

CAPÍTULO 3

DISEÑO CONCEPTUAL

3.1 Introducción

En este capítulo se hablará de los diferentes dispositivos que forman un sistema neumático ya que existe una gama extensa de combinaciones para realizarlo. Se describirán sus características y su funcionamiento al igual que las aplicaciones del mismo, todo esto, con la finalidad de respaldar la selección de componentes para aplicarlos al manipulador neumático. De la misma manera, se hará la propuesta de circuitos que realicen las operaciones deseadas para finalmente seleccionar cual de estos resulta conveniente y ofrece ventajas para el proyecto.

3.2 Actuadores o cilindros neumáticos

Un actuador neumático es un elemento que tiene como labor la transformación de energía, proveniente del aire comprimido, en trabajo. Esta transformación se lleva a cabo cuando el actuador recibe la señal de salida proveniente del mando o los elementos de maniobra. Como consecuencia del tipo de movimiento que el actuador va a realizar, los actuadores se clasifican en dos grupos:

- De movimiento rectilíneo o lineal: que a su vez, se dividen en cilindros de efecto simple y cilindros de efecto doble.
- De movimiento giratorio: que pueden ser: motor neumático, actuador giratorio y accionamiento oscilante.

Para el caso de este trabajo de tesis, se profundizará en los actuadores de movimiento rectilíneo ya que el trabajo que el manipulador va a realizar es de manera lineal. Ver figura 3.1.

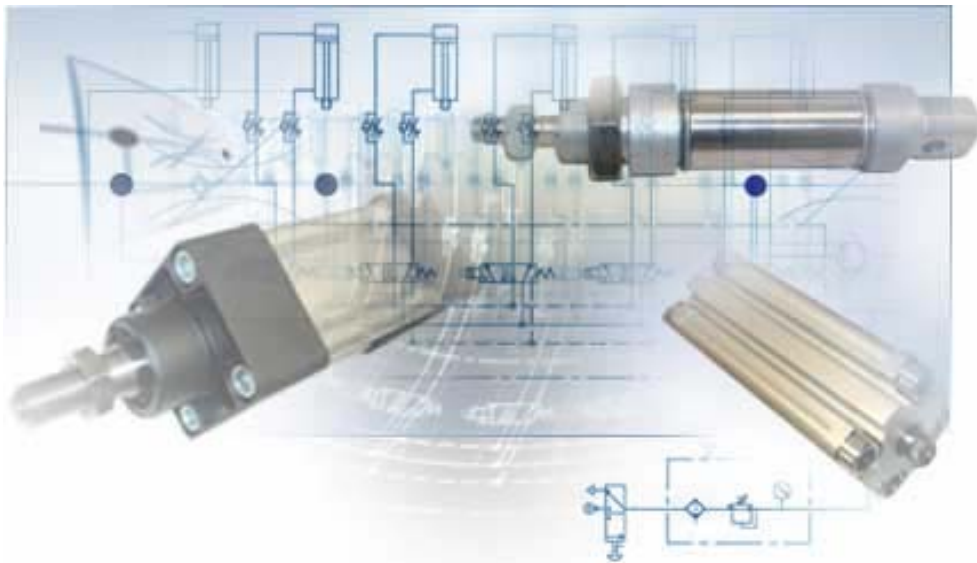


Fig. 3.1 Ilustración de actuadores

3.2.1 Actuadores de simple efecto

Este tipo de cilindro tienen movimiento de traslación como consecuencia de tener sólo una conexión de aire comprimido, lo que quiere decir, que sólo es alimentado de aire por un lado, por esta razón este tipo de componentes

únicamente puede realizar el trabajo en un sentido. En cuanto al retorno o retroceso del émbolo, es realizado por medio de distintos elementos, puede ser por medio de un muelle que se incluye en el cilindro (donde la longitud del muelle limita la carrera por lo que tienen una longitud máxima de entre 8mm-10mm), por un resorte incorporado o algún tipo de fuerzas externa. Este movimiento de retorno debe contar con suficiente velocidad poniendo énfasis en no provocar que el cilindro tenga que soportar una carga. Ver figuras 3.2 y 3.3.

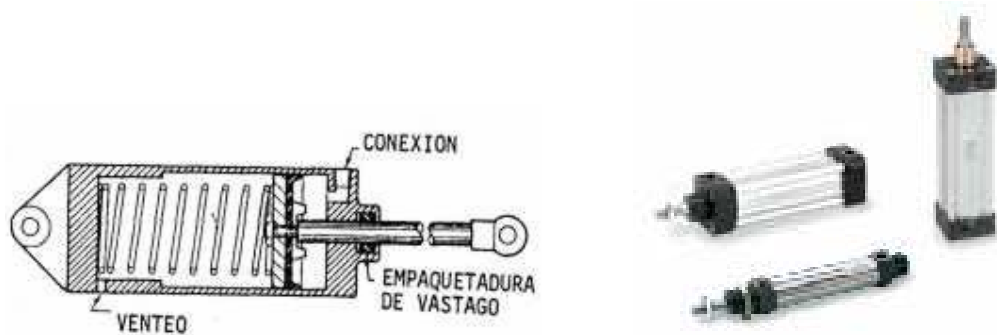


Fig. 3.2, izquierda, vista con corte de un cilindro simple efecto. Fig. 3.3, derecha Cilindro simple efecto

Estos cilindros tienen como finalidad la realización de tareas como: entregar, bifurcar, juntar, accionar, fijar, expulsar, apretar, levantar, sujetar. En resumen, se puede denominar este tipo de acciones como tareas de alimentación.

Dentro de la clasificación de cilindros de efecto simple se encuentran los cilindros de membrana y de membrana enrollable, donde lo única diferencia con los cilindros antes mencionados es que este tipo de cilindros cuenta con

una membrana, ya sea de goma, plástico o metal, la cual, toma el lugar del embolo y sobre la cual esta fijado el vástago.

3.2.2 Cilindros doble efecto

Este tipo de cilindros no llevan mecanismo de retorno como muelle, resorte etc., por lo que cuentan con dos conexiones, las cuales tienen como función alimentar y evacuar el aire a presión. De forma distinta a los cilindros simple efecto, este tipo de actuadores pueden realizar trabajos en dos sentidos. Sus aplicaciones más comunes se encuentran en la detección sin contacto, el frenado de cargas pesadas, el uso de cilindros sin vástago en áreas reducidas y la aplicación en la robótica. Ver figuras 3.4 y 3.5.

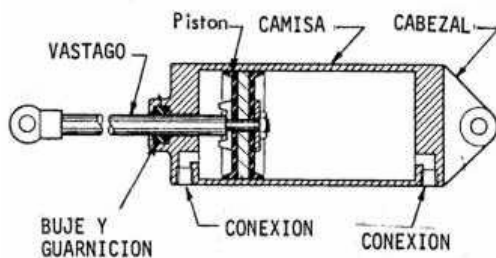


Fig. 3.4, izquierda, vista con corte de un cilindro doble efecto. Fig. 3.5, derecha Cilindro doble efecto

3.3 Compresores

Un compresor es un dispositivo que tiene por finalidad el incremento de la presión de un gas, lo cual es logrado al reducir el volumen específico del gas cuando este se encuentra atravesando por el compresor. Para una selección

certera de este dispositivo se debe conocer la presión de trabajo y la cantidad de aire necesaria para lograrlo.



Fig. 3.6 Ilustración de compresores (FRA-COR)

El siguiente diagrama muestra la clasificación de los compresores:

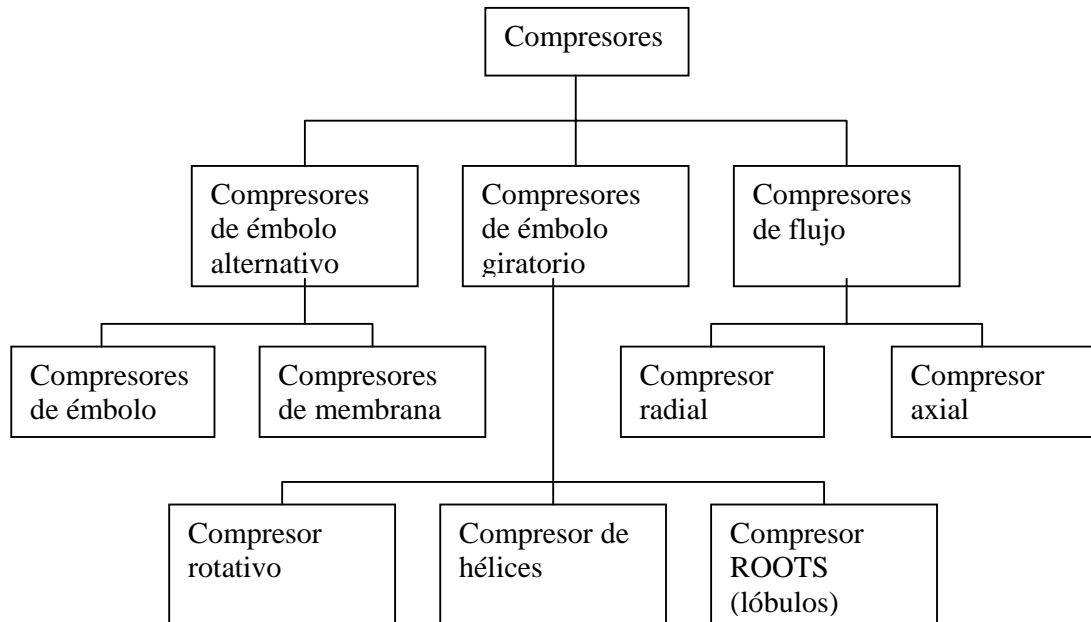


Fig. 3.7 Clasificación de compresores (FESTO DIDACTIC, NEUMÁTICA)

3.3.1. Compresores de émbolo alternativo

3.3.1.1. Compresor de émbolo

En este tipo de compresores se introduce el gas por medio de unas válvulas de entrada al cilindro, es aquí en donde se estanca y se realiza el proceso de compresión, para después ser expulsado por medio de las válvulas de escape. Ver figura 3.8.

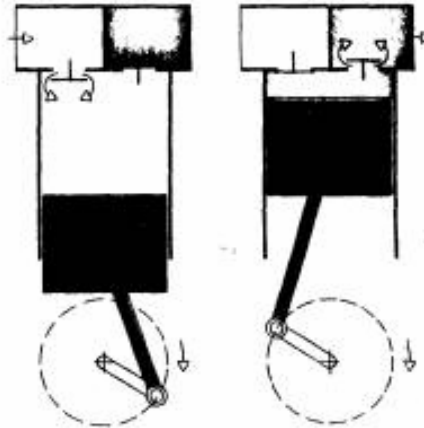


Fig. 3.8 Funcionamiento de un compresor de émbolo

Este tipo de compresores tiene como característica el manejo de un vasto número de presiones. A continuación se presentan las presiones óptimas para estos compresores:

Tabla 3.1 Presiones óptimas para un compresor de émbolo

Una etapa	Dos etapas	tres etapas
hasta 400 kPa (4 bar)	hasta 1500 kPa (15 bar)	más de 1500 kPa (15 bar)

La finalidad de las etapas antes mencionadas, es formar un sistema escalonado de estos componentes de tal manera que se puedan alcanzar presiones considerablemente elevadas.

Este tipo de compresores regularmente poseen un enfriamiento por agua del cilindro y su tapa con la finalidad de lograr un intercambio térmico adecuado, ya que de éste depende la puesta en marcha de los procesos de compresión y expansión en el componente.

3.3.1.2 Compresor de membrana

Este tipo de compresores pertenece a la familia de los compresores de émbolo, ya que también poseen uno, con la diferencia de que una membrana separa al émbolo de la cámara de compresión con la finalidad de mantener el aire limpio interrumpiendo el paso de aceite del compresor al aire, haciendo a estos componentes óptimos para la industria alimenticia, química o farmacéutica. Ver figura 3.9.

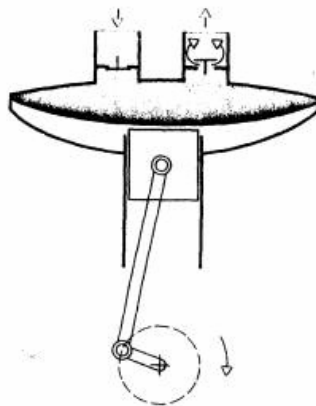


Fig. 3.9 Funcionamiento de un compresor de membrana

3.3.2 Compresor de émbolo giratorio

3.3.2.1 Compresores rotativos

Este tipo de dispositivo tiene un principio de trabajo similar al de las bombas rotativas, también son conocidos como centrífugos, expulsan y comprimen el gas de trabajo por medio de un mecanismo constituido por ruedas de paletas o placas. Básicamente, al poner en funcionamiento el rotor, este obliga a las placas a transportar el gas de trabajo de la cámara de aspiración a la cavidad de expulsión y es aquí donde la compresión se da. En cuanto al caudal, éste depende de las dimensiones geométricas de la frecuencia de rotación. Los compresores rotativos de placas son fabricados para soportar hasta $500 \text{ m}^3 / \text{min}$. y con dos etapas de compresión se pueden crear hasta 1.5 MPa.

En la industria son frecuentemente usados los compresores rotativos monocelulares, pero también existen los multicelulares ya que el número de células varía dependiendo de la velocidad de rotación elegida.

3.3.2.2 Compresor de lóbulos (ROOTS)

Éstos compresores se encuentran formados por dos o tres lóbulos simétricos que poseen forma de "8" que tienen un movimiento giratorio en sentido inverso y que no tienen ningún tipo de contacto con el cuerpo del compresor ni entre ellos, cuentan con la ventaja de no requerir ningún tipo de

válvulas haciéndolos ideales para trabajar a baja presión debido a que no generan pérdidas de impulsión o aspiración, dando como resultado que puedan manejar caudales volumétricos elevados generalmente producidos al operar a niveles bajos de presión. Ver figuras 3.10 y 3.11.

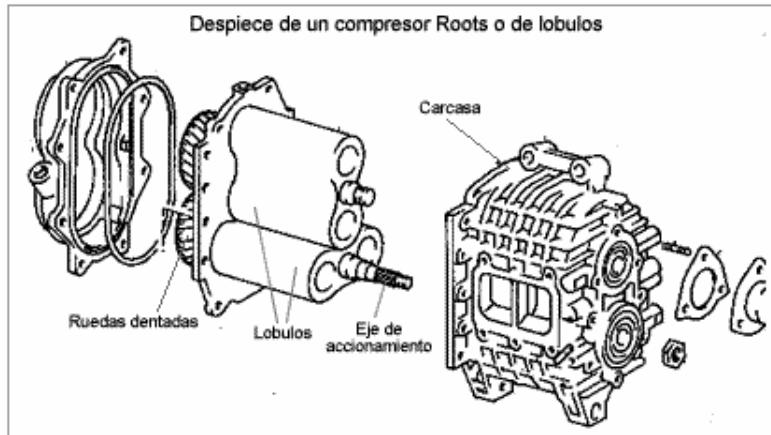


Fig. 3.10 Compresor de lóbulos explotado

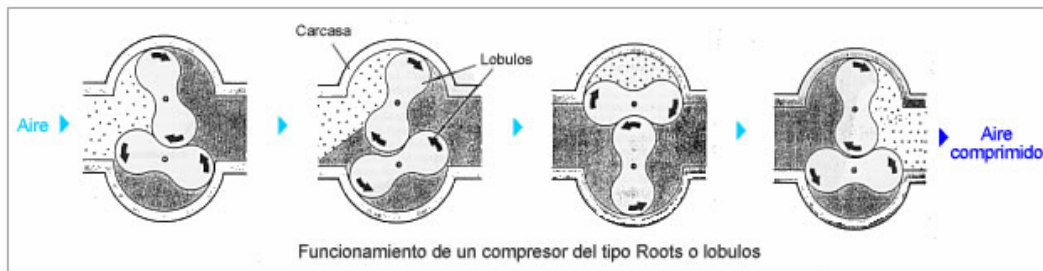


Fig. 3.11 Principio de trabajo de un compresor de lóbulos

Desde otro punto de vista, el que no exista ningún tipo de contacto entre los componentes del dispositivo puede llegar a ser una gran desventaja ya que existe una reducción considerable en la diferencia máxima de presiones entre la aspiración y la impulsión, por lo tanto no existe un buen rendimiento volumétrico. Se aplican principalmente en el montaje sobre camiones para la impulsión neumática de material a granel, sobre alimentadores de motores diesel y en soplores de gas a presión moderada.

3.3.3 Compresores de flujo

3.3.3.1 Compresor radial

Éste tipo de compresores tiene como principio la compresión del aire aprovechando la fuerza centrífuga, la cual se lleva a cabo en una cámara de forma espiral que contiene dentro de sí un rotor centrífugo que toma aire en sentido axial para después ser proyectado con una fuerza poderosa de manera radial y es en este punto donde la fuerza centrífuga toma su lugar, ya que apisona el aire contra la cámara de compresión. Éste componente puede ser de una o varias etapas para realizar una sobre presión y esta considerado como una máquina de alta velocidad ya que se basa en principios dinámicos.

3.3.3.2 Compresor axial

Éste tipo de compresor esta constituido por una rejilla variable (corona giratoria o paleta de trabajo) y una fija (paletas guía), las cuales juntas, forman una célula del compresor. Los compresores axiales poseen un mayor número de células que los compresores centrífugos. Este tipo de compresores se combina de varias etapas de presión que son las formadas por las células anteriormente mencionadas. Ver figura 3.12.

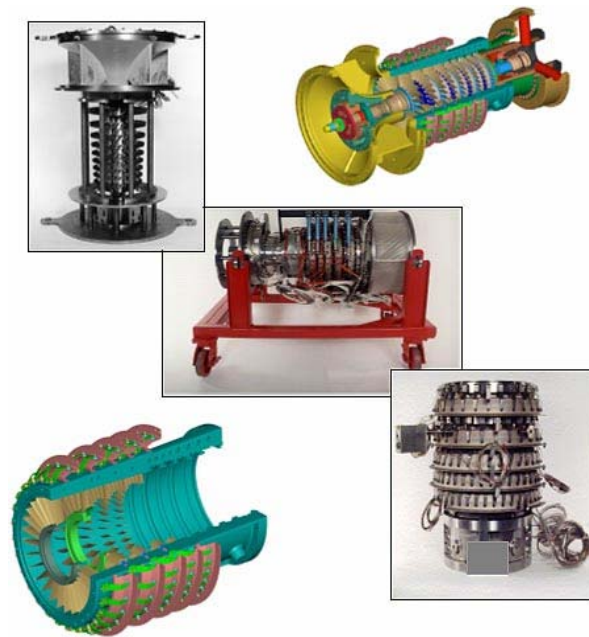


Fig. 3.12 Ilustración de compresores axiales

La implementación a nivel industrial de éste tipo de componente se encuentra principalmente en los altos hornos, o para servicios en túneles aerodinámicos y en el trabajo de elevadores de presión de gas, aplicado en turbinas de gas y en los motores de reacción en la aviación. Como su nombre lo indica, en este tipo de compresor el aire administrado cruza de manera axial por las paletas de movimiento giratorio de un motor, para después pasar por las de un estator, y es aquí donde comienza el recorrido por los escalones o etapas antes mencionadas, al llegar a las paletas el aire cambia su dirección en sentido de la rotación, y es aquí donde se da una disminución de velocidad pero al mismo tiempo se logra la elevación de la presión del aire por efecto de la difusión, después de esto, el aire pasa a otra etapa y comienza de nuevo la misma operación pero en otra etapa donde continua el proceso de presurización.

3.4 Válvulas neumáticas

Las válvulas neumáticas son dispositivos que dependiendo de sus características y tipo nos ceden el control para el arranque, parada, dirección o sentido de flujo del aire utilizado en un circuito neumático. A continuación se presenta una breve descripción de los diferentes tipos de válvulas con su respectivo funcionamiento. Ver figura 3.13.



Fig. 3.13 Ilustración de válvulas neumáticas

3.4.1 Clasificación dependiendo del diseño.

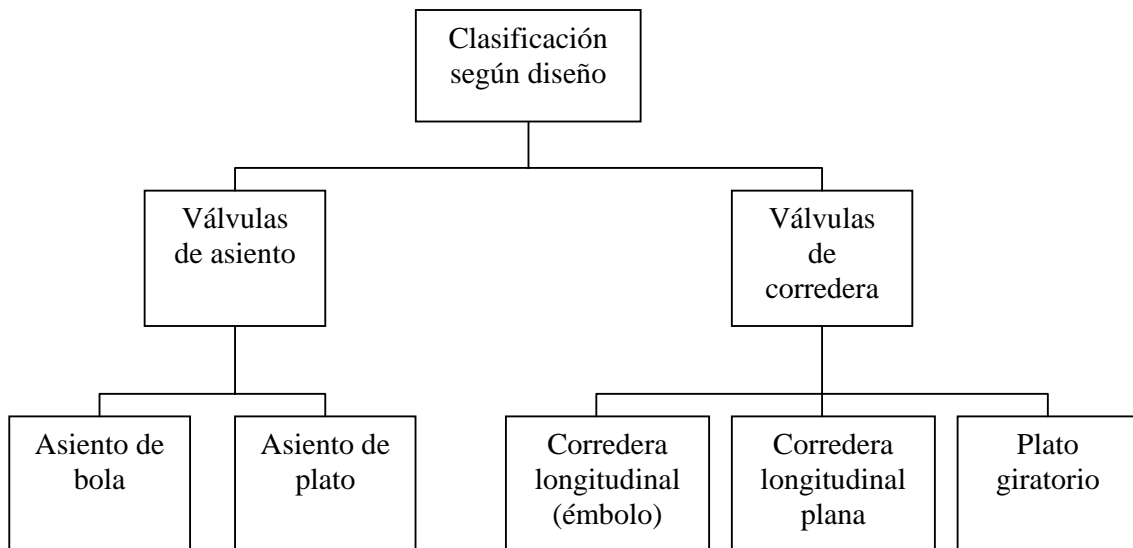


Fig. 3.14 Clasificación por diseño de las válvulas

3.4.1.1 Válvulas de asiento

Para el caso de las válvulas de asiento, los pasos se cierran o se abren por medio de elementos como platos, bolas, discos o conos, su funcionamiento es sencillo, al inyectar aire comprimido, este provoca una fuerza de compresión sobre la bola, el plato, el cono, según sea el caso, de esta forma se da una colisión entre el elemento y el asiento de la válvula o en su defecto, juntas de goma, teniendo como resultado una correcta estanqueidad. Otra característica de estas válvulas es que su vida útil es considerablemente amplia ya que los componentes por los que esta formada no tienen un desgaste mayor, de la misma manera son poco sensibles a la suciedad y económicas, pero por otro lado necesitan un accionamiento con una gran fuerza ya que esta debe ser mayor a la fuerza que realiza la presión del aire más la del dispositivo de recuperación que posean.

3.4.1.2 Válvulas de corredera

Como es de imaginarse por el nombre, en esta válvula existe un desplazamiento axial en su parte interna, realizado por un émbolo cilíndrico el cual tiene como tarea la distribución del flujo de aire a las distintas conexiones que la válvula posea según se necesite. Debido al desplazamiento del émbolo, las piezas de la válvula se encuentran sometidas a un rozamiento el cual provoca un desgaste en las mismas. De manera contraria a las válvulas de asiento, estas son muy sensibles a la suciedad y requieren esfuerzos pequeños para el permuté de las vías. Ver figuras 3.15 y 3.16.



Fig. 3.15 Ilustración de una válvula de corredera

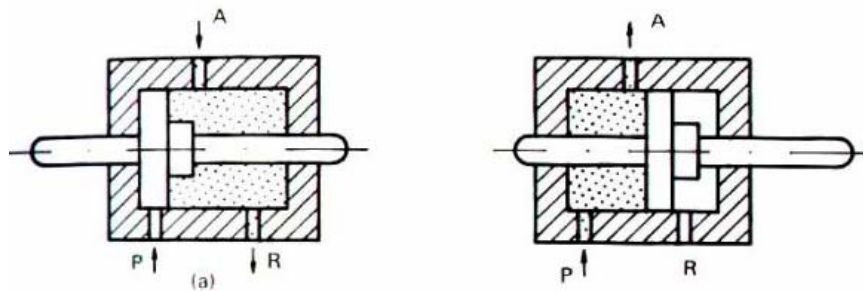


Fig. 3.16 Principio de trabajo de una válvula de corredera

3.4.2 Clasificación dependiendo el manejo del flujo de aire

3.4.2.1 Válvulas de vías o distribuidoras

Este tipo de válvulas son componentes que intervienen en el paso, el sentido y dirección del flujo y en su parada, estas cuentan con algún tipo de mecanismo de recuperación o reposición en su parte interna, en el caso más común poseen un resorte o un muelle que es quien hace el trabajo.

Como la mayoría de los componentes neumáticos, estas válvulas cuentan con una simbología, en la cual se indica el número de posiciones de maniobra, las cuales pueden ser de dos a tres posiciones, y de la misma

manera nos indican el número de vías con las que se cuentan, que pueden ser de dos a cinco, dichas vías no son más que la comunicación neumática del componente con el exterior, en otras palabras recibimos información grafica de la cantidad de conexiones y la posición de conmutación y por supuesto que tipo de accionamiento posee la válvula.

Es importante mencionar que éste tipo de válvulas tienen una clasificación especial dependiendo del tipo de construcción que poseen, a continuación se presentan las clases con sus respectivas ramificaciones:

3.4.2.1.1 Accionamientos

El siguiente diagrama muestra los distintos tipos de accionamiento que se pueden realizar en las válvulas de vías, como se puede ver, existe accionamiento directo donde existe una interacción entre la maquina y el operador con alguna de sus extremidades, ya sea el pie o la mano, y accionamiento a distancia o en otras palabras telemando, que realiza la puesta en marcha del equipo sin que el operario se encuentre cerca de el.

A su vez, el accionamiento directo puede ser muscular o mecánico y existen diferentes clases de accionamiento para cada subdivisión. De la misma forma sucede con el accionamiento a distancia ya que se subdivide en eléctrico y neumático con sus respectivos tipos de accionamientos.

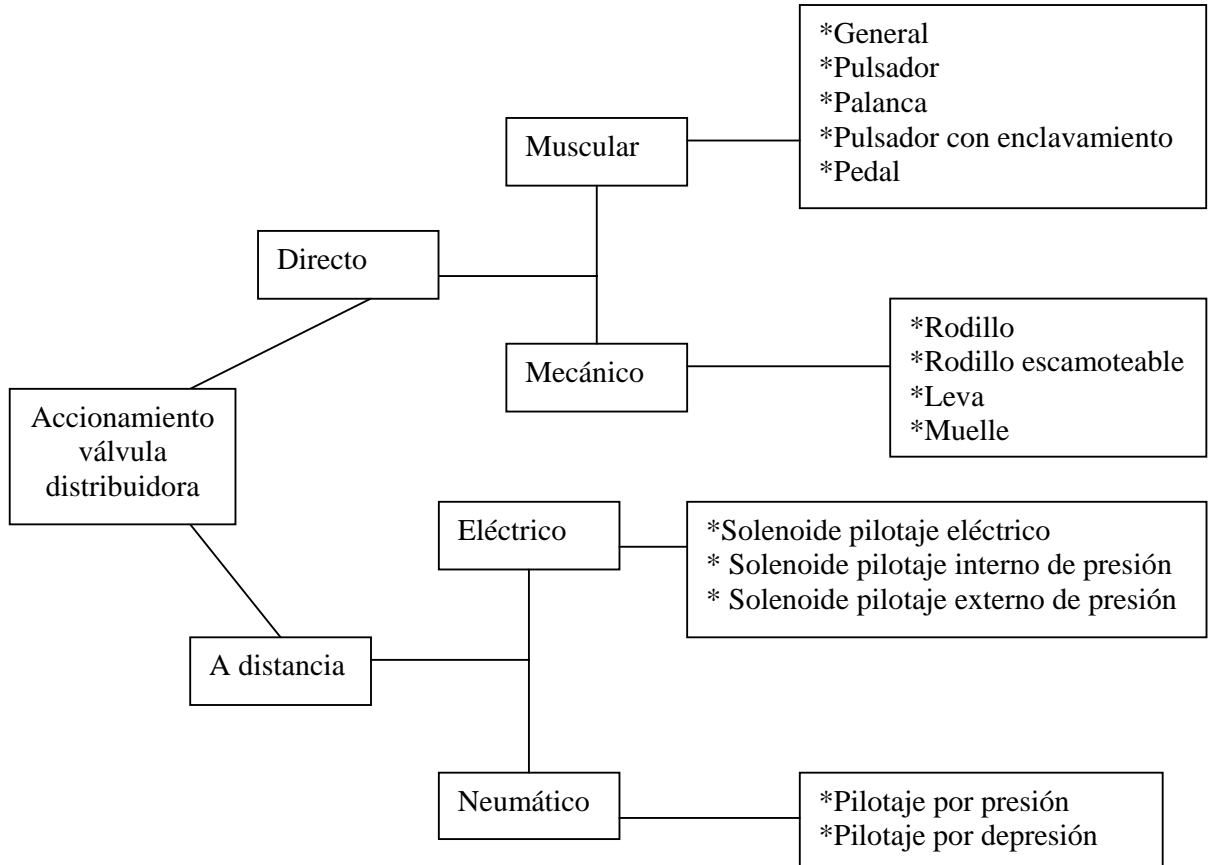


Fig. 3.17 Tipos de accionamiento de las válvulas distribuidoras

3.4.2.2 Válvulas de bloqueo o anti-retorno

Éste tipo de válvulas tiene la cualidad de detener o bloquear en un sentido de manera total el paso del aire comprimido mientras que en el sentido contrario éste pasa con una pérdida despreciable de presión, generalmente el bloqueo antes mencionado se lleva a cabo por medio de membranas, platos, bolas o conos. Y precisamente aquí, en el lado del bloqueo se ejerce una fuerza la cual eleva el efecto de estanqueidad de la válvula para efectuar el cierre. Ver figura 3.18.



Fig. 3.18 Ilustración de válvulas de bloqueo anti-retorno

3.4.2.3 Válvulas de caudal

La característica principal de este tipo de componentes es que tienen la labor de dosificar el paso del flujo en ambas direcciones, las válvulas de caudal más comunes son las de estrangulación ya que estas pueden ser graduables, en otros termino, estas válvulas de estrangulación tiene la posibilidad de que el usuario fije el ajuste correspondiente o necesario. Generalmente encuentran su aplicación en el control de la velocidad de los actuadores. Ver figura 3.19.



Fig. 3.19 Ilustración de válvulas de caudal

3.4.2.3.1 Válvula de estrangulación y anti-retorno (de caudal unidireccional)

La válvula de caudal unidireccional, como su nombre lo describe, reduce el caudal de aire solo en un sentido, esto es, controla la cantidad de aire por unidad de tiempo que pasa en sentido mientras que en el sentido opuesto deja que el flujo sea libre. Al ser válvulas de caudal, como ya se mencionó son aplicadas al control de la velocidad de los actuadores con la diferencia de que, para su mejor funcionamiento, es recomendable instalarlas cerca de ellos. Para el caso de cilindro de doble efecto se tiene una clasificación según la manera en que se necesita el movimiento del cilindro, pueden ser: con regulación de aire en la entrada o en la salida. Ver figura 3.20.



Fig. 3.20 Ilustración de una válvula de estrangulación y anti-retorno

3.4.2.3.2 Válvulas de caudal bidireccional

A diferencia de las válvulas unidireccionales, estos dispositivos cuentan con la capacidad de poder regular tanto en un sentido como el otro la cantidad de aire comprimido que se utilice en una unidad de tiempo determinada, dicha

regulación puede ser desde cero hasta el máximo permitido para en las características del componente.

3.4.2.4 Válvulas de escape rápido

Dispositivos con la tarea de hacer que el tiempo de retroceso de los cilindros o actuadores sea menor, en otros términos, incrementan la velocidad de estos haciendo que el vástago tenga un retroceso casi a la velocidad máxima como resultado de la evacuación del aire por la válvula de escape rápido. Ver figura 3.21.



Fig. 3.21 Ilustración de válvulas de escape rápido

3.4.2.5. Válvulas “AND” (de simultaneidad) y válvulas “OR” (selectora)

Las válvulas “and” cuentan con una salida y dos entradas lo que nos indica que la circulación del aire hacia la salida puede ser si las dos entradas antes mencionadas reciben de manera simultánea una alimentación de presión, mientras que en las válvulas “or” el aire podrá transitar hacia la salida sólo con que una entrada reciba la alimentación de presión.

3.5 Unidad de mantenimiento

Para contar con que un circuito neumático trabaje de manera óptima y que tenga un promedio de vida aceptable se tiene que prestar singular atención al acondicionamiento del aire presurizado, dicho acondicionamiento se lleva acabo por medio de un proceso de filtración, lubricación y regularización que se puede realizar por elementos separados, y es aquí donde surge la unidad de mantenimiento, que es una unidad operativa que cuenta con las funciones de acondicionamiento antes mencionadas y es colocada antes de toda la instalación del circuito neumático. Ver figura 3.22, 3.23 y 3.24.

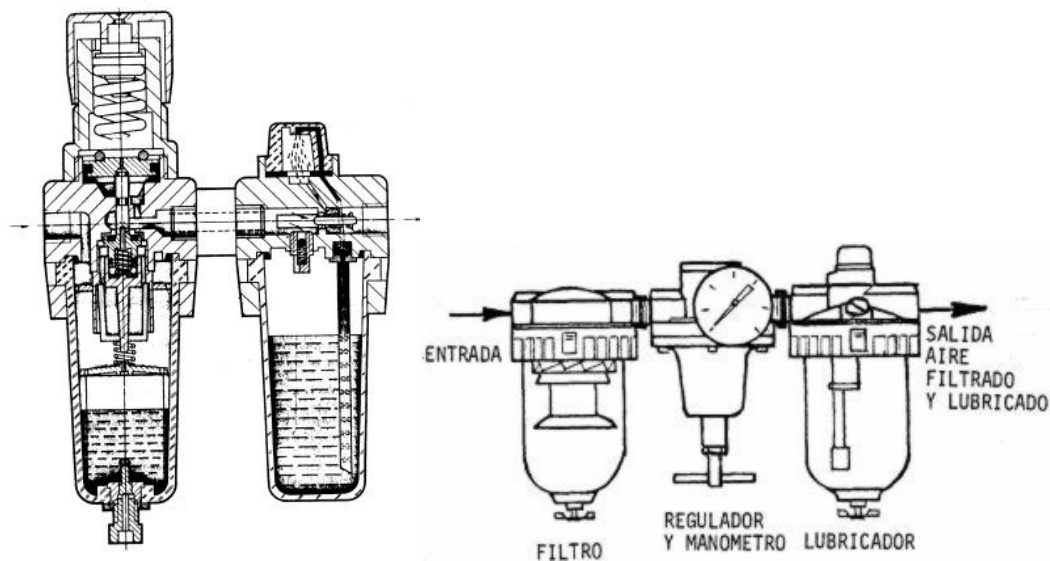


Fig. 3.22 izquierda, vista en corte de una unidad de mantenimiento. Fig.3.23, derecha, componentes de una unidad de mantenimiento.

Para la selección de la unidad de mantenimiento correcta es necesario tomar en cuenta el total de caudal de aire, la presión de trabajo y la temperatura, ya que estos datos no deben de rebasar los valores estipulados por el fabricante.



Fig.3.24, Ilustración de una unidad de mantenimiento.

3.6 Sensores

Éstos son los dispositivos encargados de la transformación de cualquier tipo de cantidad física en otra cantidad física pero diferente, en otras palabras, convierten las características de un entorno en una medida cuantitativa, como por ejemplo: temperatura o desplazamientos mecánicos. Al proceso antes mencionado de transformación de una energía a otra se le llama proceso de transducción. Muchos de los sensores son eléctricos o electrónicos aunque existen de otros tipos, se cuenta en el mercado con: Sensores de temperatura, de deformación, de acidez, de luz, de sonido, de contacto, de imagen digital (fotografía) y de proximidad.

Para el caso de este proyecto se utilizaran sensores de contacto o también llamados sensores de fin de carrera los cuales se sitúan al final del recorrido del elemento móvil, en este caso, los actuadores o cilindros. Estos sensores están formados por dos partes donde en una de ellas se encuentran

los contactos y en la otra, una cabeza que detecta el movimiento. Normalmente son aplicables a sistemas de movimiento rectilíneo o que sigan una trayectoria fija.

3.7 PLC'S (Controles lógicos programables)



Fig.3.25 Ejemplificación de un control lógico programable.

Los PLC'S tiene la finalidad de controlar en tiempo real procesos secuenciales, que en la mayoría de las ocasiones se llevan acabo en la industria. A grandes rasgos, este es un dispositivo electrónico que contiene una memoria programable y es operado de manera digital, cuenta con la característica de almacenar información para controlar alguna operación o maquina, por medio de módulos de entrada y salida, tanto analógica como digital.

A continuación se presenta un esquema que muestra las cuatro unidades principales con las que cuenta un controlador lógico:

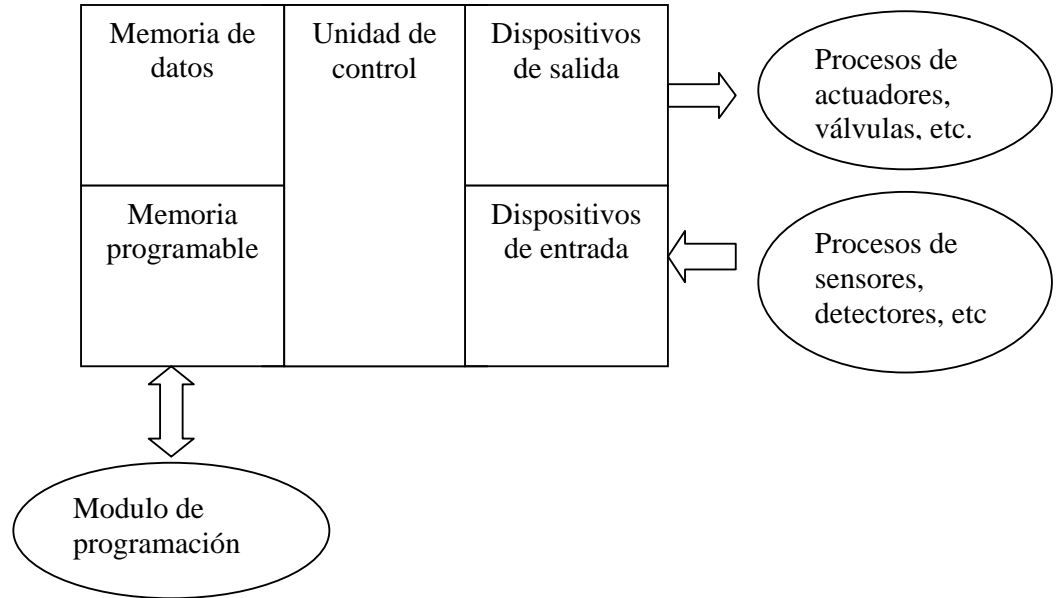


Fig.3.26 Unidades principales de un PLC.

Donde en la memoria de datos se guardan los datos de trabajo como condiciones de cambio, valores, movimientos, etc. Mientras que en la memoria programable se encuentra la secuencia de control.

3.8 Propuesta de circuitos para el proyecto

Este subcapítulo tiene la finalidad de describir las tres propuestas de circuitos que realizan el trabajo de automatización de este proyecto. Se mostrará el número de dispositivos y sus características al igual que las ventajas y desventajas que cada uno presenta. Todo lo anterior con el propósito de hacer la selección correcta del circuito a utilizar, buscando costos bajos, y facilidad en la implementación como primeros criterios.

Es necesario destacar que las tres propuestas tienen los mismos actuadores, la diferencia entre ellos es el tipo de válvulas utilizadas y su accionamiento. Para el caso, se representará la sujeción como un actuador al igual que el trabajo de sujeción final y corte de las piezas plásticas. Por lo anterior, se tienen seis cilindros en cada circuito.

En los tres circuitos, se suscitó un problema en común. No existía ninguna dificultad al iniciar la secuencia de accionamiento o salida de cada uno de los cilindros al igual que el regreso, pero debido a que dos de los actuadores o cilindros, en cualquiera de los circuitos, realizan la operación de salida-retorno en dos ocasiones, se complicaba la elaboración de los circuitos, sobre todo en el neumático, ya que cada señal proporcionada por las carreras de los cilindros sólo podía ser utilizada una vez.

En la tabla 3.2 se muestra la forma en la que los cilindros trabajarán y en qué momento hacen un cambio de estado, al igual que el tipo de señal que utilizan:

Tabla 3.2 Ejemplificación del cambio de estado en los actuadores en el proyecto.



Los cilindros están representados por *A, B, C, D, E, F*, mientras que las señales que ellos emiten están dadas por *a0, a1, b0, b1, c0, c1, d0, d1, e0, e1,*

f_0 , f_1 . La tabla 3.2 muestra que para este circuito se tienen cuatro cambios de estado, para ubicar lo anterior, es necesario que en cada estado no se repita ningún cilindro (en el caso de la tabla, una letra), cuando esto suceda indica el cambio. Los signos (+, -) indican cuando el cilindro esta accionado o cuando hace el retorno.

3.8.1 Circuito neumático

Para este caso, se propone un circuito netamente neumático, esto es, que el accionamiento de todas las válvulas, excepto la de inicio, se dará por medio de la presión del aire de trabajo o por medio de la señal enviada por los rodillos situados en los actuadores.

En este caso para solucionar el problema de las señales, fue necesario hacer un juego de combinaciones de válvulas “and”, válvulas selectoras y una válvula 3/2, todas estas, junto con un juego de 4 líneas de presión, en las cuales se hizo un cambio de circulación de la misma según se necesitara. En otras palabras, se alimenta con presión a la línea o líneas que en un momento dado sean necesarias mientras que las otras no la tienen.

La figura 3.26 permite ver el problema en el circuito, en este caso, tenemos las señales B_0 y B_0'' las cuales, dependiendo de que señal sea activada, dejan pasar el flujo de aire hacia la válvula selectora, pero esta representación es imposible en el circuito neumático, ya que B_0'' es imaginaria

o no existe, esto como resultado de que el movimiento del actuador sólo puede dar como señales $B0$ al principio de carrera y $B1$ al final de la misma.

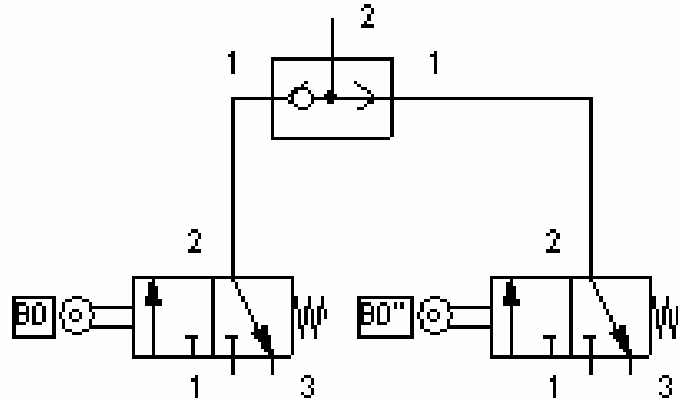


Fig. 3.26 Ejemplificación de la señal repetida en el circuito.

Por lo visto anteriormente, se implementó la combinación mostrada en la figura 3.27 Es visible que para esta configuración de válvulas solo necesitamos una señal $B0$.

Se puede notar también que se tienen las conexiones abiertas A , B , C y D , las cuales irán acopladas a las 4 líneas de presión antes mencionadas y estas, dependiendo de que líneas tengan el flujo de aire, proporcionarán el movimiento deseado de la válvula.

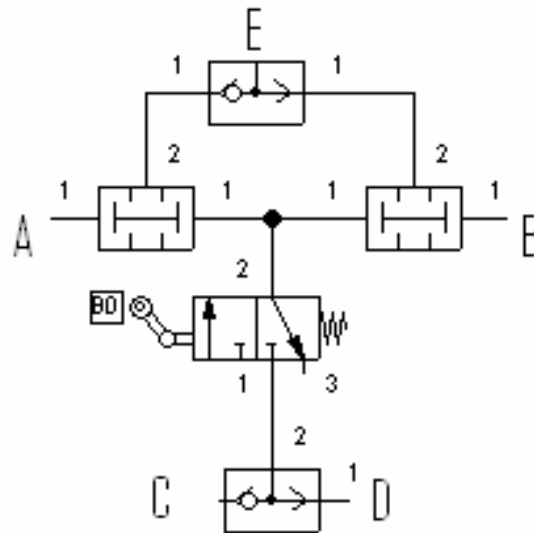
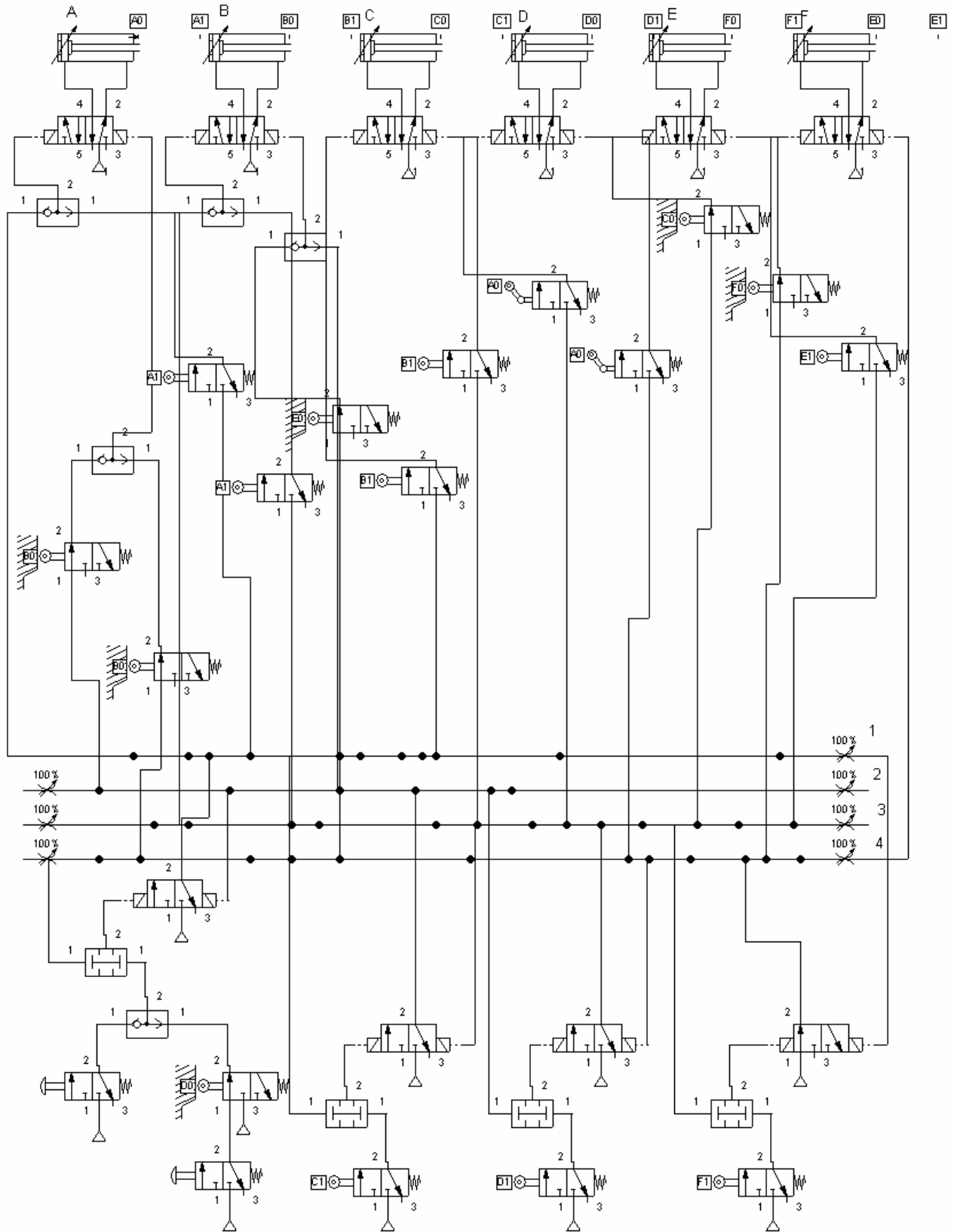


Fig. 3.27 Combinación de válvulas para eliminar la señal repetida.

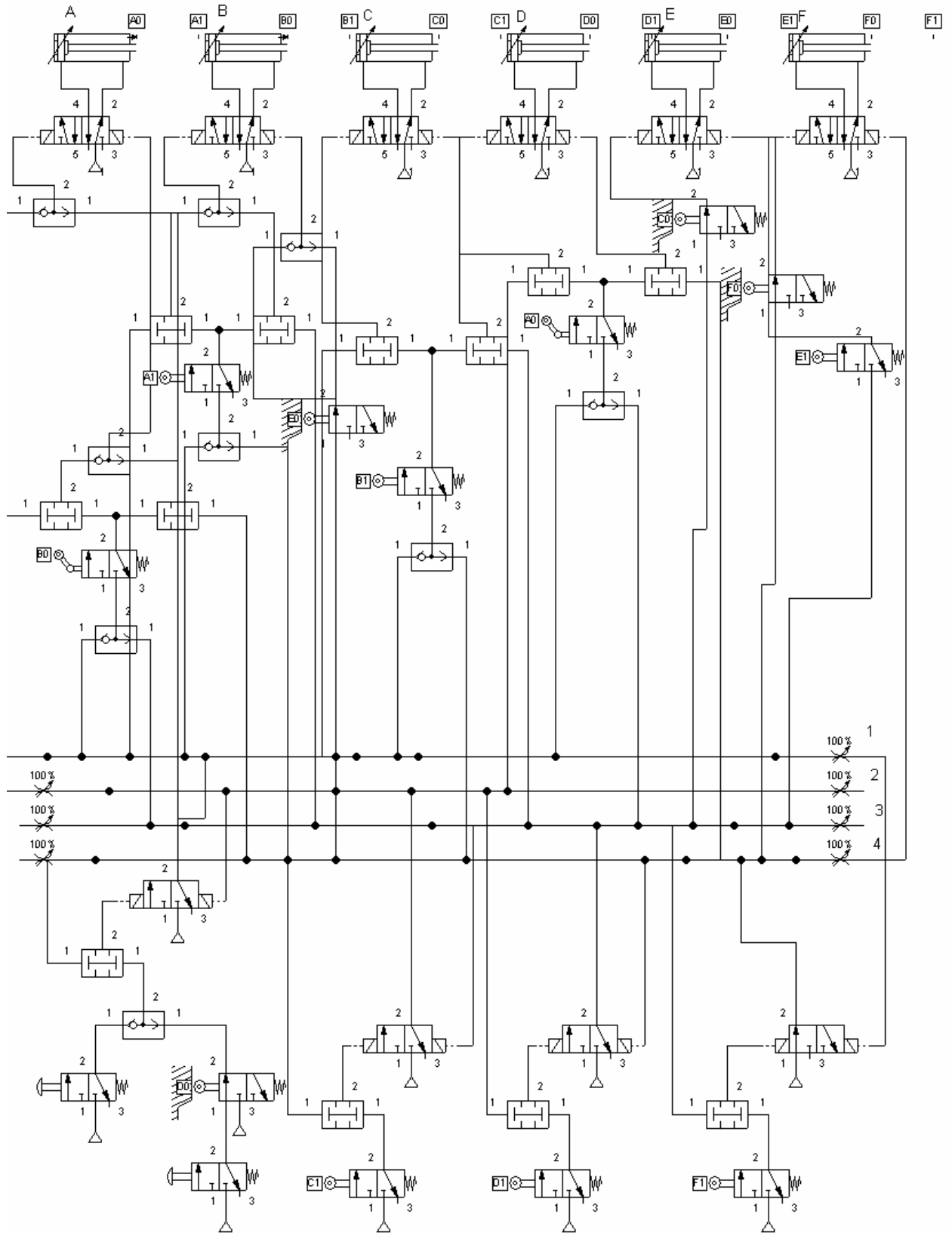
Tabla 3.3 Componentes en el circuito

DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE COMPONENTES
Válvula 5/2 vías accionamientos magnéticos	10
Válvula selectoras (OR)	9
Válvula de simultaneidad (AND)	12
Válvula direccional 3/2 vías con rodillo basculante y muelle	2
Válvula direccional 3/2 vías con palanca de rodillo y muelle	10
Válvula direccional 3/2 vías con pulsador y muelle	2
Set de conexiones y accesorios neumáticos	1
Unidad de mantenimiento	1

CIRCUITO NEUMÁTICO BÁSE



CIRCUITO NEUMÁTICO CORREGIDO



3.8.2 Circuito electro-neumático con válvulas monoestables

Para este caso se necesitan seis válvulas direccionales de un solenoide, de 5/2 vías con retorno de muelle y obviamente, el circuito eléctrico, los cuales con la ayuda de las señales que sean mandadas por los actuadores serán activados los solenoides.

Este circuito fue más sencillo resolver el problema de las señales dobles, ya que como para su funcionamiento sólo era necesario dar una señal y desactivar la anterior o la que en ese momento estaba actuando, fue suficiente poner una serie de permisos, éstos, activados por los respectivos relé para que se abriera o se cerrara, en su defecto, los contactos. Por ejemplo, al activar el solenoide *Y1*, éste a su vez, provoca el movimiento del actuador, el cual, al fin de la carrera del mismo activa el sensor *S2* dando el cierre del circuito, dejando pasar la corriente para activar el relé *B1* con la finalidad del cierre del contacto para activar *B2*. Para este momento, se tiene el cilindro en posición abierta, por lo tanto, para provocar su retorno, es necesario que el sensor *S3* este activado y deje pasar la corriente a otro relé que tendrá la función de abrir el circuito en la posición correcta para desactivar *Y1* y así tener como resultado el retorno del actuador, a esta operación de abrir o cerrar el circuito para activar o desactivar los solenoides es lo que anteriormente se menciona como permiso. Para entender lo anterior ver el circuito que a continuación se muestra.

CIRCUITO ELECTRO-NEUMÁTICO CON VÁLVULAS MONOESTABLES

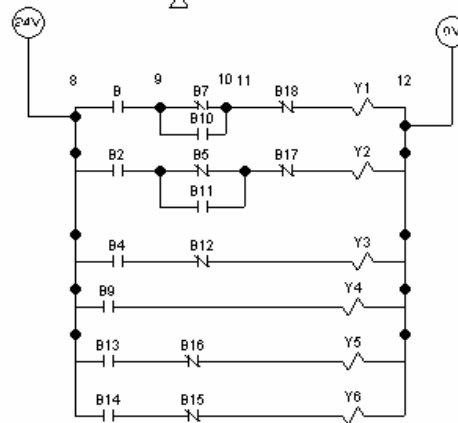
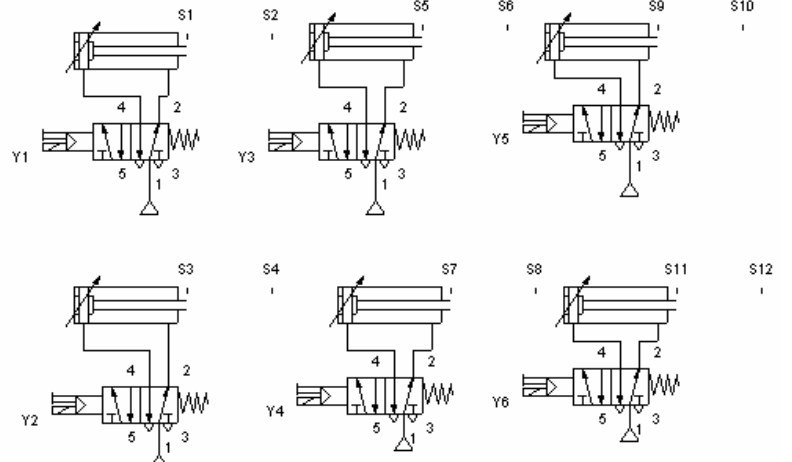
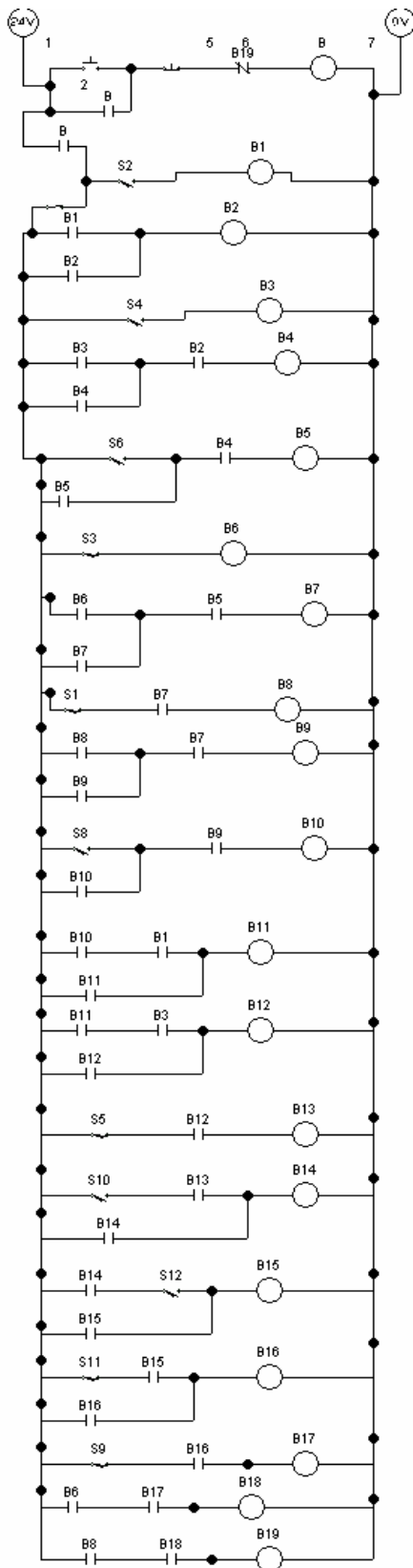


Tabla 3.4 Componentes en el circuito

DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE COMPONENTES
Conexión eléctrica de 24V	1
Pulsador normalmente abierto	1
Pulsador normalmente cerrado	1
Conmutador (3 posiciones)	1
Contacto normalmente abierto	50
Contacto normalmente cerrado.	13
Relé	20
Solenoide de válvula	6
Electro-válvulas 5/2 con muelle	6
Sensores fin de carrera	12
Set de conexiones y accesorios eléctricos	1
Unidad de mantenimiento	1

3.8.3 Circuito electro-neumático con válvulas biestables

Para este caso se utilizan 6 válvulas biestables, lo cual indica que tienen doble solenoide para activar o desactivar el componente. Para este circuito, se observó mayor dificultad en su elaboración y para la resolución del problema antes mencionado, ya que, para poder hacer trabajar los cilindros era necesario, primero, activar un solenoide, mientras que para el retroceso, no sólo es necesario desactivar dicho solenoide, si no también activar el otro solenoide ubicado en la misma válvula para cumplir la función de movimiento.

Para hacer más claro lo anterior ver el circuito que a continuación se muestra. Para este circuito se aplicó el mismo principio visto en el circuito con

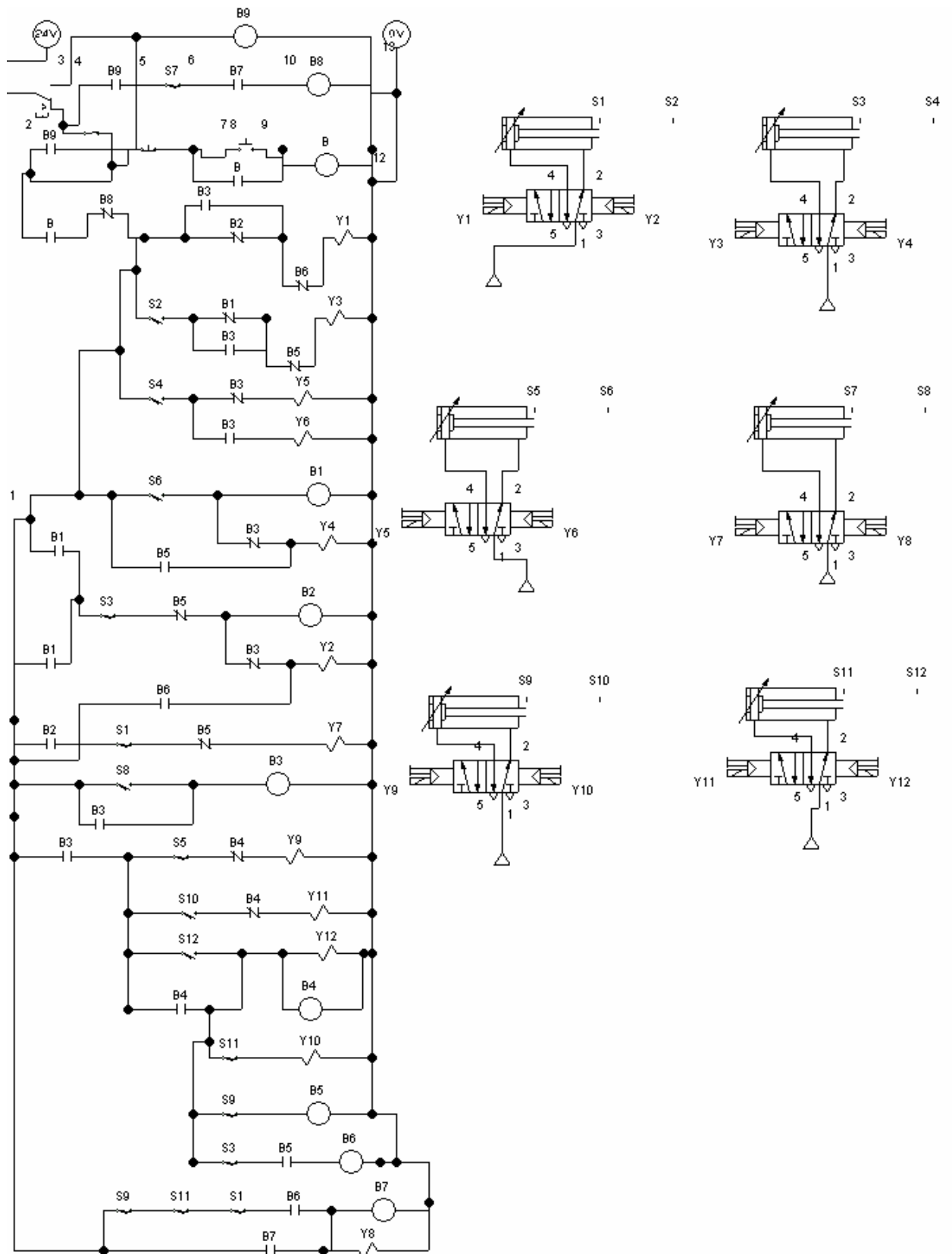
válvulas monoestables, con la diferencia de que no sólo fue necesario aplicar los permisos para dejar pasar o no la corriente, en este caso tuvimos que anexar puentes, que no son más que igualmente permisos, los cuales brincaran a los permisos anteriores para hacer el trabajo.

Lo anterior da como resultado que el número de contactos normalmente abiertos o cerrados sea mayor, al igual que las ramificaciones del circuito complicando su elaboración.

Tabla 3.5 Componentes en el circuito

DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE COMPONENTES
Conexión eléctrica de 24V	1
Pulsador normalmente abierto	1
Pulsador normalmente cerrado	1
Conmutador (3 posiciones)	1
Contacto normalmente abierto	25
Contacto normalmente cerrado.	22
Relé	9
Solenoides de válvula	12
Electro-válvulas 5/2 doble solenoide	6
Sensores fin de carrera	12
Set de conexiones y accesorios eléctricos	1
Unidad de mantenimiento	1

CIRCUITO ELECTRO-NEUMÁTICO CON VÁLVULAS BIESTABLES



3.9 Comparación y selección del circuito

A continuación se presentan un par de tablas de comparación para la correcta selección del circuito a utilizar, con la finalidad de tener mayor rendimiento en el equipo, un fácil mantenimiento y costos considerablemente bajos.

Primeramente se llevará a cabo una comparación entre el sistema neumático y el electro-neumático para tener una idea clara de las ventajas y desventajas que cada uno nos ofrece.

Como se puede mostrar en la tabla 3.6 que a continuación de presenta, la electro-neumática, permite trabajar con un menor número de componentes y accesorios que a su vez repercute en el costo, haciéndolo menor, de la misma forma, los consumos de energía son más bajos en comparación al neumático.

Otra ventaja importante, es la estabilidad que brinda, ya que el neumático puede ocasionar algún problema, esto por la compresión del aire.

Tabla 3.6 Comparación entre neumática y electro-neumática.

	NEUMÁTICA	ELECTRO-NEUMÁTICA
Número de componentes	Mayor por la manipulación del sentido de presión	Menor pues la manipulación de presión es con pulsos
Energía consumida	Altos	Bajos
Estabilidad	Baja por la compresión del aire	Muy buena al utilizar conexiones mecánicas
Número de accesorios	Se necesitan más como consecuencia del mayor número de componentes	Se necesitan menos como consecuencia del menor número de componentes
Fuerzas	Resiste sobrecargas, limitación de fuerzas	No resiste sobrecargas, Bajo rendimiento, Fuerzas considerables
Vibraciones	No existen	No existen
Condiciones de trabajo	No produce explosiones, insensible a la temperatura	Sensible a la temperatura (sobrecalentamiento)
Componentes auxiliares	En mayor cantidad	En menor cantidad
Costos	Mayor por el número de componentes, mantenimiento y accesorios	Menor por el número de componentes, mantenimiento y accesorios
Mantenimiento	Complejo, costoso y tardado	Con menor costo y sencillo con ahorro de tiempo

Debido a las ventajas anteriormente vistas que el circuito electro-neumático ofrece, se tomará éste para la realización del proyecto de tesis. Ya con lo anterior, pasamos a hacer la comparación del tipo de electro-válvulas a utilizar en el circuito, que pueden ser monoestables o biestables.

Tabla 3.7 Comparación entre circuitos monoestable y biestable.

	CIRCUITO CON VÁLVULAS MONOESTABLES	CIRCUITO CON VÁLVULAS BIESTABLES
Número de electro-válvulas	6 electro-válvulas	6 electro-válvulas
Elaboración del circuito	Sencilla, por la manera de accionamiento y trabajo	Compleja, por la manera de accionamiento y trabajo
Número de componentes	Menor, debido a los accionamientos	Mayor, debido a los accionamientos
Número de accesorios	Menor como consecuencia del número de componentes	Mayor como consecuencia del número de componentes
Costos	Menor por el tipo de accionamiento (un solenoide)	Mayor por el tipo de accionamiento (dos solenoides)
Instalación	Sencilla	Sencilla
Mantenimiento	Con menor costo y sencillo con ahorro de tiempo	Más costoso y con mayor tiempo

Es visible en la tabla 3.7 que la mejor opción es la de utilizar válvulas monoestables, primeramente por los costos, ya que como éstas sólo cuentan con un solenoide son de menor precio, de igual manera esto da como resultado un accionamiento más sencillo.

Como se mencionó en la sección 3.9, la realización del circuito para este proyecto se vuelve compleja al hacer la acción doble de dos de los cilindros, y el circuito electroneumático con válvulas monoestables ofrece la mejor opción para resolver el problema.

3.10 Diseño conceptual de sistema

Para este proyecto de automatización tipo “pick and place” todos los componentes se pueden encontrar a la venta en el mercado y no será necesario manufacturar dispositivos para el mismo. En el capítulo anterior se mostró el circuito que realizará el trabajo requerido, ahora queda explicar de qué manera se quiere realizar la instalación de los dispositivos como actuadores válvulas, conexiones, accesorios, y hasta el mismo circuito.

Para hacer lo anteriormente mencionado, se utilizará un peral o perfil el cual va a soportar el peso de todos los componentes, éste se encontrará sobre la inyectora de tal manera que todos los movimientos del sistema se lleven a cabo sobre la misma inyectora, esto para ahorrar espacios.

Es importante mencionar que se buscará apoyo de unas guías y un carro para estas guías debido a que con estos componentes se pretende eliminar cualquier tipo de momentos, vibraciones o movimientos no deseados que puedan afectar la precisión del sistema cuando este realice su movimiento horizontal más largo.