

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA  
EL MERCADO DE PIEZAS EN SERIE QUE PERMITA MEJORAR  
LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE NEUMÁTICA Y  
CONTROL.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO  
ELECTROMECAÁNICO**

**DANNY ALBERTO CABRERA CARPIO**

iacl.danny1@yahoo.com

**DIRECTOR: ING. VICENTE TOAPANTA**

vicentoapanta@yahoo.es

**QUITO, MAYO DE 2009**

## DECLARACIÓN

Yo, **DANNY ALBERTO CABRERA CARPIO**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito, es de mi total autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

.....

Danny Cabrera Carpio

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor **DANNY ALBERTO CABRERA CARPIO**, bajo mi supervisión.

.....

**Ing. Vicente Toapanta**  
DIRECTOR DE PROYECTO

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por darme la vida y las ilusiones de ser mejor cada día, de saber que cada paso que damos es porque él lo ha permitido así.

A la Escuela de Formación de Tecnólogos y en especial a la Carrera de Tecnología Electromecánica que gracias a su formación y el apoyo de grandes maestros forjaron mi vida profesionalmente guiándola a seguir luchando.

Al Ing. **Vicente Toapanta**, por su incondicional y acertada dirección en éste proyecto que lo he considerado mi sueño hecho realidad.

.....

Danny Cabrera Carpio

## DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mis padres y hermanos, que han sido un gran apoyo dentro de mi carrera profesional.

A mi esposa e hija, que sin darse cuenta son el motor de mi vida y la motivación para la ejecución de mis logros profesionales y personales.

En especial a ese Ángel que me gané en el cielo, mi Padre, que siempre estuvo conmigo en todos mis pasos para culminar este anhelado proyecto, y que a pesar que no pudo estar presente, sus consejos estarán conmigo toda la vida.

.....

Danny Cabrera Carpio

## RESUMEN

El presente proyecto se desarrollo con la finalidad de dimensionar y construir un prototipo que realice el marcado de piezas en serie permitiendo la familiarización del estudiante con elementos y sistemas que constituyen el proyecto y que además son comunes en las industrias Ecuatorianas. El proceso de marcado de piezas en serie se apoya sobre conocimientos teórico-práctico de ramas como son la neumática y control industrial.

Mediante el uso y manejo de éste módulo didáctico se aspira a que el nivel técnico adquirido por el estudiante se encuentre fundamentado bajo sólidos conocimientos teóricos y prácticos dentro del área de neumática y control industrial así como la relación que involucra en el ámbito industrial, dichas ciencias.

El módulo funcionará mediante la combinación de dos tipos de energía, una de ellas es la que se refiere a la energía eléctrica, la cual permitirá mantener al módulo en condiciones operativas en cuanto a elementos y dispositivos eléctricos que constituyen el módulo con una alimentación de entrada al módulo de 110 vac, los principales componentes que conforman el módulo son; tablero de control, controlador lógico programable (LOGO!), electroválvulas, fusibles. Y un segundo tipo de energía que es el aire comprimido que junto a la corriente eléctrica son las fuentes de energías más importantes en plantas industriales y talleres de nuestro país, el aire comprimido mediante una presión de trabajo de 6 bares permite ejecutar movimientos a los cilindros y muchos otros componentes neumáticos permitiendo la automatización industrial y su aplicación en el desempeño operativo del presente proyecto.

El proyecto opera en dos condiciones de trabajo que son: modo manual y modo automático, el modo manual permite manipular las condiciones operativas de los cilindros de forma individual esta acción básicamente nos permitirá corregir posibles errores de operación o desalineamientos que pudiera observarse en el proceso, mientras que el modo automático permitirá observar una secuencia lógica de trabajo, en la que el módulo trabaja inicialmente mediante un primer cilindro que retira un cubo desde una alimentadora manual el mismo que es deslizado sobre un plano horizontal hasta un tope en el mismo plano, posteriormente actúa un segundo cilindro el cual se accionará dejando una marca sobre el cubo para finalmente ser retirado por un tercer cilindro finalizando así el proceso y limitando la necesidad de que el operario este involucrado en todo el proceso.

El proyecto se desarrolla en cinco capítulos los mismos que se fundamentan en bases teóricas, descripción del proceso, además de la construcción y uso del módulo usando como herramientas los principios y aplicaciones de la neumática y el control industrial.

En el capítulo I, se describen las bases teóricas que permitan dar una mayor comprensión y selección de los elementos necesarios para la automatización del proyecto, el artículo abarca información sobre elementos neumáticos, simbologías y normas, así como fundamentos de aire comprimido y controladores lógicos (LOGO!).

El capítulo II, realiza un análisis del proceso a desarrollar con el módulo, plantear posible solución y citar fuentes generadoras de energía (aire comprimido) partes constitutivas del módulo, parámetros de diseño en la programación en el LOGO!.

En el capítulo III, se describe la construcción y uso del módulo en el cual se dimensiona elementos, materiales, tuberías y el tipo de compresor que generará la energía necesaria para alimentar el área neumática, también se cita un ejemplo para

mejorar la comprensión en referencia de la técnica usada en el cálculo de consumo de aire del módulo. El capítulo también expone información sobre la unidad de mantenimiento del módulo y la programación elaborada para el correcto desarrollo del sistema de marcación de piezas en serie. Finalmente se observa un resumen de los cálculos obtenidos en el diseño y el uso adecuado del sistema.

El capítulo IV, se refiere al manual de mantenimiento del módulo de marcado de piezas en serie, el mismo que presenta planes preventivos para los elementos que intervienen en el sistema, búsqueda y localización de fallas, mantenimiento y seguridad, permitiendo mantener el módulo en óptimas condiciones operativas. El capítulo también expone algunas precauciones y riesgos que deben considerarse dentro del ámbito eléctrico, tomando en cuenta que la electricidad es la fuente de alimentación para el controlador lógico programable (LOGO!).

En el capítulo V, se describen las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante la elaboración del presente proyecto las cuales nos servirán para realizar posibles ajustes y rediseños en caso de futuras ampliaciones.

El documento también consta de referencias bibliográficas en las cuales se desarrollaron las investigaciones además de anexos y planos para la mejor comprensión del lector. Los anexos incluyen información sobre, elementos neumáticos, unidades de mantenimiento, programador (LOGO!), estructura del proyecto, tablas y nomogramas capaces de brindar información adicional para futuros ajustes o ampliaciones del proyecto.

**ÍNDICE**  
**CAPÍTULO I**  
**GENERALIDADES**

<b>1.1 INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>1.2 SISTEMAS NEUMÁTICOS</b>	4
<b>1.2.1 CILINDROS NEUMÁTICOS</b>	4
<b>1.2.2 CONSTITUCIÓN DE LOS CILINDROS</b>	4
<b>1.2.3 CILINDROS DE SIMPLE EFECTO</b>	6
<b>1.2.4 CILINDROS DE DOBLE EFECTO</b>	7
<b>1.3 ELEMENTOS DE SISTEMAS NEUMÁTICOS</b>	8
<b>1.3.1 ESTRUCTURA DE SISTEMAS NEUMÁTICOS Y         FLUJO DE SEÑALES</b>	8
<b>1.3.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA NEUMÁTICO</b>	9
<b>1.3.3 SIMBOLOS Y NORMAS EN LA NEUMÁTICA</b>	11
<b>1.3.4 TIPOS DE ACCIONAMIENTO</b>	15
<b>1.4 AIRE COMPRIMIDO</b>	19
<b>1.4.1 PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO</b>	19
<b>1.4.2 CRITERIOS DE APLICACIÓN</b>	21
<b>1.5 ELECTROVÁLVULAS</b>	22
<b>1.5.1 VÁLVULAS ELECTROMAGNÉTICAS</b>	22
<b>1.5.2 ELECTROVÁLVULAS DE DOBLE SOLENOIDE</b>	25
<b>1.5.3 VÁLVULAS PROPORCIONALES</b>	25
<b>1.6 UNIDAD DE MANTENIMIENTO</b>	27
<b>1.6.1 ELEMENTOS DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO</b>	27

<b>1.6.2 FILTRO DE AIRE COMPRIMIDO CON REGULADOR DE PRESIÓN</b>	28
<b>1.6.3 REGULADORES DE PRESIÓN</b>	29
<b>1.6.3.1 REGULADOR DE PRESIÓN CON ORIFICIO DE ESCAPE</b>	29
<b>1.6.3.2 REGULADOR DE PRESIÓN SIN ORIFICIO DE ESCAPE</b>	31
<b>1.6.4 LUBRICADOR DE AIRE COMPRIMIDO</b>	32
<b>1.6.4.1 FUNCIONAMIENTO DE UN LUBRICADOR</b>	33
<b>1.7 CONSERVACIÓN DE LAS UNIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	35
<b>1.7.1 LUBRICADOR DE AIRE COMPRIMIDO</b>	35
<b>1.7.2 CAUDAL EN LAS UNIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	36
<b>1.8 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (LOGO)</b>	36
<b>1.8.1 ¿QUÉ ES UN LOGO?</b>	36
<b>1.8.2 MODELOS DE LOGO EXISTENTES EN EL MERCADO</b>	37
<b>1.8.3 MÓDULOS DE APLICACIÓN</b>	38
<b>1.8.3.1 MÓDULOS DE COMUNICACIÓN</b>	38
<b>1.8.4 FUNCIONES DE LOGO</b>	39
<b>1.8.4.1 CONSTANTES Y BORNES. Co</b>	39
<b>1.8.4.1.1 ENTRADAS</b>	39
<b>1.8.4.1.2 SALIDAS</b>	40
<b>1.8.4.1.3 MARCAS</b>	41
<b>1.8.4.1.4 MARCA INICIAL</b>	42
<b>1.8.4.1.5 BITS DE REGISTRO DE DESPLAZAMIENTO</b>	42
<b>1.8.4.1.6 REGISTRO DE DESPLAZAMIENTO</b>	42
<b>1.8.4.2 LISTA DE FUNCIONES BÁSICAS. GF</b>	45

1.8.4.3 LISTA DE FUNCIONES ESPECIALES. SF	45
---	----

1.8.4.3.1 REMANENCIA	46
----------------------	----

## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MARCACIÓN DE PIEZAS EN SERIE.**

<b>2.1 DESARROLLO DEL PROCESO</b>	<b>48</b>
2.1.1 ANÁLISIS PLANTEADO PARA LA SOLUCIÓN DEL PROCESO	48
<b>2.2 COMPONENTES IMPRESINDIBLES DEL MÓDULO</b>	<b>50</b>
2.2.1 ESTRUCTURA METÁLICA	51
2.2.2 GENERACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO EN EL PROCESO	52
2.2.3 PRESIÓN EN EL PROCESO DE MARCACIÓN DE PIEZAS EN SERIE	55
<b>2.3 FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR (LOGO!)</b>	<b>56</b>

## **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN Y USO DEL MÓDULO DIDÁCTICO**

<b>3.1 GENERALIDADES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO</b>	<b>59</b>
<b>3.2 DIMENSIONAMIENTO DE CILINDROS NEUMÁTICOS</b>	<b>60</b>
3.2.1 LONGITUD DE CARRERA	60

3.2.2	<b>VELOCIDAD DEL ÉMBOLO</b>	64
3.2.3	<b>CONSUMO DE AIRE DEL MÓDULO</b>	65
3.3	<b>DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS</b>	67
3.4	<b>CAPACIDAD REQUERIDA DE LOS COMPRESORES</b>	72
3.5	<b>UNIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	75
3.6	<b>SELECCIONAMIENTO Y PROGRAMACIÓN DEL LOGO</b>	76
3.6.1	<b>LONGITUD DE CARRERA</b>	76
3.6.2	<b>SISTEMA DE CONTEO DE PRODUCTO</b>	84
3.6.3	<b>SISTEMA DE FALTA DE PRODUCTO</b>	86
3.6.4	<b>PARO DE EMERGENCIA</b>	87
3.7	<b>RESUMEN DEL DISEÑO</b>	90
3.8	<b>USO DEL MÓDULO</b>	93

## **CAPÍTULO IV**

### **MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MÓDULO**

#### **DIDACTICO**

4.1	<b>LOCALIZACIÓN DE FALLOS EN EL SISTEMA NEUMÁTICO DEL PROCESO</b>	95
4.1.1	<b>DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA NEUMÁTICO</b>	95
4.1.2	<b>LOCALIZACIÓN DE ERRORES EN EL MÓDULO</b>	95
4.2	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CILINDROS</b>	100
4.3	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VÁLVULAS DIRECCIONALES.</b>	102
4.4	<b>UNIDAD DE MANTENIMIENTO</b>	104
4.4.1	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA UNIDAD LFR</b>	105

<b>4.5 BUSQUEDA Y LOCALIZACIÓN DE FALLAS</b>	107
<b>4.6 CAMBIO DE REPUESTOS EN GENERAL</b>	108
<b>4.7 MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD</b>	108
<b>4.8 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL MÓDULO</b>	109
<b>4.9 RECOMENDACIONES IMPORTANTES</b>	111
<b>4.9.1 PARA EL COMPRESOR</b>	111
<b>4.9.1.1 CAMBIOS DE LUBRICANTE</b>	111
<b>4.9.1.2 LIMPIEZA DE FILTROS DE ASPIRACIÓN</b>	111
<b>4.9.1.3 LIMPIEZA DE INTERCAMBIADORES DE CALOR</b>	112
<b>4.10 MANTENIMIENTO EN EL CABLEADO DEL LOGO</b>	112
<b>4.10.1 PRECAUCIONES</b>	113
<b>4.10.2 RIESGO</b>	114

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>5.1 CONCLUSIONES PRELIMINARES</b>	116
<b>5.2 CONCLUSIONES FINALES</b>	116
<b>5.3 CONCLUSIONES EN LA PREPARACIÓN DE AIRE</b>	119
<b>5.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL LOGO</b>	119
<b>5.5 RECOMENDACIONES PARA EL MÓDULO</b>	120

## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b>	Mando neumático .....	126
<b>ANEXO 2</b>	Norma DIN ISO 1219 .....	127
<b>ANEXO 3</b>	Símbolos para la selección de alimentación de energía.....	128
<b>ANEXO 4</b>	Unidad de mantenimiento.....	129
<b>ANEXO 5</b>	Registro de desplazamiento.....	130
<b>ANEXO 6</b>	Visualización del LOGO en modo a RUN.....	131
<b>ANEXO 7</b>	Lista de funciones básicas.....	132
<b>ANEXO 8</b>	Lista de funciones especiales.....	133
<b>ANEXO 9</b>	Estructura del proyecto.....	134
<b>ANEXO 10</b>	Tablas y Nomogramas (diámetro de la tubería).....	135

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Cilindro Neumático.....	5
<b>Figura 2</b>	Cilindro de simple efecto.....	7
<b>Figura 3</b>	Cilindro de doble efecto.....	8
<b>Figura 4</b>	Válvula distribuidora 3/2.....	23
<b>Figura 4a</b>	Símbolos de válvulas eléctricas.....	23
<b>Figura 4b</b>	Rutas del fluido con una válvula 5/2.....	24
<b>Figura 5</b>	Válvulas proporcionales.....	25
<b>Figura 5a</b>	Control de lazo cerrado.....	26
<b>Figura 6</b>	Válvula electromagnética 4/2.....	27
<b>Figura 7</b>	Filtro de aire comprimido.....	29
<b>Figura 8</b>	Regulador de presión con orificio de escape.....	30
<b>Figura 9</b>	Regulador de presión sin orificio de escape.....	32
<b>Figura 10</b>	Principio Vénturi.....	33
<b>Figura 11</b>	Lubricador de aire comprimido.....	34
<b>Figura 12</b>	Símbolo de la unidad de mantenimiento.....	35

<b>Figura 13</b> Entradas y salidas del LOGO.....	41
<b>Figura 14</b> Prototipo inicial.....	50
<b>Figura 15</b> Calidad de aire.....	54
<b>Figura 16</b> LOGO.....	57
<b>Figura 17</b> Diagrama Neumático.....	64
<b>Figura 18</b> Tuberías de acople.....	68
<b>Figura 19</b> Cálculo de la tubería.....	70
<b>Figura 20</b> Cálculo de la tubería para el módulo.....	72
<b>Figura 21</b> Ciclo de trabajo del compresor.....	73
<b>Figura 22</b> Diagrama de conexión del LOGO.....	89
<b>Figura 23</b> Cableado de una salida.....	113

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b>	Flujo de señales.....	9
<b>Cuadro 2</b>	Esquema de distribución neumático.....	11
<b>Cuadro 3</b>	Válvulas de vías: Símbolos de conmutación.....	13
<b>Cuadro 4</b>	Válvula de vías: conexiones y posiciones.....	14
<b>Cuadro 5</b>	Tipos de accionamiento.....	16
<b>Cuadro 6</b>	Válvula de antirretorno y sus variantes.....	17
<b>Cuadro 7</b>	Válvulas de estrangulación.....	18
<b>Cuadro 8</b>	Válvulas de presión.....	19
<b>Cuadro 9</b>	Calidad de aire recomendadas.....	53

# **CAPITULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

La automatización tiene como fin aumentar la competitividad de la industria por lo que requiere la utilización de nuevas tecnologías; por esta razón, cada vez es más necesario que toda persona relacionada con la producción industrial tenga conocimiento de dichas tecnologías.

La aplicación de la automatización se ha logrado utilizando técnicas relacionadas con la neumática y control industrial, en cuanto al campo de la neumática ésta se basa en la utilización del aire comprimido, y es empleada en la mayor parte de las máquinas modernas. La automatización industrial, a través de componentes neumáticos, es una de las soluciones más sencillas, rentables y con mayor futuro de aplicación en la industria.

El aire comprimido es la mayor fuente de potencia dentro del campo industrial proporcionando múltiples ventajas entre las cuales se puede mencionar que, es segura, económica, fácil de transmitir y adaptable. Su aplicación es muy amplia para un gran número de industrias. Algunas aplicaciones son prácticamente imposibles con otros medios energéticos.

Dentro del campo de la producción industrial, la neumática tiene una aplicación creciente en las más variadas funciones, no sólo entra a formar parte en la construcción de máquinas, sino que va desde el uso doméstico hasta la utilización en la técnica de investigación nuclear, pasando por la producción industrial.

En la actualidad, la necesidad de automatizar la producción no afecta únicamente a las grandes empresas, sino también a la pequeña industria, incluso la industria

artesanal se ve obligada a desarrollar métodos de producción racionales que excluyan el trabajo manual y no dependan de la habilidad humana. La fuerza muscular y la habilidad manual deben sustituirse por la fuerza y precisión mecánica.

La fuerza neumática puede realizar muchas funciones de una mejor forma y más rápidamente; de forma más regular y sobre todo durante más tiempo sin sufrir los efectos de la fatiga.

El costo del aire comprimido es relativamente económico frente a las ventajas y la productividad que representa.

Aunque la dotación de sistemas de aire comprimido requiere de inversión de capital, esta se paga ampliamente con el incremento de la productividad.

Comparando el trabajo humano con el de un elemento neumático, se comprueba la inferioridad del primero en lo referente a capacidad de trabajo. Si a esto, añadimos que los costos de trabajo están en la proporción aproximada 1:50 (neumática: humana) quedan justificados los continuos esfuerzos de la industria por reemplazar total o parcialmente al hombre por la máquina en lo que actividades manuales se refiere.

No obstante, sustituir actividades manuales por dispositivos mecánicos y neumáticos, sólo es un paso dentro del proceso de automatización de la producción industrial. Este paso está encaminado, al igual que otros muchos, a obtener el máximo provecho con un costo mínimo.

La utilización de la máquina adecuada, en cada caso, será la forma de evitar que la adquisición de costosos equipos encarezcan el producto de forma desproporcionada, pudiéndose dar el caso de que una máquina especial construida con elementos de serie y que se adapte exactamente a las necesidades del proceso de fabricación, resulte más económica que una máquina estándar.

La energía neumática no es utilizable en todos los casos de automatización, las posibles técnicas de la neumática están sometidas a ciertas limitaciones en lo que se refiere a fuerza, espacio, tiempo y velocidad en el proceso de la información. Esta tecnología tiene su ventaja más importante en la flexibilidad y variedad de aplicaciones en casi todas las ramas de la producción industrial.

El rendimiento máximo de la automatización de un proceso de trabajo está condicionado por el material, la forma de la pieza a trabajar, la serie, la capacidad, el nivel de automatización y las condiciones mecánicas de la máquina y este sólo podría determinarse definitivamente, en cada caso particular, con todos los datos ya especificados. En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo por el que en diversas ramas industriales se utilicen aparatos neumáticos.

*<sup>1</sup> La tecnología de la neumática juega un papel muy importante en la mecánica desde hace mucho tiempo. Entretanto es incluida cada vez más en el desarrollo de aplicaciones automatizadas.*

*En ese sentido, la neumática es utilizada para la ejecución de varias funciones entre las principales están:*

- ✘ Detección de estados mediante sensores.*
- ✘ Procesamiento de informaciones mediante procesadores.*
- ✘ Accionamiento de actuadores mediante elementos de control*
- ✘ Ejecución de trabajos mediante actuadores.*

*Para controlar máquinas y equipos suelen ser necesario efectuar una concatenación lógica y compleja de estados y conexiones. Ello se logra mediante la actuación conjunta de sensores, procesadores, elementos de accionamiento y actuadores incluidos en un sistema neumático o parcialmente neumático.*

---

<sup>1</sup> Neumática, manual de estudio (FESTO DIDACTIC) pag. 12-13

<sup>2</sup>*El progreso experimentado en relación con materias y métodos de montaje y fabricación ha tenido como consecuencia una mejora de la calidad y diversidad de elementos neumáticos, contribuyendo así a una mayor difusión de la neumática en el sector de la automatización.*

Los cilindros neumáticos son utilizados con frecuencia como elementos de accionamiento lineal, porque, entre otras razones, se trata de unidades de precio relativamente bajo, de fácil instalación simple y robusta, además, están disponibles en los tamaños más diversos.

## **1.2 SISTEMAS NEUMÁTICOS.**

### **1.2.1 CILINDROS NEUMÁTICOS.**

Los cilindros neumáticos son básicamente un tubo cerrado en ambos extremos por dos tapas que es capaz de generar un movimiento rectilíneo alternativo, transformando la energía de presión del aire en energía cinética o esfuerzos prensores.

### **1.2.2 CONSTITUCIÓN DE LOS CILINDROS**

El cilindro de émbolo se compone de: tubo, tapa posterior (fondo) y tapa anterior con cojinete (manguito doble de copa), vástago, casquillo de cojinete y aro rascador; además, de piezas de unión y juntas.

El tubo cilíndrico (1) de la Fig.1 “Cilindro Neumático” se fabrica en la mayoría de los casos de tubo de acero embutido sin costura. Para prolongar la duración de las juntas, la superficie interior del tubo debe someterse a un mecanizado de precisión (bruñido).

---

<sup>2</sup> Neumática, manual de estudio (FESTO DIDACTIC) pag. 115-16

Para aplicaciones especiales, el tubo se construye de aluminio, latón o de tubo de acero con superficie de rodadura cromada. Estas ejecuciones especiales se emplean cuando los cilindros no se accionan con frecuencia o para protegerlos de influencias corrosivas.

Para las tapas: posterior fondo (2) y anterior (3) se emplea preferentemente material de fundición (de aluminio o maleable). La fijación de ambas tapas en el tubo puede realizarse mediante tirantes, roscas o bridas.

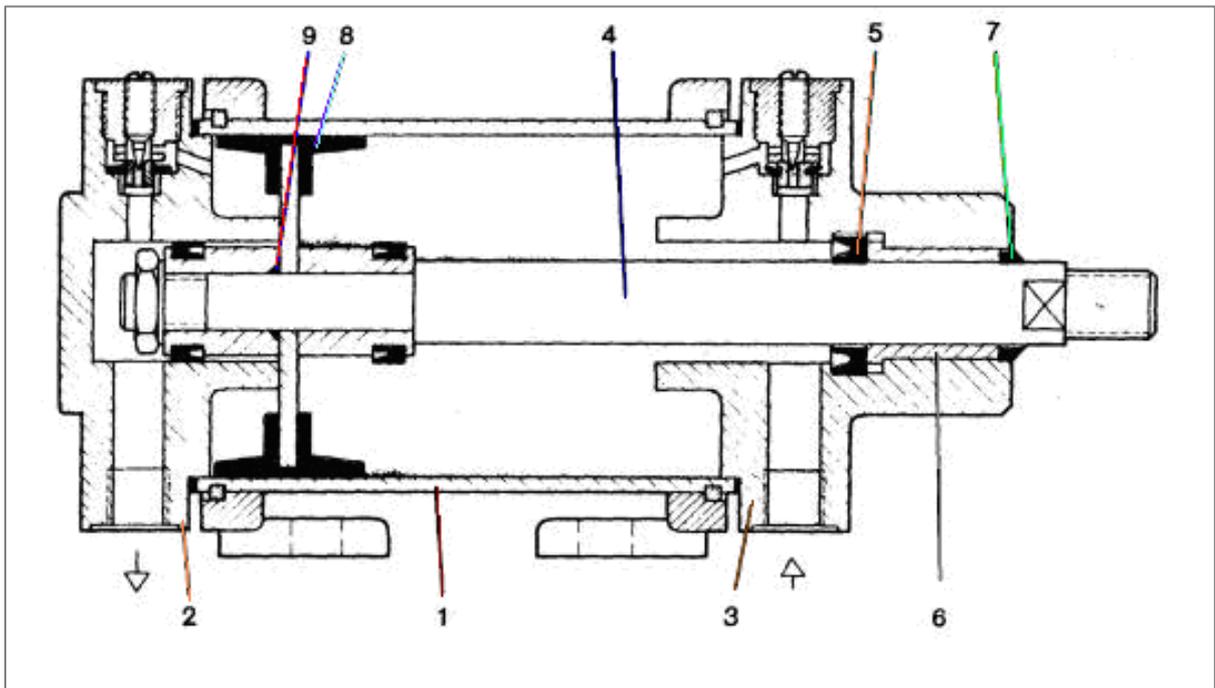


Fig.1 Cilindro Neumático

**Fuente:** [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

Como se aprecia en la Fig.1 el vástago (4) se fabrica preferentemente de acero bonificado, éste acero contiene un determinado porcentaje de cromo que lo protege de la corrosión. El émbolo se somete a un tratamiento de temple.

Para normalizar el vástago se monta en la tapa anterior un collarín obturador (5), de la guía de vástago se hace cargo un casquillo de cojinete (6), que puede ser de bronce sinterizado o un casquillo metálico con revestimiento de plástico.

Delante del casquillo de cojinete se encuentra un aro rascador (7), que impide que entren partículas de polvo y suciedad en el interior del cilindro, por ello no se necesita emplear un fuelle.

El manguito doble de copa (8) como se indica en la Fig.1 hermetiza la cámara del cilindro, las juntas tóricas o anillos toroidales (9) se emplean para la obturación estática, porque deben pretensarse, y esto causa pérdidas elevadas por fricción en aplicaciones dinámicas.

### **1.2.3 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. Como se aprecia en la Fig.2 "Cilindro de simple efecto", 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.

La Fig.2 es un bosquejo en corte longitudinal de los cilindros de simple efecto en el que podemos apreciar sus elementos internos como son la entrada y salida de aire del cilindro la cámara interna del mismo y su resorte que provoca el retorno del pistón a su posición inicial.

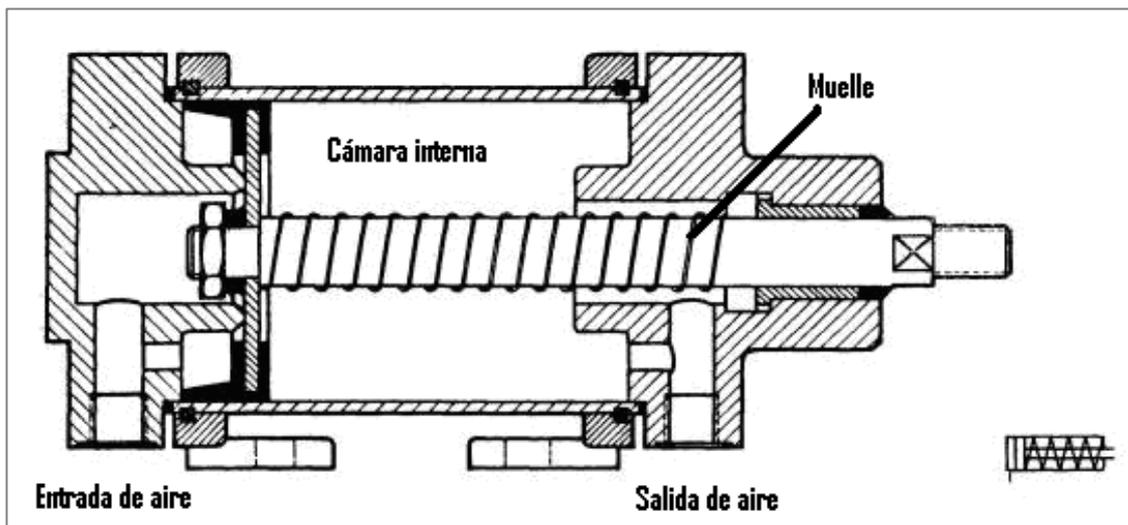


Fig. 2 Cilindro de simple efecto

*Fuente:* [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

#### 1.2.4 CILINDROS DE DOBLE EFECTO

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo para que actúe en los cilindros de doble efecto, realizando 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 tal como se muestra en la Fig.3 "Cilindro de doble efecto", se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión tanto de ida como 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.

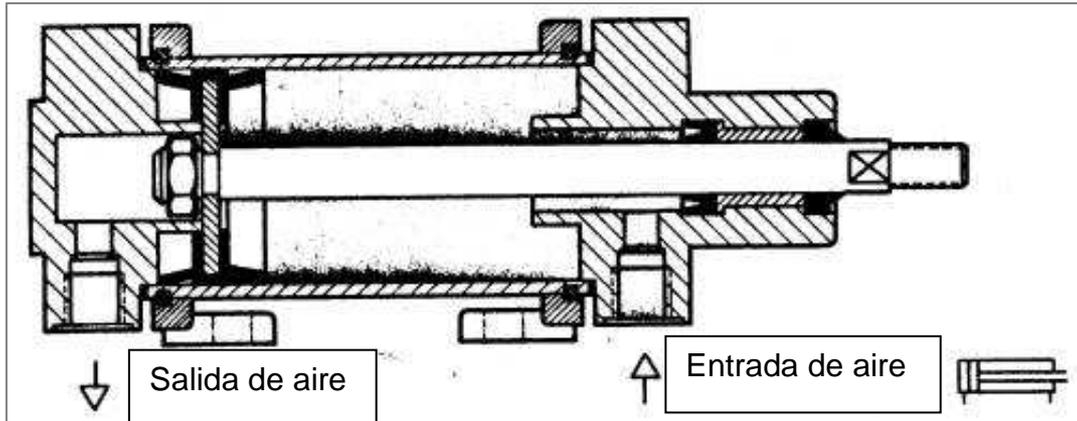


Fig. 3 Cilindro de doble efecto.

**Fuente:** [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

## 1.3 ELEMENTOS DE SISTEMAS NEUMÁTICOS

### 1.3.1 ESTRUCTURA DE SISTEMAS NEUMÁTICOS Y FLUJO DE SEÑALES

<sup>3</sup>Los sistemas neumáticos están compuestos de una concatenación de diversos grupos de elementos.

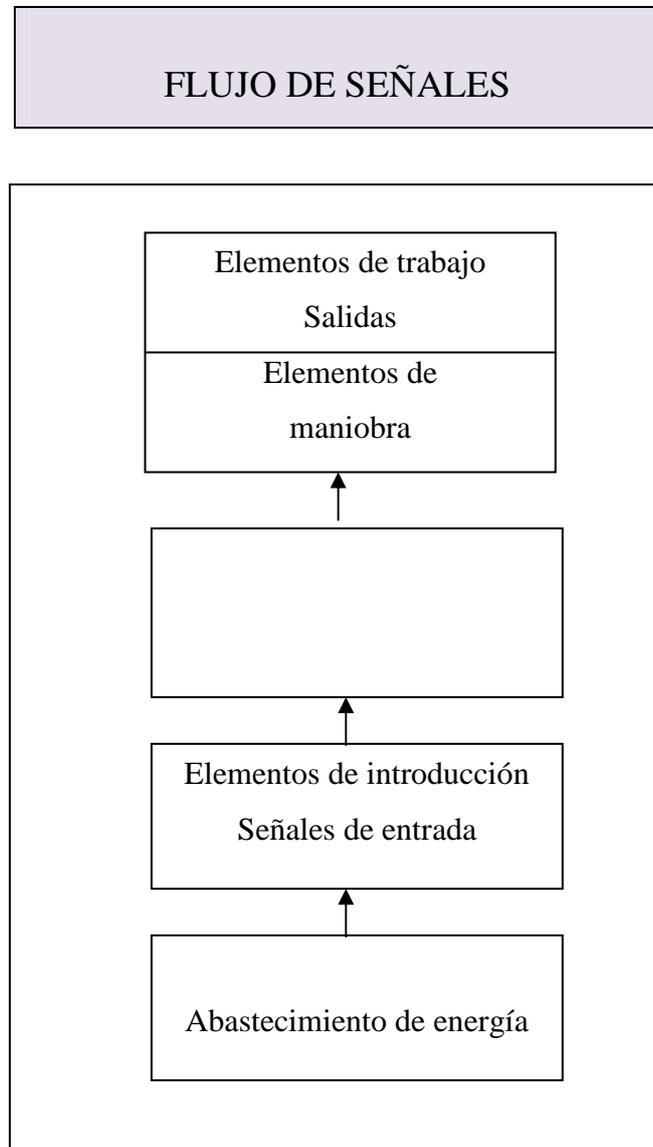
*Estos elementos conforman una vía para la transmisión de las señales de mando desde el lado de la emisión de señales (entrada) hasta el lado de la ejecución del trabajo (salida).*

Los órganos de maniobra como se indica en el Cuadro 1 “Flujo de Señales” se encargan de controlar los elementos de trabajo o de accionamiento en función de las señales recibidas por los elementos procesadores. Dicho de otra manera dentro de un sistema neumático inicialmente se requiere de un abastecimiento de energía, la misma que acciona elementos de entrada para consecutivamente

---

<sup>3</sup> Neumática, manual de estudio (FESTO DIDACTIC) pag. 19

procesar un determinado trabajo y finalmente convertirlo en un elemento de salida.



Cuadro 1. Flujo de Señales

**Fuente:** Manual de Estudio "Neumática". Pág. 20

### 1.3.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA NEUMÁTICO.

Un sistema de control neumático está compuesto de los siguientes grupos de elementos.

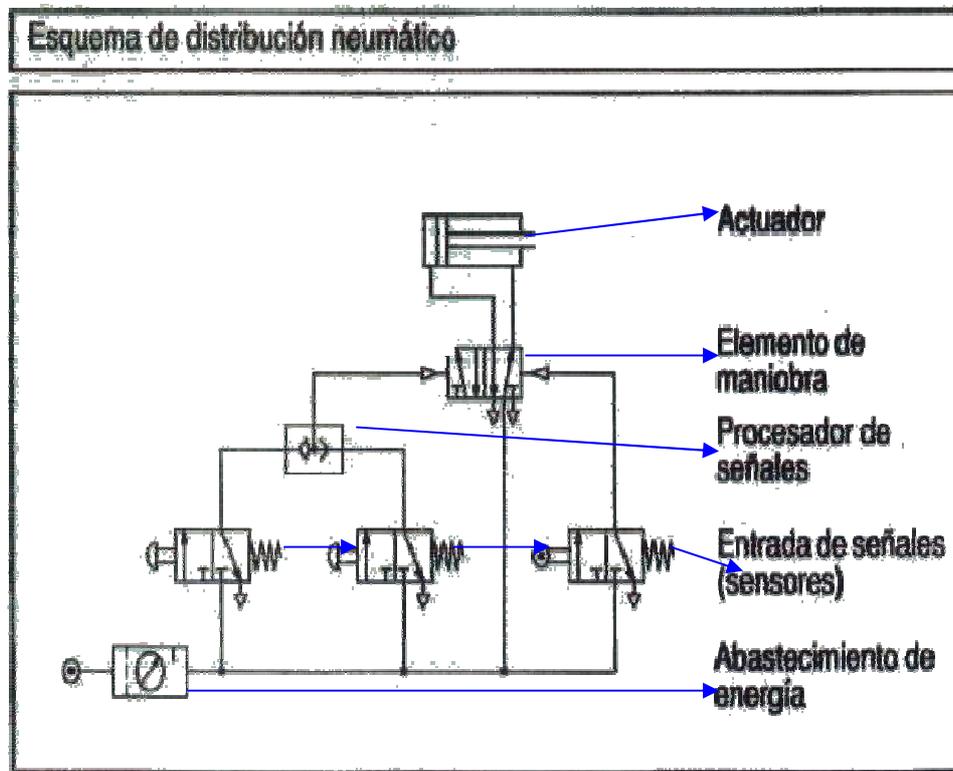
- ◆ Abastecimiento de energía
- ◆ Elementos de entrada (sensores)
- ◆ Elementos de procesamiento (procesadores)
- ◆ Órganos de maniobra y de accionamiento (actuadores)

Como se puede observar en el Anexo 1. “Mando Neumático”, cuando nos referimos al abastecimiento de energía se está hablando de equipos como el compresor, acumulador, regulador de presión y la unidad de mantenimiento. En cuanto a los elementos de entrada podemos encontrar a las válvulas de vías con pulsador, válvula de rodillo, detector de proximidad, barrera de aire, mientras que en los procesadores o elementos de procesamiento tenemos: las válvulas de vías, circuitos de pasos secuenciales, válvulas de presión, temporizador, así mismo dentro de los elementos de maniobra tenemos, válvulas de vías y finalmente en cuanto a los actuadores encontramos los cilindros neumáticos, bombas giratorias y los indicadores ópticos.

Como ya se mencionó anteriormente la válvula de vías puede ser utilizada como elemento de emisión de señales, como elemento procesador o como elemento actuador. El criterio que se aplica para atribuir un elemento a un grupo es, el lugar de su inclusión en el sistema neumático.

Observe Cuadro 2. “Esquema de distribución neumático”, el mismo que identifica el punto de inicio de un esquema de distribución, para ello se inicia con el abastecimiento de energía que simplemente es la entrada de aire al sistema obviamente a esta entrada de aire se le depura mediante su respectiva unidad de mantenimiento. Posteriormente se identifica la entrada de señales del sistema, en la recepción de señales pueden intervenir dispositivos como válvulas de accionamiento manual o mecánico. Luego se identifica el o los procesadores de señales, los mismos que se encargan de analizar los estados del sistema para pasar hasta el elemento de maniobra que ejecute dicho estado. Siguiendo el esquema de distribución neumático encontramos el elemento de maniobra, que no es más que el dispositivo que ejecutará la orden dada por todos los procesos mencionados anteriormente, los elementos de maniobra se les atribuye a las

válvulas neumáticas. Y finalmente encontramos el actuador que no se trata nada más que de la activación o desactivación de un cilindro neumático.



Cuadro 2. Esquema de distribución neumático

*Fuente:* Manual de Estudio "Neumática". Pág. 21

### 1.3.3 SIMBOLOS Y NORMAS EN LA NEUMÁTICA

Para desarrollar sistemas neumáticos es necesario recurrir a símbolos uniformes que representen elementos y esquemas de distribución. Los símbolos deben informar sobre las siguientes propiedades:

- ▲ Tipo de accionamiento.
- ▲ Cantidad de conexiones y denominación de dichas conexiones.
- ▲ Cantidad de posiciones.
- ▲ Funcionamiento.

▲ Representación simplificada del flujo.

La ejecución técnica del elemento no se refleja en el símbolo abstracto, los símbolos aplicados en la neumática corresponden a la norma industrial DIN ISO 1219 “Símbolo de sistemas y equipos de la técnica de fluido”. En el Anexo 2 “Norma DIN ISO 1219” se observa la lista de los símbolos más importantes.

Los símbolos que se refieren al sistema de alimentación de aire a presión pueden presentar componentes individuales o una combinación de varios elementos. En este caso se indica una conexión conjunta para todos los elementos, con lo que la fuente de aire a presión puede estar representada por un solo símbolo simplificado. Observe Anexo 3. “Símbolos para la selección de alimentación de energía”. El mismo que detalla la simbología para algunos elementos, tales como el compresor y acumulador en el caso de abastecimiento, a su vez el filtro, el separador de agua, lubricador, regulador de presión en cuanto a la unidad de mantenimiento, entre otros.

Un ejemplo de la simbología que observaremos en el Anexo 3 se expone a continuación, la misma que señala la simbología que tiene la unidad de mantenimiento dentro de un diagrama neumático.



#### UNIDAD DE MANTENIMIENTO

A continuación se muestra el Cuadro 3. “Válvulas de Vías: Símbolos de conmutación”, el mismo que indica el símbolo que define a los diferentes elementos como son la posición de conmutación, que son representados por cuadros, la cantidad de cuadros que corresponde a la cantidad de posiciones de conmutación, también podemos observar como se simboliza a la posición de paso abierto, la posición de bloqueo, y las representaciones de las conexiones a los cuadros que definen estados inactivos de conmutación.

## Válvulas de vías: símbolos de conmutación

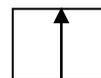
Las posiciones de conmutación son representadas mediante cuadros.



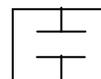
La cantidad de cuadros corresponde a la cantidad de posiciones de conmutación



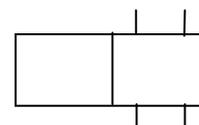
Posición de paso abierto



Posición de bloqueo



Las conexiones son agregadas a los cuadros y representan el estado inactivo.

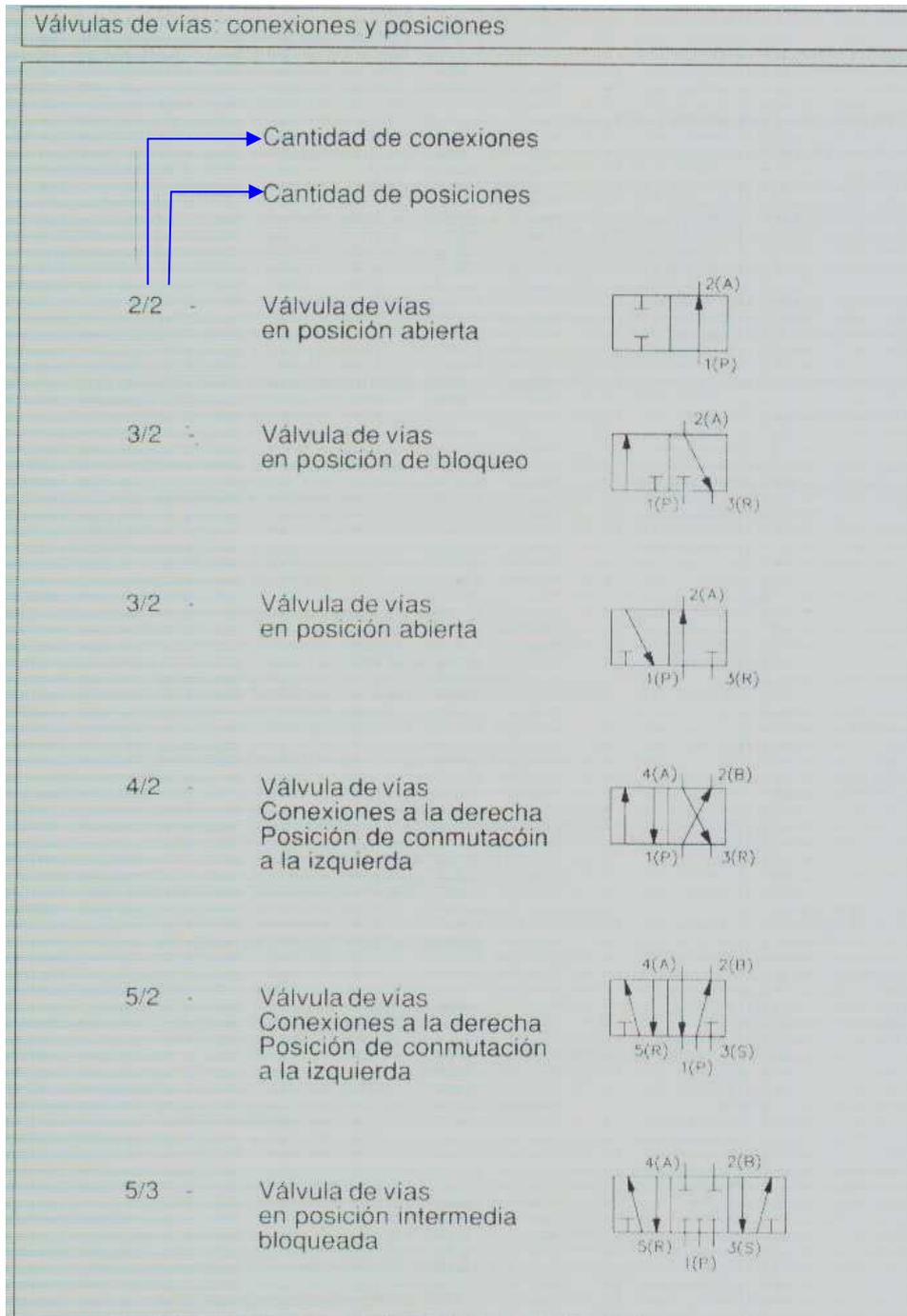


Cuadro 3. Válvulas de vías: símbolos de conmutación

**Fuente:** Manual de Estudio “Neumática”. Pág. 40

Las conexiones de las válvulas de vías pueden estar señalizadas con letras o con números. En el Cuadro 4. “Válvula de vías: conexiones y posiciones” se representan las conexiones de las válvulas y las posiciones de las mismas como

parte de sus características de funcionamiento. La nomenclatura 2/2, 3/2, 4/2, 5/2 y 5/3 simplemente representa la cantidad de conexiones de la válvula sobre la cantidad de posiciones en la que opera la misma.



Cuadro 4. Válvula de vías: conexiones y posiciones.

**Fuente:** Manual de Estudio "Neumática", Pág. 41

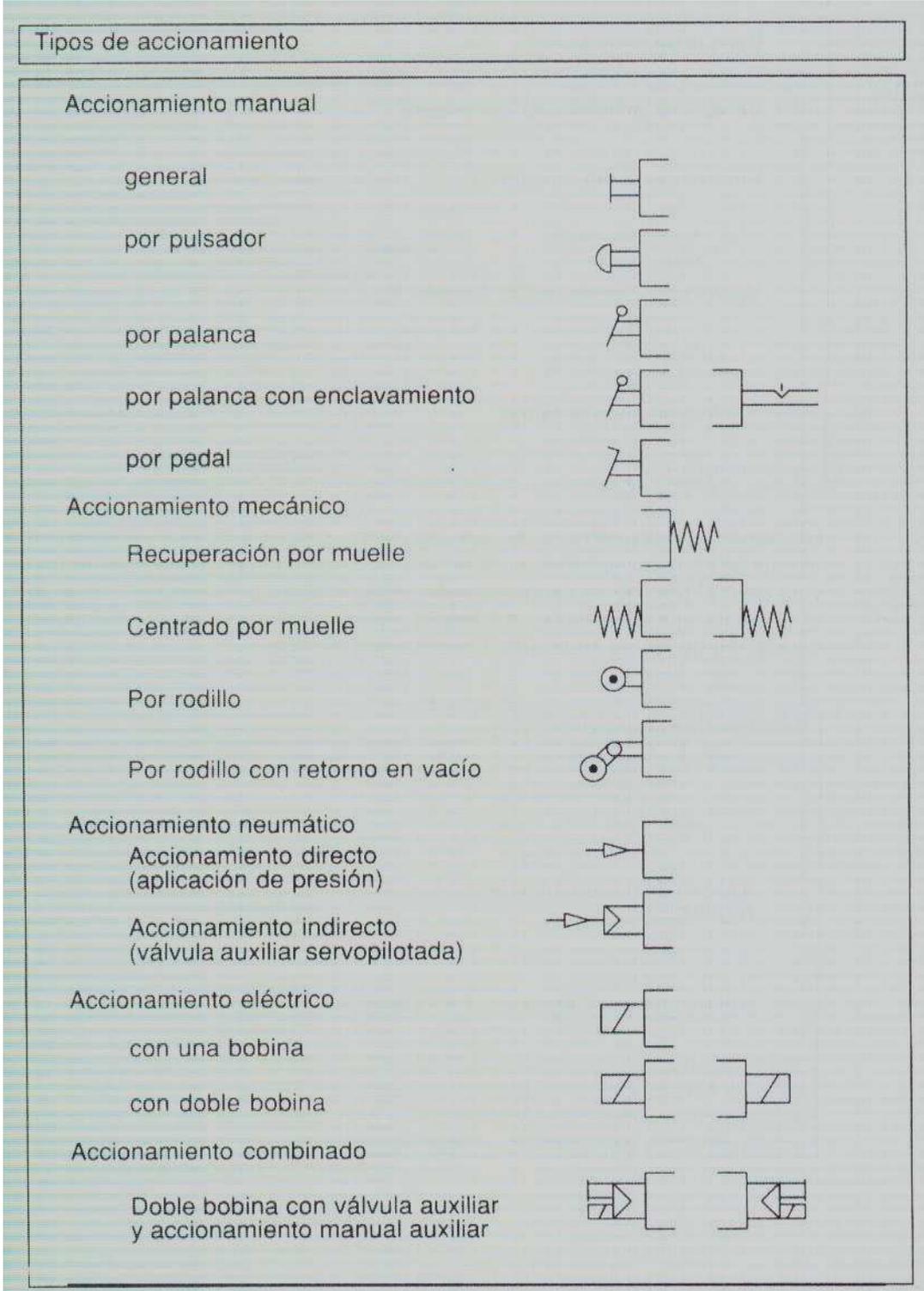
### **1.3.4 TIPOS DE ACCIONAMIENTO**

Los tipos de accionamiento de las válvulas neumáticas dependen de las exigencias que plantee el sistema. Los tipos de accionamiento pueden encontrarse dentro de los siguientes campos de aplicación:

- \* Accionamiento mecánico
- \* Accionamiento neumático
- \* Accionamiento eléctrico
- \* Combinación de tipos de accionamiento

Los símbolos utilizados para representar los tipos de accionamiento están contenidos en la norma DIN ISO 1219. (Anexo 2), pero para su mejor comprensión se expone en el Cuadro 5. "Tipos de accionamiento", el mismo que permite visualizar de forma general los tipos de accionamiento y su respectiva simbología que nos ayudará a reconocer dichos accionamientos dentro de un diagrama neumático.

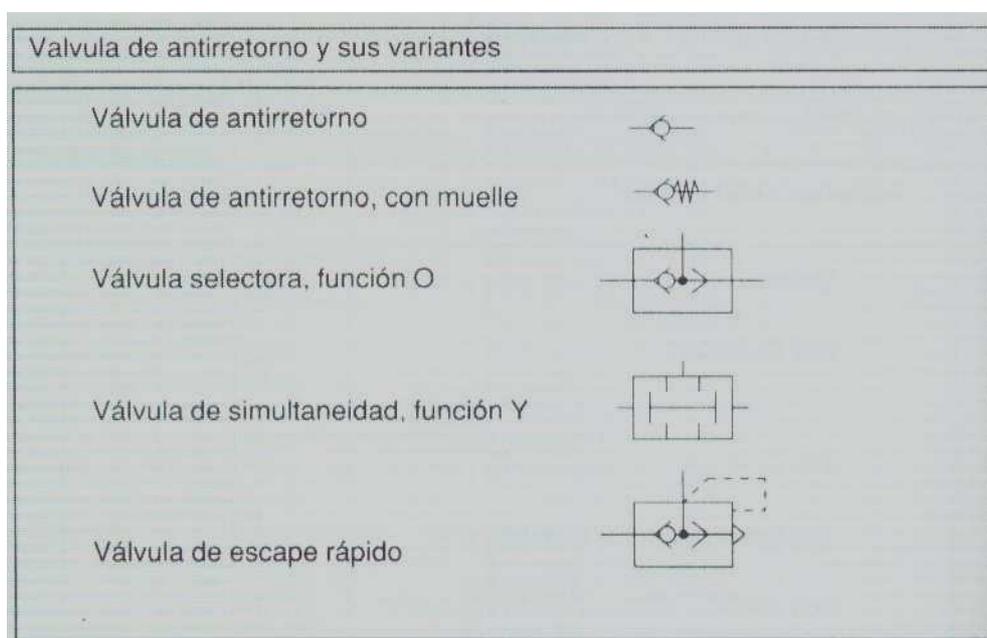
Tratándose de válvulas de vías, es necesario considerar su tipo básico de accionamiento y sus características de reposición. Los símbolos correspondientes son colocados, normalmente, en ambos lados de los bloques que indican las posiciones. Los tipos de accionamiento adicionales, tales como el accionamiento manual auxiliar, son indicados por separado.



Cuadro 5. Tipos de accionamiento

**Fuente:** Manual de Estudio "Neumática". Pág. 43

La válvula de antirretorno es utilizada como elemento básico en muchas variantes. Las válvulas de antirretorno pueden estar equipadas con muelles de reposición o pueden prescindir de ellos. Tratándose de una válvula equipada con muelle de reposición, es necesario que la fuerza de la presión sea mayor que la fuerza del muelle para abrir el paso. En el Cuadro 6 “Válvula de antirretorno y sus variantes”, se exponen algunos de los nombres que puede tener una válvula antirretorno con su respectiva simbología.



Cuadro 6. “Válvula de antirretorno y sus variantes”

**Fuente:** *Manual de Estudio “Neumática”. Pág. 44*

Por otro lado la mayoría de las válvulas de estrangulación son ajustables y permiten reducir el caudal en una o en ambas direcciones. Si se instala paralelamente una válvula de antirretorno, la estrangulación solo actúa en una dirección. Si el símbolo de estrangulación lleva una flecha, ello significa que es posible regular el caudal. La flecha no se refiere a la dirección del flujo, a continuación se indica el Cuadro 7. “Válvulas de estrangulación” en el cuál se exponen dos tipos de válvulas estranguladoras y su respectiva simbología dentro de campo neumático.

Válvulas de estrangulación	
Válvula de estrangulación, regulable	
Válvula de estrangulación y antirretorno	

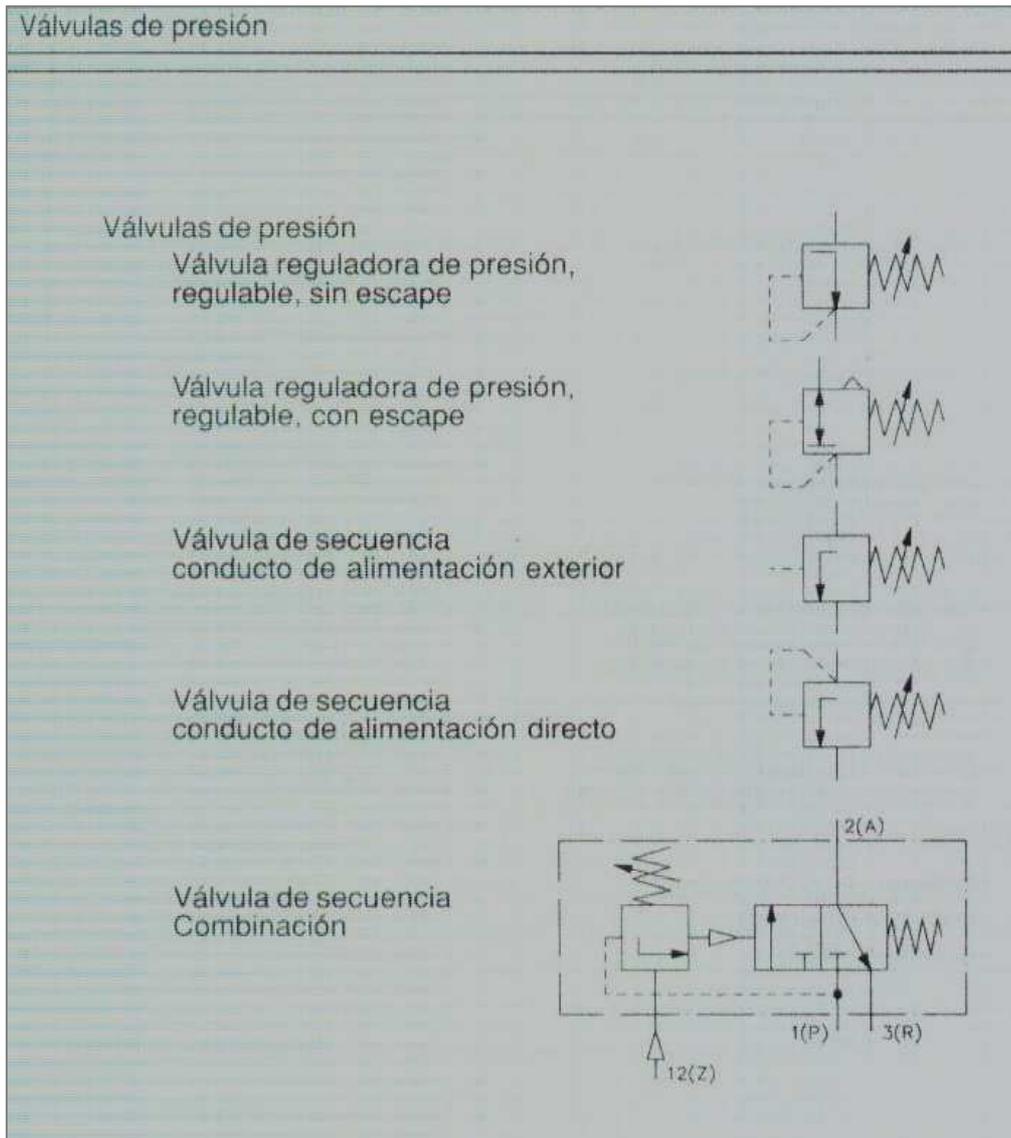
Cuadro 7. "Válvulas de estrangulación"

**Fuente:** *Manual de Estudio "Neumática". Pág. 44*

Dentro de un sistema neumático además podemos encontrar válvulas de presión, las mismas que tienen la función de intervenir en la presión de un sistema neumático parcial o completo, las válvulas de presión suelen ajustarse en función de la fuerza de un muelle. Según su aplicación pueden distinguirse entre las siguientes versiones:

- Válvula de presión sin escape
- Válvula de presión con escape
- Válvula de secuencia

El símbolo representa a las válvulas de presión como válvulas de una posición, con una vía de flujo y con la salida abierta o cerrada. En el caso de las válvulas reguladoras de presión, el paso está siempre abierto. Las válvulas de secuencia se mantienen cerradas hasta que la presión ejercida sobre el muelle alcance el valor límite que se haya ajustado, en el Cuadro 8. "Válvulas de presión" se observa la simbología de las válvulas de presión según los tipos que se ha mencionado anteriormente para su reconocimiento inmediato dentro de un diagrama neumático.



Cuadro 8. "Válvulas de presión"

**Fuente:** Manual de Estudio "Neumática". Pág. 45

## 1.4 AIRE COMPRIMIDO

### 1.4.1 PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO

Causará asombro el hecho de que la neumática se haya podido expandir en tan corto tiempo y con tanta rapidez. Esto se debe, entre otras cosas a que la solución de algunos problemas de automatización no puede disponerse de otro

medio que sea más simple y más económico. Por tal razón se expone algunas de las más importantes propiedades que posee el aire comprimido dentro de la industria.

¿Cuáles son las propiedades del aire comprimido que han contribuido a su popularidad?

**Abundante.-** Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.

**Transportable.-** El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.

**Almacenable.-** No es necesario que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).

**Temperatura.-** El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura; garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.

**Antideflagrante.-** No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.

**Limpio.-** El aire comprimido es limpio y en caso de faltas de estanqueidad en tuberías o elementos, no produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante, por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.

**Constitución de los elementos.-** La concepción de los elementos de trabajo es simple y por tanto, de precio económico.

**Veloz.-** Es un medio de trabajo muy rápido y por eso permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos puede regularse sin escalones.)

**A prueba de sobre - cargas.-** Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden utilizarse hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas. Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.

**Preparación.-** El aire comprimido debe ser preparado antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).

**Compresible.-** Como todos los gases el aire no tiene una forma determinada, toma la forma del recipiente que los contiene o la de su ambiente, permite ser comprimido (compresión) y tiene la tendencia a dilatarse (expansión). Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.

**Volumen Variable.-** El volumen del aire varía en función de la temperatura dilatándose al ser calentado y contrayéndose al ser enfriado.

**Ruido.-** El escape de aire produce ruido. No obstante este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales y dispositivos que disminuyen la magnitud del ruido.

#### **1.4.2 CRITERIOS DE APLICACIÓN**

La compresibilidad del aire es una característica que presenta ventajas o inconvenientes según el tipo de aplicación. La elección de la neumática depende de muchos factores, pero fundamentalmente del factor rentabilidad. La utilización óptima del aire comprimido se conseguirá aprovechando las propiedades físicas que posee.

Estas mismas propiedades son las que conducen a los límites de utilización de los sistemas neumáticos y que son principalmente debidos a la ya citada compresibilidad del aire. Existe otro límite económico, principalmente cuando la aplicación exige fuerzas muy grandes o un notable consumo continuo de aire comprimido. En la práctica es indispensable comparar la energía neumática con otras fuentes de energía.

Para ello debe tenerse en cuenta, el conjunto completo del mando, desde la entrada de señales hasta los elementos de trabajo. Los elementos individuales pueden facilitar bastante la elección de una determinada técnica, pero es absolutamente necesario elegir el tipo de energía que mejor cumpla con las exigencias del conjunto. A menudo se comprueba que el elevado costo del aire comprimido no tiene importancia comparado con el rendimiento del equipo.

## **1.5 ELECTROVÁLVULAS**

### **1.5.1 VÁLVULAS ELECTROMAGNÉTICAS**

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 luz pequeño, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

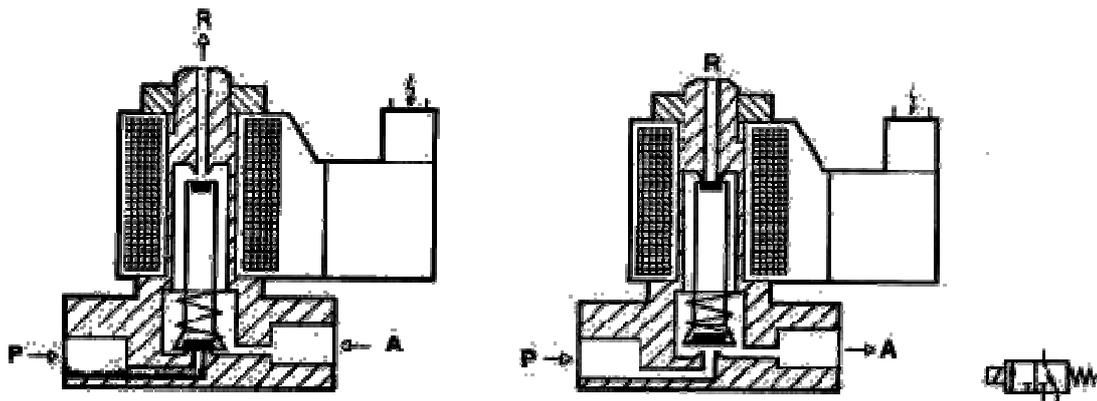


Fig. 4 Válvula distribuidora 3/2

**Fuente:** [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

La Fig. 4 “Válvula distribuidora 3/2”, nos indica básicamente el modo de funcionamiento que posee éste tipo de válvulas, la letra P representa el puerto de alimentación de aire, R el puerto de evacuación de aire y A los puertos de trabajo, 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.

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 2 posiciones diferentes.

3/2.

3 = Número de Puertos

2 = Número de Posiciones



Fig. 4a Símbolos de válvulas eléctricas

**Fuente:** [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

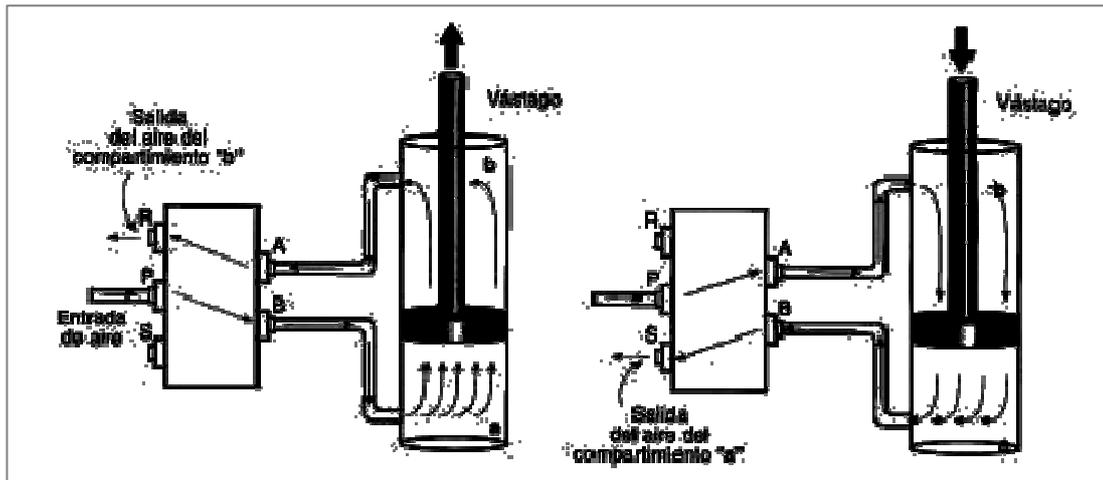


Fig. 4b Rutas del fluido con una válvula 5/2

**Fuente:** [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

En la Fig. 4a “Símbolos de válvulas eléctricas” se puede apreciar la simbología utilizada para representar los diferentes tipos de válvulas eléctricas.

Mientras que en la Fig. 4b “Rutas del fluido con una válvula 5/2” se puede observar la circulación del aire dentro de una válvula que se encuentra en estado activo y a la vez el significado de las letras utilizadas en los esquemas de la figura, las cuales se explica a continuación:

- P (Presión). Puerto de alimentación de aire
- R, S, etc. Puertos para evacuación del aire
- A, B, C, etc. Puertos de trabajo

En la Fig. 4b 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.

### 1.5.2 ELECTROVÁLVULAS DE DOBLE SOLENOIDE.

Existen válvulas que poseen dos bobinas y cuyo funcionamiento es similar a los flip-flops electrónicos. Con este sistema se logra que la válvula vaya de una posición a la otra solamente aplicando 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.

### 1.5.3 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, la Fig. 5 "Válvulas proporcionales" representa la simbología de las válvulas proporcionales, 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.

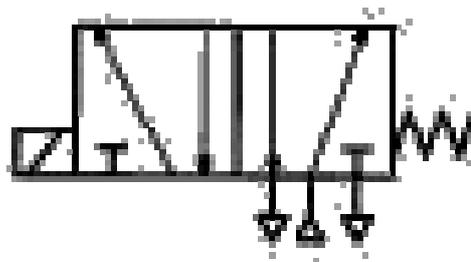


Fig. 5 Válvulas proporcionales

**Fuente:** [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

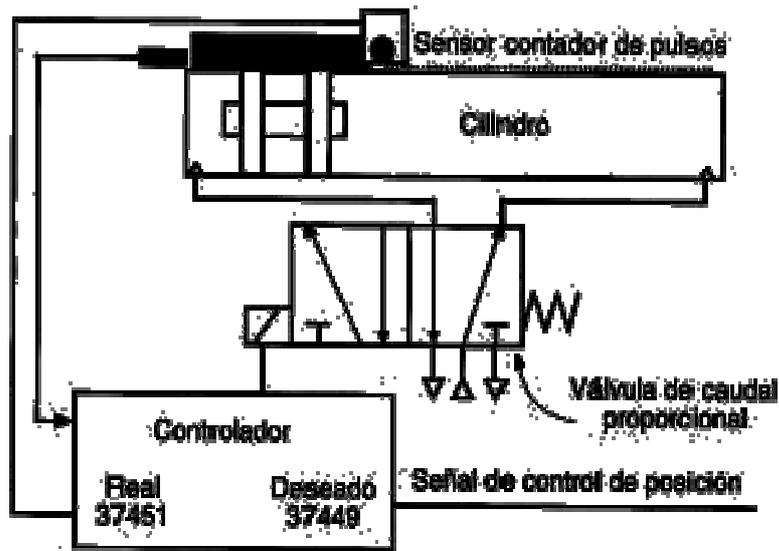


Fig. 5a Control de lazo cerrado.

**Fuente:** [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

Por medio de una válvula proporcional podemos realizar un control de posición de lazo cerrado, como se muestra en la Fig. 5a “Control de lazo cerrado”, 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.

La señal enviada por el controlador hacia la válvula proporcional depende de la cantidad de pulsos, que a la vez indican la distancia que falta para alcanzar la posición deseada. Cada vez que la presión del aire, la temperatura o cualquier otro parámetro de perturbación ocasionen un cambio de posición, el controlador tendrá la capacidad de hacer pequeños ajustes para lograr la posición exacta del cilindro.

Mientras que en la Fig. 6 “Válvula electromagnética 4/2” 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.

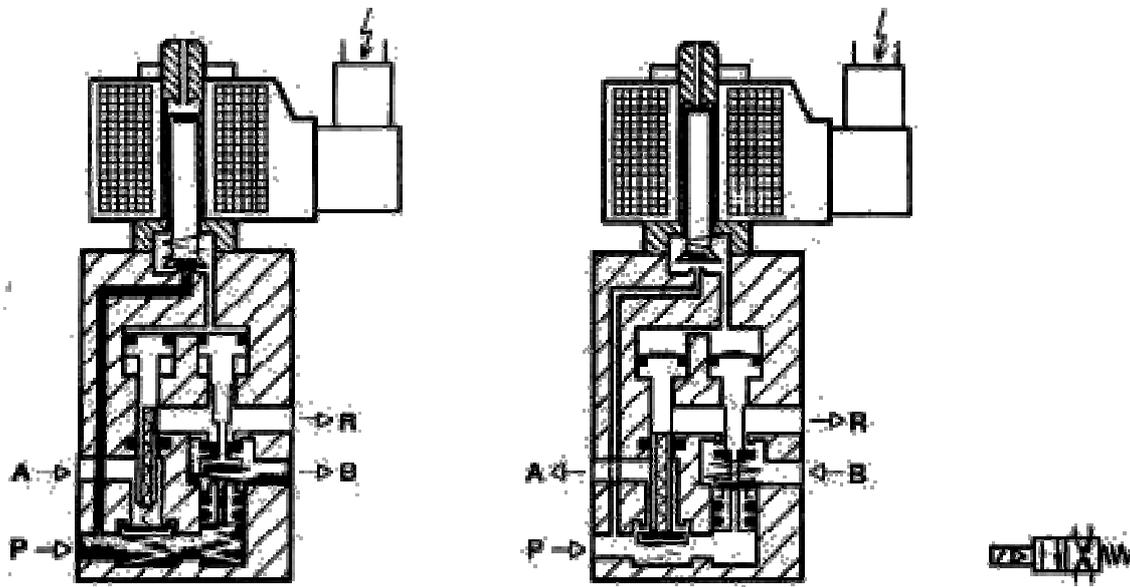


Fig. 6 Válvula electromagnética 4/2

*Fuente:* [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

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

## 1.6 UNIDAD DE MANTENIMIENTO

### 1.6.1 ELEMENTOS DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO

La unidad de mantenimiento representa una combinación de los siguientes elementos:

- ✘ Filtro de aire comprimido
- ✘ Regulador de presión
- ✘ Lubricador de aire comprimido

### **1.6.2 FILTRO DE AIRE COMPRIMIDO CON REGULADOR DE PRESIÓN**

El filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante todas las impurezas y el agua condensada.

En la Fig. 7 “Filtro de aire comprimido” se detalla de modo general como actúa este elemento dentro de un sistema neumático, para entrar en el recipiente (1), el aire comprimido tiene que atravesar la chapa deflectora (2) provista de ranuras directrices.

Como consecuencia se somete a un movimiento de rotación. Los componentes líquidos y las partículas grandes de suciedad se desprenden por el efecto de la fuerza centrífuga y se acumulan en la parte inferior del recipiente.

En el filtro sintetizado (4) [ancho medio de poros, 40 mm] sigue la depuración del aire comprimido. Dicho filtro separa otras partículas de suciedad. Debe ser sustituido o limpiado de acuerdo a las recomendaciones sugeridas en el capítulo 4 “Manual de Mantenimiento”.

El aire comprimido limpio pasa entonces por el regulador de presión y llega a la unidad de lubricación y de aquí a los consumidores.

La condensación acumulada en la parte inferior del recipiente (1) se deberá vaciar antes de que alcance la altura máxima admisible, a través del tornillo de purga (3). Si la cantidad que se condensa es grande, conviene montar una purga automática de agua.

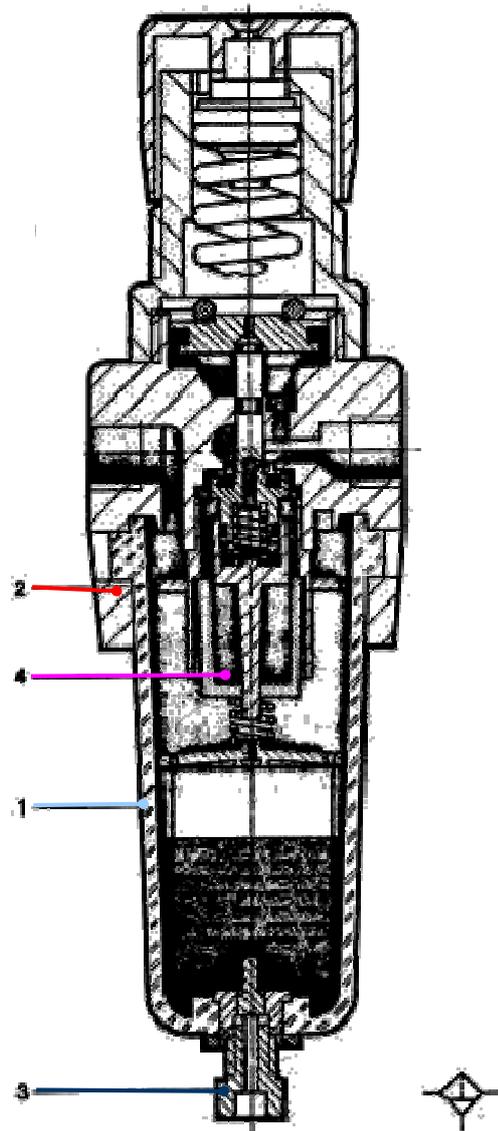


Fig. 7 Filtro de aire comprimido.

*Fuente:* [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

## 1.6.3 REGULADORES DE PRESIÓN

### 1.6.3.1 Regulador De Presión Con Orificio De Escape

El regulador tiene la misión de mantener la presión de trabajo (secundaria) lo más constante posible, independientemente de las variaciones que sufra la presión de

red (primaria) y del consumo de aire. La presión primaria siempre ha de ser mayor que la secundaria.

En la Fig. 8 “Regulador de presión con orificio de escape” se indica el funcionamiento de los reguladores de presión para un correcto desempeño de los mismos dentro de los sistemas neumáticos por ello la presión primaria siempre debe ser mayor que la secundaria la cual es regulada mediante la membrana (1), que es sometida, por un lado, a la presión de trabajo, y por el otro a la fuerza de un resorte (2), ajustable por medio de un tornillo (3).

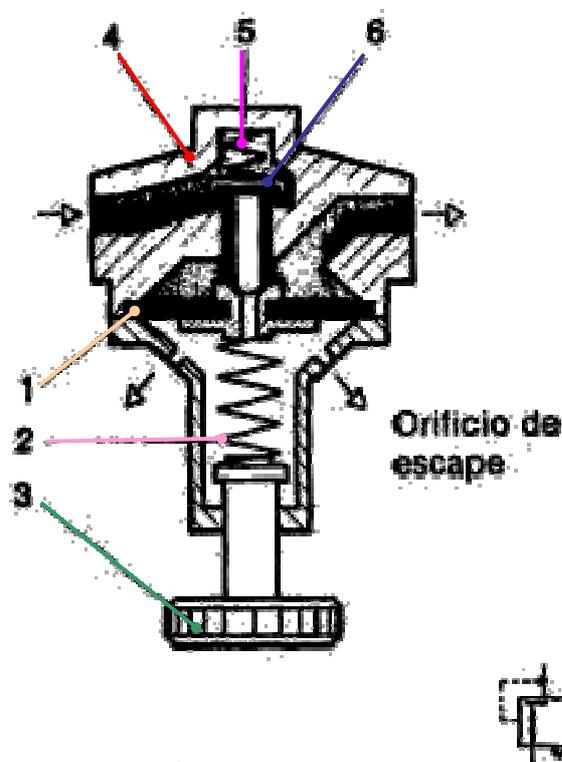


Fig. 8 Regulador de presión con orificio de escape.

**Fuente:** [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

A medida que la presión de trabajo aumenta, la membrana actúa contra la fuerza del muelle. La sección de paso en el asiento de válvula (4) como se indica en la Fig. 8 “Regulador de presión con orificio de escape” disminuye hasta que la válvula cierra el paso por completo. En otros términos, la presión es regulada por el caudal que circula.

Al tomar aire, la presión de trabajo disminuye y el muelle abre la válvula. La regulación de la presión de salida ajustada consiste en la apertura y cierre constantes de la válvula. Encima del platillo de válvula (6) hay dispuesto un amortiguador neumático o de muelle (5) que evita oscilaciones. La presión de trabajo se visualiza en un manómetro.

Cuando la presión secundaria aumenta demasiado, la membrana es empujada contra el muelle. Entonces se abre el orificio de escape en la parte central de la membrana y el aire puede salir a la atmósfera por los orificios de escape existentes en la caja.

### **1.6.3.2 Regulador De Presión Sin Orificio De Escape**

En el mercado se encuentran válvulas de regulación de presión sin orificio de escape. Con estas válvulas no es posible evacuar el aire comprimido que se encuentra en las tuberías.

#### **Funcionamiento:**

A continuación se muestra la Fig. 9 “Regulador de presión sin orificio de escape” que indica el funcionamiento que posee éste tipo de reguladores de presión la misma que por medio del tornillo de ajuste (2) se pretensa el muelle (7) solidario a la membrana (3). Según el ajuste del muelle (7), se abre más o menos el paso del lado primario al secundario. El vástago (6) con la membrana (5) se separa más o menos del asiento de junta.

Si no se toma aire comprimido del lado secundario, la presión aumenta y empuja la membrana (3) venciendo la fuerza del muelle (7). El muelle (1) empuja el vástago hacia abajo, y en el asiento se cierra el paso de aire. Sólo después de haber tomado aire del lado secundario, puede afluir de nuevo aire comprimido del lado primario.

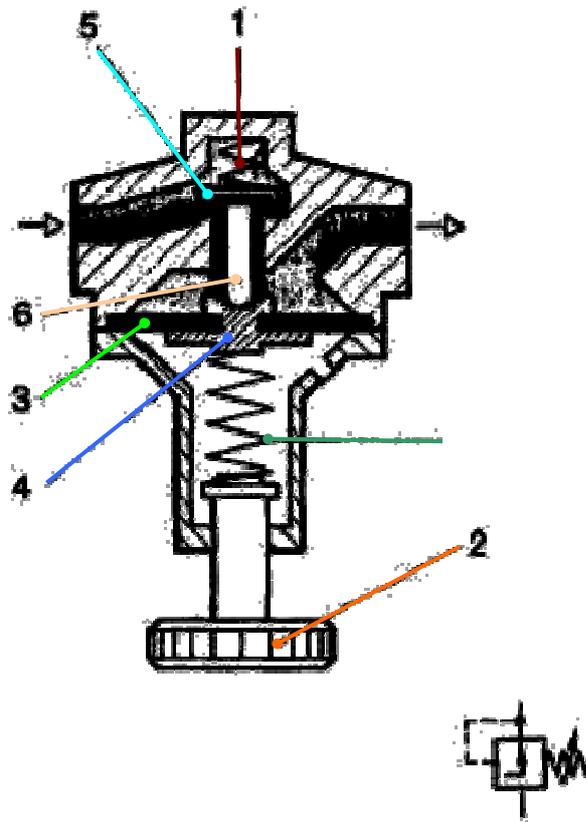


Fig. 9 Regulador de presión sin orificio de escape.

*Fuente: www.sapiensman.com*

#### 1.6.4 LUBRICADOR DE AIRE COMPRIMIDO

El lubricador tiene la misión de aceitar los elementos neumáticos en medida suficiente. El lubricante previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión.

Los lubricadores trabajan generalmente según el principio "Venturi", como se muestra en la Fig. 10 "Principio Venturi" la misma que genera un vacío para ejecutar la lubricación, la diferencia de presión  $\Delta p$  (caída de presión) entre la presión reinante antes de la tobera y la presión en el lugar más estrecho de ésta se emplea para aspirar líquido (aceite) de un depósito y mezclarlo con el aire.

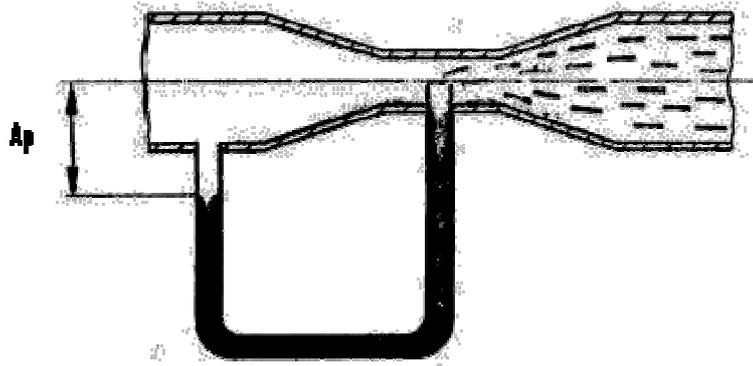


Fig. 10 Principio Venturi

**Fuente:** [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

El lubricador no trabaja hasta que la velocidad del flujo es suficientemente grande. Si se consume poco aire, la velocidad de flujo en la tobera no alcanza para producir una depresión suficiente y aspirar el aceite del depósito.

Por eso, hay que observar los valores de flujo que indique el fabricante, para poder realizar un correcto dimensionamiento en cuanto al tipo de lubricador.

#### **1.6.4.1 Funcionamiento De Un Lubricador**

El lubricador mostrado en la Fig.11 “Lubricador de aire comprimido” trabaja según el principio Venturi.

El aire comprimido atraviesa el aceitador desde la entrada (1) hasta la salida (2). Por el estrechamiento de sección en la válvula (5), se produce una caída de presión. En el canal (8) y en la cámara de goteo (7) se produce una depresión (efecto de succión). A través del canal (6) y del tubo elevador (4) se aspiran gotas de aceite. Estas llegan, a través de la cámara de goteo (7) y del canal (8) hasta el aire comprimido, que afluye hacia la salida (2). Las gotas de aceite son pulverizadas por el aire comprimido y llegan en este estado hasta el consumidor.

La sección de flujo varía según la cantidad de aire que pasa y varía la caída de presión, o sea, varía la cantidad de aceite. En la parte superior del tubo elevador (4) se puede realizar otro ajuste de la cantidad de aceite, por medio de un tornillo.

Una determinada cantidad de aceite ejerce presión sobre el aceite que le encuentra en el depósito, a través de la válvula de retención (3).

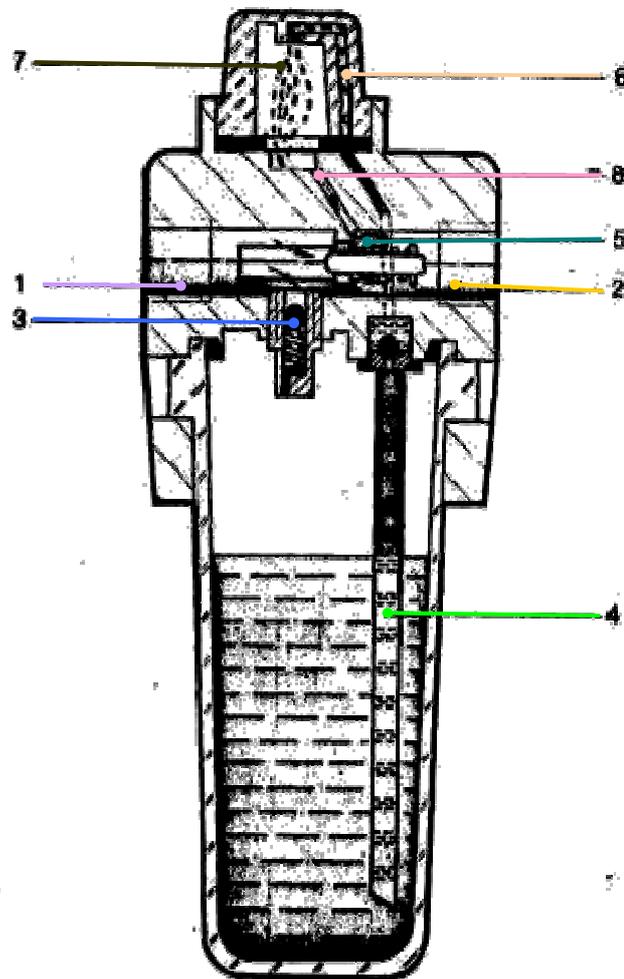


Fig. 11 Lubricador de aire comprimido

*Fuente: [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)*

Para dimensionar la unidad de mantenimiento deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

1. El caudal total de aire en  $m^3/h$  es decisivo para la elección del tamaño de la unidad. Si el caudal es demasiado grande, se produce en las unidades una caída de presión demasiado grande. Por eso, es imprescindible respetar los valores indicados por el fabricante.

2. La presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad, y la temperatura no deberá ser tampoco superior a la permitida por los fabricantes, obsérvese Anexo 4 “Unidad de Mantenimiento”.

En la Fig. 12 “Símbolo de la unidad de mantenimiento” se muestra la simbología que posee la unidad de mantenimiento dentro de los diagramas neumáticos.



Fig.12 Símbolo de la unidad de mantenimiento

*Fuente: www.sapiensman.com*

## **1.7 CONSERVACIÓN DE LAS UNIDADES DE MANTENIMIENTO**

### **1.7.1 RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO**

Es necesario efectuar en intervalos regulares los trabajos siguientes de conservación.

a) *Filtro de aire comprimido:* Debe examinarse periódicamente el nivel del agua condensada, porque no debe sobrepasar la altura indicada en la mirilla de control.

De lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta la tubería por el aire comprimido. Para purgar el agua condensada hay que abrir el tornillo existente en la mirilla, asimismo debe limpiarse el cartucho filtrante.

b) *Regulador de presión*: Cuando está precedido de un filtro, no requiere ningún mantenimiento.

c) *Lubricador de aire comprimido*: Verificar el nivel de aceite en la mirilla y, si es necesario, suplirlo hasta el nivel permitido. Los filtros de plástico y los recipientes de los lubricadores no deben limpiarse con tricloroetileno. Para los lubricadores, utilizar únicamente aceites minerales.

## **1.7.2 CAUDAL EN LAS UNIDADES DE MANTENIMIENTO**

Todos los aparatos poseen una resistencia interior, por lo que se produce una caída de presión hasta que el aire llega a la salida. Esta caída de presión depende del caudal de paso y de la presión de alimentación correspondiente.

La unidad de mantenimiento debe elegirse cuidadosamente según el consumo de la instalación. Si no se pospone un depósito, hay que considerar el consumo máximo por unidad de tiempo.

## **1.8 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (LOGO)**

### **1.8.1 ¿QUÉ ES UN LOGO?**

LOGO es el módulo lógico universal de Siemens, que lleva integrados elementos y parámetros de:

- Control
- Unidad de manejo e indicación con iluminación de fondo
- Fuente de alimentación

- Interfaz para módulos de ampliación
- Interfaz para módulo de programación (Card) y cable para PC
- Funciones básicas muy utilizadas preprogramadas, por ejemplo para conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente, interruptor de software
- Temporizador
- Marcas digitales y analógicas
- Y entradas y salidas en función del modelo.

Con LOGO se resuelven tareas enmarcadas en la técnica de instalación y el ámbito doméstico (p.ej. alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), así como en la construcción de armarios de distribución, de máquinas y de aparatos (p.ej. controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.).

Asimismo, LOGO se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el procesamiento previo de señales en controles y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones (p. ej., ASi), para el control descentralizado “in situ” de máquinas y procesos.

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios de distribución, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de operación y de visualización.

## **1.8.2 MODELOS DE LOGO EXISTENTES EN EL MERCADO.**

LOGO! Basic está disponible para dos clases de tensión:

- ✘ Categoría 1  $\leq 24$  es decir, 12 V DC, 24 V DC, 24 V AC
- Categoría 2  $> 24$  V, es decir 115...240 V AC/DC

Y a su vez:

- ✘ Variante con pantalla: 8 entradas y 4 salidas.
- ✘ Variante sin pantalla (“LOGO! Pure”): 8 entradas y 4 salidas.

Cada variante está integrada en 4 unidades de división (TE), dispone de una interfaz de ampliación y le facilita 36 funciones básicas y especiales preprogramadas para la elaboración de su programa.

### **1.8.3 MÓDULOS DE AMPLIACIÓN**

LOGO! módulos digitales DM8... para 12 V DC, 24 V AC/DC y 115...240 V AC/DC con 4 entradas y 4 salidas.

- LOGO! módulos digitales DM16... para 24 V DC y 115...240 V AC/DC con 8 entradas y 8 salidas.
- LOGO! módulos analógicos para 24 V DC y en parte para 12 V DC, con 2 entradas analógicas o con 2 entradas Pt100 ó con 2 salidas analógicas.

Los módulos digitales y analógicos están integrados en 2 ó 4 TE y disponen de dos interfaces de ampliación respectivamente, de modo que se puede conectar otro módulo a cada uno de ellos.

#### **1.8.3.1 Módulos De Comunicación.**

✘ LOGO! módulo de comunicación (CM) Interfaz AS, que se describe con mayor detalle en una documentación propia.

El módulo de comunicación dispone de 4 entradas y salidas virtuales y funciona como interfaz entre una interfaz AS y el sistema LOGO!. Con ayuda del módulo es posible transferir 4 bits de datos de LOGO! Basic al sistema de la interfaz AS y/o en dirección inversa.

✘ LOGO! módulo de comunicación (CM) EIB/KNX, que se describe con mayor detalle en una documentación propia.

CM EIB/KNX es un módulo de comunicación (CM) para la conexión de LOGO! a EIB.

Como interfaz con EIB, el CM EIB/KNX permite la comunicación con otras estaciones EIB. Para ello se define una configuración en el CM EIB/KNX, que especifica qué entradas/salidas de LOGO! Deben establecerse con el bus EIB. Las entradas y salidas correspondientes pueden conectarse con las funciones de LOGO!.

## **1.8.4 FUNCIONES DE LOGO!**

<sup>4</sup>LOGO! pone a su disposición diferentes elementos en modo de programación. Para su orientación, hemos distribuido dichos elementos en distintas listas, que se especifican a continuación:

### **1.8.4.1 Constantes y bornes . Co**

- **\_Co:** lista de los bornes (Connector)

Las constantes y los bornes (ingl. Connectors = Co) identifican entradas, salidas, marcas y niveles de tensión fijos (constantes).

#### *1.8.4.1.1 Entradas:*

##### **☺ Entradas digitales**

Las entradas digitales se identifican mediante una **I**. Los números de las entradas digitales (I1, I2,...) corresponden a los números de los bornes de entrada de LOGO! Basic y de los módulos digitales conectados en el orden de montaje.

En la fig. 13 “Entradas y salidas del LOGO!”. Podemos apreciar los bornes que se han asignado para las entradas los cuales indican entradas de alimentación y señales que serán acoplados a los diferentes requerimientos de los usuarios.

---

<sup>4</sup> Siemens Manual Logo! Edición 02/2005 pag. 115

### ☹ **Entradas analógicas**

En las variantes de LOGO! LOGO! 24, LOGO! 24o, LOGO! 12/24RC y LOGO! 12/24RCo existen las entradas I7 y I8, que, dependiendo de la programación, también pueden utilizarse como **AI1** y **AI2**. Si se emplean las entradas como I7 y I8, la señal aplicada se interpreta como valor digital. Al utilizar AI1 y AI2 se interpretan las señales como valor analógico. Si se conecta un módulo analógico, la numeración de las entradas se realiza de acuerdo con las entradas analógicas ya disponibles.

<sup>5</sup>*Para las funciones especiales, que por el lado de las entradas sólo pueden conectarse con entradas analógicas, para la selección de la señal de entrada en el modo de programación se ofrecen las entradas analógicas AI1...AI8, las marcas analógicas AM1...AM6, los números de bloque de una función con salida analógica o las salidas analógicas AQ1 y AQ2.*

#### 1.8.4.1.2 Salidas:

### ☹ **Salidas digitales**

En la Fig. 13 “Entradas y salidas del LOGO” se muestra la codificación que tienen tanto las entradas como las salidas del módulo de forma general, las salidas digitales se identifican con una **Q**. Los números de las salidas (Q1, Q2,... Q16) correspondan a los números de los bornes de salida de LOGO! Basic y de los módulos de ampliación conectados en el orden de montaje.

También existe la posibilidad de utilizar 16 salidas no conectadas, estas salidas se identifican con una **x** y no pueden volver a utilizarse en un programa (a diferencia p.ej. de las marcas). En la lista aparecen todas las salidas no conectadas programadas y una salida no conectada todavía no programada. El uso de una salida no conectada es útil p. ej. en la función especial.

---

<sup>5</sup> Siemens Manual Logo! Edición 02/2005 pag.116

### ☺ Salidas analógicas

Las salidas analógicas se identifican con **AQ**, como se muestra en la fig. 13 “Entradas y salidas del LOGO”.

Existen dos salidas analógicas disponibles, AQ1 y AQ2. Una salida analógica sólo puede conectarse a una entrada analógica de una función, de una marca analógica o de un borne de salida analógico.

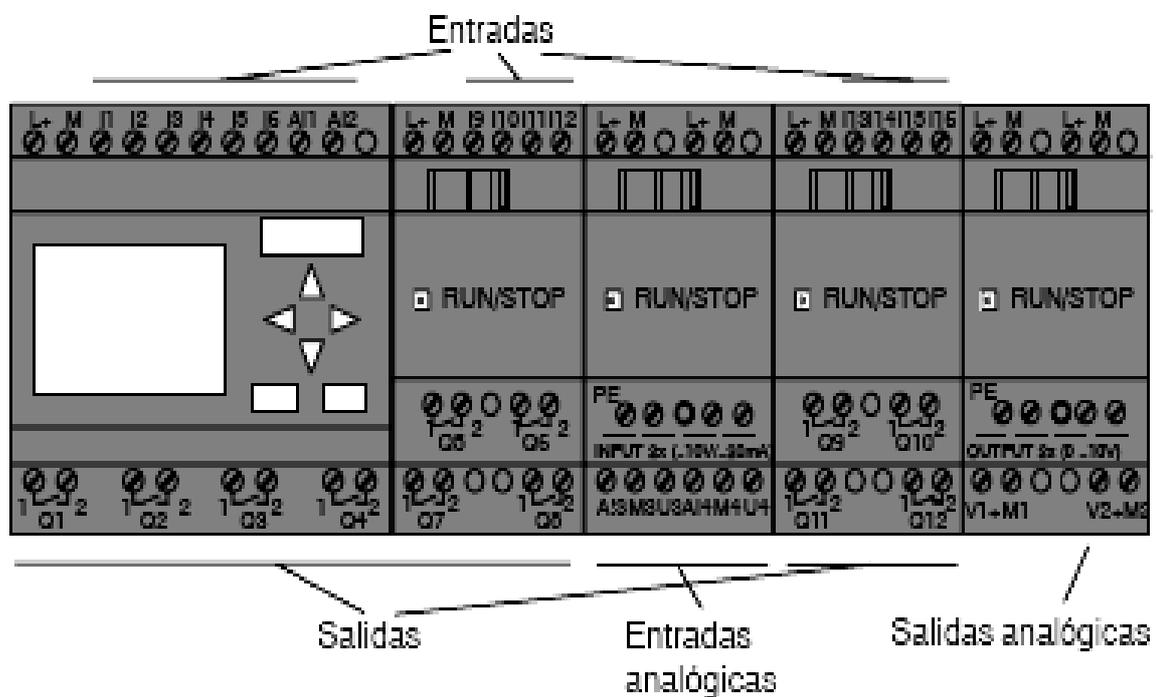


Fig. 13 Entradas y salidas del LOGO

**Fuente:** Manual del LOGO

#### 1.8.4.1.3 Marcas

<sup>6</sup>Las marcas se identifican con **M** o **AM**. Las marcas son salidas virtuales que poseen en su salida el mismo valor que hay aplicado a su entrada. En LOGO! hay disponibles 24 marcas digitales M1 ... M24 y 6 marcas analógicas AM1 ... AM6.

<sup>6</sup> Siemens Manual Logo! Edición 02/2005 pag.118

#### *1.8.4.1.4 Marca inicial*

La marca M8 se aplica en el primer ciclo del programa de usuario y por ello puede utilizarlo en su programa como marca de arranque. Una vez completado el primer ciclo de procesamiento del programa, se reinicia automáticamente.

En el resto de ciclos, la marca M8 puede utilizarse como el resto de marcas para las funciones de activación, borrado y valoración.

#### **Nota**

La salida de una marca lleva aplicada siempre la señal del anterior ciclo del programa. Dentro de un ciclo de programa no se modifica el valor.

#### *1.8.4.1.5 Bits de registro de desplazamiento*

Puede utilizar los bits de registro de desplazamiento S1 hasta S8. En un programa, los bits de registro de desplazamiento S1 hasta S8 sólo pueden leerse.

El contenido de los bits de registro de desplazamiento sólo puede modificarse con la función especial Registro de desplazamiento.

#### *1.8.4.1.6 Registro de desplazamiento*

La función Registro de desplazamiento le permite consultar el valor de una entrada y desplazarlo por bits. El valor de la salida corresponde al del bit de registro de desplazamiento parametrizado. La dirección de desplazamiento puede modificarse a través de una entrada especial.

Para una mejor comprensión de la función Registro de Desplazamiento el Anexo 5 “Registro de Desplazamiento” detalla la simbología de la mencionada función, así como las opciones de cableado y la descripción de cada término.

### **<sup>7</sup>Descripción de la función Registro de desplazamiento**

Con el flanco ascendente (cambio de 0 a 1) en la entrada Trg (Trigger) la función lee el valor de la entrada.

Dependiendo de la dirección de desplazamiento, este valor se aplica en el bit de registro de desplazamiento S1 ó S8:

- *Desplazamiento hacia arriba: S1 adopta el valor de la entrada In; el valor anterior de S1 se desplaza a S2; el valor anterior de S2 se desplaza a S3; etc.*
- *Desplazamiento hacia abajo: S8 adopta el valor de la entrada In; el valor anterior de S8 se desplaza a S7; el valor anterior de S7 se desplaza a S6; etc.*

En la salida Q se activa el valor del bit de registro de desplazamiento parametrizado.

Si la remanencia no está activada, tras el fallo de tensión la función de desplazamiento comienza de nuevo por S1 ó bien S8. La remanencia activada es válida siempre para todos los bits de registro de desplazamiento.

### **Nota**

La función de registro de desplazamiento sólo puede utilizarse una vez en el programa.

### **<sup>8</sup>Teclas de cursor**

Puede utilizar 4 teclas de cursor C ↖, C ↗, C ↘ y C ↙ (.C. para Cursor.). En un programa, las teclas de cursor se programan como el resto de entradas. Puede activar las teclas de cursor en una pantalla prevista para ello en modo RUN y en un texto de aviso activado (ESC + tecla deseada). El uso de teclas de cursor permite ahorrar interruptores y entradas y el acceso manual al programa.

---

<sup>7</sup> Siemens Manual Logo! Edición 02/2005 pag.222-223

<sup>8</sup> Siemens Manual Logo! Edición 02/2005 pag.119

LOGO! se puede conmutar a RUN desde el menú principal. Éste procedimiento se detallará de mejor forma en el Anexo 6 “Visualización del LOGO! en modo RUN”.

¿Qué significa: “LOGO! está en modo RUN”?

En el modo RUN, LOGO! procesa el programa. Para ello, LOGO! lee primero los estados de las entradas, determina el estado de las salidas a partir del programa introducido y las conecta o desconecta.

LOGO! representa el estado de una entrada o salida así:

```

I :
0.. 123456789
1.. 0123456789
2.. 01234
    
```

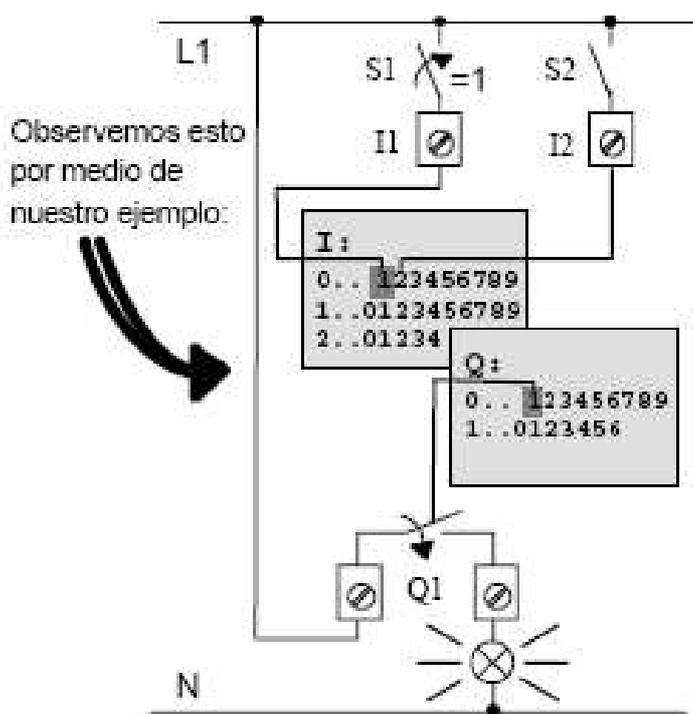
Entrada/salida presenta el estado '1':  verso  
 Entrada/salida presenta el estado '0':  no inverso

```

Q :
0.. 123456789
1.. 0123456
    
```

En este ejemplo, solamente I1, I15, Q8 y Q12 son “high”.

Representación del estado en la pantalla



Observemos esto por medio de nuestro ejemplo:

Si el interruptor S1 está cerrado, se habrá aplicado tensión a la entrada I1 y ésta presentará el estado '1'.

LOGO! calcula el estado de las salidas con el programa.

La salida Q1 tiene aquí el estado '1'.

Si Q1 presenta el estado '1', LOGO! utilizará el relé Q1 y el consumidor en Q1 recibirá tensión.

## **Niveles**

Los niveles de tensión se identifican mediante **hi** y **lo**. Si un bloque debe llevar aplicado constantemente el estado .1. = hi o el estado .0. = lo, se cablea su entrada con el nivel fijo o el valor constante hi o lo.

## **Bornes abiertos**

Si no se utiliza una conexión de un bloque, puede identificarla con una **x**.

### **1.8.4.2 Lista de funciones básicas. GF**

- **\_GF**: lista de las funciones básicas AND, OR, ...

Las funciones básicas son elementos lógicos sencillos del álgebra de Boole.

Puede negar entradas de funciones básicas individualmente, de manera que si en una entrada determinada hay una señal .1., el programa utiliza un .0. y si hay un .0., utiliza un .1. Al introducir un programa encontrará los bloques de funciones básicas en la lista GF.

En el Anexo 7 “Lista de funciones básicas”, se detallara las funciones que pertenecen a ésta lista así como sus representaciones en el LOGO y en los planos eléctricos.

### **1.8.4.3 Lista de funciones especiales. SF**

- **\_SF**: lista de las funciones especiales

Al introducir un programa en LOGO!, en la lista SF aparecen los bloques de las funciones especiales.

Las funciones especiales se distinguen a primera vista de las funciones básicas en la denominación diferente de sus entradas. Las funciones especiales contienen funciones de tiempo, remanencia y diferentes posibilidades de parametrización para la adaptación del programa a sus necesidades.

Puede negar entradas de funciones especiales individualmente, de manera que si en una entrada determinada hay una señal .1., el programa utiliza un .0. y si hay un .0., utiliza un .1.. En el Anexo 8 “Lista de Funciones Especiales” se indica las diferentes funciones especiales que se encuentra dentro de ésta lista si la función afectada posee remanencia parametrizable (Rem).

#### *1.8.4.3.1 Remanencia*

En funciones especiales existe la posibilidad de retener los estados de conexión y los valores de contaje de forma remanente.

Esto significa que por ejemplo, en el caso de fallo de red, los datos actuales permanecen guardados de modo que al volver a activarse la alimentación, la función continúa en el punto en el que se interrumpió. En otras palabras un tiempo no se reinicia, sino que continúa hasta completar el tiempo restante.

Pero para ello la remanencia debe estar activada en las funciones correspondientes, que pueden ser:

R: se mantienen los datos actuales

/: no se mantienen los datos actuales (ajuste predeterminado).

Por norma general, las funciones especiales Contador de horas de servicio, Temporizador semanal, Temporizador anual y Regulador son remanentes.

#### **1.8.4.4 Lista de los bloques ya integrados y reutilizables en la conexión**

- **\_BN:** lista de los bloques ya integrados y reutilizables en la conexión

#### **Contenido de las listas**

Todas las listas contienen elementos disponibles en LOGO!. Por regla general, se trata de todos los bornes, todas las funciones básicas y todas las funciones

especiales que LOGO! reconoce. Además, se incluyen todos los bloques aplicados en LOGO! hasta el momento en que se ha ejecutado la lista \_BN.

Ocultación de algunos elementos

LOGO! deja de mostrar todos los elementos cuando:

- No se puede insertar ningún bloque más.

En ese caso puede ser que no haya memoria disponible o que se haya alcanzado el número máximo de bloques posible.

- Un bloque especial necesita más memoria de la disponible en LOGO! .

## **CAPÍTULO II.**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MARCACIÓN DE PIEZAS EN SERIE.**

#### **2.1 DESARROLLO DEL PROCESO**

Con la finalidad de que el proceso cumpla con todas las características básicas que los alumnos requieren para iniciar una adecuada formación técnica, así como su familiarización con elementos industriales se ha combinado conocimientos de mecánica industrial, neumática y control. Ciencias que interactúan entre sí, dependiendo de las necesidades y requerimientos que se precisen en las industrias.

El desarrollo del proceso de marcación de piezas en serie inicia desde la alimentación del tablero de control, la habilitación del compresor y la colocación de cubos en la alimentadora, posteriormente se seleccionará el modo de funcionamiento del proceso ya sea en modo manual o automático, en modo manual, los elementos neumáticos como son los pistones actuarán independientemente uno del otro, de acuerdo a las necesidades del operario. En modo automático, el proceso se ejecutará de manera ordenada y sincronizada siguiendo todos los pasos para los cuales fue diseñado el presente proyecto.

##### **2.1.1 ANÁLISIS PLANTEADO PARA LA SOLUCIÓN DEL PROCESO**

En primer lugar deberán constatarse las ventajas y desventajas de los medios disponibles, tanto en lo que se refiere a los elementos de mando como también en lo que respecta a los elementos de trabajo, luego de haber realizado éste análisis se podrá tomar una decisión sobre la solución que se prefiera. Para efectuar el desarrollo de éste tipo de sistemas, es necesario definir claramente el problema, con este fin se puede recurrir a diversos métodos para su solución.

De forma general para la solución con sistemas neumáticos se considera métodos como la elaboración de un plano de la situación a crear, dicho plano tiene por objetivo realizar un bosquejo gráfico del proceso a controlar, así mismo la solución al problema puede despejarse con la elaboración de un esquema de distribución el mismo que permite visualizar el flujo del aire que interactúa con los elementos de mando.

Otro modo de solucionar un problema de carácter neumático se logra con la ayuda de un Diagrama de pasos el mismo que permitirá visualizar el recorrido que tendrá cada uno de los vástagos dentro del proceso.

Una posible solución se puede plantear de la siguiente manera; mediante un mecanismo de avance se recogen piezas de una alimentadora para desplazarlas hacia un plano horizontal, como se puede observar en la fig. 14 "Prototipo inicial", en la cual con la ayuda de un primer cilindro se retira las piezas del cargador donde permanecerá sujeta o aprisionada contra un tope en el plano horizontal, posteriormente se deberá pensar en colocar un segundo cilindro que al ser accionado deje una marca sobre el cubo y finalmente se ubica un tercer cilindro el cual desplazará el cubo con la respectiva marca hacia un plano inclinado con el cual finalizará el proceso. El vástago del primero y segundo cilindro deberán retroceder segundos antes que el vástago del tercer cilindro se encuentre en condiciones de expulsar el cubo, todo este procedimiento se podrá conseguir con la correcta programación que aplique y ejecute algún tipo de controlador, como puede ser el LOGO!.

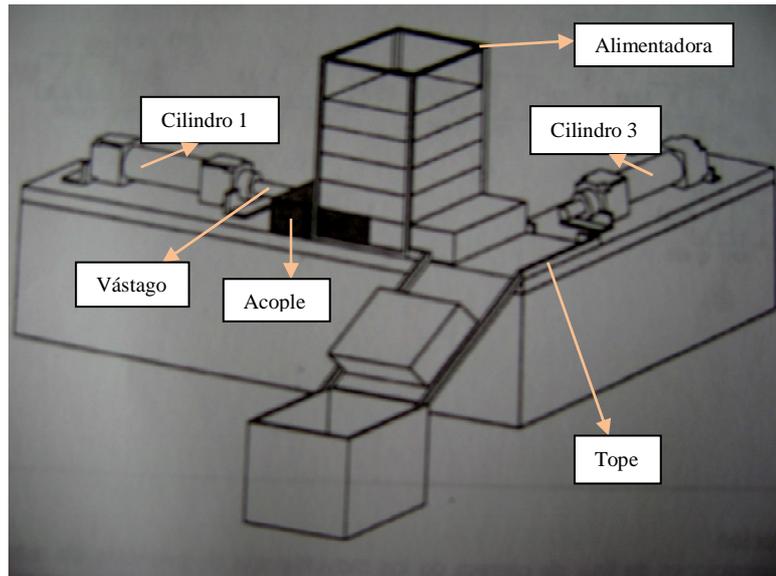


Fig. 14 "Prototipo inicial"

*Fuente: Fotografía personal*

*Elaborado por: el autor*

Observe el Anexo 9. "Estructura del Proyecto", el mismo que proporcionará información gráfica respecto al bosquejo de la máquina a construir y sus respectivos planos de neumática y control.

## **2.2 COMPONENTES IMPRESCINDIBLES DEL MÓDULO**

Tomando en cuenta las observaciones planteadas en el punto 2.1.1, para la construcción del proyecto se deberá analizar aspectos constructivos como:

- ✘ Estructura metálica
- ✘ Generación y alimentación del aire comprimido
- ✘ Presión dentro del proceso de marcado de piezas en serie

### **2.2.1 ESTRUCTURA METÁLICA**

En cuanto al abastecimiento de las piezas para la marcación, la estructura deberá disponer de una alimentadora que almacene el producto, y cumplirá con la finalidad de proporcionar los cubos que posteriormente serán deslizados por los cilindros sobre un plano horizontal, el proceso de marcado se logra mediante la presión que ejerce el vástago del cilindro sobre el cubo de madera.

Los elementos se apoyan sobre una estructura metálica la cual deberá ser diseñada de tal manera que soporte el peso del tablero eléctrico y dispositivos tales como; elementos neumáticos, electroválvulas, pistones, tuberías permitiendo el fácil montaje y desmontaje de todos sus componentes dependiendo de las necesidades y modificaciones futuras que se desee implementar al presente diseño.

La superficie horizontal del módulo deberá tener un grado de fricción mínima para evitar posibles dificultades en el deslizamiento de los cubos en cada espacio operativo del proceso de marcación de piezas.

Para la elaboración de dicha estructura se sugiere considerar aceros de construcción tales como ángulos o tubos de sección cuadrada los mismos que se puede someter a trabajos de suelda ó el uso de pernos y turcas para garantizar la correcta fijación a la estructura. Estos aspectos se detallarán más adelante cuando se vea el capítulo 3, Construcción y Uso del Módulo Didáctico.

El tipo de sujeción que deberán tener los cilindros y el acoplamiento del vástago tienen que elegirse cuidadosamente, ya que los cilindros solo pueden ser sometidos a un esfuerzo axial.

En el momento que el aire comprimido es alimentado al módulo los cilindros se someten a esfuerzos, si los acoples y ajustes en el vástago son incorrectos producirá esfuerzos indebidos en la camisa y el émbolo del cilindro generando consecuencias como el de excesivas presiones laterales con el consecuente de

desgaste precoz, esfuerzos elevados y desiguales en los vástagos de los cilindros. Estos esfuerzos suelen disminuir considerablemente la vida útil de los cilindros.

### **2.2.2 GENERACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO EN EL PROCESO.**

El aire comprimido generado por el compresor, es impulsado por el mismo hacia los componentes neumáticos del sistema, dichos componentes son activados por medio de las electroválvulas de acuerdo a las instrucciones del programador.

Para garantizar la fiabilidad de los mandos neumático en el proceso es necesario que el aire alimentado al sistema tenga un nivel de calidad suficiente. Ello implica que para que el aire atmosférico se transforme en la fuente de energía “aire comprimido”, es necesario conseguir que el aire reduzca su volumen considerablemente, la compresión del aire implica determinados problemas, ya que al comprimirse el aire también se comprimen todas las impurezas que contiene, tales como polvo, hollín, suciedades, gérmenes y vapor de agua. A estas impurezas se suman las partículas que provienen del propio compresor.

Existen clases de calidades recomendadas para cada aplicación neumática, estas clases corresponden a la calidad del aire que como mínimo, necesita la unidad consumidora correspondiente. En el cuadro 9. “Calidad de aire Recomendadas” indica la calidad de aire comprimido en función de los tipos de impurezas, además se puede observar los parámetros indispensables para generar un aire de calidad en el área de la neumática, la misma que involucra cilindros y válvulas neumáticas.

Las clases de calidad se definen en concordancia con la norma <sup>9</sup>*DIN ISO 8573-1*.

---

<sup>9</sup> DIN ISO 8573-1 Norma que detalla sobre la calidad del aire y la clase de filtración recomendada.

Aplicaciones	Cuerpos Sólidos ( $\mu\text{m}$ )	Punto de condensación del agua ( $0^{\circ}\text{C}$ )	Contenido max. de aceite ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Clase de filtración recomendada
Minería	40	-	25	40 $\mu\text{m}$
Lavandería	40	+10	5	40 $\mu\text{m}$
Máquinas soldadoras	40	+10	25	40 $\mu\text{m}$
Máquinas herramienta	40	+3	25	40 $\mu\text{m}$
Cilindros neumáticos	40	+3	25	40 $\mu\text{m}$
Válvulas neumáticas	40 ó 50	+3	25	40 ó 50 $\mu\text{m}$
Máquinas de embalaje	40	+3	1	5 $\mu\text{m}$ -1 $\mu\text{m}$
Reguladores finos de presión	5	+3	1	5 $\mu\text{m}$ -1 $\mu\text{m}$
Aire de medición	1	+3	1	5 $\mu\text{m}$ -1 $\mu\text{m}$
Aire en almacén	1	-20	1	5 $\mu\text{m}$ -1 $\mu\text{m}$
Aire para aplicación de pintura	1	+3	0.1	5 $\mu\text{m}$ -1 $\mu\text{m}$
Técnica de detectores	1	-20 ó -40	0.1	5 $\mu\text{m}$ -1 $\mu\text{m}$
Aire puro para respirar	0.01	-	-	-0.01 $\mu\text{m}$

1  $\mu\text{m}$ = 0.001mm

Cuadro 9. "Calidad de aire Recomendadas"

A continuación en la Fig. 15 "Calidad del aire" se observa el dispositivo que permite la purificación del aire (Unidad de mantenimiento).

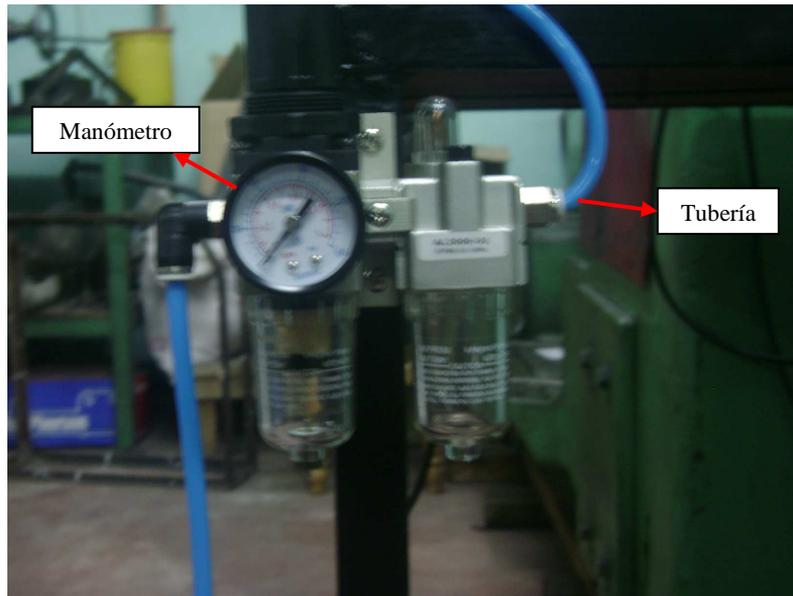


Fig. 15 Calidad del aire

**Fuente:** Fotografía personal

*Elaborado por: el autor*

Si no se acatan condiciones como: presión correcta, aire seco y aire limpio es posible que se originen tiempos más prolongados de inactivación de las máquinas además, aumento en los costos de servicio.

<sup>10</sup>La generación del aire a presión empieza por la compresión de aire. El aire pasa a través de una serie de elementos antes de llegar hasta el punto de su consumo. El tipo de compresor y su ubicación en el sistema inciden en su mayor o menor medida en la cantidad de partículas, aceite y agua incluidos en el sistema neumático.

Es por ello que para el acondicionamiento adecuado del aire es aconsejable utilizar los siguientes elementos:

- ✓ Filtro de aspiración
- ✓ Compresor

---

<sup>10</sup> Neumática, manual de estudio (FESTO DIDACTIC) pag. 122

- ✓ Acumulador de aire a presión
- ✓ Secador
- ✓ Filtro de aire a presión con separador de agua
- ✓ Regulador de presión
- ✓ Lubricador
- ✓ Puntos de evacuación del condensado

Cabe reiterar que en el proceso de marcado de piezas en serie se deberá involucrar la mayor parte de elementos necesarios para el acondicionamiento de aire, ello garantizará un mayor tiempo de vida útil de los elementos neumáticos.

Es necesario insistir que el aire que no ha sido acondicionado debidamente provoca un aumento de la cantidad de fallos y, en consecuencia, disminuye la vida útil de los sistemas neumáticos. Estas circunstancias se manifiestan de las siguientes maneras:

- ⊗ Aumento del desgaste de juntas y piezas móviles de válvulas y cilindros
- ⊗ Válvulas impregnadas de aceite
- ⊗ Suciedad en los silenciadores

### **2.2.3 PRESIÓN EN EL PROCESO DE MARCACIÓN DE PIEZAS EN SERIE**

Los niveles de presión dentro del proceso se calibran mediante los valores nominales de funcionamiento de los elementos del sistema, puesto que ello repercutiría en el tiempo de vida útil de los elementos y al mismo tiempo de la eficiencia del proceso. La presión que actúa dentro del sistema se puede visualizar en la unidad de mantenimiento la misma que consta de un manómetro de presión que permite revisar continuamente los niveles de presión a la cual trabaja el sistema.

<sup>11</sup>*Por ello los elementos neumáticos son concebidos, por lo general, para resistir una presión máxima de 8 hasta 10 bar. No obstante, para que el sistema funcione económicamente, será suficiente aplicar una presión de 6 bar. Dadas las resistencias que se oponen al flujo del aire en los diversos elementos, como pueden ser las zonas de estrangulación y en las tuberías. En consecuencia el compresor debería generar una presión de 6.5 hasta 7 bar con el fin de mantener una presión de servicio de 6 bar, esto debido a las pérdidas que pueden generarse en la línea.*

La presión de trabajo dentro del proceso se equilibra debido a que dentro del compresor se instala un acumulador con el fin de estabilizar la presión de aire. El acumulador tiene como finalidad compensar las oscilaciones de la presión que se produce cuando se retira aire a presión del sistema. Si la presión en el acumulador desciende por debajo de un valor determinado, el compresor lo vuelve a llenar hasta que la presión llega hasta su nivel máximo que se haya ajustado. Gracias a esta configuración se evitará que el compresor tenga que funcionar ininterrumpidamente.

### **2.3 FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR (LOGO!)**

El controlador mediante su programación interna tendrá la capacidad de reemplazar elementos del sistema tales como electroválvulas, sensores y más elementos que por sus elevados costos y paros por mantenimiento han sido reemplazados poco a poco por algún tipo de controlador como puede ser el LOGO! que por sus variados modelos y fácil programación han ido ganando espacio dentro de la rama de control en las industrias.

La programación interna del LOGO!, podrá dar dos opciones de funcionamiento como generalmente se encuentra en la industria, éstas elecciones son conocidas como; modo manual y automático, en el caso de manual el operario tiene la posibilidad de accionar cada uno de los cilindros indistintamente de acuerdo a las

---

<sup>11</sup> Aire Comprimido, Fuente de Energía (FESTO-Hesse)

necesidades del sistema estas necesidades podrán ser, el mantenimiento de los cilindros, calibración de distancias y recorridos de los vástagos entre otras; para la aplicación de automático el proceso cumplirá con el objetivo de marcado de piezas en serie. De acuerdo a estas condiciones y como se ha sugerido anteriormente el proceso podrá operar, por razón de un dispositivo de avance se recogerán piezas de un cargador para desplazarlas hacia un plano horizontal. Un cilindro 1.0 retirara las piezas de un cargador donde permanecerá sujeta o aprisionada contra un tope en el plano horizontal, posteriormente se accionará el cilindro 2.0 el mismo que bajará dejando una marca sobre el cubo y a la vez provocando una señal que accione el retorno del cilindro 1.0, que al concluir este paso enviará una señal de tiempo al controlador para accionar un cilindro 3.0 el cual desplazará el cubo ya con la respectiva marca hacia un plano inclinado con el cual finalizará el proceso. El vástago del cilindro 3.0 deberá retroceder solamente si el cilindro 2.0 se encontrase en su posición inicial.

En la Fig. 16 “LOGO” muestra la estructura física del LOGO!.



Fig. 16 LOGO

**Fuente:** Fotografía personal

*Elaborado por: el autor*

En la pantalla del LOGO! al accionar cada uno de las entradas, simultáneamente se podrá visualizar la entrada que fue activada y a su vez su respectiva salida que ha sido activada satisfactoriamente por el programador, de igual forma el

proceso podrá contar con una alarma que determinará la falta de elementos dentro del cargador. En el proceso de marcación de piezas en serie se deberá instalar un paro de emergencia que brindara seguridad a los operarios frente algún incidente ajeno al desarrollo del proceso, mediante un pulsador en forma de hongo que permitirá la interrupción directa de la alimentación a todo el sistema.

Durante el proceso el manejo del LOGO! como controlador permitirá sustituir varios elementos como son las electroválvulas generando señales que simulen el funcionamiento de las mismas. Esto permitirá reducir espacios de los componentes que intervengan dentro de los armarios de conexiones, además la facilidad del cableado debe ser una propiedad indispensable del controlador el mismo que ahorrará esfuerzos en el montaje del tablero.

## **CAPÍTULO III.**

### **CONSTRUCCIÓN Y USO DEL MÓDULO DIDÁCTICO.**

#### **3.1 GENERALIDADES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO.**

El módulo se dimensiona considerando los elementos y espacios de trabajo que intervendrán en el proyecto, para ello se analiza, las dimensiones del tablero de control, el sitio designado para los cilindros y electroválvulas, así mismo el área que será destinada para la alimentadora de los cubos para su respectivo marcado, también las dimensiones que tendrá el bloque a ser marcado y el material que se designará para el mismo. Se considera aspectos ergonómicos que nos ayudará a la fácil y adecuada operación del módulo.

La estructura metálica está compuesta de dos tipos de materiales, uno de ellos se orienta en el uso de una plancha de madera, la cual se realiza trabajos de pulido y pintura que garantice una superficie lisa, además que permita modificar, corregir o implementar otros elementos de acuerdo a las necesidades y alcances que se necesite llegar con la estructura. El segundo material utilizado en la estructura, corresponde a los ángulos de hierro (acero de construcción) de media pulgada a los que se aplican métodos de soldadura para la elaboración de la estructura, así también la construcción de elementos de sujeción para los pistones, electroválvulas, entre otros.

Posteriormente se procede al dimensionamiento de todos los elementos que constituirán el presente proyecto, entre los dispositivos que estarán sujetos a dimensionamiento se encuentra:

- Cilindros neumáticos
- Válvulas neumáticas
- Diámetro de la tubería

- Unidad de mantenimiento
- Tipo de compresor

Dicho de otra manera, algunos de los parámetros que conformará el proyecto estará sujeto a cálculos y datos obtenidos mediante el uso de tablas que nos permitirán seleccionar correctamente los elementos del proceso.

## **3.2 DIMENSIONAMIENTO DE CILINDROS NEUMÁTICOS.**

### **3.2.1 LONGITUD DE CARRERA.**

La longitud de la carrera en cilindros neumáticos no debe exceder de 2000 mm. Con émbolos de gran tamaño y carrera larga, el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo de aire.

Cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía es demasiado grande. Para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal. Además, al prolongar la carrera la distancia entre cojinetes aumenta y, con ello, mejora la guía del vástago.

Para el dimensionamiento de los cilindros neumáticos se debe considerar parámetros como: la fuerza ejercida por un elemento de trabajo, que depende de la presión del aire y el diámetro del cilindro. La fuerza teórica del émbolo se calcula de la siguiente manera:

$$F_{teórica} = P * A \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$A = \left( \frac{\pi * D^2}{4} \right) \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

$F_{\text{teórica}}$  = Fuerza teórica del émbolo (N)

A = Superficie útil del émbolo ( $\text{cm}^2$ )

P = Presión de trabajo (kPa,  $10^5 \text{ N/m}^2$ , Bar)

D = Diámetro del émbolo (mm)

Una vez definido el material (madera, por ser un material ligero y de fácil marcación) y las dimensiones de la pieza (cuadrado de 5cm de lado con un peso de 0.06 Kg), se determina la fuerza mínima que deberían tener los cilindros para poder desplazar y marcar al cubo de madera.

Para la elaboración del proyecto se dispone de tres cilindros de características:

Cilindro 1 16mm de diámetro y 50mm de recorrido

Cilindro 2 25mm de diámetro y 25mm de recorrido

Cilindro 3 16mm de diámetro y 60mm de recorrido

Los mismos que de acuerdo a sus características se determinará si son aptos para formar parte de la construcción del módulo.

De acuerdo a los datos técnicos presentados en los catálogos (FESTO<sup>12</sup>), con un diámetro del émbolo de 16mm y 50 ó 60mm de carrera, alcanzan una fuerza de avance de 121 N, con una presión de trabajo de 6 bar. Esta fuerza de avance sería totalmente suficiente para desplazar al cubo. Con esta información consideramos que para el cilindro 2 de 25mm del émbolo y 25mm de carrera, de acuerdo al catálogo tendrá una fuerza de avance de 295 N, suficiente para realizar una marca en el cubo de madera.

---

<sup>12</sup> Catálogo Festo, programa básico Edición 01/03 pag. 2-12, 2-13

A continuación se calcula el área de cada uno de los cilindros para de esa manera obtener el volumen total que contienen los mismos. Mediante la ecuación (2) podemos calcular el área de los cilindros.

Datos:

Cilindro 1: Diámetro 16mm, carrera 50mm

Cilindro 2: Diámetro 25mm, carrera 25mm

Cilindro 3: Diámetro 16mm, carrera 60mm

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$A_{C1} = \frac{\pi * 0.016^2}{4} = 0.00020096m^2$$

$$A_{C2} = \frac{\pi * 0.025^2}{4} = 0.00049063m^2$$

$$A_{C3} = \frac{\pi * 0.016^2}{4} = 0.00020096m^2$$

En la práctica es necesario conocer la fuerza real. Para determinarla hay que tener en cuenta parámetros como el rozamiento en condiciones normales de servicio (de 4 a 8 bar) se puede suponer que las fuerzas de rozamiento presentan de un 3% a un 20 % de la fuerza calculada.

Del mismo modo en caso de ser consideradas las condiciones de la superficie se puede aplicar las siguientes fórmulas:

✘ Cilindro de simple efecto

$$F_n = (A * P) - (FR + FF) \quad \text{Ecuación (3)}$$

✘ Cilindros de doble efecto

Avance:  $F_{nA} = (A * P) - FR$  Ecuación (4)

Retroceso:  $F_{nR} = \left[ (D^2 - d^2) \frac{\pi}{4} * P \right] - FR$  Ecuación (5)

Donde:

$F_n$ = Fuerza real del émbolo

$FR$ = Fuerza de rozamiento (3-20%)

$FF$ = Fuerza del muelle de recuperación

$D$ = Diámetro del émbolo

$d$ = Diámetro del vástago

El proceso neumático del proceso se detalla en la Fig. 17 “Diagrama Neumático”, donde se muestra la secuencia que deberá tener cada uno de los cilindros dentro del proceso, de igual forma muestra un bosquejo gráfico de los elementos esenciales que deberá tener el módulo para su funcionamiento.

En la Fig. 17, el cero (0) corresponde al estado inicial de un cilindro que de acuerdo a las condiciones del proyecto representa al cilindro con su vástago sin

salir de la cámara interna del cilindro, de igual forma el número uno (1) representa el estado final del vástago del cilindro el mismo que estará fuera de la cámara interna del cilindro.

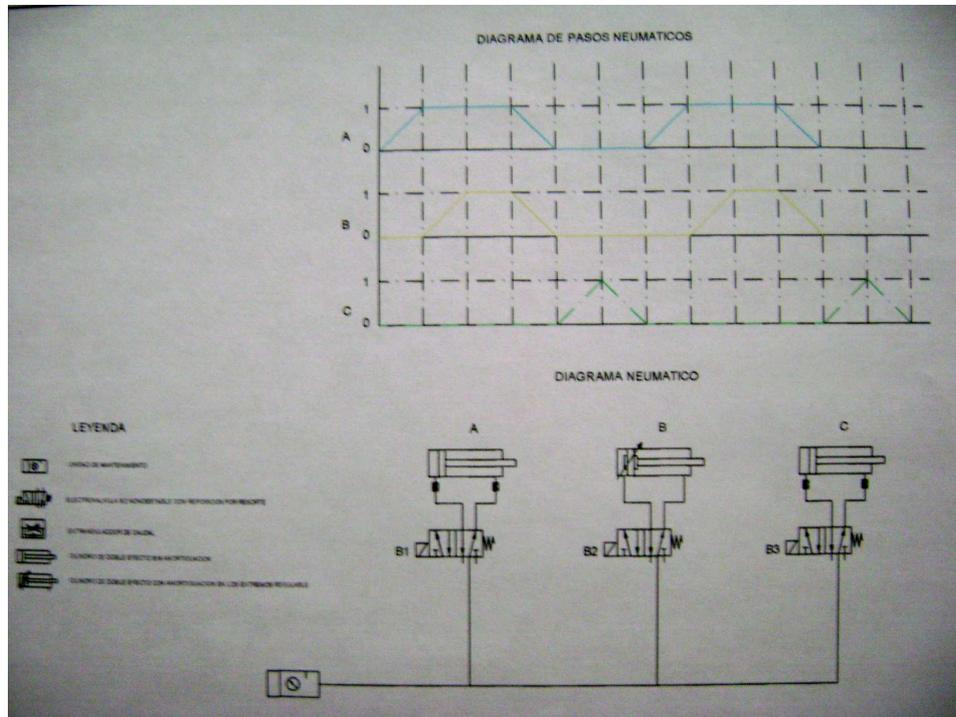


Fig. 17 Diagrama Neumático

**Fuente:** Fotografía personal

*Elaborado por: el autor*

### 3.2.2 VELOCIDAD DEL ÉMBOLO.

La velocidad del émbolo en cilindros neumáticos depende de la fuerza de la presión del aire, de la longitud de la tubería, de la sección entre los elementos de mando y trabajo y del caudal que circula por el elemento de mando. Además, influye en la velocidad la amortiguación final de carrera.

Cuando el émbolo abandona la zona de amortiguación, el aire entra por una válvula antirretorno y de estrangulación que produce una reducción de la velocidad.

La velocidad media del émbolo, en cilindros estándar, esta comprendida entre 0.1 y 1.5 m/s. con cilindros especiales (cilindros de impacto) se alcanzan velocidades de hasta 10 m/s.

La velocidad del émbolo puede regularse con válvulas especiales. Las válvulas de estrangulación, antirretorno y las de escape rápido proporcionan velocidades mayores o menores.

### 3.2.3 CONSUMO DE AIRE DEL MÓDULO.

Para disponer de aire y conocer el gasto de energía de los cilindros del proceso, es importante conocer el consumo de la instalación, el consumo de aire es determinado por el volumen del cilindro y por la presión del aire.

Según Boyle y Mariotte:

$$P_1 * V_1 = P_2 * V_2 \quad \text{Ecuación (6)}$$

De la misma forma, se puede calcular el volumen de los cilindros de acuerdo a la ecuación (7)

$$V = A * L \quad \text{Ecuación (7)}$$

Donde:

A= Diámetro del émbolo (m<sup>2</sup>)

L= longitud del cilindro (m)

De la misma forma se calcula el volumen de cada uno de los cilindros seleccionados anteriormente con la finalidad de aplicar estos resultados en la obtención de la cantidad de caudal del sistema.

Datos:

$$A_{C1} = 0.00020096m^2 \quad L1=50mm$$

$$A_{C2} = 0.00049063m^2 \quad L2=25mm$$

$$A_{C3} = 0.00020096m^2 \quad L3=60mm$$

$$V = A * L \quad \text{Ecuación (7)}$$

$$V_{C1} = 0.000200960 * 0.05 = 1.00E - 5m^3$$

$$V_{C2} = 0.000490625 * 0.025 = 1.23E - 5m^3$$

$$V_{C1} = 0.000200960 * 0.06 = 1.21E - 5m^3$$

Por otra parte, cuando fluye aire comprimido a través de un tubo en un intervalo de tiempo, el caudal (Q) se expresa en unidades de volumen divididas por unidades de tiempo como se indica en la ecuación (8).

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ecuación (8)}$$

Donde:

V= Volumen (m<sup>3</sup>)

t= tiempo (seg)

### **3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS.**

El diámetro de las tuberías no debería elegirse por simple observación de otros proyectos neumáticos, ni de acuerdo con cualquier regla empírica sino en conformidad con:

- ✓ El caudal
- ✓ La longitud de las tuberías
- ✓ La pérdida de presión (admisible)
- ✓ La presión de servicio
- ✓ La cantidad de estrangulamientos en la red

En la práctica se suelen involucrar éstos valores con la experiencia. Actualmente para elegir el diámetro de la tubería en forma rápida y sencilla nos podemos ayudar a través de diferentes nomogramas que nos permiten definir el diámetro de la tubería en base a los parámetros antes indicados.

En la Fig. 18 “Tuberías de Acople” se muestra el montaje de las tuberías dentro del proceso.

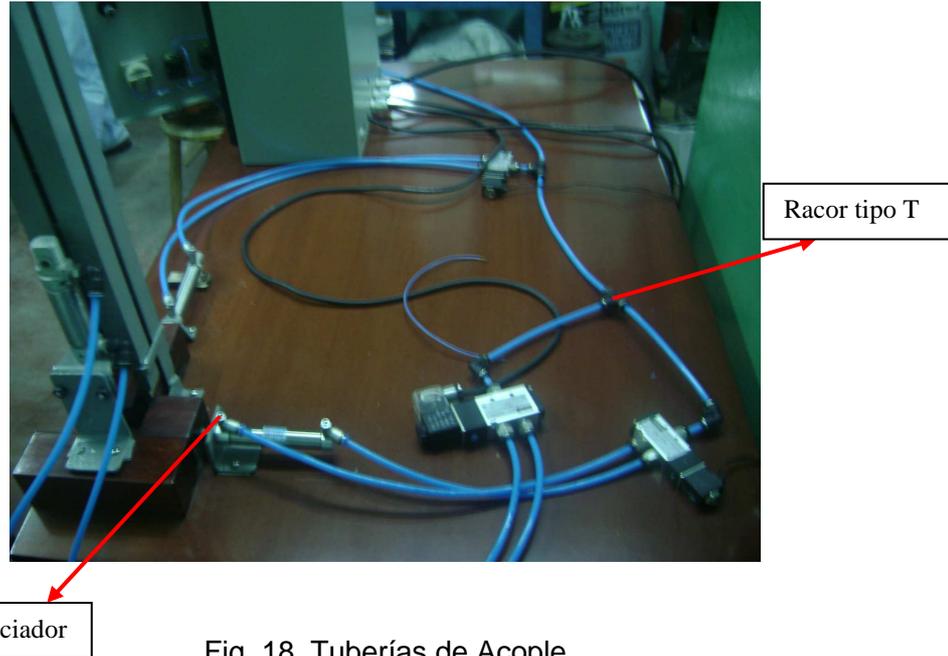


Fig. 18 Tuberías de Acople

**Fuente:** Fotografía personal

*Elaborado por: el autor*

Las resistencias de los elementos estranguladores tales como: válvulas de cierre, codos, té, reducciones, etc., se incorporan al cálculo a través de longitudes equivalentes. Las longitudes equivalentes son aquellas longitudes de tuberías rectas que ofrecen la misma resistencia al flujo que el elemento estrangulador o el punto de estrangulación. La sección de paso de la tubería de longitud equivalente es la misma que la tubería.

Observar el Anexo 10 “Tablas y Nomogramas (diámetro de tubería)” en el cual se relacionan los parámetros de la longitud de la tubería y el caudal de consumo que definirán un punto en el eje 1 del nomograma, de la misma forma la relación entre la pérdida de presión de la línea y la presión de servicio definirán un punto en el eje 2 del nomograma, el cual mediante una recta se unirá éste valor hasta el punto descrito en el eje 1 cortando así la recta vertical que representa el diámetro nominal de la tubería. Dentro de éste anexo también se observará las tablas que permitirán dimensionar, el tipo de cilindro neumático, la unidad de mantenimiento entre otras medidas.

A continuación se muestra un ejemplo de cálculo de una tubería, con la ayuda del nomograma (anexo 10) que nos permitirá encontrar el diámetro de la tubería de una forma rápida y sencilla.

Ejemplo:

El consumo de aire en una industria es de  $4\text{ m}^3 / \text{min}$  ( $240\text{ m}^3/\text{h}$ ). En tres años aumentará un 300% lo que representa  $12\text{ m}^3 / \text{min}$  ( $720\text{ m}^3/\text{h}$ ).

El consumo global asciende a  $960\text{ m}^3/\text{h}$ . La red tiene una longitud de 280m. La pérdida admisible de presión es de  $\Delta p=10\text{ KPa}$  (0.1 bar). La presión de servicio es de 800 KPa (8bar). Se busca, el diámetro de la tubería.

Solución:

En el nomograma, unir la línea A (longitud del tubo) con la B (cantidad de aire aspirado) y prolongar el trazo hasta C (eje 1). Unir la línea E (presión) en la F (eje 2) se obtiene una intersección. Unir los puntos de intersección de los ejes 1 y 2 cortando la línea D (diámetro nominal de la tubería) en un punto que proporciona el diámetro deseado. En este caso, se obtiene para el diámetro un valor de 90 mm.

En la fig. 19 “Cálculo de la tubería” se muestra el nomograma que determina el diámetro de la tubería correspondiente al ejemplo anterior.



Con la ayuda de éstos parámetros definimos un punto en la recta G, y un punto en la recta E, la unión de estos puntos determinara la ubicación de un tercer punto sobre el eje 2 o recta F.

Posteriormente se determinan los dos últimos datos necesarios para establecer el diámetro de la tubería, los datos son:

✚ El caudal de trabajo	0.159	m <sup>3</sup> /h
✚ Longitud de la tubería	10	m

El caudal de trabajo representa un valor extremadamente pequeño dentro de la recta B que incluso no es posible definir un punto de referencia en dicha recta, esto es producto a que el sistema es demasiado pequeño, de igual forma a pesar de tener el valor de la longitud que define un punto en la recta A su intersección sobre el eje 1 y el eje 2 daría como resultado un valor de diámetro de la longitud extremadamente pequeño, razón por la cuál se ha decidido tomar un valor mínimo para el diámetro de la longitud existente en el mercado que es de 6mm. Tal como se observa en la Fig. 20 “Cálculo de la tubería para el módulo”.

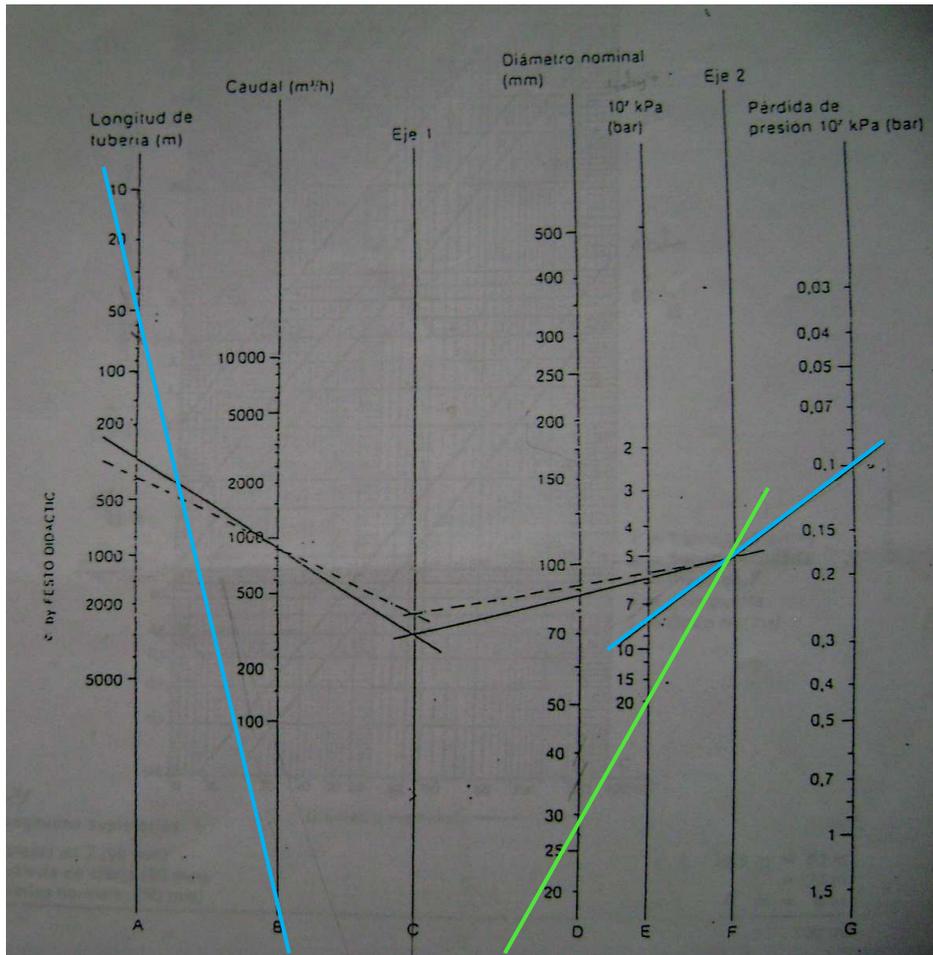


Fig. 20 Cálculo de la tubería para el módulo

**Fuente:** Aire Comprimido, Fuente de Energía. FESTO. Pág. 71

Elaborado por: el autor

### 3.4 CAPACIDAD REQUERIDA DE LOS COMPRESORES.

<sup>13</sup>Se debe asegurar que la capacidad del compresor  $Q_c$ , sea mayor a la capacidad del consumo  $Q_d$ . Durante el período de carga ( $t_1$ ), el compresor suministra al sistema la cantidad  $Q_c$  por unidad de tiempo, mientras que el

---

<sup>13</sup> Actualización, análisis y rediseño del sistema de distribución de aire comprimido "INSETEC" pag. 22

consumo será  $Q_d$ . Es decir que esta diferencia acumulada durante el tiempo de carga  $\Delta V$ , será almacenada en el sistema y consumida durante la descarga.

Obsérvese la Fig 21 “Ciclo de trabajo del compresor” el mismo que representa al compresor en su ciclo normal de trabajo.

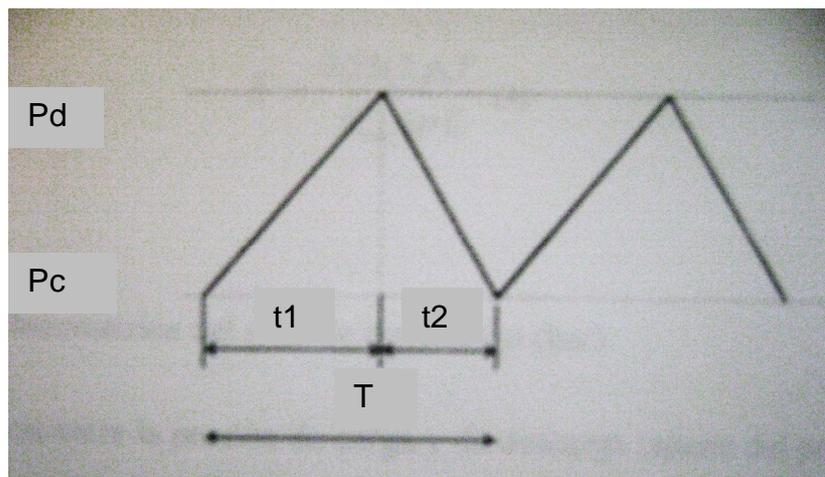


Fig. 21 Ciclo de trabajo del compresor

Fuente: *Análisis y rediseño de aire comprimido en plantas Industriales, INSETEC*

Donde:

$P_d$  : Presión de descarga

$P_c$  : Presión de carga

$T$  : Ciclo de trabajo

$t_1$  : Periodo de carga

$t_2$  : Periodo de descarga

<sup>14</sup>De acuerdo a los principales fabricantes de compresores, debe procurarse que el ciclo de trabajo no sea demasiado corto ya que esto provoca el desgaste de algunos componentes del compresor y de su equipo eléctrico. Para evitar estos inconvenientes se debe verificar que el ciclo de trabajo T sea mayor a 30 segundos, o lo que es lo mismo, que la frecuencia máxima sea menor a 1/30 ciclos por segundo.

$$\Delta V = (Qc - Qd)t1 \quad \text{Ecuación (9)}$$

$$\Delta V = Qd * t2 \quad \text{Ecuación (10)}$$

$$Qc = \frac{f_{\max} \Delta V}{0.25} \quad \text{Ecuación (11)}$$

A través de la expresión (11) se puede calcular la capacidad del compresor del sistema de compresores. Adicional a ello se debe verificar que la capacidad de acumulación del sistema sea igual a la suma del volumen del tanque acumulador y la capacidad de acumulación de la tubería sea mayor a la recomendada por la expresión (12).

$$V = \frac{0.25 * Qc * P1 * To}{f_{\max} * \Delta p * T1} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Donde:

P1 : Presión barométrica del sitio de instalación (bar)

---

<sup>14</sup> Actualización, análisis y rediseño del sistema de distribución de aire comprimido "INSETEC"  
pag. 23

$\Delta p$  : Diferencia entre la presión de carga y de descarga (ajuste del presostato)

$T_1$  : Temperatura de entrada (K)

$T_0$  : Temperatura en el tanque acumulador (K)

$f_{max}$  : Frecuencia máxima de trabajo = 1/30 ciclos por segundo.

### **3.5 UNIDADES DE MANTENIMIENTO.**

La inspección de las unidades de mantenimiento proporciona información útil sobre la calidad del aire que distribuye el sistema y permite conocer el grado de mantenimiento que se brinda a tales unidades, también sirve para verificar si la unidad es apropiada para entregar el tipo de aire comprimido que se requiere para cada aplicación neumática.

En la inspección de una unidad de mantenimiento se debe atender los siguientes aspectos:

- ⊗ Identificar el diámetro, marca y tipo de unidad.
  - FRL: filtro regulador y lubricador
  - FR: filtro y regulador
  - R: regulador
  
- ⊗ Evaluar el estado de los componentes.
  - Bueno, la unidad se encuentra en perfecto estado funcional
  - Regular, la unidad requiere mantenimiento inmediato
  - Malo, se recomienda su reemplazo inmediato

- ✘ Observar los niveles de condensado en el filtro y aceite en el lubricador.
- ✘ Realizar purga manual de la unidad para detectar exceso de agua en la línea.

### **3.6 SELECCIONAMIENTO Y PROGRAMACIÓN DEL LOGO.**

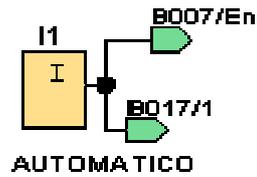
Para poder garantizar el correcto funcionamiento del proceso, se ha definido parámetros indispensables para el seleccionamiento del LOGO los mismos que nos permitirán definir el tipo de Programador a implementar, los datos más relevantes para seleccionar éste programador son: el número de entradas, el número de salidas, la alimentación del módulo, los valores nominales de corriente entre otras y las especificaciones de funcionamiento que nos permitan realizar los diferentes ajustes a nuestro esquema de funcionamiento.

El proyecto de marcado de piezas en serie cuenta con 7 entradas y 4 salidas de operación, cada una de las entradas responde a un parámetro o dato de ingreso al programador, este valor es procesado por el LOGO el cual genera valores en cada una de las salidas correspondiendo a la respuesta aplicada al proceso por lo tanto teniendo en cuenta el número de entradas y salidas se ha considerado necesario adquirir el LOGO, el mismo que cuenta con 8 entradas y 4 salidas de operación. La programación que se desarrolla por medio de bloques se detalla a continuación:

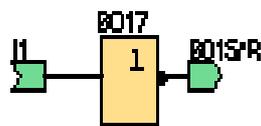
#### **3.6.1 SECUENCIA DEL CICLO DE ENCENDIDO DEL MÓDULO**

##### **MODO AUTOMÁTICO**

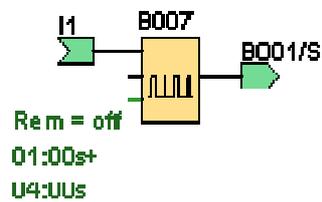
Cuando accionamos el modo automático mediante el selector, habilitamos en el programador la entrada I1 la misma que generará señales al LOGO! para el desarrollo del proceso de marcado de piezas en forma automática. Siendo I1 la señal del interruptor automático.



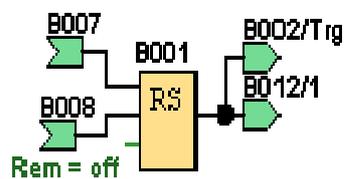
Posteriormente creamos dentro del LOGO! el bloque B017 el mismo que representa una compuerta lógica not, que cambia de estado con I1 y activa al reset del contador B015.



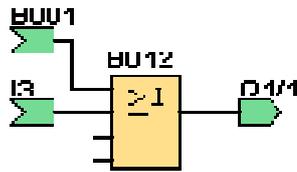
Incluimos dentro de la programación el bloque B007, el mismo que no es más que un generador de impulsos asíncrono que determina el tiempo de inicio del ciclo.



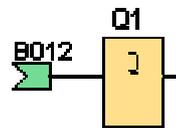
Mediante el bloque B001 creamos un relee auto enclavador



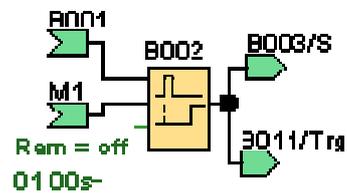
B0012.- Compuerta lógicas "O"



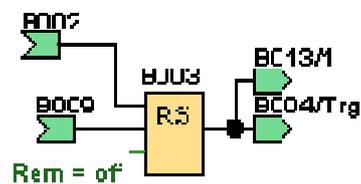
Posteriormente creamos la salida Q1 que mediante el controlador se activara cuando el proceso considere necesario.



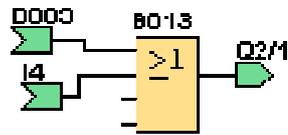
B002.- Retardo conexión memorizado que se energiza, cuando se activa B001 el cual se activa al pasar 01:00s.



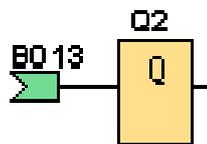
B003.- Relee auto enclavador



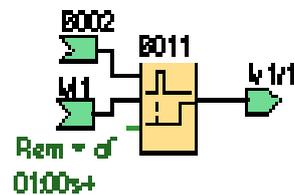
B013.- Compuerta lógica "O"



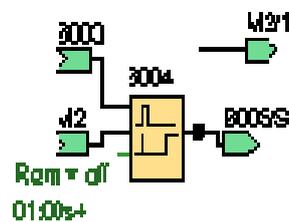
Q2.- Activa la salida



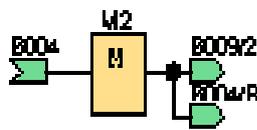
B011.- Retardo conexión memorizada que se energiza de B002 y se activa al pasar 01:00s



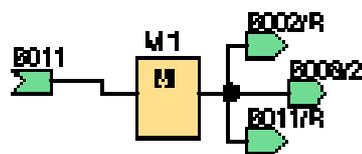
B004.- Retardo conexión memorizada que se energiza de B003 y se activa al pasar 01:00s



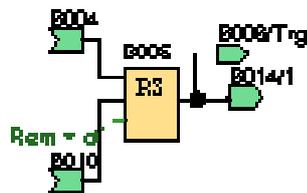
M2.- Auxiliar que viene de B004



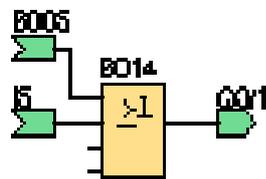
M1.- Auxiliar que viene de B011



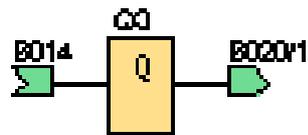
B005.- Relee auto enclavador que se energiza, cuando se activa B004



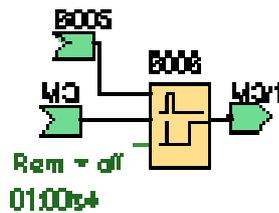
B014.- Compuerta lógica "O"



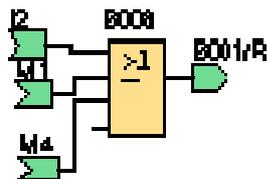
Q3.- Activa la salida



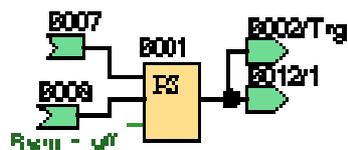
B006.- Retardo conexión memorizada que se energiza de B005 y se activa al pasar 01:00s



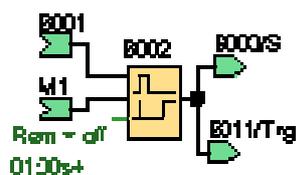
B008.- Compuerta lógica que se energiza a lo que se activa M1



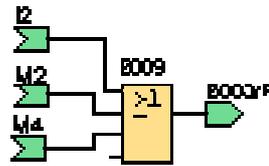
B001.- Energiza al reset a lo que se activa B008



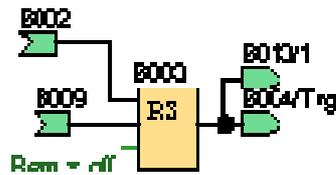
B002.- Energiza al reset a lo que se activa



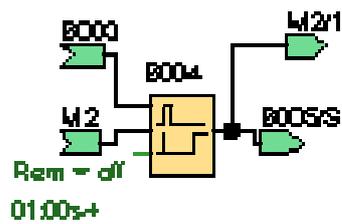
B009.- Compuerta lógica que se energiza a lo que se activa M2



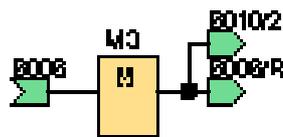
B003.- Energiza al reset a lo que se activa B009



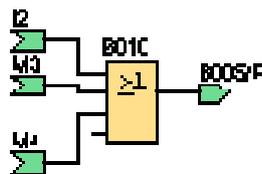
B004.- Energiza al reset a lo que se activa M2



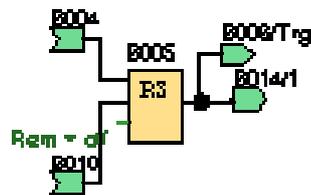
M3.- Se energiza a lo que se activa B006



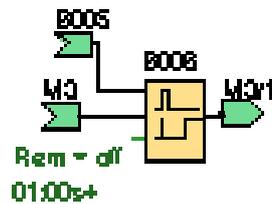
B10.- se energiza a lo que se activa M3



B005.- Energiza al reset a lo que se activa B010

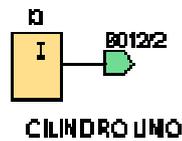


B006.- Energiza al reset a lo que se activa M3

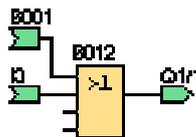


### MODO MANUAL

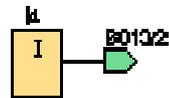
I3.- Entrada tres, pulsador



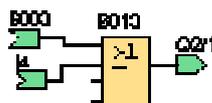
B012.- Compuerta lógicas "O"



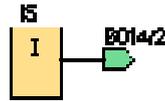
I4.- Entrada cuatro, pulsador



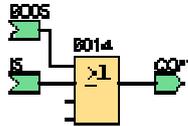
B013.- Compuerta lógicas "O"



I5.- Entrada cinco, pulsador

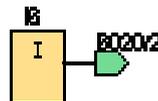


B014.- Compuerta lógicas "O"

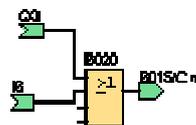


### 3.6.2 SISTEMA DE CONTEO DE PRODUCTO

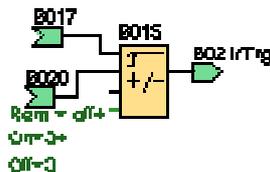
I6.- entrada del sensor que se activa cuando expulsa el producto



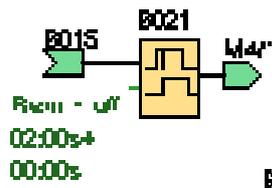
B020.- compuerta lógica "O"



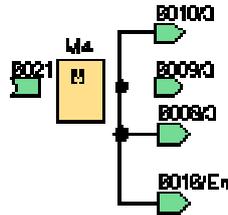
B015.- Contador avance retroceso se energiza con I6, cuenta tres productos y se activa



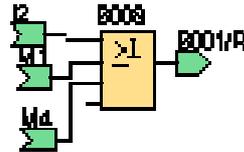
B021.- Retardo conexión / desconexión se energiza cuando se activa B015



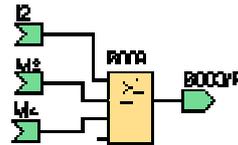
M4.- se energiza cuando se activa B021 al paso de 02:00 s



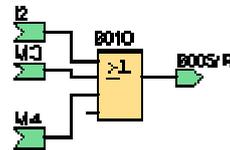
B008.- Se energiza a lo que se activa M4



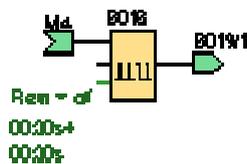
B009.- Se energiza a lo que se activa M4



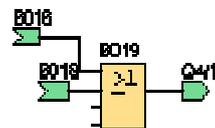
B010.- Se energiza a lo que se activa M4



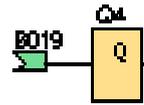
B016.- Generador de impulsos asíncrono determina la frecuencia de la sirena, Se energiza a lo que se activa M4



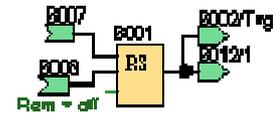
B019.- Se energiza a lo que se activa B016



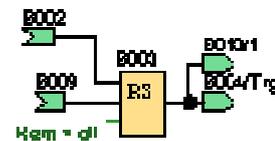
Q4.- Se energiza a lo que se activa B019



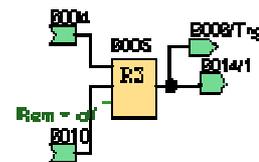
B001.- se energiza reset a lo que se activa B008



B003.- se energiza reset a lo que se activa B009

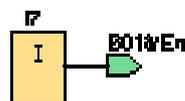


B005.- se energiza reset a lo que se activa B010

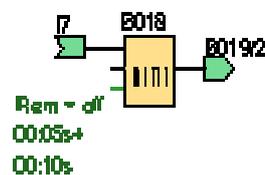


### 3.6.3 SISTEMA DE FALTA DE PRODUCTO

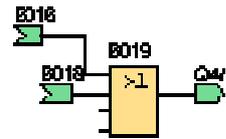
I7.- Entrada del sensor que se activa cuando falta el producto en la línea de alimentación



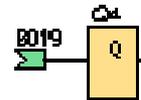
B018.- Generador de impulsos asíncrono determina la frecuencia de la sirena, Se energiza a lo que se activa I7



B019.- Se energiza a lo que se activa B018

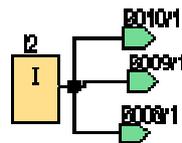


Q4.- Se energiza a lo que se activa B019

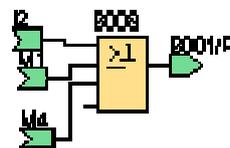


### 3.6.4 PARO DE EMERGENCIA

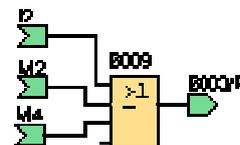
I2.- Entrada del sensor que se activa cuando activamos el paro de emergencia



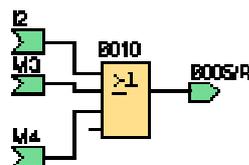
B008.- Se energiza a lo que se activa I2



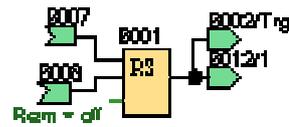
B009.- Se energiza a lo que se activa I2



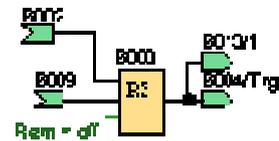
B010.- Se energiza a lo que se activa I2



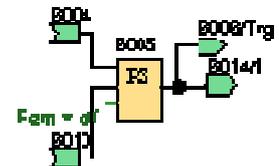
B001.- se energiza reset a lo que se activa B008



B003.- se energiza reset a lo que se activa B009



B005.- se energiza reset a lo que se activa B010



El LOGO es un módulo universal que lleva internamente circuitos integrados y de control.

El diagrama de conexión que ejecuta el proceso se muestra en la Fig. 22 “Diagrama de conexión del LOGO”

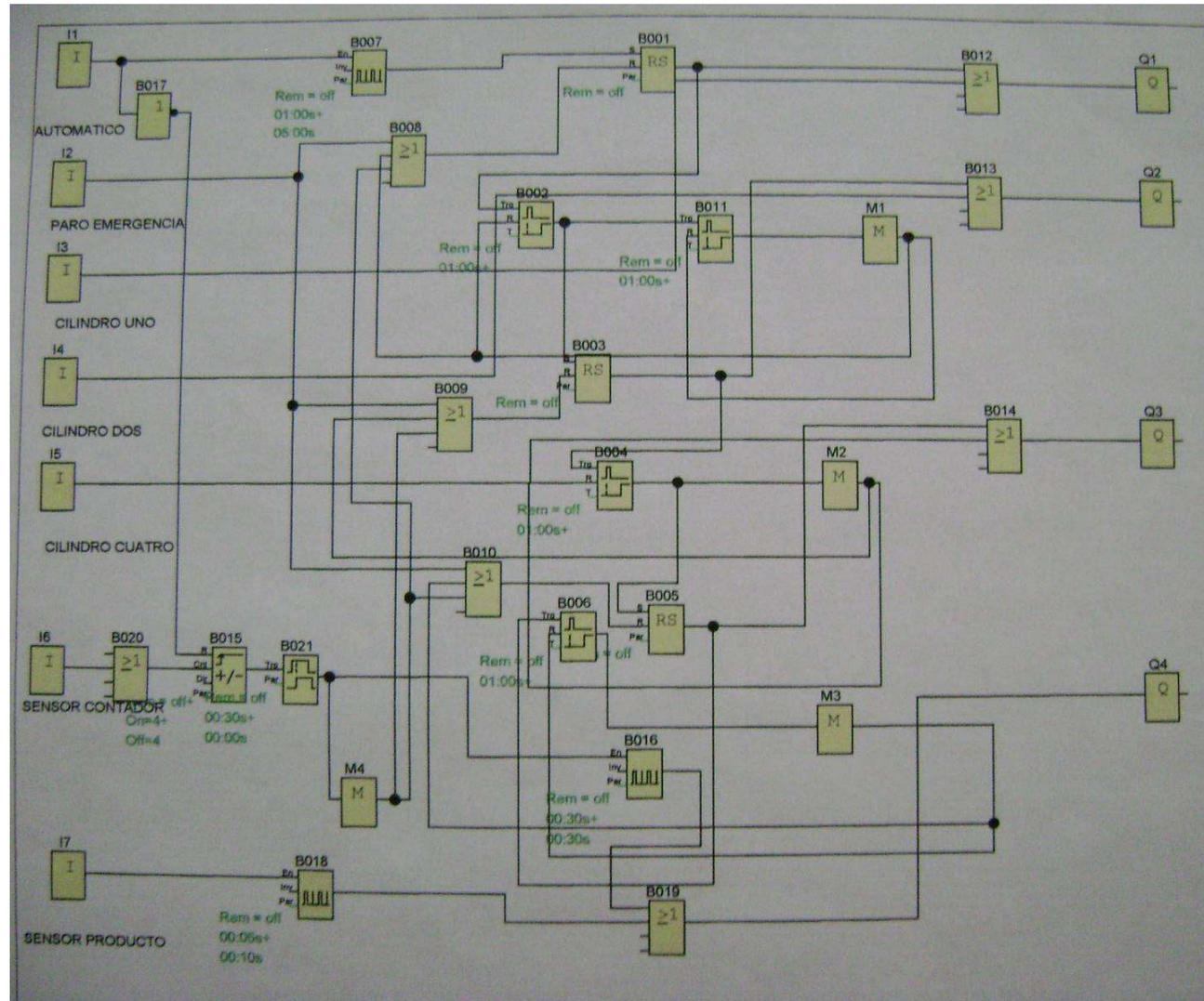


Fig. 24 Diagrama de conexión del LOGO.

Elaborado por: el autor

### 3.7 RESUMEN DEL DISEÑO.

En el dimensionamiento de los elementos del proceso de “MARCACIÓN DE PIEZAS EN SERIE” se inicia considerando el peso del elemento a ser manejado dentro del proceso, para ello el peso del bloque de madera es esencial para determinar la fuerza que debe tener el pistón para transportar el objeto, posteriormente se determina el consumo de aire de cada cilindro para de esa forma establecer el consumo total del sistema.

El consumo del sistema ( $0.159 \text{ m}^3 / \text{h}$ ) y la longitud aproximada de la tubería (10m), definen una recta dentro del nomograma expuesto en el anexo 10 del dimensionamiento de la tubería, de igual forma datos como la presión de trabajo (7 bar) y las pérdidas de presión en la línea (0.1 bar) definen una segunda recta dentro del mismo nomograma, éstas dos rectas intersecan dos ejes que definen dos puntos los cuales al ser unidos cortan una última recta que determinará el diámetro nominal (en mm) que deberá tener la tubería del sistema.

Una vez obtenido el consumo total del sistema <sup>15</sup>*se le agrega el 30% del valor total* del consumo para obtener el caudal total del sistema, dicho valor debe estar expresado en cfm ( $\text{pie}^3 / \text{min}$ ), con este dato se dimensiona la capacidad carga del compresor.

Una vez obtenidos los parámetros de los cilindros (cilindro 1, diámetro 16mm y longitud 50mm; cilindro 2, diámetro 25mm y longitud 25mm; cilindro 3, diámetro 16mm y longitud 60mm) así como el diámetro de la tubería (6mm) fácilmente se determina el tipo de válvulas a utilizar dentro del proceso. Finalmente la unidad de mantenimiento se determina al igual que los cilindros mediante tablas donde se exponen los datos técnicos y referencias de los cilindros así como los datos técnicos de la unidad de mantenimiento, estos datos se pueden encontrar en las tablas expuestas en el anexo 10 “Tablas y nomogramas”.

---

<sup>15</sup> Reserva para posibles Ampliaciones posteriores (Aire Comprimido, Fuente de Energía) Pág. 66

En la siguiente tabla se observa los cálculos efectuados para el dimensionamiento de los elementos del sistema.

**Datos de los elementos**

m = 0,06 Kg

cilindro 1 = Diámetro	16 mm
Longitud	50 mm
cilindro 3 = Diámetro	16 mm
Longitud	60 mm
cilindro 2 = Diámetro	25 mm
Longitud	25 mm

**VOLUMEN DE UN CILINDRO**

**$V=A \times L$**  Ecuación 7

V = VOLUMEN m<sup>3</sup>  
L = LONGITUD m

**CAUDAL**

**$Q=V/t$**  Ecuación 8

V = VOLUMEN m<sup>3</sup>  
t = TIEMPO min

**AREA DEL CILINDRO**

**$A=D^2 \times \pi / 4$**  Ecuación 2

A = AREA m<sup>2</sup>  
D = DIAMETRO m<sup>2</sup>  
 $\pi = 3,14$

	D	D	D <sup>2</sup>	$\pi$	D <sup>2</sup> x $\pi$	CONSTAN	A=D <sup>2</sup> x $\pi$ /4
Cilindro 2	0,025	0,025	0,000625	3,14	0,00196250	4	0,00049063
Cilindro 3	0,016	0,016	0,000256	3,14	0,00080384	4	0,00020096
Cilindro 1	0,016	0,016	0,000256	3,14	0,00080384	4	0,00020096

### VOLUMEN DE UN CILINDRO

**V=AxL** Ecuación 7

V = VOLUMEN m<sup>3</sup>  
L = LONGITUD m

	<b>A=D<sup>2</sup>xπ/4</b>	<b>L</b>	<b>V=AxL</b>
Cilindro 2	0,000490625	0,025	1,23E-05
Cilindro 1	0,000200960	0,05	1,00E-05
Cilindro 3	0,000200960	0,06	1,21E-05

### CAUDAL

**Q=V/t** (m<sup>3</sup>/min) Ecuación 8

V = VOLUMEN m<sup>3</sup>  
t = TIEMPO min

<b>CICLOS POR PISTON</b>	<b>UN CICLO</b>
2	2,45E-05
2	2,01E-05
2	2,41E-05

<b>TOTAL CICLOS/MIN</b>	<b>CAUDAL= CICLOS/MIN</b>
30	7,36E-04
30	6,03E-04
30	7,23E-04
<b>TOTAL</b>	<b>2,06E-03 m<sup>3</sup>/min</b>

<b>CAUDAL</b>	
<b>TOTAL CILINDROS</b>	2,06E-03 m <sup>3</sup> /min 1m <sup>3</sup> =1000lt
<b>CAUDAL</b>	2,06E+00 lt/min 1lt/min=0,0353147ft <sup>3</sup> /min
<b>CAUDAL</b>	7,25E-02 cfm
30%	2,17E-02
<b>CAUDAL TOTAL</b>	<b>9,42E-02 cfm</b>

1HP=4CFM

**1/4HP=1CFM**

*Necesarios para hacer funcionar la máquina*

### **3.8 USO DEL MÓDULO.**

Una vez analizado todos los dispositivos que intervendrán en el proceso se inicia con el correspondiente montaje de los elementos y en ese instante entrará en un período de prueba, el mismo que permitirá reconocer los detalles que no se consideraron en el momento del diseño, ésta etapa de prueba mas que un rediseño de la máquina busca ajustar tiempos y procesos del montaje, éstos procesos irán vinculados con posibles cambios dentro de la programación del LOGO.

El módulo inicia su proceso mediante la correcta alimentación de sus fuentes de energía como es la energía eléctrica para el tablero de control y el compresor para los actuadores neumáticos. Una vez alimentado el sistema se confirma parámetros de voltaje y presión de trabajo, cabe recalcar que el módulo cuenta con los dispositivos necesarios para verificar estas dos cuantificaciones.

Posteriormente se realizará un reconocimiento del tablero el mismo que permitirá visualizar cada uno de sus elementos y de igual forma las condiciones de trabajo que presenta el proceso, entonces mencionado esos puntos encontramos un selector de trabajo, el mismo que tendrá tres posiciones en el centro del selector el módulo se encontrará totalmente apagado, al girar el selector del centro a la izquierda se habrá seleccionado el trabajo automático del sistema. El trabajo automático iniciará con la salida del cilindro 1.0 que deslizará un cubo de la alimentadora sobre un plano vertical, posteriormente se activará el cilindro 2.0 que es el que actuará a manera de prensa provocando una marca en el cubo, finalmente al término de colocar la marca sobre el cubo se genera una señal que provoca el retorno del cilindro 1.0 y 2.0 para posteriormente expulsar el cubo con su respectiva marca con el cilindro 3.0.

El número de ciclos que se repetirá depende del tiempo que se desea que funcione el sistema mediante el programador o cuando la alimentadora se encuentre desabastecida luego de un cierto número de ciclos, en ese caso si se codifica para cumplir cuatro ciclos el programador enviará una señal de alarma

mediante una sirena indicando que se ha cumplido todos los ciclos establecidos por el operario. Pero el proceso podrá funcionar sin ninguna interrupción aplicando el uso de un sensor que determine el abastecimiento del producto y que solamente se detenga el proceso cuando no exista producto en la alimentadora, en tal condición se activará una sirena que anunciará el desabastecimiento del producto.

Si se lleva el selector de la posición de cero hacia la derecha se entrará en la función manual de trabajo, la misma que permitirá operar manualmente uno a uno cada cilindro, ésta opción generalmente servirá para poder rectificar posibles desalineamientos de los cilindros o descargar de una manera más rápida el producto de la alimentadora.

## **CAPITULO IV**

### **MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MÓDULO DIDÁCTICO.**

#### **4.1 LOCALIZACIÓN DE FALLOS EN EL SISTEMA NEUMÁTICO DEL PROCESO.**

##### **4.1.1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA NEUMÁTICO**

La localización sistemática de fallos y su correspondiente solución permiten reducir el tiempo necesario para la puesta en servicio de sistemas neumáticos y disminuye también su tiempo de inactivación.

Dentro del sistema neumático del proceso, los fallos pueden surgir en los siguientes lugares:

Inactivación de componentes de la máquina controlada por el sistema neumático.  
Inactivación de componentes del sistema neumático mismo.

##### **4.1.2 LOCALIZACIÓN DE ERRORES EN EL MÓDULO**

Si surge un fallo, éste provoca un funcionamiento deficiente de la máquina o su inactivación total. El problema ocasionado por un fallo puede ser solucionado por las siguientes personas:

- Los operarios encargados de atender el sistema y los técnicos que realizan los servicios de mantenimiento.
- Los técnicos del servicio de post-venta.

Los fallos de la máquina y muchos de los fallos del sistema neumático pueden ser reparados por operarios que cuenten con la debida experiencia. A continuación, el operario puede controlar el funcionamiento del sistema mediante un control visual.

Los técnicos encargados del servicio de mantenimiento deberán efectuar un análisis sistemático y de ser posible recurrir a las observaciones hechas por los operarios para localizar y resolver los fallos.

Es recomendable realizar un diagnóstico de fallos inmediatamente después de surgir el primero de ellos; una vez localizado, deberán adoptarse las medidas pertinentes para la reparación. De este modo puede reducirse a un mínimo el tiempo de paralización de la máquina.

#### **<sup>16</sup>Documentación causas y eliminación de fallos en sistemas neumáticos**

La documentación debe contener lo siguiente:

- ✘ Construcción efectiva del sistema
- ✘ Esquema de distribución
- ✘ Plano de situación
- ✘ Diagrama de funciones
- ✘ Manual de instrucciones de servicio
- ✘ Lista de piezas
- ✘ Fichas técnicas
- ✘ Material para la capacitación de los operarios
- ✘ Lista de materiales consumibles

Si el sistema ha sido modificado, es imprescindible que la documentación completa esté al día con el fin de no dificultar la labor de localización y reparación de fallos.

---

<sup>16</sup> Neumática, manual de estudio TP 101 (FESTO DIDACTIC) pag. 105

Los fallos más comunes que se presentan en un sistema neumático pueden ser las siguientes:

- ▲ Desgaste de componentes y conductos debido a efectos de:
  - ▲ El medio ambiente
  - ▲ La calidad del aire comprimido
  - ▲ Movimiento relativo de los componentes
  - ▲ Componentes sometidos a esfuerzos indebidos
  - ▲ Mantenimiento deficiente
  - ▲ Montaje deficiente (por ejemplo: conductos transmisores de señal demasiado largos)

Estas causas pueden provocar los siguientes problemas:

- ↻ Obturación de las tuberías
- ↻ Endurecimiento de los elementos
- ↻ Roturas
- ↻ Fugas
- ↻ Caídas de presión
- ↻ Funciones equivocadas

El desgaste prematuro o la inactivación de componentes pueden ser la consecuencia de errores cometidos en las fases de elaboración del proyecto y de planificación. Si durante la fase de planificación se respetan los criterios que se indican a continuación, será poco probable que se produzca una inactivación precoz de la máquina.

- Selección de los elementos y de las unidades de emisión de señales adecuadas. Todos los componentes deberían regirse por las condiciones dictadas por el medio y por las circunstancias del funcionamiento del equipo (en lo que respecta a la frecuencia de las conmutaciones, a la carga a la que están expuestos los elementos, etc.)
- Proteger los elementos frente a la suciedad

- ☑ Disminuir el esfuerzo instalando amortiguadores
- ☑ Evitar conductos demasiado largos o, en caso de no poder evitarlo, utilizar amplificadores

Si surgen fallos, es importante proceder de modo sistemático. Tratándose de sistemas complicados, pueden efectuarse un desglose del sistema por segmentos pequeños con el fin de facilitar la búsqueda del fallo; estos segmentos pueden analizarse independientemente entre sí.

Si el operario no puede reparar el fallo por sí solo, deberá recurrirse al personal encargado del servicio de mantenimiento.

Si se amplían las unidades funcionales de los mandos neumáticos, suelen ser necesario aumentar las dimensiones de las tuberías de alimentación de aire a presión. Si las dimensiones de las tuberías no permiten un suministro suficiente de aire a presión, pueden surgir los siguientes fallos:

- ⊖ Menor velocidad de los cilindros
- ⊖ Menor fuerza de los cilindros de trabajo
- ⊖ Tiempos de conmutación demasiado prolongados

Estos mismos fallos suelen surgir si las tuberías están sucias o magulladas, ya que en ambos casos el diámetro es menor. Además, dichos fallos también pueden ser consecuencia de fugas que provocan una caída de presión.

Por otro lado el condensado contenido en el aire a presión puede provocar daños por corrosión de los componentes. Además existe el peligro de una emulsión o engomado de los lubricantes. En consecuencia, es factible que los componentes que funcionan con márgenes de tolerancia estrechos y que ejecutan un movimiento relativo se estanquen o agarroten.

En términos generales, un mando neumático debería llevar un filtro antepuesto a las unidades de abastecimiento de aire comprimido. Dicho filtro se encarga de separar las partículas de suciedad contenidas en el aire del ambiente.

Al efectuar operaciones de montaje o al realizar trabajos de mantenimiento es posible que entren partículas de suciedad (por ejemplo, virutas metálicas, agentes hermetizantes, etc.) en las tuberías; dichas partículas pueden llegar hasta las válvulas cuando el sistema esté en funcionamiento. Si el sistema lleva funcionando mucho tiempo, puede ser que se suelten partículas de las tuberías (por ejemplo, partículas de óxido).

Las partículas en las tuberías de alimentación pueden tener las siguientes consecuencias:

- ⊗ Endurecimiento de válvulas de corredera
- ⊗ Falta de estanqueidad en válvulas de asiento
- ⊗ Obturación de toberas de las válvulas de estrangulación

Por ello la vida útil y la fiabilidad de los mandos neumáticos aumentan si los servicios de mantenimiento se efectúan constantemente.

Es recomendable preparar un plan de mantenimiento para cada mando neumático. En dicho plan deberán especificarse los trabajos de mantenimiento y los intervalos de su ejecución. Tratándose de mandos complicados, deberán adjuntarse al plan de mantenimiento el diagrama de funciones y el esquema de distribución.

Los intervalos para el servicio de mantenimiento dependen de la duración del funcionamiento del sistema, del desgaste de cada uno de los elementos y de las circunstancias ambientales.

## 4.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CILINDROS.

La vida de los cilindros neumáticos queda determinada por los kilómetros recorridos por el vástago. Por lo tanto la función de este parámetro se encarga también el programa de mantenimiento preventivo.

<sup>17</sup>Los períodos indicados en el siguiente programa son aplicables a cilindros neumáticos correctamente montados y con suministro de aire limpio, seco y lubricado. El montaje inadecuado o la mala calidad de aire pueden reducir notablemente la vida de los cilindros y en consecuencia reducir los períodos de mantenimiento requeridos.

Frecuencia	Tarea	Notas
Semanalmente	<ul style="list-style-type: none"><li>- Control general de: Fugas en el propio cilindro y su conexionado.</li><li>- Ajuste y alineación de montaje.</li><li>- Regulación de amortiguaciones</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. Eliminar por ajuste todas las posibles fugas.</li><li>. En caso de persistir, programar el reemplazo de la guarnición correspondiente a la brevedad posible.</li><li>. El montaje defectuoso y/o la inadecuada regulación de las amortiguaciones pueden conducir a un deterioro prematuro del actuador.</li><li>. Asegurar que los movimientos pueden realizarse libremente sin ocasionar esfuerzos secundarios sobre el mismo.</li></ul>

---

<sup>17</sup> Programa Básico Festo Didactic Edición 01/03

		Es preferible sobre amortiguar ligeramente cada movimiento.
Cada 500 Km. recorridos por el vástago	- Desarme parcial, limpieza y control de desgaste.	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Desarmar hasta separar las partes esenciales (tensores, tapas, tubo y pistón del vástago). No es necesario desarmar el conjunto vástago-pistón.</li> <li>. Lavar las partes.</li> <li>. Controlar el desgaste en: pistones de amortiguado, vástago y guarniciones.</li> <li>. Consulta la guía de detección de fallas cuando los desgastes sean irregulares y localizados.</li> <li>. Efectuar las correcciones del caso a fin de eliminar las causas del irregular desgaste (básicamente, lubricación o montaje defectuoso).</li> </ul>

Cada 3000 km. Recorridos por el vástago	- Desarme total, limpieza y recambio preventivo de partes.	. Recambiar partes en caso de ser necesario. . Lubricar, armar y probar funcionamiento. . Deberán reemplazarse preventivamente las siguientes partes: Guarniciones del pistón. Guarniciones de amortiguación. Guarnición cierre vástago. Guarniciones de cierre tubo-tapa. Guarniciones de tornillo de registro de amortiguación. Anillo de fricción. Pistones de amortiguación.
---	--	---

### **4.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VÁLVULAS DIRECCIONALES.**

La vida de las válvulas direccionales queda determinada por los ciclos de conmutación realizados.

*<sup>18</sup>La frecuencia indicada en el siguiente plan es aplicable a válvulas correctamente montadas y con suministro de aire limpio, seco y lubricado. El montaje inadecuado o la mala calidad de aire pueden reducir notablemente la vida de las válvulas; como consecuencia requerirán una mayor carga de mantenimiento.*

---

<sup>18</sup> Programa Básico Festo Didactic Edición 01/03

Frecuencia	Tarea	Notas
Semanalmente	Control general de: Fugas por la válvula o sus conexiones. Fugas en los mandos. Vibración y calentamiento de solenoides.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminar por ajuste todas las posibles fugas.</li> <li>- En caso de persistir, programar el reemplazo de las guarniciones correspondientes a la brevedad posible.</li> <li>- En caso de vibración, ruido o calentamiento anormal del solenoide reparar de inmediato el desperfecto (consultar guía de detención y solución de fallas).</li> </ul>
Cada 8 millones de ciclos de conmutación ò 1 año	Desarme, limpieza y control de partes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarmar la válvula y sus mandos.</li> <li>- Retirar las guarniciones de sus alojamientos.</li> <li>- Limpiar a fondo todas las partes.</li> <li>- Controlar estado de: Bujes del cuerpo. Guarniciones en general.</li> </ul>
Cada 8 millones de ciclos de conmutación ò 1 año		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reemplazar partes en caso de ser necesario.</li> <li>- Lubricar, armar y probar funcionamiento</li> </ul>
Cada 24 millones de ciclos de	Desarme, limpieza y recambio preventivo de partes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reemplazar preventivamente todas las guarniciones de la válvula.</li> </ul>

<p>conmutación ò 3 años</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adicionalmente en mandos electroneumáticos reemplazar tubo-guía, resorte y todas las guarniciones de mando.</li> <li>- Recambiar otras partes en caso de ser necesario.</li> <li>- Lubricar, armar y probar funcionamiento.</li> </ul>
---------------------------------	--	---

#### 4.4 UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Los trabajos de mantenimiento que se indican a continuación deberán realizarse con frecuencia y en intervalos pequeños, se debe enfocar a controlar los siguientes aspectos:

- ☺ Controlar el filtro
- ☺ Evacuar agua condensada
- ☺ Rellenar el depósito de aceite si se trabaja con lubricación
- ☺ Controlar el desgaste y suciedad en unidades emisoras de señales

Los trabajos de mantenimiento que se indican a continuación pueden realizarse en intervalos más prolongados:

- ☺ Controlar la estanqueidad de las conexiones
- ☺ Comprobar el grado de desgaste de las tuberías en las zonas móviles
- ☺ Controlar el apoyo del vástago en los cilindros
- ☺ Limpiar o sustituir filtros
- ☺ Controlar el funcionamiento de las válvulas de seguridad
- ☺ Controlar las sujeciones

#### 4.4.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA UNIDAD LFR (FILTRO REGULADOR Y LUBRICADOR)

<sup>19</sup>La aplicación del siguiente plan de mantenimiento garantiza un eficiente servicio de la unidad y una larga vida a los componentes abastecidos.

Frecuencia	Tarea	Observaciones
Cada 8 hs. de servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drenar condensados</li> <li>- Controlar el nivel en lubricadores.</li> <li>- Controlar regulación de presión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Realizar con equipo en servicio, preferentemente al iniciar la actividad diaria o en cada turno.</li> <li>. Reponer lubricante solamente cuando se haya agotado.</li> <li>. Efectuar ajustes de regulaciones si fuera necesario.</li> </ul>
Cada 40 hs. de servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reponer aceite en lubricadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Realizar con equipo de servicio.</li> <li>. Completar la carga independientemente del nivel observado.</li> </ul>
Cada 200 hs. de servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpiar elementos filtrantes de 5 micrones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Interrumpir el servicio y despresurizar la unidad.</li> </ul>
Cada 600 hs. de servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpiar elementos filtrantes de 50 micrones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Lavar completamente vaso y deflectoras plásticas.</li> <li>. Cambiar partes deterioradas o</li> </ul>

---

<sup>19</sup> Programa Básico Festo Didactic Edición 01/03

Cada 600 hs. de servicio		rotas. . Reemplazar elemento filtrante cuando presente excesiva obstrucción no expulsadas por limpieza.
Cada 2 años ò 5000 hs. de servicio	- Desarme, limpieza general, recambio preventivo de guarniciones elemento filtrante. - Lubricación.	. Interrumpir el servicio y despresurizar la unidad. . Retirar la unidad para desarmar y hacer los respectivos cambios de filtros y lubricadores según lo que diga el fabricante.

**NOTAS:**

1. En climas húmedos o en instalaciones sin tratamiento y redes con poca capacidad de separación, pueden requerirse frecuencias de drenados considerablemente superiores.
2. La frecuencia puede reducirse cuando la instalación cuente con tratamientos previos del aire comprimido.
3. La frecuencia debe aumentarse en el caso de instalaciones de generación y distribución viejas y con escaso mantenimiento. También en climas secos y ventosos o en industrias con alta contaminación ambiental como molinos, canteras, fundiciones, etc.

## **4.5 BÚSQUEDA Y LOCALIZACIÓN DE FALLAS.**

Las fallas pueden ser según su importancia mayor o menores.

*Fallas menores* son aquellas que pueden ser corregidas haciendo un simple ajuste o por reemplazo de un repuesto pequeño. Generalmente se les puede atribuir a suciedad, mal ajuste, o al personal de atención, no familiarizado con las funciones de las distintas piezas componentes de la máquina. Las dificultades de este tipo pueden por lo general, ser corregidas haciendo una buena limpieza, ajustando todo correctamente, o por rápido reemplazo de piezas pequeñas.

*Fallas mayores*, sólo pueden ser corregidas con considerable tarea de desarme (con la consecuente pérdida de tiempo de operación) y reemplazo de piezas mayores, generalmente caras. Analizando estas fallas es común determinar que se deben a períodos de operación bastante extensos con enfriamiento y lubricación inadecuada o mantenimiento descuidado.

En general, puede afirmarse que la omisión de una atención adecuada conduce a una sucesión de fallas menores, que determinan por transformarse en una mayor.

La búsqueda y localización de fallas es en gran parte un proceso de razonamiento, generalmente por eliminación, basado en un profundo conocimiento de las funciones interrelacionadas de los distintos componentes de una instalación y el efecto de las condiciones adversas.

La única forma de conocer cuales son las condiciones normales de una instalación es llevar un registro de los parámetros medibles característicos de la misma. Estos datos relevados a través del tiempo, conjuntamente con las plantillas de mantenimiento y los registros de reparaciones constituyen un elemento valiosísimo para el análisis, prevención predicción de fallas.

## **4.6 CAMBIO DE REPUESTOS EN GENERAL.**

A continuación se citan algunos aspectos importantes los cuales servirán para tener un buen criterio técnico y generar la correcta adquisición de repuestos.

- Antes de comenzar cualquier reparación consulte el registro de repuestos y asegure su disponibilidad en el momento de realizar el trabajo.
- Cuando los repuestos sean comunes a varias máquinas, se debe hacer la reserva correspondiente.
- Utilice siempre los repuestos legítimos del fabricante.
- Los repuestos Standard deberán ser de marcas conocidas y acreditadas en el mercado.
- Mantenga un stock mínimo indispensable para garantizar en el servicio.

## **4.7 MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**

La seguridad del personal que maneje este módulo debe ser siempre una condición prioritaria durante el mantenimiento que se haga a dicho equipo, por esto a continuación se mencionan algunas reglas básicas de seguridad:

- Antes de realizar cualquier reparación de mantenimiento, asegúrese que el compresor no pueda arrancar accidentalmente, bloquee la llave de arranque y retire los fusibles.
- Descargue completamente el tanque de aire.
- Asegúrese que no hay presión en el módulo antes de manipular, para ello afloje todos los tornillos (sin quitarlos) y mueva los cilindros tal que el eventual aire atrapado pueda escapar.
- Cuando necesite acceder a partes internas como motores o piezas que tengan mantenimiento, bloquee la posibilidad de giro de la máquina. Aplíquese algún tipo de traba que impida el giro para evitar cualquier aplastamiento.

- Realice el mantenimiento preferentemente con la máquina fría, así se trabajará más cómodo y sin riesgos de quemaduras.

## **4.8 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL MÓDULO**

A continuación se han resumido las tareas aplicables al mantenimiento del compresor y todas las instalaciones complementarias que tiene el módulo de ordenamiento. La misma es de carácter orientativo, sin embargo las indicaciones del fabricante en este caso de los cilindros, válvulas, motores, etc. permitirá hacer un mantenimiento más adecuado y definitivo. Para efectos de mantenimiento se propone el siguiente programa.

### **➤ DIARIA**

- Verificar el nivel de aceite del carter del compresor.
- Drenar condensados de los separadores.
- Observar posibles fugas (agua, aceite, aire, corriente eléctrica)
- Observar ruidos, golpes y calentamientos anormales de motores, bobinas, etc.
- Observar detenidamente un ciclo completo del proceso de ordenamiento.

### **➤ SEMANAL**

- Limpiar filtros de espiración.
- Limpiar filtros del sistema de regulación.
- Controlar la presión que está manejando el sistema.
- Verificar sistemas de protección  
(luces pilotos, alarmas)
- Observar calentamiento de solenoides de las electroválvulas.
- Chequear calentamiento de motores
- Chequear la presión de descarga.

➤ **QUINCENAL**

- Operar al menos 1 vez todas las válvulas del sistema (abrir y cerrar o viceversa)
- Limpiar los filtros
- Limpieza general de cilindros.
- Limpieza general del equipo.

➤ **MENSUAL**

- Controlar estado general de acoplamientos.
- Controlar estado de correa dentada (tensión y estado físico).
- Controlar alineación de los motores (utilizar nivel).
- Observar vibraciones en los rodamientos de los motores.
- Controlar el estado general del tablero de comando (limpieza de tarjetas, pulsadores, ajuste de borneras).
- Verificar estado de protecciones.
- Ajuste general de todo el módulo.

➤ **TRIMESTRAL**

- Limpiar separadores de condensado.
- Limpiar purgas automáticas.
- Desarmar y limpiar electroválvulas.
- Controlar sensores de posicionamiento (Resortes de los fines de carrera).
- Limpieza general del módulo.

➤ **ANUAL**

- Inspeccionar rodamientos y empaques de motores.
- Inspeccionar engranajes y correas dentadas (limpiar y lubricar totalmente).
- Comprobación y calibración del sistema.

## **4.9 RECOMENDACIONES IMPORTANTES**

### **4.9.1 PARA EL COMPRESOR:**

#### **4.9.1.1 Cambios De Lubricante.**

Normalmente al finalizar el asentamiento del compresor debe cambiarse el lubricante, muchas veces no sólo se cambia el contenido sino también el tipo de aceite. Utilice siempre los aceites recomendados por el fabricante, no mezcle los tipos de aceite ni tampoco las marcas, no utilice aditivos si el fabricante no los pide.

Los cambios de aceite deberán hacerse con el equipo caliente debiéndose escurrir muy bien el carter para que arrastre la eventual suciedad depositada.

Efectúe los cambios en los períodos recomendados por el fabricante y nunca se olvide de registrar el cambio en una plantilla de lubricación.

#### **4.9.1.2 Limpieza De Filtros De Aspiración.**

La frecuencia de limpieza de estos filtros aumenta en la medida que lo haga la concentración de partículas en el medio ambiente, los filtros de tipo celulosa impregnada pueden limpiarse con aire comprimido seco, filtrado y sin aceite.

La corriente de aire o vapor deberá dirigirse de adentro hacia fuera, finalizada la limpieza es recomendable colocar una lámpara en el interior y verificar roturas o desprendimiento del elemento.

El reemplazo del elemento debe hacer cada 1500-2000 horas de servicio, efectúe la limpieza con la máquina detenida. Asegúrese que no entren elementos extraños en la aspiración mientras efectúa la tarea.

#### **4.9.1.3 Limpieza De Intercambiadores De Calor.**

Las superficies de intercambio (aletadas) se limpiarán con aire comprimido seco sin aceite o con vapor. Cuando por algún motivo estas se ensucien con aceite, este debe ser eliminado con algún solvente industrial de seguridad (no inflamable) o derivados del petróleo, teniendo en este último caso especial atención en realizar la limpieza con el equipo frío.

### **4.10 MANTENIMIENTO EN EL CABLEADO DEL LOGO**

Para efectuar el mantenimiento del cableado en el LOGO!, se debe realizar un reajuste de los terminales eléctricos los mismos que si no están debidamente ajustados provocarán aumento en la temperatura de los terminales desencadenando en recalentamiento sobre los conductores y con ello futuras fallas eléctricas como es el corto circuito, para ello en el ajuste de dichos terminales utilice un destornillador con un ancho de hoja de 3 mm. Para los bornes no se requiere casquillos terminales, pudiendo utilizarse conductores con secciones de hasta:

- 1 x 2.5 mm<sup>2</sup>
- 1 x 1.5 mm<sup>2</sup>

Ejemplo de cableado

En la figura 23 “Cableado de una salida” se muestra la forma de cablear el LOGO en cuanto a salidas simples o sencillas, la misma metodología se usará para circuitos más complejos.

Los interruptores S1 a S3 se conectan a los bornes roscados de LOGO!:

- S1 en borne I1 de LOGO!

- S2 en borne I2 de LOGO!
- S3 en borne I3 de LOGO!

La salida del bloque AND controla el relé de la salida Q1.

En la salida Q1 está conectado el consumidor E1.

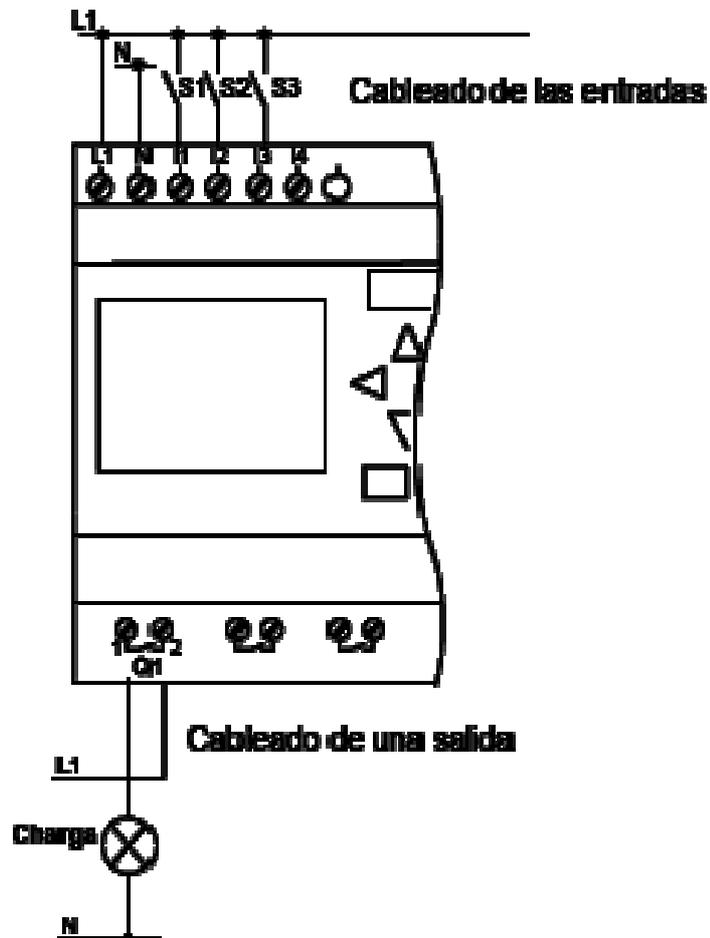


Fig. 23 Cableado de una salida

*Fuente: Manual del LOGO*

#### 4.10.1 PRECAUCIONES

- Los módulos sólo pueden cablearse, montarse y desmontarse desconectados de la tensión.

- Utilice conductores con la sección adecuada para la respectiva intensidad de corriente. LOGO! se puede conectar con cables de una sección entre 1,5 mm<sup>2</sup> y 2,5 mm<sup>2</sup>.
  
- No apriete excesivamente los bornes de conexión. Par máximo de giro: 0,5 Nm.
  
- Los conductores han de tenderse siempre lo más cortos posible. Si se requieren conductores más largos, debiera utilizarse un cable apantallado. Los cables deberían tenderse por pares: un cable neutro con un cable de fase o un cable de señal.
  
- Desconecte:
  - El cableado de corriente alterna
  - El cableado de corriente continúa de alta tensión con secuencia rápida de operación de los contactos
  - El cableado de señal de baja tensión
  - La disposición del cable de bus EIB también puede ser paralela a otros cables de señal.
  
- Cerciórese de que los conductores poseen el alivio de tracción necesario.
  
- Proteja los cables con peligro de fulminación con una protección adecuada contra sobre tensión.
  
- No conecte una fuente de alimentación externa a una carga de salida en paralelo a una salida de c.c. En la salida podría surgir una corriente inversa si no se prevé en la estructura un diodo o un bloqueo similar.

#### **4.10.2 RIESGO**

En todas aquellas aplicaciones en las que los posibles fallos de la instalación pueden poner en peligro a personas o materiales, deben aplicarse medidas especiales para la seguridad de la instalación. Para estas aplicaciones existen normas especiales específicas de cada instalación, que deben tenerse en cuenta a la hora de configurar el controlador.

Para los controladores electrónicos con responsabilidad de seguridad, las medidas a tomar están destinadas a evitar o dominar los fallos en función del riesgo derivado de la instalación.

En este caso, las medidas básicas citadas anteriormente no son suficientes a partir de un determinado potencial de riesgo. Por esa razón deben tomarse y certificarse medidas adicionales para el controlador.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES PRELIMINARES**

- El presente trabajo esta enfocado al manejo y familiarización de los elementos que intervienen dentro de un sistema neumático y de igual manera para el área de control, por tal motivo se ha estudiado detenidamente todos los aspectos necesarios para dimensionar y ejecutar un proyecto neumático aprovechando todas las herramientas que éste nos permita, además de su relación con el área de control industrial.
  
- Aunque el trabajo represente de forma didáctica el funcionamiento de cada uno de sus elementos es importante destacar que se ha logrado generalizar la mayor parte de los parámetros que se usan en las industrias de nuestro país por lo cual, se genera una mejor comprensión al estudiante en cuanto a toma de decisiones y al uso adecuado de cada uno de los elementos que involucran un proyecto dentro de la rama de la neumática y control.

#### **5.2 CONCLUSIONES FINALES**

- Cabe destacar que es importante realizar un bosquejo o diseño gráfico de la problemática que se va a solucionar con el sistema, esto permitirá dimensionar elementos y protecciones de acuerdo a las necesidades del proyecto.

- Las carreras demasiado grandes significan un esfuerzo excesivo para el vástago y el cojinete guía. Para evitar el peligro de pandeo, se decide optar por un diámetro más grande del vástago si la carrera del cilindro es grande.
  
- La velocidad del émbolo de los cilindros neumáticos depende de la contra fuerza, de la presión de aire, de la longitud de los conductos, de la sección entre la unidad de maniobra y de trabajo y, además, del caudal de la válvula de maniobra. La amortiguación de final de carrera también incide en la velocidad.
  
- El tipo de sujeción del cilindro y el acoplamiento del vástago se eligen cuidadosamente, ya que los cilindros sólo pueden ser sometidos a un esfuerzo axial. Para ello se construyeron las escuadras de fijación que permiten la correcta sujeción de los elementos.
  
- Los filtros de aire de presión necesariamente deben ser reemplazados después de cierto tiempo dependiendo de los cronogramas de mantenimiento, el reemplazo de filtro es necesario debido a que las partículas de suciedad pueden saturar al mismo provocando una caída de presión en el filtro, esto no quiere decir que la calidad de filtración se altere pero un filtro sucio significa una resistencia mayor al flujo de aire.
  
- Para la unidad de mantenimiento se considera los intervalos para el cambio de los filtros los mismos que dependerán de los cronogramas de mantenimiento y más aún de la calidad de aire comprimido así como de la calidad de aire requerido por los elementos neumáticos y del tamaño del filtro. Las operaciones de mantenimiento de filtros incluyen la sustitución y limpieza del cartucho filtrante y la evacuación del condensado.
  
- El aire comprimido generado por el compresor no es constante, ya que existen oscilaciones en cuanto a la presión que puede ser generado debido a pequeños escapes de aire dentro de las tuberías, válvulas y otros

elementos modificando así los niveles de presión dentro de una línea de producción, es por ello que se decide implementar en el sistema racores (acoples) rápidos, los mismos que son simples de enchufar, fácil de separar proporcionando un acople seguro capaz de evitar las pérdidas de presión en el sistema.

- Los depósitos de aceite en las paredes interiores de las tuberías de alimentación en el sistema puede representar un problema que deberá tomarse en cuenta al realizar los trabajos de mantenimiento de la máquina, estos depósitos de aceite pueden ser absorbidos incontroladamente por la corriente de aire, con lo que aumentaría el grado de suciedad de aire a presión. Por tal razón se debe dar cumplimiento al tiempo estimado para la aplicación de los cronogramas de mantenimiento con el fin de prevenir este tipo de problemas.
- El condensado, las impurezas y demasiada cantidad de aceite puede ser motivo de desgaste de piezas móviles y de juntas de elementos neumáticos. Dichas sustancias pueden contaminar el medio ambiente a través de fugas en el sistema.
- El abastecimiento de aire a presión de buena calidad dentro del sistema neumático del proyecto de marcación de piezas en serie depende en gran medida del filtro que se elija. El parámetro característico de los filtros es la amplitud de los poros, dicho parámetro determina el tamaño mínimo de las partículas que pueden ser retenidas en el filtro.
- Los elementos de mando del sistema neumático en el proceso tiene que estar concebido de tal manera que no puedan ser activados involuntariamente. Por ello se ha visto la necesidad de colocar un paro de emergencia aunque se podría considerar medidas como:
  - ☺ Unidades de conmutación manual recubiertas o bloqueadas
  - ☺ Bloques para el mando.

### **5.3 CONCLUSIONES EN LA PREPARACIÓN DE AIRE**

- El aire que se fuga inútilmente constituye un despilfarro de energía, además ese aire desperdiciado tiene que generarse y prepararse primero, por ello en la medida posible se evito que la red de aire comprimido tenga fugas con la ayuda de los acoples rápidos.
- Sin embargo, es suficiente si las fugas no superan valores entre  $10^{-2}$  y  $10^{-5}$  mbar litro / s. En una red con una presión de 7 bar en el punto de toma de aire comprimido, se considera aceptable una pérdida de presión de 0.6 bar.
- Para ahorrar y controlar los desperdicios de energía tiene que ver con la red de tuberías se acortado las distancias de la misma para de esa manera hacer más eficiente el consumo de energía.
- Las válvulas se montaron lo más cerca posible de las unidades consumidoras, ya que así se evita el llenado inútil de los conductos que llevan hasta el cilindro de trabajo. La mejor forma de ahorrar en este caso consiste en utilizar combinaciones de cilindro y válvula. Sin embargo, en ese caso debe disponerse de espacio suficiente para el montaje y, además las condiciones del entorno deben cumplir determinadas condiciones como evitar la suciedad y el polvo.
- Si la guía del vástago de cilindros neumáticos es demasiado grande, puede producirse un desgaste mayor de la junta del vástago, con lo que pueden ocasionarse fugas que, además, son difíciles de detectar.

### **5.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL LOGO**

- Las diversas aplicaciones del LOGO son ejecutadas mediante la habilidad y destreza con la que esté elaborado un proyecto de control, es así que en

el desarrollo de nuestro proyecto al utilizar el LOGO podemos sustituir varios elementos gracias a las funciones y facilidades que ofrece el equipo.

- También podemos mencionar que en cuanto al cableado del LOGO, se lo puede realizar con un mínimo de esfuerzo debido a que mientras más eficiente es su diseño de montaje menos tedioso será su cableado. Una vez finalizado todo el proceso de cableado el equipo nos permitirá observar el desarrollo de cada paso del diseño mediante una luz que indica el estado de la entrada o salida fácilmente observada en el display del equipo.
- También es recomendable el uso del LOGO cuando se desea reducir espacios considerables dentro de un tablero de control, de la misma manera cuando se desee modificar funciones posteriormente sin tener la necesidad de montar un nuevo equipo y en muchas de las veces ni cambiar el sistema de cableado.
- Finalmente podemos añadir que el LOGO es un equipo de bajo mantenimiento debido a que internamente no posee partes móviles expuestas a algún tipo de deterioro por agentes externos, cabe señalar que la programación y cableado del módulo debe ofrecer las condiciones necesarias de seguridad en cuanto a corrientes y voltajes que circularían en las pistas internas del equipo, es muy importante entender bien este riesgo debido a que una mala alimentación de las mismas podría dejar deshabilitada dicha entrada o salida del LOGO, o lo que es peor la pérdida total del equipo.

## **5.5 RECOMENDACIONES PARA EL MÓDULO**

- Los depósitos de aceite también pueden tener como consecuencia que los elementos queden adheridos, especialmente si la instalación ha estado sin

funcionar durante un período prolongado. Transcurrido un fin de semana o un día festivo es posible que las unidades lubricadas ya no funcionen correctamente. En consecuencia, se deberá acatarse la recomendación de acondicionar el aire a presión sin aceite.

- Para resumir lo dicho en el párrafo anterior se diría que:
  - ✘ No se debe permitir que el aceite proveniente del compresor pase a la red del aire a presión (instalación de un separador de aceite).
  - ✘ Instalar exclusivamente elementos que también puedan funcionar sin aire lubricado.
  - ✘ Una vez que un sistema ha funcionado con aceite, deberá seguir funcionando con aire lubricado ya que los elementos pierden su lubricación de fábrica en el transcurso del tiempo a causa del aceite agregado al aire.
- Para evitar accidentes en las manos, causados por sistemas de sujeción, deberán adoptarse diversas medidas de precaución como pueden ser:
  - ☺ Ubicar cilindros de sujeción fuera de la zona de avance
  - ☺ Utilizar cilindros de seguridad, que restrinja actuar a un cilindro sin las condiciones necesarias de seguridad
  - ☺ Utilizar sistemas de mando bimanuales
- Hemos considerado que los sistemas neumáticos pueden contaminar el medio ambiente de dos maneras:
  - Mediante ruidos ocasionados por los escapes de aire.
  - Nieblas de aceite: que se trata de nieblas ocasionadas por aceite en el compresor o por aceite agregado al aire en la unidad de mantenimiento. Esta niebla de aceite contamina al medio ambiente al descargarse el aire.

- En consecuencia, es necesario adoptar las medidas apropiadas para evitar un nivel de ruido demasiado elevado en los puntos de escape de aire. Con ese fin se crearon los silenciadores para escape de aire que disminuyen el nivel de ruidos en los puntos de descarga de aire de las válvulas. Como sabemos su función consiste en disminuir la velocidad del aire que también puede ocasionar una disminución de la velocidad del vástago de un cilindro.
- Otra solución es la de regular la resistencia al flujo de aire en los silenciadores de estrangulación. De este modo es posible regular la velocidad de los cilindros y los tiempos de conmutación de las válvulas.
- Otra posibilidad de reducir el nivel de ruidos consiste en guiar el aire de escape de varias válvulas hacia un silenciador grande a través de un colector de escapes.
- En cuanto a la niebla de aceite, el aire de escape de sistemas neumáticos contiene una niebla de aceite que suele permanecer en el medio ambiente finamente pulverizado durante un tiempo prolongado, con lo que puede afectar las vías respiratorias. El daño ocasionado al medio ambiente, es tanto mayor, cuantos más motores neumáticos y cilindros de grandes dimensiones se utilicen.
- Cuando se efectúan trabajos de mantenimiento o, en general, cuando se utilicen sistemas neumáticos, deberá procederse con sumo cuidado al desconectar y volver a conectar las tuberías que conducen aire a presión. La energía de la presión contenida en los tubos flexibles y rígidos es liberada velozmente. La presión es tan grande, que las tuberías se mueven incontroladamente, poniendo en peligro a los operadores.
- Las redes de aire comprimido deberían inspeccionarse con regularidad con el fin de detectar fallos, corrosión, elementos de sujeción sueltos y fugas, concretamente es recomendable realizar los siguientes controles:

- Diariamente:** vaciar el condensado acumulado en el depósito del filtro o utilizar un separador automático de condensado y, en caso necesario, rellenar aceite.
  
- Semanalmente:** comprobar si los tubos flexibles están porosos, eliminar virutas de metal, controlar el pandeo, verificar el buen funcionamiento de las válvulas reguladoras, controlar el funcionamiento de los lubricadores.
  
- Mensualmente:** controlar todos los racores, repara daños en los tubos, controlar las válvulas de flotador, de las unidades de purga automática de condensado, ajustar las conexiones sueltas de los cilindros y, si procede, hermetizarlas, limpiar los filtros, enjuagar o soplar los cartuchos de los filtros, controlar posibles fugas en las válvulas y comprobar si los taladros de escape están obturados.
  
- Trimestralmente:** controlar todas las uniones para comprobar si tienen fugas, limpiar válvulas, enjuagar o soplar cartuchos filtrantes o sustituirlos si es el caso.
  
- Semestralmente:** controlar posibles huellas de desgaste en las guías de los vástagos de los cilindros, controlar fugas en todos los componentes y sustituir silenciadores sucios.
  
- Las tuberías que se instalan provisionalmente deben provenir de la fuente de aire comprimido y no de alguna derivación. Las unidades de mando deben montarse de modo descentralizado, las unidades de conmutación deben estar lo más cerca posible a las unidades consumidoras.
  
- Siempre que sea posible, utilizar cilindros de simple efecto en vez de cilindros de doble efecto, ya que los cilindros de simple efecto solo necesitan aire comprimido en una carrera de trabajo.

- Las juntas de los acoples rápidos (racores) se contraen después de algunas semanas, con lo que se producen fugas audibles, por ello es recomendable utilizar juntas de materiales compuestos con las que no se producirán dichas fugas estos materiales pueden ser una combinación de elastómero y termoplástico.

# BIBLIOGRAFÍA

## LIBROS REVISADOS

HESSE, Stefan Aire Comprimido, fuente de energía *Preparación y distribución* Editorial FESTO Alemania, Esslingen 2002

INSETEC Ingeniería y Servicios Técnicos Análisis y Rediseño de Aire Comprimido en Plantas Industriales Ecuador, Lasso 1998

PIERRE, Auguste Bricolaje Soldadura séptima edición Editorial Paraninfo España, Madrid 2001

## MANUALES REVISADOS

CROSER, P. Neumática Nivel Básico TP 101 *Manual de Estudio*  
FESTO DIDACTIC

CROSER, P. Introducción a la Electroneumática *Manual de Estudio*  
FESTO DIDACTIC

FESTO Guía de Productos Alemania, Esslingen 2004/2005

FESTO Programa Básico Alemania, Esslingen 2003

## PÁGINAS WEB REVISADAS

<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica9.htm>

**ANEXO 1.**  
**MANDO NEUMÁTICO**

**ANEXO 2.**  
**NORMAS DIN ISO 1219**

**ANEXO 3.**  
**SÍMBOLOS PARA LA SELECCIÓN DE ALIMENTACIÓN**  
**DE ENERGÍA**

## **ANEXO 4.**

### **UNIDADES DE MANTENIMIENTO**

**ANEXO 5**  
**REGISTRO DE DEZPLAZAMIENTO**

**ANEXO 6.**  
**LOGO A RUN**

**ANEXO 7.**  
**LISTA DE FUNCIONES BÁSICAS**

**ANEXO 8.**  
**LISTA DE FUNCIONES ESPECIALES**

**ANEXO 9**  
**ESTRUCTURA DE PROYECTO.**

**ANEXO 10**  
**TABLAS Y NOMOGRAMAS (DIAMETRO DE TUBERÍA)**