



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
Sede – Latacunga

CARRERA DE INGENIERÍA, ELECTRÓNICA
ESPECIALIDAD INSTRUMENTACIÓN

MONOGRAFÍA DE GRADO

CONTROL DE ELECTROVÁLVULAS Y DISEÑO DE
CIRCUITOS CON EL PLC MITSUBISHI FX-14MR-ES

WILLIAN JEAN ANDRADE

PABLO ESTALIN BUITRÓN GALLEGOS

Latacunga, julio del 2004

CERTIFICACIÓN:

Certificamos que la presente Monografía de Grado, ha sido realizada en su totalidad por parte de los señores Cbop. WILLIAN JEAN ANDRADE y Cbop. PABLO ESTALIN BUITRÓN G. bajo nuestra dirección.

Ing. Galo Ávila Rosero.
DIRECTOR

Ing. Washington Freire.
CO - DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos la existencia, la sabiduría para culminar con éxito la carrera y la presente Monografía, ya que con el estudio y la bendición del todo poderoso se pueden alcanzar todas las metas propuestas.

Al Sr. Ing. Galo Ávila Rosero, por impartirnos sus conocimientos de una forma desinteresada, los mismos que nos facilitaron el desarrollo de nuestra Monografía; de igual manera al Sr. Ing. Washington Freire, que de alguna forma supo guiarnos en el desarrollo de la misma.

También al personal docente de la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga, quienes nos han impartido sus conocimientos, para hacer de nosotros personas útiles a la sociedad y a la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado de manera muy especial a mi esposa, a mis hijos, que durante el estudio de la carrera han sido el pilar fundamental dándome la confianza, la fuerza necesaria para culminar mi objetivo con éxitos, también quiero agradecer a mis padres por el apoyo incondicional y desinteresado quienes con los consejos que me supieron impartir sirvieron para guiarme por camino del bien para hacer un ente útil para la familia y la sociedad.

PABLO

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado de manera especial a mi esposa IRMA, a mis hijos ESTEVEN DANIEL, WILLIAN ARIEL que con amor, sacrificio y comprensión me impulsaron a seguir adelante, en esos momentos de flaqueza y debilidad en mis estudios, sembraron en mí el deseo de superación constante y así poder culminar con éxito una etapa más en mi vida. A mi madre DIGNA, mis hermanos por ese apoyo moral, y todas las personas que de alguna forma colaboraron, para la culminación de mis estudios y la elaboración de ésta Monografía.

WILLIAN

ÍNDICE

CONTENIDO

PÀGINA

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN A LA ELECTRONEUMÁTICA

1.1	Electroneumática	2
1.1.1	Dispositivos eléctricos	3
1.1.2	Elementos de retención	3
1.1.3	Relevadores	4
1.1.4	Electroválvulas	5
1.1.4.1	Mando electroneumático	5
1.2	Electroválvulas (Válvulas Electromagnéticas)	7
1.2.1	Definición	7
1.2.2	Funcionamiento	9
1.2.3	Estado de las Electroválvulas	9
1.3	Tipos de Electroválvulas	10
1.3.1	Según su función:	10
1.3.2	Según su accionamiento	10
1.3.2.1	Válvulas de accionamiento Manual	11
1.3.2.2	Válvulas de accionamiento Mecánico	11
1.3.2.3	Válvulas de accionamiento Neumático	11
1.3.2.4	Válvulas de accionamiento Eléctrico	12
1.3.2.5	Servo Válvulas	12
1.3.2.6	Válvulas de Bloqueo	12
1.3.2.7	Válvula Distribuidora 3/2, Servopilotada (principio de junta de disco)	14
1.3.2.8	Válvulas de Corredera	16

1.3.2.9	Válvula de Corredera Longitudinal	16
1.3.2.10	Válvula de Corredora y Cursor Lateral	17
1.3.2.11	Válvula Distribuidora 5/2, Servopilotada (principio de junta de disco)	18
1.3.2.12	Electroválvulas de Doble Solenoide	19
1.3.2.13	Válvulas Proporcionales	19
1.4	Arquitectura	20
1.4.1	Cuerpo	21
1.4.2	Tapa	21
1.4.3	Membrana	21
1.4.4	Muelle	21
1.4.5	Solenoide	21
1.5	Representación Esquemática de las Válvulas (Simbología)	22
1.6	Actuadores y Cilindros	25
1.6.1	Actuadores	25
1.6.2	Cilindros	26
1.6.2.1	Cilindros de Simple Efecto	26
1.6.2.2	Cilindros de Doble Efecto	27
1.7	Dispositivos Eléctricos	28
1.7.1	Finales de Carrera Eléctricos	28
1.7.2	Relés	29
1.7.2.1	Estructura de un Relé	30
1.7.2.2	Características Generales	30
1.7.2.3	Relé Normal	31
1.7.2.4	Relé de Enganche	31
1.7.2.5	Relé Activado y Desactivado por señal	32
1.7.2.6	Relé de Retardo	32
1.7.2.6.1	Relé ON - Delay	32
1.7.2.6.2	Relé OFF – Delay	33
1.7.2.7	Relé Tipo Reed Switch o de Lengüeta	33
1.7.3	Sensores	34
1.7.3.1	Detectores de Proximidad	34
1.7.3.2	Inductivos	34
1.7.3.3	Capacitivo	34

1.7.3.4	Magnético	34
1.7.3.5	Detectores fotoeléctricos	35

CAPITULO II

CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC's)

	Introducción	36
2.1	Definición de PLC	39
2.1.1	Ventajas y Desventajas de los PLC's	40
2.1.2	Usos de los PLC's	40
2.2	Lenguajes de programación	41
2.2.1	Lenguajes Booleanos y Lista de Instrucciones	43
2.2.2	Lenguajes de Alto Nivel	44
2.2.3	Grafcet	46
2.2.3.1	Diseño basado en Grafcet	47
2.2.3.1.1	Gemma	48
2.3	Estructura de un PLC	51
2.4	partes de un PLC	53
2.4.1	La Memoria	53
2.4.2	CPU	54
2.4.3	Unidades de E/S (Entrada Salida).	54
2.4.3	Interfaces	55
2.5	Tipos de PLC's	55
2.5.1	PLC tipo Nano	55
2.5.2	PLC Compacto	56
2.5.3	Composición del PLC Relé Inteligente	57
2.5.4	PLC's modulares	58
2.5.5	PLC's semimodulares	59
2.6	Arquitectura	59

CAPITULO III

CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE MITSUBISHI

Introducción a Controladores Lógicos Programables modelos FX0	60
3.1 Controladores Lógicos Programables Mitsubishi familia “FX014 MR ES”	62
3.1.1 Especificaciones técnicas del MITSUBISHI modelo FX0-14MR-ES	64
3.1.2 Especificaciones de las entradas	64
3.1.3 Especificaciones de las salidas	64
3.1.4 Especificaciones generales	65
3.1.5 Dispositivos especiales	65
3.2 Instrucciones de Programación	67
3.2.1 Programación con la pc	67
3.3 Instrucciones del Programa del PLC MITSUBISHI	72
3.3.1 Funcionamiento	73
3.4 Programación de Dispositivos Básicos	78
3.4.1 Timers	78
3.4.2 Otras formas	79
3.4.3 Contadores	79
3.5 Funciones	79
3.6 Operación de la Interrupción	81

CAPITULO IV

CIRCUITOS ELECTRONEUMÁTICOS

4.1 Introducción	86
4.2 Composición de los sistemas Electroneumáticos	87

4.3	Simbología a Utilizar	88
4.4	Simbología a utilizar en el PLC	92
4.5	Circuitos electroneumáticos con un cilindro	94
4.5.1	Secuencia de trabajo: A+ A-	94
4.5.2	Secuencia de Trabajo: A- A+	96
4.5.3	Secuencia de trabajo A+ temporizado A-	98
4.5.4	Secuencia de trabajo Temporizado A+ Temporizado A-	100
4.5.5	Secuencia de trabajo: A+ A- A+ A- A+ A- - - -	102
4.6	Circuitos electroneumáticos con dos cilindros	105
4.6.1	Secuencia de trabajo: A+ B+ A- B-	105
4.6.2	Secuencia de trabajo A- B- A+ B+	107
4.6.3	Secuencia de trabajo A+ B+ B- A-	109
4.6.4	Secuencia de trabajo A+ A- B+ B-	111
4.6.5	Secuencia de trabajo A+ A- B+ B- A+ A- B+ B-	114
4.7	Circuitos electroneumáticos con tres cilindros	117
4.7.1	Secuencia de trabajo A+ B+ C+ A- B- C-	117
4.7.2	Secuencia de trabajo A- B- C- A+ B+ C+	120
4.7.3	Secuencia de trabajo A+ B+ C- A- B- C+	122
4.7.4	Secuencia de trabajo A+ A- Temporizado B+ B- Temporizado C+ C	125
4.7.5	Secuencia de trabajo A+ A- B+ B- C+ C- A+ A- B+ B- C+ C-	127

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones
5.2	Recomendaciones

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCIÓN

La carrera de la automatización a pegado fuerte en cuanto a maquinaria industrial se refiere, actualmente una persona, ni un grupo de ellas, son capaces de realizar ciertas tareas aún cuando pongan el mayor empeño en sus actividades, es por ello que surgen sistemas automáticos que permiten que esas labores sean realizadas a distancia y sin la intervención de alguien en el proceso.

Los PLC's (Controladores Lógicos Programables), son dispositivos electrónicos que permiten controlar varios dispositivos a distancia con la simple inserción de datos a su estructura, en tal configuración que realizarán sus acciones en un tiempo e intervalo de tiempo establecido, con determinadas características, con cierta preponderancia, etc. Pero no sólo se puede realizar una tarea, también se puede inferir en la recopilación de datos e información para saber cómo se está llevando a cabo un proceso, esto se realiza con dispositivos sensitivos que se colocan en el lugar donde se dan las acciones.

Los PLC's pueden ser utilizados en combinación con infinidad de dispositivos, entre ellos los neumáticos, permitiendo una total libertad en la elección de las formas en cómo se realizará un proceso.

Todo depende de las características de seguridad, rapidez y eficiencia que se quiera obtener, por ejemplo, en una planta de ensamblaje lo requerido es obtener productos en el menor tiempo posible con una calidad aceptable, mientras que un sistema de monitoreo lo más importante es preservar la seguridad con análisis detenidos y constantes; con lo anterior se puede observar que hay diferentes tipos de PLC's, acordes a las necesidades y uso que se les dará.

Cuando se utilizan dispositivos electrónicos de mando con aquellos basados en principios neumáticos se obtienen algunas ventajas, como:

Automatización: Las actividades se realizan sin la intervención del ser humano, mas de aquella que significa indicar qué es lo que se desea.

Economía: Los equipos neumáticos y los PLC's utilizan muy poca energía en conjunto, a comparación de la que pudiera ser utilizada en instalaciones electromagnéticas, eléctricas, mecánicas, etc. Es decir, el propósito de la combinación PLC's – neumática no es ser aplicada en tareas pesadas, sino en aquellas que requieran de fineza y exactitud en el trabajo.

Por otro lado, no se necesitará demasiada mano de obra en un área de trabajo, ni de funciones como la supervisión, el accionamiento de controles, etc., conllevando a una economía de movimientos y de dineros.

Seguridad: Los arreglos se pueden utilizar en ambientes extremosos, inflamables, tóxicos, etc., porque intervienen corrientes eléctricas pequeñas y, además, están construidos acordes a las condiciones existentes. Cuando se maneja aire, en este tipo de casos, no se infiere en presiones demasiables elevadas, sino aquellas que permiten movilizar partes metálicas pequeñas, lo que conduce al manejo y aplicación de fuerzas, en su mayoría, casi despreciables.

Los PLC's funcionan en base a registros y situaciones, por lo que cada actividad se realizará sustentada en una justificación y una necesidad, es decir, el PLC actuará en el momento preciso con acciones acordes a la situación, a esto se le conoce como ejecución de tareas en tiempo real.

En el **Capítulo I**, hacemos una recopilación de información en lo que se refiere al estudio de válvulas, electroválvulas sus diferentes tipos utilizados en la actualidad. También, actuadores, cilindros, dispositivos eléctricos y sensores; así de esta manera poder comprender su funcionamiento.

En el **Capítulo II**, nos referimos a un estudio general de los PLC's, como: Sus características, ventajas, desventajas, tipos, lenguajes utilizados en la programación, estructura y arquitectura de los PLC's.

En el **Capítulo III**, efectuamos un estudio del PLC MITSUBISHI FX0-14MR-ES, que es el PLC en el cuál se basa nuestro estudio, lo que comprende sus especificaciones técnicas, instrucciones de programación del PLC y sus funciones.

En el **Capítulo IV**, realizamos la implementación de circuitos electroneumáticos, de acuerdo a la capacidad de manejo del PLC utilizado en el desarrollo de nuestra Monografía,

Por último, hemos llegado a establecer algunas conclusiones y recomendaciones, sobre el Control de Electroválvulas mediante el PLC MITSUBISHI FX0-14MR-ES. Y la recopilación Bibliográfica utilizada en la elaboración del presente estudio.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA ELECTRONEUMÁTICA

Las combinaciones de Electricidad y Neumática se usan frecuentemente en máquinas e instalaciones. La principal aplicación de los sistemas electroneumáticos se encuentra en aquellos casos en los que el aire comprimido se usa como fuente de energía con la ayuda de cilindros, mientras que los distribuidores son accionados eléctricamente.

Al principio, la combinación de aire y electricidad se miraba con un cierto recelo, debido a razones que actualmente carecen de fundamento. Pero a medida que ha pasado el tiempo se ha podido establecer una muy buena relación entre sí, esto nos ha permitido controlar dispositivos Industriales y mejorar la automatización de la Industria.

Los diferentes elementos de control tanto Electrónico como Neumático que se utilizan en las diferentes áreas de control industrial, deben ser controladas adecuadamente para de esta manera poder evitar accidentes que sean perjudiciales para el hombre y la Industria.

En la actualidad en los casos donde existe un gran peligro de incendio o explosión, ambientes mojados, altas temperaturas, radiaciones, campos magnéticos, etc. se prefiere el uso exclusivo de la Neumática. Como argumentos para la utilización del mando eléctrico se pueden citar los siguientes:

- Gran velocidad de transmisión de las señales. En una línea eléctrica, la distancia no tiene consecuencia en el tiempo de respuesta. En una línea neumática sí la tiene.
- Aumento de las posibilidades de control debido al constante incremento de elementos de control disponibles en las técnicas eléctrica y electrónica.

- Ahorro de energía. La electricidad resulta más económica que el aire, pues debido al bajo rendimiento de los compresores solamente se transforma en energía neumática una parte no muy grande de la energía eléctrica.
- Los elementos eléctricos y electrónicos son más baratos a causa de su producción masiva.
- Estos mismos elementos son a menudo muy pequeños, ocupan poco espacio y son fáciles de montar.

Los elementos que enlazan estas dos técnicas son:

- Distribuidores electro neumáticos.
- Presostatos.
- Válvulas neumáticas proporcionales.

En electro neumática la energía eléctrica substituye a la energía neumática como el elemento natural para la generación y transmisión de las señales de control que se ubican en los sistemas de mando.

Los elementos nuevos y/o diferentes que entran en juego están constituidos básicamente para la manipulación y acondicionamiento de las señales de voltaje y corriente que deberán de ser transmitidas a dispositivos de conversión de energía eléctrica a energía neumática para lograr la activación de los actuadores neumáticos.

1.1 ELECTRONEUMÁTICA

El conjunto de elementos que debemos de introducir para lograr el accionamiento de los actuadores neumáticos están constituidos por:

- Elementos de retención
- Interruptores mecánicos de final de carrera.
- Relevadores.
- Válvulas electro neumáticas.

1.1.1 Dispositivos eléctricos

Son empleados, generalmente, para generar la señal de inicio del sistema, o en su defecto, para realizar paros, ya sea de emergencia o sólo momentáneos. El dispositivo más común es el botón pulsador. Están constituidos por:

- Elemento pulsador.
- Elemento de conmutación.
- Conexiones.
- Resorte.
- Botón pulsador normalmente abierto.



Figura: 1.1 Dispositivo eléctrico.

1.1.2 Elementos de retención

Estos interruptores son empleados, generalmente, para detectar la presencia o ausencia de algún elemento, por medio del contacto mecánico entre el interruptor y el elemento a ser detectado.

- Dispositivo mecánico de activación
- Contactos
- Interruptor final de carrera, normalmente abierto.

1.1.3 Relevadores

Son dispositivos eléctricos que ofrecen la posibilidad de manejar señales de control del tipo On / Off. Constan de una bobina y de una serie de contactos que se encuentran normalmente abiertos o cerrados. El principio del funcionamiento es el de hacer pasar corriente por una bobina generando un campo magnético que atrae a un inducido, y éste a su vez, hace conmutar los contactos de salida.

Son Ampliamente utilizados para regular secuencias lógicas en donde intervienen cargas de alta impedancia y para energizar sistemas de alta potencia.

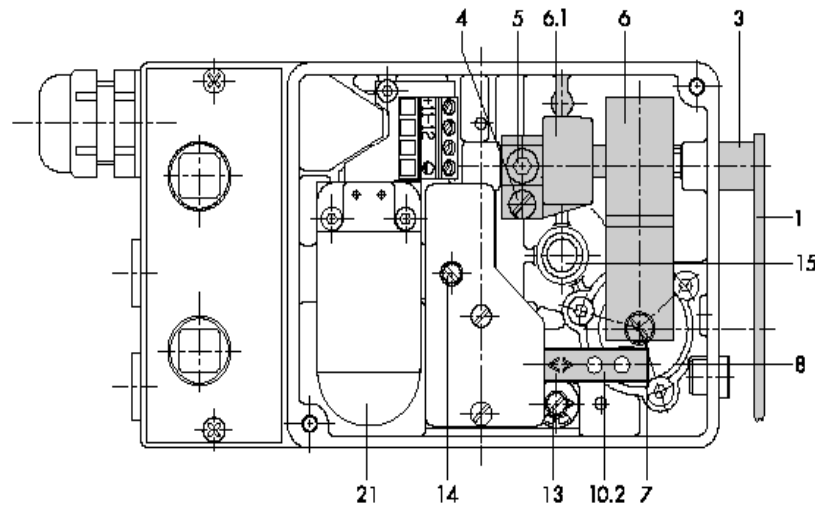


Figura: 1.2 Esquema de un relevador

En la figura se observa el principio del funcionamiento del relevador como un simple contacto. Cuando se recibe una señal de entrada, la bobina genera un campo magnético provocando el cierre del contacto.

A la salida del servicio se conecta la carga a ser activada. En la siguiente figura se observa un relevador comercial que ofrece más de una salida, todas a la vez, siendo algunas de ellas normalmente cerradas.

1.1.4 Electroválvulas.

Generalidades.

El dispositivo medular en un circuito electro neumático, es la válvula electroneumática. Esta válvula realiza la conversión de energía eléctrica, proveniente de los relevadores a energía neumática, transmitida a los actuadores o a alguna otra válvula neumática.

Esencialmente, consisten de una válvula neumática a la cual se le adhiere una bobina sobre la cual se hace pasar una corriente para generar un campo magnético que, finalmente, generará la conmutación en la corredera interna de la válvula, generando así el cambio de estado de trabajo de la misma, modificando las líneas de servicio.

Válvulas

La representación de una válvula electroneumática 3/2 de regreso por resorte, es como lo muestra la figura:



Figura: 1.3 Válvula electroneumática 3/2 de regreso por resorte

1.1.4.1 Mando electroneumático

El mando combinado a base de la electrotecnia y neumática representa una nueva posibilidad de elección, además del mando neumático puro. Lo

eléctrico se utiliza en la parte de la información para la transmisión y proceso de las señales.

La neumática se emplea en la parte energética para la amplificación y el trabajo propiamente considerado.

El elemento de unión es la válvula electromagnética que es empleada como órgano de mando y regulador combinado. Al mismo tiempo, la válvula electromagnética representa la función de amplificación.

La parte eléctrica de estos mandos trabaja normalmente con tensiones continuas o alternas de 12 ó 24 voltios, y sólo en casos excepcionales con 220 voltios.

Las válvulas electroneumáticas se diferencian sólo en la clase de accionamiento. Las válvulas electromagnéticas se presentan en las ejecuciones para señal permanente y señal momentánea (monoestables y biestables).

La gran ventaja de los mandos electroneumáticos es la rapidez del paso de la señal y la posibilidad de enlazar elementos de mando pertenecientes a un mismo equipo incluso con grandes separaciones entre ellos.

En los recintos con peligro de fuego o explosión es preferible emplear el mando neumático puro, porque los elementos eléctricos necesitan una protección especial. La rapidez en la parte eléctrica de la información unida con la rapidez de la parte neumática de energía permite uno de los mandos de trabajo más rápidos, de los que resultan un gran número de variantes procedentes de los dos medios (el eléctrico y el neumático).

El mando electroneumático reúne las ventajas de los dos medios (electricidad y neumática) con una justa utilización de todo su valor. En un mando electroneumático han de ponderarse cuidadosamente los criterios

tales como grandes distancias, número de las cadenas de mando interrelacionadas, combinaciones de maniobra complejas, influencias ambientales y protecciones especiales.

1.2 ELECTROVÁLVULAS (VÁLVULAS ELECTROMAGNÉTICAS) .

1.2.1 Definición

Son aquellas que traducen las señales eléctricas a cambios en la distribución del aire comprimido, estas funcionan en sistemas de control como dispositivos para traducir señales eléctricas a neumáticas.

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro pequeño, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

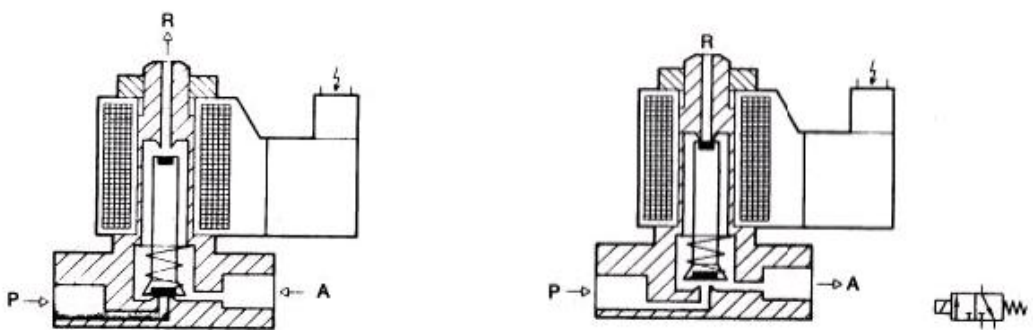


Figura: 1.4 Diagrama de una electroválvula

Las válvulas de control neumático son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo de aire de un sistema neumático por medio de una señal que generalmente es de tipo eléctrico, razón por la cual también son denominadas electroválvulas, ver figura 1.4

Las válvulas eléctricas se clasifican según la cantidad de puertos (entradas o salidas de aire) y la cantidad de posiciones de control que poseen. Por ejemplo, una válvula 3/2 tiene 3 orificios o puertos y permite dos posiciones diferentes.

- 3 = Número de Puertos
- 2 = Número de Posiciones

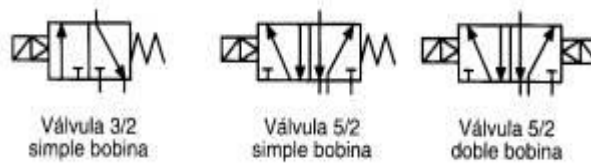


Figura: 1.5 Símbolos de válvulas eléctricas

Al conectar el imán, el núcleo (inducido) es atraído hacia arriba venciendo la resistencia del muelle. Se unen los empalmes P y A. El núcleo obtura, con su parte trasera, la salida R. Al desconectar el electroimán, el muelle empuja al núcleo hasta su asiento inferior y cierra el paso de P hacia A. El aire de la tubería de trabajo A puede escapar entonces hacia R. Esta válvula tiene solapo; el tiempo de conexión es muy corto.

Para reducir al mínimo el tamaño de los electroimanes, se utilizan válvulas de mando indirecto, que se componen de dos válvulas: Una válvula electromagnética de servopilotaje de diámetro nominal pequeño y una válvula principal, de mando neumático.

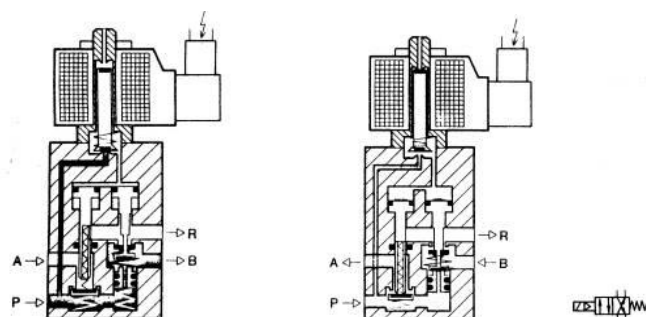


Figura: 1.6 Válvula distribuidora 4/2 (válvula electromagnética y de mando indirecto)

1.2.2 Funcionamiento

El conducto de alimentación P de la válvula principal tiene una derivación interna hacia el asiento de la válvula de mando indirecto. Un muelle empuja el núcleo contra el asiento de esta válvula. Al excitar el electroimán, el núcleo es atraído, y el aire fluye hacia el émbolo de mando de la válvula principal, empujándolo hacia abajo y levantando los discos de válvula de su asiento. Primeramente se cierra la unión entre P y R (la válvula no tiene solapo). Entonces, el aire puede fluir de P hacia A y escapar de B hacia R.

Al desconectar el electroimán, el muelle empuja el núcleo hasta su asiento y corta el paso del aire de mando. Los émbolos de mando en la válvula principal son empujados a su posición inicial por los muelles.

1.2.3 Estado de las electroválvulas

Una electroválvula tiene dos estados:

(a) Inactivado

La lumbrera A es ventilada a través de la lumbrera R y la lumbrera P es bloqueada.

(b) Activado

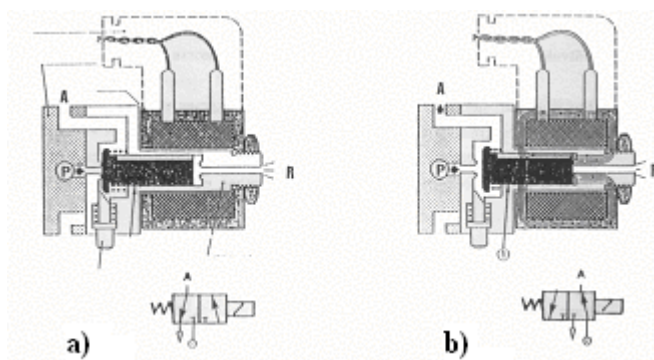


Figura: 1.7 Estado de las Electroválvulas

El Solenoide es energizado tirando del pistón (en el medio) hacia la derecha, comprimiendo el resorte. En este estado, el aire de la lumbrera P pasa al puerto A y la lumbrera de alivio R es bloqueada.

1.3 TIPOS DE ELECTROVÁLVULAS

1.3.1 Según su función:

Las válvulas pueden cumplir diferentes funciones dentro de la cadena de mando de una instalación neumática. Así pueden comportarse como:

- Emisores de señal; detectar la posición de los vástagos de los cilindros.
- Órganos de control o mando; Proporcionan el pilotaje neumático para la permutación de otras válvulas.
- Órgano de regulación; distribuye en el aire a los actuadores o elementos de trabajo.

1.3.2 Según su accionamiento:

El tipo de accionamiento es importante ya que según sea este se podrá usar como emisión de señal, órgano de mando u órgano de regulación. La primera clasificación se efectuará entre mando directo y mando indirecto.

En el mando directo, el órgano de mando está en la misma válvula, tal es el caso de los mandos manuales y mecánicos.

En el mando indirecto el órgano está separado de la válvula, tal es el caso cuando el mando es neumático o eléctrico.

Otra clasificación se puede establecer entre válvulas con posición de reposo y las biestables. La primera dispone de una posición preferente que se adopta cuando se deja de actuar sobre el mando. Por lo general se obtiene esta posición a través de resortes internos, representados gráficamente por muelles.

Las válvulas biestables son las que tienen un estado hasta que no sea nula la señal de mando que la activó y se active la señal de mando de otra posición de la válvula.

La clasificación más determinante se establece según la fuente de energía que active la componente de mando, pudiendo ser: manual, neumática y eléctrica.

1.3.2.1 Válvulas de accionamiento Manual

El mando está supeditado a la acción voluntaria del operador.

1.3.2.2 Válvulas de accionamiento Mecánico

Se activan por un mecanismo en movimiento. Se suelen usar como captadores de señal.

1.3.2.3 Válvulas de accionamiento Neumático

En general, las válvulas con mando neumático se usan como órganos de regulación de los actuadores, por lo que precisan de válvulas menores que las pilotadas. Se realizan en asiento plano y corredera.

La fuerza necesaria para conmutar la válvula se obtiene del aire a presión ya sea utilizándolo directamente o por depresión.

Debe considerarse que el desplazamiento de la corredera solo es posible si se desaloja el aire del lado opuesto.

Existen con accionamiento neumático en ambos sentidos pero emplean el principio de presión diferencial, es decir, las secciones de la corredera que el aire emplea son diferentes, en cada lado, por lo que existe una menor fuerza en un sentido que el otro y, por tanto una posición preferente cuando en ambos pilotajes hay presión.

1.3.2.4 Válvulas de accionamiento Eléctrico

El principio de funcionamiento consiste en obtener la fuerza para desplazar la corredera a partir de un electroimán. La colocación de estas válvulas en las instalaciones neumáticas, implican la instalación de un circuito eléctrico que las active.

1.3.2.5 Servo válvulas

Son válvulas que están integradas por dos unidades: Una válvula principal, cuyo *mando* queremos pilotar de forma cómoda.

La válvula secundaria para la conmutación de la válvula principal.

1.3.2.6 Válvulas de Bloqueo

Su misión es la cortar el paso del aire comprimido. Se construye de forma que la presión del aire actué sobre la pieza de bloqueo y así produzca el cierre. Se pueden considerar válvulas de bloqueo por su principio de funcionamiento, las siguientes:

- *Válvulas Antiretorno.* Tiene por misión cerrar por completo el paso en un sentido y lo deja libre en el contrario.

- *Válvulas selectoras de Circuito.* Esta válvula cumple la función lógica “O” en los circuitos neumáticos. Tiene dos entradas y una salida. El bloqueo siempre se realiza sobre la una entrada con menor presión es decir, basta que existe presión en alguna entrada, tendremos presión en la salida. Se suelen utilizar para el mando de varios puntos de una válvula.

- *Válvulas de simultaneidad.* Esta válvula cumple la función lógica “Y” en los circuitos neumáticos posee dos entradas y una salida. Para que exista señal a la salida, debe haber presión necesaria en las dos entradas.

- *Válvula Estranguladora Unidireccional.* Válvula cuya regulación de caudal solo actúa en un sentido de flujo, teniendo libre el paso del aire en sentido contrario.

Este tipo de válvula de bloqueo tiene características de funcionamiento de la válvula de flujo. Se suelen utilizar para la regulación de la velocidad de los cilindros neumáticos.

- *Válvulas reguladoras de Flujo o Caudal.* Son válvulas que ajustan el caudal circulante a un valor fijo o variable. Existen dos tipos de válvulas de flujo:

- *Válvula Estrangulador.* Actúan sobre el caudal en cualquiera de los dos sentidos de flujo.

- *Válvula Estranguladora Unidireccional.* Actúa sobre el caudal en un solo sentido de flujo.

- *Válvula Reguladora de Presión.* Son válvulas que regulan la presión del aire en circulación, controlando desde un valor nulo hasta el máximo valor de alimentación. Existen distintos tipos de válvulas reguladoras de presión , distinguiéndose por la función que cumplen en el circuito las siguientes:

- *Válvulas limitadoras de Presión o Seguridad.* Está válvula impide que la presión de un sistema sea mayor que la fijada previamente. Si se sobrepasa la presión máxima regulada se abre la conexión con la atmósfera, reduciéndose la presión sobre un valor regulado.

- *Válvulas de secuencia.* Su principio de funcionamiento es el mismo que la válvula limitadora, La diferencia está en que el escape se conecta a una vía de utilización.

- *Válvula reguladora de presión o reducto.* Estas válvulas basan su funcionamiento en una membrana cuyo movimiento se encarga de regular la presión deseada, siendo la presión menor que la de

entrada. Esta válvula regula la presión de trabajo a un valor predeterminado y constante.

1.3.2.7 Válvula distribuidora 3/2, Servopilotada (principio de junta de disco)

Para que las fuerzas de accionamiento no sean grandes, las válvulas de mando mecánico se equipan también con válvulas de servopilotaje.

La fuerza de accionamiento de una válvula es decisiva para el caso de aplicación. En la válvula descrita de 1/8", con 600 kPa (6 bar), es de 1,8 N (180 p), aproximado.

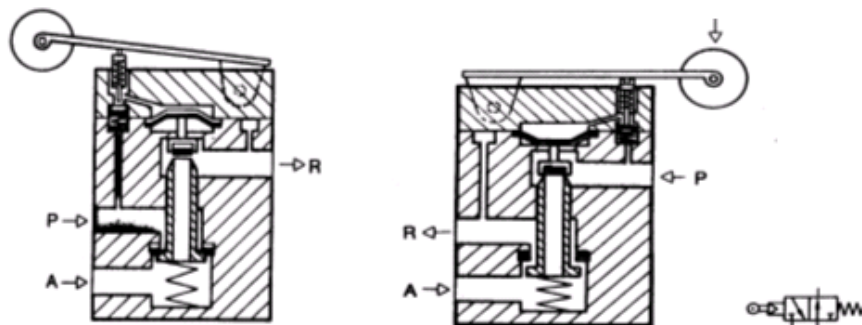


Figura: 1.8 Válvula distribuidora 3/2 (cerrada en posición de reposo)

▪ **Funcionamiento:**

La válvula de servopilotaje está unida al empalme de presión (P) por medio de un taladro pequeño, cuando se acciona el rodillo, se abre la válvula de servopilotaje. El aire comprimido circula hacia la membrana y hace descender el platillo de válvula.

La inversión se realiza en dos fases:

En primer lugar se cierra el conducto de A hacia R, y luego se abre el P hacia A. La válvula se reposiciona al soltar el rodillo. Se cierra el paso de la tubería de presión hacia la membrana y se purga de aire. El muelle hace regresar el émbolo de mando de la válvula principal a su posición inicial.

Este tipo de válvula puede emplearse opcionalmente como válvula normalmente abierta o normalmente cerrada. Para ello sólo hay que permutar los empalmes P y R e invertir el cabezal de accionamiento 180°.

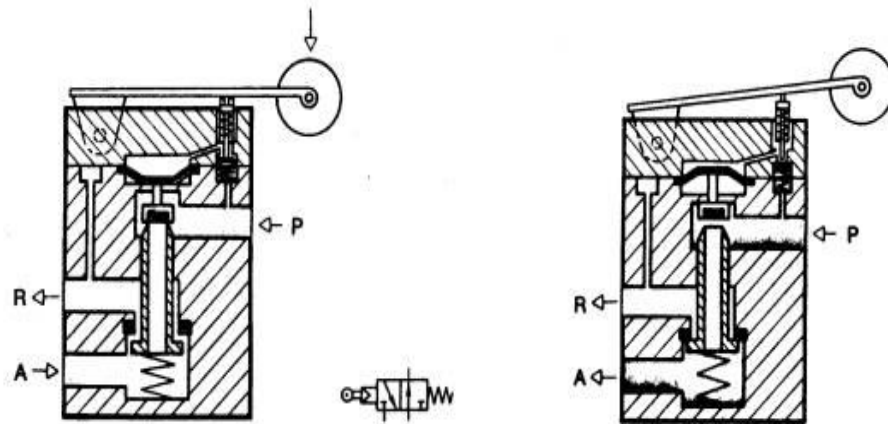


Figura: 1.9 Válvula distribuidora 3/2 (abierta en posición de reposo)

En la válvula distribuidora 4/2 servopilotada, a través de la válvula de servopilotaje reciben aire comprimido dos membranas, y dos émbolos de mando unen los diversos empalmes. La fuerza de accionamiento no varía; es también de 1,8 N (180p).

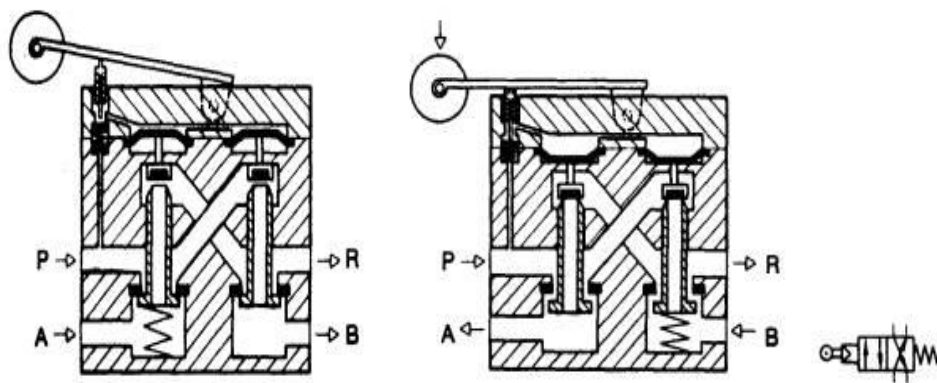


Figura: 1.10 Válvula distribuidora 4/2 (servopilotada)

1.3.2.8 Válvulas de corredera

En estas válvulas, los diversos orificios se unen o cierran por medio de una corredera de émbolo, una corredera plana de émbolo o una corredera giratoria.

1.3.2.9 Válvula de corredera longitudinal

El elemento de mando de esta válvula es un émbolo que realiza un desplazamiento longitudinal y une o separa al mismo tiempo los correspondientes conductos. La fuerza de accionamiento es reducida, porque no hay que vencer una resistencia de presión de aire o de muelle (como en el principio de bola o de junta de disco). Las válvulas de corredera longitudinal pueden accionarse manualmente o mediante medios mecánicos, eléctricos o neumáticos. Estos tipos de accionamiento también pueden emplearse para reposicionar la válvula a su posición inicial. La carrera es mucho mayor que en las válvulas de asiento plano.

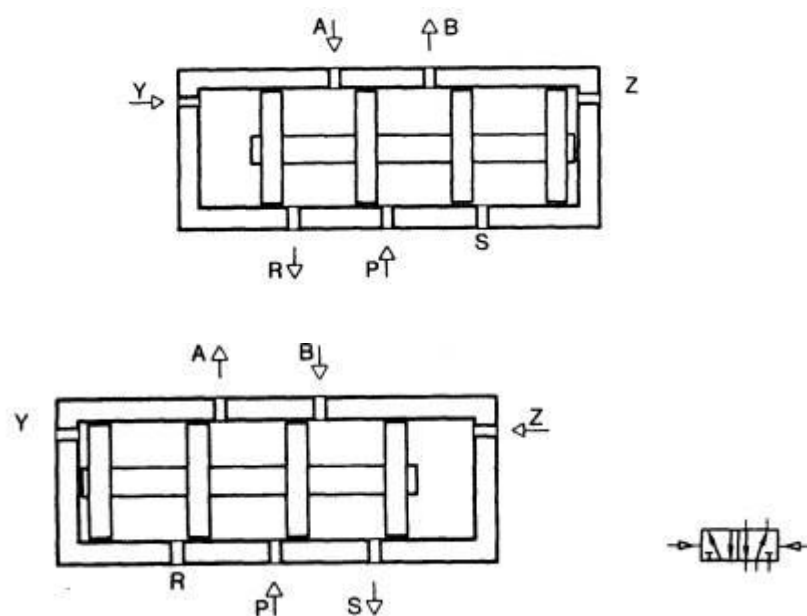


Figura: 1.11: Válvula distribuidora 5/2 (principio de corredera longitudinal)

La figura 1.11 muestra una válvula sencilla de corredera longitudinal manual. Al desplazar el casquillo se unen los conductos de P hacia A y de A

hacia R. Esta válvula, de concepción muy simple se emplea como válvula de cierre (válvula principal) delante de los equipos neumáticos.

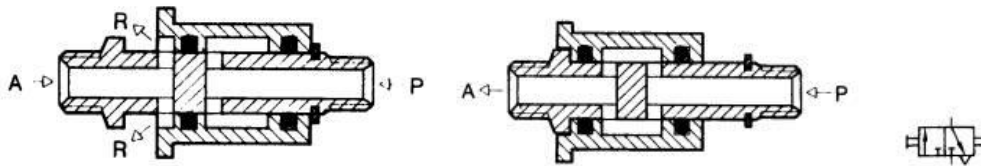


Figura: 1.12 Válvula de corredera longitudinal manual (válvula distribuidora 3/2)

1.3.2.10 Válvula de corredera y cursor lateral

En esta válvula, un émbolo de mando se hace cargo de la función de inversión. Los conductos se unen o separan pero, por medio de una corredera plana adicional. La estanqueización sigue siendo buena aunque la corredera plana se desgaste, puesto que se reajusta automáticamente por el efecto de aire comprimido y de muelle incorporado. En el émbolo de mando mismo, hay anillos toroidales que hermetizan las cámaras de aire. Estas juntas no se deslizan nunca por encima de los orificios pequeños.

La válvula representada en la figura 1.13 es una válvula distribuidora 4/2 (según el principio de corredera y cursor lateral). Se invierte por efecto directo de aire comprimido. Al recibir el émbolo de mando aire comprimido del empalme de mando Y, une el conducto P con B, y el aire de la tubería A escapa hacia R. Si el aire comprimido viene del orificio de pilotaje Z, se une P con A, y el aire de B escapa por R. Al desaparecer el aire comprimido de la tubería de mando, el émbolo permanece en la posición en que se encuentra momentáneamente, hasta recibir otra señal del otro lado.

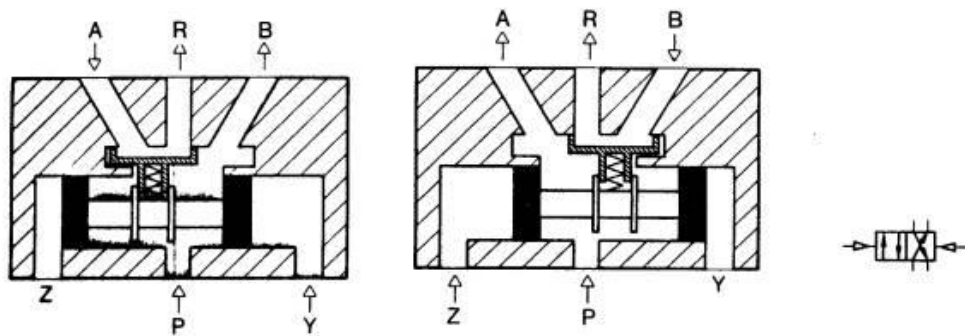


Figura: 1.13 Válvula de corredera y cursor lateral (válvula distribuidora 4/2). Inversión por efecto de presión.

En la figura 1.13 podemos apreciar la simbología utilizada para representar los diferentes tipos de válvulas eléctricas. Veamos el significado de las letras utilizadas en los esquemas, figura :

- P (Presión). Puerto de alimentación de aire
- R, S, etc. Puertos para evacuación del aire
- A, B, etc. Puertos de trabajo
- Z, Y, etc. Puertos de monitoreo y control

1.3.2.11 Válvula distribuidora 5/2, servopilotada (principio de junta de disco)

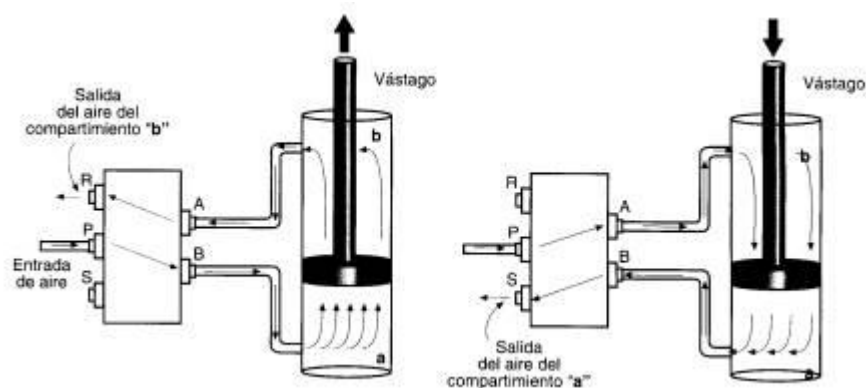


Figura: 1.14 Rutas del fluido con una válvula de 5/2.

Se puede observar que este tipo de válvulas es apta para cilindros de doble efecto.

En la figura 1.14 aparece la ruta que sigue el aire a presión con una válvula 5/2 y un cilindro de doble efecto. La mayoría de las electroválvulas tienen un sistema de accionamiento manual con el cual se pueden activar sin necesidad de utilizar señales eléctricas. Esto se hace solamente en labores de mantenimiento, o simplemente para corroborar el buen funcionamiento de la válvula y del cilindro, así como para verificar la existencia del aire a presión.

1.3.2.12 Electroválvulas de doble solenoide.

Existen válvulas que poseen dos bobinas y cuyo funcionamiento es similar a los flip-flops electrónicos. Con este sistema, para que la válvula vaya de una posición a la otra basta con aplicar un pequeño pulso eléctrico a la bobina que está en la posición opuesta. Allí permanecerá sin importar que dicha bobina siga energizada y hasta que se aplique un pulso en la bobina contraria. La principal función en estos sistemas es la de "memorizar" una señal sin que el controlador esté obligado a tener permanentemente energizada la bobina.

1.3.2.13 Válvulas proporcionales.

Este tipo de válvulas regula la presión y el caudal a través de un conducto por medio de una señal eléctrica, que puede ser de corriente o de voltaje, figura 1.16. Su principal aplicación es el control de posición y de fuerza, ya que los movimientos son proporcionales y de precisión, lo que permite un manejo más exacto del paso de fluidos, en este caso del aire.

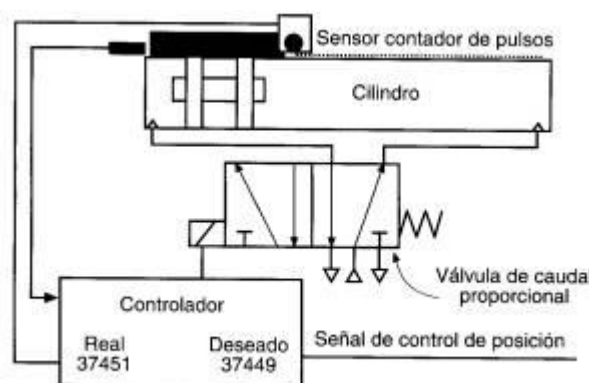


Figura: 1.15 Control de lazo cerrado con válvulas proporcionales.

Por medio de un dispositivo de procesamiento se puede ubicar un actuador en puntos muy precisos.

Por medio de una válvula proporcional podemos realizar un control de posición de lazo cerrado, figura 1.15, donde el actuador podría ser un cilindro, el sensor un sistema óptico que envía pulsos de acuerdo a la posición de dicho cilindro, y el controlador un procesador que gobierne el dispositivo en general. El número de impulsos se incrementa a medida que el pistón se desplaza a la derecha y disminuye cuando se mueve a la izquierda.

1.4 ARQUITECTURA

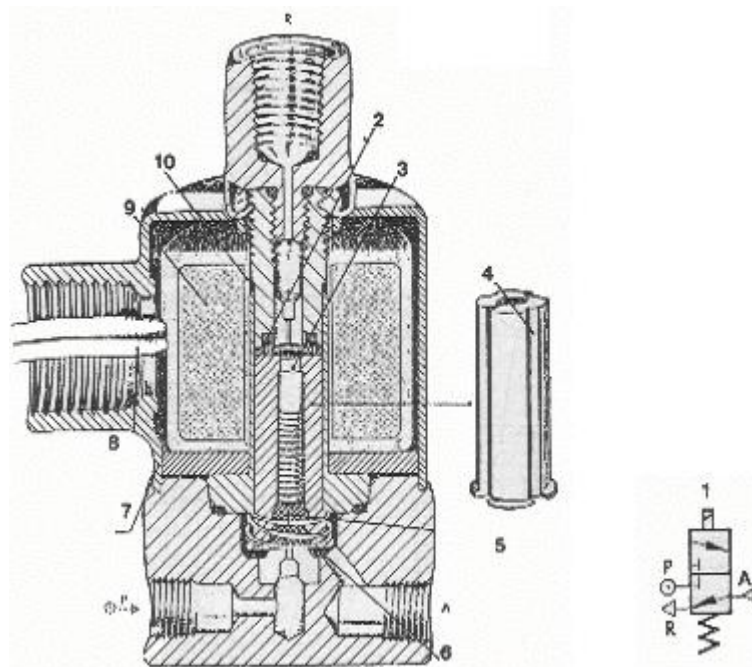


Figura:1.16 Arquitectura de una electroválvula.

- 1 Esquema estándar
- 2 Anillos de cobre para la orientación del campo magnético.
- 3 Empaquetadura para sello superior.
- 4 Carrete.
- 5 Empaquetadura para sello inferior.
- 6 Cámara interna.
- 7 Cubierta protectora contra chispas.

- 8 Conexión eléctrica.
- 9 Arrollamientos del Selenoide.
- 10 Tapa del Selenoide.

Las válvulas eléctricas o electroválvulas en general, se componen de:

1.4.1 Cuerpo

Es la parte que queda roscada a la tubería.

1.4.2 Tapa

Es la parte superior de la válvula. Normalmente se fija al cuerpo mediante tornillos o bien a rosca, dependiendo del fabricante. Puede llevar incorporado un accionamiento manual, para ser funcionar la válvula cuando no disponemos de energía eléctrica. Una cámara de agua la separa de la membrana. También puede tener un regulador de caudal. Este permite disminuir el flujo de agua que ha de pasar por la válvula.

1.4.3 Membrana

Es de un material flexible y hace por un juego de presiones en el interior de la válvula, permite el paso de agua cuando actúa el solenoide. También hace de junta entre la tapa y el cuerpo.

1.4.4 Muelle

Está situada entre la membrana y la tapa. Lógicamente no es visible al estar situado en el interior.

1.4.5 Solenoide

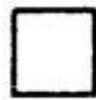
Es la pieza normalmente roscada en la tapa de la electroválvula y que permite su accionamiento eléctrico. Hay solenoides preparados para trabajar

a distintas tensiones, por lo general en riego y para zonas residenciales, es 24 voltios y corriente continua.

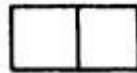
1.5 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS VÁLVULAS (SIMBOLOGÍA)

Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos; éstos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solamente indican su función.

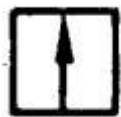
Las posiciones de las válvulas distribuidoras se representan por medio de cuadrados.



La cantidad de cuadrados yuxtapuestos indica la cantidad de posiciones de la válvula distribuidora.



El funcionamiento se representa esquemáticamente en el interior de las casillas (cuadros).



Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de circulación del fluido.

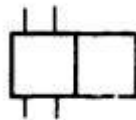


Las posiciones de cierre dentro de las casillas se representan mediante líneas transversales.

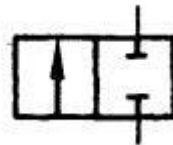


La unión de conductos o tuberías se representa mediante un punto.

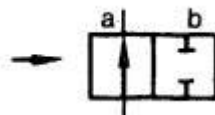
Las conexiones (entradas y salidas) se representan por medio de trazos unidos a la casilla que esquematiza la posición de reposo o inicial.



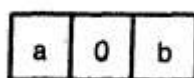
La otra posición se obtiene desplazando lateralmente los cuadrados, hasta que las conexiones coincidan.



Las posiciones pueden distinguirse por medio de letras minúsculas a, b, c y 0.



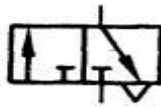
Válvula de 3 posiciones. Posición intermedia = Posición de reposo



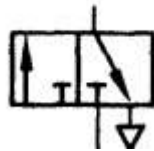
Por posición de reposo se entiende, en el caso de válvulas con dispositivo de reposición, por ejemplo, un muelle, aquella posición que las piezas móviles ocupan cuando la válvula no está conectada.

La posición inicial es la que tienen las piezas móviles de la válvula después del montaje de ésta, establecimiento de la presión y, en caso dado conexión de la tensión eléctrica. Es la posición por medio de la cual comienza el programa preestablecido.

Conductos de escape sin empalme de tubo (aire evacuado a la atmósfera). Triángulo directamente junto al símbolo.



Conductos de escape con empalme de tubo (aire evacuado a un punto de reunión). Triángulo ligeramente separado del símbolo.



Para evitar errores durante el montaje, los empalmes se identifican por medio de letras mayúsculas:

Como se rige a continuación:

- Tuberías o conductos de trabajo A, B, C.
- Empalme de energía P.
- Salida de escape R, S, T.
- Tuberías o conductos de pilotaje X, Y, Z.

1.6 ACTUADORES Y CILINDROS

1.6.1 Actuadores.

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

Existen tres tipos de actuadores:

- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicos. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren demasiado equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

Los actuadores eléctricos también son muy utilizados en los aparatos mecatrónicos, como por ejemplo, en los robots. Los servomotores CA sin escobillas se utilizarán en el futuro como actuadores de posicionamiento preciso debido a la demanda de funcionamiento sin tantas horas de mantenimiento.

Por todo esto es necesario conocer muy bien las características de cada actuador para utilizarlos correctamente de acuerdo a su aplicación específica.

1.6.2 Cilindros

1.6.2.1 Cilindros de simple efecto.

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita aire sólo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa.

El resorte incorporado se calcula de modo que haga regresar el émbolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande. En los cilindros de simple efecto con muelle incorporado, la longitud de éste limita la carrera. Por eso, estos cilindros no sobrepasan una carrera de unos 100 mm.

Se utilizan principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc.

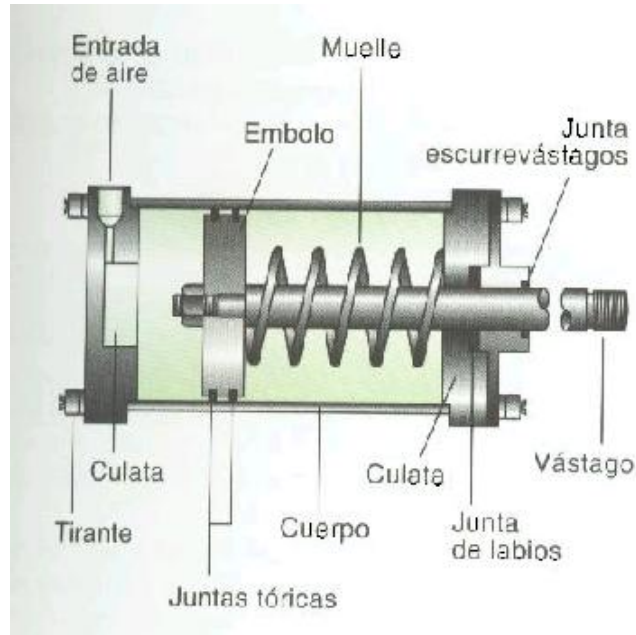


Figura: 1.17 Cilindro de simple efecto.

Simbología:

En la figura podemos ver los distintos símbolos según el tipo de cilindro.

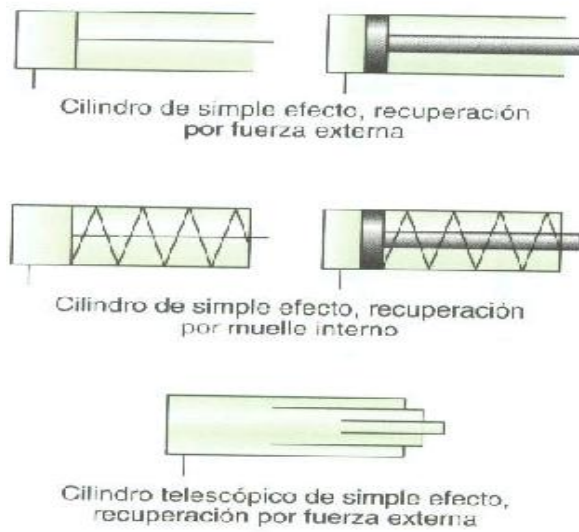


Figura 1.18 Símbolos CETOP de cilindros de simple efecto.

1.6.2.2 Cilindros de doble efecto.

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido. También en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas.

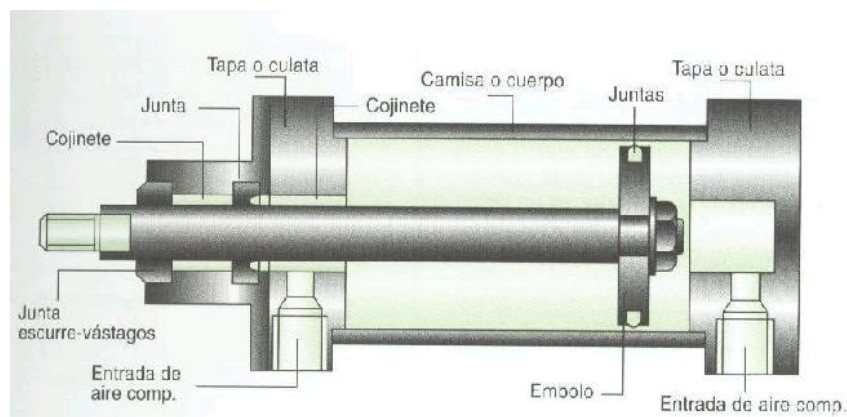


Figura: 1.19 Cilindro de doble efecto.

Simbología

Los símbolos reflejados a continuación corresponden a la construcción de diversos cilindros de doble efecto.

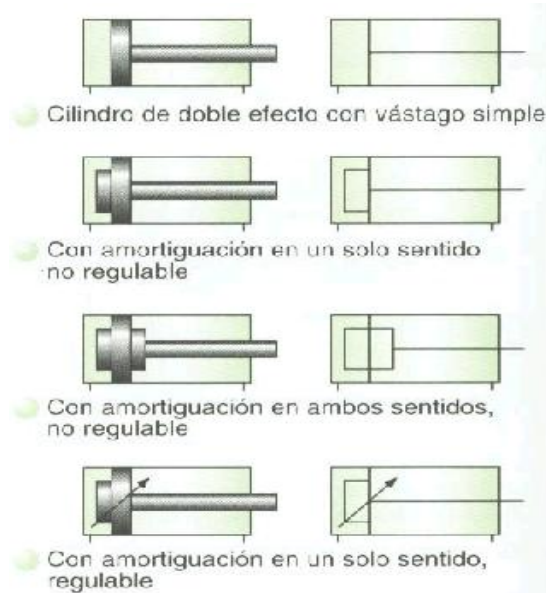


Figura: 1.20 Símbolos CETOP de cilindros de doble efecto.

1.7 DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

1.7.1 Finales de carrera eléctricos.

Estos son de dos tipos como se detalla a continuación:

- Normal
- Abatible.- Tiene la particularidad de activarse en un solo sentido de desplazamiento.

Finales de carrera magnética; (interruptores de lengüeta RED SWITCH); son contactos, están sellados en una ampolla de vidrio con atmósfera protegida. Al acercarse un imán, generándolo o deslizándole se activan los contactos.

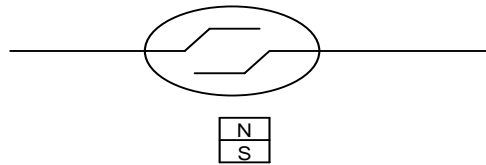


Figura: 1.21 Final de carrera magnética.

Finales de carrera Mercurio; tanto los electrodos como el mercurio se encuentran encerrados en un tubo de vidrio sellado con una atmósfera protegida. El mercurio se encuentra en uno de los extremos del tubo. Cuando el mercurio está en el extremo izquierdo, los contactos 1 y 2 están cerrados. Cuando va al lado derecho los contactos 3 y 4 están cerrados, el cambio de ubicación es por el movimiento del tubo.

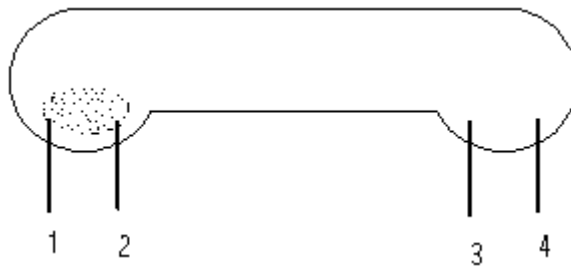


Figura: 1.22 Final de carrera de mercurio.

1.7.2 Relés.

Un relé es un conmutador eléctrico especializado que permite controlar un dispositivo de gran potencia mediante, (por ejemplo un motor); un dispositivo de potencia mucho menor, (el puerto paralelo es un caso). Un relé está formado por un electroimán y unos contactos conmutadores mecánicos que son impulsados por el electroimán (bobina). Éste requiere una corriente de sólo unos cientos de miliamperios generada por una tensión de sólo unos voltios, mientras que los contactos pueden estar sometidos a una tensión de cientos de voltios y soportar el paso de decenas de amperios. El conmutador del relé permite que con una corriente y tensión de alimentación pequeñas, se pueda controlar una corriente y tensión bastante mayores. Muchos

pequeños conmutadores y circuitos electrónicos no pueden soportar corrientes eléctricas elevadas (a menudo no más de 1 amperio).

1.7.2.1 Estructura de un Relé.

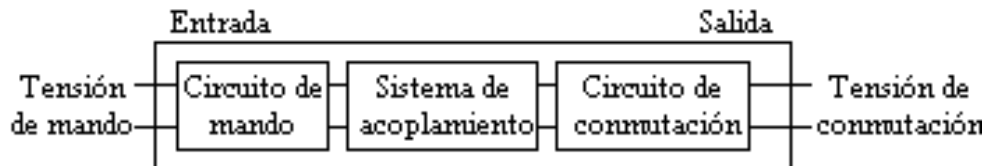


Figura: 1.23 Estructura de un Relé.

En general, podemos distinguir en el esquema general de un relé los siguientes bloques:

- Circuito de entrada, control o excitación.
- Circuito de acoplamiento.
- Circuito de salida, carga o maniobra, constituido por:
 - circuito excitador.
 - dispositivo conmutador de frecuencia.
 - protecciones.

1.7.2.2 Características Generales.

Las características generales de cualquier relé son:

- El aislamiento entre los terminales de entrada y de salida.
- Adaptación sencilla a la fuente de control.
- Posibilidad de soportar sobrecargas, tanto en el circuito de entrada como en el de salida.
- Las dos posiciones de trabajo en los bornes de salida de un relé se caracterizan por:
 - En estado abierto, alta impedancia.
 - En estado cerrado, baja impedancia.

Para los relés de estado sólido se pueden añadir:

- Gran número de conmutaciones y larga vida útil.
- Conexión en el paso de tensión por cero, desconexión en el paso de intensidad por cero.
- Ausencia de ruido mecánico de conmutación.
- Escasa potencia de mando, compatible con TTL y MOS.
- Insensibilidad a las sacudidas y a los golpes.
- Cerrado a las influencias exteriores por un recubrimiento plástico.

1.7.2.3 Relé Normal.

Consiste en una bobina electromagnética, un núcleo fijo, un núcleo móvil y un núcleo de contactos eléctricos aislados unos de otros que son directamente operados por el movimiento de un núcleo móvil.

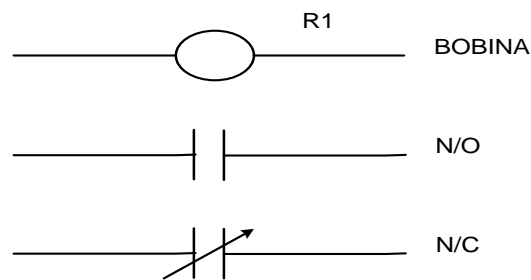


Figura: 1.24 Relé normal.

1.7.2.4 Relé de Enganche.

Es un relé normal con la adición de un dispositivo mecánico de enganche.

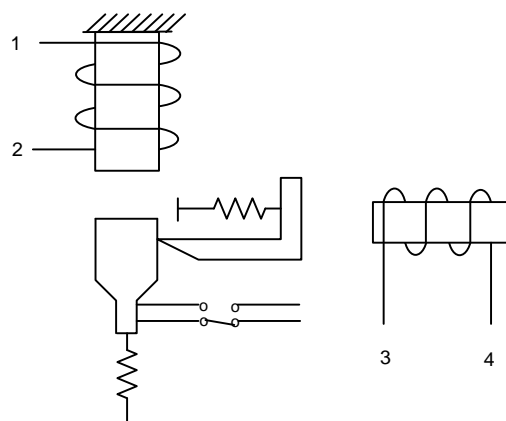


Figura: 1.24 Relé de enganche.

Funcionamiento del Relé de enganche:

- Se activa con la señal 1 y 2.
- Se desactiva con la señal 3 y 4.

1.7.2.5 Relé Activado y Desactivado por señal

El símbolo es el regular con el agregado (+, -).

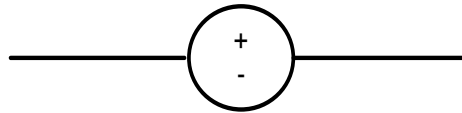


Figura: 1.25 Relé activado y desactivado por señal.

El primer pulso activa el relé causando el enganche mecánico, el segundo pulso lo libera.

1.7.2.6 Relé de Retardo

Existen los siguientes tipos:

- ON – Delay
- OFF – Delay

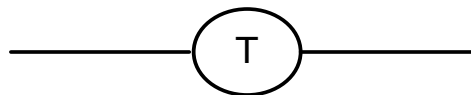


Figura:1.26 Relé de retardo.

1.7.2.6.1 Relé ON - Delay.

Este tipo de relés tienen retardo a la activación. Dispone de una bobina y contactos; por lo general estos relés traen un contacto abierto y un cerrado. Su funcionamiento se indica en los siguientes diagramas:

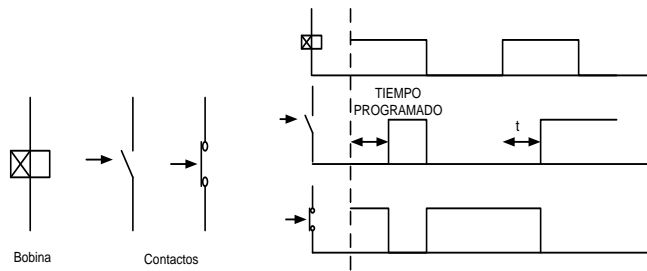


Figura:1.27 Relé ON - Delay.

1.7.2.6.2 Relé OFF – Delay.

En este tipo de relé, una de las características principales es que tiene un retardo a la desactivación, se utiliza solamente en casos especiales, son difíciles de conseguir y son más costosos. Su funcionamiento se indica en los siguientes diagramas:

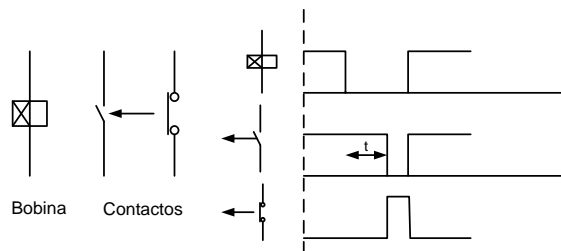


Figura: 1.28 Relé OFF – Delay.

1.7.2.7 Relé tipo Reed Switch o de Lengüeta

Formados por una ampolla de vidrio, en cuyo interior están situados los contactos (pueden ser múltiples), montados sobre delgadas láminas metálicas. Dichos contactos se cierran por medio de la excitación de una bobina, que está situada alrededor de dicha ampolla. Sus contactos pueden aceptar corrientes de 1 a 5 amperios.

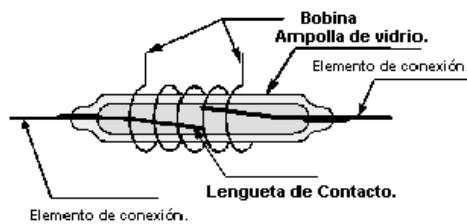


Figura:1.29 Relé de lengüeta.

1.7.3 Sensores

1.7.3.1 Detectores de proximidad

Son los más utilizados en el entorno industrial, por contacto físico y proximidad. Los detectores de proximidad son útiles en muchas aplicaciones en donde se requieren características tales como la velocidad, estar libre de mantenimiento y ser resistentes al desgaste por rozamiento lo cual limita la velocidad de operación y el tiempo de vida útil.

Otras características:

- Pueden instalarse en cualquier posición
- Vida independiente
- Protegidos contra la humedad
- Elevada resistencia a productos químicos

Tipos de detectores de proximidad:

1.7.3.2 Inductivos

Su sensibilidad es elevada, no pueden detectar objetos no metálicos como plástico, cristal, etc.

1.7.3.3 Capacitivo

Consta de un electrodo situado en el extremo del detector conectado a un circuito oscilador, el cual, a su vez, forma parte de un bucle de realimentación positiva dentro de dicho circuito oscilador; la otra placa de este condensador variable la constituye, o bien el propio objeto a detectar, el cual deberá estar previamente conectado a masa, o bien una placa de masa independiente, ante la que se interprete el objeto.

1.7.3.4 Magnético

Incorpora un sensor magnético, generalmente un relé en cuya cúpula hermética los dos electrodos de contacto hacen de material ferromagnético.

Elección: La elección de la frecuencia de trabajo desempeña un importante papel en la determinación de la distancia de funcionamiento. Los detectores trabajan a un nivel de potencia muy bajo y no pueden alterar el ambiente.

Sensibilidad: La distancia entre el sensor y el objeto a detectar debe realizarse cuando el objeto tenga una constante dieléctrica baja.

1.7.3.5 Detectores fotoeléctricos

PARAMETROS LIGADOS AL OBJETO

Alcance útil **S**: Distancia máxima recomendada para un sistema dado teniendo en cuenta los diversos factores de entorno y de su margen de seguridad.

Reflector: Accesorio utilizado en el sistema reflex. Se compone de una multitud de triados trirectángulos de reflexión total cuya propiedad es reflejar todo rayo incidente en la misma dirección.

Frecuencia de comunicación: La frecuencia de comunicación indica en las características de los productos se determina según el método al lado.

Campo de funcionamiento: para asegurar una detección segura del móvil en los casos extremos, las distancias emisor-receptor, aparato-reflector, aparato objeto a detectar, deben ser respectivamente inferiores o iguales al alcance útil.

CAPITULO II

CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC´s)

INTRODUCCIÓN

Las fábricas automatizadas deben proporcionar en sus sistemas, alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad. Una de las bases principales de tales fábricas es un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable (PLC). Este dispositivo fue inicialmente introducido en 1970 y fue evolucionando con nuevos componentes electrónicos, tales como:

Microprocesadores de alta velocidad, agregándole funciones especiales para el control de procesos más complejos. Hoy los Controladores Programables son diseñados usando lo último en diseño de Microprocesadores y circuitería electrónica lo cual proporciona una mayor confiabilidad en su operación en aplicaciones industriales donde existen peligros debido al medio ambiente, alta repetibilidad, altas temperaturas, ruido ambiente o eléctrico, suministro de potencia eléctrica no confiable, vibraciones mecánicas, etc.

De una manera general podemos definir al controlador lógico programable como toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. Su programación y manejo pueden ser realizados por personal con conocimientos eléctricos o electrónicos, sin previos conocimientos sobre informática. Los Controladores Lógicos Programables, (PLC´s, Programmable Logic Controller) nacieron a finales de la década de los 60s y principios de los 70s. Las industrias que propiciaron este desarrollo fueron las automotrices. Ellas usaban sistemas industriales basadas en relevadores (relés), en sus sistemas de manufactura. Buscando reducir los costos de los sistemas de control, la General Motors preparó en 1968 ciertas especificaciones detallando un "**Controlador Lógico Programable**". Estas especificaciones definían un sistema de control por relevadores que podían

ser asociados no solamente a la industria automotriz, sino prácticamente a cualquier industria de manufactura. Estas especificaciones interesaron a ciertas compañías tales como GEFanuc, Reliance Electric, MODICON, Digital Equipment Co., de tal forma que el resultado de su trabajo se convirtió en lo que hoy se conoce como Controlador Lógico Programable.

Los PLC's surgen como equipos electrónicos sustitutos de los sistemas de control basados en relevadores, que se hacían más complejos lo que arrojaba ciertas dificultades en cuanto a la instalación de los mismos.

Los altos costos de operación y mantenimiento y la poca flexibilidad y confiabilidad de los equipos como así también el costo excesivo, impulsaron el desarrollo de los nuevos autómatas.

Los primeros PLC's se usaron solamente como reemplazo de relevadores, es decir, su capacidad se reducía exclusivamente al control On-Off (de dos posiciones) en máquinas y procesos industriales. De hecho todavía se siguen usando en muchos casos como tales. La gran diferencia con los controles por relevador fue su facilidad de instalación, ocupan menor espacio, costo reducido, y proporcionan autodiagnósticos sencillos. En la década de los 70s con el avance de la electrónica, la tecnología de los microprocesadores agregó facilidad e inteligencia adicional a los PLC's generando un gran avance y permitiendo un notorio incremento en la capacidad de interfase con el operador, ampliación de datos, uso de términos de video, desarrollo de programas, etc. De a poco se fue mejorando la idea inicial de los PLC's convirtiéndose en lo que ahora son, Sistemas Electrónicos Versátiles y Flexibles. El Control Lógico Programable es ideal para ser operado en condiciones críticas industriales, ya que fue diseñado y concebido para su uso en el medio ambiente industrial.

Los PLC's ofrecen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control tales como relés, temporizadores electrónicos, contadores y controles mecánicos como del tipo tambor.

Cuando se decidió implementar un sistema diferente para mejorar el desempeño industrial de una empresa, los ingenieros de la General Motors pensaron que dicho dispositivo debería reunir las siguientes cualidades:

1. El dispositivo de control debería ser fácil y rápidamente programable por el usuario con un mínimo de interrupción.
2. Todos los componentes del sistema deberían ser capaces de operar en plantas industriales sin un especial equipo de soporte, de hardware o de ambiente.
3. El sistema tenía que ser de fácil mantenimiento y reparación. Tenía que incluir indicadores de status para facilitar las reparaciones y la búsqueda de errores.
4. El sistema tenía que ser pequeño y debía consumir menor potencia que los sistemas de control por relevadores.
5. Tenía que ser capaz de comunicarse con un sistema central de datos para propósitos de monitoreo
6. Las señales de salida tenían que poder manejar arranques de motores válvulas solenoides que operan con la tensión de red de C.A.
7. Debía ser competitivo en costo de venta e instalación, respecto de los sistemas en base a relevadores.

Los PLC's actuales no solamente cumplen estos requisitos si no que lo superan. El PLC actual es una computadora de propósito específico que proporciona una alternativa más flexible y funcional para los sistemas de control industriales.

Es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales

implementan funciones específicas tales como: lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada/salida digitales y analógicas, varios tipos de máquinas o procesos. Una computadora digital que es usada para ejecutar las funciones de un controlador programable, se puede considerar bajo este rubro, se excluyen los controles secuenciales mecánicos.

2.1 DEFINICION DE PLC

“Es un aparato digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, que permite la implementación de funciones específicas (tales como: lógica, secuencias, temporizados, conteos, aritmética) con el objeto de controlar máquinas y procesos”.

Un autómatas programable industrial (API) o Programmable logic controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Al PLC también se le puede definir como una "caja negra" en la que existen terminales de entrada a los que se conectarán pulsadores, finales de carrera, fotoceldas, detectores, etc., terminales de salida a los que se le conectarán bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas, etc., de tal forma que la actuación de esos últimos están en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

La tarea del usuario se reduce a realizar el "programa" que no es más que la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir

para activar cada salida. De esta manera, los PLC's deben incluir algún tipo de dispositivo lógico programable.

2.1.1 Ventajas y Desventajas de los PLC's.

Entre la ventajas del uso de los PLC's tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómeta.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

Si el autómeta queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

En cuanto a las desventajas, sólo podemos mencionar la necesidad de adiestramiento de personal y su "posible" costo elevado.

2.1.2 Usos de los PLC's.

Sus reducidas dimensiones, la facilidad de su montaje e implementación, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficiencia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se reducen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalación de procesos complejos y amplios.

- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso se pueden encontrar PLC´s fácilmente en:
- Maquinaria industrial del mueble y la madera.
- Maquinaria en proceso de arena y cemento.
- Maquinaria en la industria del plástico.
- Máquinas herramientas complejas.
- Máquinas de transferencia.
- Instalaciones de aire acondicionado y calefacción.
- Instalaciones de seguridad.
- Instalaciones de almacenamiento y transporte.
- Instalaciones de plantas embotelladoras.
- Instalaciones en la industria automotriz.
- Instalación de tratamientos térmicos.
- Instalaciones de la industria azucarera.
- Instalaciones de la industria plástica.

2.2 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Se ha descrito el programa como el conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el autómatas a través de su unidad de programación, que le permiten ejecutar la secuencia de control deseada. Al conjunto total de estas instrucciones, órdenes y símbolos que están disponibles se le llama lenguaje de programación del autómatas.

Sería deseable que la misma simbología utilizada para representar el sistema de control pudiera emplearse para programar el autómatas: el ahorro de tiempo y documentación y la seguridad en el programa obtenido serían considerables.

Sin embargo, esta solución no es siempre posible: El lenguaje depende del autómatas empleado y de su fabricante, que decide el tipo de unidad de programación (literal, gráfica) y el intérprete (firmware) que utiliza su máquina, mientras que el modelo de representación depende del usuario, que lo elige según sus necesidades o conocimientos.

Pese a ello, los lenguajes de programación de autómatas intentan ser lo más parecidos posibles a los modelos de presentación usuales. Los lenguajes pueden ser:

- Algebraicos.
- Lenguajes booleanos.
- Lenguajes de instrucciones.
- Lenguajes de alto nivel.
- Gráficos.
- Diagrama de contactos.
- Diagrama de funciones - bloques.
- Grafcet.

Si la representación elegida para el sistema de control es comprensible por la unidad de programación, no será necesario realizar ninguna codificación, al aceptar ésta los símbolos utilizados. En caso contrario, habrá que traducirla a un programa, según uno de los anteriores lenguajes.

El programa obtenido está formado por un conjunto de instrucciones, sentencias, bloques funcionales y grafismo que indican las operaciones a realizar sucesivamente por el PLC.

La **instrucción** representa la tarea más elemental de un programa: leer una entrada, realizar una operación AND, activar una salida, etc.

La **sentencia** representa el mínimo conjunto de instrucciones que definen una tarea completa: encontrar el valor de una función lógica combinación de varias variables, consultar un conjunto de condiciones y, si son ciertas, activar un temporizador, etc.

El bloque **funcional** es el conjunto de instrucciones o sentencias que realizan una tarea o función compleja: contadores, registros de desplazamientos, transferencias de información, etc.

Todos estos elementos están relacionados entre sí mediante los símbolos o grafismos (algebraicos o gráficos) definidos en el lenguaje empleado.

En general, las instrucciones pueden ser de distintos tipos: lógicas, aritméticas, de transferencias, etc., que adoptan diferentes formas de representación según el lenguaje empleado.

En algunos autómatas, el programa necesita para su correcta ejecución de una tabla de parámetros, introducida también desde la unidad de programación, que define el entorno de funcionamiento de la máquina:

- uso o no de entradas de reset o stop,
- capacidad de la memoria de usuario empleada,
- conexión o no en red local,
- variables internas a mantener contra pérdidas de tensión, etc.

La tabla de parámetros es específica para cada programa y es grabada con el mismo, cuando se transfiere al autómata.

2.2.1 Lenguajes Booleanos y Lista de Instrucciones.

El lenguaje booleano está constituido por un conjunto de instrucciones que son transcripción literal de las funciones del álgebra de Boole, a saber:

- OR función suma lógica.
- AND función producto lógico.
- LOD leer variable inicial.
- OUT enviar resultado a salida.
- OR LOD coloca bloque en paralelo.
- AND LOD coloca bloque en serie.

En una operación normal el autómata utiliza algunas otras instrucciones del lenguaje booleano que le permiten manejar elemento de común automatización y que son las siguientes instrucciones secuenciales:

- TIM definir un temporizador.

- CNT definir un contador.
- SET activar una variable binaria (unidad de memoria).
- RST desactivar una variable binaria.

También existe otros tipos de instrucciones como las siguientes:

- DD sumar.
- BB restar.
- MUL multiplicar.
- DIV Dividir.
- CMP comparar variables digitales.
- FR rotaciones de bits (variables de binarias).
- HIFT rotaciones de palabras (variables digitales).
- MOV transferencias de datos.
- CD / BIN conversiones de códigos numéricos, etc.
- END fin de programa.
- JMP salto de bloque de programa.
- MCS habilitación de bloque de programa.
- JMPSUB salto a subrutina, etc.

Al lenguaje restante que no puede llamarse ya booleano después de ampliarlo con estas extensiones se le denomina de **lista de instrucciones** ("Instruction List").

Algunos fabricantes amplían las capacidades de programación de sus autómatas de gama baja con estas instrucciones avanzadas que serían de más lógica aplicación en autómatas de superiores prestaciones. El tiempo de ejecución resultante (tiempo de "scan") sobre CPU básicas desaconseja su empleo en la mayoría de las ocasiones.

2.2.2 Lenguajes de Alto Nivel.

Con CPU's cada vez más rápidas, más potentes y de mayor capacidad de tratamiento, los autómatas de gamas altas invaden aplicaciones hasta hace poco reservadas a los mini ordenadores industriales.

Para estas aplicaciones, los lenguajes tradicionales en lista de instrucciones (IL) o diagrama de contacto (LD) resultan ya insuficientes, aun mejorados con las expansiones comentadas en apartados anteriores.

Por esta razón, los fabricantes han desarrollado lenguajes de programación próximos a la informática tradicional, con sentencias literales que equivalen a secuencias completas de programación: son lenguajes de alto nivel.

En ellos las instrucciones son líneas de texto que utilizan palabras o símbolos reservados (SET, AND, FOR, etc.) Las operaciones se definen por los símbolos matemáticos habituales (+, *, <, etc.), y se dispone de funciones trigonométricas, logarítmicas y de manipulación de variables complejas (Cos, pi, real, img,).

Sin embargo, lo que distingue realmente estos lenguajes avanzados de las listas de instrucciones ampliadas son las tres características siguientes:

- Son lenguajes estructurados, donde es posible la programación por bloques o " procedimientos" , con definición de variables locales o globales.

Incluyen estructuras de cálculo repetitivo y condicional (10.18) tales como:

- FOR TO
- REPEAT UNTIL X
- WHILE X
- IFTHEN ELSE

Disponen de instrucciones de manipulación de cadenas de caracteres, muy útiles en aplicaciones de gestión, estadística, etc.

Dada su facilidad de manejo y su difusión a todos los niveles, el BASIC, convenientemente adaptado a las aplicaciones del autómatas, se con

como el lenguaje de alto nivel más extendido. Sin embargo, también se pueden encontrar intérpretes o compiladores de C, PASCAL, FORTRAN, etc., lo que permite resolver tareas de cálculo científico en alta resolución, clasificaciones de datos, estadísticas, etc., con total facilidad, y con acceso además a módulos y subrutinas específicos ya escritos en estos lenguajes y de uso general en aplicaciones informáticas.

Dado lo específico de su aplicación un programa escrito en alto nivel necesita para su edición de una unidad de programación avanzada o de un software de desarrollo de programas que corra sobre PC.

Adicionalmente, es frecuente que el empleo de estos lenguajes estructurados obligue además a utilizar no solo una unidad de programación tipo PC, sino incluso una CPU especial en el autómata (coprocesadora), capaz de interpretar y ejecutar las nuevas instrucciones.

En cualquier caso, los lenguajes de alto nivel son posibilidades adicionales al alcance del programador, que puede si así lo desea, utilizar solo las formas básicas de contactos / bloques o lista de instrucciones para escribir sus aplicaciones: en otras palabras, los lenguajes avanzados nunca constituyen el lenguaje básico de un autómata o familia de autómatas, papel que queda reservado a la lista de instrucciones o al diagrama de contactos.

Como se observa, una ventaja adicional del programa en alto nivel es que a él se puede transcribir, casi literalmente el diagrama de flujos que constituye la primera aproximación a la representación del sistema de control. Esta ventaja, que evita pasar a algún otro modelo o transcribir este inicial a otro lenguaje, supone sin duda un importante ahorro de tiempo en la puesta en marcha de la aplicación.

2.2.3 Grafcet.

El grafcet nació como resultado de los trabajos de la AFCET, iniciados en la década de los sesenta. Su significado es el de Gráfico Funcional de Control de Etapas y Transiciones.

En principio se pretendía satisfacer la necesidad de disponer de un método de descripción de procesos, con total independencia de la tecnología, mediante un gráfico funcional que pudiera ser interpretado por no especialistas en automatización. El gráfico funcional permite la forma de descripción del proceso para técnicos de distintos campos, desde el ingeniero de organización o de producción, que define las necesidades del automatismo, pasando por el de diseño, que debe implementar el sistema de control y los accionamientos, hasta el técnico de mantenimiento, que debe cuidar de su funcionamiento o introducir modificaciones en la fase de explotación.

En la actualidad, diversos autómatas programables incorporan algunas instrucciones de programación que permiten introducir directamente el grafo de GRAFCET. En otros casos se dispone de software capaz de compilar un grafo GRAFCET al lenguaje de la máquina, permitiendo en ambos una gran flexibilidad y rapidez de diseño con ventajas sustanciales en las fases de verificación, explotación o eventual modificación del automatismo. A pesar de ello no debe confundirse el GRAFCET con un lenguaje de programación.

El gráfico funcional complementado con los métodos del álgebra de Boole, permite ir más allá de la simple descripción e interpretación gráfica de un proceso y se ha convertido en una potente herramienta de diseño de sistemas lógicos, con unas reglas bastantes simples.

2.2.3.1 Diseño basado en Grafset.

Los principios que inspiraron la creación del GRAFCET y en los que se basa su aplicación son los siguientes:

- a) Debe caracterizarse el funcionamiento del automatismo con total independencia de los componentes con los que vaya a ser construido.
- b) El conjunto de un sistema automático se divide en dos partes: parte de control (PC) y parte operativa (PO). La parte de control comprende todo aquello que contribuye a la automatización del proceso.

- c) El elemento fundamental de un proceso es la " operación" (denominada etapa en el lenguaje de GRAFCET), entendiéndose como tal una acción realizada por el automatismo.
- d) Debe dividirse el proceso en macroetapas y estas en etapas más elementales, hasta conseguir que las acciones a realizar en cada una de ellas dependan solo de relaciones combinatorias entre entradas y salidas. Cada una de estas etapas elementales tendrá asociada una variable de estado.
- e) Establecer un gráfico de evolución que indique la secuencia de operaciones, secuencia de etapas y las condiciones lógicas para pasar de una a otra, (denominadas condiciones de transición en el lenguaje de GRAFCET). Como resultado de esta fase se obtienen las ecuaciones lógicas de las variables de estado y, por tanto, queda resuelta la parte secuencial del automatismo.
- f) Establecer para cada operación elemental (etapa) las relaciones lógicas entre entradas y salidas, utilizando eventualmente otras variables internas combinatorias.
- g) Finalmente, implementar el sistema utilizando tantos biestables como variables de estado y cableando o programando las relaciones lógicas obtenidas en las fases e y f.

A continuación se expone algunos equivalentes en GRAFCET de algunos bucles.

2.2.3.1.1 Gemma

Se ha insistido varias veces en que el desarrollo y explotación de sistemas automáticos de producción requiere el empleo de útiles metódicos, con un vocabulario preciso y una aproximación sistemática y guiada donde se reflejen punto por punto los procedimientos a emplear a modo de un "check list".

En lo que se refiere al GRAFCET es un útil adecuado para ello, pero es preciso partir de unas especificaciones precisas y prever posibles condiciones anómalas. En otras palabras, las especificaciones son la "materia prima" a partir de la cual construimos un proyecto. Unas especificaciones incorrectas o incompletas nos llevarán a un resultado final incorrecto. Es necesario, pues, un útil previo que nos permita generar unas especificaciones correctas, asegurando que no dejan situaciones imprevistas y no contienen incoherencias.

Uno de los intentos de creación de dicho útil ha sido llevado a cabo por un equipo de investigación impulsado en Francia por ADEPA y ha dado como resultado la creación del GEMMA. El GEMMA es un método para el estudio de las posibles situaciones de marcha y parada en que puede encontrarse la parte operativa (PO) de un proceso y las formas de evolucionar de unas a otras. Para ello se apoya en un útil gráfico que representa una serie de estados y muestra las posibles formas de evolución de unos a otros.

Programar un autómata consiste en introducirle una secuencia de órdenes (instrucciones) obtenidas desde un modelo de control, según una codificación determinada (lenguaje) que por su forma puede ser:

- Literal o de textos,
- Gráfica o de símbolos.

Cada instrucción del programa consta de dos partes: el código de operación, que define qué se debe hacer y código o códigos de los operandos (generalmente identificados por su disposición), que indican las constantes o variables con las que se debe operar. Los lenguajes literales están formados por secuencias de textos agrupados en instrucciones u órdenes elementales del programa.

Según la complejidad del lenguaje están disponibles instrucciones desde sencillas funciones booleanas (AND, OR, etc.) hasta estructuras complejas de programación en alto nivel (FOR NEXT, WHILE, ETC.),

pasando por instrucciones de acceso a bloques secuenciales (TIM, CNT, etc.) y de manipulación de texto y valores numéricos (ADD, MOV, MUL, etc.).

Los lenguajes gráficos, con origen en los esquemas eléctricos de relés y en los diagramas de la electrónica digital, utilizan símbolos de contactos / bobinas para representar las instrucciones básicas y símbolos de bloques lógicos para las extensiones al lenguaje, que extienden su potencia hasta la de los lenguajes literales de alto nivel. De esta forma permiten estructuras de programación tan complejas como aquellos, sin perder por ello la facilidad de comprensión y visión de conjunto que ofrece siempre la representación gráfica.

Así la automatización de procesos comunes (mando de máquinas, cadenas de producción, etc.) puede hacerse con diagramas de contactos o con listas de instrucciones, los dos lenguajes básicos para la mayoría de autómatas. De hecho, es tan frecuente el uso de uno u otro, que muchos fabricantes ya prevén en su software de programación sobre PC la posibilidad de transcodificación entre ellos, con operaciones sencillas de compilación / descompilación. De esta forma, el usuario puede trabajar con el lenguaje que prefiera y compilarlo, si fuera necesario, al que entiende su autómeta.

Para mandos complejos que necesiten realizar cálculos, manipular largas cadenas de caracteres o utilizar subrutinas o bloques de programación manufacturado (mando de ejes, regulación PID, etc.) puede ser necesario utilizar lenguajes literales de alto nivel, que permiten también, programar sentencias booleanas sencillas o manejar temporizadores y contadores como listas de instrucciones.

Utilizados originalmente de forma independiente unos de otros, la tendencia actual de los fabricantes pasa por la integración de las diferentes formas en un único lenguaje mixto, que combine la claridad de los lenguajes gráficos para las funciones combinacionales y secuenciales, con la potencia

y compacidad de los literales para el cálculo matemático y los tratamientos de textos.

Para ello se siguen los siguientes pasos:

- Potenciar los lenguajes gráficos permitiendo el uso de estructuras de programación avanzada (GRAFCET) y aumentando las instrucciones de expansión disponibles.
- Permitir la utilización de lenguajes literales dentro de un programa gráfico, bien incluyéndolos como líneas de instrucción dentro del programa, o editándolos como subrutinas de libre acceso desde él.
- Desarrollar herramientas de edición que permitan al usuario de definir sus propias sentencias, que podrá almacenar como bloques de expansión dentro de la librería disponible.

En general, y como conclusión, se espera una evolución de los lenguajes gráficos haciéndolos más potentes, más abiertos y más sencillos de manejar por el usuario, que, cada vez en mayor medida, podrá desarrollar sus aplicaciones sobre terminales de uso general tipo PC.

2.3 ESTRUCTURA DE UN PLC

Todos los PLC's comerciales poseen una estructura externa compacta en la que están todos los elementos (en un solo). Sin embargo, podemos decir que existen básicamente dos formas externas de presentación de los PLC's, una modular y la otra compacta. En cuanto a la estructura modular existen:

- Estructura americana: separa las E/S del resto del autómata.
- Estructura europea: cada módulo es una función (fuente de alimentación, CPU, E/S, etc.).

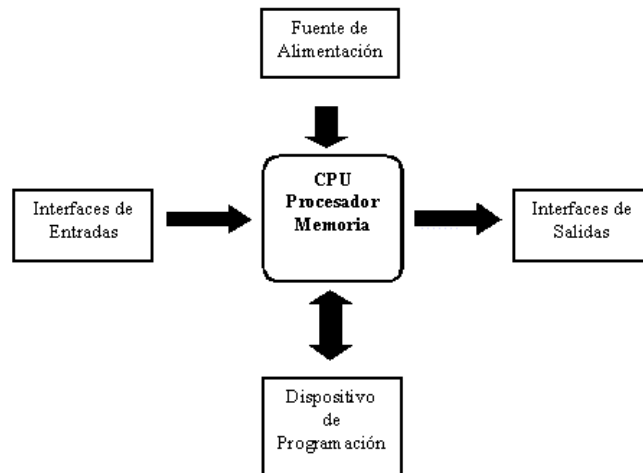


Figura: 2.1 Estructura de un Controlador Lógico Programable.

Los micro-PLC's suelen venir sin caja, en formato kit, ya que su empleo no es determinado y se suele incluir dentro de un conjunto más grande de control o dentro de la misma maquinaria que se debe controlar.

En la figura 2.1 se muestra el diagrama en bloques correspondiente a la estructura interna de un PLC típico, en él podemos ver lo siguiente: en la parte inferior del diagrama podemos observar la comunicación del PLC con el exterior, así tenemos Registros de entrada y salida de datos y puertas de expansión. A ellas se conectan las secciones de entrada y de salida.

Sección de entradas: se trata de líneas de entrada, las cuales pueden ser de tipo digital o analógico. En ambos casos se tienen rangos de tensión característicos, los cuales se encuentran en las hojas de características dadas por el fabricante. A estas líneas conectaremos los sensores, y las líneas de transmisión.

Sección de salidas: son una serie de líneas, que también pueden ser de carácter digital o analógico. A estas líneas conectaremos los actuadores.

Tanto las entradas como las salidas están aisladas de la CPU según el tipo de autómatas que utilicemos. Normalmente se suelen emplear opto acopladores en las entradas y relés/opto acopladores en las salidas. Un

elemento importante es el microprocesador que forma parte del “corazón” de la CPU.

La unidad central de proceso (CPU) se encarga de procesar el programa de usuario que le introduciremos. Para ello disponemos de diversas zonas de memoria, registros, e instrucciones de programa (parte superior del diagrama en bloques). Adicionalmente, en determinados modelos más avanzados, podemos disponer de funciones ya integradas en la CPU; como reguladores PID, control de posición, etc. Muchos equipos poseen una unidad de alimentación (algunas CPU la llevan incluida). También se dispone de una unidad o consola de programación que nos permitirá introducir, modificar y supervisar el programa de usuario. Los dispositivos periféricos, como nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de comunicación en red, etc., y las interfases facilitan la comunicación del autómatas mediante enlace serie con otros dispositivos (como un PC).

2.4 PARTES DE UN PLC

2.4.1 La Memoria

Dentro de la CPU disponemos de un área de memoria, la cual posee “varias secciones” encargadas de distintas funciones. Así tenemos:

Memoria del programa de usuario: aquí introduciremos el programa que el PLC va a ejecutar cíclicamente.

Memoria de la tabla de datos: es la zona encargada de atribuir las funciones específicas del programa.

Se suele subdividir en zonas según el tipo de datos (como marcas de memoria, temporizadores, contadores, etc.).

Memoria del sistema: aquí se encuentra el programa en código de máquina que monitoriza el sistema (programa del sistema o firmware). Este programa es ejecutado directamente por el microprocesador o microcontrolador que posea el PLC.

Memoria de almacenamiento: se trata de una memoria externa que empleamos para almacenar el programa de usuario, y en ciertos casos parte de la memoria de la tabla de datos. Suele ser de uno de los siguientes tipos: EPROM, EEPROM, o FLASH. Cada PLC divide su memoria de esta forma genérica, haciendo subdivisiones específicas según el modelo y fabricante.

2.4.2 CPU

La Unidad de proceso Central (CPU) es el corazón del PLC. Es la encargada de ejecutar el programa de usuario mediante el programa del sistema (es decir, el programa de usuario es interpretado por el programa del sistema). Sus funciones son vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no exceda un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo). A esta función se la suele denominar Watchdog (perro guardián). También se encarga de ejecutar el programa de usuario, crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas. Otra función es la de renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas obtenida al final del ciclo de ejecución del programa de usuario.

Por último, también se encarga de realizar el chequeo del sistema. Para ello el PLC posee un ciclo de trabajo, que ejecutará de forma continua .

2.4.3 Unidades de E/S (Entrada Salida).

Generalmente se dispone de dos tipos de E/S:

- Digital.
- Analógica.

Las E/S digitales se basan en el principio de todo o nada, es decir o no conducen señal alguna o poseen un nivel mínimo de tensión. Éstas E/S se manejan a nivel de bit dentro del programa de usuario. Las E/S analógicas pueden poseer cualquier valor dentro de un rango determinado especificado por el fabricante. Se basan en convertidores A/D y D/A aislados de la CPU (ópticamente o por etapa de potencia). Estas señales se manejan a nivel de byte o palabra (8/16 bits) dentro del programa de usuario. Las E/S son leídas y escritas dependiendo del modelo y del fabricante, es decir pueden estar incluidas sus imágenes dentro del área de memoria o ser manejadas a través de instrucciones específicas de E/S.

2.4.3 Interfaces

Todo PLC, salvo casos excepcionales, posee la virtud de poder comunicarse con otros dispositivos (como un PC). Lo normal es que posea una interfase serie del tipo RS-232 / RS- 422.

A través de esta línea se pueden manejar todas las características internas del controlador, incluida la programación del mismo, y suele emplearse para monitorización del proceso en otro lugar separado.

2.5 TIPOS DE PLC´s

2.5.1 PLC tipo Nano

Generalmente este PLC es de tipo compacto (Fuente, CPU e I/O integradas) que puede manejar un conjunto reducido de I/O, generalmente en un número inferior a 100.

Permiten manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.



Modicon TSX Nano

Configuration	10 - 48 I/O
Special Functions	Real time clock, 10kHz high speed counter, high speed inputs
I/O Type	10/16/24 I/O base units, 16 or 24 I/O expansions, 3 I/P and 1 O/P analog module
Communications	RS485, Modbus slave

Figura 2.2 PLC Tipo Nano.

2.5.2 PLC Compacto

Este tipo de autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.

Son los autómatas de gama baja o nano autómatas, los que suelen tener una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando. Algunos PLC's compactos permiten expandir entradas y/o salidas.

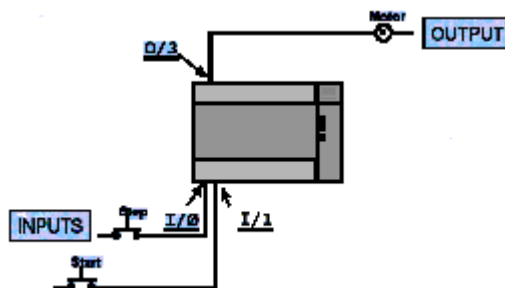


Figura: 2.3 Ejemplo PLC Compacto

Características de PLC compacto:

- Cantidad de E/S fijas.
- Ampliación por módulo fijo.
- Diferentes lenguajes.

2.6.2 Composición del PLC Relé Inteligente

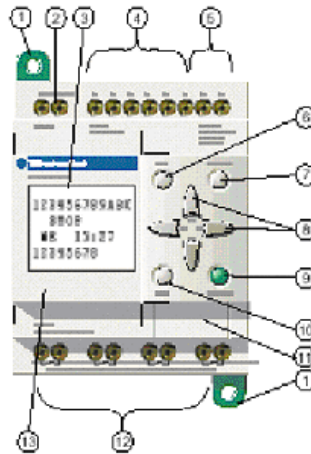


Figura: 2.4 Composición del relé inteligente

1. Patillas de fijación.
2. Alimentación 24 VCC en SR1----BD, 100/240 VCA en SR1----FU.
3. Pantalla LCD, 4 líneas 12 caracteres.
4. Regleta de terminales con tornillos de las entradas 24 VCC en SR1 BD 100/240 VCA en SR1----FU.
5. En SR1--- BD entradas analógicas 0 – 10 voltios utilizables en IOR 24 VCC.
6. Botón de suprimir.
7. Botón de inserción de línea.
8. Botones de navegación o después de configuración botones pulsadores.
9. Botón de selección y validación.
10. Botón de escape.
11. Emplazamiento memoria de archivo o cable de conexión a un PC.
12. Regleta de terminales salida relé.
13. Emplazamiento para etiqueta modificable.

Características del PLC Relé inteligente:

- 20 E/S digitales.
- Muy pequeño.
- Sólo funciones lógicas.
- Sin ampliaciones.
- Terminal incorporada.

2.5.4 PLC's modulares

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el autómata como puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S, etc. La sujeción de los mismos se hace por carril DIN, placa perforada o sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

- Cantidad de E/S variable.
- Posibilidades de ampliación.
- Tratamiento avanzado.

Son los autómatas de gama alta los que suelen tener una estructura modular, que permiten una gran flexibilidad en su constitución.

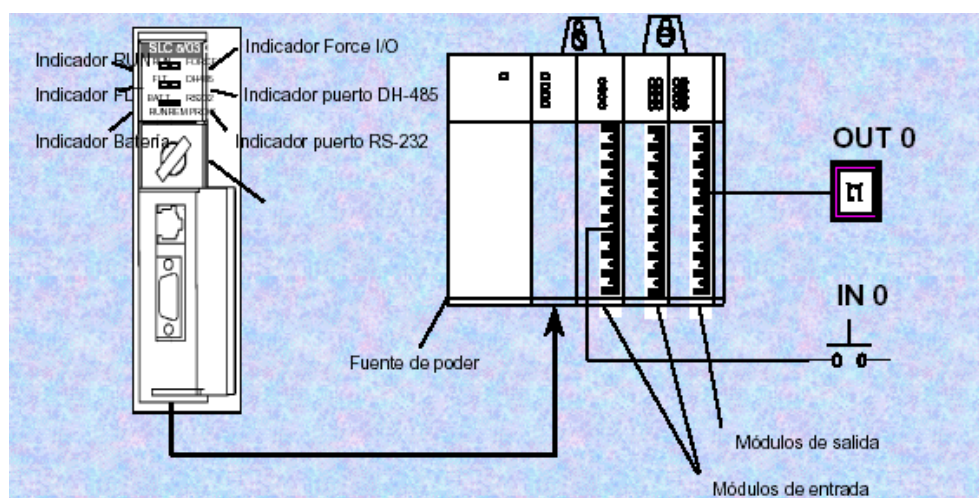


Figura: 2.5 Estructura de un PLC modular

2.5.5 PLC's semimodulares

Se caracteriza por separar las E/S del resto del autómata, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de E/S.

Son los autómatas de gama media los que suelen tener una estructura semimodular (Americana).



Figura: 2.6 : estructura semimodular (Americana).

2.6 ARQUITECTURA

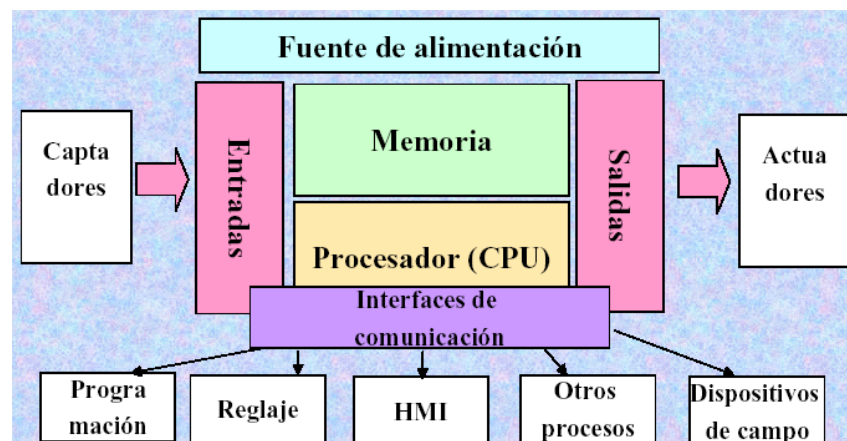


Figura: 2.7 Arquitectura de un PLC.

CAPITULO III

CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE MITSUBISHI

INTRODUCCION A LOS CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES MODELOS FX0

La Línea de controladores lógicos programables FX0 es la más pequeña dentro de la familia "FX".

La fuente de alimentación, la CPU y los componentes de I/O de los FX0 están integrados en una unidad compacta.

- Amplio rango de tensiones de alimentación.

Como en toda la línea de controladores FX, el FX0 posee una fuente de alimentación de amplio rango de manera de poder usarlo en cualquier lugar del mundo.

- Memoria de Backup libre de mantenimiento.

Con el uso de una memoria interna tipo EEPROM, todas las aplicaciones del programa y datos que se deban retener se guardarán en una memoria no volátil y libre de mantenimiento del tipo EEPROM.

- Fuente de alimentación de corriente continua interna.

Todos los FX0 alimentados en corriente alterna y con entradas de corriente continua, están equipados con una fuente de 24 Vcc. a 200 mA. para alimentar los sensores de entrada o terminales de operación.

- Facilidades para el usuario.

Características del set de instrucciones.

El FX0 tiene un poderoso grupo de 20 instrucciones básicas y 35 instrucciones de aplicación. Las Instrucciones de aplicación ayudan al usuario con funciones definidas previamente de manera de disminuir el tiempo de programación. Los programas realizados para los FX0 pueden ser usados en todos los controladores de la línea FX (con mínimas modificaciones de ser necesarias).

Programación y Comunicación con el usuario.

La programación se hace muy sencilla a través de los programadores de mano o por medio de una computadora con un software tipo Melsec-Medoc, con ambos sistemas se puede programar y monitorear el funcionamiento del programa en ejecución. Estos controladores nos ofrecen también la conexión a pantallas de texto y/o gráficas para que el usuario pueda acceder a los datos del programa, cambiar constantes de temporizadores y/o contadores, textos de alarma y comportamiento de la máquina.

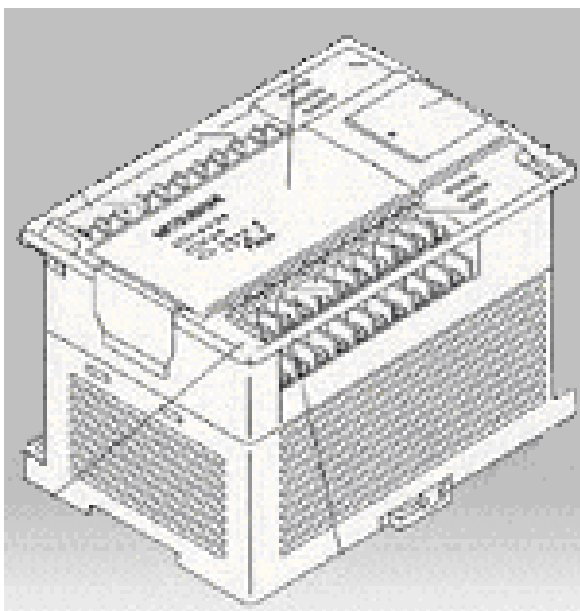


Figura: 3.1 PLC Mitsubishi

3.1 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES MITSUBISHI FAMILIA “FX014 MR ES”

Este PLC está constituido al igual que otros PLC's de fuente de alimentación, CPU, memoria RAM, ROM o EEPROM, unidades de I/O.

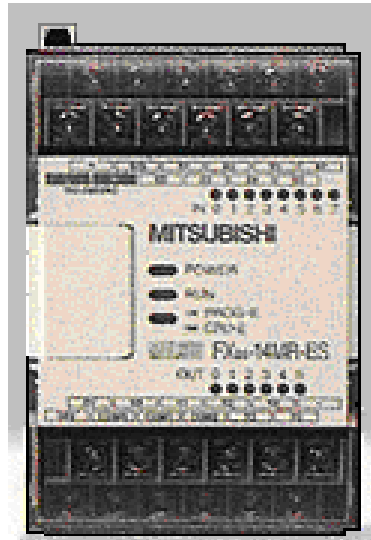


Figura: 3.2 FX 14MR-ES

Existen familias dentro del Mitsubishi: familia FX.- la cual puede ser FX0, FX1, etc.

El PLC que disponemos en el laboratorio es de la familia FX0, dentro de esta familia existen varios modelos que se identifican por el # de I/O.

Su alimentación y tipo de salidas se representan de la siguiente manera

Significado de FX0 - 14 MR ES

FX0 Estas letras nos indica el nombre de la serie.

14 Indica el número de entradas y salidas (8 entradas y 6 salidas)

MR La letra M nos indica la unidad básica, la letra R o que puede ser T nos indica el tipo de salida:

R = Relay T = Transistor

ES Indica el tipo de fuente con el que trabaja.

Si es ES trabaja con CA (100-240 Vca.)

Si es DS trabaja con CC (24 Vcc)

Ejemplo: FX0-20 MT DS, nos indica la serie, que tiene ocho entradas y doce salidas, las salidas son por transistor y trabaja con una fuente de CC.

Existen otros modelos que se especifican en este cuadro:

Tabla 3.1 Modelo de PLC Mitsubishi.

MODELO	IN	OUR	ALIMENTACIÓN	TIPO DE SALIDA
FXO-14MR-ES	8	6	100 - 240 Vac.	Relay Ouput
FXO-20MR-ES	12	8		
FXO-30MR-ES	16	14		
FXO-14MT-DS	8	6	24 Vdc.	Transistor Ouput
FXO-20MT-DS	12	8		
FXO-30MT-DS	16	14		
FXO-14MT-DS	8	6	24 Vdc.	Transistor Relay
FXO-20MT-DS	12	8		
FXO-30MT-DS	16	14		

La alimentación generalmente es AC:

Pero también se puede utilizar alimentación DC y es una opción más compacta, las salida es típicamente por relé pero se puede utilizar la salida tipo transistor cuando consideramos la vida útil del relé o cuando se requiere que la salida en un proceso sea de respuesta rápida.

Nuestro estudio se centra en el modelo **FXO-14MR-ES**.

Se utiliza un adaptador universal que es el **FX-20P-CADP** para la conexión del PLC al programador manual y a través de una interfase **RS 232C/RS 432** para conectar al computador.

3.1.1 especificaciones técnicas del MITSUBISHI modelo FX0-14MR-ES

- El voltaje de alimentación es de 100-240 VAC,+10% -15%, 50/60 Hz.
- Consumo de potencia 20 VA.
- Corriente de servicios 24V 100 mA.
- Soporta cortes de energía de 10 mseg. en AC y de 5 mseg. en DC.
- Aislamiento dieléctrico de 1500 V AC por 1 minuto (entre el punto común, todas entradas y el terminal de tierra).
- Resistencia de aislamiento 5 Mega ohmios .
- Soporta ruidos de 1000 V. durante un μ seg. con frecuencias de 30 a 100Hz.
- Temperatura de operación de 0 a 55° C.
- Humedad de operación entre 33% a 85% (Sin condensación).
- Resistencia a la vibración máximo 2 gravedades por 2 horas en 3 direcciones.
- Resistencia de choque de 10 gravedades, 3 veces en tres direcciones.
- Ambiente de operación no corrosivo, libre de gases, sin humedad.

3.1.2 especificaciones de las entradas

8 entradas (X0 – X7)

- Corriente de 24V DC, 7mA.
- Sensibilidad de la entrada OFF-ON 45 mA o más.
- Sensibilidad de la entrada ON- OFF 1,5 mA o menos.
- Tiempo de respuesta aproximadamente 10 mseg. variable entre 0 - 15mseg.

3.1.3 Especificaciones de las salidas

6 Salidas (Y0 – Y5)

- Configuración: 4 comunes y 2 independientes.

- Tiempo de activado: 10 mseg. Carga a aplicar 80 VA – 80 W (Todo esto para la salida al relé).
- Cuando la salida es a transistor se tiene: tiempo de activado 0,2 mseg., carga a aplicar 12 W.

3.1.4 Especificaciones generales

- Capacidad del programa de 800 pasos.
- 496 Relés auxiliares que van de M0 a M495.
- 16 Relés apuntadores que van de M496 a M511.
- Relés de propósito especial 56, M8000 a M8254.
- Relés de estado: Inicial = 10 y General = 54.
- 56 Timer, de T0 a T55 (0 a 3276.7 seg). El tiempo se programa en décimas de segundo.

Cuando el relé 8028 esta en On:

- T0 a T31 (0 a 3276.7 seg) pulsos de 100mSeg.
- T32 a T55 (0 a 3276.67 seg) pulsos de 10mSeg.
- Tiene un timer analógico de 0 a 25.5 Seg. Según el dato especial que tenga el registro D8013.
- Tiene 16 contadores que cuentan de 1 a 32767 (16 bits) C0 a C13
- 2 Contadores retentivos, C14 y C15 .
- Contadores de alta velocidad reversibles: C251 – C254 que cuentan hasta 2.174`483647 .
- 30 Registros de datos (16 bits) D0 a 029 y 2 apuntadores D30 y D31.
- 27 Registros especiales (16 bits) D8000 - D8050.
- 2 Registros índices (16 bits) V, Z.
- 64 Punteros para sellos y llamadas P0 a P63.
- 4 Punteros de interrupción.
- 8 Punteros anidamientos (Por control master) M0 a M7.

3.1.5 Dispositivos especiales

Señales de reloj:

- Se usa solamente los contactos de los relés internos que por grupos emanan señales cuadradas de reloj:

M8011	10 mseg.
M8012	100 mseg.
M8013	1 seg.
M8014	1 min.

Contadores de alta velocidad:

- Se usan bobinas y contactos.

M8235	C235	Modo descendente
M8236	C236	Modo descendente
M8237	C237	Modo descendente
M8238	C238	Modo descendente
M8241	C241	Modo descendente
M8242	C242	Modo descendente
M8244	C244	Modo descendente

- Se usa solo los contactos:

M8246	C246	Descendente / Ascendente Monitor
M8247	C247	Descendente / Ascendente Monitor
M8248	C248	Descendente / Ascendente Monitor
M8251	C251	Descendente / Ascendente Monitor
M8252	C252	Descendente / Ascendente Monitor
M8254	C254	Descendente / Ascendente Monitor

Instalación y alambrado.

- Montar la unidad en una regla tipo DIN46277.
- Que no exista:

- Vibración.
- Exceso de temperatura.
- Exceso de humedad.
- Gases corrosivos.
- Conductor para entradas # 14.
- Conductor para salidas # 16.

3.2 INSTRUCCIONES DE PROGRAMACION

3.2.1 Programación con la pc

Al PLC. Mitsubish lo podemos programar por medio de la PC y se lo hace por medio del paquete MELSEC (Mitsubish Electric) y el archivo ejecutable MEDOC, esto para el PLC Mitsubish FX0:

C:\ cd MELSEC

C:\ MELSEC>MEDOC

Al entrar al programa tenemos el menú principal en la parte superior del computador en una línea horizontal.

OPEN NEW-FROJ INST LADDER TRANSFER PRINT SYSTEM QUIT

Con las teclas elegidas la opción que queremos y con (enter) aceptamos > entraremos en la opción; igualmente podemos entrar aplastando la primera letra de cada opción y (enter). Con **ESC** regresamos al menú principal.

System: Aparece un submenú.

Llstbroj: Lista de proyectos.

Dir_ Set: En esta opción se habilita el directorio en la cual se encuentran los proyectos (trabajos realizados) creados o

por crearse. Aquí también podemos traer trabajos de otros disketts.

Copy: Copia archivos en disketts o en otros directorios.

Erase: Barra archivos de trabajos del directorio donde se encuentran guardados.

Rename: Cambia el nombre de los archivos de trabajo.

Attribut: Para cambiar los colores de las pantallas de presentación. El color se escoge con los números.

New_proj: Para crear nuevo proyecto.

Al aplastar esta opción aparece el mensaje Never Projektame: **Nombre del proyecto** y aparece ese nombre en la parte superior de la pantalla, y se encuentra listo para realizar el nuevo proyecto en ladder o instrucciones.

Open: Para sacar proyectos gravados anteriormente.

Instr: Para realizar un proyecto en instrucción al igual que muestra el listado de las instrucciones en proyectos realizados en ladder.

Dentro de esta instrucción se encuentra el siguiente submenú.

Find: Para encontrar dentro un paso, una I/O, o un texto .
Step: Encuentra un # de paso.
I/O: Encuentra una entrada o salida (X0, X1, Y0, etc).
Text: Encuentra textos.

Save: Para gravar los programas realizados.

Mames: Para colocar identificadores (nombres) a las entradas, salidas contadores, temporizadores, etc.

Copy: Para copiar instrucciones dentro de un programa.

- Con F3 se da el inicio del bloque.
- Y nuevamente con F3 se da el fin del bloque a copiar.
- Luego se coloca con las flecha en el lugar donde se va a copiar.

Move: Para mover instrucciones dentro de un programa. Para poder mover un bloque se realiza el mismo procedimiento que la instrucción copy.

Delete: Para borrar instrucciones dentro de un programa. Al igual que Copy y Move se realiza el mismo procedimiento.

Exchange: Sirve para intercambiar, los nombres o salidas por nuevos nombres:

F2: Permite moverse dentro del programa.

- Con Enter en alguna instrucción podemos cambiar los nombres por otros.

F2 + F5: Para programar con instrucciones.

- Al colocar estas dos teclas aparece el siguiente menú en la parte inferior.
- También podemos colocar comentarios (Text).

1	=	LD	SHIF +	1	=	LDI
2	=	AND	SHIF +	2	=	ANI
3	=	DR	SHIF +	3	=	ORI
4	=	DRD	SHIF +	4	=	AMB
5	=	OUT	SHIF +	5	=	PLS
6	=	SET	SHIF +	6	=	RST

F2 + + F6: Borra una instrucción.

Ladder: Para realizar un proyecto en ladder, es decir aquí podemos dibujar el circuito en diagrama.

F2: Nos permite mover dentro del programa.

- Con Enter en un elemento se puede cambiar el nombre.
- F2 + F7: Empezamos a dibujar el circuito en ladder.
- Para salir se debe ser a la inversa es decir F7 + F2.

F2 + F5: Permite colocar comentarios.

Esta instrucción tiene el mismo submenú que la instrucción INSTR, con la diferencia que aquí se trabaja con ramas.

Transfer: Para transferir.

Medoc>PLC: Permite transferir el programa realizado en el paquete hacia el PLC.

- El PLC debe estar en STOP.
- Se aplasta 3 veces Enter.
- Posteriormente el PLC se pasa a RUN y se puede

empezar a trabajar con el PLC ya programado.

Plc>medoc: Permite transferir el programa gravado en el PLC al paquete en la computadora.

Verify: Para verificar si el programa realizado no tiene fallas a nivel de programación en el paquete.

Una vez transferido el programa al PLC podemos Monitorear, lo que significa que podemos ver el estado de las entradas, salidas, contadores, temporizadores etc.

Para monitorear se puede hacer tanto en instrucciones o en ladder:

F2 + F8 Se aplasta para salir de monitorear.

F8 O ESC Escape.

Print: Imprimir.

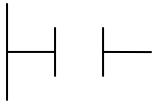
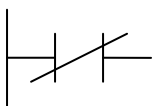
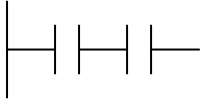
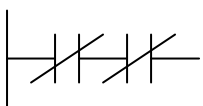
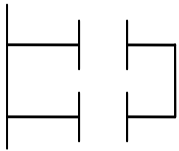
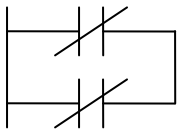
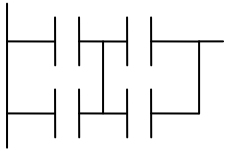
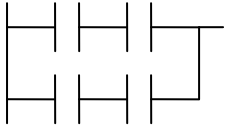
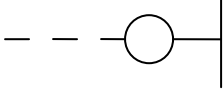
Aquí se define los parámetros de impresión, si se quiere imprimir el ladder o las instrucciones o el membrete de la hoja, al igual que permite llenar datos en el membrete, etc.


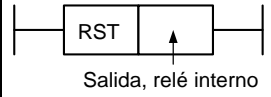
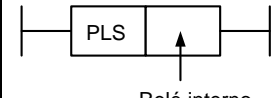

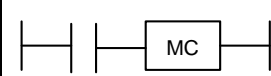
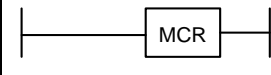
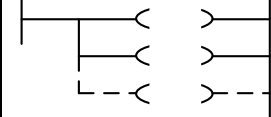
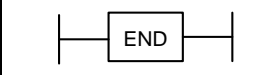
Quit: Para salir del paquete Medoc al DOS.

Nota: El programa sirve para realizar los circuitos tanto en ladder o instrucciones, el cual no se puede simular solo monitorear, es decir siempre debemos primero transferir el programa al PLC para ver como funciona el programa realizado.

3.3 INSTRUCCIONES DEL PROGRAMA MITSUBISHI

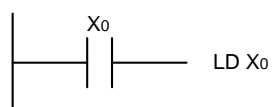
Tabla 3.2 Instrucciones del Programa del PLC Mitsubishi.

INSTRUCCIÓN	SÍMBOLO LADDER	FUNCIÓN
LD		Inicializa una rama con contactos NA
LDI		Inicializa una rama con contactos NC
AND		Para contactos NA en serie
ANI		Para contactos NC en serie
OR		Para contactos NA en paralelo
ORI		Para contactos NC en paralelo
ANB		Conexión del bloques de circuitos en serie
ORB		Conexión del bloques de circuitos en paralelo
OUT		Bobina de Salida

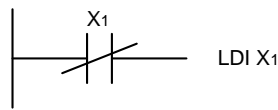
SET		Setear salida y relés externos.
RST		Resetea salida y relés externos.
PLS		Pulso de salida (De off a ON trigger)
PLF		Pulso de salida (De On a off trigger)
MC		Comenzando el control Master
MCR		Termina el bloque de Control Master
MPS		Conexión del circuito Multibobinas
END		Fin del programa

3.3.1 FUNCIONAMIENTO

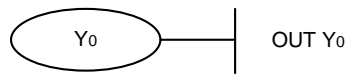
LD: **Load.**- sirve para ubicar el primer elemento de una rama que puede ser un contacto. Ejemplo:



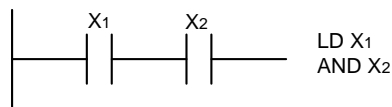
LDI: **Load Inverso.-** Carga o indica una rama con un contacto normalmente cerrado. Ejemplo:



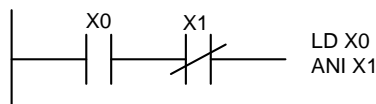
OUT: **Bobina de salida.-** Enciende un dispositivo tal como un relé de salida cuando es energizado en circuito ladder. Ejemplo:



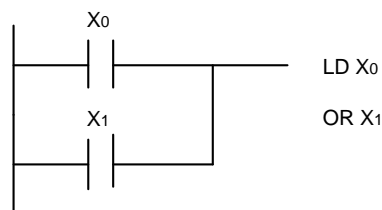
AND: Se usa para hacer la operación AND, entre contactos, es decir colocar contactos en serie. Ejemplo:



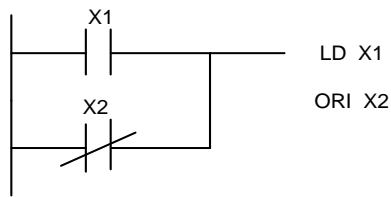
ANI: Sirve para ubicar un contacto normalmente cerrado en serie. Ejemplo:



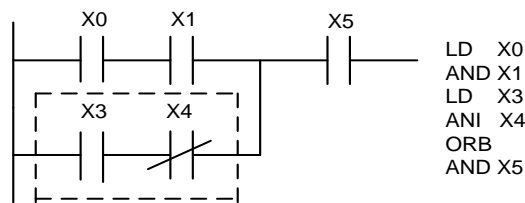
OR: Operación lógica OR sirve para colocar contactos normalmente abiertos en paralelo. Ejemplo:



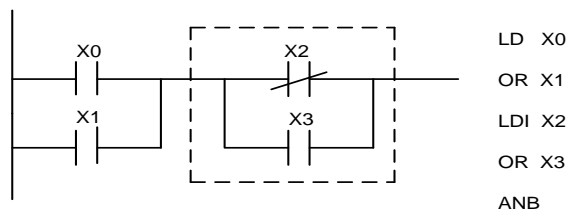
ORI: Es para colocar contactos normalmente cerrado en paralelo. Ejemplo:



ORB: Se utiliza para ubicar en paralelo todo un bloque de elementos. Únicamente 8 bloques ORB pueden ser usados en cada circuito ladder conectados de izquierda a derecha. Ejemplo:



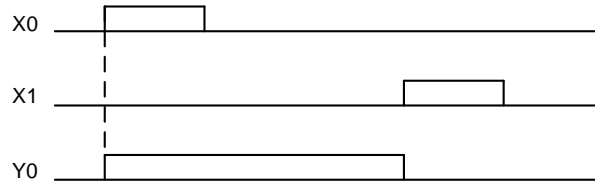
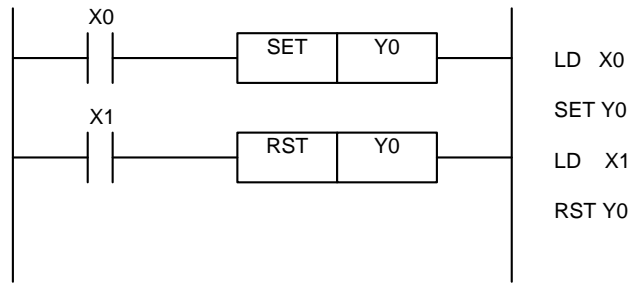
ANB: Se usa para ubicar un bloque de contactos en serie. Igualmente solo 8 bloques AND pueden ser usados en cada circuito ladder de izquierda a derecha. Ejemplo:



SET: Setea dispositivos. Cuando el SET es manejado de OFF a ON, el dispositivo tal como una salida es encendido.

- El SET no apagará a ésta salida aún si ésta es puesta en OFF.
- El dispositivo seteado permanece en ON hasta que una instrucción tal como RST lo ponga en OFF.

RST: Resetea dispositivos. Cuando el RST es manejado de OFF a ON, el dispositivo designado es puesto en OFF.



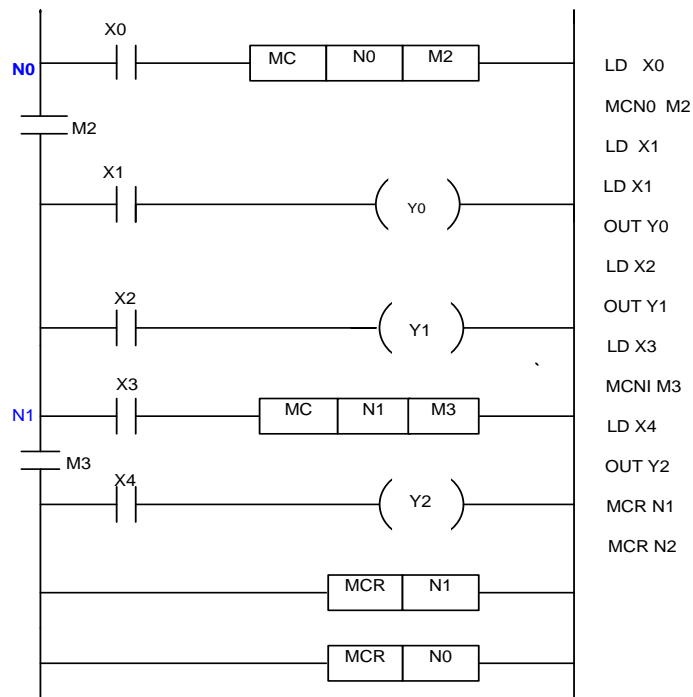
MC: Control Master. Sirve para manejar todo un bloque de acción, o sea un contacto que se repita en varias veces.

MCR: Fin de control master. (Finaliza la acción de MC)

Quando el Control Master está en ON, esta área de MC es válida para programación, de lo contrario todas las bobinas dentro de esta área están apagadas.

El área de Control Master es encerrada por la instrucción MC y ésta es asociada por la instrucción MCR.

MC y MCR están acoplados por sus números N. Ejemplo:



Las instrucciones MPS, MRD, MPP son requeridas al conectar ramas al lado derecho de un contacto.

MPS: Memory Point Store.- Almacena punto en la memoria. Almacena el punto de conexión del circuito ladder por lo tanto este punto puede ser revocado para hacer otra rama que puede ser conectada después.

MRD: Memory Read.- Lee memoria, revoca el punto de conexión almacenado previamente en el círculo ladder y fuerza al próximo contacto a ser conectado.

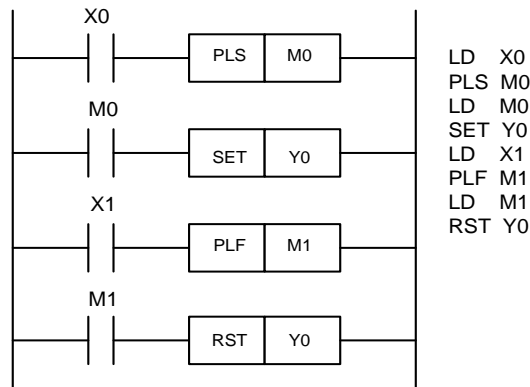
MPP: Memory Pop.- Tapa o cierra la memoria. Tapa (revoca y traslada) al punto de conexión almacenado final en el área de almacenamiento temporal (pila) y fuerza al próximo contacto a ser conectado hasta este punto. Debe ser usado para la última rama.

PLS: Pulse coil.- Pulso a la bobina.

Cuando PLS coil es manejado desde OFF a ON, este dispositivo es encendido por un corto período de un escaneado.

Un scan es el tiempo que toma el controlador para ejecutar todas las instrucciones en el programa.

Este proceso es repetido continuamente. Ejemplo:

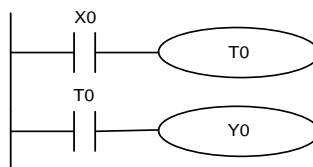


END: Fin de programa

3.4 PROGRAMACIÓN DE DISPOSITIVOS BÁSICOS.

3.4.1 Timers:

S1	M8028	=	OFF, T0 a T55	100mSeg	0 a 3276.7 Seg
S1	M8028	=	ON, T0 a T31	100mSeg	0 a 3276.7 Seg
			T0 a T55	10mSeg	0 a 327.67 Seg



Y0 Será accionado cuando haya sido activado X0 y pase al tiempo respectivo del T0

3.4.2 Otras formas:

Timer seteado por el registro de datos.

Timer seteado por ajuste analógico.

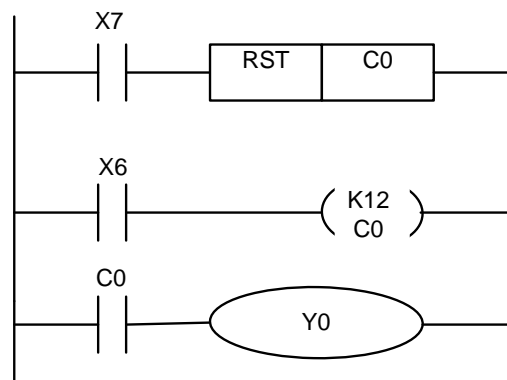
3.4.3 Contadores:

GENERALES. C0 a C13 cuenta de 0 a 32767

RESPALDADOS. C14 y C15 reversibles (up / Dow) 0 a 32767

POR EEPROM.

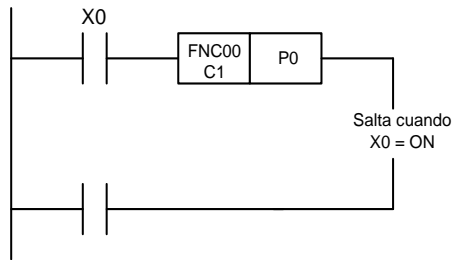
Ejemplo:



Operación: Cuando la entrada X6 pasa de OFF a ON el contador C0 cuenta, cuando al valor del contador llega a 12 cierra el contacto C0. X7 resetea el valor del contador a 0 y abre el contacto del contador.

3.5 FUNCIONES

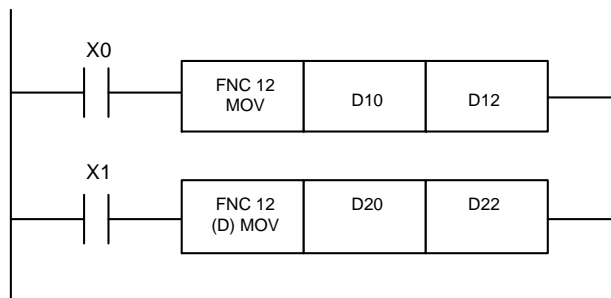
CJ: Salto condicional (Conditional Jump). Ejemplo:



Punteros: P0 a P63 Es equivalente al paso final (END) y la etiqueta (Label) no es necesario.

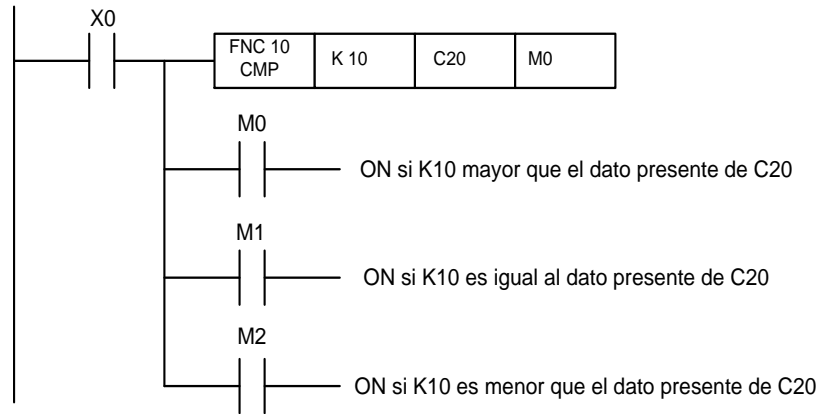
- Cuando X0= ON maneja la instrucción CJ, la secuencia salta a la posición de etiqueta con el mismo número del puntero P designado por la instrucción CJ.
- Las instrucciones entre CJ y la etiqueta no es ejecutada.
- Cuando X0= OFF las instrucciones siguientes a CJ son ejecutadas.
- El uso duplicado de punteros al inicio en CJ es permitido pero el uso duplicado de etiquetas con el mismo número no es permitido.

MOV: Mover, poner datos. Ejemplo:

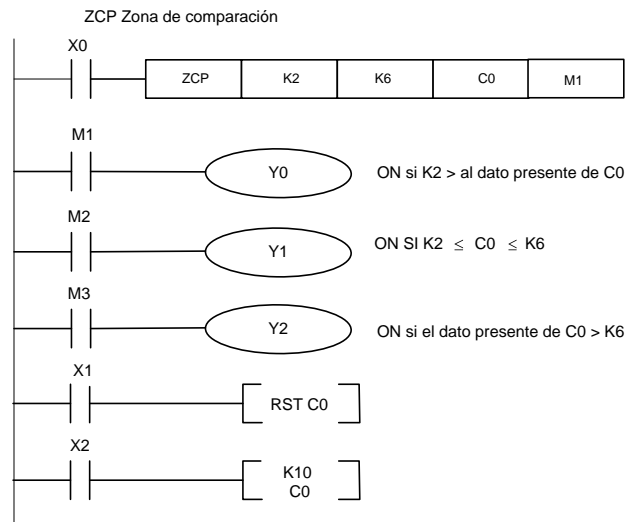


Mueve el dato del registro D10 a D12

CMP: Compare. Ejemplo:



ZCP: Zona de comparación. Ejemplo:



Y00 se activa cuando C00 = a 0 ó 1
 Y01 se activa cuando C00 = de 2 a 6 se apaga Y00 si C00 = 2
 Y02 se activa cuando C00 = 7 se apaga si C00 = 7

3.6 OPERACIÓN DE LA INTERRUPCIÓN

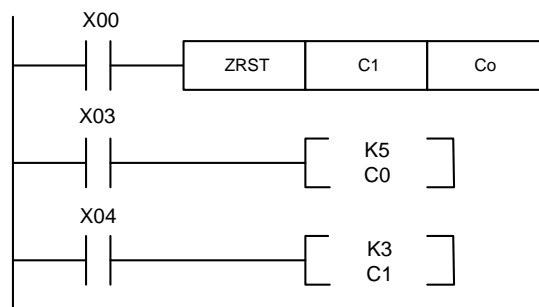
Cuando X0 cambia de OFF a ON mientras el programa principal se está ejecutando, la secuencia salta a la etiqueta (Label) I001 del programa, y regresa al programa principal cuando la instrucción IRET es ejecutada.

Si más de una interrupción ocurre secuencialmente, la prioridad es dada a la interrupción que ocurre primero. Si dos o mas interrupciones suceden simultáneamente, la subrutina de interrupción con menor número entero tiene la prioridad.

Mientras un programa de interrupción es ejecutado otras interrupciones llamadas son deshabilitadas (Wait state) estado de espera.

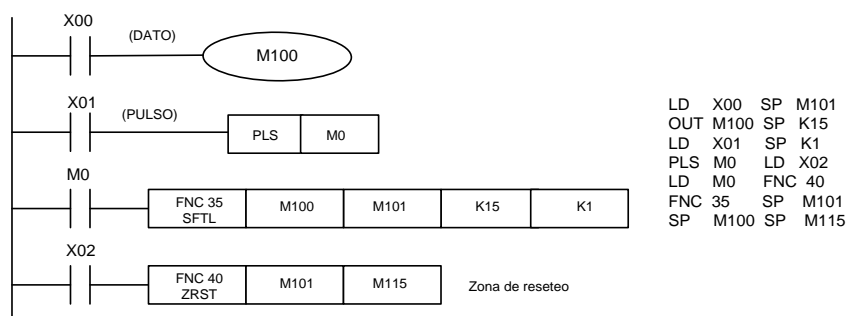
El uso duplicado de una misma entrada I000 con I001 no es permitido.

ZRST: Zona de reseteo. Ejemplo:



Con esta instrucción se resetean los dos contadores.

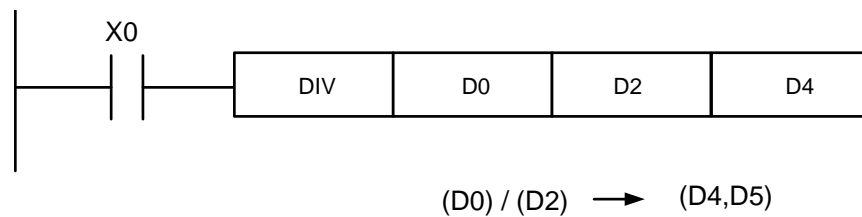
SFTL: Registros de desplazamiento de bit de izquierda a derecha. Ejemplo:



Cada pulso en X1, el dato almacenado en M100 se desplaza hacia la derecha y se coloca a partir del relé interno M101 hasta el relé interno M115.

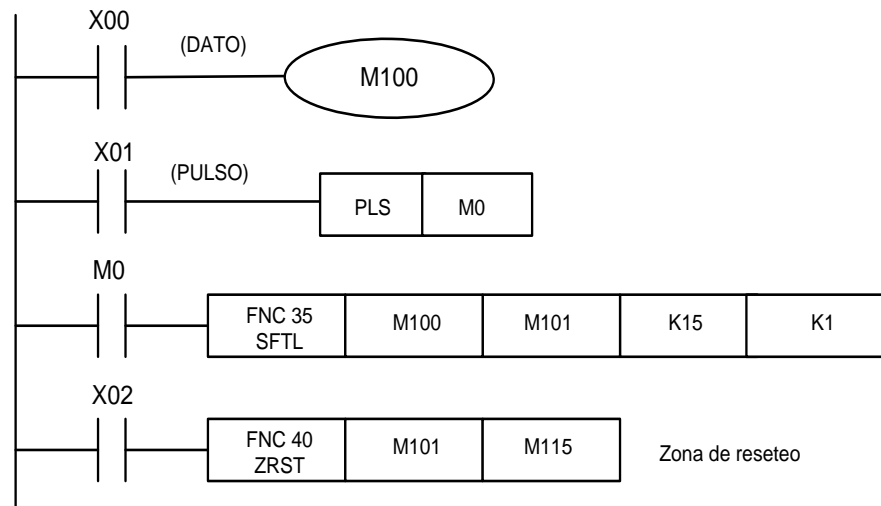
K1 indica que se desplazan en pasos de uno.

DIV: División de datos. Ejemplo:



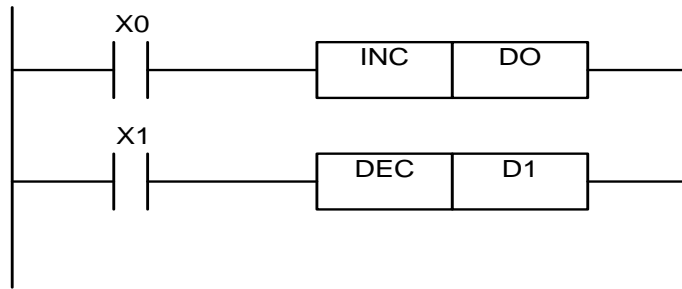
- En D4 pone el resultado y en D5 el residuo.
- Cuando X0 = ON se realiza la operación.
- Si el divisor es cero ocurre un error y la operación no es ejecutada.

SFTR: Cambio de bit de derecha a izquierda. Ejemplo:



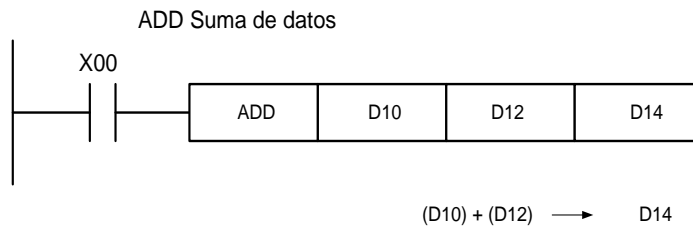
Tiene el mismo funcionamiento que SFTL, con la diferencia que los datos se desplazan desde la derecha; en este caso el primer bit se colocara en M115 y el último en M101.

INC / DEC: (Incrementar / Decrementar) Ejemplo:



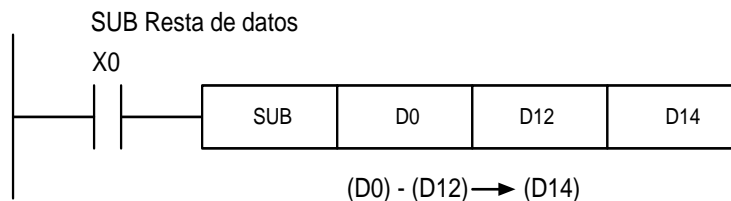
Estas funciones incrementan y decrementan el valor del dato de un registro de datos. Para el ejemplo, cada pulso en X0 incrementara D0 y cada pulso en X1 decrementará el dato D1.

ADD: (Adición). Ejemplo:



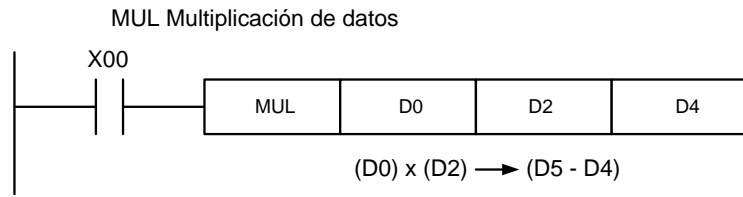
Suma lo que tiene D10 con lo que tiene D12 y pone el resultado en D14.

SUB: (Substracción). Ejemplo:



Se ejecuta la operación ADD y SUB cuando X0 = ON también se ejecuta esta operaciones en contadores y temporizadores.

MUL: (Multiplicación). Ejemplo:



La operación se realiza cuando X0 = ON también para C y T.

La función MUL multiplica lo que esta en D0 con lo que esta en D2 y el resultado pone en D4 y D5. En D5 pone el más significativo.

CAPITULO IV

CIRCUITOS ELECTRONEUMÁTICOS

4.6 INTRODUCCIÓN

La electricidad y la neumática se complementan muy bien entre sí, al ser usadas para controlar dispositivos industriales. Cuando se trata de la automatización de movimientos rectos, no es práctico basarse solamente en la electricidad; los motores eléctricos son muy aptos para movimientos rotativos, y la neumática que utiliza pistones y cilindros se adapta a los movimientos rectos; por lo tanto, la automatización electroneumática combina las ventajas de la electricidad con las de la neumática, para vencer las limitaciones de ambas. En la última década, ha habido una disminución en el uso de unidades electroneumáticas y un gran aumento en el empleo de controladores lógicos programables (PLC's), pero vale la pena mencionar que el PLC no reemplaza a las unidades neumáticas o a los sistemas que operan con alta corriente.

Algunas de las ventajas de los controladores eléctricos frente a los neumáticos son:

- Las señales eléctricas pueden ser transmitidas a grandes distancias.
- Cuando los circuitos se abren, la corriente eléctrica deja de circular; en cambio el aire comprimido usando controles neumáticos debe ser liberado.
- La electricidad produce reacción instantánea.
- El control eléctrico permite instalar dispositivos que aumentan la eficiencia de los sistemas automatizados, tales como: sensores para medir parámetros eléctricos, celdas fotoeléctricas, programadores, termostatos, etc.
- Los controles eléctricos ocupan menor espacio que los neumáticos, por lo tanto su cableado puede adaptarse a contornos más estrechos que la tubería neumática.

- Pueden diseñarse circuitos más complicados de manera mucho más sencilla.

Las desventajas que presentan los controles eléctricos son mínimos, entre las cuales se pueden citar solo las siguientes:

- Los circuitos eléctricos siempre involucran algún riesgo de fuego (incendio).
- Existe un temor psicológico a la electricidad, que no está asociado a la neumática.

4.7 COMPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS ELECTRONEUMÁTICOS

Un sistema electroneumático tiene componentes neumáticos y eléctricos. Los actuadores (cilindros) y las válvulas que controlan a los actuadores son neumáticos, y los elementos que controlan a dichos componentes son eléctricos, y aquí se incluyen conmutadores de operación manual, pulsadores que reemplazan a la válvula manual de arranque.

La interfase entre los subsistemas eléctricos y neumáticos es por lo general a través de válvulas electroneumáticas denominadas electroválvulas, y es aquella que traduce las señales eléctricas a cambios en la distribución del aire comprimido. El elemento más importante de las electroválvulas es el Selenoide.

En un circuito electroneumático se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Su parte eléctrica y neumática deben ser tratadas cada una por separado.

- En la parte neumática se incluye: símbolos de los actuadores en estado estático, válvulas operativas, conexiones y símbolos de válvulas finales de carrera y selenoides.
- La sección eléctrica incluye todos los componentes que están conectados a la fuente eléctrica, tales como: conmutadores, relés, temporizadores, contactos y la parte eléctrica de las electroválvulas.
- Los circuitos eléctricos o de control son representados en diagramas de escalera (ladder), es decir entre dos líneas verticales que representan la fuente de energía. Los elementos del circuito son dibujados sobre líneas horizontales, manteniendo siempre a la derecha los elementos operados con salidas, tales como relés, selenoides, temporizadores, etc. Cada línea horizontal estará numerada. En un diagrama ladder todos los elementos serán mostrados en el estado “listo para el ciclo”, es decir en la posición de activado y no en el estado normal.

4.8 SIMBOLOGÍA A UTILIZAR

En la parte neumática se utilizarán:

- Cilindros o actuadores de doble efecto que serán identificados con letras mayúsculas: A, B, C,.....etc. de la siguiente manera:

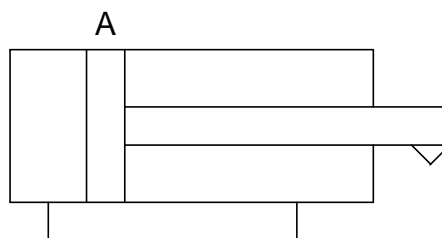


Figura 4.1: Cilindro de doble efecto con su identificación.

- Las electroválvulas que controlan a un cilindro de doble efecto, son por lo general válvulas de 5/2, cuya simbología es la siguiente:

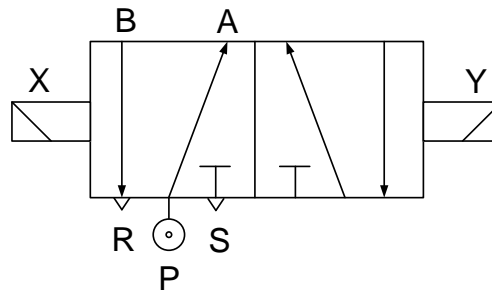


Figura 4.2. Válvula 5/2 Con sus terminales de conexión.

Donde:

P es la alimentación de aire.

A y B son las salidas.

R y S representan los desfogues

X e Y son los pilotajes eléctricos, que en este caso representan los selenoides.

- Además en la parte neumática se pueden utilizar algunas disposiciones auxiliares como:

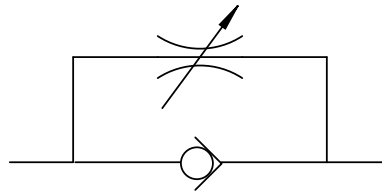


Figura 4.3. Válvula de retención con regulador de caudal.

En la parte eléctrica se utilizarán:

- Pulsadores y Finales de Carrera

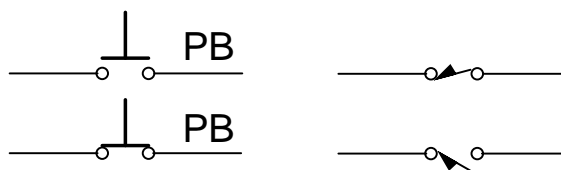


Figura 4.4. Pulsadores y finales de carrera Normalmente abiertos y normalmente cerrados.

- **Finales de Carrera.-** Estos serán ubicados en el inicio y en el final de la carrera de desplazamiento del cilindro y tendrán la misma identificación del cilindro al cual están asociados, pero con letras minúsculas.

Se usa el subíndice “**0**” para representar al final de la carrera que esta al inicio y el subíndice “**1**” para el final de carrera que esta ubicado en el final del desplazamiento del cilindro.

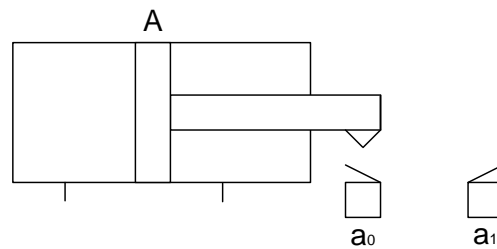


Figura: 4.5 Cilindro de doble efecto con su respectivo finales de carrera.

- La parte eléctrica de las electroválvulas (solenoides) se representarán:

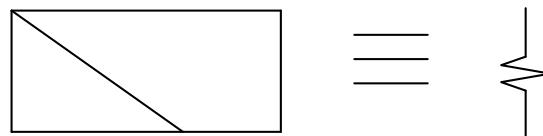


Figura 4.6 Mando Eléctrico de una electroválvula con su equivalente.

Las secuencias de trabajo de los cilindros, se representarán como cilindro/s en avance o en retroceso. Para la acción de un cilindro que está en avance (bástago afuera) se utiliza la simbología **A+**, **B+**, **C+**, etc., y la acción de un cilindro que esta en retroceso (bástago adentro) se utiliza la simbología **A-**, **B-**, **C-**, etc.

Por ejemplo, si la secuencia de trabajo de un proceso es **A+ A-**, esto significa que originalmente que el cilindro **A** está en reposo (**A-**). Una vez dada la señal de inicio de la secuencia, el cilindro se activará y se colocará en **A+** (bástago afuera); como en un mando secuencial (cada movimiento

origina el siguiente movimiento), la leva de activación dispuesta en el bástago del cilindro activará el final de carrera situado en el final de recorrido (a1) y, éste dará la señal para que se realice la acción **A-**. Cada vez que actúe el pulsador de inicio se realizará la secuencia de trabajo.

El circuito electromagnético de la secuencia de trabajo **A+ B-** sería:

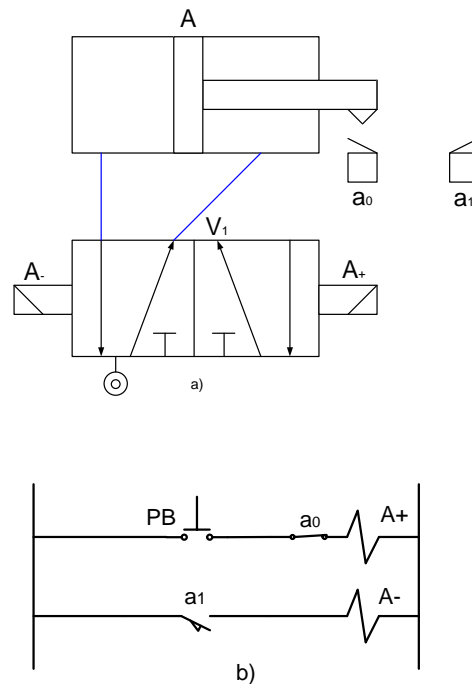


Figura 4.7 Circuito Electromagnético de la secuencia A + B- a) Circuito Neumático, b) Circuito Eléctrico.

En el circuito de control o parte eléctrica, las líneas verticales del diagrama ladder representan la fuente de alimentación, la misma que dependerá del voltaje de trabajo de los solenoides. El estado de los contactos de los finales de carrera se colocan en la posición de activado, lo que significa que el contacto **a₀** es en realidad un normalmente abierto que se encuentra ya activado (cerrado) porque el bástago con su leva de activación ejerce presión sobre él en la posición **A-**.

En cambio **a₁** es un contacto normalmente abierto, que se encuentra como tal en el circuito porque originalmente no se tiene ningún elemento actuando sobre él.

Los terminales **A+** y **A-** representan las conexiones que se deben realizar en los solenoides de la electroválvula.

4.9 SIMBOLOGÍA A UTILIZAR EN EL PLC

El controlador Lógico Programable a utilizarse es el PLC MITSUBISHI de la serie FX014MRES, que dispone de 8 entradas, 6 salidas, salidas a relé y alimentado con corriente alterna (100 Vac – 240 Vca). Se utilizará como elemento de programación para este controlador el software MELSEC. Se usará el diagrama de contactos o diagrama ladder (escalera) como lenguaje de programación.

El controlador MITSUBISHI es el que gobernará el sistema de control en los diseños de los diferentes circuitos neumáticos. Los principales dispositivos disponibles en el PLC serán direccionados de la siguiente manera:

Entradas. Se dispone de 8 entradas direccionadas como: **X0 – X7**. Son entradas solamente digitales.

Salidas. Se disponen de 6 salidas a Relé (digitales) direccionadas como **Y0 – Y5**, las mismas que tienen la siguiente configuración: cuatro comunes y dos independientes.

Temporizadores. 56 en total, direccionados como: **T0- T55**, que pueden programarse con tiempos desde 0.1 seg. hasta 3276.7 seg.

El valor del retardo (ON DELAY) puede ser programado en hexadecimal o en decimal, si se desea programar el tiempo en decimal, se deberá acompañar al valor del tiempo con la letra K, por ejemplo si se quiere setear un tiempo de 10 segundos, se lo puede hacer de dos formas:

Tiempo en Hexadecimal 64

Tiempo en Decimal k100

El valor del tiempo programado se lo realiza en décimas de segundo, por lo que 10 seg.; deberá ser especificado como 100 (100 décimas).

Contadores. 14 en total direccionados como: **C0 – C13** que pueden contar desde uno hasta 32767, se utiliza el mismo concepto de los temporizadores en lo que se refiere al valor del conteo.

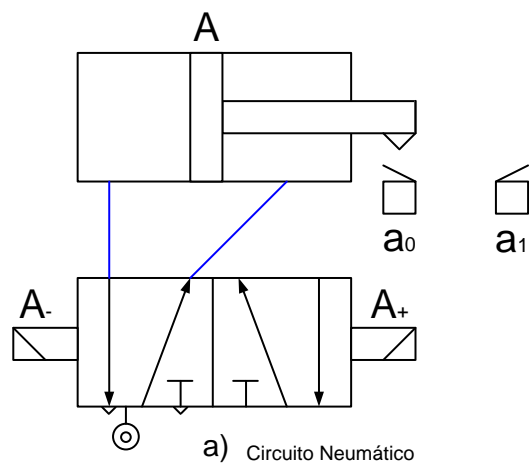
Relés internos. Se dispone de 496 relés internos generales (llamados también relés auxiliares, marcas o bits), direccionados como: **M0 – M495**. También dispone de 16 relés internos retentivos: **M496 – M511**.

Los demás dispositivos internos del PLC ya fueron especificados en el capítulo anterior (Capítulo III).

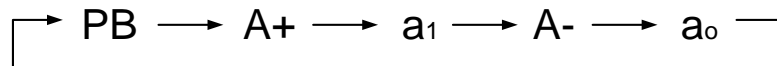
En las entradas del PLC se conectarán los pulsadores de inicio de secuencia y los pulsadores de apagado general y, en las salidas se conectarán los selenoides de las electroválvulas.

4.10 CIRCUITOS ELECTRONEUMÁTICOS CON UN CILINDRO

4.5.1 Secuencia de trabajo: A+ A-



La operación cíclica sería



Donde PB es el botón pulsador que da inicio a la secuencia.

Se tiene tres entradas que serán conectadas al PLC de la siguiente manera:

PB \rightarrow X₀

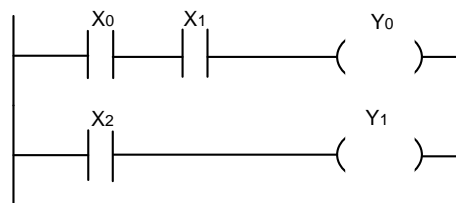
a₀ \rightarrow X₁

a₁ \rightarrow X₂

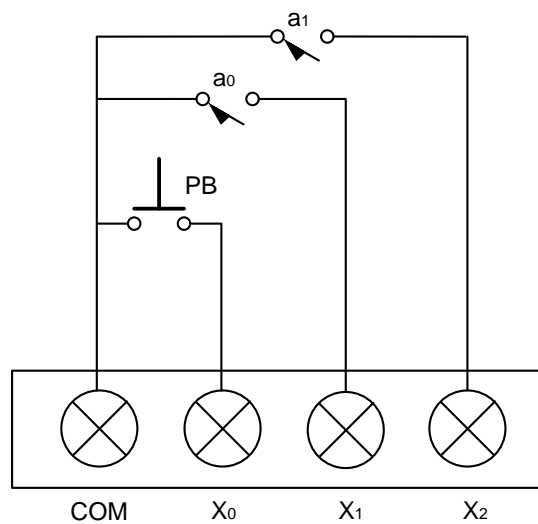
Los solenoides A+ y A- serán manejados por las salidas del PLC.

A+ \rightarrow Y₀

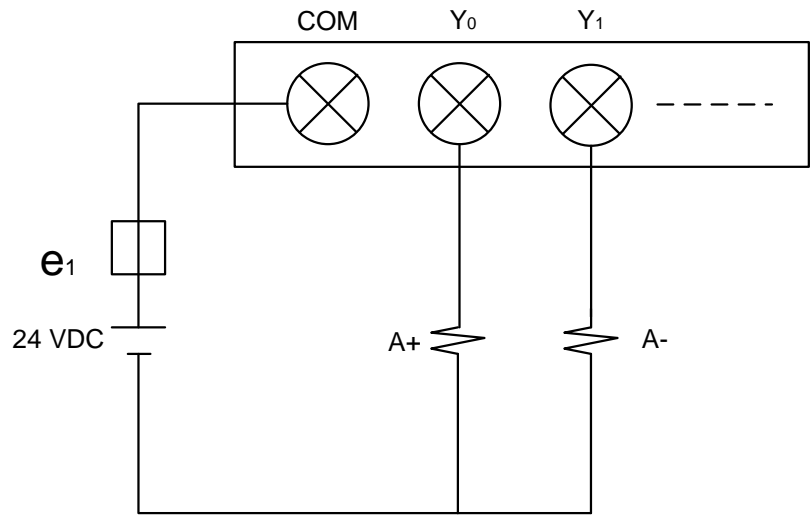
A- \rightarrow Y₁



b) Diagrama ladder



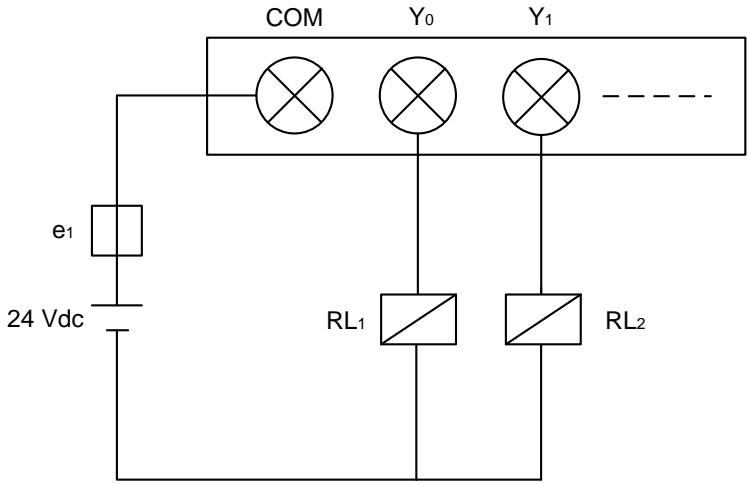
c) Conexión de las entradas al PLC



(d) Conexión de las salidas del PLC

Figura 4.8 Circuitos electropneumáticos para la secuencia de trabajo A+ A-

Las electroválvulas utilizadas funcionan con 24 VDC y su corriente de operación es menor a la que pueden proporcionar las salidas del PLC, por lo que son activadas directamente. En el caso de que la corriente de las electroválvulas fueren cercanas o mayores a la corriente de las salidas del PLC, se las debe activar a través de relés, como se indica en la figura siguiente:



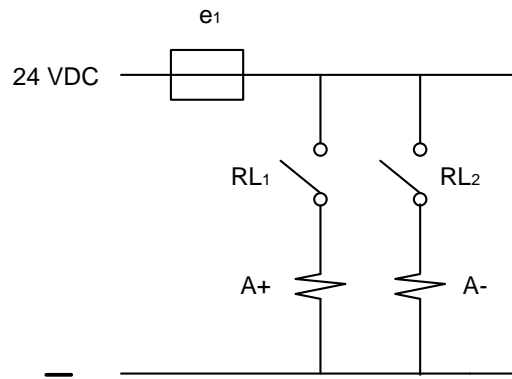
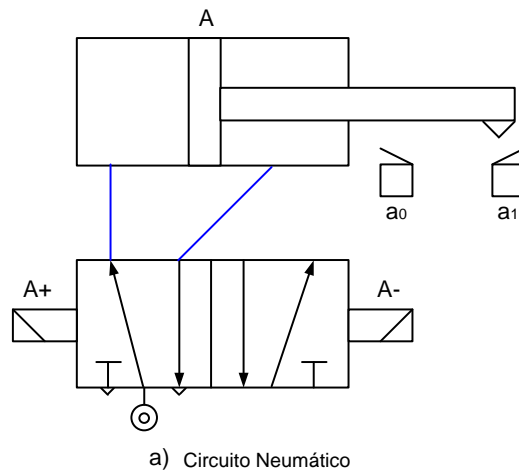
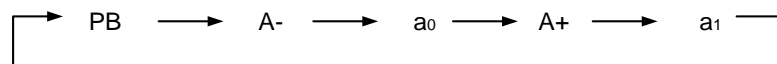


Figura 4.9 Activación de solenoides mediante Relés intermedios.

4.5.2 Secuencia de Trabajo: A- A+



La operación cíclica sería:

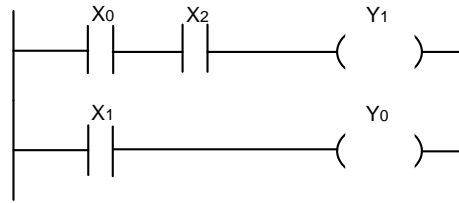


Se tienen tres entradas que serán conectadas al PLC de la siguiente manera:

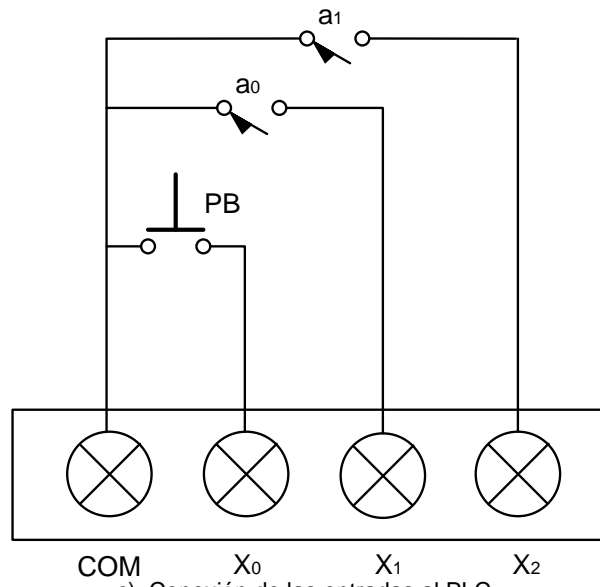
- PB → X₀
- a₀ → X₁
- a₁ → X₂

Los solenoides A+ y A- serán manejados por las salidas del PLC.

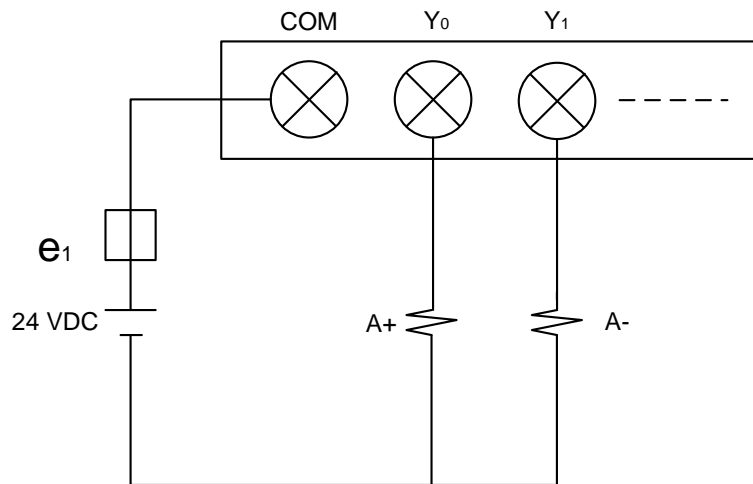
$A+ \rightarrow Y_0$
 $A- \rightarrow Y_1$



b) Diagrama ladder



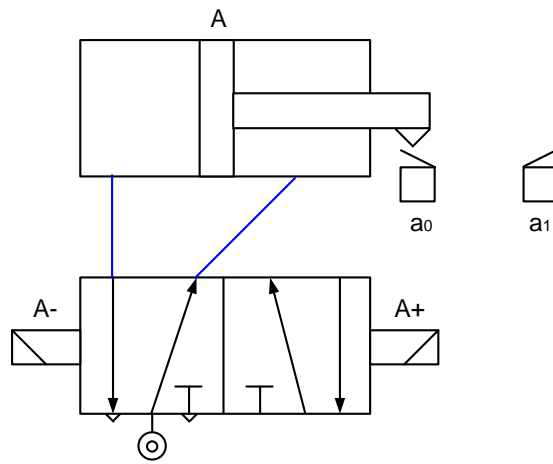
c) Conexión de las entradas al PLC



(d) Conexión de las salidas del PLC

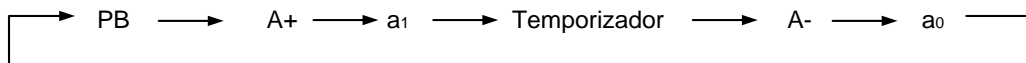
Figura 4.10 Circuitos electro neumáticos para la secuencia de trabajo A- A+

4.5.6 Secuencia de trabajo A+ temporizado A-



a) Circuito Neumático

La operación cíclica sería:



Se tiene tres entradas que serán conectadas al PLC de la siguiente manera:

PB \rightarrow X₀

a₀ \rightarrow X₁

a₁ \rightarrow X₂

Los solenoides A+ y A- serán manejados por las salidas del PLC.

A+ \rightarrow Y₀

A- \rightarrow Y₁

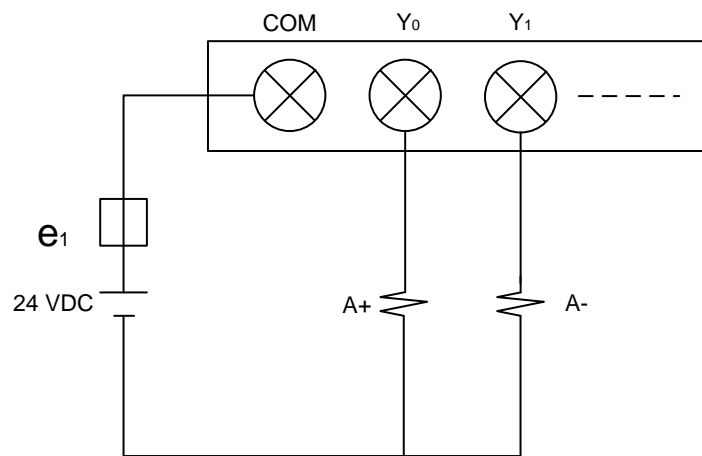
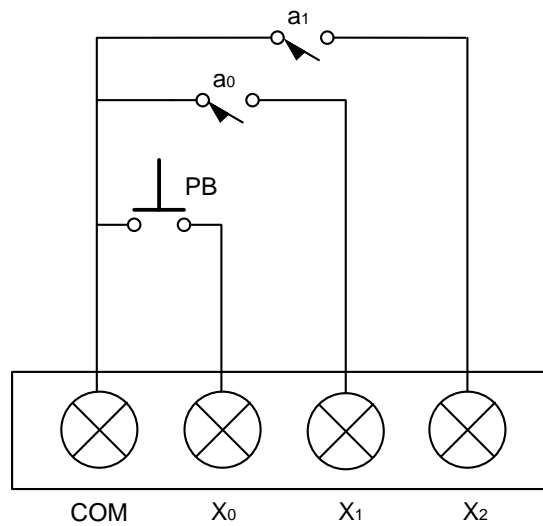
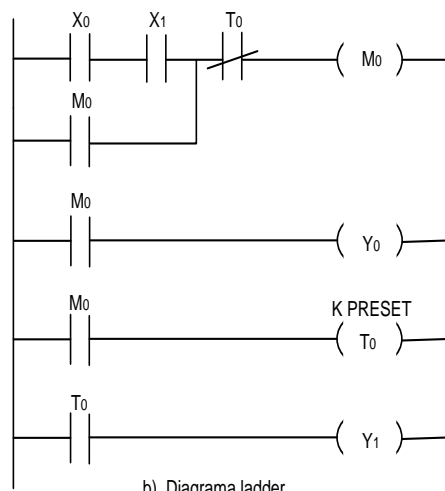
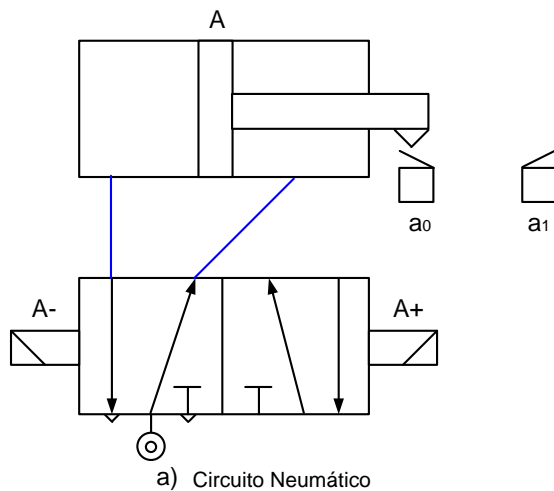


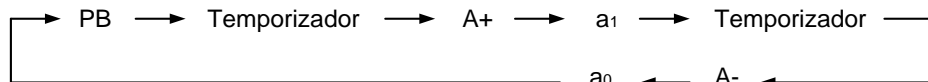
Figura 4.11 Circuitos electroneumáticos para la secuencia de trabajo A+ Temporizado A-.

El Preset programado en el temporizador 0 (TIM 0) representa el tiempo de temporización (ON-DELAY), y este dependerá de la aplicación a implementar. El tiempo programado se lo debe hacer en décimas de seg.; si por ejemplo se requiere programar el tiempo de temporización de 5 segundos, el valor del preset deberá ser de 50 (50décimas de seg. = 5 seg.). El prefijo “K” significa valor decimal.

4.5.7 Secuencia de trabajo: Temporizado A+ Temporizado A-



La operación cíclica sería:

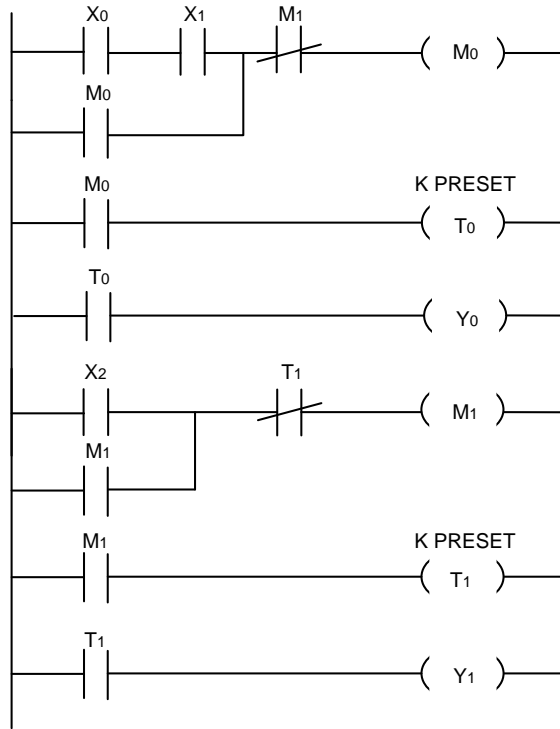


Se tiene tres entradas que serán conectadas al PLC.

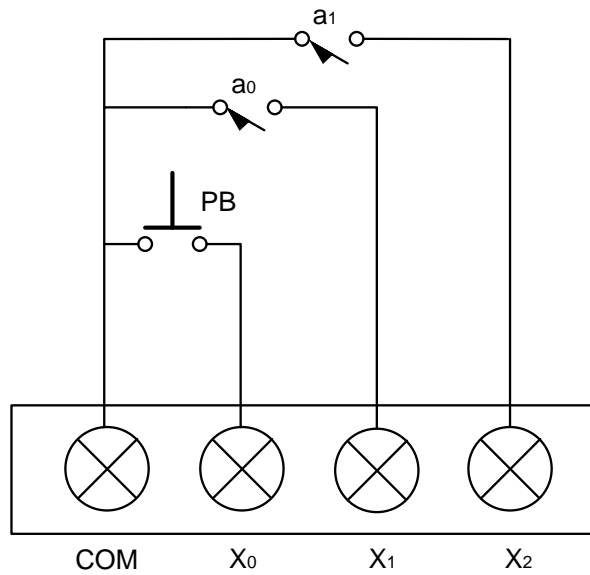
PB → X₀
 a₀ → X₁
 a₁ → X₂

Los solenoides A+ y A- serán manejados por las salidas del PLC.

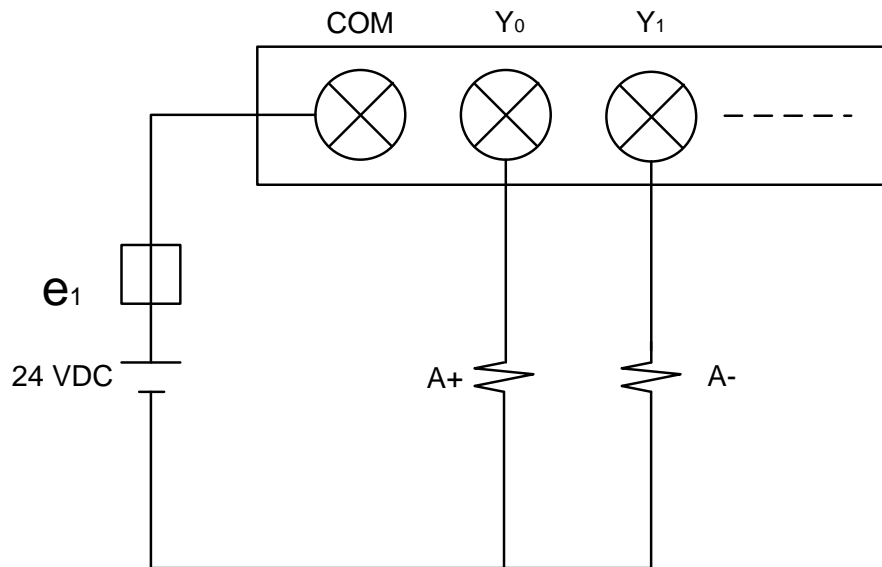
$A+ \rightarrow Y_0$
 $A- \rightarrow Y_1$



b) Diagrama ladder



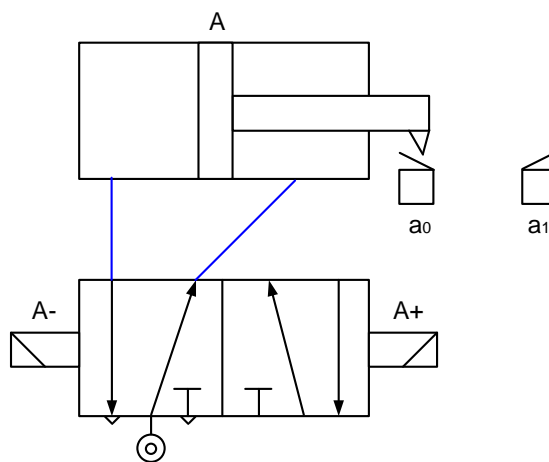
c) Conexión de las entradas al PLC



(d) Conexión de las salidas del PLC

Figura 4.12 Circuitos electropneumáticos para la secuencia de trabajo
Temporizado A+ Temporizado A-

4.5.8 Secuencia de trabajo: A+ A- A+ A- A+ A- -----



a) Circuito Neumático

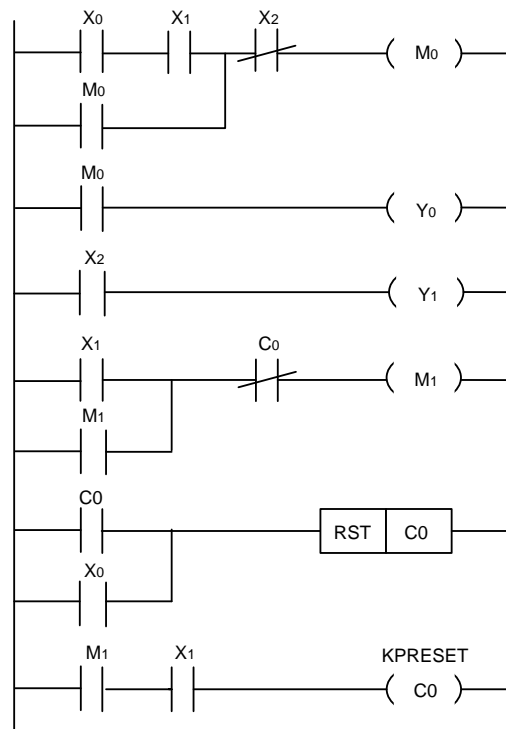
La operación cíclica será la misma que el de la secuencia A+ A-, pero en forma repetitiva. El número de secuencias de trabajo iguales a realizar será limitado por el valor del Preset que debe ser programado en un contador interno del PLC. Cada activado de PB dará lugar al número de secuencias A+ A- especificado en el Preset del contador.

Se tiene tres entradas que serán conectadas al PLC de la siguiente manera:

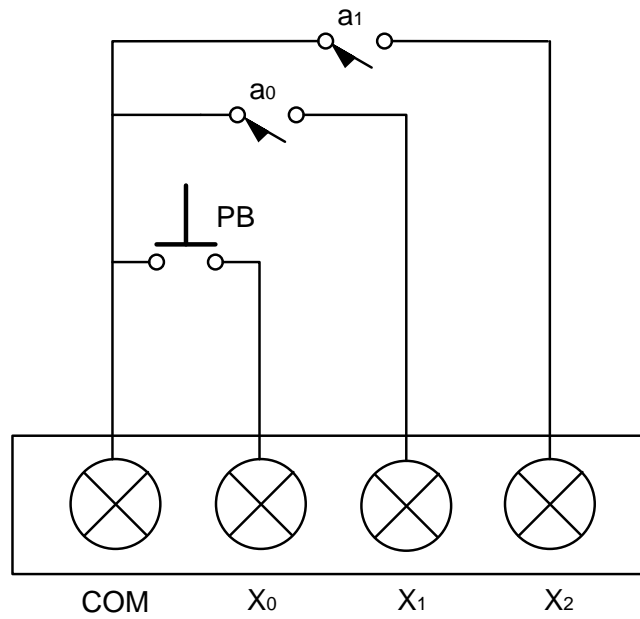
PB \rightarrow X₀
 a₀ \rightarrow X₁
 a₁ \rightarrow X₂

Los solenoides A+ y A- serán manejados por las salidas del PLC

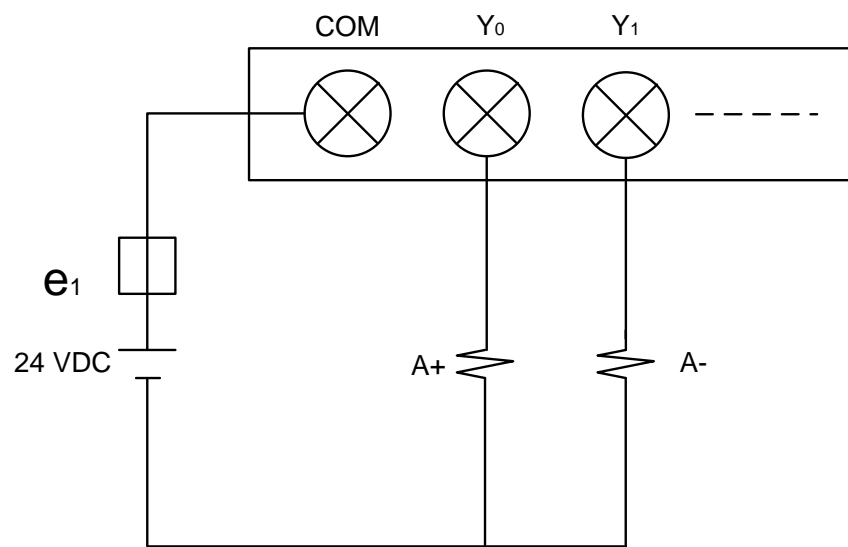
A+ \rightarrow Y₀
 A- \rightarrow Y₁



b) Diagrama ladder



c) Conexión de las entradas al PLC

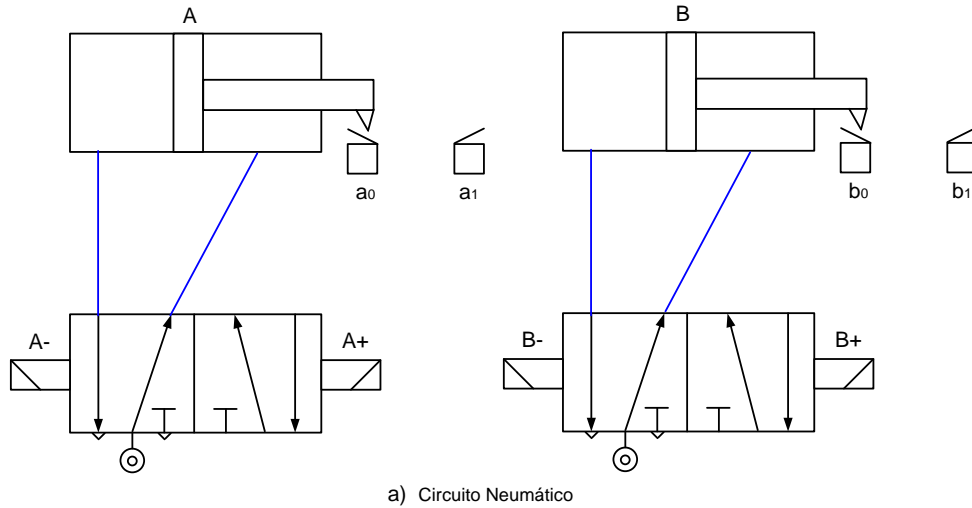


(d) Conexión de las salidas del PLC

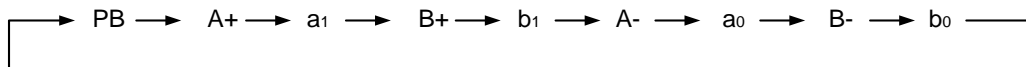
Figura: 4.13 Circuitos electroneumáticos para la secuencia de trabajo A+ A-
A+ A- A+ A- - - - -

4.8 CIRCUITOS ELECTRONEUMÁTICOS CON DOS CILINDROS.

4.8.1 Secuencia de trabajo: A+ B+ A- B-



La operación cíclica sería:



Se tiene cinco entradas que serán conectadas al PLC de la siguiente manera:

PB → X₀

a₀ → X₁

a₁ → X₂

b₀ → X₃

b₁ → X₄

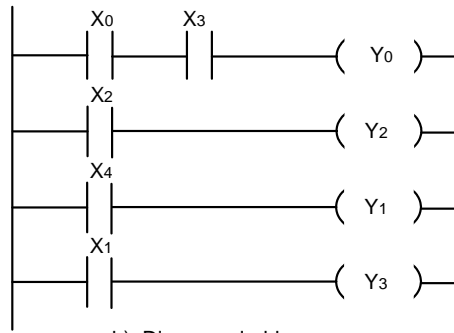
Los solenoides A+ y A- serán manejados por las salidas del PLC

A+ → Y₀

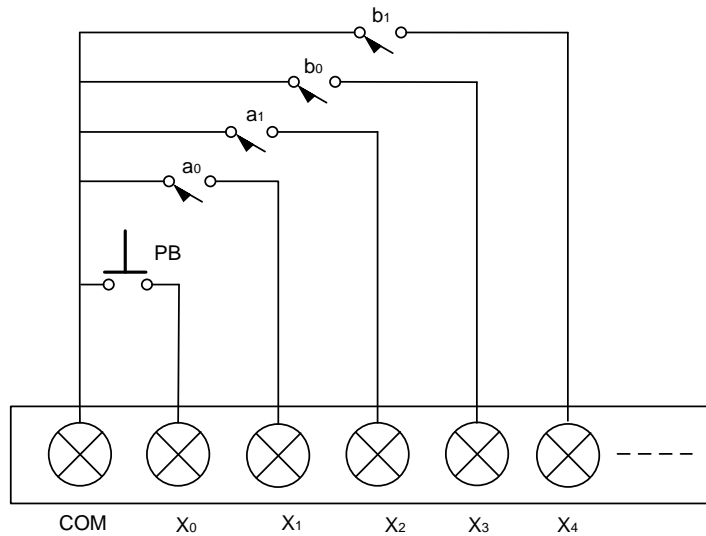
A- → Y₁

B+ → Y₂

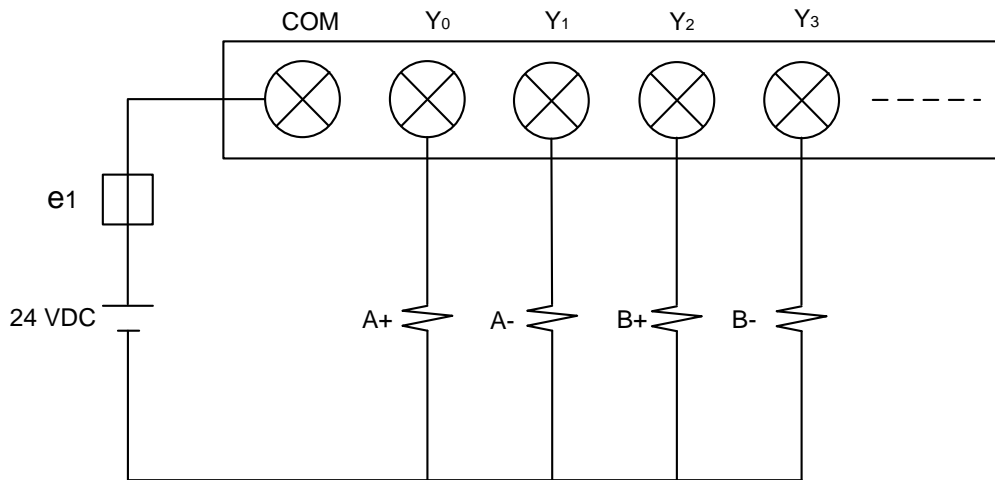
B- → Y₃



b) Diagrama ladder



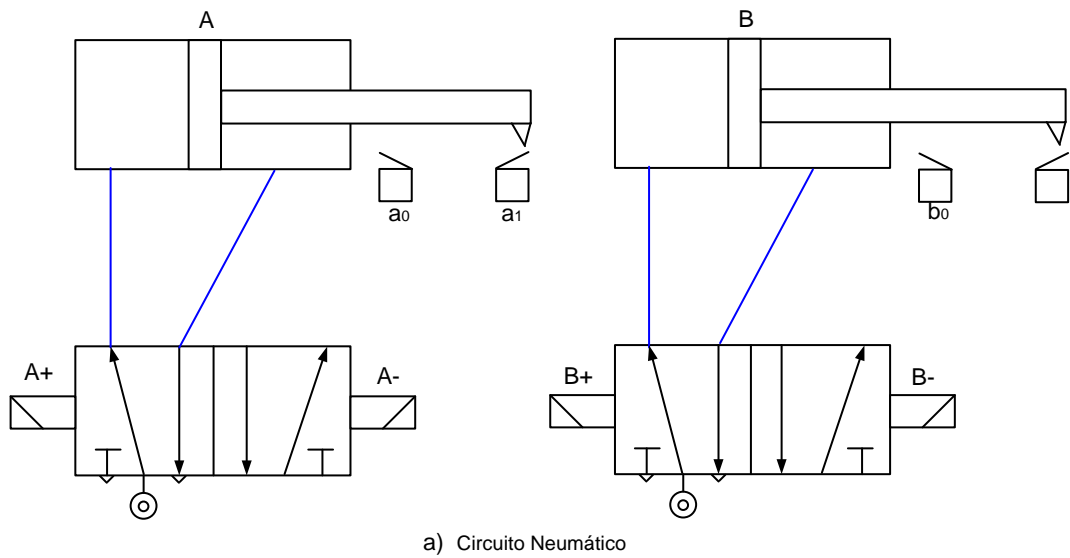
c) Conexión de las entradas al PLC



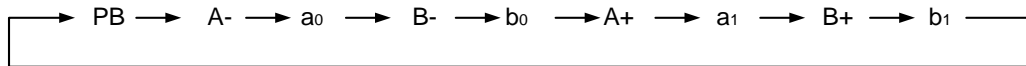
(d) Conexión de las salidas del PLC

Figura 4.14 Circuitos Electroneumáticos para la secuencia de trabajo A+ B+
A- B-

4.8.2 Secuencia de trabajo A- B- A+ B+



La operación cíclica sería:



Se tiene cinco entradas que serán conectadas al PLC de la siguiente manera:

PB → X₀

a₀ → X₁

a₁ → X₂

b₀ → X₃

b₁ → X₄

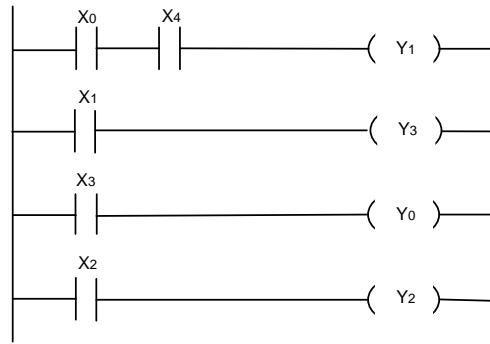
Los solenoides A+ y A- serán manejados por las salidas del PLC

A+ → Y₀

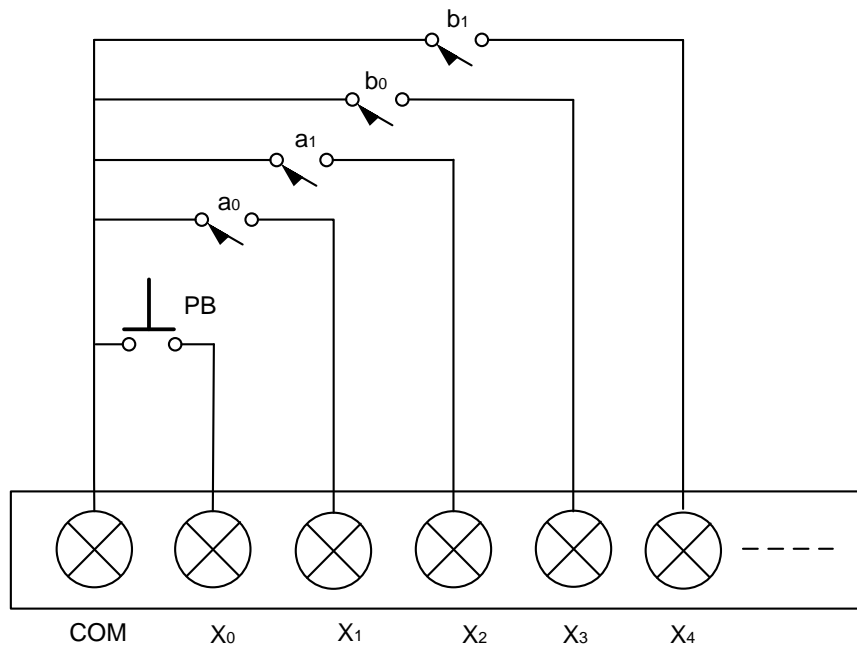
A- → Y₁

B+ → Y₂

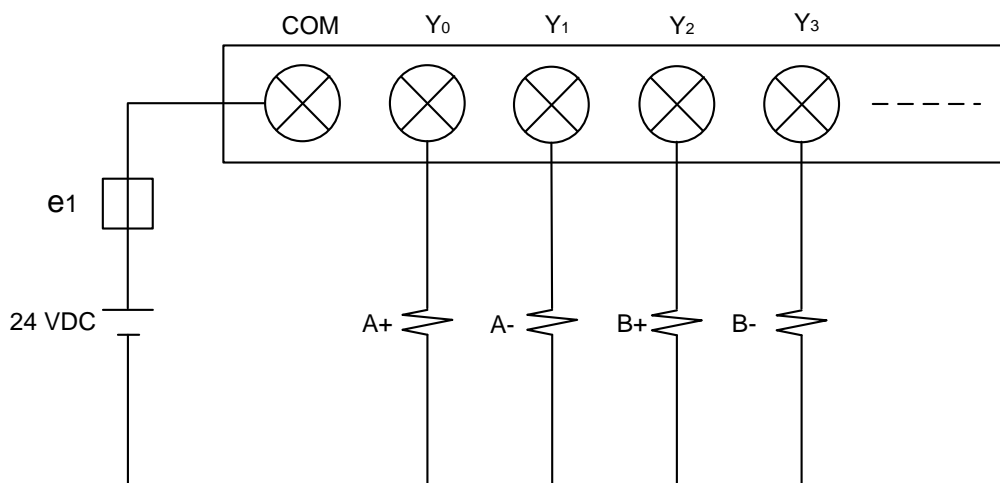
B- → Y₃



b) Diagrama ladder



c) Conexión de las entradas al PLC

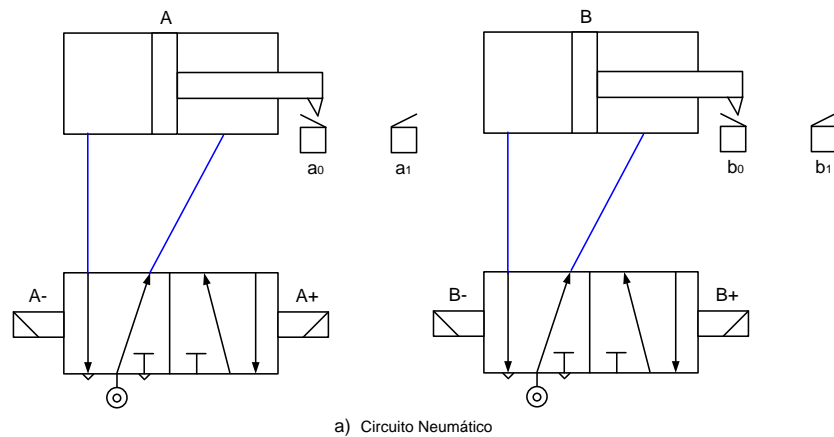


(d) Conexión de las salidas del PLC

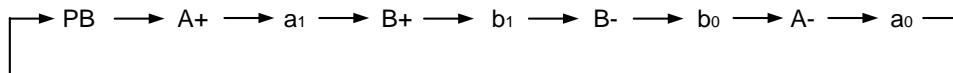
Figura 4.15 Circuitos Electroneumáticos para la secuencia de trabajo A- B-
A+ B+

4.8.3 Secuencia de trabajo A+ B+ B- A-

En esta secuencia de trabajo se puede observar claramente que existe control doble; si utilizaríamos el control manual por cableado eléctrico, se tendría que utilizar bien el método de cascada Eléctrica o el método de corte de la señal de mando para cortar el mando simultáneo (control doble) en las válvulas. Al utilizar el PLC, este problema se resuelve sencillamente utilizando los dispositivos internos. Para estos casos es suficiente utilizar temporizadores para “cortar” el control doble o comando simultáneo en los solenoides. También se puede resolver los problemas de control doble utilizando los Relés auxiliares Internos del PLC.



La operación cíclica sería la siguiente:

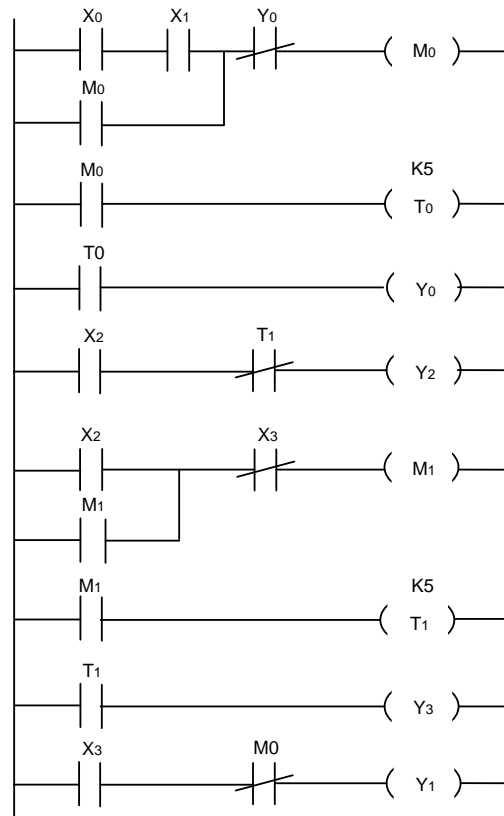


Se tiene cinco entradas que serán conectadas al PLC de la siguiente manera:

- PB → X0
- a0 → X1
- a1 → X2
- b0 → X3
- b1 → X4

Los solenoides de las electroválvulas serán manejados por las salidas del PLC de la siguiente manera.

A+ → Y₀
 A- → Y₁
 B+ → Y₂
 B- → Y₃



b) Diagrama ladder

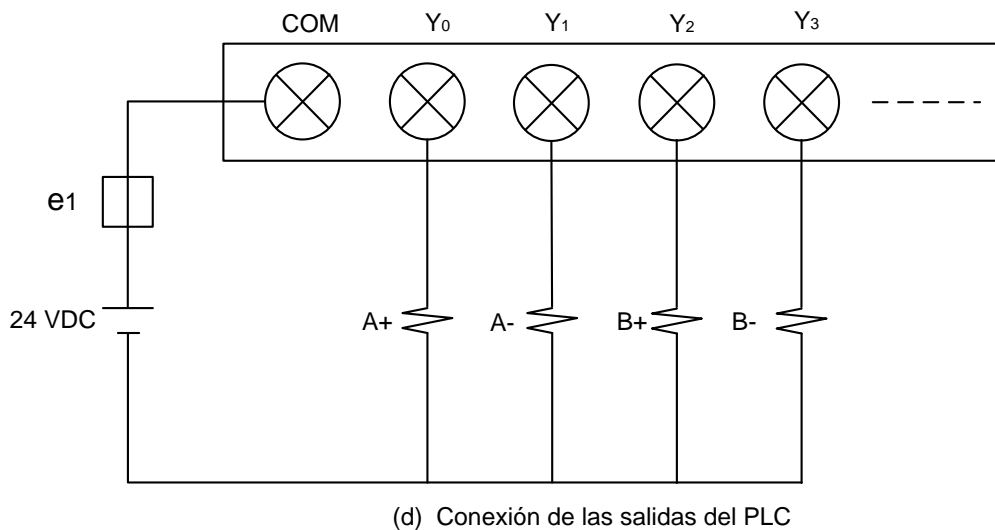
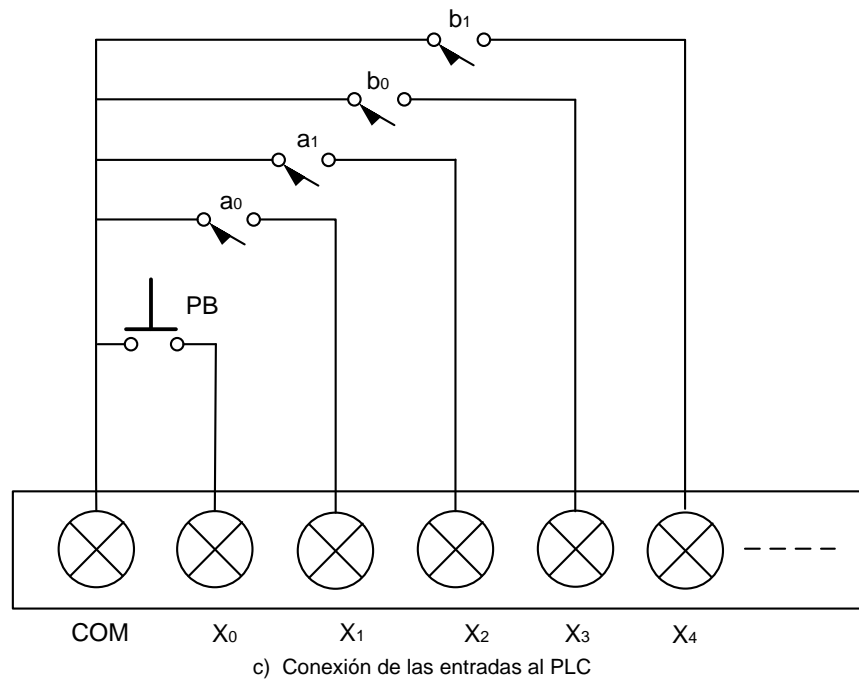
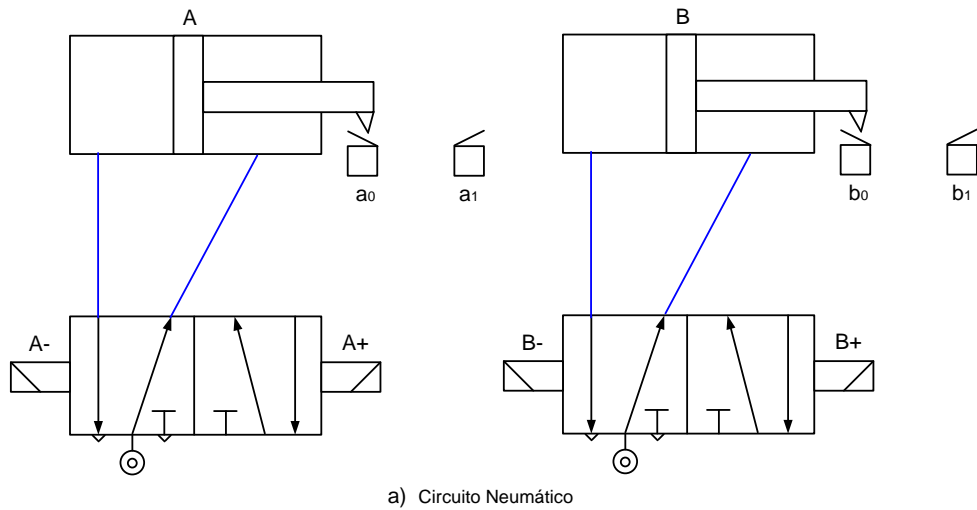


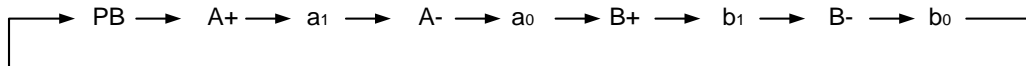
Figura 4.16 Circuitos Electroneumáticos para la secuencia de trabajo A+ B+ A- B-

4.8.4 Secuencia de trabajo A+ A- B+ B-

En esta secuencia de trabajo, también existe control doble, por lo que se tendrá en cuenta las mismas consideraciones de la secuencia anterior.



La operación cíclica sería la siguiente:

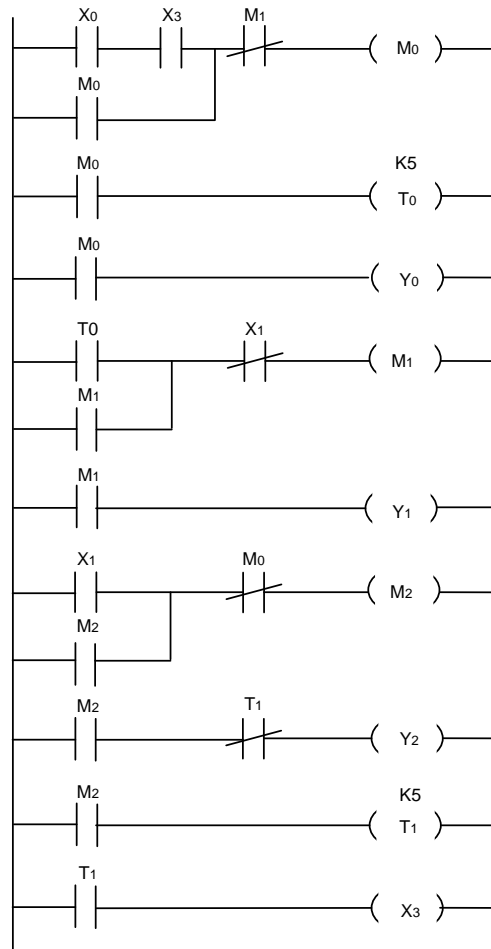


Las cinco entradas se conectarán al PLC de la siguiente manera:

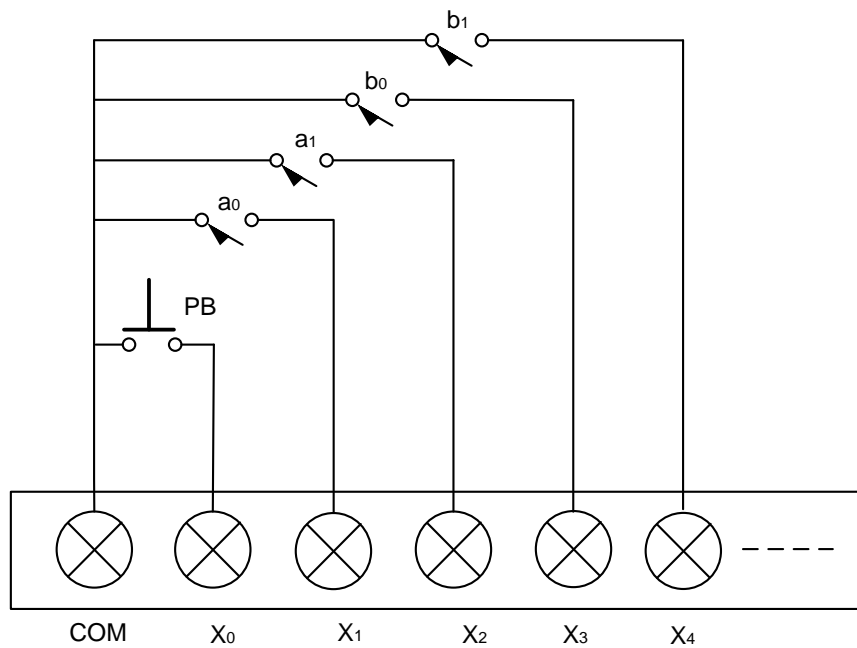
- PB → X₀
- a₀ → X₁
- a₁ → X₂
- b₀ → X₃
- b₁ → X₄

Los solenoides se activarán con las salidas al PLC de la siguiente manera:

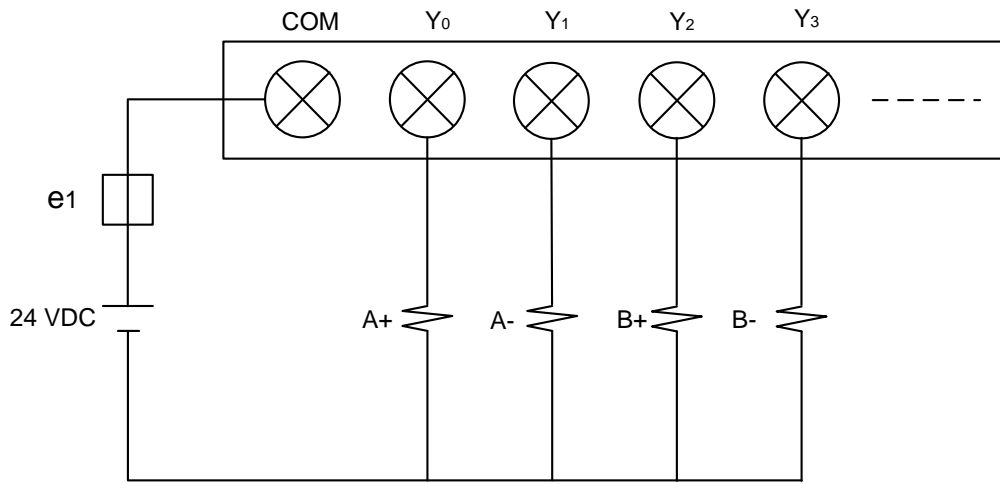
- A+ → Y₀
- A- → Y₁
- B+ → Y₂
- B- → Y₃



b) Diagrama ladder



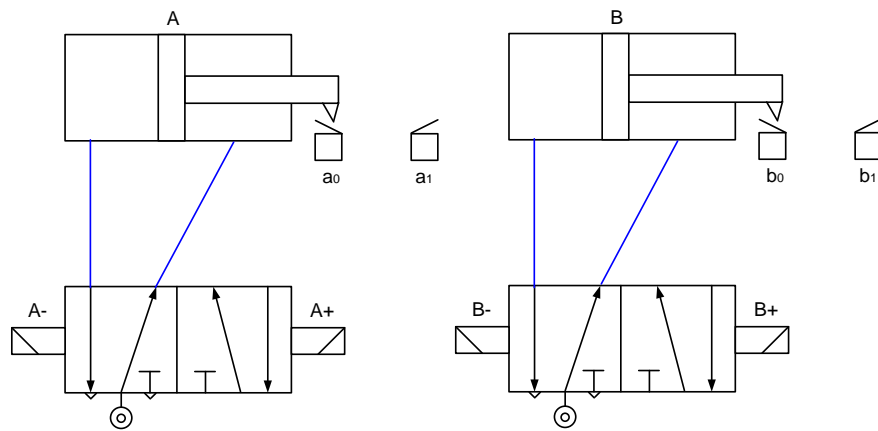
c) Conexión de las entradas al PLC



(d) Conexión de las salidas del PLC

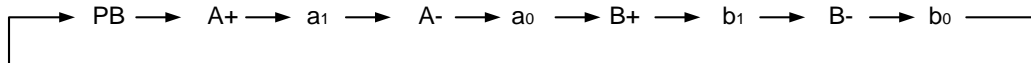
Figura 4.17 Circuitos Electroneumáticos para la secuencia de trabajo A+ A- B+ B-

4.8.5 Secuencia de trabajo A+ A- B+ B- A+ A- B+ B-



a) Circuito Neumático

La operación cíclica sería:



La secuencia A+ A- B+ B- se repetirá dos veces, lo que se puede controlar con un contador interno del PLC. El número de secuencias

repetitivas puede ser aumentando, solo variando el valor programado en el contador.

Las cinco entradas se conectarán en el PLC de la siguiente forma:

PB → X₀

a₀ → X₁

a₁ → X₂

b₀ → X₃

b₁ → X₄

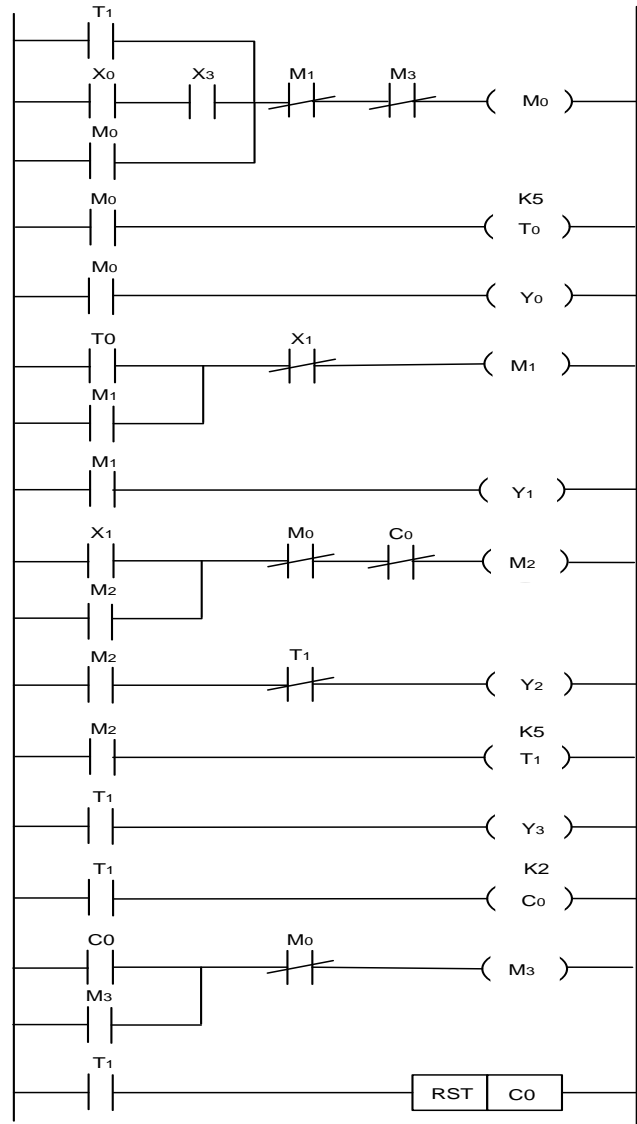
Los solenoides se activarán con las salidas al PLC de la siguiente manera:

A+ → Y₀

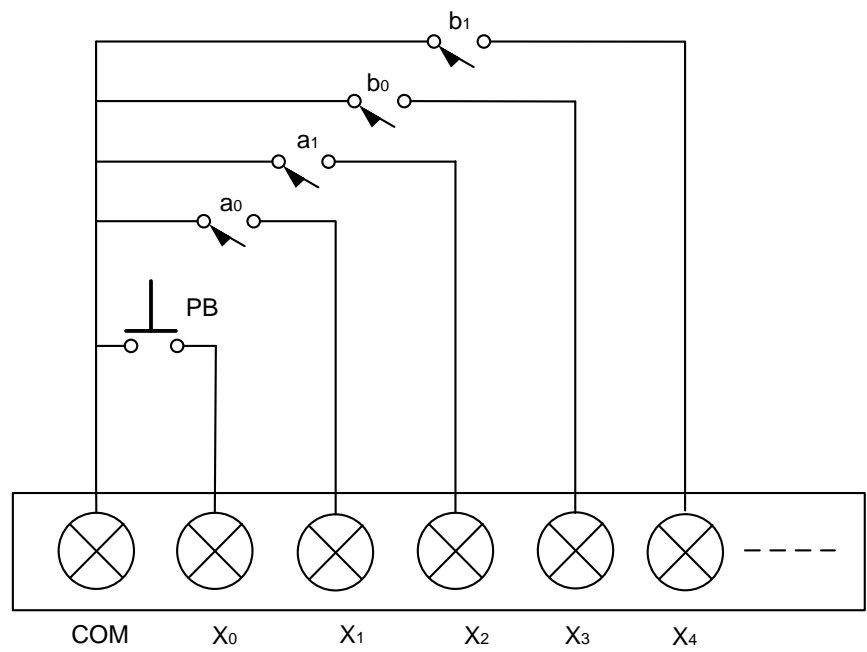
A- → Y₁

B+ → Y₂

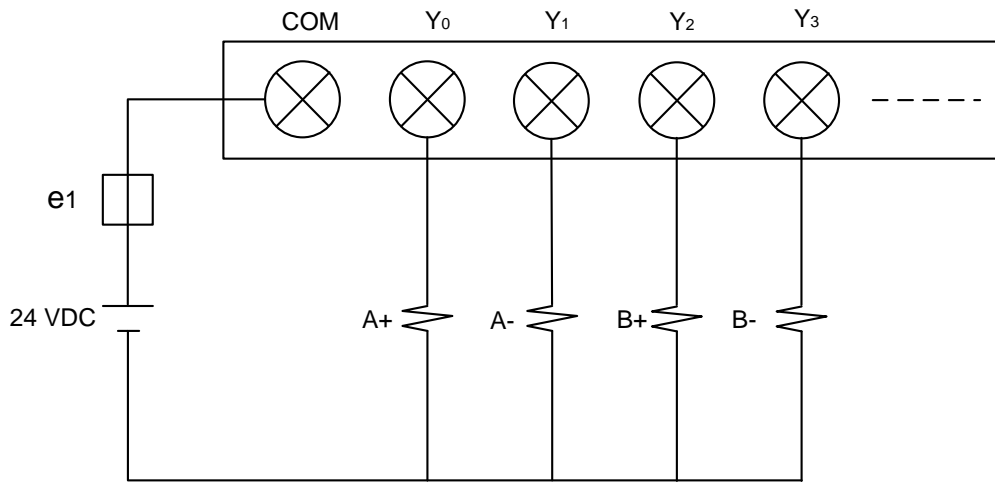
B- → Y₃



b) Diagrama ladder



c) Conexión de las entradas al PLC

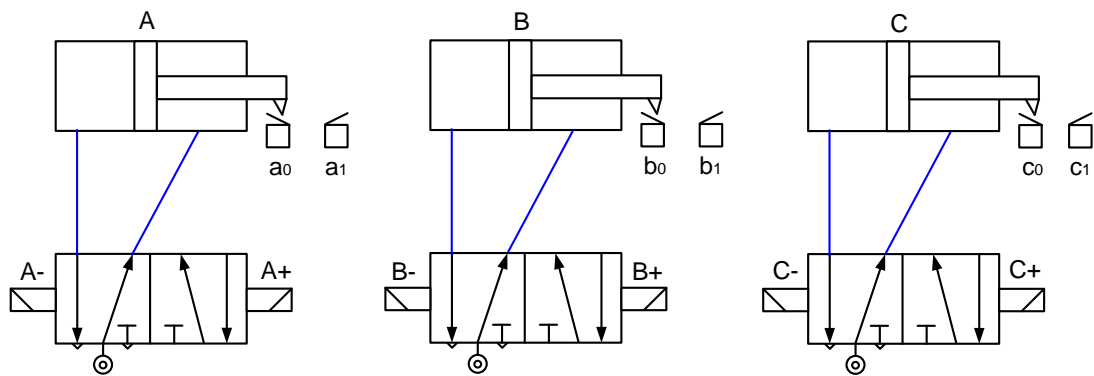


(d) Conexión de las salidas del PLC

Figura 4.18 Circuitos Electroneumáticos para la secuencia de trabajo A+ A- B+ B-A+ A- B+ B-

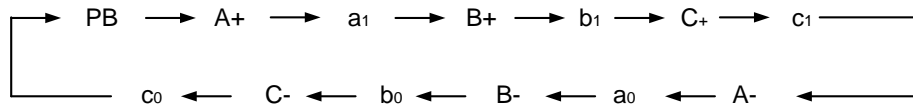
4.9 CIRCUITOS ELECTRONEUMÁTICOS CON TRES CILINDROS.

4.9.1 Secuencia de trabajo A+ B+ C+ A- B- C-



a) Circuito Neumático

La secuencia cíclica de operación sería:

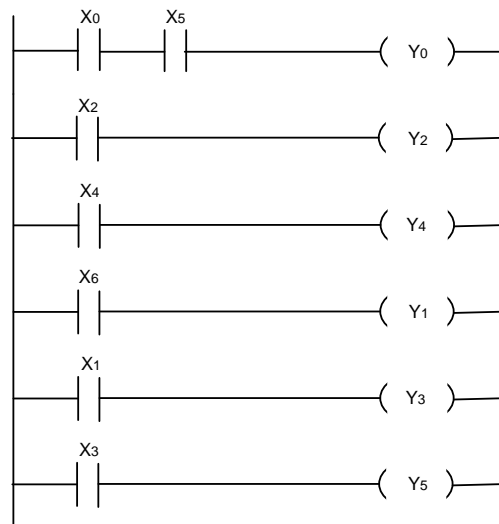


Se tiene siete entradas que serán conectadas al PLC, de la siguiente manera:

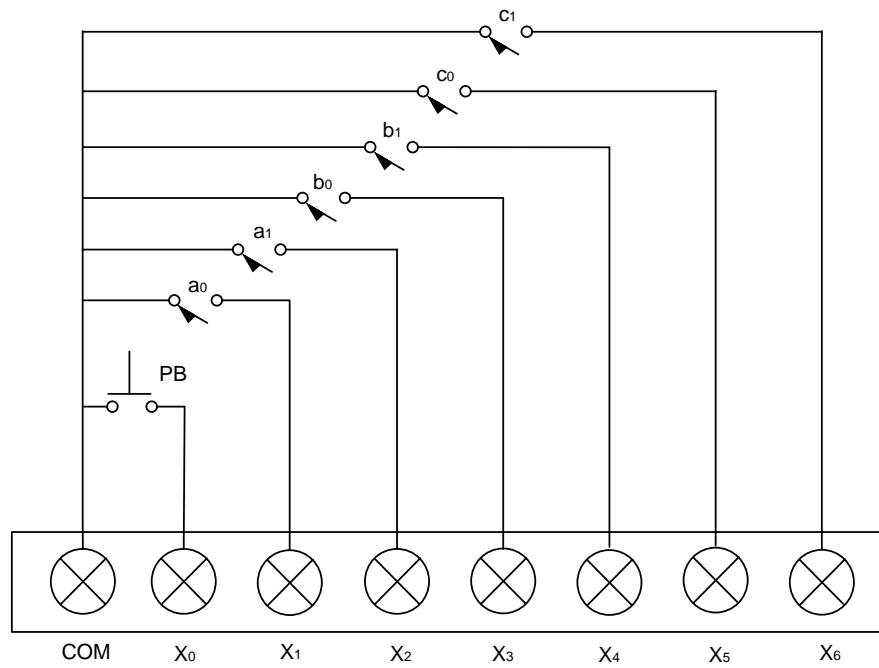
PB	→	X ₀
a ₀	→	X ₁
a ₁	→	X ₂
b ₀	→	X ₃
b ₁	→	X ₄
c ₀	→	X ₅
c ₁	→	X ₆

Los solenoides de las tres electroválvulas serán manejados por las salidas del PLC.

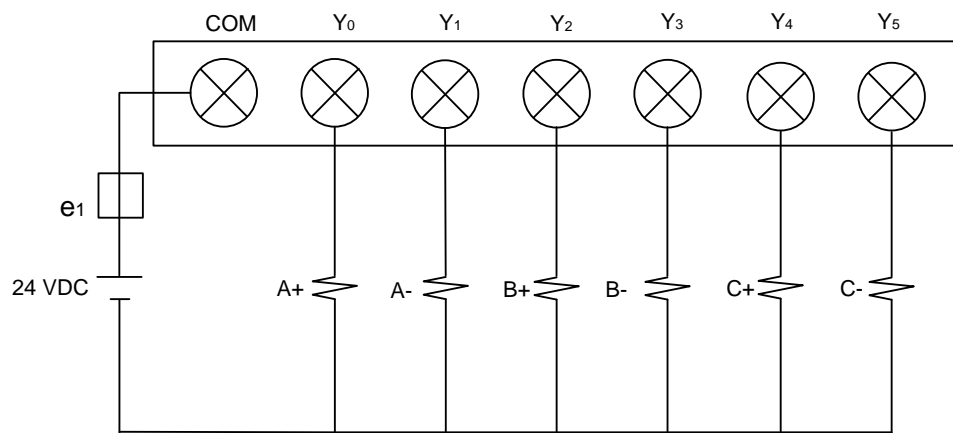
A+	→	Y ₀
A-	→	Y ₁
B+	→	Y ₂
B-	→	Y ₃
C+	→	Y ₄
C-	→	Y ₅



b) Diagrama ladder



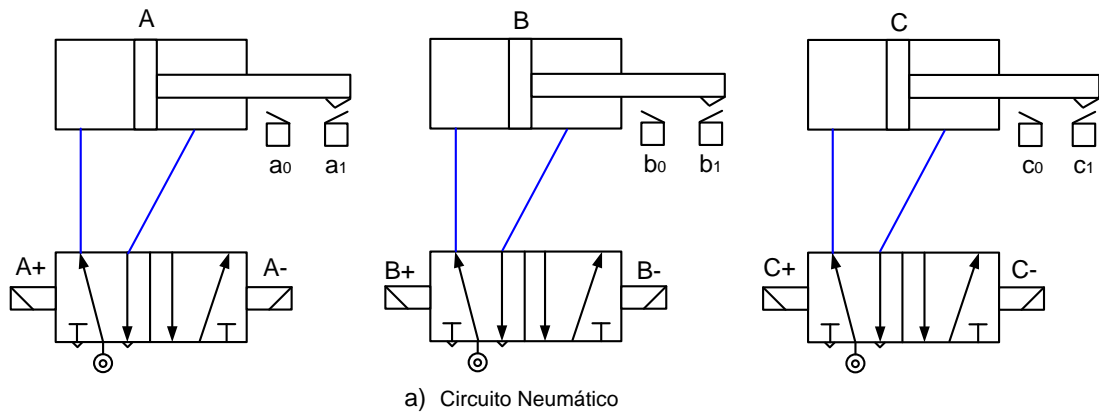
c) Conexión de las entradas al PLC



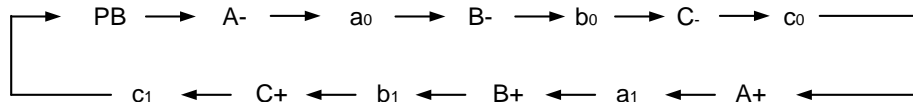
(d) Conexión de las salidas del PLC

Figura 4.19 Circuitos electroneumáticos para la secuencia A+ B+ C+ A- B- C-

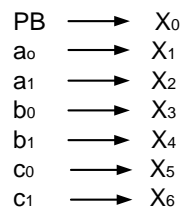
4.9.2 Secuencia de trabajo A- B- C- A+ B+ C+



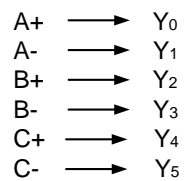
La secuencia cíclica de operación sería:

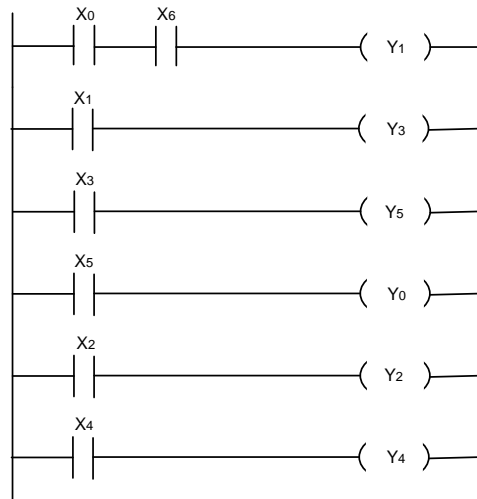


Se tiene siete entradas que serán conectadas al PLC, de la siguiente manera:

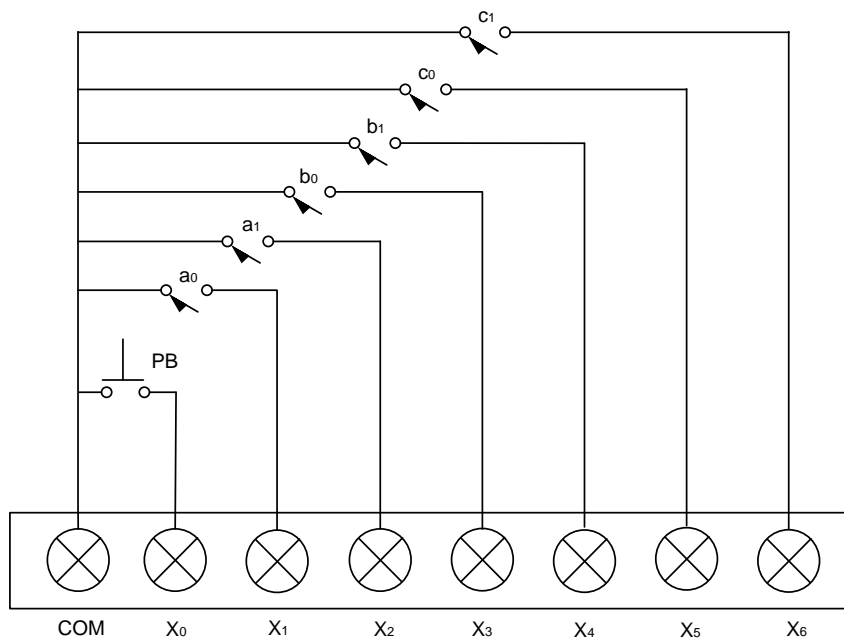


Los solenoides de las tres electroválvulas serán manejados por las salidas del PLC.

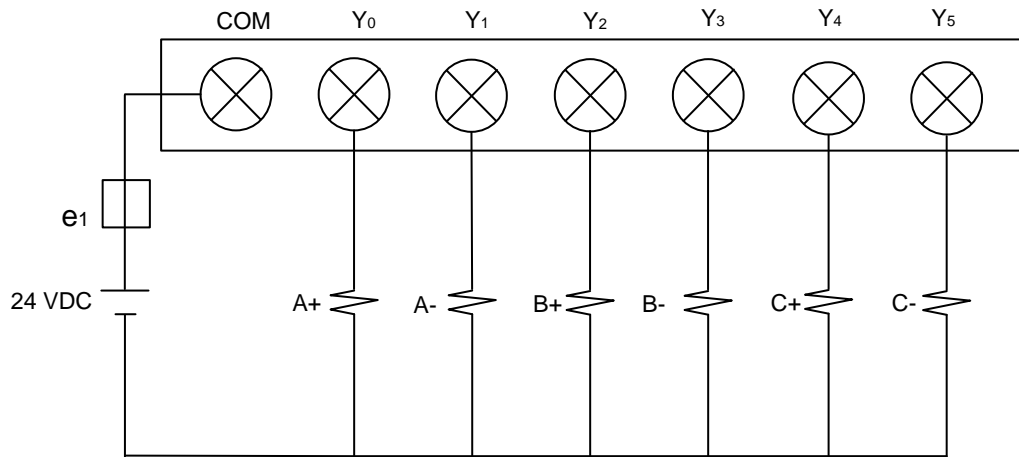




b) Diagrama ladder



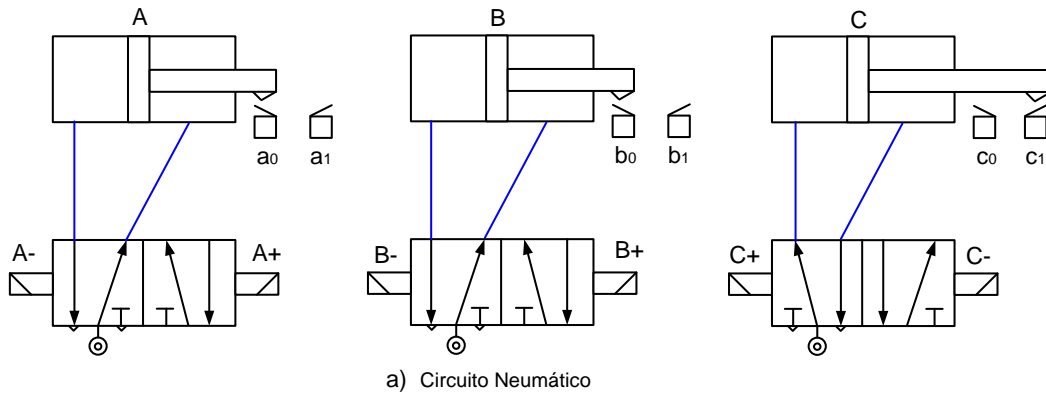
c) Conexión de las entradas al PLC



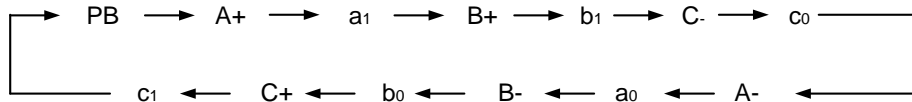
(d) Conexión de las salidas del PLC

Figura 4.20 Circuitos electroneumáticos para la secuencia A- B- C- A+ B+ C+

4.9.3 Secuencia de trabajo A+ B+ C- A- B- C+



La secuencia cíclica de la operación sería:

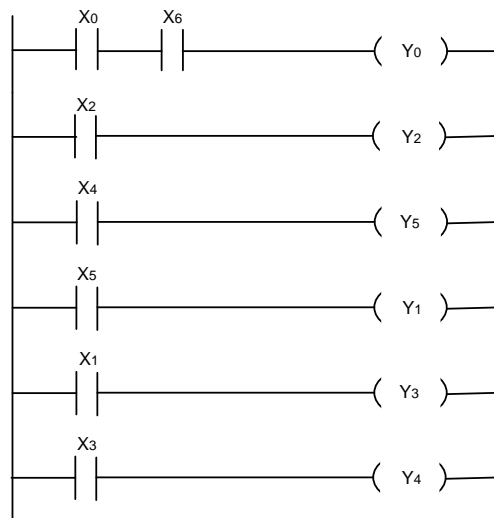


Se tiene siete entradas que serán conectadas al PLC, de la siguiente manera:

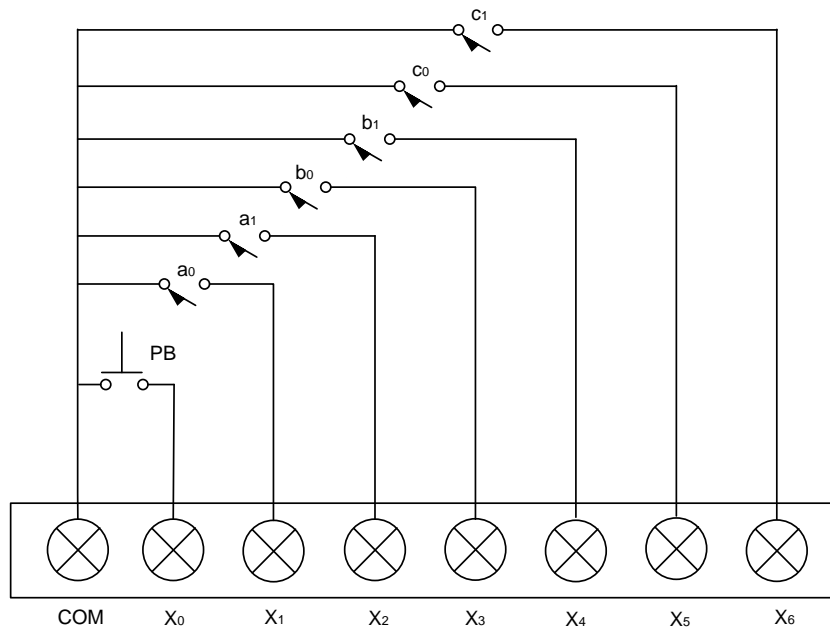
PB	→	X ₀
a ₀	→	X ₁
a ₁	→	X ₂
b ₀	→	X ₃
b ₁	→	X ₄
c ₀	→	X ₅
c ₁	→	X ₆

Los solenoides de las tres electroválvulas serán manejados por las salidas del PLC.

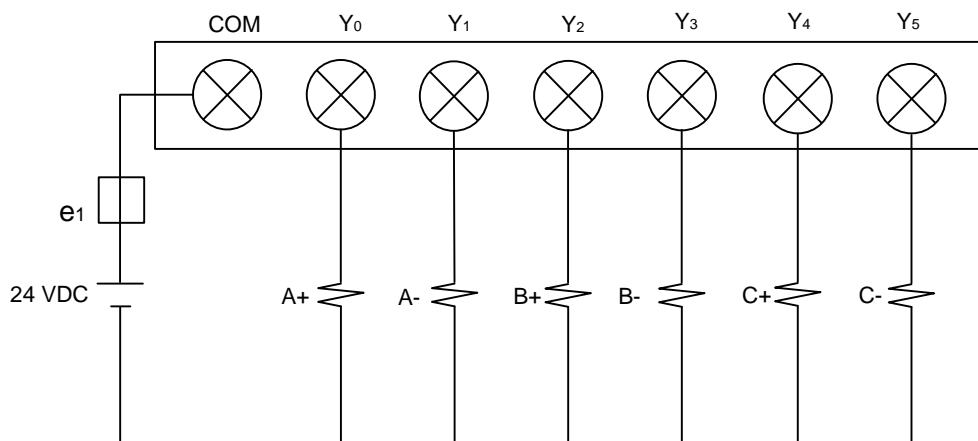
A+	→	Y ₀
A-	→	Y ₁
B+	→	Y ₂
B-	→	Y ₃
C+	→	Y ₄
C-	→	Y ₅



b) Diagrama ladder



c) Conexión de las entradas al PLC

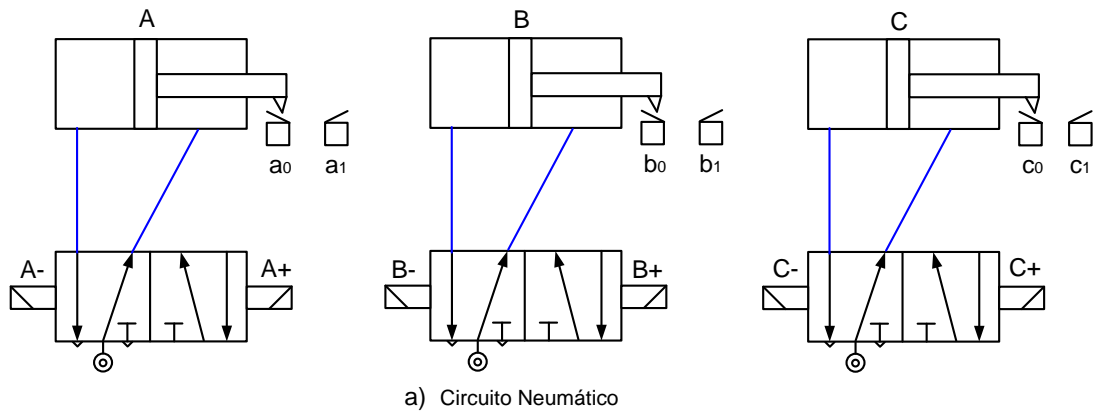


(d) Conexión de las salidas del PLC

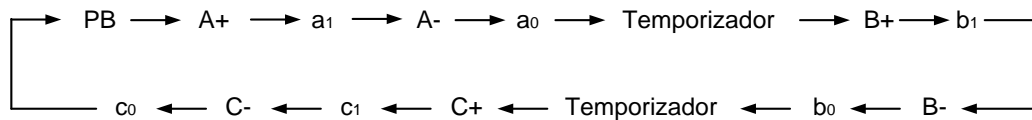
Figura 4.21 Circuitos electroneumáticos para la secuencia A+ B+ C- A- B-

C+

4.9.4 Secuencia de trabajo A+ A- Temporizado B+ B- Temporizado C+ C-



La secuencia cíclica de operación sería:

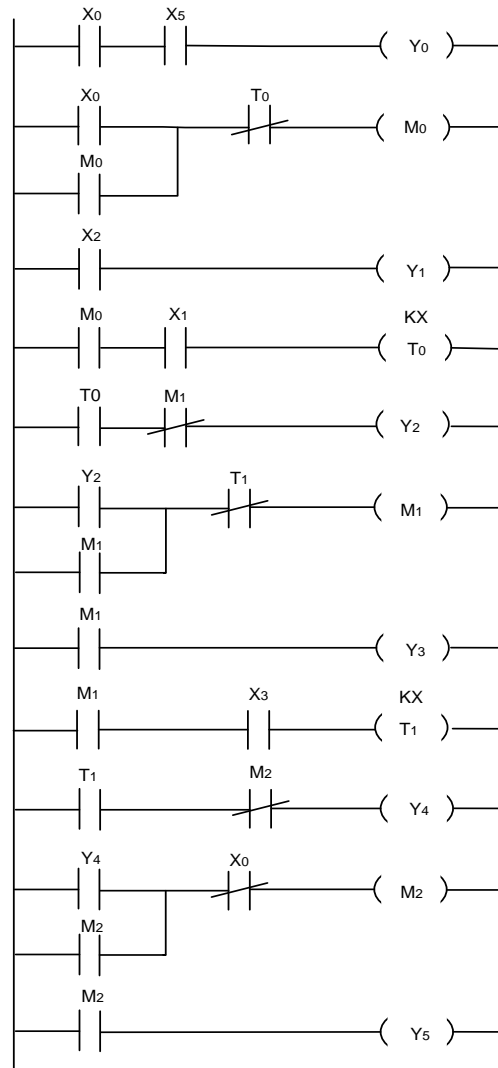


Se tiene siete entradas que serán conectadas al PLC, de la siguiente manera:

PB	→	X ₀
a ₀	→	X ₁
a ₁	→	X ₂
b ₀	→	X ₃
b ₁	→	X ₄
c ₀	→	X ₅
c ₁	→	X ₆

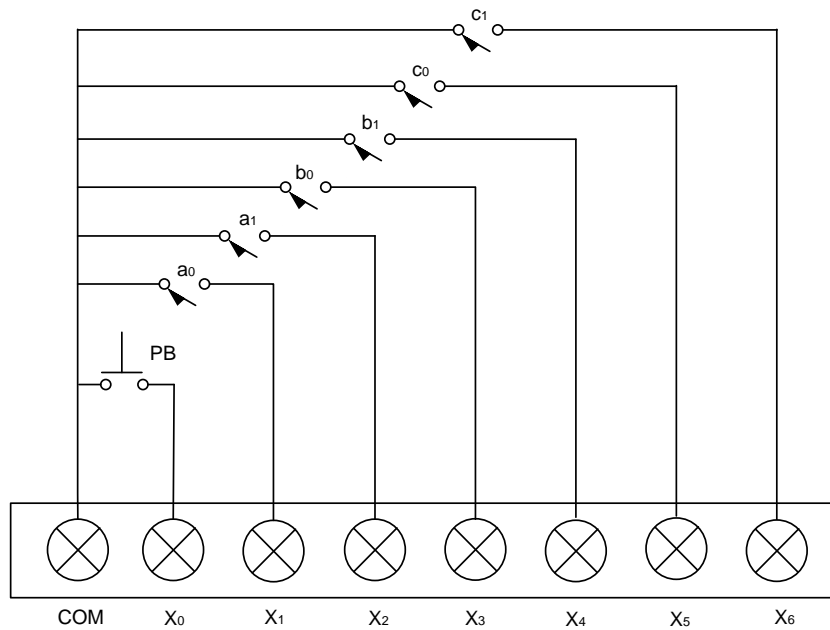
Los solenoides de las tres electroválvulas serán manejados por las salidas del PLC.

A+	→	Y ₀
A-	→	Y ₁
B+	→	Y ₂
B-	→	Y ₃
C+	→	Y ₄
C-	→	Y ₅

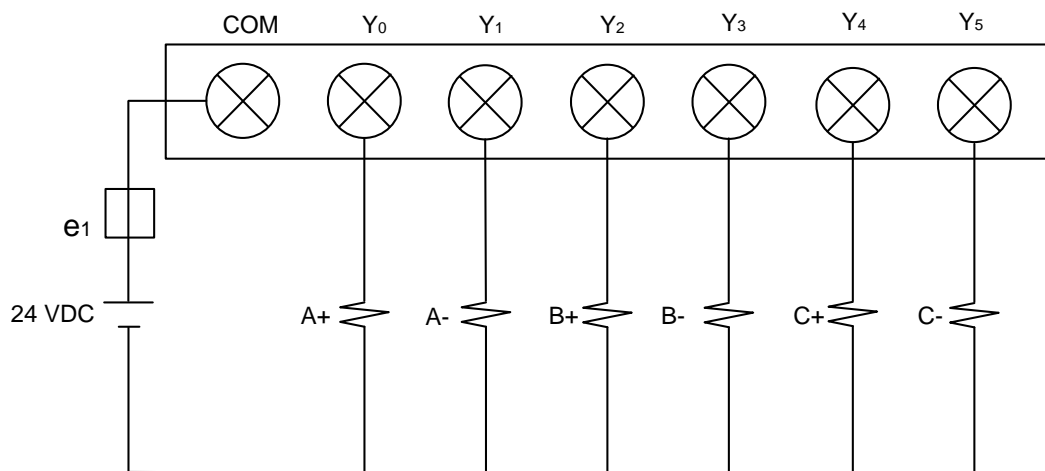


b) Diagrama ladder

Donde X es el tiempo de temporización y K indica que dicho tiempo está programado en decimal.



c) Conexión de las entradas al PLC

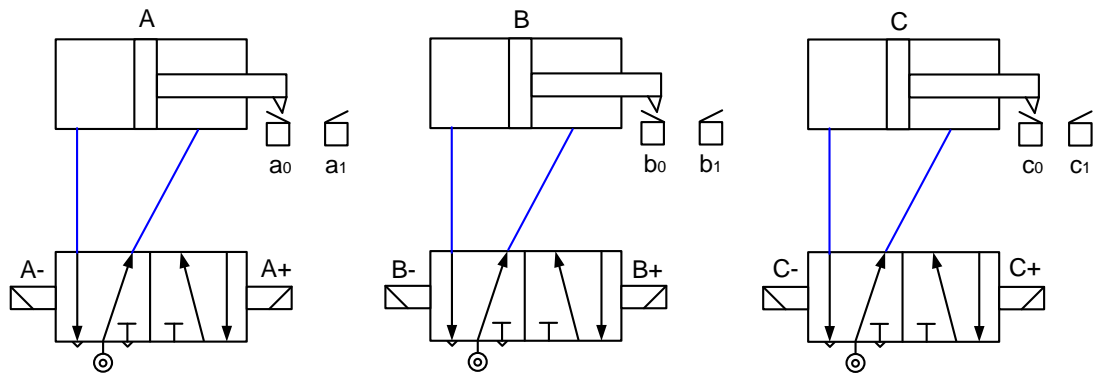


(d) Conexión de las salidas del PLC

Figura 4.22 Circuitos electroneumáticos para la secuencia A+ A-
Temporizado B+ B- Temporizado C+ C-

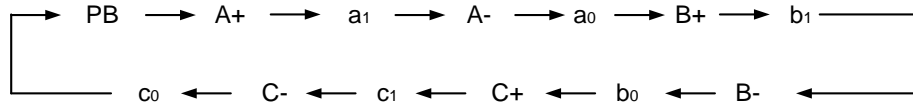
4.9.5 Secuencia de trabajo A+ A- B+ B- C+ C- A+ A- B+ B- C+ C-

En esta secuencia el número de ciclos repetitivos será programado en un controlador interno del PLC.



a) Circuito Neumático

La secuencia cíclica de operación sería:



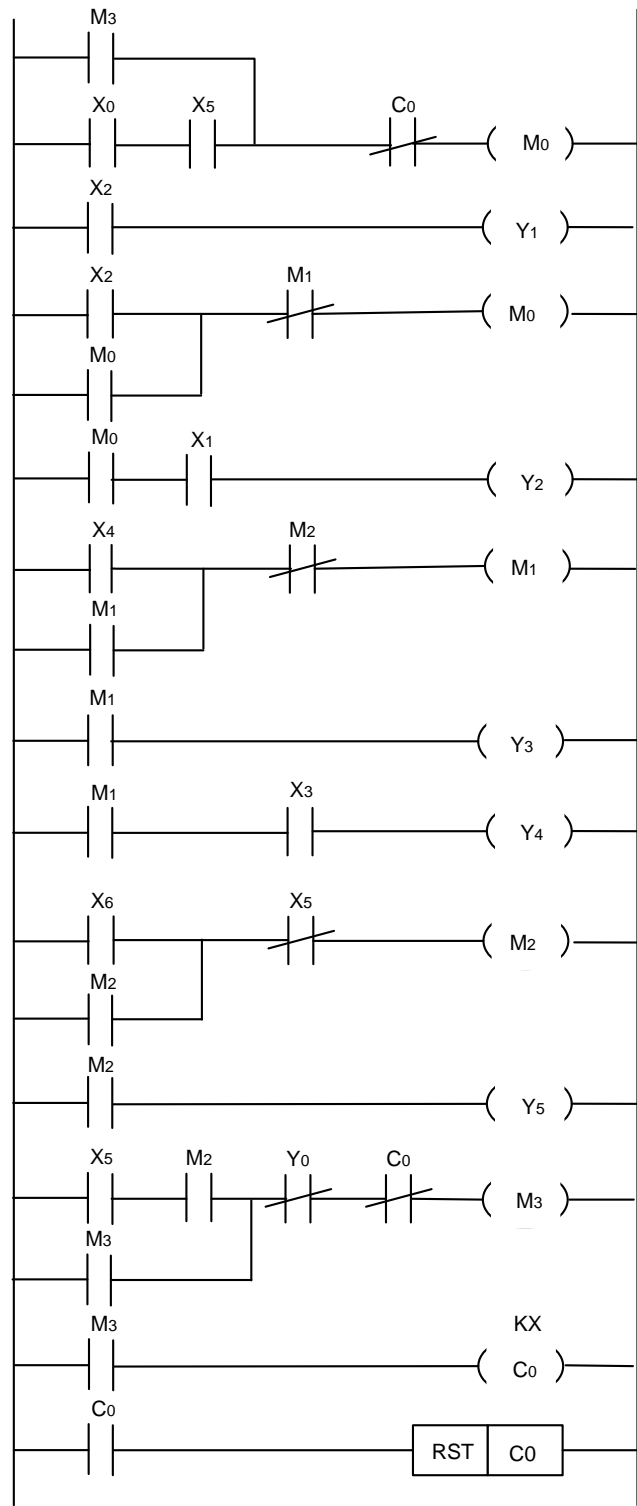
Esta operación cíclica será repetitiva hasta alcanzar el valor programado en el contador (KX valor de conteo en decimal)

Se tiene siete entradas que serán conectadas al PLC, de la siguiente manera:

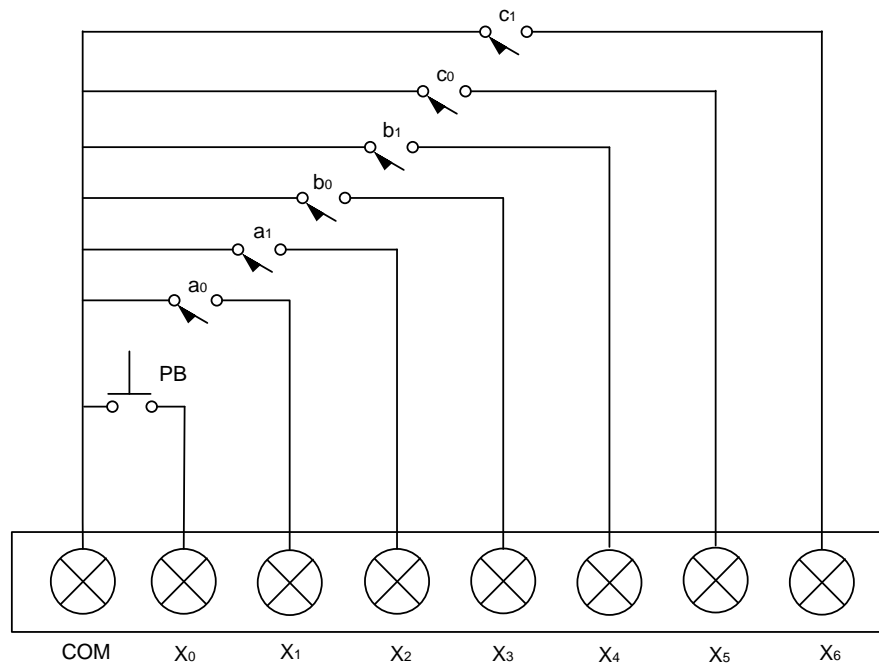
- PB → X₀
- a₀ → X₁
- a₁ → X₂
- b₀ → X₃
- b₁ → X₄
- c₀ → X₅
- c₁ → X₆

Los solenoides de las tres electroválvulas serán manejados por las salidas del PLC.

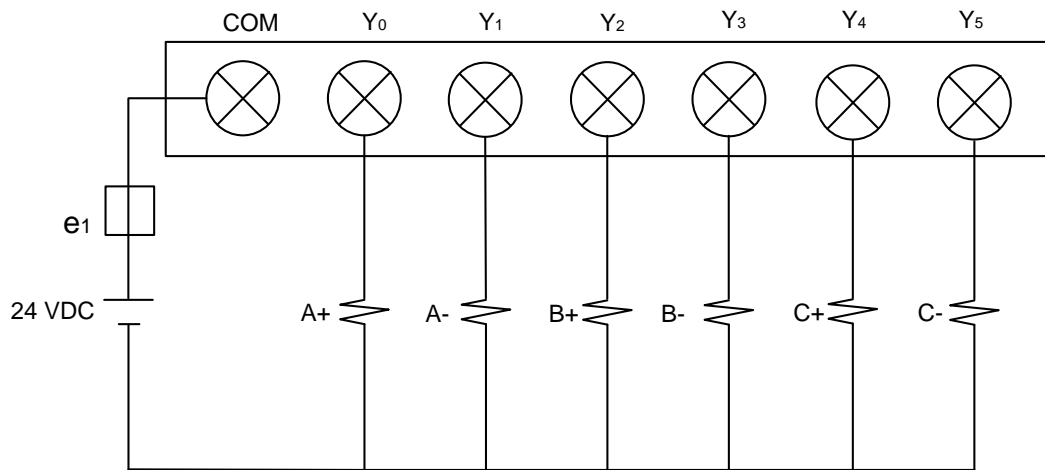
- A+ → Y₀
- A- → Y₁
- B+ → Y₂
- B- → Y₃
- C+ → Y₄
- C- → Y₅



b) Diagrama ladder



c) Conexión de las entradas al PLC



(d) Conexión de las salidas del PLC

Figura 4.22 Circuitos electropneumáticos para la secuencia A+ A- B+ B- C+
C- A+ A- B+ B- C+ C-

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Un sistema electroneumático está compuesto por dos subsistemas: el subsistema eléctrico que corresponde a la parte de control y el subsistema neumático que corresponde a la parte de potencia.
- El subsistema neumático está conformado por los elementos de trabajo o actuadores, que generalmente son cilindros de doble efecto; además este subsistema consta de las válvulas direccionales de aire, que generalmente son válvulas 5/2 con pilotaje eléctrico.
- El subsistema de control, para nuestro caso está conformado por un PLC de la marca MITSUBISHI de la serie FX014- RMS, que es el que gobierna a todas las acciones de los cilindros.
- Con la utilización de un PLC en el circuito de control el espacio se reduce considerablemente, pueden diseñarse circuitos más complicados de manera más sencilla, y además se puede instalar dispositivos que aumentan la eficiencia y eficacia de los sistemas automatizados.
- El cableado de un circuito de control utilizando PLC es muy sencillo, ya que en sus entradas se conectará solamente los finales de carrera de cada cilindro y sus salidas manejarán solamente a los solenoides de las electroválvulas.
- El PLC puede realizar tareas que los circuitos o los dispositivos electromecánicos no lo pueden realizar, por ejemplo, funciones de conteo, registros de desplazamiento, operaciones matemáticas, etc.

- Un PLC puede ser programado con un programador manual o mediante un computador. Para nuestro caso el programador manual que puede ser utilizado es el FX10P o el FX20P; el software de programación es el MELSEC.
- Una ventaja muy importante de utilizar un PLC en el circuito de control es que se puede monitorear en tiempo real el funcionamiento de un circuito antes de ser instaladas las entradas y salidas.
- Las electroválvulas utilizadas en nuestros experimentos son a 24 VDC, esto supone un consumo bajo de corriente y pueden ser manejadas directamente por las salidas del PLC sin la utilización de relés intermedios.
- Nuestros circuitos electroneumáticos realizados se encuentran limitados a la utilización de solo tres cilindros de doble efecto por cuanto el PLC utilizado solo dispone de seis salidas y ocho entradas.
- Algunas secuencias de trabajo implementadas tienen el denominado control doble (pulso simultáneo en los dos comandos de la electroválvula), pero con los dispositivos internos que tiene el PLC es muy sencillo solucionar este inconveniente. Si utilizáramos la lógica de cableado eléctrico se tendría que utilizar algunas de las técnicas existentes para solucionar los problemas de control doble (técnica de cascada eléctrica y técnica de corte de la señal de mando), lo que implica la utilización de dispositivos adicionales, como relés auxiliares, temporizadores, etc.
- Con la realización de la presente Monografía de grado se ha adquirido conocimiento de neumática y controladores lógicos programables, cuyas asignaturas no constan en el pénsum de estudios de Tecnología Electrónica.

5.2 RECOMENDACIONES

- Al ser un PLC un dispositivo electrónico con salidas de baja potencia, se recomienda que antes de conectar la carga a las salidas se debe verificar el consumo de corriente de cada una de éstas, para evitar que los terminales de salida no sufran daños.
- Se recomienda la actualización de los laboratorios de Neumática y PLC's con equipos que estén acorde con el avance tecnológico.
- Se recomienda que se siga manteniendo la política de que las Monografías y Tesis de grado sean prácticas., ya que ahí se puede verificar el funcionamiento real de los diferentes dispositivos, ya que muchas veces difiere la teoría de la práctica.
- Es recomendable que en el pénsum de Tecnología Electrónica se incluya el estudio de Neumática y de PLC's, ya que en las industrias actuales se utilizan mucho estos conocimientos.

BIBLIOGRAFIA:

- PORRAS CRIADO, Alejandro. Autómatas programables. Primera Edición. 2000
- JIMENEZ DE CISNEROS, Luis Control Neumático.
- DEGEM SYSTEM, Electroneumática Básica y Avanzada. Inter. Training Systems. 1992, Primera Edición.
- CARROBLES M., RODRIGUEZ R. Manual de Mecánica Industrial, Cultural S.A. Edición 2002.
- MITSUBISHI PROGRAMMABLE CONTROLLERS MELSEC-F, Handy Manual, Mitsubishi Electronic Corporation, 1993.
- FREIRE Washington, Compilación de PLC's.
- <http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/neumatica19.htm>
- http://www.ab.com/catalogs/C114-CA001A-ES-P/2a_proxi.pdf
- <http://www.tvtronica.com.ar/Plc1.htm>
- http://www.google.com/search?q=plc+micro1&hl=es&lr=lang_es&ie=UTF-8&oe=UTF-8&start=10&sa=N
- <http://www.Mitsubishi Electric Automation - Product Selection Guide1.htm>
- <http://www.allman.rhon.itam.mx/~cacosta/auto/plc.pdf>
- http://www.sec.upm.es/docencia/plan_00/ai/descarga_AI/teoria/Microsoft%20PowerPoint%20-%20T2_automatas_programables_V1.pdf

Latacunga, Julio del 2004

ELABORADO POR:

Willian Jean Andrade
Cbop. Téc. Avc.

Pablo Estalin Buitrón G.
Cbop. Téc. Avc.

LA DIRECTORA DE CARRERA

Ing. Nancy Guerrón P.

EL SECRETARIO ACADEMICO

Dr. Mario Lozada P.