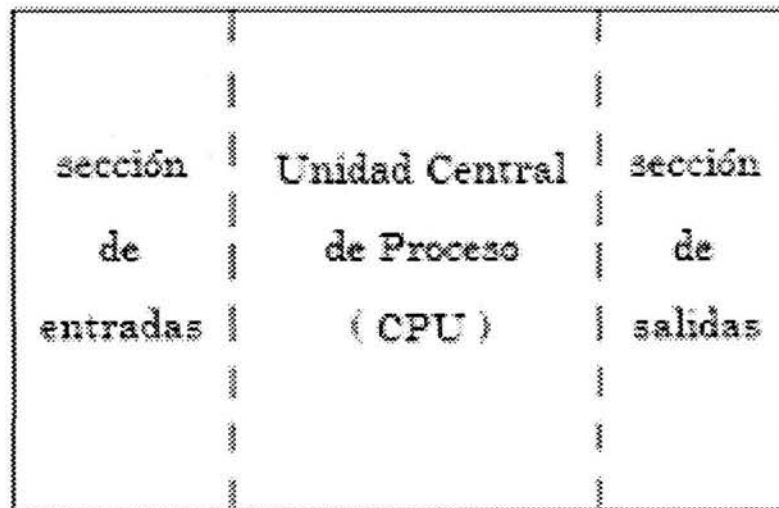


Figura 1.1. Autómata programable básico.

SECCION DE ENTRADAS: Formada por interfaces que adapta y codifica de forma comprensible para el CPU las señales que proceden de los dispositivos de entrada o captadores ( sensores, pulsadores, etc. ), también tiene una misión de protección de los circuitos electrónicos internos del PLC, realizando una separación eléctrica entre éstos y los captadores.

UNIDAD CENTRAL DE PROCESO ( CPU ): El CPU, es, por así decirlo, la inteligencia del sistema, que mediante la interpretación del programa y en función de las señales de entrada, activa las salidas.

SECCION DE SALIDAS: Trabaja de forma inversa a la sección de entradas, es decir, decodifica las señales que manda el CPU, las amplifica y controla con ellas los dispositivos de salida o actuadores, en esta sección también existen interfaces de adaptación a las salidas y de protección a los circuitos internos.

Con las partes descritas podemos decir que tenemos un Autómata, pero para que sea operativo se necesitan elementos como:

- Unidad de alimentación.
- Unidad o consola de programación.
- Dispositivos periféricos.
- Interfaces.

En la figura 1.2, se han incluido estos elementos.

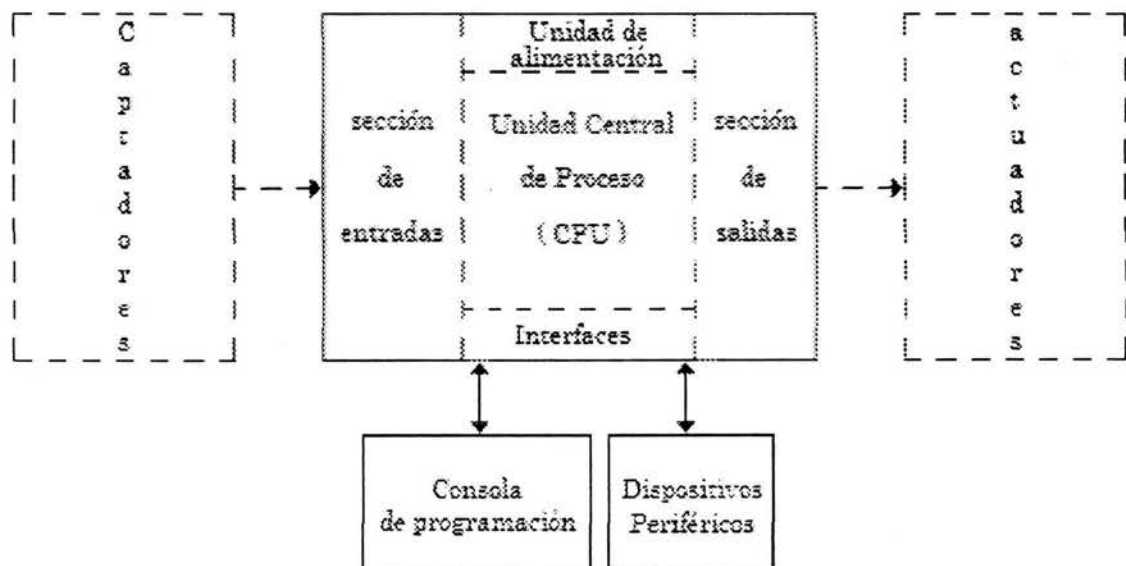


Figura 1.2. Autómata Programable con sus periféricos y unidad de alimentación.

- UNIDAD DE ALIMENTACION: o También conocida como fuente de alimentación, adapta la tensión de red de 127 ó 220 V y 60 hz. a la de funcionamiento de los circuitos electrónicos internos del Autómata, así como a los dispositivos de entrada: 24 Vcc, por ejemplo.
- UNIDAD DE PROGRAMACION: Se ha mencionado que el CPU elabora las salidas en función de los estados de las entradas y las instrucciones del programa que instalo el usuario. Cabe mencionar que el usuario accesa al interior del CPU para cargar en memoria su programa por medio de la unidad de programación. En los autómatas más sencillos es un teclado con pantalla ( display ) similar a una calculadora que cuando se quiere cargar un programa en el CPU se acopla a ésta mediante un cable y un conector, o bien se enchufa directamente en el CPU.
- PERIFÉRICOS O EQUIPOS PERIFERICOS: Son aquellos elementos auxiliares físicamente independientes del autómata, que se unen al mismo para realizar su función específica y que amplían su campo de aplicación o facilitan su uso. Como tales no interfieren en la elaboración ni en la ejecución del programa.
- INTERFACES: Son todos aquellos circuitos o dispositivos electrónicos que permiten la conexión al CPU de los equipos periféricos y de la consola de programación.

Para que se pueda tener una mejor comprensión del Autómata, en la figura 1.3 se muestra una representación en bloques separados, pero interrelacionados entre sí cada una de las áreas que conforman el conjunto de la figura 1.2; esta figura pretende aclarar algunas dudas principalmente sobre la interconexión de dichas áreas:

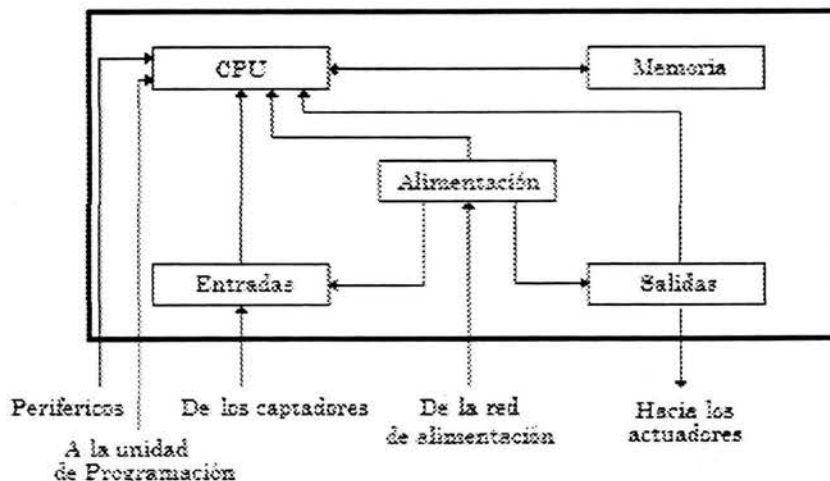


Figura 1.3. Esquema de bloque simplificado de un PLC.

La arquitectura de un Autómata Programable, esta representada en la figura 1.4, esta arquitectura es la básica, solo existen unas pequeñas variaciones dependiendo del fabricante y esta representación nos permite entender mejor los circuitos que lo componen.

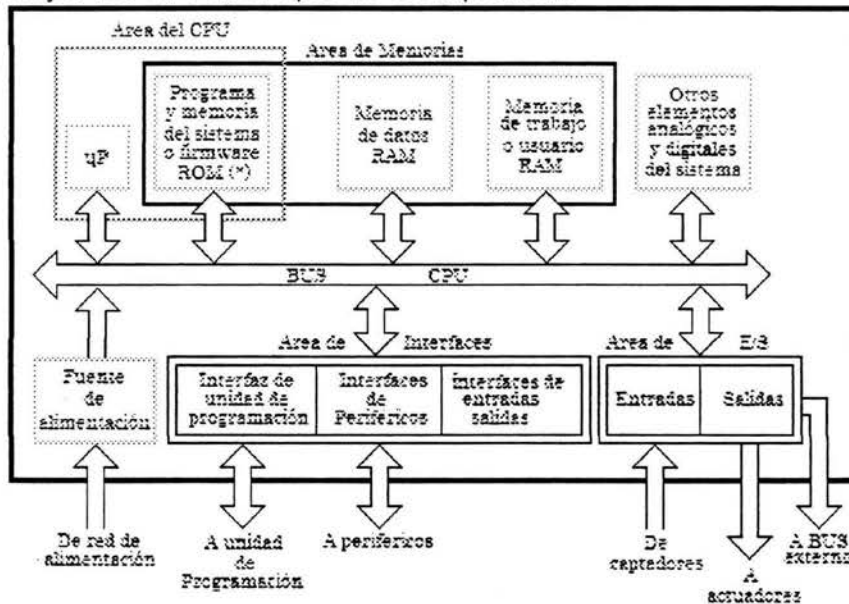


FIGURA 1.4. Arquitectura de un PLC.

### 1.3.2. Memorias.

Llamamos memoria a cualquier dispositivo que nos permita almacenar información en forma de bits (ceros y unos). En este caso se refiere a las memorias que utilizan como soporte elementos semiconductores. No todas las memorias son iguales, se distinguen en dos tipos fundamentales de memorias fabricadas con semiconductores:

- MEMORIA RAM ( Random Acces Memory ), memoria de acceso aleatorio o memoria de lectura – escritura. En este tipo de memorias se pueden realizar los procesos de lectura y escritura por procedimiento eléctrico, pero su información desaparece al faltarle la corriente.
- MEMORIA ROM ( Read Only Memory ), o memoria de sólo lectura. En estas memorias se puede leer su contenido, pero no se puede escribir en ellas; los datos o instrucciones los graba el fabricante y el usuario no puede alterar su contenido. Aquí la información se mantiene ante la falta de corriente.

Pero éstas no son todas las memorias disponibles, pues como se observa en la tabla 1.1, existen otros tipos en las que los sistemas programación, su



borrado y su volatilidad o permanencia de la información marcan sus diferencias.

Tipo de memoria	Sistema de programación	sistema de borrado	Sin corriente eléctrica
RAM o memoria de lectura-escritura	Eléctrica	Eléctrico	Se pierde, es volátil
ROM o memoria de solo lectura	durante su proceso de fabricación	Es imposible su borrado	se mantiene
PROM o memoria programable	Eléctrica	Es imposible su borrado	se mantiene
EPROM o memoria modificable	Eléctrica	por rayos UV	se mantiene
EEPROM o memoria modificable	Eléctrica	Eléctrico	se mantiene

Tabla 1.1. Tipos de memorias semiconductoras

Dependiendo de la función asignada, así se utilizará un tipo de memoria u otra.

- MEMORIA DE USUARIO. El programa de usuario se graba normalmente en RAM, ya que solo no es leído por el microprocesador, sino que también es variado por el usuario cuando lo requiera utilizando la unidad de programación. La desconexión o falta de corriente, borraría esta memoria volátil necesita estar constantemente alimentada y es por ello que los Autómatas que la utilizan llevan incorporada una batería de respaldo que impide su borrado.
- MEMORIA DE DATOS. La memoria de esta área también es del tipo RAM, y en ella se encuentra, por un lado, la imagen de los estados de las entradas y salidas, y por otro, los datos numéricos y variables internas, como contadores, temporizadores, etc.
- MEMORIA Y ROGRAMA DEL SISTEMA: Esta memoria, que junto con el procesador componen al CPU, se encuentra dividida en dos áreas: la llamada memoria del sistema, que utiliza memoria RAM, y la que corresponde al programa del sistema o sistema operativo (firmware), que lógicamente es un programa fijo grabado por el fabricante y el tipo de memoria utilizado es una memoria ROM. En algunos PLC'S, se utiliza únicamente una EPROM, de tal forma que se puede modificar el

programa memoria del sistema previo borrado del anterior con UV (rayos ultra-violeta).

- MEMORIAS EPROM Y EEPROM. Independientemente de otras aplicaciones, algunas ya mencionadas en los párrafos anteriores, este tipo de memorias tiene gran aplicación como memorias copia para grabación y archivo de programas de usuario.

En la figura 1.5 quedan representadas todas las memorias presentes en un PLC, con indicación de las funciones asignadas a cada una de ellas.

Estructuración de las memorias.

Los chips de memoria suelen estar organizados en octetos y éstos a su vez, en palabras; cada palabra es normalmente de 16 bits, esto es, 2 bytes, es decir, cada posición de memoria suele contener 16 bits de información, o lo que es lo mismo, dos bytes.

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

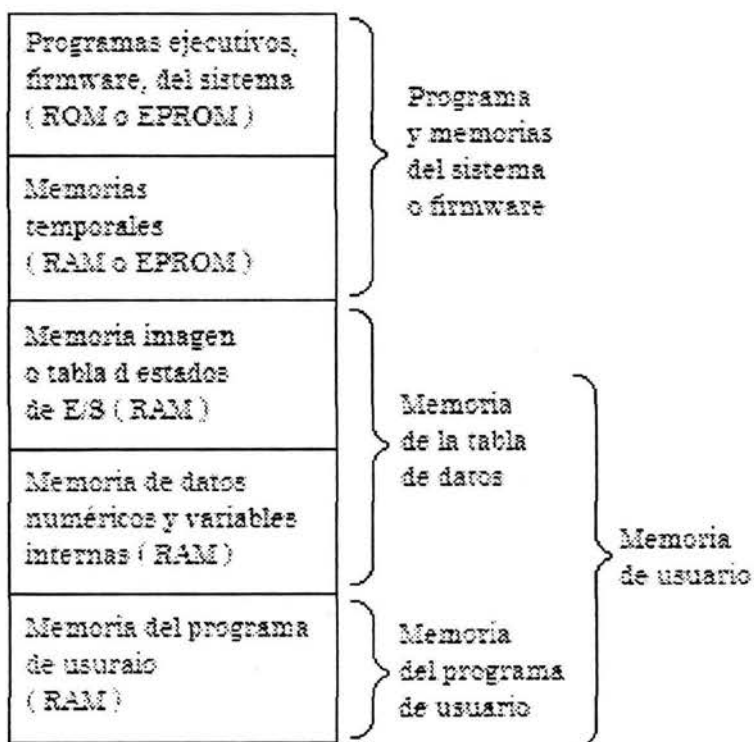


Figura 1.5: Memorias de un PLC.

En la figura 1.6 aparece la relación entre bit, byte y palabra.

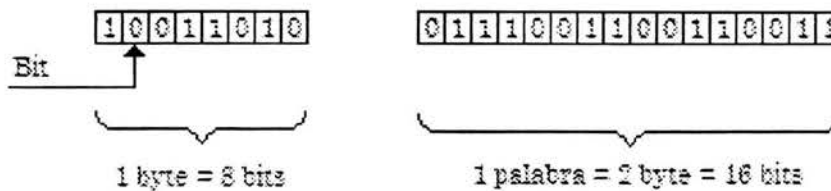


Figura 1.6. Representación de Byte y Palabra.

### 1.3.3. Unidad Central de Proceso ( CPU ).

La CPU, esta formada por los siguientes elementos: procesador, memoria y circuitos auxiliares asociados.

#### PROCESADOR.

Esta constituido por el microprocesador( $\mu$ P), el generador de impulsos de onda cuadrada o reloj y algún chip auxiliar. El procesador se monta sobre una placa de circuito impreso, en ella y junto al chip  $\mu$ P se sitúan todos aquellos circuitos integrados que lo componen, principalmente memorias ROM del sistema. En algunos tipos de PLC'S aquí se sitúan también los chips de comunicación con periféricos o de interconexión con el sistema de entradas / salidas.

#### MICROPROCESADOR.

Es un circuito integrado ( chip ) a gran escala de integración ( LSI ) que realiza una gran cantidad de operaciones que podemos agrupar en:

- Operaciones de tipo lógico.
- Operaciones de tipo aritmético.
- Operaciones de control de la transferencia de la información dentro del PLC.

Los circuitos internos del  $\mu$ P son de tres tipos:

- CIRCUITOS DE UNIDAD ARITMÉTICA LOGICA (ALU). Es la parte del  $\mu$ P donde se realizan los cálculos y decisiones lógicas para controlar al Automata.
- CIRCUITOS DE LA UNIDAD DE CONTROL (UC). Organiza todas las tareas del  $\mu$ P. Así, por ejemplo, cuando una instrucción del programa codificada en código máquina ( ceros y unos ) llega al  $\mu$ P, la UC sabe,

mediante una pequeña memoria ROM que incluye qué secuencia de señales tiene que emitir para que se ejecute la instrucción.

- REGISTROS. Son memorias del  $\mu P$ , en las que se almacenan temporalmente datos, instrucciones o direcciones mientras necesitan ser utilizados por el  $\mu P$ . Los registros más importantes de un  $\mu P$  son los de instrucciones, datos, direcciones, acumulador, contador de programa, de trabajo y de bandera o estado.
- BUSES. No son circuitos en sí, sino zonas conductoras en paralelo que transmiten datos, direcciones, instrucciones y señales de control entre las diferentes partes del  $\mu P$ .

Se puede hacer una diferencia entre buses internos. Los primeros unen entre sí las diferentes partes del  $\mu P$ , mientras que los segundos son pistas de circuito impreso que unen chips independientes. La CPU se pondrá en comunicación con los circuitos cuya dirección coincida con la combinación del bus.

### Funciones del CPU.

En la memoria ROM del sistema, el fabricante ha grabado una serie de programas fijos ejecutables del sistema (software) y es a estos programas a los que accedera el  $\mu P$  para realizar las funciones ejecutivas que correspondan en función del tiempo en que trabaje.

El sistema operativo de cualquier Automata consta de una serie de funciones básicas que realiza en determinados tiempos de cada ciclo: en el inicio o conexión, durante el ciclo o ejecución del programa y a la desconexión.

Este software o programa del sistema es ligeramente variable para cada Automata, pero, en general, contiene las siguientes funciones:

- Supervisión y control de tiempo de ciclo ( watchdog ), tabla de datos, alimentación, batería, etc.
- Autodiagnóstico (autotest) en la conexión y durante la ejecución del programa.
- Inicio del ciclo de exploración y durante la ejecución del programa.
- Inicio del ciclo de exploración de programa y de la configuración del conjunto.
- Generación del ciclo de base de tiempo.
- Comunicación con periféricos y unidad de programación.

Hasta que el programa del sistema no ha ejecutado todas las acciones necesarias que le corresponden, no se inicia el ciclo de programa de usuario.

## CPU SIN $\mu$ P.

No todos los PLC'S utilizan el  $\mu$ P como elemento base de la CPU, algunos fabricantes emplean como tal los dispositivos lógicos programables ( DLP ), o red de puertas lógicas ( gate array ), también llamados circuitos integrados de aplicación específica, (application specific integrated circuits, ASIC). El ASIC utilizado, por ejemplo, en los SEPTec serie 90 de Sprecher+shuh contiene 15000 puertas lógicas.

## CICLO BASICO DE TRABAJO DEL CPU.

El ciclo básico de trabajo en la elaboración del programa por parte de la CPU es el siguiente:

Antes de iniciar el ciclo de ejecución, el procesador, a través del bus de datos, consulta el estado 0 ó 1 de la señal de cada una de las entradas y las almacena en los registros de la memoria de entradas, esto es, en la zona de entradas de la memoria de la tabla de datos. Esta situación se mantiene durante todo el ciclo del programa, a continuación, el procesador accesa y elabora las sucesivas instrucciones del programa, realizando las concatenaciones correspondientes de los operandos de estas instrucciones. Enseguida el estado de la señal a los registros de las salidas de acuerdo a la concatenación anterior, indicando si dicha salida ha o no de activarse, situándola en la zona de salida de la tabla de datos.

Al final del ciclo, una vez incluida la elaboración del programa, asigna los estados de las señales de entrada a los terminales de entrada y los de salida a las terminales de salidas, ejecutando el estado 0 ó 1 en estas últimas. Esta asignación se mantiene hasta el final del siguiente ciclo, en el que se actualizan las mismas.

Dada la velocidad con que se realiza cada ciclo del orden de 1000 instrucciones/ 5 a 10 instrucciones, se puede decir que las salidas se ejecutan en función de las variables de entrada prácticamente en tiempo real.

La figura 1.7 representa el ciclo básico de trabajo de un PLC.

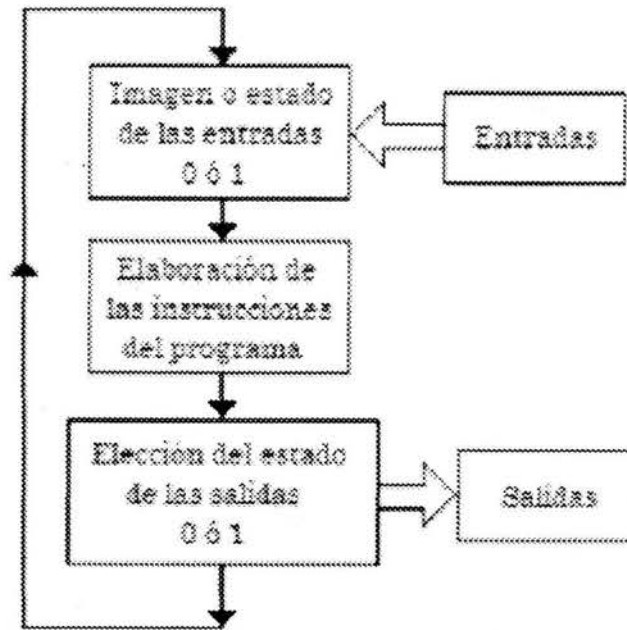


Figura 1.7. ciclo básico de trabajo de un PLC.

#### 1.3.4. UNIDADES DE ENTRADA – SALIDA (E/S).

Son dispositivos optoelectrónicos por donde se toma la información de los captadores, en el caso de las entradas, y por donde se realiza la activación de los actuadores, en las salidas.

En los Automatas compactos, las E/S están situadas en un solo bloque junto con el resto del Automata.

En los modulares, las E/S son módulos o tarjetas independientes con varias E/S, y que se acoplan al bus de datos por medio de su conector correspondiente, o bien a un bastidor que le proporciona dicha conexión al bus y su soporte mecánico.

#### FUNCIONES DE LAS UNIDADES DE E/S.

Las funciones principales son el adaptar las tensiones y corrientes de trabajo de los captadores y actuadores a las de trabajo de los circuitos electrónicos del Automata; realizar una separación eléctrica entre los circuitos lógicos de los de potencia, generalmente a través de optocopladores, y proporcionar el medio de identificación de los captadores y actuadores ante el procesador.

## ENTRADAS.

Las entradas son fácilmente identificables, ya que se caracterizan físicamente por sus bordes para acoplar los dispositivos de entrada o captadores. También por su numeración ( 1, 2, etc. ) y por su nombre (input o entrada).

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

- Libres de tensión.
- A corriente continua.
- A corriente alterna.

En cuanto al tipo de señal que reciben, pueden ser analógicas y digitales.

## ENTRADAS ANALÓGICAS.

Cuando la señal que se acopla a la entrada corresponde a una medida de presión o temperatura o velocidad, etc. Esto es analógico, es necesario disponer de este tipo de modulo de entrada. Su principio de funcionamiento se basa en la conversión de la señal analógica a código binario, mediante un convertidor analógico - digital (A/D) . A continuación se muestra la tabla 1.2 como un ejemplo de los parámetros más significativos de este tipo de módulos.

Campo o rango de intensidad o tensión	Resolución	Tiempo de Conversión	Precisión
0 ... 10 V	8 bits	1 ms	$\pm (1\% + 1 \text{ bit})$
4 ... 20 mA	8 bits	1 ms	en entradas
0 ... $\pm 10$ V	12 bits	1 ms	3
4 ... 20 mA	12 bits	1 ms	$\pm 1\%$ en salidas

Tabla 1.2. Ejemplos de parámetros analógicos.

## ENTRADAS DIGITALES.

Son las más utilizadas y corresponden a una señal de entrada, dada por un nivel de tensión o la ausencia del mismo, algunos ejemplos de componentes que generan a este tipo de señal este tipo son los interruptores y pulsadores, etc.

La figura 1.8 representa el esquema simplificado de un circuito de entrada en el que destaca, como elemento principal el optocoplador.

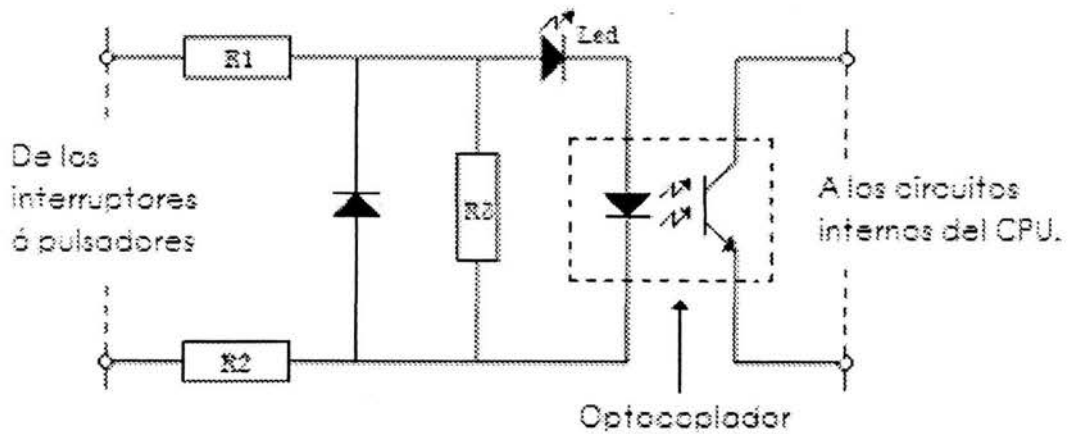


Figura 1.8. Circuito simplificado de entrada.

## SALIDAS.

La identificación de las salidas es igual a la de las entradas, figurando en este caso la identificación de la SALIDA ( OUTPUT ). Es en las salidas donde se conectan los actuadores, o dispositivos de salida, además incluye un indicador luminoso LED para sensar la activación.

Existen 3 tipos de salidas:

- A relevador.
- A triac.
- A transistor.

Mientras que la salida a transistor se utiliza cuando los actuadores son a corriente continua ( c.c. ), las de relevadores y triacs se utilizan para corriente alterna (c.a.).

En cuanto a la intensidad que soporta cada una de las salidas, es variable pero puede estar entre 0.5 y 2 Amperes. Al igual que las entradas, las salidas también pueden ser analógicas y digitales, la más utilizada es la digital. En las analógicas es necesario un convertidor digital – analógico (D/A) que nos realice esta función inversa a la de las entradas.

En la figura 1.9 se muestra un circuito de salida a triac, en el cual se ha incluido el circuito protector interno contra intensidades altas.



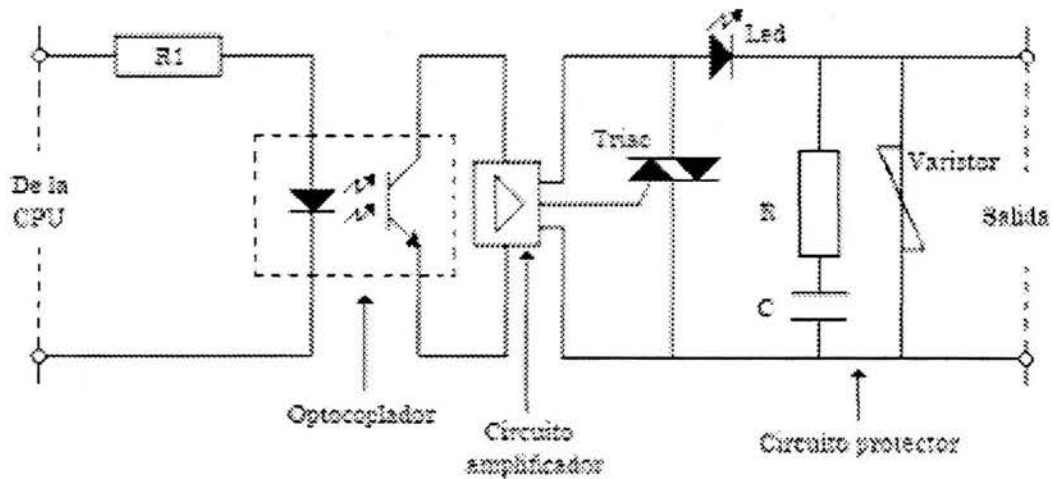


Figura 1.9. Circuito simplificado con salida a triac y protección interna.

### 1.3.5. INTERFACES.

Son circuitos que permiten la comunicación entre el CPU y el exterior llevando la información acerca del estado de las entradas y transmitiendo las órdenes de activación de las salidas.

A si mismo, permiten la introducción, verificación y depuración del programa mediante la consola de programación. También la comunicación con el monitor (TRC), impresora, etc.

### 1.3.6. EQUIPOS DE PROGRAMACIÓN.

Se le llama así al medio material del que se auxilia el programador (persona que programa al P.L.C.) para introducir en la memoria de usuario las instrucciones del programa. Esta unidad también realiza otras tareas fundamentales.

#### FUNCIONES PRINCIPALES.

La gama de funciones que son capaces de realizar los equipos de programación son muy variadas, aumentando el tipo de estas en razón directa a la complejidad del equipo, las principales son las siguientes:

#### Programación.

- Introducción de las instrucciones (programa).
- Búsqueda de las instrucciones o posiciones de memoria.

- Modificación del programa ( borrado, cambio o inserción de instrucciones ).
- Detección de errores de sintaxis o formato.
- Visualización del programa o parte del mismo.
- Forzamiento del estado, marcas, registros, contadores, temporizaciones, etc.

#### Respaldo de programas.

- En cinta o casete.
- En chip de memoria EPROM o EEPROM.
- En papel mediante impresora.
- En disco compacto mediante PC.

#### Visualización y verificación dinámica del programa.

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

#### Modos de servicio.

- Salidas en reposo ( STOP o off-line ).
- Ejecutando el programa ( RUN o on-line ).
- Otros modos intermedios como MONITOR, etc.

#### TIPOS.

Desde el punto de vista constructivo, podemos distinguir tres tipos principales:

- UNIDADES TIPO CALCULADORA. Son las mas utilizadas en los Autómatas de la gama baja, y constan de un teclado, conmutador de modos, pantalla de cristal líquido o siete segmentos de dos o más líneas, así como de las entradas de grabación del programa de usuario.

Este modulo puede ser totalmente independiente, ser enchufada directamente al CPU, o puede tener ambas posibilidades.

Su tamaño es para 2 ó 4 líneas y sólo es posible escribir nemónicos. En las pantallas de programación grafica pueden verse algunas líneas de programa de lenguajes gráficos, datos del programa, etc.

- CONSOLA DE PROGRAMACIÓN. Esta en una posición intermedia entre la unidad tipo calculadora y la PC. Consta de pantalla de plasma o tipo similar y tamaño suficiente para 20 – 30 líneas y 60 – 80 caracteres por línea, así como teclado. Al igual que la PC que se

describe a continuación, utiliza un sistema operativo ( software ) preciso para los lenguajes utilizados en el PLC, almacenado los programas en disco compacto.

- UNIDAD CON PC. Esta unidad que se adapta al Autómata mediante el interfaz, y realizan la misma función que la unidad de programación normal, pero con mayores prestaciones, permitiendo visualizar los esquemas o diagramas completos o partes importantes de los mismos. Este equipo cuenta con el sistema operativo necesario para poder trabajar en más de un lenguaje de programación, incluso realizar la transformación de lenguajes.

### 1.3.7. PERIFERICOS.

Como elementos auxiliares y físicamente independientes del Autómata, los equipos periféricos realizan funciones concretas de gran importancia.

El incremento que experimenta las prestaciones de los Autómatas hace que el número de periféricos aumente día a día para equipos de la misma gama, pero en general para un equipo de la gama baja son:

- Impresora.
- Unidades de grabación de memoria.
- Lectores de código de barras.
- Monitores de tipo TRC.
- Teclados alfanuméricos.

## 1.4 Instalación.

Para tener una correcta instalación del Autómata, es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones ambientales del entorno físico donde se va a situar.
- Distribución de los componentes en el gabinete que los va a contener.
- Una buena alimentación y cableado correcto.

Estas condiciones son indicadas por los fabricantes en los manuales y son del todo necesarias para obtener una correcta eficiencia del sistema.

#### 1.4.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENTORNO.

Por lo regular, el lugar donde queden situados los PLC'S deberán reunir las siguientes condiciones:

- Ausencias de vibraciones y golpes.
- No debe tener exposición directa con los rayos solares, así como a temperaturas superiores que sobrepasen los 50 – 60 grados centígrados aproximadamente.
- Tampoco deben de estar en lugares que en ocasiones disminuya por debajo de los 5 grados centígrados o donde los bruscos cambios puedan dar origen a condensaciones.
- Tampoco es recomendable colocarlos en lugares donde la humedad relativa se encuentre por debajo del 20 % y por encima del 90 %.
- El lugar debe estar ausente de polvo y ambientes salinos, así como de gases corrosivos.
- Por seguridad es necesario un ambiente exento de gases inflamables.
- Se deberá evitar colocarlo junto a líneas de tensión, siendo la distancia variable en función del valor de dicha tensión.

#### 1.4.2. DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES.

Es norma que el PLC se coloque en un gabinete metálico. Antes de elegir el gabinete se deberá conocer si necesita ventilador incorporado, debido a que la temperatura ambiente supere la especificada por el fabricante, o si bien si se prevén problemas de condensación, se deberá de incorporar un generador de calor que la elimine.

El tamaño del gabinete deberá ser del necesario para contener al PLC y a todos los elementos que se encuentren junto a el, de modo que se pueda realizar un correcto trabajo en las operaciones de cableado y mantenimiento. Los elementos a que se hace alusión son los siguientes:

- Interruptor o interruptores de alimentación.
- Las protecciones correspondientes.
- Relevadores, contadores, etc.
- Fuentes de alimentación.
- Regletas de bornes.
- Canaletas de cableado.
- Etcétera.

Algunos fabricantes indican que su PLC puede situarse en distintas posiciones, pero en general se sitúa verticalmente sobre un carril tipo DIN o en una placa perforada.

### 1.4.3. CABLEADO.

Para realizar un cableado correcto, se deben tomar en cuenta estas reglas mínimas:

- Se deben separar los cables que conducen c.c de los de c.a. para evitar interferencias.
- Separar los cables de entradas de los de las salidas.
- Si es posible, separar los conductores de las E/S analógicas de las digitales.
- Los cables de potencia de alimentación a contactores, fuentes de alimentación, etc., serán colocados en canaleta distinta de los cables de E/S.

En cuanto al cableado externo, se debe considerar lo siguiente:

- Los cables de alimentación y los de E/S se colocaran por canaleta o tubos distintos, siendo recomendable entre ambos grupos de cables una distancia mínima de 30 centímetros, si se colocan paralelos. En caso de que esto no sea posible, se situarán placas metálicas conectadas a tierra que separen dentro de la canaleta los distintos tipos de cables.

### 1.4.4. ALIMENTACIÓN.

Otro punto importante a considerar es la alimentación del Autómata, y cuatro son las partes a considerar.

- Una tensión estable del valor indicado por el fabricante y exenta en lo posible de picos provocados por otros aparatos de la instalación.
- Unas protecciones contra sobrecargas y corto circuitos por medio de interruptores magneto-térmicos, fusibles, etc., así como contra derivaciones a tierra por medio de interruptores diferenciales.
- Una conexión a tierra del valor adecuado y debidamente señalizada mediante conductor amarillo – verde. Si la instalación no cuenta con ella, deberá habilitarse una exclusivamente para el PLC de aproximadamente 3 a 5 ohms.
- Un circuito de mando que nos permita conectar y desconectar en el momento preciso el circuito o parte del mismo.

## 1.5 Conexión de las entradas / salidas.

Para que la puesta en funcionamiento de un PLC sea correcta, la conexión de los captadores en las entradas y los actuadores en las salidas deberá de ser necesariamente eficaz. De esta forma se conseguirán las siguientes ventajas:

- El buen funcionamiento y evitar averías por esta causa.
- La limitación en el número de entradas y salidas que se van a utilizar, lo que implica un ahorro en el precio del Autómata.

### 1.5.1. ENTRADAS.

La importancia del conocimiento de las entradas del PLC puede quedar plenamente comprendida, si entendemos que las salidas a los actuadores y por tanto, el estado de reposo o marcha de los elementos acoplados a ellas va a depender del programa con el que estemos trabajando y del estado de estas entradas.

CAPTADORES. Son aquellos elementos que se acoplan o conectan a las entradas del PLC, y pueden ser de dos tipos.

- Contacto abierto " 0 " ( nada ).
- Contacto cerrado " 1 " ( todo ).

### PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

Tal y como se observa en la figura 1.10 y en caso del contacto cerrado "b", sucede que queda aplicada la tensión de la batería al elemento interno del PLC designado con el símbolo ■, lo que desencadena una señal hacia el circuito de control de entrada del PLC. Por el contrario, el contacto "a" no ocasiona fenómeno alguno al estar éste en posición de abierto. En el caso de que la señal sea del tipo analógico, la entrada ha de ser del mismo tipo. En este tipo de entradas existe un circuito analógico – digital ( A/D ), que transforma dichas señales en digitales, ya que éste es el lenguaje que maneja el procesador.

### CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS.

Desde el punto de vista de la tensión, existen 2 tipos de captadores posibles:

- Captadores o contactos libres de tensión.
- Captadores con tensión.

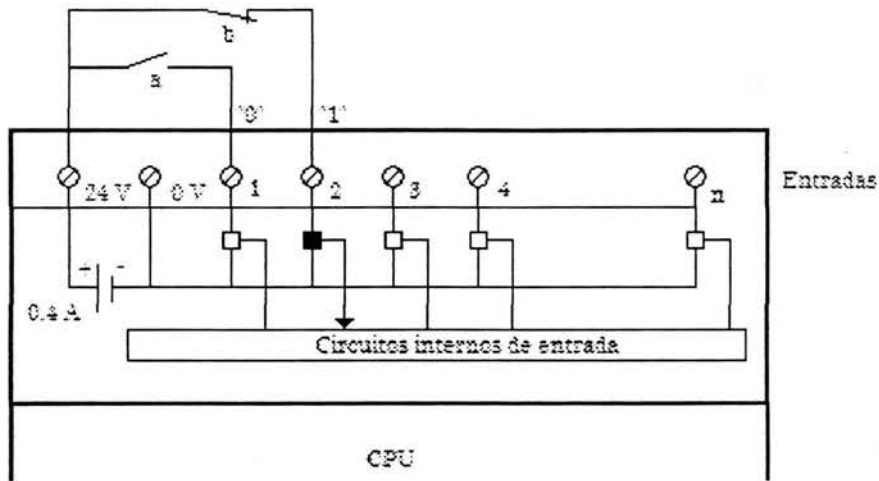


Figura 1.10. principio de funcionamiento de las señales de entrada.

Los captadores sin tensión que se pueden conectar a un PLC pueden ser de distintos tipos, los más comunes y entre los cuales podemos citar se encuentran:

- Pulsadores.
- Interruptores
- Finales de carrera.
- Contactos de relevadores.

En la figura 1.11 se observa su forma de conexión.

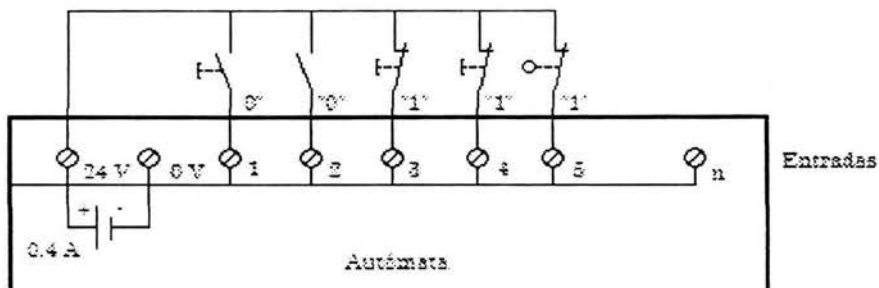


Figura 1.11 Conexión a las entradas del Autómata de los contactos sin tensión.

Los captadores con tensión pueden ser:

- Detector de proximidad.
- Célula fotoeléctrica.

Al elegir en el mercado los captadores con tensión, se debe hacer que coincidan con la tensión de entrada del PLC. En la Figura 1.12, se observa la conexión de este tipo en la entrada número 4.

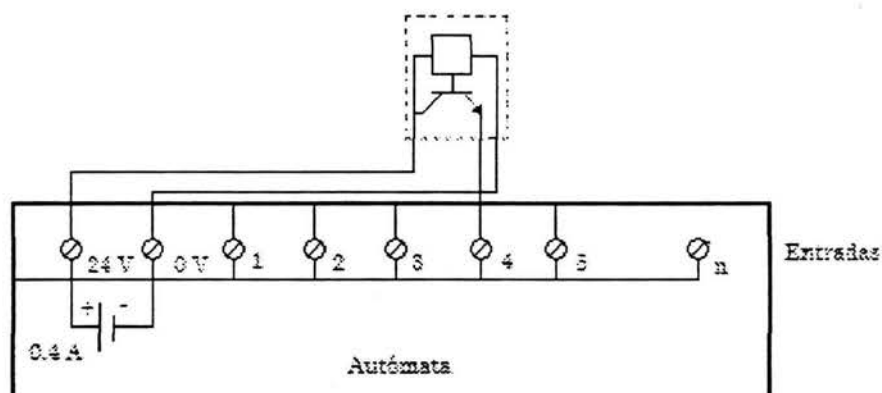


Figura 1.12. Conexión a las entradas del Autómata de captadores con tensión.

Cuando el requerimiento de intensidad de los captadores es superior a dicha fuente ( en el ejemplo 0.4 A ), es necesario conectar en paralelo otra fuente capaz de suplir la carencia, como se muestra en la figura 1.13.

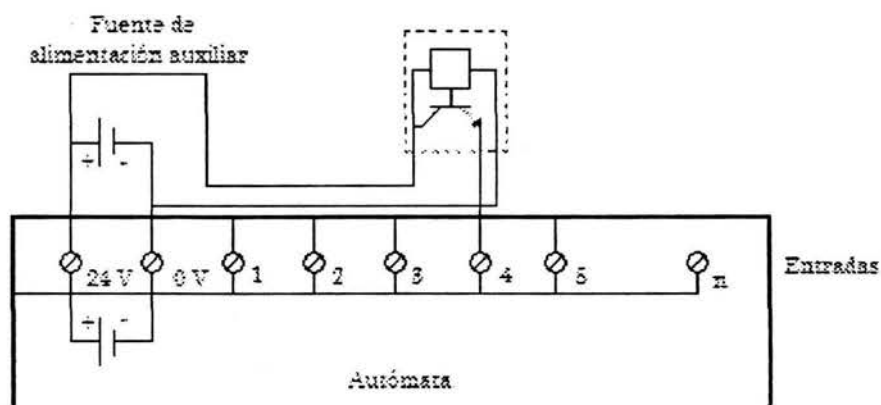


Figura 1.13 Acoplamiento de fuente de alimentación auxiliar.

### 1.5.2. SALIDAS.

En los contactos de salida del Autómata se conectan los actuadores directamente, a través de otros elementos de mando, como pueden ser los contactores por medio de sus bobinas.



Las salidas se pueden distribuir en varios grupos independientes de 1,2,4,5, etc., contactos, de tal forma que se puedan utilizar varias tensiones, según las necesidades de las maquinas a controlar.

Cada grupo está limitado por su consumo que, además, es distinto en función del tipo de carga, resistiva o inductiva.

Las tarjetas de salida suelen ser de tres tipos distintos:

- Salidas a relevadores.
- Salidas a triacs.
- Salidas a transistores.

La elección entre una y otra debe venir razonado por los tipos de carga que se vayan a emplear o acoplar.

A continuación, se dan las siguientes explicaciones para tener una mejor referencia a la hora de realizar alguna elección.

**SALIDAS A RELEVADORES ( c.c. o c.a. ).** Este tipo de salida se utiliza cuando el consumo ( en Amperes ) tiene cierto valor y donde las conmutaciones no son demasiadas rápidas. Son empleados en cargas de contactores, electro-válvulas, etc.

**SALIDAS A TRIACS ( c.c. o c.a. ).** En conmutaciones muy rápidas, en donde los relevadores no son capaces de realizar, o su vida útil se acorta, se utiliza el triac, ya que su vida es mas larga, además de que los valores de intensidad son similares a los del relevador.

**SALIDAS A TRANSISTORES. ( c.c. ).** Cuando se utilice c.c. y las cargas sean del tipo de poco consumo, rápida respuesta y alto numero de operaciones, como es el caso de los circuitos electrónicos, se deben utilizar estos tipos de salidas. Cabe mencionar que su vida útil es superior a la de los relevadores.

#### ACTUADORES.

Se le llama así a todos los elementos que están conectados a las salidas, son elementos de actuación directa, son los elementos de mando. Antes de conectar cualquier elemento a las salidas del PLC, es necesario analizar y tener en cuenta las siguientes limitaciones.

- La tensión que se vaya a aplicar en cada grupo de contactos debe ser la misma por lo tanto, se deberá aplicar tantas tensiones distintas como grupos de contacto posea el PLC.
- Los valores de las tensiones que se vayan a aplicar tanto en c.a. y c.c. serán los indicados por el fabricante.
- Se sumaran las intensidades que demandan todos los elementos que están conectados a cada grupo de contactos y se comprobará que la intensidad máxima no sea superior a la que nos indique en sus

características, cuando el consumo de carga del contactor sobrepase el valor que hay disponible en el grupo de salidas, se agregará un relevador intermedio de bajo consumo.

## 1.6 Modos y funciones de servicio.

### 1.6.1. MODOS DE SERVICIO DE UN PLC.

Por lo regular, existen dos modos principales:

EN REPOSO ( STOP ó off-line ). Significa que esta con el contacto de arranque abierto o el programa sin ejecutar. En estas condiciones se puede escribir, corregir el programa, etc.

EN FUNCIONAMIENTO ( RUN ó on – line ). Esto es, con el contacto de arranque cerrado. El programa se está ejecutando continuamente. En este estado sólo es posible ejecutar algunas operaciones, como se muestra a continuación:

- Modo ROM, es para programación en memorias.
- Modo CMT ( casete ), para almacenamiento de programas en cinta.
- Modo PRT ( impresora ), para impresión de programas en papel.

### 1.6.2. FUNCIONES DE SERVICIO DE UN PLC.

Es primordial conocer y saber manejar todas las funciones de servicio que nos ofrecen los PLC'S, por que de esta forma podremos obtener una mayor eficacia de el.

A continuación se muestran las principales funciones de un Autómata, indicándose cómo puede hacerse uso de ellas para un PLC determinado.

- BORRADO DEL PROGRAMA. Por lo regular se utiliza la función de PARO (STOP). Debe realizarse un borrado total del programa que esta contenido en memoria antes de introducir uno nuevo. Se debe pulsar las teclas que correspondan al borrado de todas las instrucciones contenidas en la memoria de usuario, además se debe poner en ceros los relevadores auxiliares protegidos, temporizadores, contadores, etc.
- ESCRITURA DEL PROGRAMA. Por lo regular se realiza en la función de paro (STOP). El programa se realizara con sus funciones especificas.
- CORRECCIONES. Normalmente se realiza en la función de paro. Las correcciones posibles pueden ser las siguientes:

Inserción de instrucción.

Borrado de instrucción.

Modificación de instrucción.

Borrado de programa a partir de una determinada instrucción.

En el capítulo 2 se encontrara la forma de proceder en cada tipo de corrección. Tanto en la inserción como en el borrado el programa renumera automáticamente las direcciones de memoria una vez que se realizo este tipo de corrección.

- VISUALIZACION Y LECTURA DE INSTRUCCIONES. Modos paro y puesta en marcha (STOP y RUN). En este caso la visualización la obtenemos a partir del número de dirección de memoria conocido, que habremos de introducir.
- BÚSQUEDA O LOCALIZACIÓN DEL PROGRAMA. Modos paro y puesta en marcha (STOP y RUN). Este caso es diferente al anterior; aquí no conocemos o dudamos de la dirección o direcciones en que se encuentra determinada instrucción. Una vez que se ubica la instrucción, aparecerá en pantalla está, indicando la dirección en que se encuentra. En el caso de contactos repetidos en varias direcciones también se visualizarán éstas en orden ascendente de direcciones de memoria pulsando la correspondiente función.
- REVISIÓN O CONTROL DE SINTAXIS. Modos paro y puesta en marcha (STOP y RUN). Se controlan para su corrección los posibles errores cometidos en la escritura del programa, como:

Correcta numeración de E/S y relevadores auxiliares.

Correcta ordenación de instrucciones en contadores y registros.

Verifica que cada instrucción de comienzo de línea tiene su salida.

Comprueba que las agrupaciones de apertura y cierre de grupos de contactos con grupos de salidas llevan aparejadas las funciones correspondientes.

- INSPECCION DEL PROGRAMA. Normalmente opera en modo de puesta en marcha (RUN). Con el auxilio de las correspondientes funciones logramos visualizar el estado lógico de E/S, relevadores, temporizadores, contadores, etc.
- MODIFICACIÓN DE TEMPORIZADORES Y CONTACTOS. Por lo regular opera en modo de puesta en marcha (RUN). Algunas veces en modo de puesta en marcha, es necesario modificar conteos para ajustar procesos.

- FORZAMIENTO DE DATOS. Normalmente en modo de puesta en marcha (RUN). Ante una modificación, comprobación o desperfecto, a veces es necesario forzar a " 0 " ó " 1 " los estados de determinado contador, registro, temporizador, marcas protegidas, relevadores especiales, etc. Una vez conseguido este forzamiento se puede volver al estado primario en el momento deseado. En el manual del PLC se muestran detalladamente las instrucciones del programa y las instrucciones o funciones de servicio, los cuales serán apoyo algún tiempo hasta conocerlas y posteriormente utilizarlas mecánicamente.

En la figura 1.14, esta representado el diagrama de flujo que se debe utilizar para realizar una correcta programación.

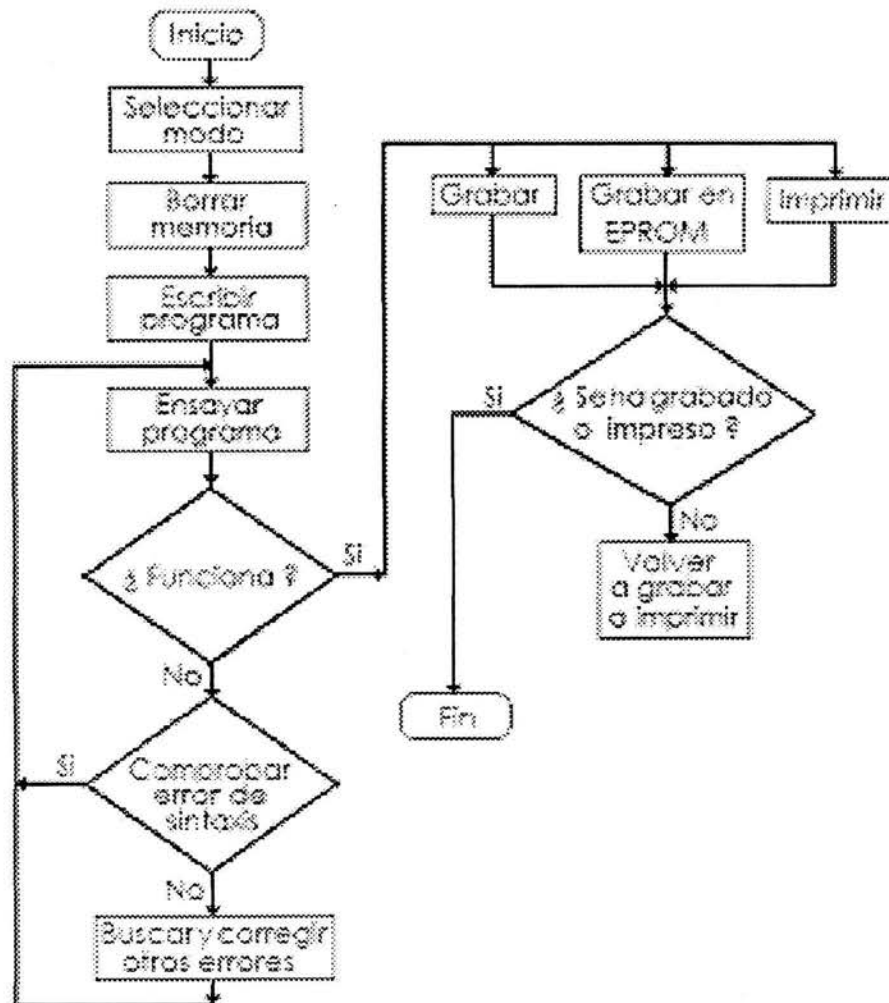


Figura 1.14. Diagrama de flujo para la programación de un PLC.



## SALTO CONDICIONAL.

Cuando el ciclo de ejecución de un programa tiene la opción, previa condición establecida, de alterar la secuencia línea a línea del mismo y dar un salto a otras líneas de programa, dejando X líneas sin ejecutar, se dice que se ha realizado un salto condicional.

Su funcionamiento es el siguiente:

Si al llegar en el proceso de ejecución del programa a la instrucción U, tal y como queda descrito en la figura 1.16, se cumple la condición indicada, se salta V continuando el barrido V+1 hasta n. Si por el contrario al llegar U no se cumple la condición el programa se ejecuta linealmente continuando en U + 1.

Esta posibilidad que poseen muchos Automatas permite reducir el tiempo de ejecución del ciclo y es aplicable en aquellos casos en que las instrucciones contenidas en el salto sólo son necesarias cuando se dan ciertas condiciones impuestas por el programa.

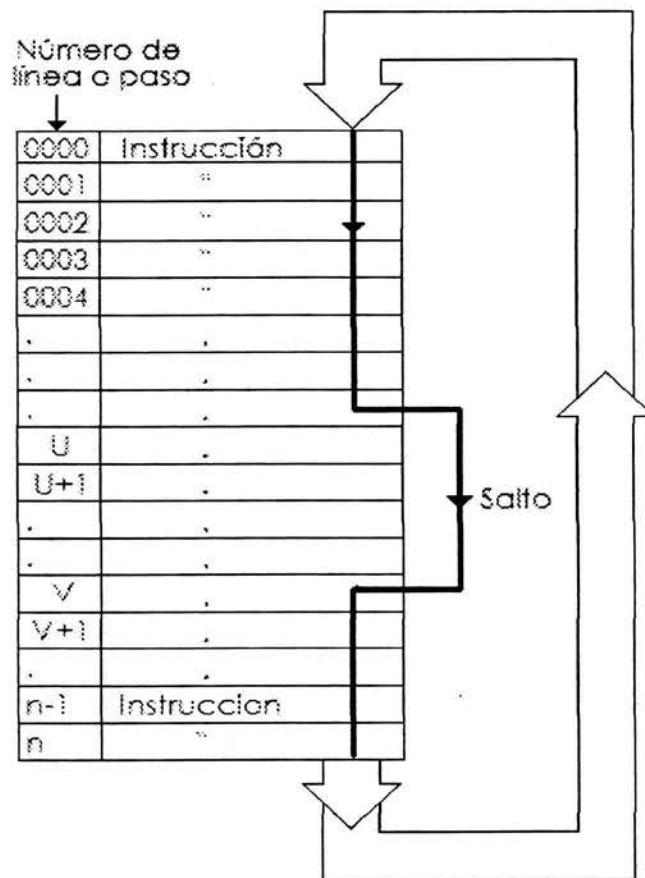


Figura 1.16. Salto condicional en la ejecución cíclica lineal del programa de usuario.

## SALTO A SUBROUTINA.

En algunas ocasiones pasa que en un programa hay uno o varios grupos de secuencias de instrucciones idénticas que se repiten y que será necesario reescribir tantas veces como éstas se repitan en dicho programa principal. En estos casos, es muy útil escribir una sola vez esta subrutina o secuencia. Los PLC'S de gama baja no suelen incorporar esta posibilidad. En la figura 1.17, se observa gráficamente este tipo de salto, así como la posibilidad de distintos tipos de subrutinas y de distintos niveles de las mismas.

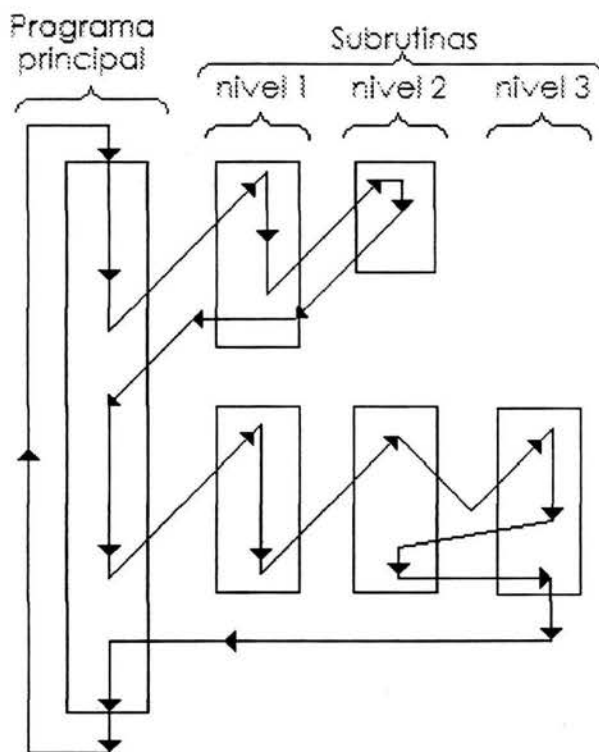


Figura 1.17. Salto a una subrutina en la ejecución cíclica del programa de usuario.

## PROGRAMAS PARALELOS.

En este sistema, utilizado por algunos fabricantes y denominado de programas paralelos, el procesamiento se realiza paralelamente y de forma asíncrona. En esos casos en que se quiere controlar varios procesos diferentes con un solo PLC, este sistema es muy útil, aunque también puede ser utilizado controlando un proceso único. En este tipo de ejecución es posible el uso de subrutinas en cada programa en paralelo.

La ejecución de este tipo de programa se realiza de la siguiente forma: Cada uno de los tramos en la línea gruesa de la figura 1.18 contiene sólo algunas líneas de programa, de tal forma que la secuencia consiste en el procesamiento, por ejemplo, de diez líneas del programa M0, o lo que es lo mismo, una pequeña parte de un programa; a continuación el barrido salta al programa M1, para procesar sus diez primeras líneas, pasando a continuación al programa M2, realizando el mismo proceso, etc. Cuando ha barrido todos los programas paralelos, incluso las subrutinas, si se encuentran adscritas a esas líneas, vuelve al programa M0 para repetir el ciclo en el siguiente grupo de 10 líneas. Para que la secuencia realizada en el barrido sea la deseada, se deberá indicar mediante la elaboración de un programa de asignación de la manera en que se indica en la misma figura. Los PLC'S de gama baja por lo regular no cuentan con esta propiedad.

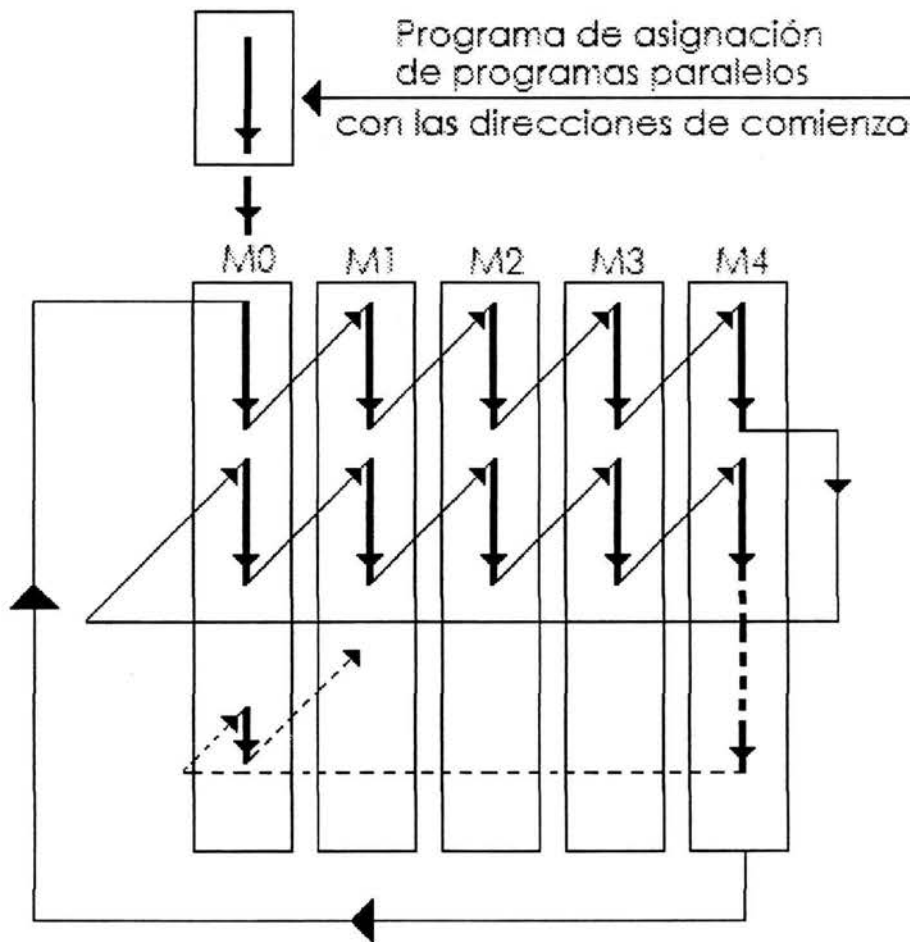


Figura 1.18. Ejecución de programas paralelos de usuario.



## 1.8 Lenguajes de programación.

Los lenguajes o sistemas de programación que se utilizan en los PLC'S son varios, es por eso que cada fabricante indica en las características generales el lenguaje o lenguajes en los que se puede operar. En general, se puede decir que los lenguajes de programación más comunes, son aquellos en los que se transfieren directamente el esquema de contactos y las ecuaciones lógicas o logigramas, pero éstos no son los únicos.

A continuación se muestran los lenguajes y métodos gráficos más utilizados:

- NEMONICO. También conocido como lista de instrucciones, booleano, abreviaturas nemotécnicas.
- DIAGRAMA DE CONTACTOS ( Ladder diagram ). Plano de contactos, esquema de contactos.
- GRAFCET. O también llamado diagrama funcional, diagrama de etapas o fases.
- ORGANIGRAMA. O también conocido como ordinograma, diagrama de flujo.

Con excepción del nemónico, los demás tienen como base su representación gráfica, pero todos ellos tienen que ir acompañados de su correspondiente cuadro o lista de programación, esto es, la relación de líneas de programa que lo forman.

A continuación se explica cada uno de estos lenguajes, para tener un mejor entendimiento de los mismos.

En el caso de los tres primeros ( los mas utilizados ), se incluye un ejemplo, tomando como base un mismo circuito y partiendo de la ecuación lógica del mismo, de su esquema de relevadores y del circuito con puertas lógicas.

Definido un proceso simple, la ecuación lógica del mismo que se muestra a continuación, a partir de la tabla de verdad y previa minimización por medio de un mapa de Karnaught, es valida para dibujar el esquema con relevadores de la figura 1. 19.

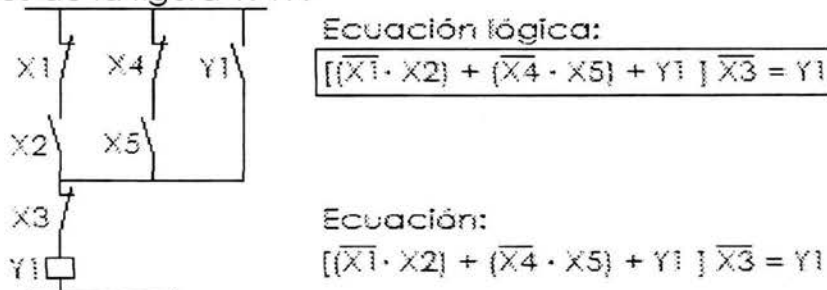


Figura 1.19. Esquema de relevadores o lógica cableada del ejemplo.

Así como su implementación con compuertas lógicas, como se muestra en la figura 1.20.

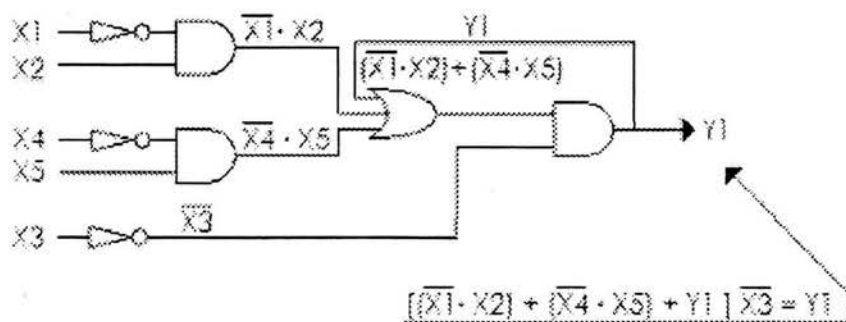


Figura 1.20. Implementación del ejemplo.

### NEMONICOS O BOLEANOS.

Es un lenguaje en el cual cada instrucción se basa en las definiciones del álgebra de Boole o álgebra lógica. A continuación se muestra una relación de nemónicos, con indicación de lo que representan:

- STR = Operación inicio contacto abierto.
- STR NOT = Operación inicio contacto cerrado.
- AND ( Y ) = Contacto serie abierto.
- OR ( O ) = Contacto paralelo abierto.
- AND NOT = Contacto serie cerrado.
- OR NOT = Contacto paralelo cerrado.
- OUT = Bobina de relevador de salida.
- TMR = Temporizador.
- CNT = Contador.
- MCS = Conexión de una función a un grupo de salidas.
- MCR = Fin de la conexión del grupo de salidas.
- SFR = Registro de desplazamiento.

Los nemónicos de la ecuación del ejemplo serian los siguientes:

- STR NOT .....X1
- AND .....X2
- STR NOT .....X4
- AND .....X5
- OR STR .....
- OR .....Y1
- AND NOT .....X3
- OUT .....Y1

## DIAGRAMA DE CONTACTOS.

La mayoría de los fabricantes incorporan este lenguaje, esto es debido a la semejanza con los esquemas de relevadores utilizados en los automatismos eléctricos de lógica cableada, lo que facilita la labor a los técnicos habituados a trabajar con dichos automatismos. Si se compara el diagrama de contactos de la figura 1.21 con los relevadores de la figura 1.19, se notara la similitud a la que se hacia mención.

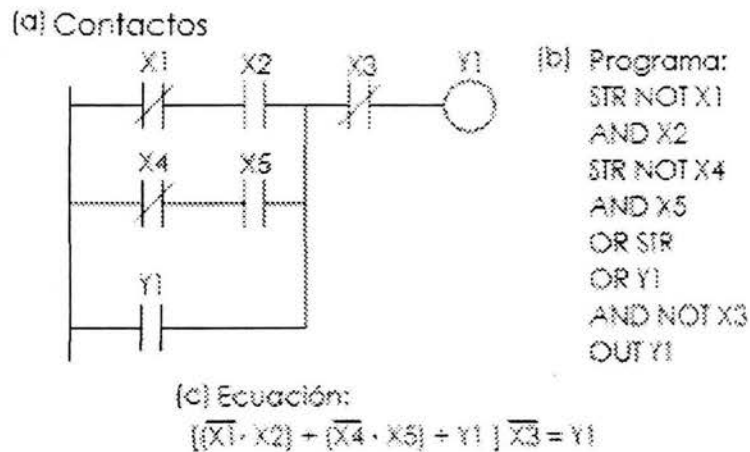


Figura 1.21 Esquema o diagrama de contactos del ejemplo.

## PLANO DE FUNCIONES.

Su semejanza con los símbolos lógicos o puertas lógicas hace también interesante este lenguaje por la facilidad en su representación para los conocedores de la electrónica lógica. En la figura 1.22, aparece el esquema para la ejecución propuesta, en ella se observa su similitud con el esquema lógico de la figura 1.20, si se comparan ambas.

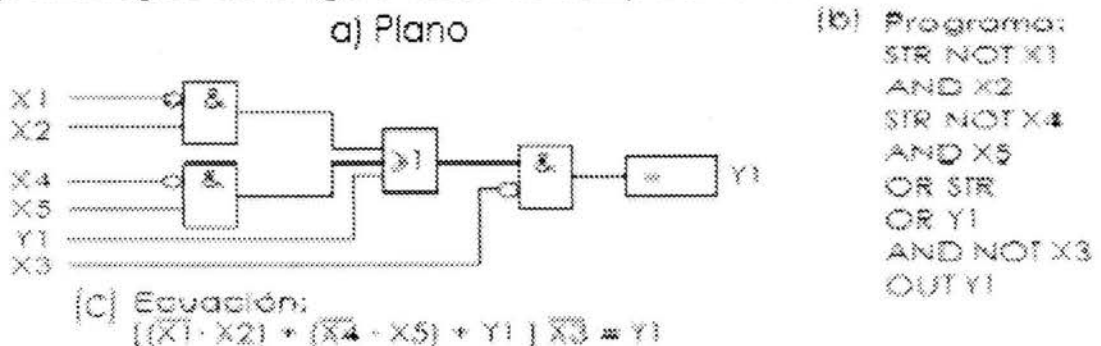


Figura 1.22. esquema en el plano de funciones del ejemplo.

## GRAF CET.

El GRAFCET ( Graphe de Comande Etape Transition ó Gráfico de Orden Etapa Transición ), es un método en el cual se describen en una forma gráfica, las especificaciones de cualquier automatismo. La figura 1.23, da una idea simplificada de este sistema.

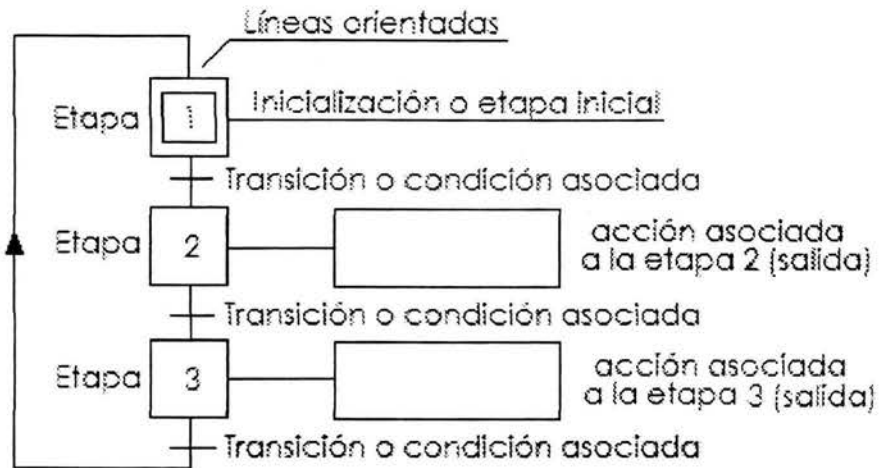


Figura 1.23. Gráfica correspondiente a la estructura del GRAFCET.

## ORGANIGRAMA.

También llamado ordinograma o diagrama de flujo, es un sistema que se basa en una serie de figuras geométricas, utilizadas como símbolos, unidas por líneas y que tiene como misión mostrar gráficamente en nuestro caso un proceso, así como informar del mismo, esto es, analizar las partes y darles solución. Los símbolos utilizados aparecen en la figura 1.24.

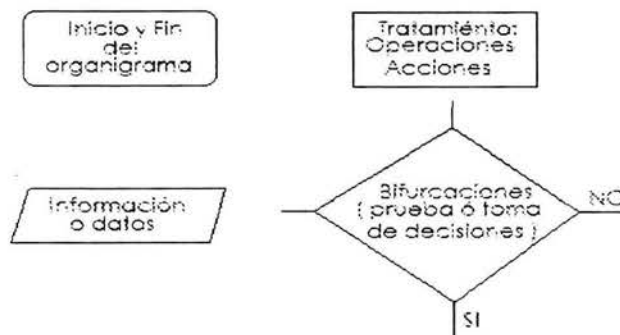


Figura 1.24. Símbolos del diagrama de flujo.

Se podrían establecer dos tipos de organigramas: organigrama de nivel 1, en el cual se representan las acciones a desarrollar por el proceso acción por acción, y organigrama de nivel 2 o también llamado organigrama de programación, en el cual se sustituirán las designaciones del nivel 1 por las instrucciones correspondientes, para así poder realizar el programa en el PLC. La figura 1.25, representa el primer caso. Dada su escasa utilización en programas de PLC'S, debido a que su complejidad es mayor a la de los anteriormente descritos, se ha omitido el organigrama de nivel 2.

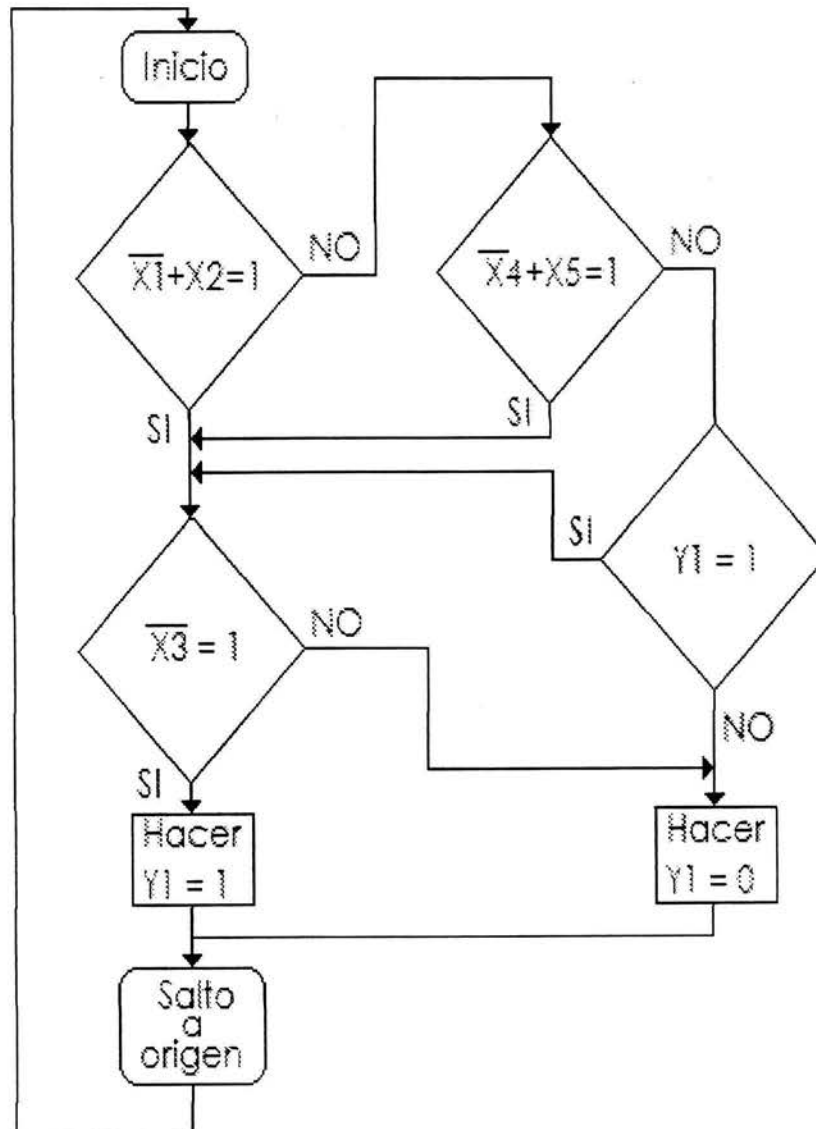


Figura 1.25. Organigrama de nivel 1 representativo de la ecuación lógica propuesta.

## CAPITULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL PLC MICRO - 1.

### 2.1 Introducción.

Un PLC, es un sistema electrónico que verifica de manera secuencial el estado de las señales de entrada, realizando secuencias preprogramadas y determina la activación o desactivación de las salidas.

El PLC MICRO - 1 es el más pequeño de los controladores lógicos programables del grupo Schneider (GROUPE SCHNEIDER). La unidad del procesador es capaz de manejar 8 señales de entrada a 24 VCD, y 6 de salida, adicionalmente cuenta con la opción de utilizar un modulo de expansión con 8 señales de entrada a 24 VCD y 6 de salida, o un panel operador ( utilizado para sustituir botones de operador iluminados); Ahorrando tiempo de cableado y reduciendo la posibilidad de error en el alambrado, ya que todos los operadores se conectan a través de un solo cable con la unidad del procesador.

El controlador MICRO-1 cuenta con las siguientes características:

- Gabinete compacto de gama baja.
- Almacenaje de memoria no volátil ( EEPROM).
- 80 temporizadores y 47 contadores.
- Memoria de 600 palabras.
- 8 entradas y 6 salidas ( unidad de procesador ).
- 8 entradas y 6 salidas ( unidad de expansión ).
- Programable por software o programador / cargador.

Los elementos que integran al PLC MICRO 1 son los siguientes y se muestran en la figura 2.1.

PROCESADOR ( CPU ). Controla los programas en diagramas de escalera, el SCAN del programa, el estado del monitor de entradas y los cambios en las salidas como una respuesta al uso de las instrucciones en la memoria.

SISTEMA DE ENTRADA / SALIDA. Proporciona la conexión física entre el equipo externo y el procesador. El módulo de entrada directo, los sensores del procesador, la condición dentro-fuera de dispositivos como interruptores de limite, botones pulsadores, etc. Basados en las instrucciones de programación, el procesador envía el mandato a través

del módulo de salida a los dispositivos externos como son los arrancadores de motores, ventiladores, etc.

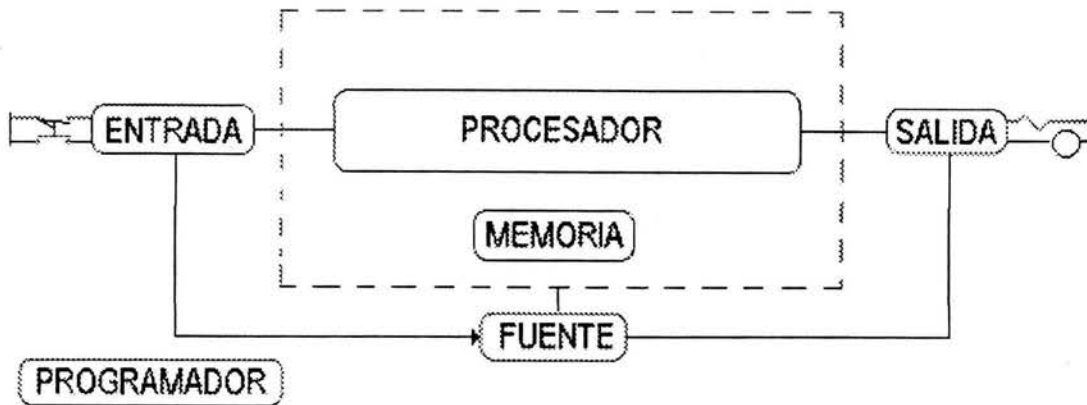


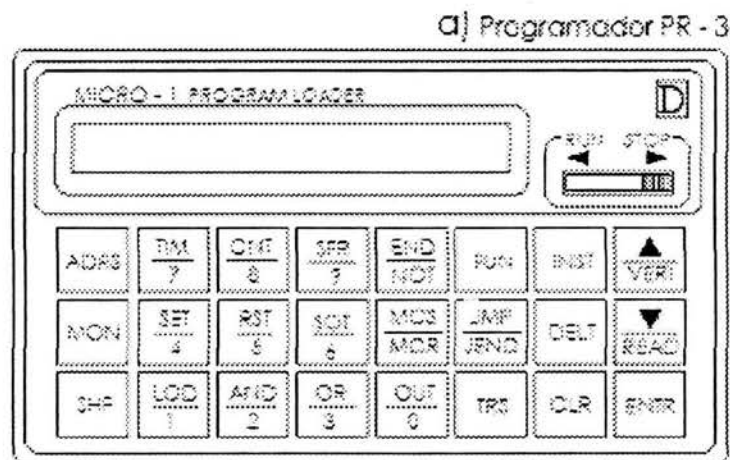
Figura 2.1 Elementos del PLC MICRO – 1.

**MEMORIA.** Tiene dos memorias, una como almacén para programas y otra como almacén para datos como contadores de tiempo en valores reales y otro almacén de constantes o variables que son usados por el programa. Las áreas de datos almacenados en la memoria son llamadas registros. Además de los datos almacenados, los registros también retienen el estado de la información de las entradas / salidas.

**FUENTE.** Abastece internamente el voltaje en corriente directa al procesador, entradas y salidas.

**PROGRAMADOR.** Dispositivo mediante el cual carga el programa a las memorias del procesador y la comunicación se establece con un cable LCB 70.

En la figura 2.2, se muestra una descripción física del programador (a) y del PLC MICRO - 1 (b)



## b) CONTROLADOR MICRO-1

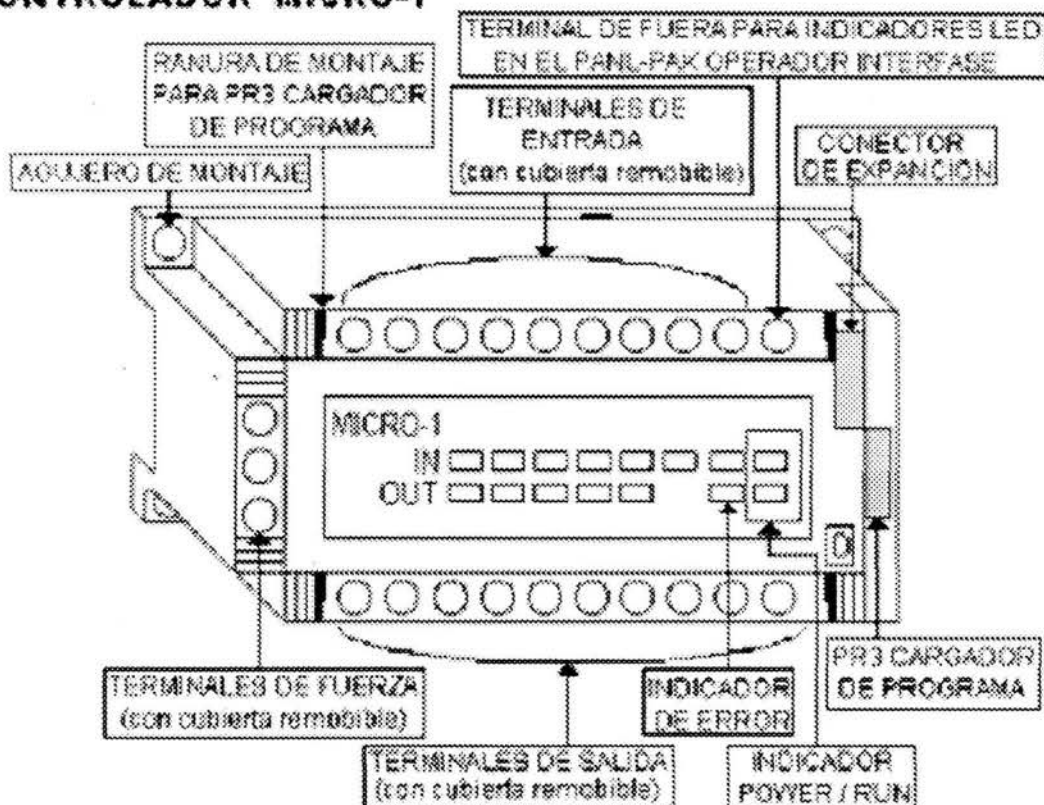


Figura 2.2. Descripción de las partes.

## 2.2 Especificaciones.

Voltaje de alimentación..... 100 a 240 VCA, 50 / 60 Hz, 24VCD.

Rango de voltaje ..... 85 a 264 VCA, 19.2 a 28.8 VCD.

Consumo de energía ..... Procesador: 21 VA (CA) 8W (CD),  
 Expansión : 21VA (CA) 6W.  
 Programador : 1W.

Resistencia dieléctrica ..... Entre terminal de tierra y de  
 E/S: 1500 VCA durante 1 min.

Resistencia de aislamiento ..... Entre terminal de tierra y E/S  
 10Mohms.

Temperatura de operación ..... de 0° a 55° C.

Temperatura de almacenamiento.. de - 20 a 70° C.

Humedad de operación ..... 45 a 85% no condensable.

Resistencia de ruido ..... Entre terminal de tierra y E/S: tipo  
 AC 1.3 kV durante 1 microseg. Tipo DC  
 +- 1.0 kV durante 1 microsegundo.



Peso ..... Procesador 450 g, cargador 100g.  
Dimensiones ..... Procesador / expansión Unidad:  
( 140 x 80 x 74 mm )

#### ESPECIFICACIONES DE FUNCIONES.

Método de programación ..... Símbolos lógicos, escalera.  
Palabras de instrucciones ..... 15 instrucciones básicas y 2  
funciones de comparación.  
Capacidad de programa ..... 600 pasos.  
Tiempo de Scan ..... 8 Milisegundos /mil instrucciones básica.  
Entradas ..... 8 puntos.  
Salidas ..... 6 puntos.  
Temporizadores ..... 80 ( 0 a 999.9 seg. )  
Contadores ..... 45 ( 0 a 9999 ).

#### ESPECIFICACIONES DEL PROGRAMADOR.

Pantalla..... 16 caracteres.  
Teclas de programación ..... 24 teclas de membrana.  
Teclas de control ..... Interruptor arranque / paro.  
Alimentación ..... Suministrada por el procesador.  
Conexión ..... Por cable LCB 70.  
Montaje ..... En la unidad del procesador.

#### ESPECIFICACIONES DE ENTRADAS.

Tipo fuente ..... Transistor NPN con colector abierto.  
Tipo disipador ..... Transistor PNP con colector abierto.  
Rango de Voltaje ..... 24 VCD.  
Método de aislamiento ..... Optocoplador.  
Corriente de entrada ..... 5 miliamperes.  
Impedancia de entrada ..... 4.3 ohms.  
Tiempo de encendido ..... 7 milisegundos.  
Tiempo de apagado ..... 11 milisegundos.

#### ESPECIFICACIONES DE SALIDAS.

Relevador:

Dispositivo de salida .....Relevador electromecánico.  
Configuración de contactos ..... 3 Comunes, 3 aislados, N.A.  
Capacidad de corte ..... 220 VCA, 2 A, 120 VCA, 2 A.  
Carga mínima aplicable ..... 5 VCD, 1 miliampers.  
Resistencia de contacto ..... 30 miliohms.  
Vida mecánica ..... 20 millones de operaciones.  
Vida eléctrica ..... 100,000 operaciones.

## TRANSISTOR:

Dispositivo de salida ..... Transistor.  
Método de aislamiento ..... Optocoplador.  
Voltaje de carga ..... 12 a 24 VCD.  
Corriente máxima ..... 0.4 Amp./Punto.  
Tiempo de encendido ..... 1 milisegundo máximo.  
Tiempo de apagado ..... 1 milisegundo máximo.

## 2.3 Operación.

Una vez que el programa es almacenado el CPU lee la memoria paso a paso, empezando con la línea 000, y revisa el estado de cada entrada en la memoria, almacenando los resultados. Cuando lee el paso donde se encuentra " OUT 200 ", el CPU revisa los resultados almacenados de la revisión de entradas para habilitar la salida.

Un ejemplo de esto, esta representado en la figura 2.3

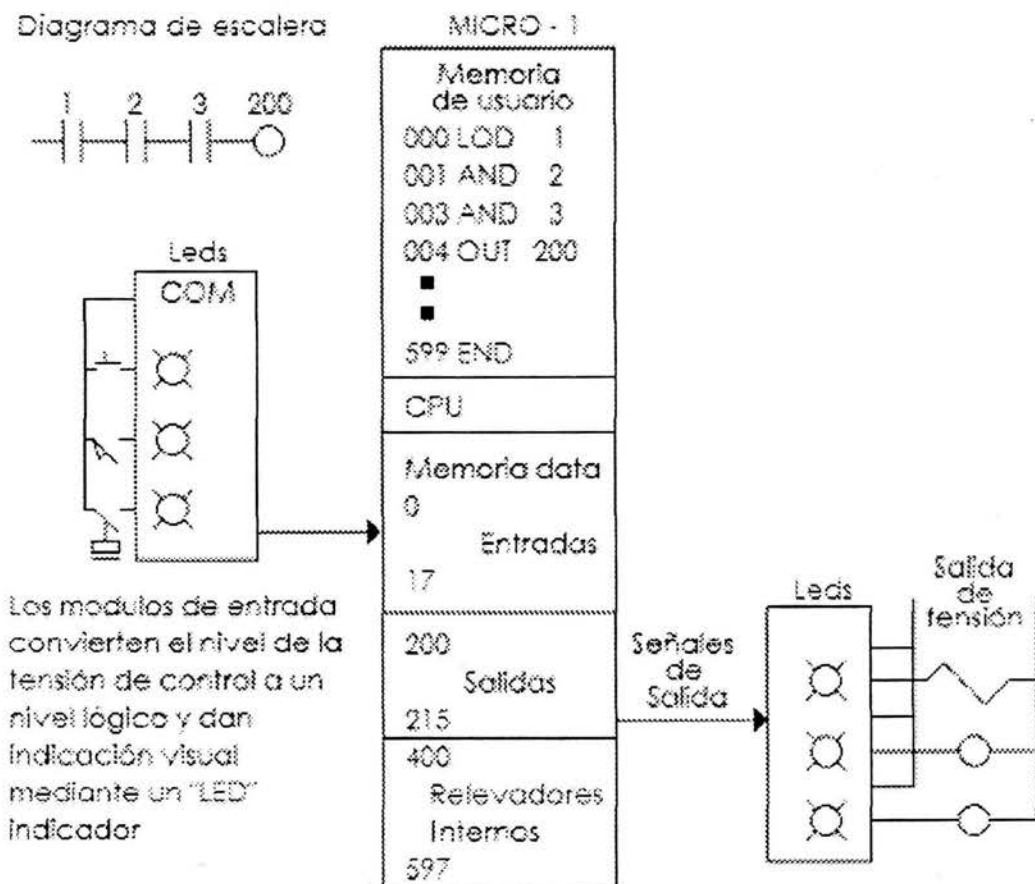


Figura 2.3. Ejemplo de operación.

Al final de la exploración del programa el estado de las entradas es transmitido de los módulos de entrada a la memoria. También el estado de las salidas en la memoria es transmitido a los módulos de salida. La memoria esta repartida de la forma en que se muestra en la tabla 2.1.

ELEMENTO	DIRECCION	DESCRIPCION
Entradas	0 - 7, 10 - 17	16 Entradas
Salidas	200 - 205, 210 - 215	12 Salidas
Relevadores Internos	400 - 597	160 Relevadores internos Del 1 al 160 pueden ser programados como retentivos.
Relevadores especiales	600 - 667	98 relevadores especiales con las siguientes funciones :
	680 - 687	Estado de entrada de la matriz
	690	Control de exploración de matriz
	691 - 697	Estado de entrada de corto pulso
	700	No usado
	701 - 702	No usado
	703	Control de encendido y apagado
	704	Todas las salidas apagadas
	704	Pulso inicializador ( se enciende por un explorador al inicio )
	705 - 712	No usado
	713	1 - reprogramación de la base de tiempo
714	1 - Base de tiempo	
715	Base de tiempo de 100 milésimas de segundo	
716	Reloj/contador con valor previamente modificado	
717	En - operación salida	
Relevador de tiempo	0 - 79	0.1 - 999.9 base de tiempo
Contador	0 - 44	0 - 999 contador
Contador reversible	45	Doble pulso 8 ( cuentas ascendentes y descendentes )
Contador reversible	46	Pulso unico
Cambio de registro	0 - 127	Bit 128 ( bidireccional )
Salida única	0 - 95	96 salidas

Tabla 2.1. Configuración de la memoria del PLC MICRO 1.

Las instrucciones que se utilizan para la programación del PLC MICRO 1, así como los símbolos y función que corresponden a cada una, son representadas en la tabla 2.2.

SIMBOLO	NOMBRE	SIMBOLO EN EL CIRCUITO DEL RELEVADOR	FUNCION
LOD	LOAD (CARGA)		ALMACENA EL NUEVO RENGLON CON EL CONTACTO N.A.
NOT	NOT		ALMACENA EL NUEVO RENGLON CON EL ONTACTO N.C.
OUT	OUTPUT (SALIDA)		SALIDA O RELEVADOR
AND	AND		CONTACTO N.A. EN SERIE
OR	OR		CONTACTO N.A. EN PARALELO
TIM	TIMER (CONTADOR)		RELEVADOR DE TIEMPO
CNT	COUNTER (CONTADOR)		CONTADOR
SFR	SHIFT REGISTER		REGISTRO DE CORRIMIENTO ADELANTE. CON EL NOT ES HACIA ATRAS
SOT	SINGLEOUT		SALIDA TRANSITORIA DE APAGADO A ENCENDIDO
SET	SET		PROGRAMACION DE UNA SALIDA, RELEVADORES INT. O CAMBIO DE REGISTRO
RST	RESET (RESTABLECER)		REPROGRAMACION DE UNA SALIDA, O CAMBIO DE REISTRO
MCS	MASTER CONTROL SET		INICIO DE CONTROL MAESTRO
MCR	MASTER CONTROL RESET		FIN DE CONTROL MAESTRO
JMP	JUMP (SALTO)		PUEENTE DE UN AREA DEL PROGRAMA DESIGNADO
JEND	JUMP END		TERMINA PROGRAMA PUENTE
END	END		TERMINA UN PROGRAMA

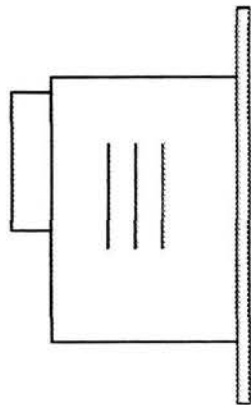
Tabla 2.2. Instrucciones para el controlador MICRO - 1.

## 2.4 Instalación.

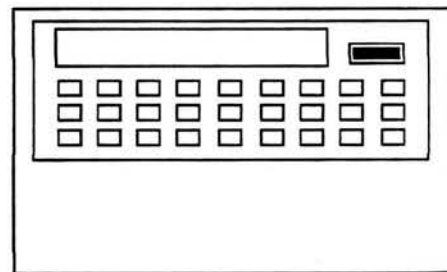
LUGAR DE INSTALACIÓN. Las operaciones de instalar y alambrar deben cumplir con las consideraciones apropiadas para el óptimo desempeño, fácil mantenimiento y resistencia a las condiciones ambientales, de forma que el PLC MICRO – 1 pueda desarrollar plenamente sus capacidades. Es deseable que el lugar donde se instalará, se elija después de considerar las siguientes recomendaciones.

- Temperatura ambiente: 0 a 55° Centígrados.
- Humedad ambiente : 45 a 85% Hr.
- Libre de polvo, sales y virutas.
- No se debe exponer a los rayos directos del sol.
- Sin riesgo de golpes.
- Sin gases corrosivos o inflamables.
- Con el espacio suficiente para lograr una ventilación y un mantenimiento adecuado.

El PLC MICRO – 1 debe montarse siempre en forma horizontal, contra la pared y con la tablilla terminal de entradas hacia arriba. Un ejemplo de la colocación se presenta en la figura 2.4.



Montaje del controlador MICRO - 1. vista lateral derecha



Montaje del controlador MICRO - 1 vista frontal

Figura 2.4. Ejemplo de instalación del PLC MICRO – 1.

## 2.5 Contadores.

### 2.5.1 CONTADOR ASCENDENTE.

Los valores preestablecidos que contiene el PLC MICRO – 1 va de 0 a 9999. Un ejemplo de la programación del contador ascendente se muestra en la figura 2.5.

Diagrama de escalera	programa
<p>Contador 2 valor preestablecido = 5</p>	<pre> LOD 1  ENTER LOD 2  " CNT 2  " 5 LOD SHF CNT 2 ENTER OUT 204  " </pre>

Figura 2.5. Programación de un contador ascendente.

Cuando el contacto 1 es cerrado, el contador es reprogramado.

Cuando el contacto 1 es abierto, el contador es habilitado.

Cuando el contacto 2 se cierra, el contador se incrementa en uno.

Cuando el valor igual al valor preestablecido ( 5 ), la salida 204 es energizada.

Un ejemplo para desplegar el contador ( CNT ) en el programador se presionan las teclas representadas en la figura 2.6.

Diagrama de escalera	Programa
<p>El circuito anterior también puede ser programado como sigue:</p>	<pre> LOD 1  ENTER LOD 2  " CNT 2  " 5 OUT 204  " </pre>

Figura 2.6. Ejemplo de programación para desplegar el contador.

## 2.5.2 CONTADOR REVERSIBLE CON ENTRADAS DE PULSO ASCENDENTE Y DESCENDENTE.

En el controlador MICRO – 1 solo el contador 45 puede ser usado para esta función, y los valores preestablecidos van del 0 al 9999.

Un ejemplo para programar esta función en el PLC MICRO – 1, se representa en la figura 2.7.

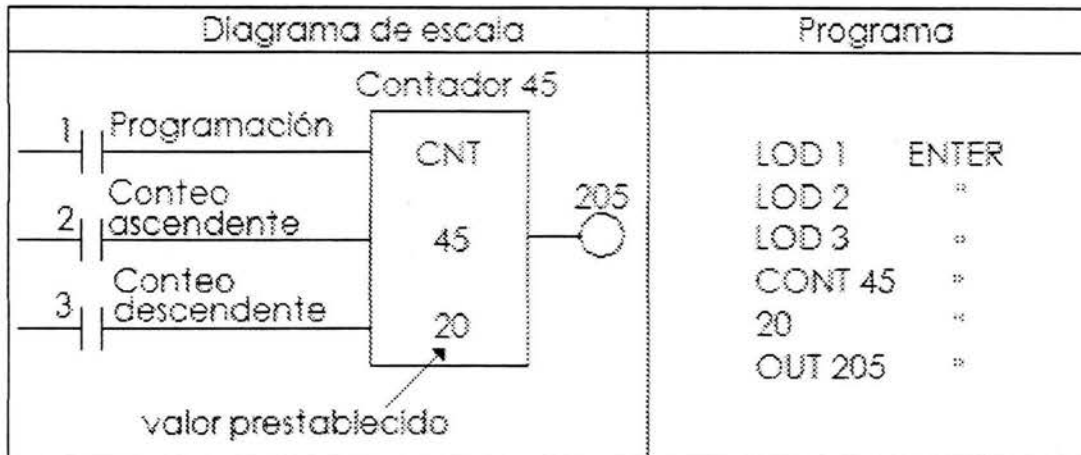


Figura 2.7. Ejemplo de programación del contador reversible.

Cuando el contacto 1 se cierra, el contador es programado a 20.

Cuando el contacto 1 se abre, el contador es habilitado.

Cada vez que el contacto 2 se cierra, el contador se incrementa en uno.

Cada vez que el contacto 3 se cierre, el contador se decrementa en uno.

Nota: El conteo empieza del valor preestablecido.

Cuando sea ascendente, el conteo ira de 9999 – 0 – 1.

Cuando sea descendente, el conteo ira del 1 – 0 – 9999.

Si los pulsos ascendentes y descendentes son simultáneos, el contador puede perder un pulso de cuenta.

## 2.5.3 CONTADOR REVERSIBLE CON SELECCIÓN ASCENDENTE/DESCENDENTE.

En el controlador MICRO – 1 solo el contador 46 puede ser usado para esta función, y los valores preestablecidos van del 0 al 9999.

Un ejemplo para programar esta función en el PLC MICRO – 1, se representa en la figura 2.8.

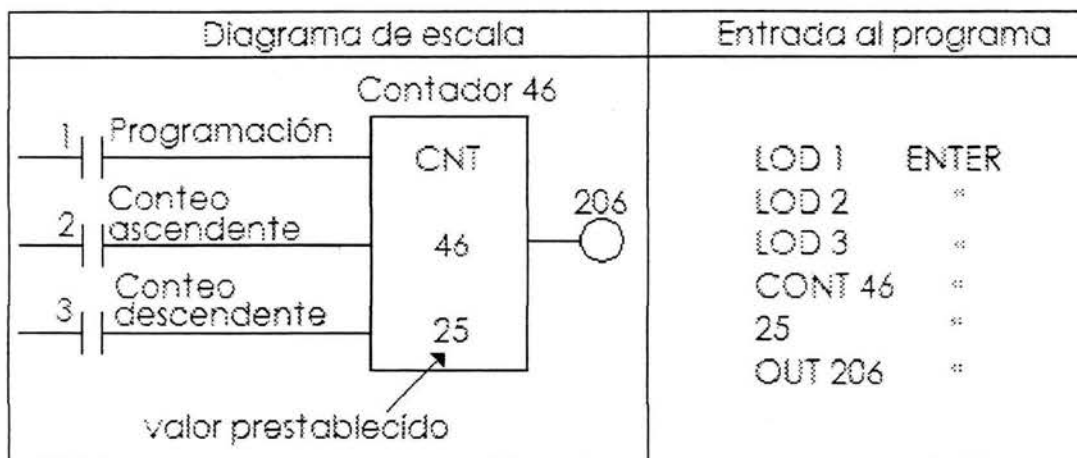


FIGURA 2.8. Ejemplo de programación del contador ascendente/descendente.

Cuando el contacto 1 se cierra, el contador es programado a 25.  
 Cuando el contacto 1 es abierto, el contador es habilitado.  
 Cuando el contacto 3 se cierra, la forma "arriba" es seleccionada.  
 Cuando el contacto 3 es abierto, la forma "abajo" es seleccionada.  
 Cada vez que el contacto 2 se cierra, el contador será ascendente o descendente a uno.

Nota: El conteo empieza del valor preestablecido.

Cuando el valor del conteo es cero, la salida 206 es energizada.

Cuando se trate de "arriba" el conteo ira 9999 - 0 - 1.

Cuando se trate de "abajo" el conteo ira 1 - 0 - 9999.

## 2.6 Relevadores.

### 2.6.1. RELEVADORES DE TIEMPO – RETARDO DESPUÉS DE ENERGIZAR.

Este tipo de relevador se programa si la alimentación es interrumpida, y su rango de trabajo va desde 0.1 a 999.9 segundos.

El ejemplo de programación de este tipo de relevador se muestra en la figura 2.9.

Cuando el contacto 2 se abre, el número 150 se programa en el TIM 1.

Cuando el contacto 2 se cierra, empieza el conteo, y el número en TIM 1 disminuye en 1 cada 0.1 segundos hasta que el contenido de TIM 1 sea cero. La salida 200 entonces se energizará.



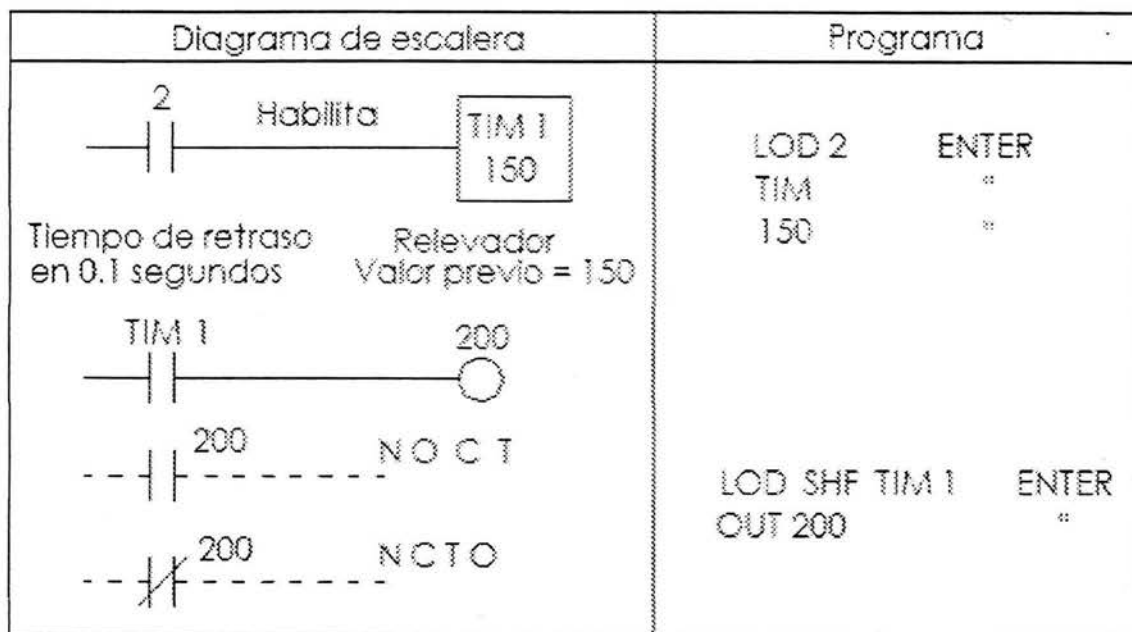
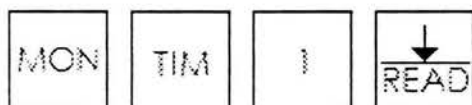


Figura 2.9. ejemplo de programación del relevador de tiempo de retardo del PLC MICRO – 1.

Un ejemplo para desplegar el TIM 1 en el programador se utilizan las siguientes teclas:



El programador despliega el tiempo que sobra del retraso durante el conteo.

La figura 2.10, muestra otra manera de programar el circuito de la figura 2.9.

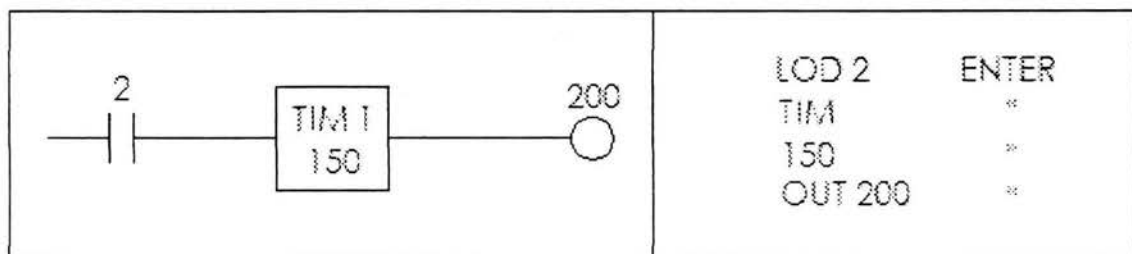


Figura 2.10. Ejemplo de programación del relevador de tiempo de retardo del PLC MICRO – 1.

## 2.6.2. RELEVADORES DE TIEMPO – RETARDO DESPUÉS DE DESENERGIZAR.

El rango del tiempo de retraso es de 0.1 a 999.9 segundos. La figura 2.11 muestra el ejemplo de programación de este tipo de relevador.

Diagrama de escalera	Programa
	<pre> LOD 3          ENTER OUT 400        "                     </pre>
	<pre> LOD NOT 400    ENTER TIM 2          " 150            "                     </pre>
	<pre> LOD 400        ENTER OR 203         " AND NOT SHF TIM 2 " OUT 203        "                     </pre>

Figura 2.11. Ejemplo de programación en el PLC MICRO – 1.

Cuando el contacto 3 N.A. se cierra, el relevador 400 se energiza y su contacto 400 N.C. se abre y programa el número 150 en TIM 2. Cuando el contacto 3 se abre, el contacto 400 se cierra empezando el retraso de tiempo. El contacto 400 N.A. se abre pero la salida 203 es mantenida por medio del contacto 203 N.A. Cuando la base de tiempo se determina, el contacto TIM 2 N.C. se abre y se desenergiza la salida 203.

Nota: El relevador interno 400 debe ser designado como " Relevador de tiempo retentivo ".

### 2.6.3. RELEVADOR DE TIEMPO – TIEMPO DE RETRASO DESPUÉS DE LA ENERGIZACIÓN CON CONTEO RETENTIVO EN FALLA DE CORRIENTE.

El rango en el tiempo de retraso de este tipo de relevador va de 0.1 a 999.9 segundos (pulso 715), y 1 a 9999 segundos (pulso 714).

El ejemplo de programación de este tipo de relevador se muestra en la figura 2.12.

Diagrama de escalera	Programa
<p style="text-align: center;">Contador 1 Valor previo = 100</p>	<pre> LOD 1      ENTER LOD 715    " CNT 1      " 100        "  LOD SHF CNT 1 ENTER OUT 201    " </pre>
<p>También puede escribirse de la forma siguiente :</p>	
	<pre> LOD 1      ENTER LOD 715    " CNT 1      " 100        " OUT 201    " </pre>

Figura 2.12. Ejemplo de programación del relevador de tiempo - tiempo de retraso.

Cuando el contacto 1 es cerrado, el contador es reprogramado y la salida 201 es apagada.

Cuando el contacto 1 es abierto, el contador cuenta los 100 ms pulsos. Cuando el valor del conteo iguale al valor previo a las salidas se encienden.

Nota: El contador 1 debe ser designado como " Contador de tiempo retentivo ".

#### 2.6.4. RELEVADOR DE TIEMPO – BASE DE TIEMPO INTERRUMPIBLE ( BASE DE TIEMPO CON DETENIMIENTO ).

El rango de tiempos de retraso es de 0.1 a 999.9 segundos en el pulso 715 y de 1 a 9999 segundos en el pulso 714.

La programación de este tipo de relevador se muestra en la figura 2.13.

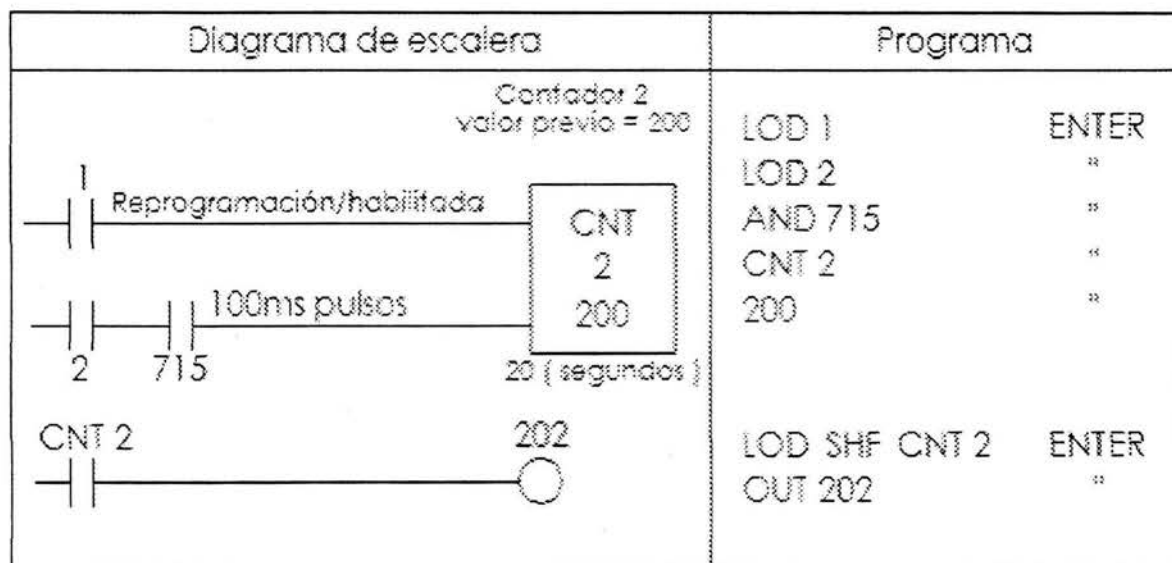


Figura 2.13. Ejemplo de programación del relevador de tiempo – base de tiempo interrumpible.

Cuando el contacto 1 se cierra, el contador se programa.

Cuando el contacto 1 se abre, el contador es habilitado.

Cuando el contacto 2 se cierra, el conteo comienza.

Si el contacto 2 se abre, el tiempo es detenido.

Cuando el contador 2 se cierra, el conteo se reanuda desde el tiempo detenido.

Cuando se termina la base de tiempo, la salida 202 es energizada.

### 2.6.5. CIRCUITO RELEVADOR DE CERRADURA – USANDO INICIALIZACIÓN Y LA INSTRUCCIÓN RST.

Sólo los relevadores internos pueden ser usados para dar una equivalencia de relevador de cerradura mecánica en el circuito que se muestra en la figura 2.14. Los relevadores internos también deben ser designados como "relevadores de tiempo retentivo".

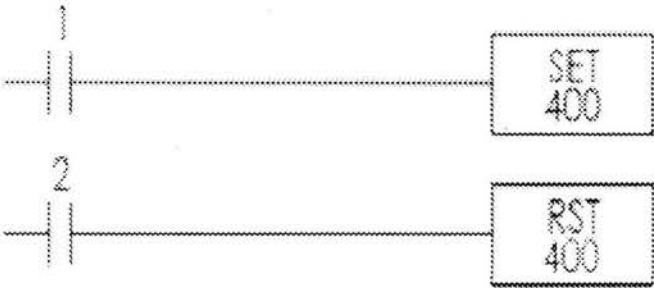
Diagrama de escalera	programa
	<pre> LOD 1      ENTER SET 400    " LOD 2      " RST 400    " </pre>

Figura 2.14. Ejemplo de programación del relevador de cerradura.

Si el contacto 1 se cierra momentáneamente, el relevador interno 400 se enciende. Si el contacto 2 se cierra momentáneamente el relevador interno 400 se apagará. Si la energía interrumpe, el relevador interno 400 " recordara " lo que fue almacenado o removido en el momento de interrupción y se reanuda esa condición cuando la energía se restaura.

### 2.6.6. CONTROL DEL RELEVADOR MAESTRO – USANDO LAS INSTRUCCIONES MCS ( inicio del control maestro ) Y MCR ( fin del control maestro ).

Si la entrada " MCS " esta apagada, todas las entradas que siguen del " MCS " son apagadas hasta que la instrucción " MCR " sea ejecutada. " MCS : MCS " equivale a la función " MCR ".

En la figura 2.15, se muestra el ejemplo de programación del control del relevador maestro.

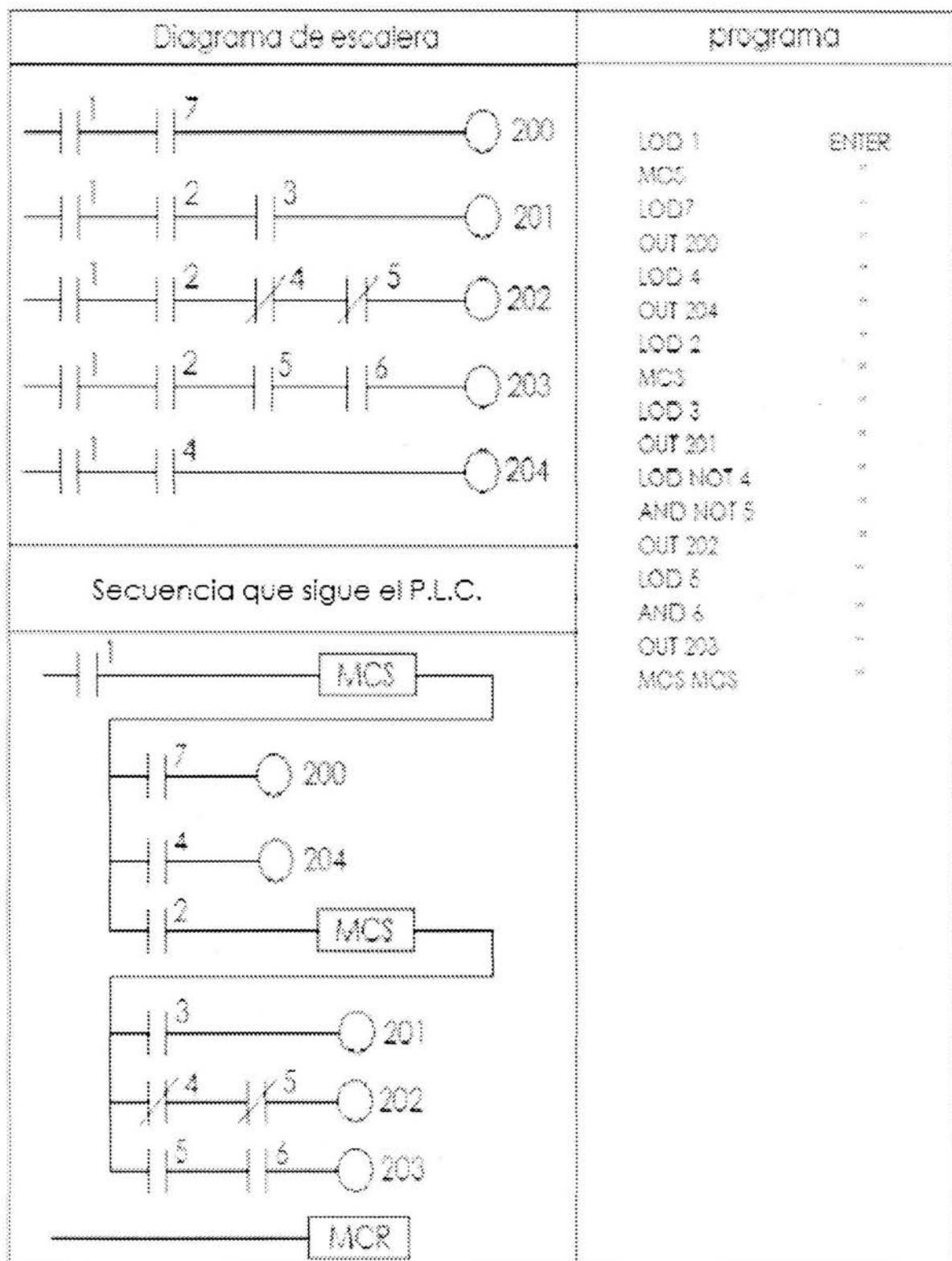


Figura 2.15. Ejemplo de programación del control del relevador maestro.

## 2.7 Registros.

### 2.7.1. FUNCION DE REGISTRO DE CORRIMIENTO.

El registro de corrimiento esta representado en la figura 2.16, como un ejemplo de un modelo electrónico de lo que está pasando en el transportador mientras cada botella se mueve sobre el sensor de proximidad, los datos previos se cambian una zona a la derecha y cualquiera ( lógico 1 ó lógico 0 ) es transferido a la primera zona.

Cuando la botella que no tiene tapa sea movida a la cuarta posición en el conductor, el estado lógico 1 se ha movido a la cuarta zona en el registro de corrimiento donde opera el selenoide de retraso y remueve la botella.

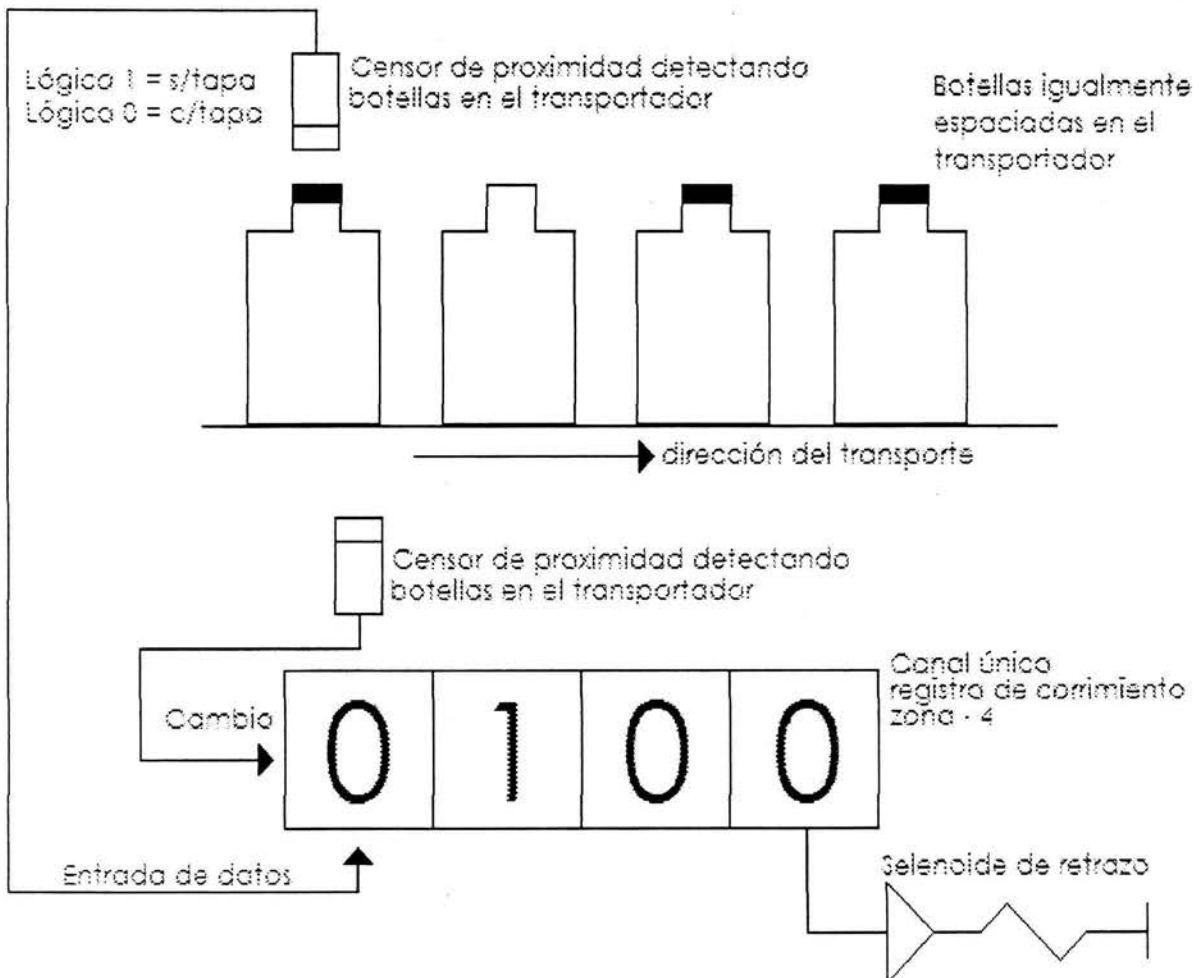


Figura 2.16. Línea de embotellado ( ejemplo de la función del registro de corrimiento ).

## 2.7.2 REGISTRO DE CORRIMIENTO ADELANTE.

Este tipo de registro de corrimiento esta ejemplificado en la figura 2.17.

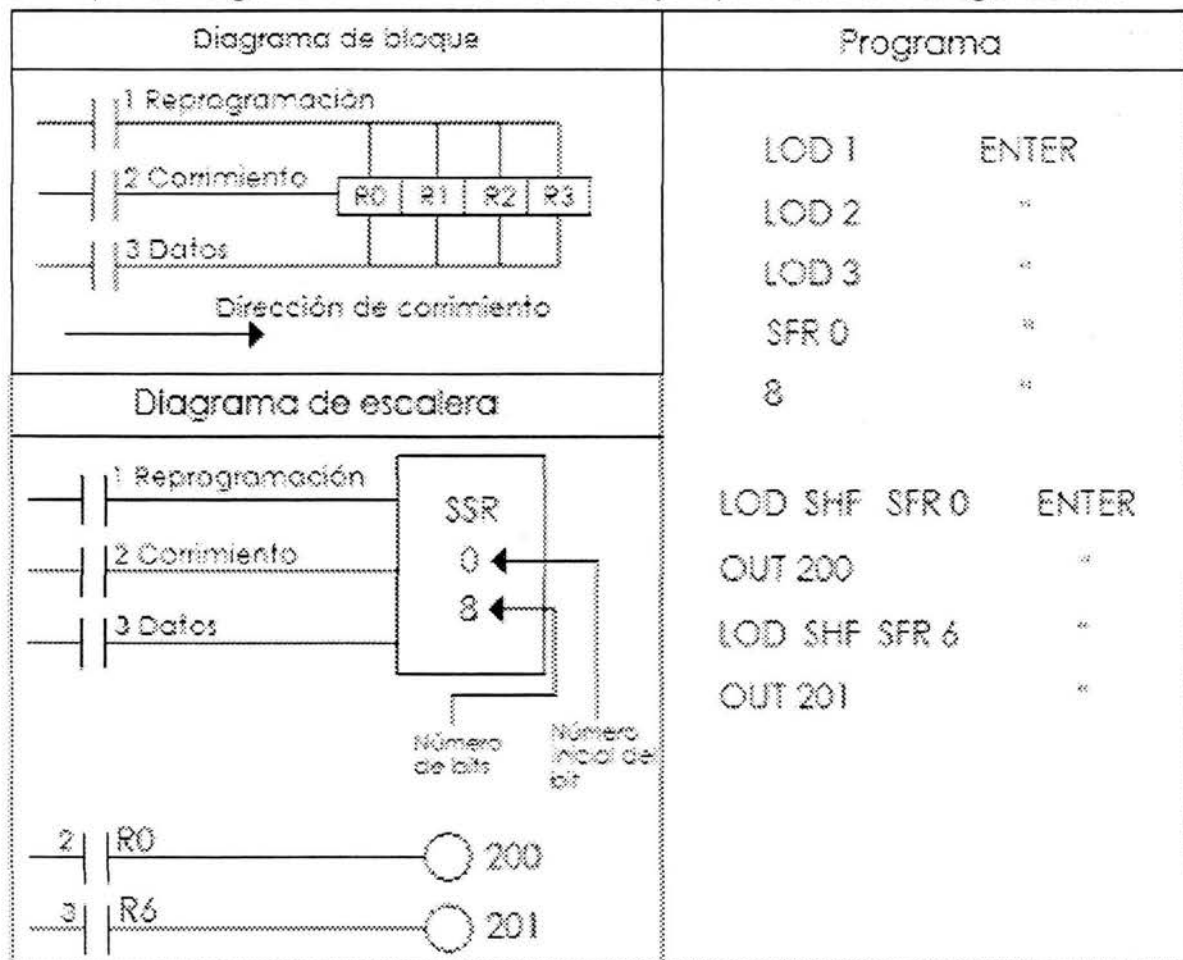
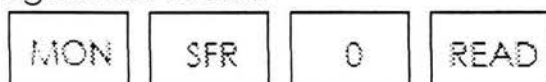


Figura 2.17. Ejemplo de registro de corrimiento adelante.

Cuando el contacto 1 se cierra el registro de corrimiento es reprogramado. Cuando el contacto 1 se abre el registro de corrimiento es habilitado. Cada vez que el contacto 2 se cierra, datos del registro de corrimiento se mueven una posición bit a la derecha y los nuevos datos se mueven dentro del bit 0. Si el contacto 3 es cerrado, cuando el corrimiento del contacto 2 se cierra, entonces un estado lógico 1 es indicado. Si el contacto 3 es abierto, el estado lógico es 0.

Los anteriores registros de corrimiento pueden ser monitoreados usando las siguientes teclas:



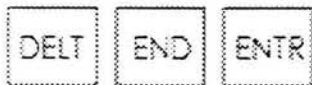


## 2.8 Listado de instrucciones.

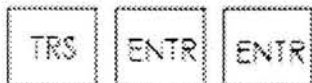
### PROCEDIMIENTO DE PROGRAMACIÓN.

El procedimiento para introducir los programas al PLC por medio del programador PR – 3 es el siguiente:

- Se conecta el programador PR – 3 a la terminal de programación localizada a la derecha del PLC.
- Se pone tanto el programador PR-3 como el PLC al estado "STOP" , por medio del interruptor "RUN/STOP" en el programador PR – 3.
- Es necesario limpiar la memoria del programador y después la memoria del PLC, cada vez que se valla a introducir un nuevo programa para evitar problemas en su desarrollo. Para realizar esta limpieza se deben presionar las siguientes teclas del programador PR-3:



Con esta acción se limpia la memoria del programador PR – 3. y después se presionan:



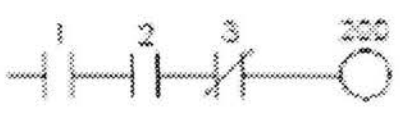
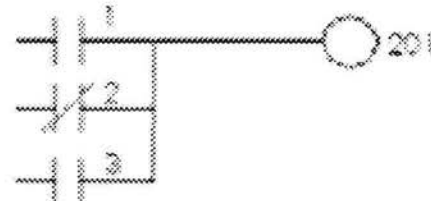
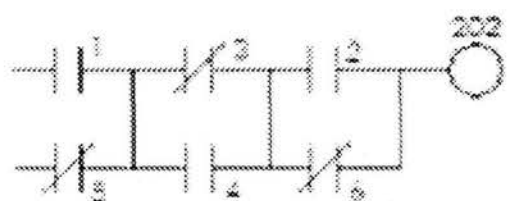
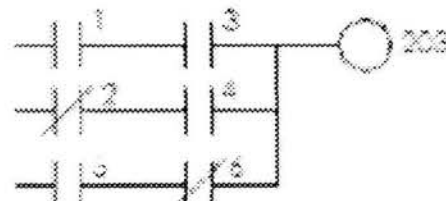
Para limpiar la memoria del PLC.

Para tener una idea de cómo se programa al PLC se pueden seguir los siguientes pasos:

- Se introducirán por separado cada uno de los ejemplos de la figura 2.18, esto es para tener una idea de los programas que pueden hacer, ya que se observan conexiones en serie y paralelo.
- Se transferirá cada programa ( o ejemplo ) desde el programador PR– 3 a la memoria RAM en el PLC oprimiendo las siguientes teclas:



- Se pone al PLC en posición "RUN", por medio del interruptor "RUN/STOP" en el programador PR – 3, para poner en marcha al programa y este empiece a correr .
- Se puede revisar la operación del programa observando los "LEDS" de estado, ubicados en la parte inferior del PLC.

Diagrama de escalera	Programa
<p>Contactos en serie</p> 	<pre> LOD 1      ENTER AND 2      " AND NOT 3  " OUT 200    " </pre>
<p>Contactos en paralelo</p> 	<pre> LOD 1      ENTER OR NOT 2   " OR 3       " OUT 201    " </pre>
<p>Contactos en serie/paralelo</p> 	<pre> LOD 1      ENTER OR NOT 3   " LOD NOT 3  " OR 4       " AND SHF LOD " LOD 2      " OR NOT 6   " AND SHF LOD " OUT 202    " </pre>
<p>Contactos en serie/paralelo</p> 	<pre> LOD 1      ENTER AND 3      " LOD NOT 2  " AND 4      " OR SHF LOD " LOD 5      " AND NOT 6  " OR SHF LOD " OUT 203    " </pre>

Continua.

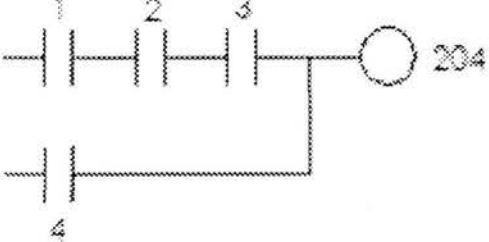
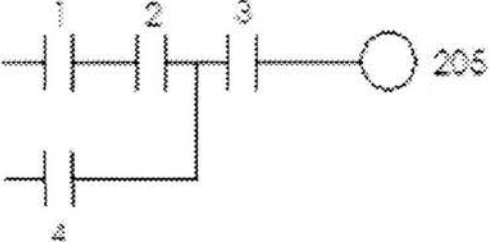
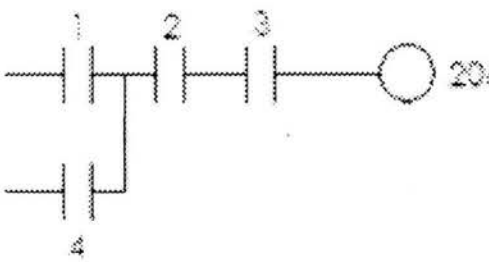
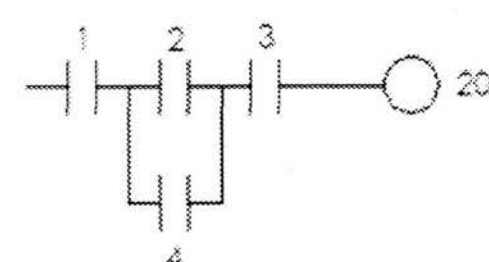
Diagrama de escalera	programa
	<pre> LOD 1      ENTER AND 2      " AND 3      " OR 4       " OUT 204    " </pre>
	<pre> LOD 1      ENTER AND 2      " OR 4       " AND 3      " OUT 205    " </pre>
	<pre> LOD 1      ENTER OR 4       " AND 2      " AND 3      " OUT 206    " </pre>
	<pre> LOD 1      ENTER LOD 2      " OR 4       " AND SHF LOD " AND 3      " OUT 207    " </pre>

Figura 2.18. Ejemplos de circuitos con relevadores.

## 2.9 Rutinas.

Una rutina es una serie de pasos que se deben seguir para programar al PLC, ya sea limpiando la memoria del mismo o insertando algún programa.

### 2.9.1. RUTINA PARA LIMPIAR LA MEMORIA.

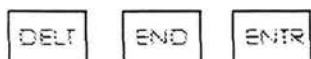
Esta rutina limpia la memoria en el programador PR – 3. Esta rutina debe ser llevada a cabo antes de cargar cualquier nuevo programa nuevo.

Cuando la memoria es borrada las instrucciones " END " son escritas automáticamente en todos los pasos en la memoria.

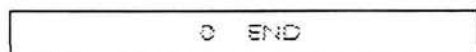
Para realizar esta rutina es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- La rutina para limpiar la memoria del programador PR – 3 puede ser realizada cuando el interruptor no esté en la posición "RUN" ó "STOP".
- Todas las funciones ( FUN ) programadas por una rutina para limpiar la memoria.
- La memoria del PLC no es borrada por esta rutina.
- Después de borrar la memoria, la capacidad del programador PR – 3 es de 1000 pasos. La capacidad de programa del PLC MICRO – 1 es de 600 pasos.

La secuencia de teclas para limpiar la memoria es la siguiente:

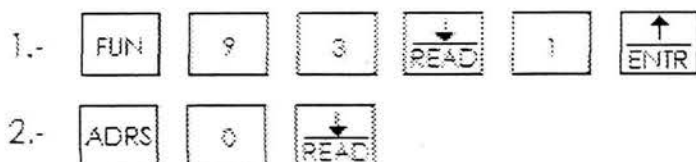


Y la pantalla del programador PR – 3 mostrará al siguiente despliegue:

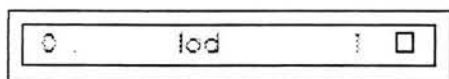


### 2.9.2. RUTINA DE MONITOREO SECUENCIAL.

El estado ON/OFF de las entradas, salidas, relevadores internos, relevadores de tiempo, contadores y bits del registro de corrimiento pueden ser monitoreados usando la siguiente secuencia de teclas:

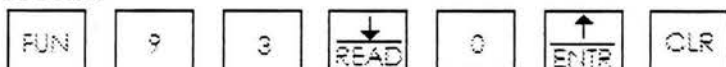


La pantalla mostrará el despliegue de la instrucción lod y el estado (fuera o dentro) de la dirección 0 en la forma siguiente.



Estado  Off (Fuera)  
 On (Dentro)

Una vez que esta rutina haya iniciado sólo puede ser cancelada interrumpiendo la corriente al PLC o utilizando la siguiente secuencia de teclas:



### 2.9.3. RUTINAS DE DESPLIEGUE Y BÚSQUEDA EN EL PROGRAMA.

Para realizar una búsqueda de una dirección en la memoria del PLC se puede tomar el siguiente ejemplo:

Búsqueda de la dirección 4.

Se utilizan las teclas :

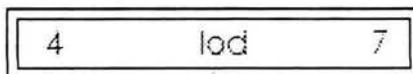


Esta rutina de exploración encontrará la dirección y en la pantalla aparecerá la instrucción que esta escrita en dicha dirección.

Memoria

Dirección	Programa
0	LOD 1
1	AND 4
2	AND 6
3	OUT 200
4	LOD 7
5	AND 5
6	OUT 202
7	LOD 2
599	END

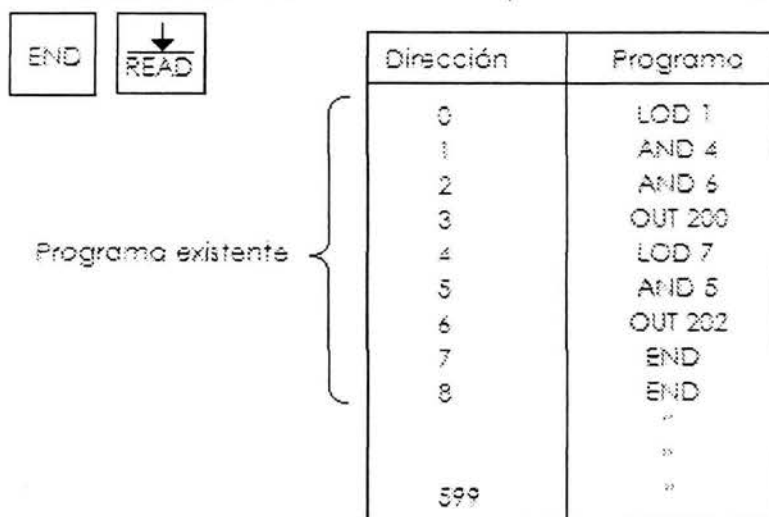
y la pantalla mostrará



Una vez ubicada la dirección ( en el ejemplo es la dirección 4 ), se podrá modificar sin tener que empezar desde la dirección 0, por lo que con esta rutina se podrán ubicar y modificar direcciones mas altas o bajas sin tener que leer la memoria completa.

## 2.9.4. RUTINA DE BÚSQUEDA DE LA ULTIMA DIRECCIÓN EN EL PROGRAMA.

Esta rutina ubica la ultima dirección utilizada del primer programa, por lo que se puede escribir un segundo programa en la memoria del PLC, ya que como se ha mencionado anteriormente, el PLC puede ejecutar varios programas a la vez, así como controlar varios procesos simultáneamente.



En este ejemplo la primera instrucción del programa adicional, será almacenada en la memoria en la dirección 7.

Si esta rutina no es seguida al pie de la letra, el segundo programa puede ser escrito sobre el programa ya existente.

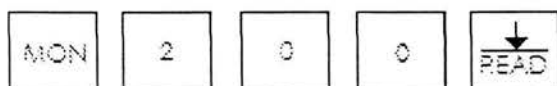
## 2.9.5. RUTINA DE MONITOREO E/S Y RELEVADORES INTERNOS.

El estado del monitoreo es desplegado en unidades de 8 puntos empezando con el número designado.

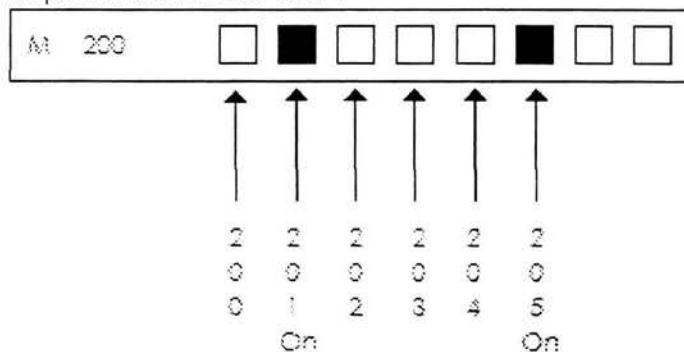
El despliegue del monitor es como sigue:



Para monitorear la salida 200 se utilizan las teclas :



La pantalla mostrará :



Para desplegar las siguientes 8 salidas se debera presionar



Los datos monitoreados son actualizados y desplegados cada 100 mseg.  
 Para cancelar el monitoreo, se presiona la tecla " CLR ".  
 Esta rutina es aplicable a todas las rutinas de monitoreo en el MICRO - 1.

### 2.9.6 RUTINA DE MONITOREO RELEVADOR DE TIEMPO CONTADOR.

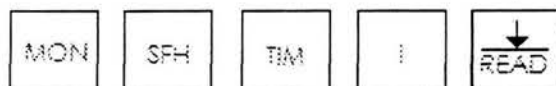
La pantalla muestra el número del relevador de tiempo del contador, valor preestablecido y estado ON/OFF.

Tanto para el contador como para el relevador de tiempo, el despliegue del estado ON/OFF es de la siguiente manera:

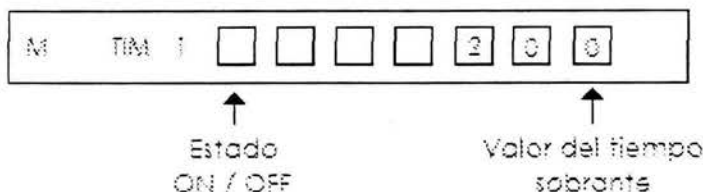
■ ON (Fin del tiempo o conteo ascendente)

□ OFF ( Base de tiempo o conteo )

Para monitorear la base de tiempo 1 se utilizan las teclas :



La pantalla mostrara:



Para monitorear la base de tiempo 2 se utiliza

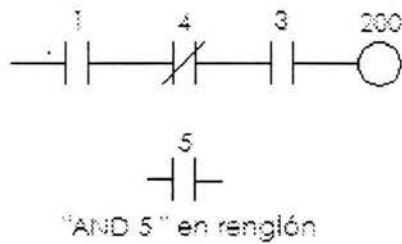






## 2.10.2 PARA LA RUTINA DE INSERCIÓN.

Para insertar una entrada / salida / relevador de tiempo / contador / relevador especial en el programa, se puede tomar este ejemplo:

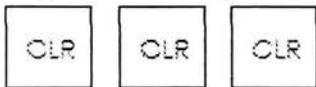


Programa

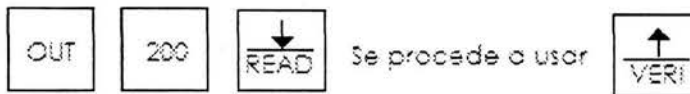
```

LOD 1
AND NOT 4
AND 3
OUT 200
    
```

- Se posiciona el programador al comienzo del programa (dirección 0).

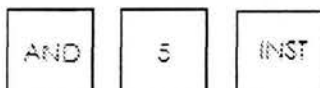


- "Buscar " AND 3 " mediante " OUT 200 "



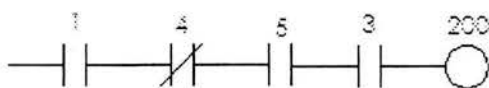
Para regresar el programa hasta que " AND 3 " sea desplegado.

- Se utilizan las siguientes teclas:



Esto insertara " AND 3 " entre " AND NOT 4 " y " AND 3".

- El resultado final será :



Programa

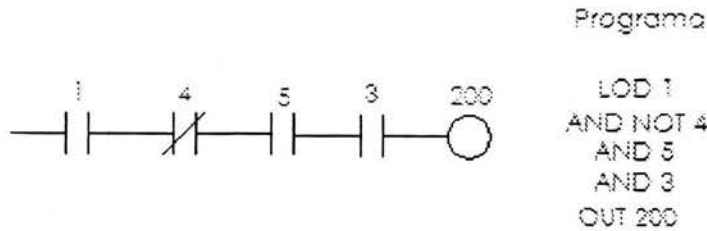
```

LOD 1
AND NOT 4
AND 5
AND 3
OUT 200
    
```

- Se transfieren los cambios al procesador cuando se hayan completado.

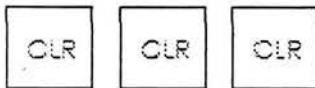
2.10.3. PARA LA RUTINA DE ELIMINACION.

Para eliminar una entrada / salida / relevador interno de tiempo / contador / relevador especial en el programa, se explica mejor por el siguiente ejemplo:

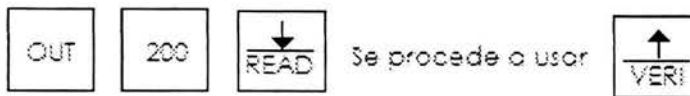


Eliminar " AND NOT 4 " y " AND 5 "

- Se debe posicionar con el programador al comienzo del programa (dirección 0).



- Se busca " AND NOT 4 " buscando primero " OUT 200 "



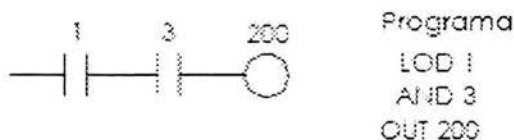
Para regresar hasta que " AND NOT 4 " sea desplegado.

- Se utilizan las siguientes tecas:



Esto eliminará dos instrucciones en el programa. La desplegada y la instrucción que le sigue. Cuando se eliminan dos instrucciones ( TIM, CNT, SFR, etc. ) las dos direcciones serán eliminadas al mismo tiempo como una sola instrucción.

- El resultado final será :



- Se transfiere el programa al procesador cuando se hayan completado los cambios.

## 2.11 Arranque y paro del programa.

Esta función es necesaria para los sistemas que utilizan una botonera especial para poner en marcha o detener el programa escrito en el PLC.

### 2.11.1. OPERACIÓN DE RESTABLECIMIENTO DEL PLC USANDO UN INTERRUPTOR EXTERNO DE REPROGRAMACIÓN.

Para los sistemas que requieran una entrada de restablecimiento externa, la FUN 5 habilita una entrada para ser definida como indicación de restablecimiento. En el ejemplo de la figura 2.19, la entrada 3 es alambrada a un interruptor.



Figura 2.19. Ejemplo de conexión del interruptor externo de reprogramación.

Cualquier entrada puede ser asignada como entrada de restablecimiento. Cuando la entrada designada se enciende, el PLC MICRO – 1 es reprogramado. Cuando la entrada se energice " ON ", el controlador pasará a la posición de ALTO. Esta programación debe ser completada antes de que el programa sea transferido a la unidad de procesamiento.

### 2.11.2 ARRANQUE Y PARO DEL PROGRAMA.

Existen diferentes métodos para poner en marcha y detener la operación del programa. El estudio de estos, como se explica a continuación, por lo que se podrá elegir el mas adecuado para una aplicación específica.

- MEDIANTE EL SELECTOR MARCHA / PARO DEL PROGRAMADOR PR3.

El método más simple es usar el selector RUN / STOP del programador. Su operación se describe a continuación:

El controlador memoriza su estado Marcha / Paro, al cortar la alimentación, al restablecer mantiene el estado anterior.

Si el indicador de alimentación esta activo y el selector del programador en posición " RUN " pero el controlador está en " STOP ", se pasa el selector a la posición " STOP " y posteriormente se regresa a " RUN ".

Si el indicador de alimentación está activo y el selector está en " STOP " pero el controlador esta en " RUN " se pasa el selector a posición " RUN " y se regresa a " STOP ".

En estos casos el controlador pasa de marcha a paro instantáneamente, y de paro a marcha lo hace en 1.5 segundos.

- USANDO LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

Otro método es controlar el estado del procesador mediante la fuente de alimentación se cierra, el procesador se pone en marcha, si el contacto se abre, el procesador se detiene, para ello se requiere que el selector del programador se encuentre en posición " RUN ".

NOTAS DE APLICACIÓN. El controlador almacena en memoria su estado antes de cortar el suministro de energía. Cuando es restablecida, el controlador retoma el estado memorizado sea diferente a la posición del selector del programador, el controlador se pondrá en paro hasta que se cambie el selector del programador la posición contraria y se regrese a su posición original.

- USANDO LAS FUNCIONES INTERNAS 4 Y 5. Se puede designar una entrada externa ( 0-17 )para poner en paro el programa en el controlador mediante la función interna 4 con la función interna 5 se designa otra entrada para reiniciar el programa.

NOTAS DE APLICACIÓN. No se puede poner en paro al controlador mediante el contacto Marcha / Paro del programador cuando se usa una entrada externa mediante la función interna 4.

Cuando la entrada de paro se energiza y el procesador se va a parolas salidas se desactivan, pero los demás elementos conservan su estado. Al ser restablecido el procesador, únicamente los registros no retentivos y los temporizadores son reiniciados.

- USANDO LOS RELEVADORES INTERNOS 701 Y 702. Los relevadores internos 701 y 702 tienen características especiales de control de paro arranque. Para que el programa corra, ambos relevadores deben estar desenergizados. Para poner al controlador en paro, el

relevador 701 debe activarse y el relevador 702 permanecer desactivado, de acuerdo a la tabla 2.3.

701	702	CONTROLADOR ESTADO
0	0	MARCHA
1	0	PARO

Tabla 2.3 Estado de los relevadores 701 y 702.

Los relevadores internos 701 y 702 pueden ser activados y desactivados y controlar el estado Marcha / Paro del controlador mediante las teclas de instrucciones SET y RST del programador PR – 3, como se muestra en la figura 2.20.

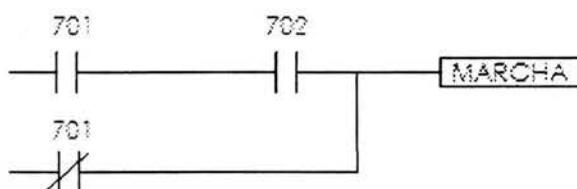


Figura 2.20. Ejemplo de activación de los relevadores 701 y 702.

Para poner en paro al controlador y activar el relevador 701 se deben presionar las siguientes teclas:



Para poner en marcha al controlador y desactivar el relevador 701 se presionan las siguientes teclas:



### 2.11.3. OPERACIÓN DE ARRANQUE Y PARO EN EL PROGRAMADOR USANDO UNA ENTRADA EXTERNA HALT / RUN.

Para sistemas que requieren entradas arranque / paro, la FUN 4 permite que una entrada sea definida como indicación de arranque / paro. En el ejemplo de la figura 2.21, la entrada 0 es alambrada a un interruptor para que lleve a cabo dicha función.

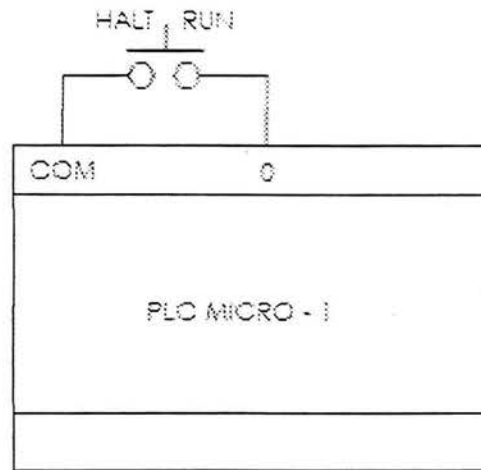


Figura 2.21. Ejemplo de alambrado de un interruptor para la operación externa HALT / RUN.

Cuando el interruptor HALT / RUN es puesto en marcha, la entrada 0 se energiza y los interruptor del procesador se ponen en marcha ( RUN LED se enciende ).

Cuando el interruptor HALT / RUN es puesto en " HALT ", la entrada 0 se desenergiza y el interruptor cambia a " HALT ".

Cuando el interruptor este en " RUN ", el procesador automáticamente ira a

" RUN " si la corriente es apagada y luego recuperada.

El circuito anterior solo opera como ha sido descrito, si la función 4 es programada a 0.

Cuando el interruptor HALT / RUN es puesto a " RUN ", habrá un retraso antes de que el procesador vaya a continuar. El retraso es 1.5 segundos.

#### 2.11.4 OPERACIÓN DE ARRANQUE Y PARO DEL PLC USANDO LOS RELEVADORES INTERNOS ESPECIALES 701 Y 702.

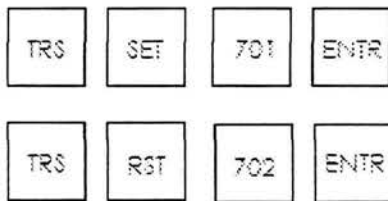
El PLC MICRO - 1 puede comenzar a detenerse a través del uso de interruptor RUN / STCP localizado en la parte delantera del cargador de programas

PR - 3, o a través del uso de los contactos 701 y 702. En la figura 2.22, se muestra el estado de los relevadores especiales 701 y 702.

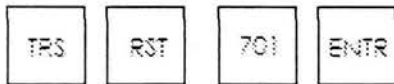
Especial Estado	701	702
Run	OFF	OFF
Stop	ON	OFF

Figura 2.22. Estado de los relevadores especiales 701 y 702.

Para detener el procesador ( RUN LED OFF ), se utilizan las siguientes teclas:



Para reiniciar el procesador se utilizan las siguientes teclas:



Si el procesador se encuentra en " RUN ", al mismo tiempo que la corriente del procesador es interrumpida el interruptor volverá a " RUN " cuando la corriente sea recuperada para el procesador.

## CAPITULO 3. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINA.

### 3.1 Introducción.

La máquina inyectora de plástico que se le implementará el PLC MICRO-1, cómo se verá más adelante, es la que aparece en la figura 3.1, el modelo de la maquina es de 1965 de fabricación china, pero de muy buen material.

Para un mejor análisis de la maquina inyectora, se divido en dos partes fundamentales, la primera son las especificaciones eléctricas y la segunda son las partes hidráulicas y su descripción. En los apartados siguientes se describen las partes de la máquina y su funcionamiento.

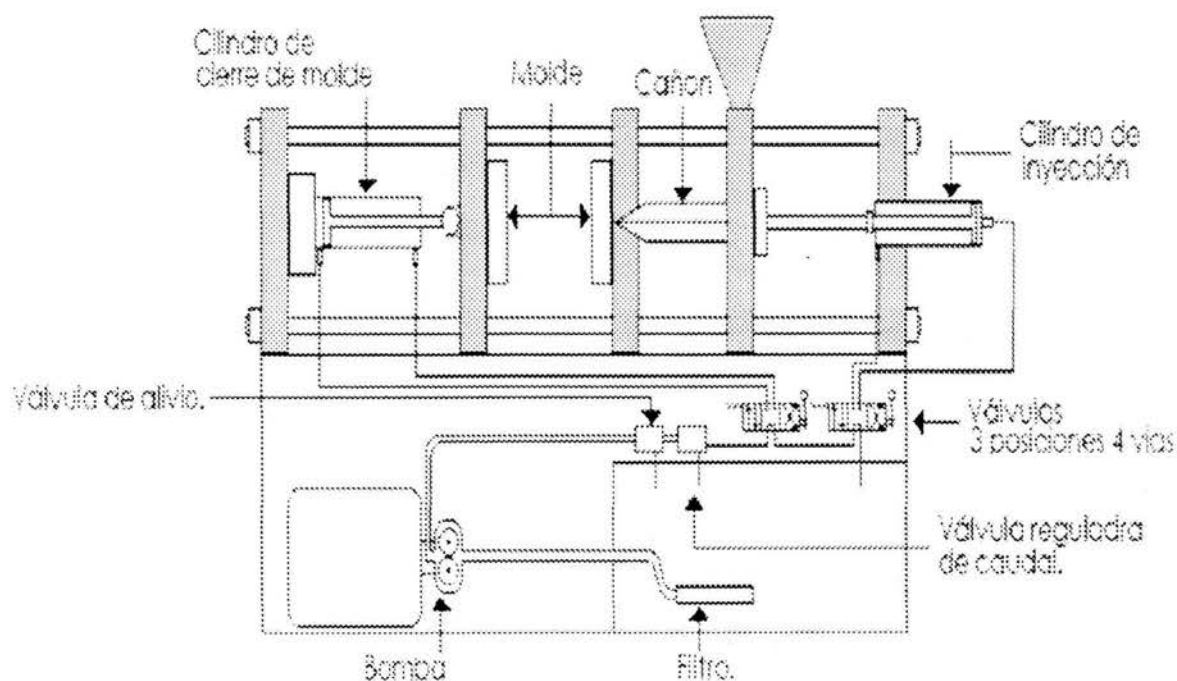


Figura 3.1. Inyectora de plástico (parte hidráulica).



## 3.2 Especificaciones eléctricas.

### RESISTENCIA ELECTRICA.

La resistencia trabaja a 1800 Watts y 220 Volts, por lo que su valor Ohmico es de  $27 \Omega$ .

La resistencia eléctrica calienta el cañón de la inyectora hasta  $120^{\circ} \text{C}$ . (temperatura de operación del plástico), para pasar de sólido a líquido el estado del plástico que se inyectara al molde y así poder darle al plástico la forma deseada.

### PIROMETRO ( CONTROLADOR DE TEMPERATURA ).

El pirómetro es un dispositivo que controla la temperatura de la resistencia. Mediante un termopar ( sensor ), se regula la temperatura de tal manera que cuando es alcanzado el valor preestablecido (  $120^{\circ} \text{C}$  ), la resistencia es desconectada y cuando disminuye se vuelve a conectar de manera que la temperatura permanece constante (  $120^{\circ}$  ).

### MOTOR.

La maquina inyectora cuenta con un motor eléctrico de 5 caballos de fuerza ( HP ), y gira a 1750 revoluciones por minuto ( RPM ). Está alimentado por una línea de 220 Volts, 60 Hertz.

El motor es el que da la potencia a la bomba hidráulica de la maquina.

## 3.3 Especificaciones hidráulicas.

### 3.3.1. BOMBA HIDRAULICA.

La bomba es el corazón del sistema hidráulico, convierte la fuerza mecánica que obtiene del motor en fuerza hidráulica, esto es, que disminuye el flujo de aceite que llena todo el circuito hidráulico.

El caudal ( es el volumen de aceite que entrega la bomba en una unidad de tiempo ) de la bomba en este caso es de 9 galones / minuto. Esta bomba es de caudal fijo, esto es que entrega un volumen constante de aceite y solo va a variar si la velocidad de giro de la bomba varía.

La bomba cuenta con engranes por lo que es mucho más sencilla y económica. Aunque con ellas no se puede variar el caudal de aceite que entregan, su capacidad es suficiente para las necesidades de la mayoría de los sistemas que necesitan un caudal fijo.

La bomba cuenta con dos engranes herméticamente acoplados dentro de una carcasa cilíndrica. El eje de accionamiento hace girar uno de los engranes que, a su vez, obliga a girar al otro.

Su principio de operación es muy simple y se observa en la figura 3.2.

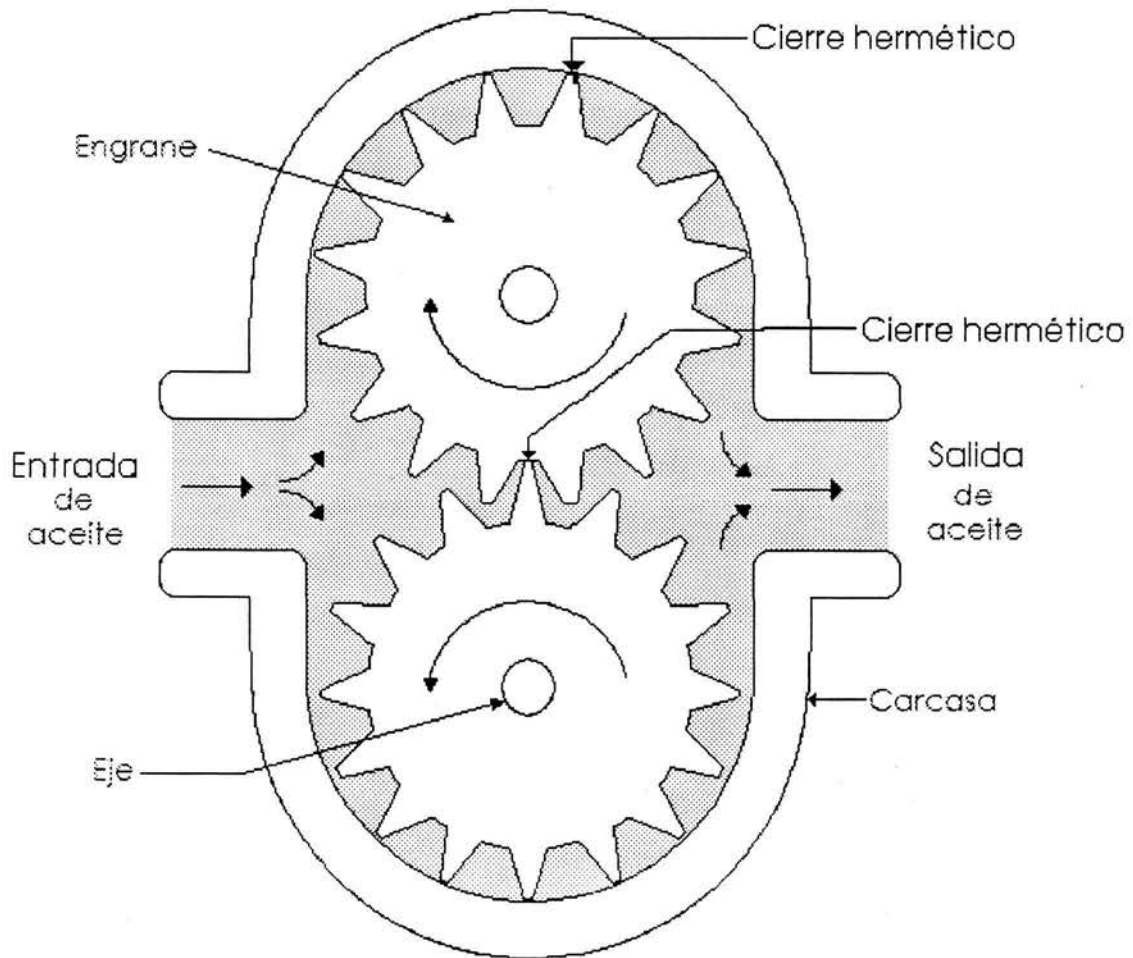


Figura 3.2 Bomba de engranes.

El aceite procedente del depósito, es atrapado entre los dientes de los engranes y las paredes de la carcasa para ser llevado hacia la boca de salida. Los dientes giran de la entrada a la salida y hacen un cierre

hermético que impide que el aceite retroceda. El aceite es empujado hacia la salida y obligado a circular por el circuito hidráulico.

### 3.3.2. VÁLVULAS HIDRÁULICAS.

Los sistemas hidráulicos se gobiernan mediante válvulas. Por medio de ellas se distribuye el aceite y se regula su caudal a través de los circuitos hidráulicos.

Las válvulas se pueden clasificar en tres grupos principales y sus respectivos esquemas se muestran en la figura 3.3.

**VALVULAS REGULADORAS DE PRESION.** Se emplean para limitar o reducir la presión dentro del sistema, para descargar la bomba o para fijar la presión de entrada del aceite a un determinado circuito.

Por lo anterior se puede decir que las funciones de dichas válvulas son :

- Limitar la presión en el circuito.
- Reducir la presión en el circuito.
- Fijar la presión de entrada.
- Descargar la bomba.

**VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS DE PRESIÓN.** Dirigen el flujo del aceite por los circuitos hidráulicos.

A esta clase de válvulas pertenecen las siguientes:

- Válvulas de retención.
- Válvulas rotativas.
- Válvulas de embolo de distribución.

**VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL.** Se emplean para variar el volumen por minuto del aceite, esta regulación puede ser por estrangulación o por derivación. A este tipo de válvulas pertenecen las siguientes:

- Válvulas reguladoras de caudal.
- Válvulas compensadoras.
- Válvulas no compensadoras.
- Válvulas repartidoras de caudal.

Las válvulas se pueden operar de las siguientes maneras: manualmente, con fuerza hidráulica, con electricidad o con fuerza neumática.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

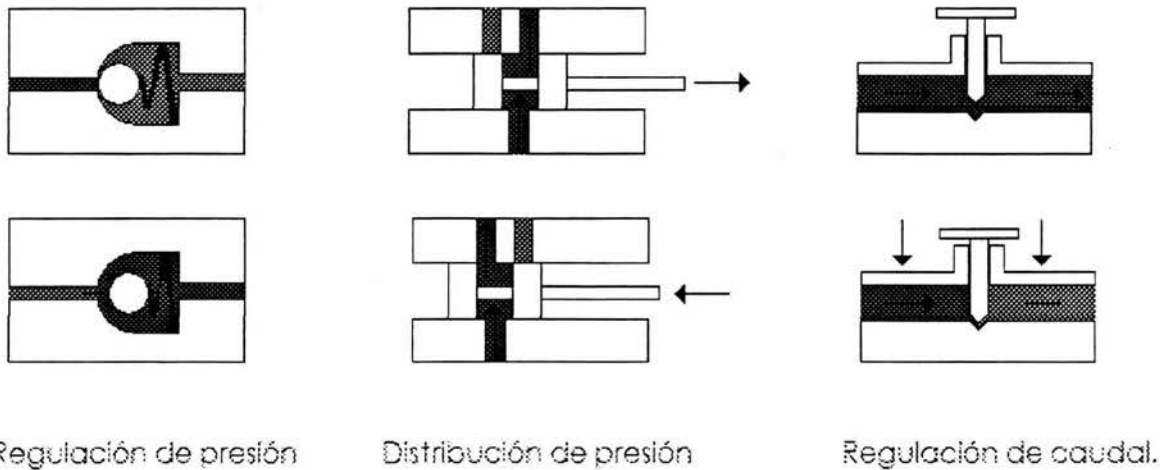


Figura 3.3. Tres tipos fundamentales de válvulas hidráulicas.

El sistema hidráulico de la maquina inyectora de plástico consta de las siguientes válvulas.

- UNA VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL. Este tipo de válvula puede regular el caudal estrangulando el paso del aceite como se muestra en la figura 3.4. también es conocida como válvula de aguja o válvula de ahorcamiento por el tipo de componente ( tornillo) que usa para la regulación del aceite.

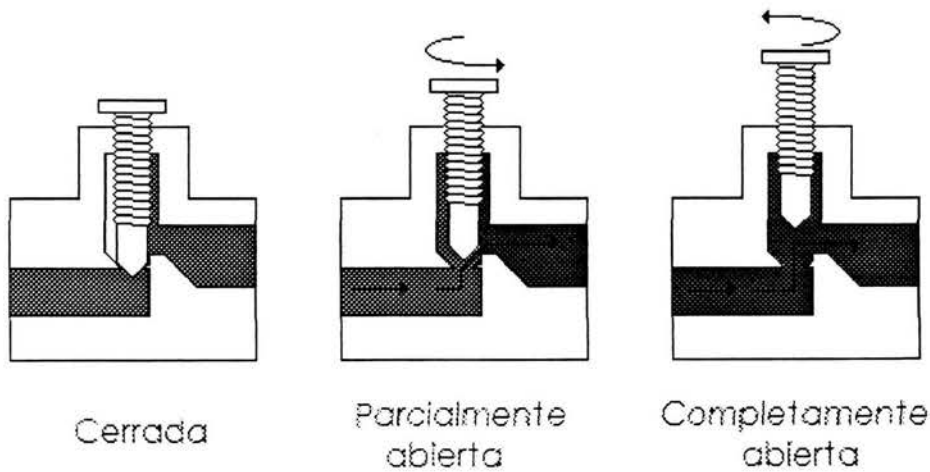


Figura 3.4. Válvula de Aguja ó reguladora de caudal.

Por medio del tornillo se estrangula el paso del aceite, conforme se va liberando el tornillo, el caudal va aumentando y por lo tanto aumentando la presión del aceite.

El símbolo de la válvula reguladora de caudal es la que se muestra en la figura 3.5.

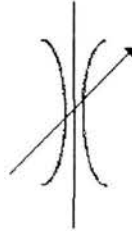


Figura 3.5. Símbolo de la válvula reguladora de caudal.

- DOS VÁLVULAS DE DISTRIBUCIÓN DE TRES POSICIONES CUATRO VIAS. En la maquina se encontraban válvulas accionadas por palanca o embolo de distribución y fueron sustituidas por válvulas de accionamiento eléctrico para poder controlar la máquina por medio del PLC; Por lo que sólo se describen a éstas últimas.

Cuando este tipo de válvulas son accionadas distribuye el aceite por uno u otro circuito, al ser corrida hacia la derecha o hacia la izquierda, tal y como se muestra en la figura 3.6.

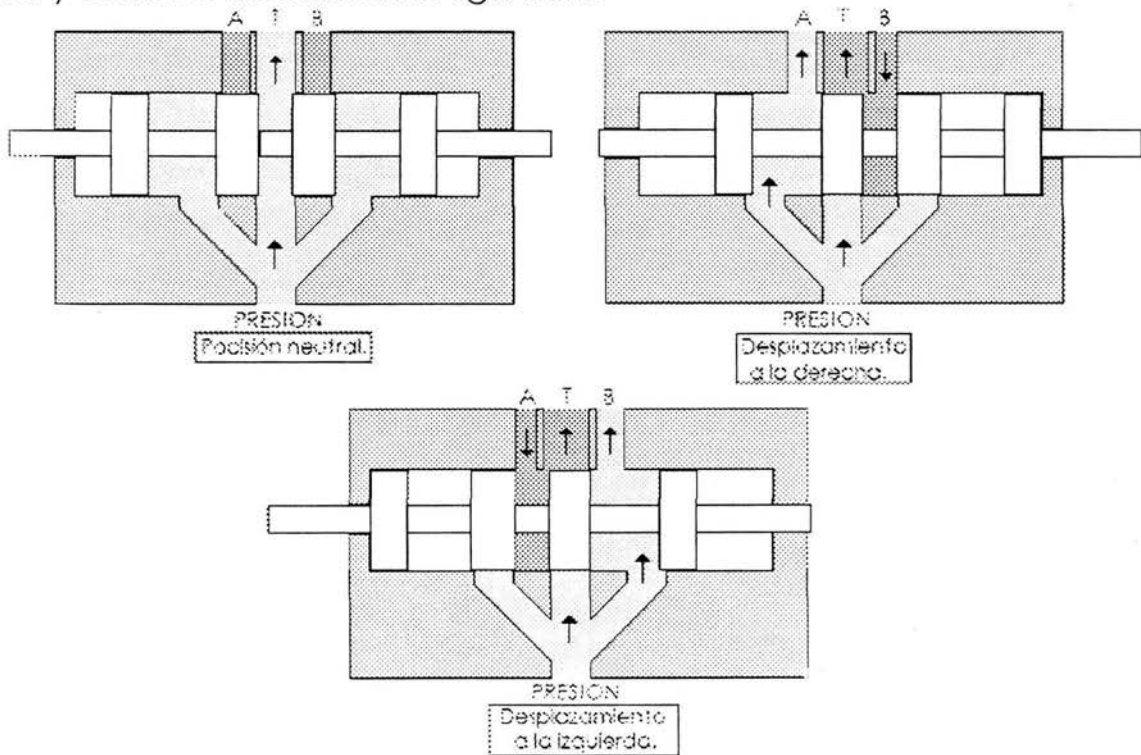


Figura 3.6. Mando de un cilindro hidráulico por medio de una válvula de distribución.

Cuando la válvula se encuentra en posición neutral, la presión o fluido de aceite pasa directamente al tanque.

Cuando la válvula se desplaza a la derecha, la presión ó fluido de aceite va hacia la salida " A ", y el fluido que se encuentra en la salida " B " va directamente al tanque.

Cuando la válvula se desplaza a la izquierda, la presión ó fluido de aceite va hacia la salida " B ", y el fluido que se encuentra en la salida " A " va directamente al tanque.

El símbolo de una válvula de distribución de tres posiciones cuatro vías de accionamiento eléctrico y auto-retorno es el que se muestra en la figura 3.7.

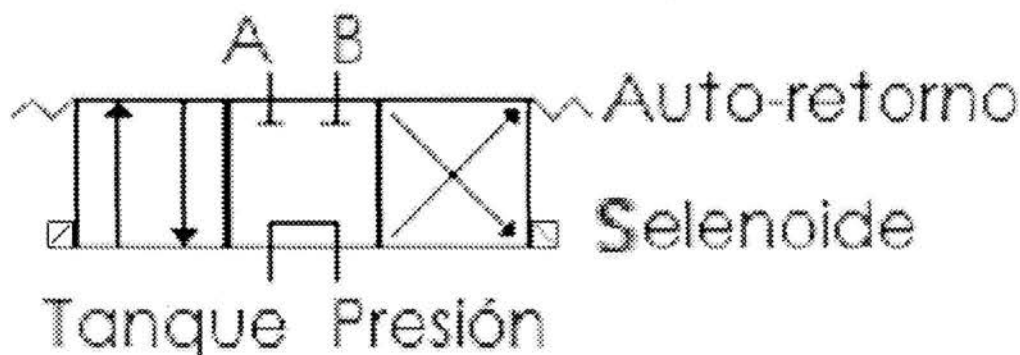


Figura 3.7. Símbolo de la válvula de distribución de tres posiciones cuatro vías y auto-retorno, accionada por electricidad o selenoide.

- UNA VÁLVULA DE ALIVIO O DE REGULACIÓN DE PRESION. Este tipo de válvula es empleada para proteger al sistema hidráulico. Cuando la presión del aceite aumenta por alguna circunstancia como mantener demasiado tiempo la válvula de mando accionando algún cilindro hidráulico, o que alguna de las mangueras este obstruida.

La figura 3.8. muestra el funcionamiento de la válvula de alivio o de regulación de presión.

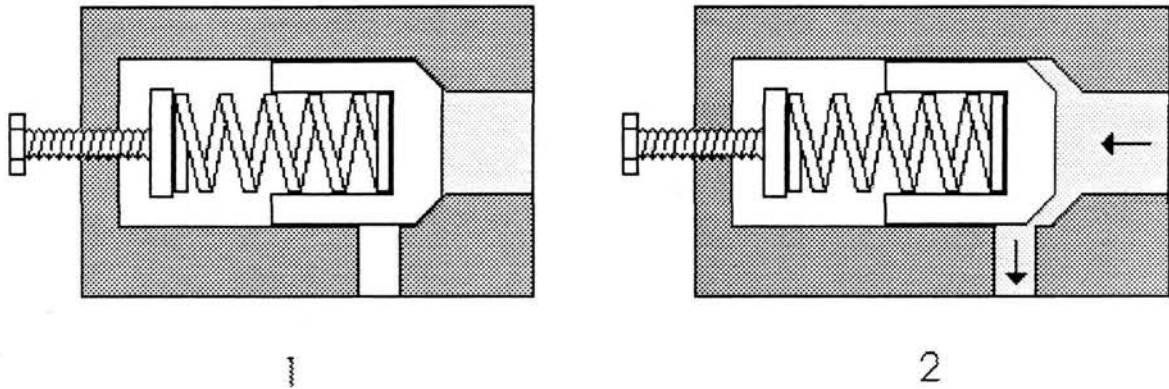


Figura 3.8. Válvula de alivio o de regulación de presión.

En la parte 1 de la figura 3.8, se muestra una presión de aceite constante, por lo tanto el aceite sigue circulando por el sistema hidráulica.

En la parte 2 de la figura 3.8, se muestra que la presión del aceite es mayor a la deseada, por lo tanto el excedente de aceite es liberado y conducido directamente al tanque.

La presión del aceite en el circuito es regulada por medio del tornillo de la válvula, contrayendo o expandiendo al resorte. El resorte mantiene cerrado el conducto de aceite hasta que es vencido por el exceso de presión. El símbolo de la válvula de alivio es el que se muestra en la figura 3.9.



Figura 3.9 Símbolo de la válvula de alivio.

### 3.3.3 CILINDROS HIDRÁULICOS.

El cilindro es el elemento que realiza el trabajo por medio de desplazamientos en el sistema hidráulico. El cilindro transforma la fuerza hidráulica en fuerza mecánica. Los cilindros son los "brazos" de los sistemas hidráulicos.

Los cilindros hidráulicos con que cuenta la maquina inyectora son de doble acción. Este tipo de cilindros es capaz de actuar con fuerza en ambos sentidos.

El aceite a presión entra alternativamente por un extremo u otro del cilindro, según esté retraído o extendido, actuando con fuerza en ambos sentidos. En la figura 3.10 se muestra el estado y las partes que forman al cilindro hidráulico.

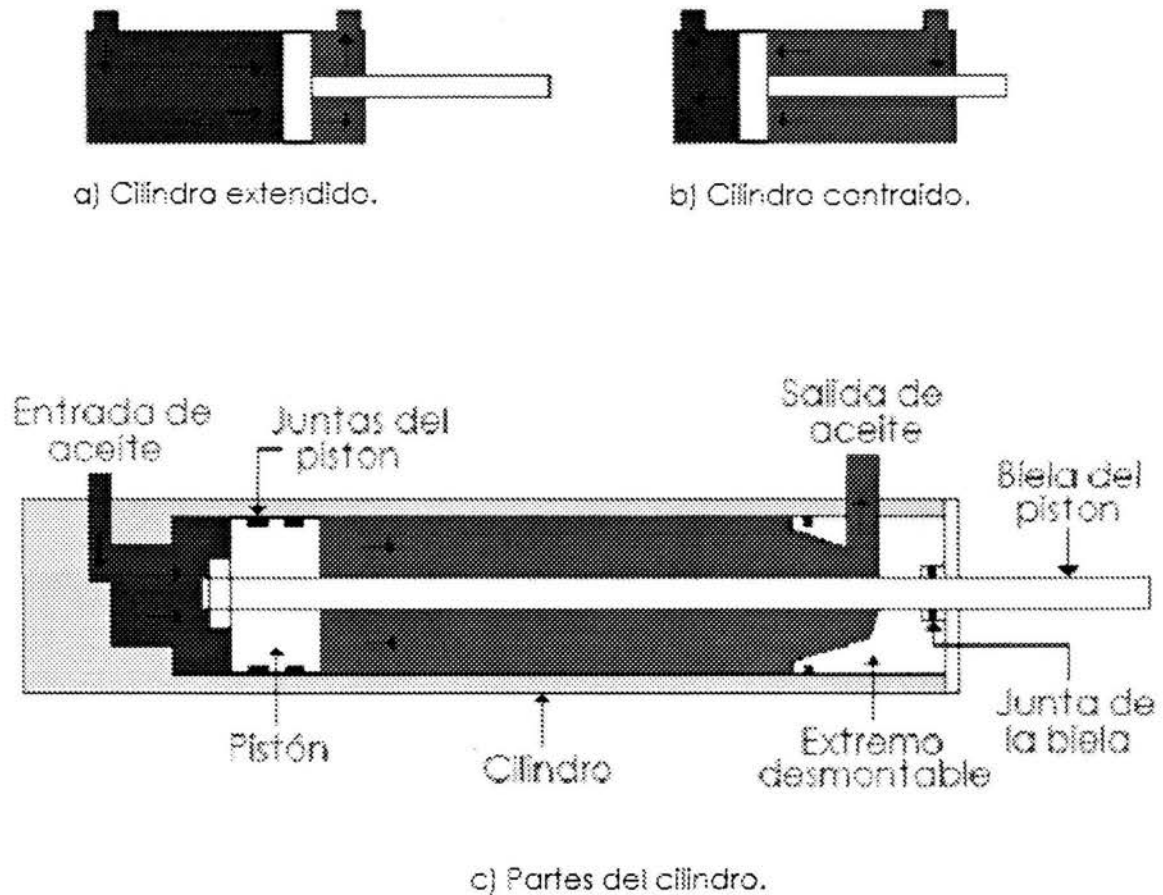


Figura 3.10. Funcionamiento y partes que forman al cilindro de doble efecto o doble acción.

Los cilindros de doble acción tienen que llevar juntas herméticas en el pistón y la biela para evitar las fugas de aceite.

El símbolo del cilindro de doble acción se encuentra representado en la figura 3.11.



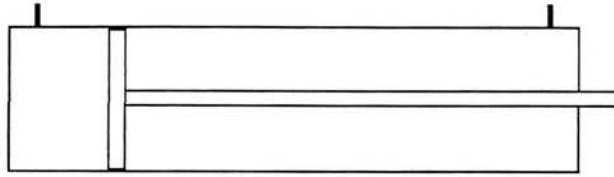


Figura 3.11. Símbolo del cilindro de doble acción.

### 3.3.4 ELEMENTOS ADICIONALES.

Los elementos adicionales ( 3 ) que forman al sistema hidráulico, además de los ya mencionados son los siguientes:

1.- DEPOSITO. Todo sistema hidráulico tiene que tener un depósito, no solamente para almacenar el aceite, sino que también ayuda a limpiarlo de impurezas, a que se desprenda el aire y a que se enfríe.

El deposito debe tener las componentes que se muestran en la figura 3.12 y a continuación se hace una pequeña descripción.

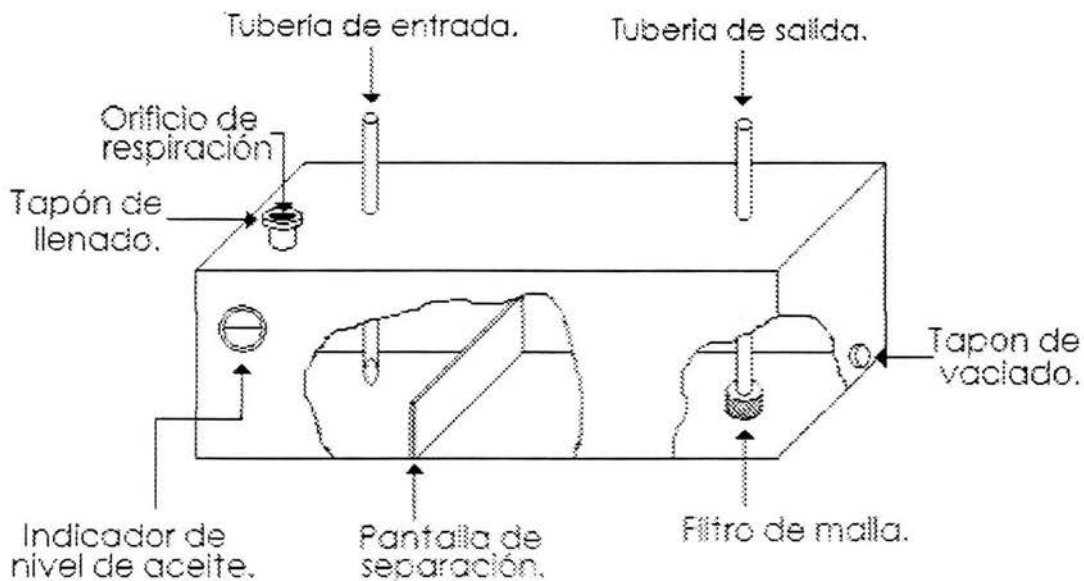


Figura 3.12. Componentes del deposito o tanque de aceite.

TAPON. El tapón de la boca de llenado debe hacer un cierre hermético, pero puede llevar un orificio de respiración que filtre el aire que entra en el deposito para que el aceite salga empujado por la presión atmosférica. El orificio del filtro de respiración debe estar siempre limpio para que no haga

un vacío parcial dentro del depósito, que restrinja la salida del aceite por acción de la gravedad.

INDICADOR DE NIVEL. Es muy útil porque permite comprobar éste sin abrir el depósito.

PANTALLA DE SEPARACIÓN. Sirve para evitar que se mezcle directamente el aceite que retorna al depósito, con el aceite que aspira la bomba, además de evitar que entren impurezas al sistema hidráulico.

TUBERÍAS DE ENTRADA Y SALIDA DE ACEITE. Se disponen de forma que comuniquen con el depósito en los puntos de menor turbulencia y aireación. Pueden entrar al depósito por arriba o por los lados, pero sus bocas tienen que quedar cerca del fondo del depósito. Si la boca de retorno ( tubería de salida ) queda por encima del nivel de aceite, puede dar lugar a que este se mezcle con aire y hacer espuma.

FILTRO DE LA BOCA DE ASPIRACIÓN. Suele ser de malla y suele ir en serie con el filtro principal del sistema hidráulico.

TAPON DE VACIADO. Sirve para vaciar al tanque y cambiar el aceite. Algunos tapones son magnéticos para que atraigan y filtren las partículas metálicas que pueda llevar el aceite en suspensión.

2.- MANGUERAS Y TUBERÍAS. Son tubos flexibles porque son los mejores para unir los distintos componentes del sistema hidráulico. Además de poderse doblar, absorben las vibraciones además de ser fáciles de instalar.

El tubo flexible consta de las siguientes partes:

TUBO INTERIOR. Es de caucho sintético resistente al aceite . Tiene que ser de superficie lisa y capaz de resistir el calentamiento y la corrosión.

CAPAS DE ESFUERZO. Su número varia dependiendo del tipo de tubo flexible. Estas capas pueden ser de fibras sintéticas o naturales, de malla metálica o de una combinación de ambas. La resistencia de estas capas de esfuerzo, depende de la presión a que trabaje el sistema hidráulico.

CUBIERTA EXTERIOR. Tiene por objeto proteger las capas de esfuerzo. Suele ser de una goma especial resistente a los abrasivos, al aceite, a la suciedad y a la acción de la intemperie.

En la figura 3.13, se muestra la estructura de un tubo flexible.

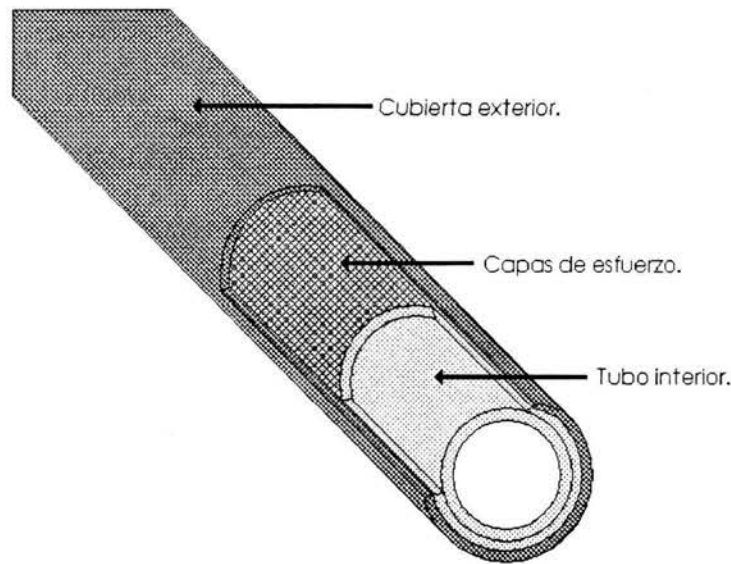


Figura 3.13. Estructura de un tubo flexible.

Para seleccionar un tubo flexible se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

El caudal del sistema hidráulico en operación, para conocer el calibre de tubo que se necesita.

La presión y temperatura a que trabaja el sistema hidráulico, para determinar el número de capas de esfuerzo del tubo flexible.

3.- CONECTORES PARA TUBOS FLEXIBLES. Son de dos tipos: los racores que forman parte del tubo y los adaptadores que son una pieza separada que se utiliza para conectar el tubo flexible con otro tubo.

Los racores y adaptadores, pueden ser machos o hembras y se acoplan mutuamente, como se muestra en la figura 3.14.

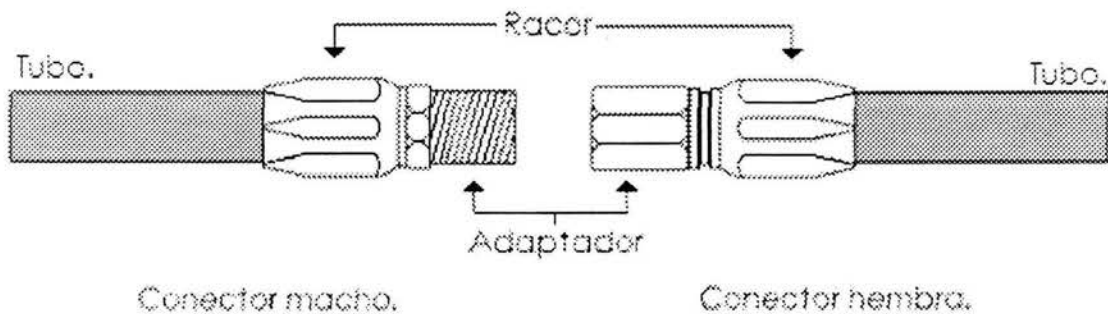


Figura 3.14. Racores y adaptadores.

Estos conectores se fabrican de acero, bronce, acero inoxidable, y para algunas aplicaciones especiales de plástico. El acero es el más comúnmente usado, ya que es el que soporta mejor las altas presiones y el calor.

Los racores para manguera logran hacer un cierre hermético por alguno de los cuatro sistemas que se muestran en la figura 3.15.

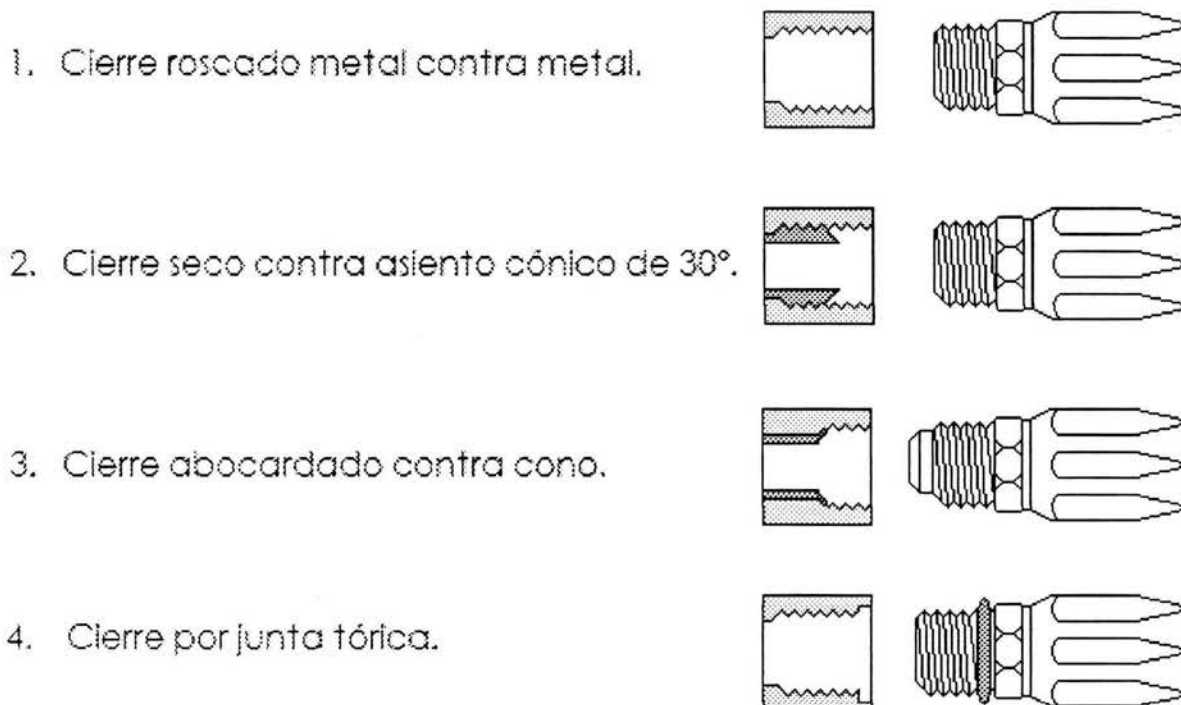


Figura 3.15. Sistemas para conseguir cierre hermético.

Se emplean tanto racores rectos, como en ángulo. Los racores en ángulo deben emplearse únicamente para llegar a los puntos que tengan difícil acceso o para modificar la instalación de tubo flexible.

Cabe mencionar que el paso de la cuerda que utilizan las conexiones son las estándar para cualquier sistema hidráulico, incluyendo las de agua.

### 3.4 Distribución de la maquina.

La maquina inyectora de plástico, cuenta con la distribución que se muestra en la figura 3.16, 1 y su funcionamiento se explica a continuación.

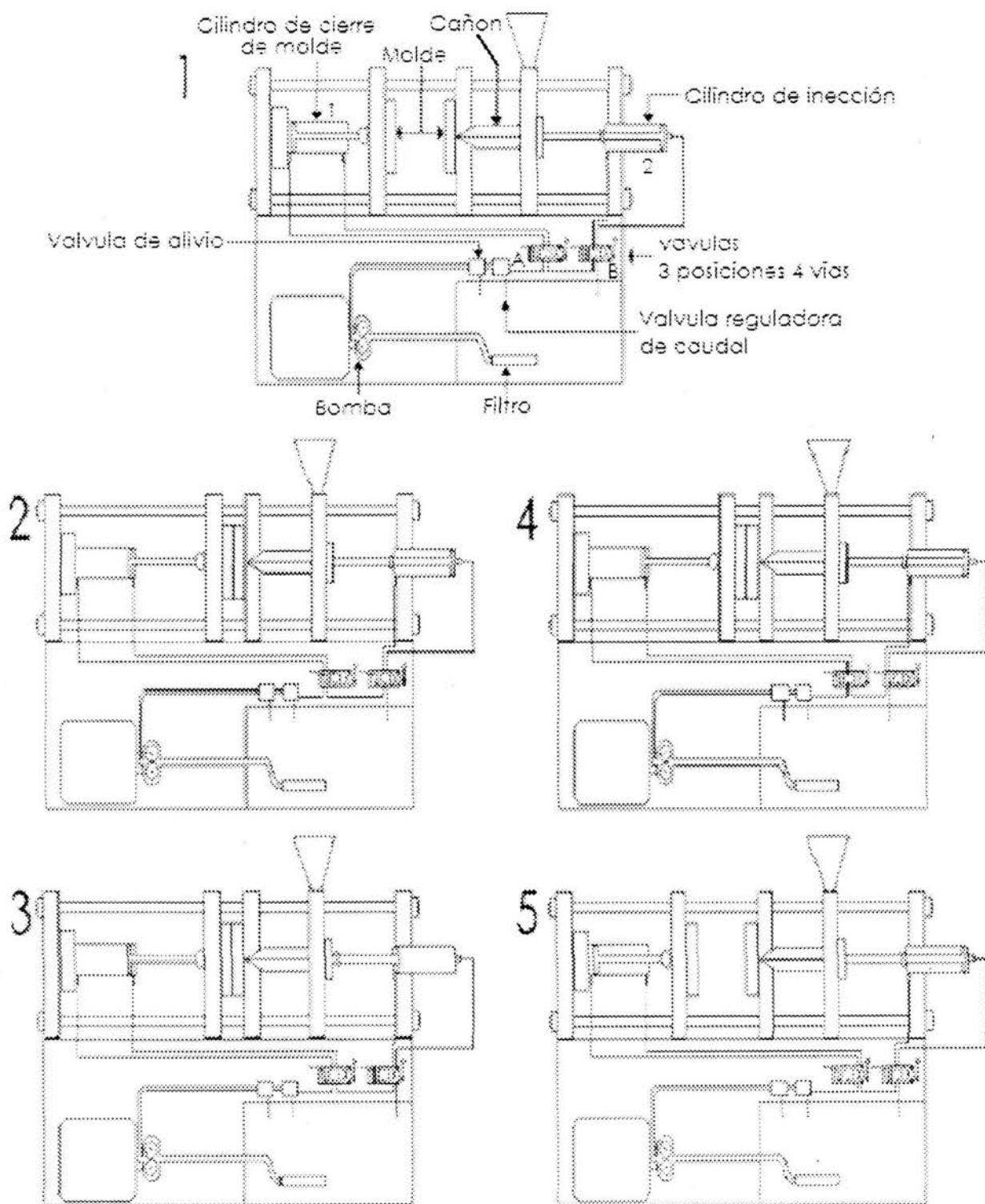


Figura 3.16. Distribución y funcionamiento de la maquina inyectora.

En el dibujo 1, se muestran a todas las partes y nombres de los componentes de la maquina, para no repetirlos en los otros dibujos; en los cuales solo se muestran las posiciones del cilindro y molde.

En el dibujo 2, la válvula " A " se activa en la posición " 1 " y el aceite se dirige al cilindro " 1 " extendiéndolo y cerrando el molde.

En el dibujo 3, la válvula " A " regresa a su posición original, se activa la válvula " B " en la posición " 2 ", haciendo que se extienda el cilindro " 2 " e inyectando el plástico del cañón, al molde.

En el dibujo 4 , la válvula " B " se activa en la posición " 1 ", contrayendo al cilindro " 2 ", con esta acción se llena de nuevo el cañón de plástico.

En el dibujo 5, la válvula " A ", se activa en la posición " 2 ", contrayendo al cilindro " 1 " y por lo tanto abriendo el molde.

Por lo anterior, para que la maquina inyectora pueda ser controlada por el PLC, es necesario cambiar las válvulas accionadas por palancas por otras de accionamiento eléctrico ( capítulo 4 ).

# CAPITULO 4. CONTROL DE LA MAQUINA.

## 4.1 Introducción.

En los apartados siguientes, se explica la secuencia de operación que deberá seguir el PLC para controlar la maquina inyectora de plástico, así como la elaboración del programa tomando en cuenta las necesidades, tiempos y señales de los equipos adicionales que se encuentran en las entradas y salidas del PLC para que la maquina pueda realizar una optima operación.

Por lo tanto, lo primero que se tiene que hacer es una descripción y comentar el funcionamiento de los equipos que mandaran las señales de entrada al PLC, después los equipos lo que debe activar dicho PLC con sus señales de salida.

Como segundo punto, la secuencia de operación de la maquina.

Como tercer punto, se hace la programación del PLC.

## 4.2 Descripción de los equipos.

### 4.2.1 SENSORES DE PROXIMIDAD CAPACITIVOS.

En la figura 4.1, se muestra físicamente el tipo de sensor capacitivo.

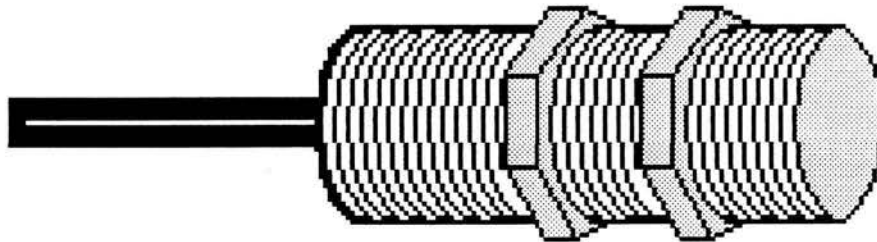


Figura 4.1. Sensor capacitivo.

Este tipo de sensores se divide en dos tipos, normalmente abierto ( NA ) y normalmente cerrado ( NC), su funcionamiento es muy simple: cuando un plástico, hule, polietileno, etc. se acerca al sensor, es detectado abriendo o cerrando al circuito, en la figura 4.2, se muestra un sensor inductivo normalmente abierto y su funcionamiento.

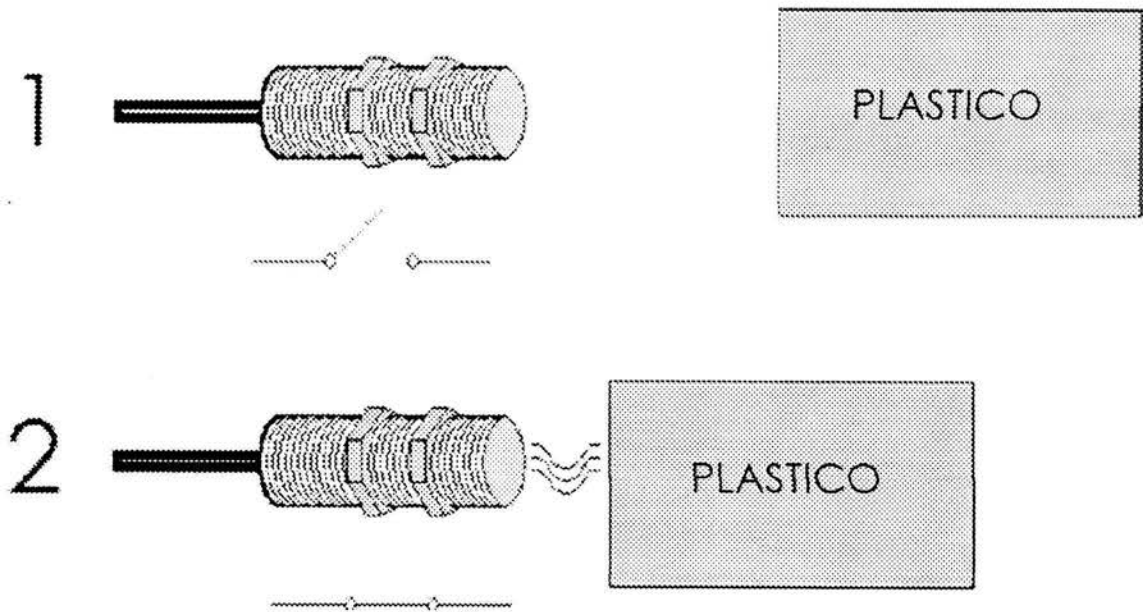


Figura 4.2. Funcionamiento de un sensor capacitivo normalmente abierto

En el dibujo 1 de la figura 4.2, el plástico esta muy alejado del sensor, por lo tanto no es detectado y el circuito sigue abierto.

En el dibujo 2, el plástico esta a una distancia en la que el sensor detecta su presencia y por lo tanto el circuito se cierra.

#### 4.2.2. VÁLVULAS ACCIONADAS POR SELENOIDES

En el capítulo 3, se describen y se muestra su operación. Es necesario cambiar las válvulas accionadas por palancas, por otras accionadas por selenoides, el motivo es porque el PLC manda señales eléctricas y no mecánicas.

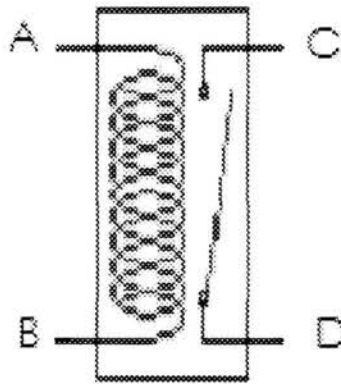
Las electro-válvulas dirigirán el flujo del aceite por el circuito hidráulico para extender o contraer a los pistones.

#### 4.2.3. RELEVADORES.

Como sistema de protección entre las electro-válvulas y el PLC se conectarán relevadores, por lo tanto, cuando el PLC requiera accionar alguna electro-válvula, deberá accionar primero un relevador y este a su vez accionara a la electro-válvula.

El símbolo de los relevadores se muestra en la figura 4.3 y a continuación se explica su funcionamiento.





Relevador

Figura 4.3. Símbolo del relevador.

Cuando el PLC energiza la bobina por medio de los bornes A y B, se forma un campo magnético y este atrae a la laminilla para cerrar el circuito entre los bornes C y D.

### 4.3 Secuencia de operación de la maquina inyectora.

La secuencia de operación de la máquina debe considerar los siguientes puntos:

- INTERCONEXIONES CON EQUIPOS. Es muy importante definir las señales que se requieren recibir o enviar de los equipos interconectados externamente, ya que de ellos depende el proceso y la secuencia del sistema.
- SEÑALIZACION. Esto es que se debe especificar que luces deben prenderse o apagarse y en que momento, así como el lugar donde se encuentran.
- ARRANQUES Y PAROS. Esto es el tiempo y el lugar en donde se efectuaran dichos arranques y paros.

Se deben de colocar sensores en áreas específicas para obtener la información necesaria de las señale de entrada y el PLC pueda interpretarlas para llevar acabo el control de la maquina.

#### 4.3.1 SENSORES EN LA TOLVA.

Se colocaran dos sensores capacitivos, el numero 1 es normalmente cerrado y el 2 normalmente abierto, en la tolva de la maquina. En esta

parte el operador deberá mantener la tolva llena del plástico que se inyectará, ya que el sensor 1 esta conectado a una lámpara indicadora, que solo se encenderá solo si la tolva esta a la mitad de su capacidad, y de esta manera alertar al operador y este no deje que la tolva se vacíe, si se llegara a quedar vacía la tolva, el sensor 2 conectado al PLC detectara la falta de plástico, por lo que el proceso se detendrá, como se muestra en la figura 4.4.

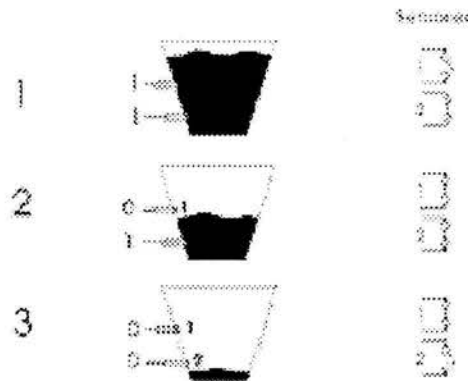


Figura 4.4. Ubicación de los sensores capacitivos.

En el dibujo 1 de la figura 4.4, la tolva esta llena, por lo que el sensor 1 se abre y apaga la luz indicadora. El sensor 2 se cierra y el PLC seguirá con la secuencia de operación.

En el dibujo 2, la tolva no esta totalmente llena por lo que el sensor 1 se cierra encendiendo la luz indicadora para que el operador rellene la tolva. El sensor 2 sigue cerrado, por lo que el PLC sigue la secuencia de operación.

En el dibujo 3, la tolva se encuentra vacía, por lo que el sensor 1 se cierra manteniendo la luz indicadora prendida. El sensor 2 se abre mandando la señal al PLC para que éste pare la secuencia de operación.

## 4.4. Diagrama de escalera para el control de la maquina inyectora.

### 4.4.1. PROGRAMA BASICO.

#### 1.- Consideraciones

Se programa un tiempo de 15 segundos en los temporizadores del PLC, pero se puede variar dependiendo del tamaño del molde y de la pieza que se va a inyectar.

Cuando las válvulas de la máquina dejen de ser accionadas por el PLC, regresan a su posición inicial automáticamente, es por eso que en el programa no se incorpora ningún accionamiento para realizar este evento.

La entrada 0 se encuentra conectada a una botonera de arranque.

La salida 200 esta conecta a la válvula 1 para extender el pistón 1.

La salida 201 esta conecta a la válvula 2 para extender el pistón 2.

La salida 202 esta conecta a la válvula 2 para contraer el pistón 2.

La salida 203 esta conecta a la válvula 1 para contraer el pistón 1.

Una vez terminada la última secuencia será necesario presionar de nuevo la botonera de arranque, para iniciar nuevamente la primera secuencia.

A continuación se muestran las secuencias del diagrama de escalera básico, así como su descripción.

## 2.- Secuencia 1.

La secuencia 1 del programa básico para controlar la inyectora de plástico aparece en la figura 4.5.

Con esta acción, la válvula 1 se accionara y el pistón 1 se extenderá para cerrar el molde.

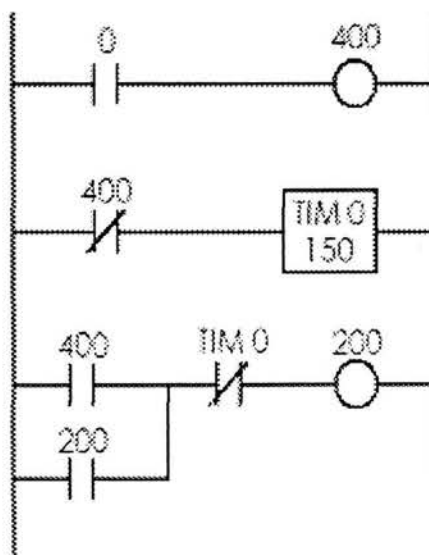


FIGURA 4.5. Secuencia 1 del programa básico.

La botonera de arranque esta conectada a la entrada 0, por lo tanto cuando es oprimida, el contacto 0 N.A. se cierra energizando el relevador interno 400.

Al mismo tiempo el contacto 400 N.C. se abre y esta acción hace que se programe el número 150 en el temporizador TIM 0.

En ese mismo instante el contacto 400 N.A. se cerrará, energizando la salida 200 por medio del contacto TIM 0 N.C.

Cuando la botonera de arranque es liberada el contacto 0 N.A. se abre dejando de accionar los elementos 400 pero la salida 200 permanece energizada por medio del contacto 200 N.A.

Cuando la base de tiempo se termina el contacto TIM 0 N.C. se abre y se desenergiza la salida 200.

### 3.- Secuencia 2.

En la figura 4.6, se muestra la secuencia 2 del programa básico para controlar la inyectora de plástico.

Cabe mencionar que con esta acción, el relevador interno 401 solo se energizara un instante, tiempo suficiente para poner en marcha la secuencia 3.

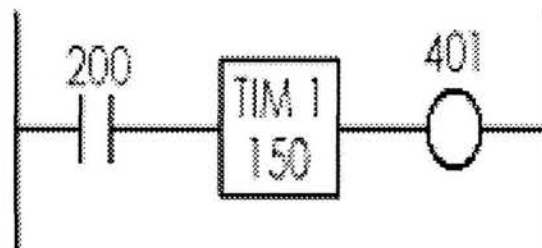


FIGURA 4.6. Secuencia 2 del programa básico.

Cuando el contacto 200 N.A. de la secuencia 1 se abre, el de la secuencia 2 también lo hace y el número 150 se programa en el temporizador TIM 1.

Cuando el contacto 200 N.A. de la secuencia 1 se cierra, el de la secuencia 2 también lo hace, en ese instante comienza el conteo, y el número en TIM 1 disminuye en 1 cada 0.1 segundos hasta que el contenido en TIM 1 sea cero. El relevador interno 401 entonces se energizará.

### 4.- Secuencia 3.

En la figura 4.7, se muestra la secuencia 3 del programa básico.

Con esta acción, la válvula 2 se accionara y el pistón 2 se extenderá inyectando el plástico.

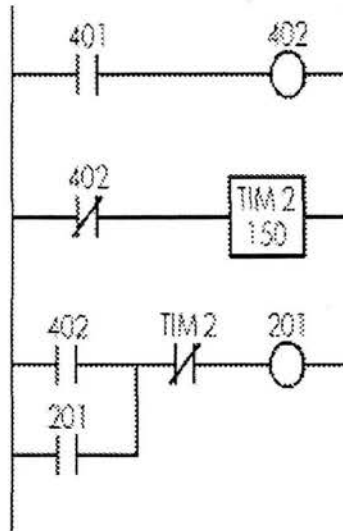


FIGURA 4.7. Secuencia 3 del programa básico.

Cuando el relevador interno 401 de la secuencia 2 se energiza el contacto 40 N.A. se cierra energizando el relevador interno 402.

Al mismo tiempo el contacto 402 N.C. se cerrará energizando la salida 201 por medio del contacto TIM 2 N.C.

Cuando el contacto 401 N.A. se abre, se dejan de accionar los elementos 402, pero la salida 201 permanece energizada por medio del contacto 201 N.A. Cuando la base de tiempo se termina, el contacto TIM 2 N.C. se abre y se desenergiza la salida 201.

#### 5.- Secuencia 4.

En la figura 4.8, se muestra la secuencia 4 del programa básico para controlar la inyectora de plástico.

Con esta acción, el relevador interno 403 solo se energizara un instante, tiempo suficiente para poner en marcha la secuencia 5.

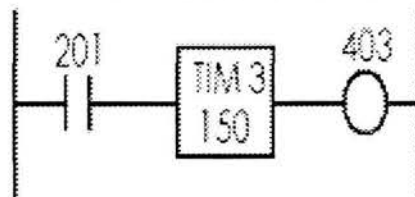


FIGURA 4.8. Secuencia 4 del programa básico.

Cuando el contacto 201 N.A. de la secuencia 3 se abre, el de la secuencia 4 también lo hace y el número 150 se programa en el temporizador TIM 3.

Cuando el contacto 201 N.A. de la secuencia 3 se cierra, el de la secuencia 4 también lo hace, en ese instante comienza el conteo, y el número en TIM 3 disminuye en 1 cada 0.1 segundos hasta que el contenido en TIM 3 sea cero. El relevador interno 403 entonces se energizará.

#### 6.- Secuencia 5.

En la figura 4.9, se muestra la secuencia 5 del programa básico.

Con esta acción, la válvula 2 se accionara y el pistón 2 se contraerá para cargar de plástico el cañón.

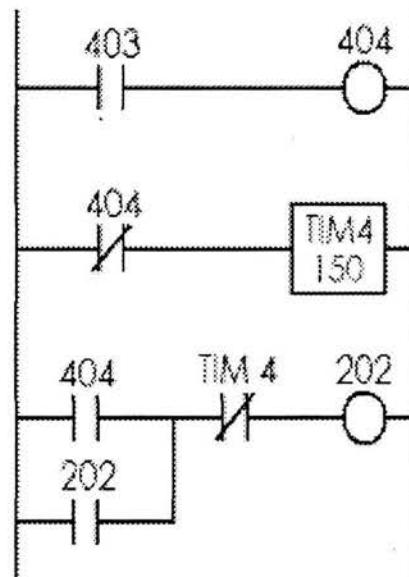


Figura 4.9. Secuencia 5 del programa básico.

Cuando el relevador interno 403 de la secuencia 4 se energiza, el contacto 403 N.A. se cierra energizando el relevador interno 404.

Al mismo tiempo el contacto 404 N.C. se abre y esta acción hace que se programe el número 150 en el temporizador TIM 4. En ese mismo instante, el contacto 404 N.A. se cerrará, energizando la salida 202 por medio del contacto TIM 4 N.C.

Cuando el contacto 403 N.A. se abre, se dejan de accionar los elementos 404, pero la salida 202 permanece energizada por medio del contacto 202 N.A. Cuando la base de tiempo se termina, el contacto TIM 4 N.C. se abre y se desenergiza la salida 202.

## 7.- Secuencia 6.

En la figura 4.10, se muestra la secuencia 6 del programa básico. Con esta acción, el relevador interno 405 solo se energizará un instante, tiempo suficiente para poner en marcha la secuencia 7.

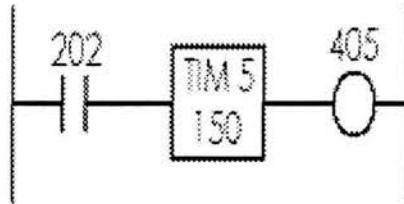


Figura 4.10. Secuencia 6 del programa básico.

Cuando el contacto 202 N.A. de la secuencia 5 se abre, el de la secuencia 6 también lo hace y el número 150 se programa en el temporizador TIM 3. Cuando el contacto 202 N.A. de la secuencia 5 se cierra, el de la secuencia 6 también lo hace, en ese instante comienza el conteo y el número en TIM 5 disminuye en 1 cada 0.1 segundos hasta que el contenido en TIM 5 sea cero. El relevador interno 405 entonces se energizará.

## 8.- Secuencia 7.

En la figura 4.11, se muestra la secuencia 7 del programa básico. Con esta acción, la válvula 1 se accionará y el pistón 1 se contraerá para abrir el molde y extraer la pieza inyectada.

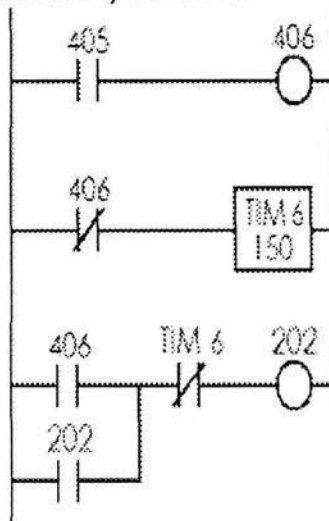


Figura 4.11, Secuencia 7 del programa básico.

Cuando el relevador interno 405 de la secuencia 6 se energiza, el contacto 405 N.A. se cierra energizando el relevador interno 406. Al mismo tiempo el contacto 406 N.C. se abre y esta acción hace que se programe el número 150 en el temporizador TIM 6. En ese mismo instante el contacto 406 N.A. se cerrará energizando la salida 202 por medio del contacto TIM 6 N.C. Cuando el contacto 405 N.A. se abre, se dejan de accionar los elementos 406, pero la salida 202 permanece energizada por medio del contacto 202 N.A. Cuando la base de tiempo se termina, el contacto TIM 6 N.C. se abre y se desenergiza la salida 202.

#### 4.4.2. DIAGRAMA DE ESCALERA COMPLETO.

Con motivo de incrementar el número de eventos por hora teniendo detenida la máquina el menor tiempo posible, y para tener un mejor control y requiriendo un número mayor de parámetros, será necesario incrementar el número de secuencias del diagrama de escalera básico.

##### 1.- Consideraciones.

El sensor 1 esta conectado solamente a la lámpara indicadora, y no al PLC, ya que no interfiere necesariamente con el programa.

El sensor 2 esta conectado a la entrada 1 del PLC, por lo que el contacto 1 permanecerá cerrado mientras no se vacíe completamente la tolva, si llegara a ocurrir, el programa será suspendido hasta que la tolva se encuentre llena nuevamente y se presione de nuevo la botonera de arranque.

Se incorpora también una botonera de " paro " o de " paro de emergencia ", que esta conectada a la entrada 2. Cuando esta botonera sea accionada, se detendrá la secuencia del programa.

Cabe mencionar que el contacto 1 N.C. esta conectado a la entrada 1 y esta a su vez al sensor 2 de la tolva, por lo que el contacto 1 N.C. no se abrirá hasta que se vacíe la tolva, y el contacto 2 N.C. esta conectado a la entrada 2 y esta a su vez a la botonera de " paro " o "paro de emergencia " , por lo que el contacto 2 N.C. no se abrirá hasta que sea presionada la botonera, es por eso que ambos contactos no se mencionan durante la descripción de las secuencias.

##### 2.- Conexión al PLC.

En la figura 4.12, se muestra la conexión del PLC con la botonera y los relevadores y de éstos con las válvulas de la maquina inyectora.



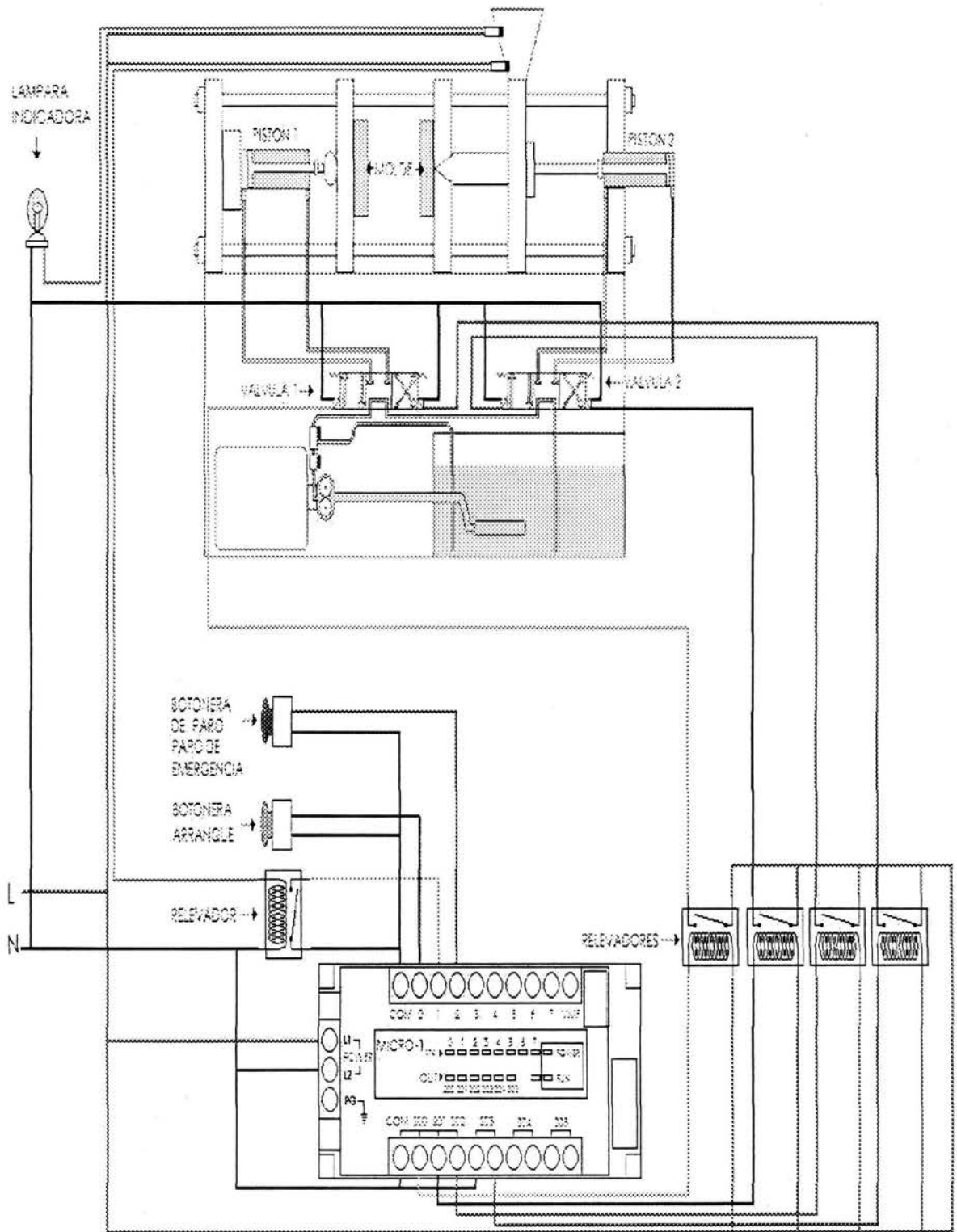


Figura 4.12. Conexión entre el PLC, los relevadores y la máquina inyectora de plástico.

En los apartados siguientes, se muestran las secuencias del programa completo, así como su descripción.

### 3.- Secuencia 1.

En la figura 4.13, se muestra la secuencia 1 del programa completo.

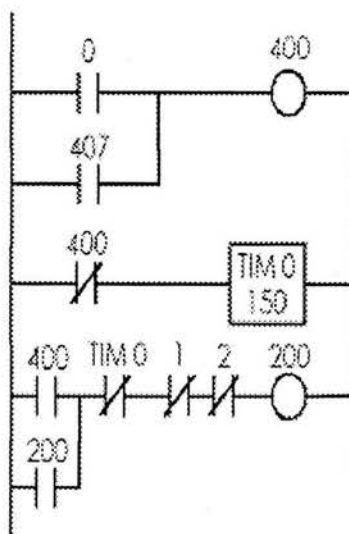


Figura 4.13. Secuencia 1 del programa completo.

La botonera de arranque esta conectada a la entrada 0, por lo tanto, cuando es oprimida, el contacto 0 N.A. se cierra, energizando el relevador interno 400. Al mismo tiempo el contacto 400N.C. se abre, y esta acción hace que se programe el número 150 en el temporizador TIM 0.

En ese mismo instante, el contacto 400 N.A. se cerrará energizando la salida 200 por medio del contacto TIM 0 N.C.

Cuando la botonera de arranque es liberada, el contacto 0 N.A. se abre dejando de accionar los elementos 400, pero la salida 200 permanece energizada por medio del contacto 200 N.A.

Cuando la base de tiempo se termina, el contacto TIM 0 N.C. se abre y se desenergiza la salida 200.

Cuando la secuencia 8 se termina, el contacto 407 N.A. se cierra un instante, accionando el de la secuencia 1 también, por lo que una vez que termine el programa, iniciara de nuevo automáticamente.

Con esta acción la válvula 1 se accionará y extenderá el pistón 1, cerrando el molde, como se muestra en la figura 4.14.

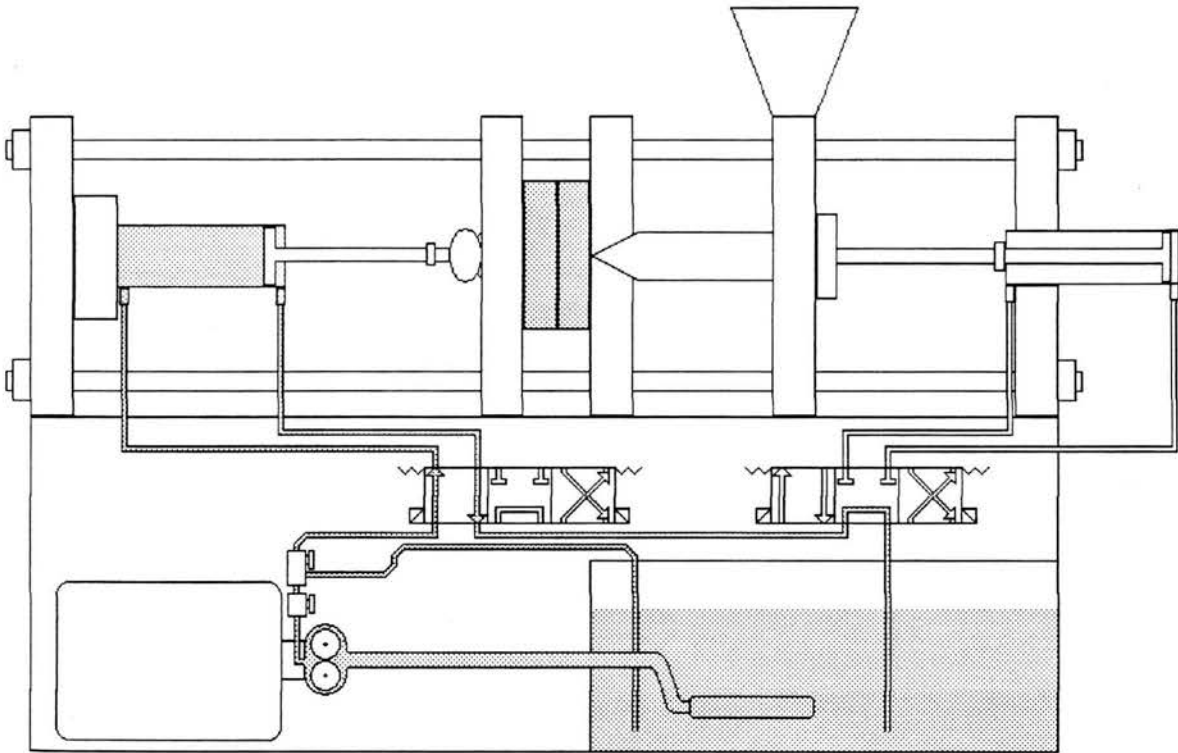


Figura 4.14. Muestra de la acción realizada por la maquina al efectuarse la secuencia 1.

#### 4.- Secuencia 2.

En la figura 4.15, se muestra la secuencia 2 del programa completo y su descripción.

Con esta acción, la salida 401 se energizará solo un instante, pero será el tiempo suficiente para poner en marcha la secuencia 3.

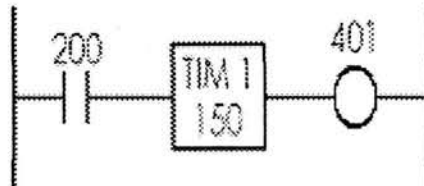


Figura 4.15. Secuencia 2 del programa completo.

Cuando el contacto 200 N.A. de la secuencia 1 se abre, el de la secuencia 2 también lo hace y el número 150 se programa en el temporizador TIM 1. Cuando el contacto 200 N.A. de la secuencia 1 se cierra, el de la secuencia 2 también lo hace, en ese mismo instante comienza el conteo y el número en TIM 1 disminuye en 1 cada 0.1 segundos hasta que el

contenido en TIM 1 sea cero. El relevador interno 401 entonces se energizará.

### 5.- Secuencia 3.

En la figura 4.16, se muestra la secuencia 3 del programa completo.

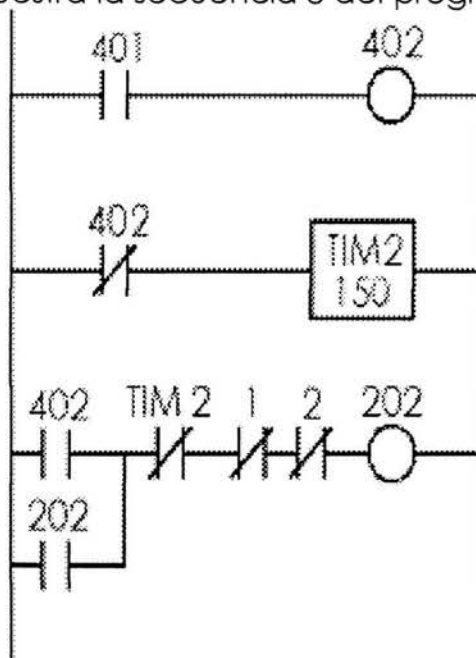


Figura 4.16. Secuencia 3 del programa completo.

Cuando el relevador interno 402 de la secuencia 2 se energiza, el contacto 401 N.A. se cierra energizando el relevador interno 402. Al mismo tiempo el contacto 402 N.C. se abre y esta acción hace que se programe el número 150 en el temporizador TIM 2.

En ese mismo instante, el contacto 402 N.A. se cerrará, energizando la salida 202 por medio del contacto TIM 2 N.C.

Cuando el contacto 401 N.A. se abre y se dejan de accionar los elementos 402, pero la salida 202 permanece energizada por medio del contacto 202 N.A. Cuando la base de tiempo se termina, el contacto TIM 2 N.C. se abre y se desenergiza la salida 202.

Con esta acción, la válvula 2 se accionará, extendiendo el pistón 2, inyectando el plástico, como se muestra en la figura 4.17.

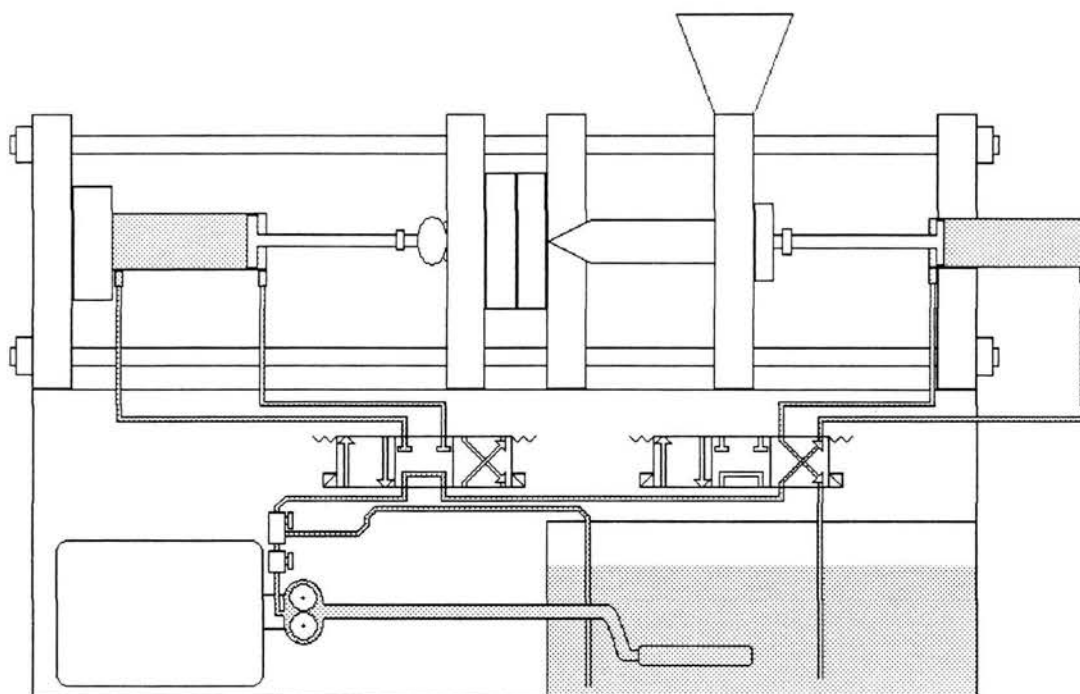


Figura 4.17. Muestra de la acción realizada por la maquina al efectuarse la secuencia 3.

#### 6.- Secuencia 4.

En la figura 4.18, se muestra la secuencia 4 del programa completo. Con esta acción, la salida 403 se energizará solo un instante, pero será el tiempo suficiente para poner en marcha la secuencia 5.

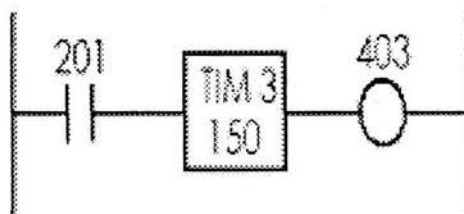


Figura 4.18. Secuencia 4 del programa completo.

Cuando el contacto 201 N.A. de la secuencia 3 se abre, el de la secuencia 4 también lo hace y el número 150 se programa en el temporizador TIM 3. Cuando el contacto 201 N.A. de la secuencia 3 se cierra, el de la secuencia 4 también lo hace, en ese instante comienza el conteo y el número en TIM 3 disminuye en 1 cada 0.1 segundos hasta que el contenido en TIM 3 sea cero. El relevador interno 403 entonces se energizará.

## 7.- Secuencia 5.

En la figura 4.19, se muestra la secuencia 5 del programa completo.

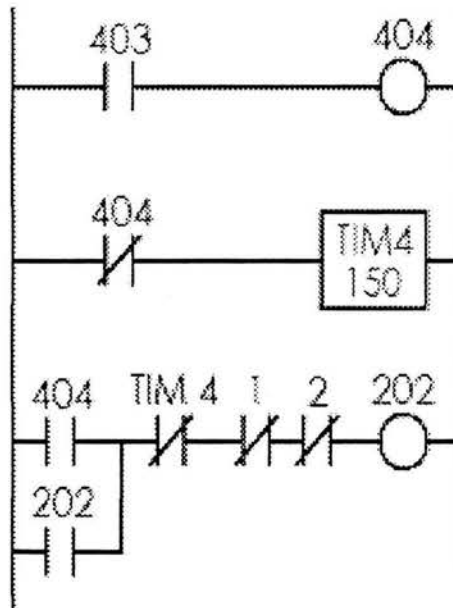


Figura 4.19. Secuencia 5 del programa completo.

Cuando el relevador interno 403 de la secuencia 4 se energiza, el contacto 403 N.A. se cierra energizando el relevador interno 404.

Al mismo tiempo el contacto 404 N.C. se abre y esta acción hace que se programe el número 150 en el temporizador TIM 4. En ese mismo instante, el contacto 404 N.A se cerrará energizando la salida 202 por medio del contacto TIM 4 N.C.

Cuando el contacto 403 N.A. se abre se dejan de accionar los elementos 404, pero la salida 202 permanece energizada por medio del contacto 202 N.A. Cuando la base de tiempo se termina, el contacto 4 N.C. se abre y se desenergiza la salida 202.

Con esta acción, la válvula 2 se accionará, contrayendo el pistón 2, como se muestra en la figura 4.20.

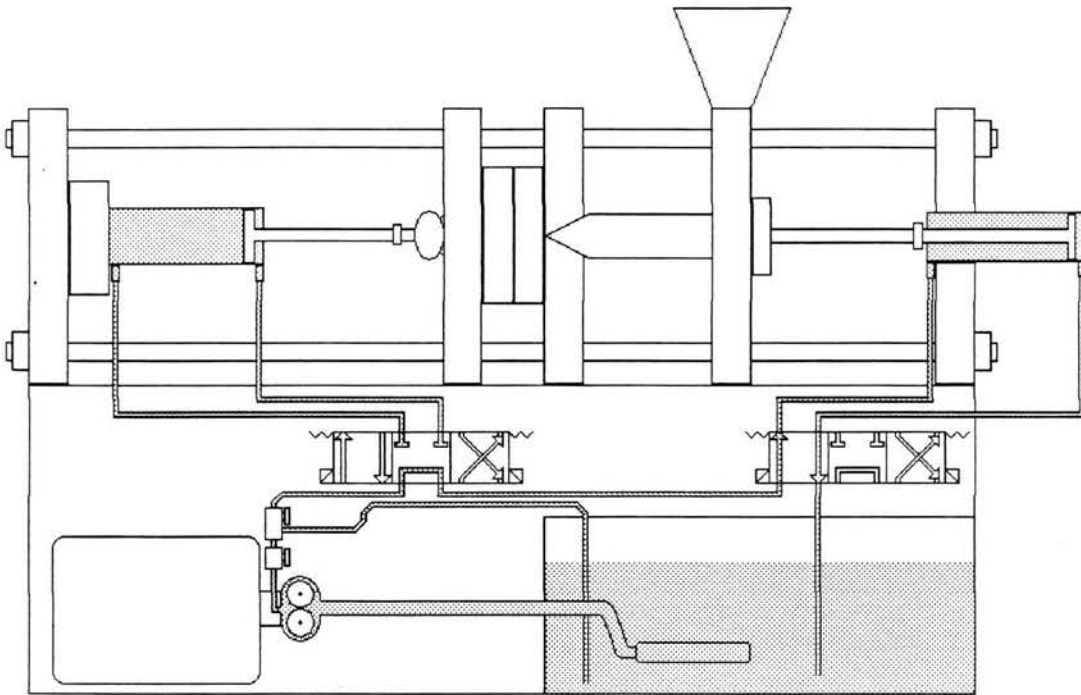


Figura 4.20. Muestra de la acción realizada por la maquina al efectuarse la secuencia 5.

#### 8.- Secuencia 6.

En la figura 4.21, se muestra la secuencia 6 del programa completo. Con esta acción, la salida 405 se energizará solo un instante, pero será el tiempo suficiente para poner en marcha la secuencia 7.

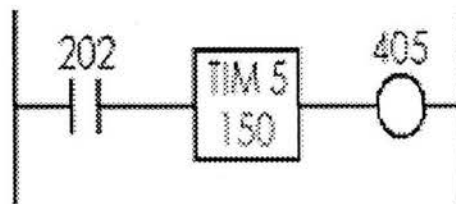


Figura 4.21. Secuencia 6 del programa completo.

Cuando el contacto 202 N.A. de la secuencia 5 se abre, el de la secuencia 6 también lo hace y el número 150 se programa en el temporizador TIM 3. Cuando el contacto 202 N.A. de la secuencia 5 se cierra, el de la secuencia 6 también lo hace y en ese momento comienza el conteo y el número en TIM 5 disminuye en 1 cada 0.1 segundos hasta que el contenido en TIM 5 sea cero. El relevador interno 405 entonces se energizará.

## 9.- Secuencia 7.

En la figura 4.22, se muestra la secuencia 7 del programa completo.

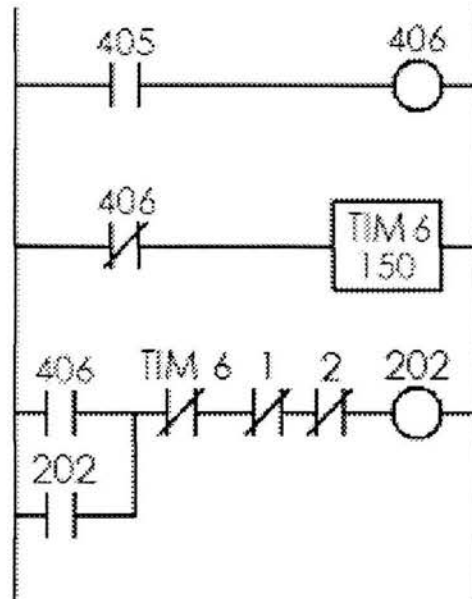


Figura 4.22. Secuencia 7 del programa completo.

Cuando el relevador interno 405 de la secuencia 6 se energiza, el contacto 405 N.A. se cierra energizando el relevador interno 406.

Al mismo tiempo el contacto 406 N.C. se abre y esta acción hace que se programe el número 150 en el temporizador TIM 6.

En ese mismo instante el contacto 406 N.A. se cerrará energizando la salida 202 por medio del contacto TIM 6 N.C.

Cuando el contacto 405 N.A. se abre, se dejan de accionar los elementos 406, pero la salida 202 permanece energizada por medio del contacto 202 N.A. Cuando la base de tiempo se termina, el contacto TIM 6 se abre y se desenergiza la salida 202.

Con esta acción, la válvula 1 se accionará, contrayendo el pistón 1 para abrir el molde, como se muestra en la figura 4.23.



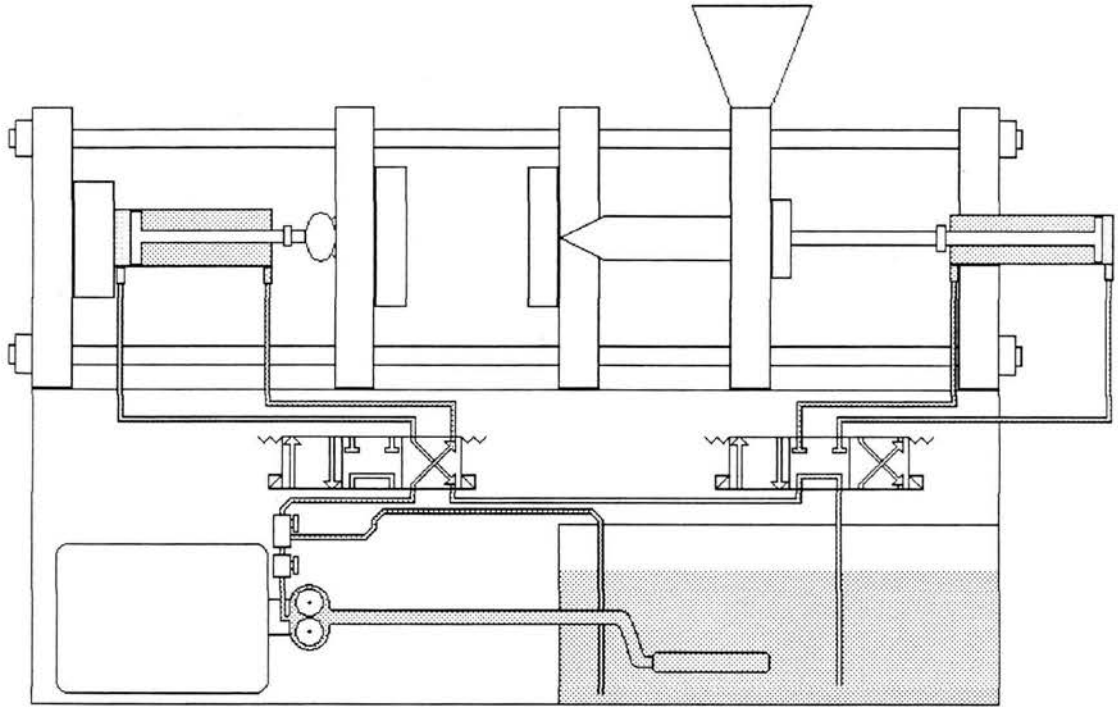


Figura 2.23. Muestra de la acción realizada por la maquina al efectuarse la secuencia 7.

#### 10.- Secuencia 8.

En la figura 4.24, se muestra la secuencia 8 del programa completo. Con esta acción, la salida 407 se energizará solo un instante, pero será el tiempo suficiente para poner en marcha la secuencia 1 y empezar nuevamente el programa.

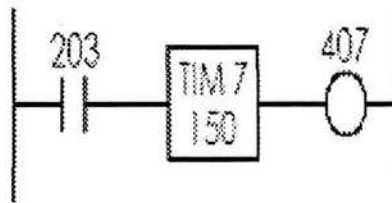


Figura 4.24. Secuencia 8 del programa completo.

Cuando el contacto 203 N.A. de la secuencia 7 se abre, el de la secuencia 8 también lo hace y el número 150 se programa en el temporizador TIM 7. Cuando el contacto 203 N.A. de la secuencia 7 se cierra, el de la secuencia 8 también lo hace, en ese instante comienza el conteo y el número en TIM 7 disminuye en 1 cada 0.1 segundos hasta que el contenido en TIM 7 sea cero. El relevador interno 407 entonces se energizará.

#### 4.5. LISTADO DEL PROGRAMA.

Para que el PLC cumpla con las secuencias del diagrama de escalera, se deberá cargar con el programa de operación correspondiente.

El listado con las instrucciones del programa se muestra en la figura 4.25.

LOD	0	ENTER
OR	407	ENTER
OUT	400	ENTER
LOD NOT	400	ENTER
TIM	0	ENTER
50		ENTER
LOD	400	ENTER
OR	200	ENTER
AND NOT SHF TIM	0	ENTER
AND NOT	1	ENTER
AND NOT	2	ENTER
OUT	200	ENTER
LOD	200	ENTER
TIM	1	ENTER
50		ENTER
OUT	401	ENTER
LOD	401	ENTER
OUT	402	ENTER

Continua.

LOD NOT	402	ENTER
TIM	2	ENTER
50		
LOD	402	ENTER
OR	201	ENTER
AND NOT SHF TIM	2	ENTER
AND NOT	1	ENTER
AND NOT	2	ENTER
OUT	201	ENTER
LOD	201	ENTER
TIM	3	ENTER
50		ENTER
OUT	403	ENTER
LOD	403	ENTER
OUT	404	ENTER
LOD NOT	404	ENTER
TIM	4	ENTER
50		ENTER
LOD	404	ENTER
OR	202	ENTER
AND NOT SHF TIM	4	ENTER
AND NOT	1	ENTER
AND NOT	2	ENTER
OUT	202	ENTER

Continua.

LOD	202	ENTER
TIM	5	ENTER
50		ENTER
OUT	405	ENTER
LOD	405	ENTER
OUT	406	ENTER
LOD NOT	406	ENTER
TIM	6	ENTER
50		ENTER
LOD	406	ENTER
OR	203	ENTER
AND NOT SHF TIM	6	ENTER
AND NOT	1	ENTER
AND NOT	2	ENTER
OUT	203	ENTER
LOD	203	ENTER
TIM	7	ENTER
50		ENTER
OUT	407	ENTER
END		ENTER

Figura 4.25. Listado de instrucciones del programa completo.

## CONCLUSIONES.

Después de leer este trabajo el lector posee los conocimientos básicos de hidráulica, ya que se hace una descripción del funcionamiento y de las partes que forman al sistema hidráulico, como es la bomba, los diferentes tipos de válvulas, el tanque y conectores.

Al sustituir las válvulas distribuidoras de accionamiento manual, por otras de accionamiento eléctrico, se consiguió controlar el proceso de la maquina con el PLC.

Se estudiaron los lenguajes necesarios para la programación de los autómatas programables, como el diagrama escalera para el diseño y análisis de programas. Por consiguiente se obtuvieron los conocimientos mínimos para analizar los diferentes tipos y marcas de PLC'S.

Se logró comprender ampliamente el funcionamiento del PLC MICRO – 1, ya que el capítulo 2 (específicamente) muestra las funciones, especificaciones, operación, instalación, listado de instrucciones y la forma en que esta repartida la memoria del PLC., así como ejemplos de programación para su mejor comprensión.

La maquina inyectora de plástico utilizada para la realización del presente trabajo, a pesar de que es un modelo antiguo, logro volverse mas eficiente, al incrementar su producción, ya que ahora es posible realizar un número de inyecciones por hora mayor y constante.

Con la implementación del PLC a la inyectora de plástico, también se bajo el costo de la mano de obra, ya que antes se necesitaba un operador para manejar una maquina, y ahora un solo operador puede manejar hasta 5 maquinas al mismo tiempo.

Al incorporar el PLC MICRO - 1, se obtuvieron las siguientes ventajas :

- La instalación es más sencilla y el cableado es mejor por lo que puede hacerse en menos tiempo.
- Esto hace que la reparación del sistema sea más rápida, ya que la detección de fallas se agiliza.

- La precisión en sus controladores de tiempo es mayor en comparación con los temporizadores convencionales, ya que las bases de tiempo de un PLC pueden estar dadas en segundos, décimas de segundo, y centésimas de segundo.
- Capacidad de autodiagnóstico, esto es, que nos puede informar, por ejemplo, si existe un error en la memoria o en la estructura del programa aun en el momento de su inserción a la memoria.
- Gama muy grande de instrucciones, de esta manera se puede modificar el programa las veces que sea necesario y solucionar todos los problemas que pudieran surgir.

Con el cumplimiento de los objetivos iniciales y la confirmación de funcionamiento, se puede dar por terminado el proyecto de control de la maquina inyectora de plástico a través del PLC MICRO – 1.

## BIBLIOGRAFÍA.

TITULO : MANUAL DE FORMACIÓN " CONTROLADOR MICRO – 1 "  
AUTOR : GROPE SHNEIDER.  
EDITORIAL : SQUARE - D.

TITULO : AUTÓMATAS PROGRAMABLES INDUSTRIALES.  
AUTOR : MICHEL GILLES.  
EDITORIAL : MARCOMBO.

TITULO : AUTÓMATAS PROGRAMABLES.  
AUTOR : JESÚS SÁNCHEZ LOPEZ / JOSE CEPAS.  
EDITORIAL : PARANINFO.

TITULO : AUTÓMATAS PROGRAMABLES.  
AUTOR : PORRAS / MONTANEGRA.  
EDITORIAL : MC GRAW HILL.

TITULO : FUNDAMENTOS DE TÉCNICA APLICADA " HIDRÁULICA ".  
AUTOR : JOHN DEERE, GROPE.  
EDITORIAL : DEERE & COMPANY.

TITULO : HIDRÁULICA BASICA  
AUTOR : ANDREW L. SIMON / CARLOS A. GARCIA FERRER.  
EDITORIAL : LIMUSA

TITULO : HIDRÁULICA GENERAL.  
AUTOR : GILBERTO SOTELO AVILA.  
EDITORIAL : LIMUSA.