

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA PRÁCTICAS DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS EN EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
ELECTROMECAÁNICA**

**FLORES VALENCIA ROBERTO CARLOS**  
fr.roberto\_flores@hotmail.com

**MEZA MUÑOZ DANIEL ELÍAS**  
demm82@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. JÁCOME JIJÓN LUIS FERNANDO**  
luisfernando.jacome@epn.edu.ec

**Quito, Febrero, 2012**

## **DECLARACIÓN**

Nosotros, Flores Valencia Roberto Carlos y Meza Muñoz Daniel Elías, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros 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.

---

Flores Valencia Roberto Carlos

---

Meza Muñoz Daniel Elías

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado bajo mi supervisión por los señores: Flores Valencia Roberto Carlos y Meza Muñoz Daniel Elías.

---

**Ing.luis Fernando Jácome**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por permitirnos alcanzar nuestros objetivos y haber puesto en nuestro camino a nuestros Padres, quienes nos han brindado su apoyo incondicional y han tenido mucha comprensión durante toda nuestra formación profesional.

De igual manera a todos nuestros profesores, quienes fueron nuestra guía en este largo camino.

A nuestros compañeros y amigos que siempre estuvieron apoyando y dando fuerza para seguir hacia adelante y ser hombres de bien.

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo en el que impregno mi mayor esfuerzo a mis Padres y a todas las personas que creen en mi , y, directa o indirectamente me apoyan.

ROBERTO.

A Dios Padre, quien hasta hoy a cumplido sus promesas en mi vida.

A mis padres, por su amor y apoyo, por querer siempre mi bienestar.

A mis hermanos, por compartir esta travesía y estar siempre pendientes de mi educación.

A mis familiares y amigos por su preocupación y empuje, animándome en todo momento.

DEMM.

## CONTENIDO

<b>DECLARACION</b> .....	ii
<b>CERTIFICACION</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>CONTENIDO</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	xii
<b>INTRODUCCION</b> .....	xiii

## CAPITULO I

<b>1 FUNDAMENTOS DE LA NEUMÁTICA</b> .....	1
<b>1.1 Presión</b> .....	1
1.1.1 Presión atmosférica.....	2
1.1.2 Presión absoluta.....	4
1.1.3 Presión manométrica.....	4
1.1.4 Presión relativa.....	4
1.1.5 Vacío.....	5
<b>1.2 Aire comprimido</b> .....	5
1.2.1 Propiedades.....	5
1.2.2 Compresión.....	7
1.2.3 Generación del aire comprimido.....	7
1.2.3.1 Compresor.....	7
1.2.3.2 Tipos de compresores.....	8
1.2.3.2.1 Compresor de émbolo oscilante.....	9
1.2.3.2.2 Compresor de dos etapas con refrigeración intermedia.....	10
1.2.3.2.3 Compresor de émbolo rotativo.....	11

1.2.3.2.4 Compresor de membrana o diafragma.....	11
1.2.3.2.5 Compresor rotativo multicelular.....	12
1.2.3.2.6 Compresor de tornillo helicoidal de dos ejes.....	12
1.2.3.2.7 Compresor roots.....	13
1.2.3.2.8 Compresor axial.....	13
1.2.3.2.9 Compresor radial.....	14
1.2.4 Tratamiento del aire comprimido.....	15
1.2.4.1 Impurezas.....	16
1.2.4.1.1 Humedad.....	16
1.2.4.1.1.1 Humedad absoluta.....	16
1.2.4.1.1.2 Humedad relativa.....	16
1.2.4.1.1.3 Punto de saturación.....	16
1.2.4.1.2 Partículas sólidas.....	17
1.2.4.1.3 Residuos de aceite.....	18
1.2.4.2 Secado.....	18
1.2.4.2.1 Secado por sobre compresión.....	18
1.2.4.2.2 Secado por enfriamiento.....	18
1.2.4.2.3 Secado por absorción.....	19
1.2.4.2.4 Secado por adsorción.....	20
1.2.4.3 Unidad de mantenimiento neumático FRL.....	21
1.2.4.3.1 Filtro.....	22
1.2.4.3.2 Regulador.....	23
1.2.4.3.3 Lubricador.....	23
1.2.4.3.4 Propiedades del aire comprimido, condiciones.....	25
1.2.5 Canalización del aire comprimido.....	25

1.2.5.1 Tuberías.....	25
<b>1.3 Neumática.....</b>	<b>27</b>
1.3.1 Energía neumática.....	27
1.3.2 Potencia neumática.....	28

## CAPITULO II

<b>2 ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1 Cilindros neumáticos.....</b>	<b>29</b>
2.1.1 Características.....	29
2.1.2 Tipos de cilindros.....	30
2.1.2.1 Cilindro de simple efecto.....	30
2.1.2.2 Cilindro de simple efecto de membrana .....	31
2.1.2.3 Cilindro de doble efecto.....	31
2.1.2.3.1 Cilindro de doble vástago.....	32
2.1.2.3.2 Cilindro tándem.....	33
2.1.2.3.3 Cilindro multiposicional.....	34
2.1.2.3.4 Cilindro de impacto.....	34
2.1.2.3.5 Cilindro de cable.....	35
2.1.2.3.6 Cilindro de giro.....	35
<b>2.2 Válvulas neumáticas.....</b>	<b>36</b>
2.2.1 Características de las válvulas neumáticas.....	36
2.2.2 Tipos de válvulas.....	36
2.2.2.1 Válvulas distribuidoras.....	37
2.2.2.1.1 Válvula 2/2.....	37
2.2.2.1.2 Válvula 3/2.....	38
2.2.2.1.3 Válvula 5/2.....	38



2.2.2.2 Válvulas de bloqueo.....	39
2.2.2.2.1 Válvula anti retorno.....	39
2.2.2.2.2 Válvula selectora.....	40
2.2.2.2.3 Válvula de escape rápido.....	41
2.2.2.2.4 Válvula de estrangulamiento con anti-retorno.....	41
2.2.2.3 Válvulas de presión.....	42
2.2.2.4 Válvulas de caudal.....	43
2.2.2.5 Válvulas de cierre.....	43
<b>2.3 Elementos para conexiones neumáticas.....</b>	<b>44</b>
2.3.1 Uniones neumáticas.....	44
2.3.1.1 Racores para tubos de acero y de cobre.....	44
2.3.1.1.1 Racores de anillo cortante.....	44
2.3.1.1.2 Racores con anillo de sujeción.....	44
2.3.1.1.3 Racor con borde recalado.....	45
2.3.1.1.4 Racor especial con reborde.....	45
2.3.1.2 Racores para tubos flexibles.....	45
2.3.1.2.1 Boquilla con tuerca de racor.....	45
2.3.1.2.2 Boquilla.....	46
2.3.1.2.3 Racores rápidos para tubos flexibles de plástico.....	46
<b>2.4 Normas y simbología.....</b>	<b>47</b>
2.4.1 Símbolos para la unidad de alimentación de energía.....	47
2.4.2 Características de las válvulas distribuidoras.....	48
2.4.3 Posiciones de maniobra y designación de las conexiones de válvulas de distribución.....	49
2.4.4 Nomenclatura de válvulas.....	49
2.4.5 Símbolos de los principales elementos de trabajo.....	50
2.4.6 Símbolos de accionamiento de válvulas.....	51

## CAPITULO III

<b>3 CIRCUITO NEUMÁTICO.....</b>	<b>52</b>
<b>3.1 Estructura del circuito neumático.....</b>	<b>53</b>
3.1.1 Grupo compresor.....	53
3.1.2 Unidad de mantenimiento FRL.....	54
3.1.3 Tuberías.....	54
3.1.4 Actuadores neumáticos.....	55
3.1.5 Elementos de distribución o válvulas.....	55
3.1.6 Elementos auxiliares.....	55
<b>3.2 Conformación y nomenclatura de los circuitos neumáticos.....</b>	<b>57</b>
3.2.1 Denominación de circuitos neumáticos.....	57
3.2.2 Acciones conjuntas de válvulas y cilindros.....	60
<b>3.3 Diagrama camino pasos.....</b>	<b>60</b>
3.3.1 Descripción del funcionamiento de un circuito neumático mediante la lectura de un diagrama camino- pasos.....	61
<b>3.4 Esquema de distribución.....</b>	<b>62</b>

## CAPITULO IV

<b>4 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO.....</b>	<b>64</b>
<b>4.1 Diseño del módulo neumático.....</b>	<b>64</b>
4.1.1 Mesa de soporte.....	64
4.1.2 Tablero de simulación.....	66
4.1.3 Sujetadores.....	68
4.1.4 Elementos neumáticos.....	70
<b>4.2 Construcción del módulo neumático.....</b>	<b>73</b>
4.2.1 Mesa de soporte.....	73

4.2.2 Tablero de simulación.....	74
4.2.3 Sujetadores.....	79
<b>4.3 Montaje de los elementos neumáticos.....</b>	<b>81</b>
4.3.1 Cilindros y fines de carrera.....	81
4.3.2 Válvulas.....	82
<b>4.4 Elementos adicionales.....</b>	<b>84</b>
4.4.1 Unidad de mantenimiento neumático.....	84
4.4.2 Mangueras de conexión.....	84
4.4.3 Soportes para ubicar los elementos.....	85
<b>4.5 Manejo del módulo didáctico en el montaje de circuitos neumáticos.....</b>	<b>86</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>89</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>94</b>

Anexo 1. Plano del módulo didáctico.

Anexo 2. Simbología DIN 1219.

Anexo 3. Accionamiento de válvulas.

Anexo 4. Vocabulario neumático.

## RESUMEN

El aire comprimido es la mayor fuente de potencia en la industria, es segura, económica, fácil de transmitir, y adaptable. Cabe recalcar que si bien la implementación de un sistema que genere aire comprimido requiere de una considerable inversión de capital, esta se paga ampliamente con el incremento de la productividad. La neumática se encarga del control de la presión en los procesos industriales, para aprovechar las ventajas del aire comprimido y aplicarlas en el campo industrial.

En la actualidad, la industria incluso la pequeña, se ve en la obligación de sustituir la fuerza muscular y la habilidad manual por la fuerza y precisión neumática, ya que esta puede realizar funciones de mejor calidad, con mayor rapidez, y sobre todo durante más tiempo sin sufrir los efectos de la fatiga.

Por todos estos antecedentes, es claro, que en nuestro país las diferentes industrias poseen dentro de su planta energía neumática en sus múltiples aplicaciones, de ahí la necesidad de desarrollar medios que permitan al estudiante conocer la aplicación de los sistemas neumáticos, su funcionamiento y métodos.

El presente proyecto tiene como objetivo principal desarrollar un módulo didáctico que permita al estudiante desarrollar, ensamblar y montar los diferentes circuitos neumáticos estudiados en forma teórica.

El trabajo realizado sirve para determinar el grado de importancia que tiene la implementación de métodos que ayuden al estudio práctico de los sistemas neumáticos y sus aplicaciones. Por tanto, un tablero de simulación constituye una valiosa herramienta para conocer la aplicación de los diferentes circuitos neumáticos dentro de los procesos productivos en la industria.

## **INTRODUCCIÓN**

El aire comprimido es la mayor fuente de potencia en la industria con múltiples ventajas: es segura, económica, fácil de transmitir, y adaptable. Su aplicación es muy amplia para un gran número de industrias.

Dentro del campo de la producción industrial, la neumática tiene una aplicación creciente, 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.

La necesidad de automatizar la producción afecta tanto a las grandes empresas como a la pequeña industria, por lo que se ven obligados a desarrollar métodos de producción racionales que excluyan el trabajo manual y no dependan de la habilidad humana, sustituyendo la fuerza manual por la fuerza y precisión neumática.

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 costes 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.

### **Evolución en la técnica del aire comprimido**

El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y aprovecha para reforzar sus recursos físicos.

De los antiguos griegos procede la expresión "Pneuma» que designa la respiración, el viento y en filosofía también el alma. Como derivación de la palabra "Pneuma" se

obtuvo entre otras cosas el concepto «Neumática», que trata los movimientos y procesos del aire.

El primero del que sabemos con seguridad que se ocupó de la neumática fue el griego KTESIBIOS quien hace mas de dos mil años construyó una catapulta de aire comprimido.

Aunque los rasgos básicos de la neumática se cuentan entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, no fue sino hasta el siglo XVIII cuando empezaron a investigarse sistemáticamente su comportamiento y sus reglas.

Sin embargo la primera aplicación práctica del método suele atribuirse al inventor británico George Law, quien en 1865 diseñó un taladro de roca en el que un pistón movido por aire hacía funcionar un martillo.

Otro avance significativo fue el freno de aire comprimido para trenes, diseñado hacia 1868 por el inventor, ingeniero e industrial estadounidense George Westinghouse.

Sólo desde aprox. 1950 podemos hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos de fabricación.

Es cierto que con anterioridad ya existían algunas aplicaciones y ramos de explotación como por ejemplo: en la minería, en la industria de la construcción y en los ferrocarriles (con los frenos de aire comprimido); la irrupción verdadera y generalizada de la neumática en la industria no se inició sin embargo hasta que llegó a hacerse más apremiante la exigencia de una automatización y racionalización en los procesos de trabajo.

A pesar de que esta técnica fue rechazada en un inicio, debido en la mayoría de los casos a falta de conocimiento y de formación fueron ampliándose los diversos sectores de aplicación.

En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo de que en los ramos industriales más variados se utilicen aparatos neumáticos.

### **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 compresibilidad del aire. Existe otro límite económico, principalmente cuando la aplicación exige fuerzas muy grandes o un notable consumo continuo de aire comprimido.

El control de la presión en los procesos industriales da condiciones de operación y trabajo seguras.

# CAPITULO I

## 1. FUNDAMENTOS DE LA NEUMÁTICA

La neumática soluciona problemas industriales de una forma simple y económica, su fuente principal de energía es el aire comprimido, el mismo que se lo obtiene al someter al aire a una presión diferente a la atmosférica por medio de un compresor.

El aire es de fácil obtención, y está disponible dentro de la atmosfera terrestre en cantidades ilimitadas como una mezcla de varios gases, su composición en volumen es aproximadamente de un 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y 1% de otros gases como: bióxido de carbono, argón, hidrógeno, neón, helio, criptón y xenón.

### 1.1 PRESIÓN

Se llama presión a la relación que existe entre una fuerza (F) y la superficie (S) sobre la cual se aplica dicha fuerza:

$$P = \frac{F}{S}$$

Dado que en el Sistema Internacional la unidad de fuerza es el newton (N) y la de superficie es el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), la unidad resultante para la presión es el Newton por metro cuadrado (N/m<sup>2</sup>) que recibe el nombre de Pascal (Pa).

$$1Pa = 1 \frac{N}{m^2}$$



Como esta unidad representa para la técnica una presión muy reducida, 1 N es aproximadamente 0,1 kp por metro cuadrado, por tanto se utiliza un múltiplo de esta unidad de presión el pascal que es el bar.

$$10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$$

$$100\,000 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$$

$$100\,000 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ bar}$$

Por la conversión de  $\text{m}^2$  en  $\text{cm}^2$ , se obtiene:

$$10 \text{ N/cm}^2 = 1 \text{ daN/cm}^2 = 1 \text{ bar}$$

Como  $10\text{N} \approx 1 \text{ Kp}$ , puede considerarse:

$$1 \text{ kp/cm}^2 \approx 1 \text{ daN/cm}^2 \approx 1 \text{ bar.}^1$$

Existen otras unidades para medir la presión y la equivalencia entre estas son:

$$101.000 \text{ Pa} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1010 \text{ mb}$$

### 1.1.1 PRESIÓN ATMOSFÉRICA

El peso ( $p = m \cdot g$ ) del aire ejerce una presión sobre los cuerpos que están en el interior de la superficie terrestre, esta presión es debida a las fuerzas de atracción entre la masa de la Tierra y la masa de aire y se denomina Presión Atmosférica.

La presión atmosférica disminuye rápidamente con la altura debido a que la cantidad de aire es menor al alejarse de la superficie terrestre. La presión atmosférica se mide con un instrumento denominado barómetro, el más sencillo es el barómetro de cubeta que se basan en el experimento de Torricelli.

Otro barómetro es el anerode, como se muestra en la figura 1, este consistente en una cápsula hueca, en cuyo interior se encuentra el vacío, en una de las

---

<sup>1</sup>Bundesinstitut Fur Berufsbildungsforschung.

paredes de la cápsula hay una membrana elástica a la que se fija una aguja que marca los ascensos y descensos de presión en una escala graduada al dilatarse y contraerse la membrana.

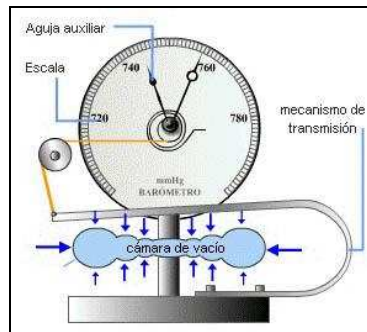


Figura 1. Barómetro.

En general, los instrumentos para medición de presión pueden ser indicadores, registradores, transmisores y controladores, y pueden clasificarse de acuerdo al siguiente cuadro:

Tipo de Manómetro	Rango de Operación
M. de Ionización	0.0001 a $1 \times 10^{-3}$ mmHg ABS
M. de Termopar	$1 \times 10^{-3}$ a 0.05 mmHg
M. de Resistencia	$1 \times 10^{-3}$ a 1 mmHg
M. Mc. Clau	$1 \times 10^{-4}$ a 10 mmHg
M. de Campana Invertida	0 a 7.6 mmH <sub>2</sub> O
M. de Fuelle Abierto	13 a 230 cmH <sub>2</sub> O
M. de Cápsula	2.5 a 250 mmH <sub>2</sub> O
M. de Campana de Mercurio	(LEDOUX) 0 a 5 mts H <sub>2</sub> O
M. "U"	0 a 2 Kg/cm <sup>2</sup>
M. de Fuelle Cerrado	0 a 3 Kg/cm <sup>2</sup>
M. de Espiral	0 a 300 Kg/cm <sup>2</sup>
M. de Bourdon tipo "C"	0 a 1,500 Kg/cm <sup>2</sup>
M. Medidor de esfuerzos (stren geigs)	7 a 3,500 Kg/cm <sup>2</sup>
M. Helicoidal	0 a 10,000 Kg/cm <sup>2</sup>

Cuadro 1. Tipos de manómetros y sus rangos de operación.

### **1.1.2 PRESIÓN ABSOLUTA**

Debido a la variación de la presión atmosférica con la variación de la altitud, se origina que los diseños realizados a distintas altitudes sobre el nivel del mar no sean iguales, por tanto, para unificar criterios se creó el término absoluto.

La presión absoluta es la presión de un fluido medido con referencia al vacío perfecto o cero absoluto.

### **1.1.3 PRESIÓN MANOMÉTRICA**

Son las presiones superiores a la atmosférica, se mide por medio de un elemento que define la diferencia entre la presión que es desconocida y la presión atmosférica que existe.

$$\text{Presión Manométrica} = \text{Presión Absoluta} - \text{Presión Atmosférica.}$$

La presión absoluta puede obtenerse adicionando el valor real de la presión atmosférica a la lectura del manómetro.

$$\text{Presión Absoluta} = \text{Presión Manométrica} + \text{Presión Atmosférica.}$$

### **1.1.4 PRESIÓN RELATIVA**

La presión relativa es la determinada por un elemento que mide la diferencia entre la presión absoluta y la presión atmosférica del lugar donde se efectúa la medición.

### **1.1.5 VACÍO**

Son las presiones menores que la atmosférica, se miden con los mismos tipos de elementos con que se miden las presiones manométricas, es decir, por diferencia entre el valor desconocido y la presión atmosférica existente.

## **1.2 AIRE COMPRIMIDO**

La generación, almacenaje y aplicación del aire comprimido tiene un bajo costo, además de ofrecer un índice de peligrosidad mínimo en relación a otras energías como la eléctrica y la de combustión.

### **1.2.1 PROPIEDADES**

Las propiedades del aire comprimido que originan su gran aplicación dentro de la pequeña y gran industria son:

**Abundante:**

El aire para su compresión está disponible en cantidades ilimitadas, en toda la superficie terrestre.

**Seguro:**

No existe ningún riesgo de explosión, ni incendio, por tanto, no necesita de instalaciones adicionales anti deflagrantes.

**Económico:**

La constitución de los elementos de trabajo es simple y de bajo costo en relación a otros elementos como los eléctricos. Además, el aire como generador de la energía neumática no tiene ningún costo económico.

**Limpio:**

Muy importante en las industrias alimenticias, maderera, textiles y del cuero. El aire comprimido es limpio y en caso de estanqueidad en tuberías o elementos no produce ningún ensuciamiento.

**Almacenable:**

El aire comprimido puede ser almacenado en depósitos para su posterior uso, por tanto, no es necesario que un compresor permanezca continuamente en funcionamiento.

**Transportable:**

La transportación del aire comprimido es simple, ya que puede ser transportado a grandes distancias por tuberías, y no necesita de tuberías de retorno. Además, se puede transportar en recipientes como botellas, etc.

**Veloz:**

Es un medio de trabajo rápido, permitiendo obtener altas velocidades de trabajo.

Al momento de aplicar la neumática en un determinado campo, es necesario tomar en cuenta que también presenta propiedades adversas, como:

Con aire comprimido si bien obtenemos grandes velocidades, no es posible obtener velocidades uniformes y constantes.

Para trabajos de gran fuerza tiene su limitación, normalmente hasta presiones no mayores a 700 kPa (7 bar).

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

## 1.2.2 COMPRESIÓN

La compresión consiste en someter a un fluido generalmente el aire a una presión mayor a la atmosférica, con el fin de obtener una energía neumática capaz de realizar un trabajo determinado.

## 1.2.3 GENERACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO

La generación, producción del aire comprimido se lo obtiene mediante un compresor, el mismo que proporciona la energía necesaria para el funcionamiento de los elementos neumáticos de trabajo, mando y señal dentro de un sistema.

### 1.2.3.1 Compresor

El compresor es una máquina eléctrica que sirve para elevar la presión del aire a una presión de trabajo determinada.

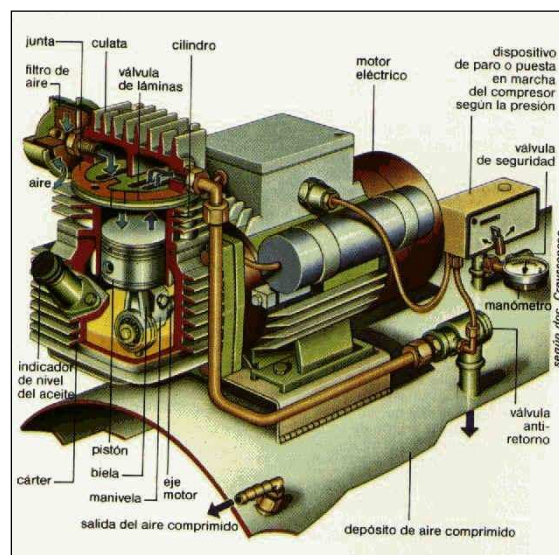
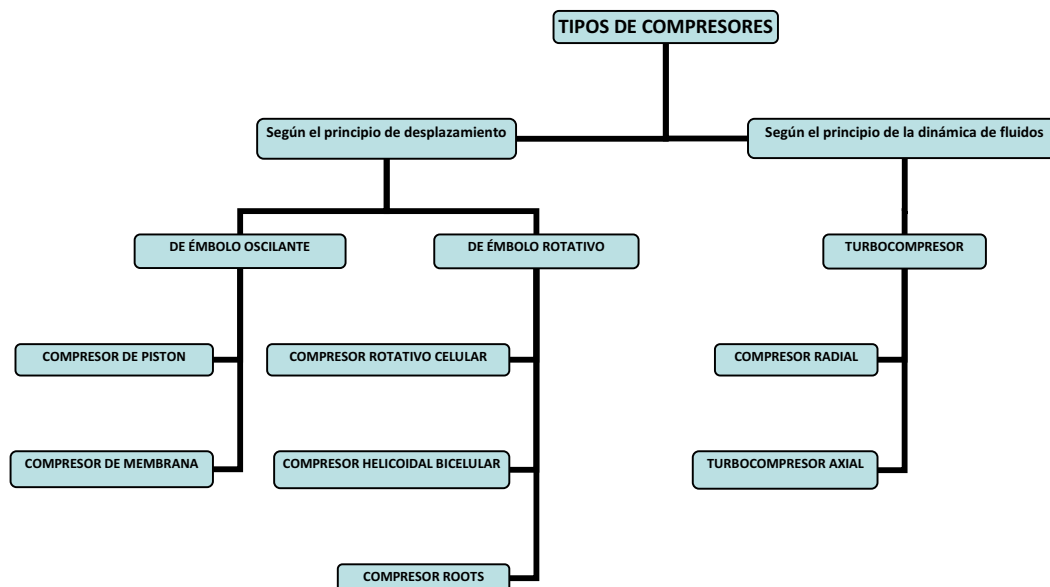


Figura 2. Compresor. <sup>2</sup>

<sup>2</sup> www.euskalnet.net

Como se muestra en la figura 2, este consta de un motor eléctrico con su respectivo dispositivo de paro o marcha para que el compresor realice la función de aspirar el aire y elevar la presión, esto lo realiza a través del cilindro en el que se encuentra un pistón sujeto a la biela, que por medio de una manivela le proporciona el movimiento, y, al reducir el volumen del aire, se eleva la presión, acumulándola en el tanque o depósito del aire comprimido para ser distribuido al momento de ser requerido.

### 1.2.3.2 Tipos de Compresores



Esquema 1. Tipos de Compresores.

Como se muestra en el esquema 1, los compresores se los clasifica en 2 grupos:

El primero trabaja según el principio de desplazamiento. En este tipo de compresores, la compresión se obtiene por reducción del volumen del recipiente hermético donde se encuentra el aire. Un ejemplo de este tipo son los compresores de émbolo (oscilante o rotativo).

El otro trabaja según el principio de la dinámica de los fluidos. Aquí el aire es aspirado por un lado y comprimido como consecuencia de la aceleración de la masa por medio de una turbina.

Estos dos grupos acogen a todos los tipos de compresores que existen, entre los más comunes tenemos:

#### 1.2.3.2.1 *Compresor de émbolo oscilante*

Es el compresor más utilizado en la industria, esto gracias a su capacidad de trabajar en cualquier rango de presión, es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión.

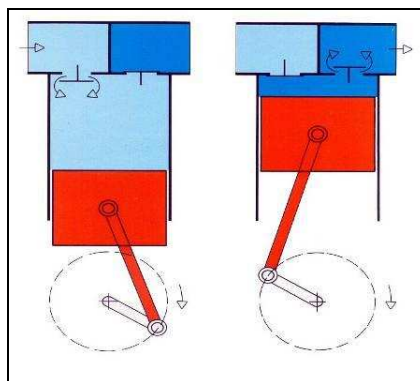


Figura 3. Compresor de émbolo oscilante.<sup>3</sup>

Como se muestra en la figura 3, este compresor funciona en base a un movimiento alternado de los pistones en el cilindro. Cuando el pistón hace la carrera de retroceso aumenta el volumen de la cámara disminuyendo la presión en ella, esto a su vez provoca la apertura de la válvula de admisión permitiendo la entrada de aire al cilindro. Una vez que el pistón ha llegado al punto muerto inferior inicia su carrera ascendente, cerrándose la válvula de aspiración y disminuyendo el volumen de la cámara, esto origina un aumento de presión en el aire interno que finalmente abre la válvula de descarga permitiendo la salida del aire comprimido.

<sup>3</sup> Apuntes de Neumática Festo pdf, pag 1.



### 1.2.3.2.2 Compresor de dos etapas con refrigeración intermedia

En este tipo de compresor, como se muestra en la figura 4, para la obtención de aire a presiones elevadas, es necesario disponer varias etapas compresoras. Para ello el primer émbolo somete a una compresión previa al aire aspirado, a continuación se refrigera ya que durante el trabajo de compresión se forma una cantidad de calor que tiene que ser evacuada, para luego ser comprimido por el siguiente émbolo.

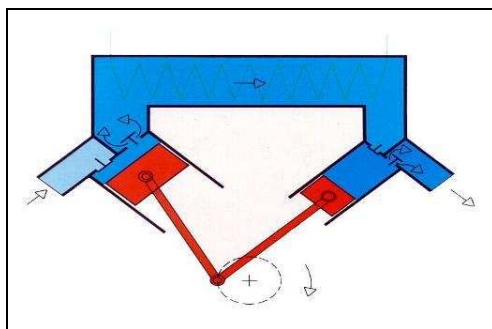


Figura 4. Compresor de dos etapas con refrigeración intermedia.<sup>4</sup>

De acuerdo al tipo de refrigerante, ya sea por medio de aire o de agua y según las prescripciones de trabajo, las etapas que se precisan en los compresores de émbolo oscilante son:

Hasta 400kPa (4 bar), 1 etapa

Hasta 1.500kPa (15 bar), 2 etapas

Mas de 1500kPa (15 bar), 3 etapas o más

No resulta siempre económico, pero también pueden utilizarse compresores:

De 1 etapa, hasta 1.200 kPa (12 bar)

De 2 etapas, hasta 3.000kPa (30 bar)

De 3 etapas, hasta 22.000kPa (220 bar).<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Apuntes de Neumática Festo pdf, pag 1.

<sup>5</sup> www.monografias.com/neumática,genair, pag 2.

### 1.2.3.2.3 *Compresor de émbolo rotativo*

Como se muestra en la figura 5, en este tipo de compresor, el aire es comprimido por la reducción continua del volumen de una cámara hermética mediante un émbolo de movimiento rotatorio.

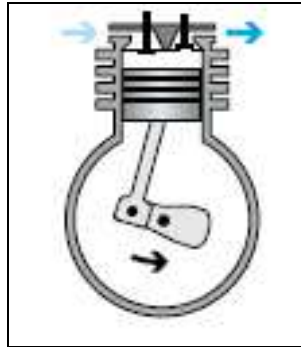


Figura 5. Compresor de émbolo rotativo.

### 1.2.3.2.4 *Compresor de membrana o diafragma*

En la figura 6, se ve como este compresor a través de un motor se produce el movimiento del conjunto biela – pistón, mismo que somete a la membrana que separa el émbolo de la cámara de trabajo a un vaivén de desplazamientos cortos e intermitentes desarrollando la aspiración y compresión del aire.

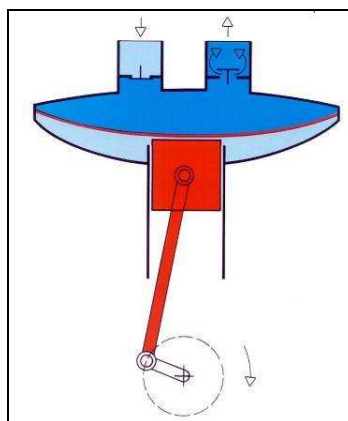


Figura 6. Compresor de membrana.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 1.

En el compresor de membrana el aire no entra en contacto con las piezas móviles, por tanto, el aire comprimido estará exento de aceite, siendo de gran aplicación en la industria alimenticia, farmacéutica, química y especialmente en hospitales.

#### 1.2.3.2.5 *Compresor rotativo multicelular*

Las ventajas de este compresor radican en sus pequeñas dimensiones, caudal prácticamente uniforme, funcionamiento silencioso y generan grandes cantidades de aire pero con residuos de aceite capaces de lubricar las válvulas y elementos de control y potencia.

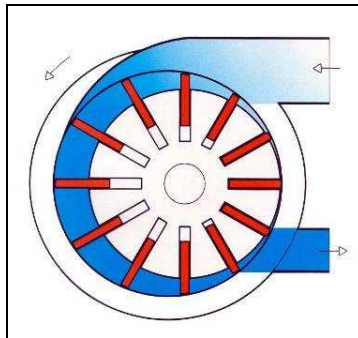


Figura 7. Compresor rotativo multicelular.<sup>7</sup>

Como se muestra en la figura 7, un rotor provisto de aletas que se deslizan en el interior de las ranuras, forman las células con la pared del cárter que gira en su interior, estas aletas son oprimidas por la fuerza centrífuga contra la pared del cárter provocando que el volumen de las células varíe constantemente.

#### 1.2.3.2.6 *Compresor de tornillo helicoidal de dos ejes*

Como se muestra en la figura 8, los tornillos del tipo helicoidal engranan con sus perfiles cóncavo y convexo logrando reducir el espacio donde se encuentra el aire, esta situación genera un aumento de la presión interna.

<sup>7</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 2.

En este tipo de compresor, el aire comprimido es expulsado por la rotación y el sentido de las hélices.

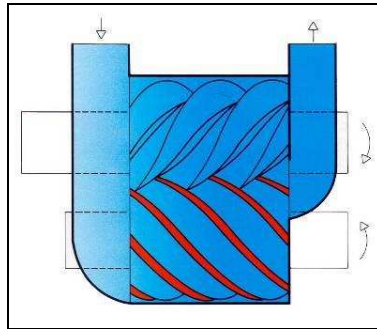


Figura 8. Compresor de tornillo helicoidal. <sup>8</sup>

#### 1.2.3.2.7 *Compresor roots*

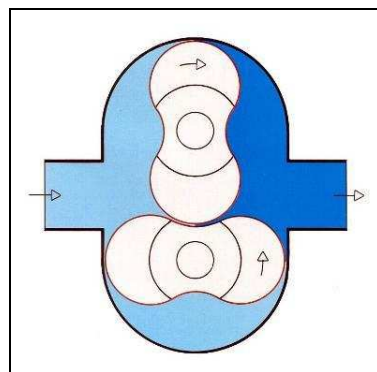


Figura 9. Compresor roots. <sup>9</sup>

En este caso, como se muestra en la figura 9, la compresión no se realiza por reducción del volumen donde se contiene el aire, sino, el aire es llevado de un lado a otro. Este tipo de compresores pueden proporcionar un gran caudal.

#### 1.2.3.2.8 *Compresor axial*

El compresor axial forma parte del grupo de los turbocompresores. En la figura 10, la compresión se logra por aumento de la energía cinética del aire mediante la rotación de una o varias ruedas de turbina que acelera al aire en sentido axial

<sup>8,9</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 2.

de flujo. Esta energía cinética se convierte en una energía elástica de compresión.

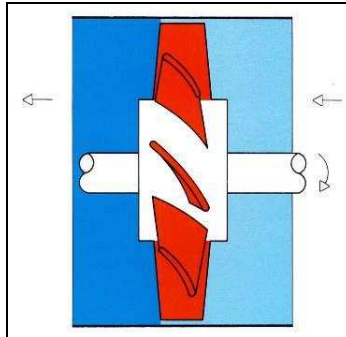


Figura 10. Compresor axial. <sup>10</sup>

#### 1.2.3.2.9 *Compresor radial*

En este tipo de compresor al igual que el axial forman parte de los turbocompresores y la compresión se logra también por aumento de la energía cinética del aire, con la diferencia como se muestra en la figura 11, de que en este caso el fluido es impulsado una o más veces en el sentido radial dependiendo de las etapas del compresor; con la aceleración progresiva de cámara a cámara en sentido radial hacia afuera se logra obtener flujo uniforme y grandes caudales pero bajas presiones.

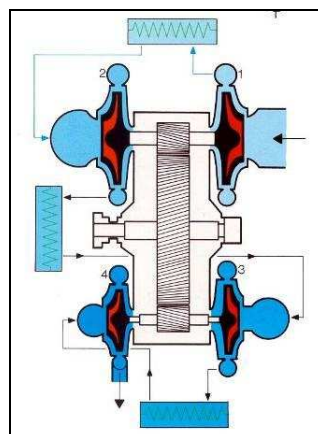


Figura 11. Compresor radial. <sup>11</sup>

<sup>10, 11</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 3.

#### 1.2.4 TRATAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO

Es muy importante la calidad del aire comprimido en las instalaciones neumáticas, para ello debe ser preparado antes de su utilización, ya que la pureza desempeña un papel primordial. Eliminar impurezas y humedad evita el desgaste prematuro de los componentes neumáticos, proporcionándoles una larga duración e impidiendo la oxidación en las tuberías.

Con el fin de evitar este tipo de problemas se realizan tratamientos al aire comprimido que consisten en eliminar la humedad, separando el agua condensada del aire, para luego secarlo, filtrarlo, refrigerarlo y regularlo, en lugares específicos como son:

- A la salida del compresor.

Aquí es importante colocar postenfriadores para que el aire comprimido tenga una facilidad en la transportación y distribución pudiendo ser estos: agua-aire o aire-aire.

- A la salida del depósito.

En este lugar, se utilizan secadores para obtener una calidad óptima del aire comprimido y poder utilizarlo en los diferentes circuitos neumáticos; el secado puede realizarse por: frigoríficos, absorción, adsorción. También se suele utilizar separadores centrífugos a la salida de un depósito para retener residuos o partículas que deterioran los elementos neumáticos.

- En los puntos de utilización.

Es necesario proteger cada punto de alimentación del aire comprimido mediante la unidad de mantenimiento neumático FRL (filtro, regulador y lubricante).

### 1.2.4.1 Impurezas

Las impurezas se encuentran en el aire comprimido en forma de partículas de suciedad u óxido, residuos de aceite lubricante y humedad, ellas son las causantes de averías en los sistemas neumáticos y la destrucción de los elementos neumáticos.

#### 1.2.4.1.1 *Humedad*

Es la cantidad de vapor de agua en el aire a una determinada temperatura. La humedad que exista en el aire comprimido depende de la humedad relativa del aire, que a su vez, depende de la temperatura del aire y de las condiciones climatológicas.

##### 1.2.4.1.1.1 *Humedad Absoluta*

La humedad absoluta es la cantidad de agua contenida en un m<sup>3</sup> de aire.

##### 1.2.4.1.1.2 *Humedad Relativa*

La humedad relativa es la cantidad de agua que un m<sup>3</sup> de aire puede admitir a una determinada presión y temperatura.

##### 1.2.4.1.1.3 *Punto de saturación*

Es la cantidad de vapor de agua que un m<sup>3</sup> de aire puede admitir a una determinada temperatura.

Para conocer la humedad que existe en el aire a una determinada temperatura, se utiliza el denominado Punto de Rocío; este punto se encuentra en la Curva del

Punto de Rocío de la figura 12. En esta curva se observa que cuando la temperatura aumenta, el aire es capaz de retener más agua en suspensión.

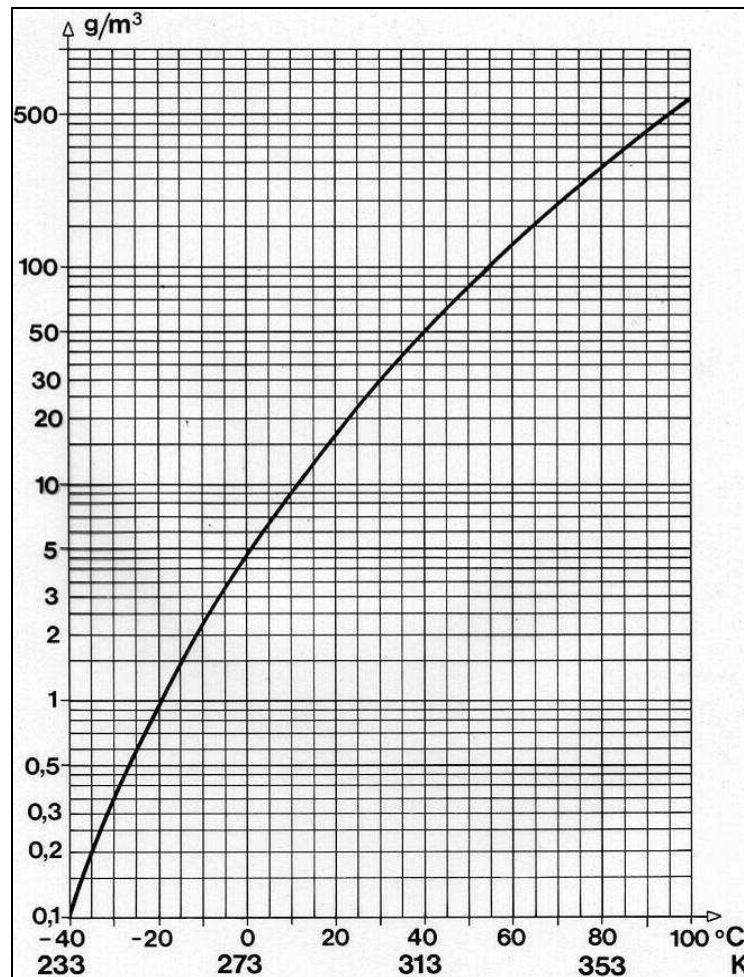


Figura 12. Curva del Punto de Rocío. <sup>12</sup>

#### 1.2.4.1.2 Partículas sólidas

Las partículas sólidas dentro de una instalación neumática como residuos de óxido, polvo, sales, provocan un mal funcionamiento de los elementos dentro de un sistema neumático desgastándolos y obstruyéndolos. Por esta razón el aire debe ser filtrado.

<sup>12</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 3.



#### 1.2.4.1.3 *Residuos de aceite*

El aceite proveniente de la lubricación de los compresores genera acumulaciones gomosas que dificultan la circulación efectiva del aire comprimido.

### 1.2.4.2 **Secado**

#### 1.2.4.2.1 *Secado por Sobre compresión*

Consiste en comprimir el aire a una presión mayor que la de trabajo, hasta que la presión parcial del vapor de agua exceda su presión de saturación y se condense parte del vapor de agua existente, este método es simple y no necesita de aparatos y equipos especiales; tienen por desventaja que la potencia consumida es alta y no efectiva cuando se producen incrementos de temperatura, por eso se la utiliza para pequeñas capacidades

#### 1.2.4.2.2 *Secado por Enfriamiento*

Los secadores de aire comprimido por enfriamiento se basan en el principio de una reducción de la temperatura del punto de rocío, se entiende por temperatura del punto de rocío aquella a la que hay que enfriar un gas, al objeto de que se condense el vapor de agua contenido. Como se muestra en la figura 13., el aire comprimido a secar entra en el secador pasando primero por el llamado intercambiador de calor de aire-aire.

El aire caliente que entra en el secador se enfría mediante aire seco y frío proveniente del intercambiador de calor (vaporizador). El condensado de aceite y agua se evacua del intercambiador de calor, a través del separador. Este aire pre enfriado pasa por el grupo frigorífico (vaporizador) y se enfría más hasta una

temperatura de unos 274,7 K (1,7 °C). En este proceso se elimina por segunda vez el agua y aceite condensados.

Seguidamente se puede hacer pasar el aire comprimido por un filtro fino, al objeto de eliminar nuevamente partículas de suciedad.<sup>13</sup>

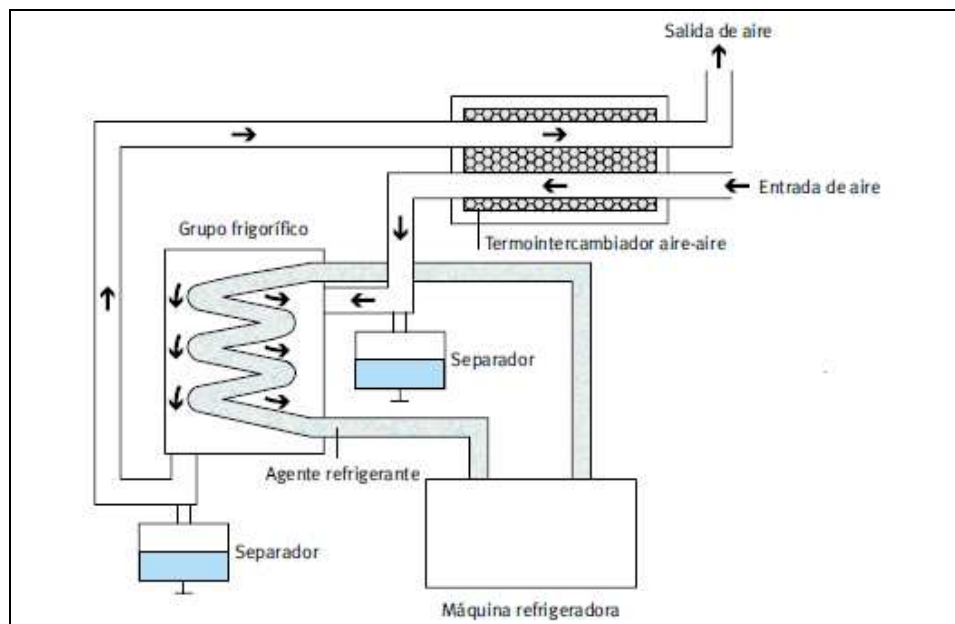


Figura 13. Secado por enfriamiento.<sup>14</sup>

#### 1.2.4.2.3 *Secado por Absorción*

El secado por absorción es un procedimiento puramente químico. Como se muestra en la figura 14, el aire comprimido pasa a través de un lecho de sustancias secantes. En cuanto el agua o vapor de agua entra en contacto con dicha sustancia, se combina químicamente con ésta y se desprende como mezcla de agua y sustancia secante.

Esta mezcla tiene que ser eliminada regularmente del absorbedor. Ello se puede realizar manual o automáticamente.

<sup>13</sup> Folleto de Neumática, Instituto de Tecnología Industrial, pag 39.

<sup>14</sup> Festo Didactic, pag 53.

Al mismo tiempo, en el secador por absorción se separan vapores y partículas de aceite. No obstante, las cantidades de aceite, si son grandes, influyen en el funcionamiento del secador. Por esto conviene montar un filtro fino delante de éste.<sup>15</sup>

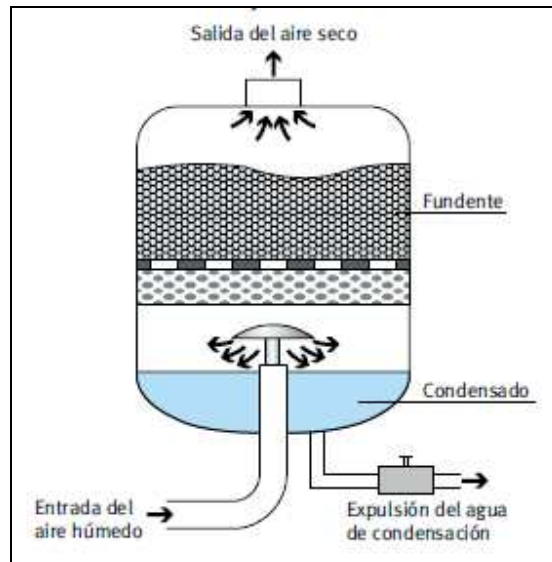


Figura 14. Secado por absorción.<sup>16</sup>

#### 1.2.4.2.4 Secado por Adsorción

El principio de este secado se basa en un proceso físico, (Adsorber: Depósito de sustancias sobre la superficie de cuerpos sólidos), este tipo de secado se puede observar en la figura 15.

El material de secado que se encuentra en los adsorbedores es granuloso con cantos vivos o en forma de perlas compuesto de casi un 100% de dióxido de silicio, en general a este material se le da el nombre de gel. La misión del gel consiste en adsorber el agua y el vapor de agua del aire comprimido húmedo.

La capacidad adsorbente de un lecho de gel es naturalmente limitada. Si está saturado, se regenera de forma simple, esto se da a través del secador formado

<sup>15</sup> Folleto de Neumática, Instituto de Tecnología Industrial, pag 55.

<sup>16</sup> Festo Didactic, pag 57.

por un ventilador y un calefactor, este conjunto sopla aire caliente que absorbe la humedad del material de secado. El calor necesario para la regeneración puede aplicarse por medio de corriente eléctrica o también con aire comprimido caliente.

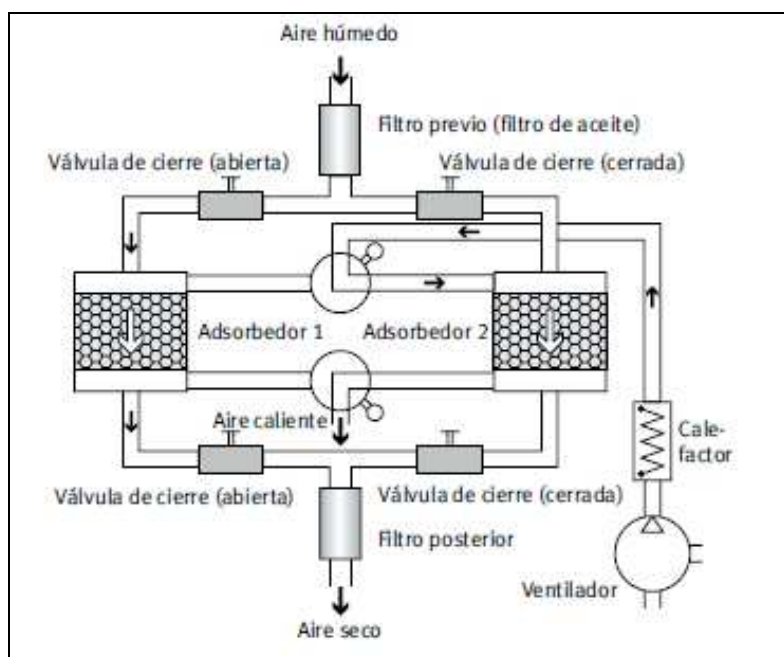


Figura 15. Secado por adsorción. <sup>17</sup>

#### 1.2.4.3 Unidad de mantenimiento neumático FRL

El aire comprimido antes de ser utilizado en cualquier herramienta o equipo neumático deberá sufrir un acondicionamiento final, el cual se logra utilizando la unidad FRL (Filtro, Regulador, Lubricador), con esto se logra una duración prolongada y funcionamiento regular de un componente neumático.

Deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- a) El caudal total de aire en  $\text{m}^3/\text{h}$  es decisivo para la elección del tamaño de unidad. Si el caudal es demasiado grande, se produce en las unidades

<sup>17</sup> Festo Didactic, pag 37.

una caída de presión demasiado grande. Por eso, es imprescindible respetar los valores indicados por el fabricante.

- b) La presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad, y la temperatura no deberá ser tampoco superior a 50° C (valores máximos para recipiente de plástico).

#### 1.2.4.3.1 *Filtro*

El filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante todas las impurezas y el agua condensada en el último tramo antes de llegar al punto de utilización.

Como se muestra en la figura 16, el aire es conducido por una guía que la imprime un rápido movimiento circular, con lo cual las partículas más pesadas y las gotas de agua son proyectadas hacia fuera, a la pared de la cubeta del filtro, donde se precipitan.

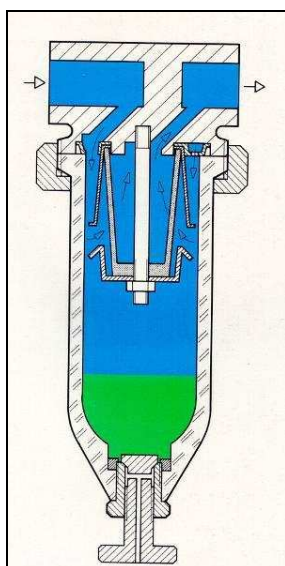


Figura 16. Filtro. <sup>18</sup>

<sup>18</sup> Festo Didactic, pag 57.

El condensado se recoge en la parte inferior y debe ser evacuado a través del tornillo de purga, cuando se haya alcanzado la cota del nivel máximo; las partículas más finas son retenidas por el cartucho filtrante, el cual debe limpiarse o sustituirse periódicamente.

#### 1.2.4.3.2 *Regulador*

El regulador de presión se utiliza para mantener constante una presión de trabajo, compensar automáticamente el volumen de aire requerido por los equipos neumáticos y servir a la vez de válvula de seguridad. En la figura 17, se puede observar que al aire comprimido que llega con una presión  $P1a$  la entrada del regulador, se la puede modificar mediante un tornillo regulador, y así obtener una presión  $P2$  ajustada a las necesidades de cualquier circuito neumático.

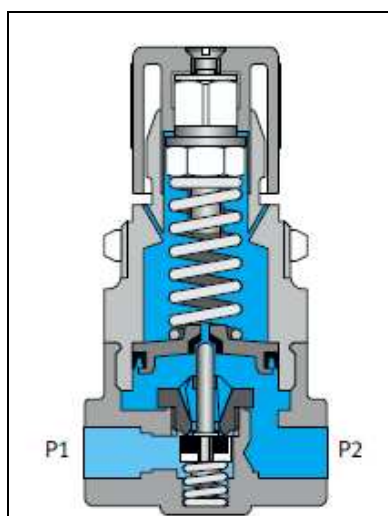


Figura 17. Regulador de presión. <sup>19</sup>

#### 1.2.4.3.3 *Lubricador*

El lubricador tiene la misión de lubricar 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.

---

<sup>19</sup> Festo Didactic, pag 59.

Los lubricadores trabajan generalmente según el principio "Venturi". 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.

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.<sup>20</sup>

Como se muestra en la figura 18, el aire atraviesa el lubricador, y una parte se conduce a través de una tobera. La caída de presión hace que, a través de un tubo de subida, se aspire aceite del depósito. En la tobera de aspiración el aire circulante arrastra las gotas de aceite pulverizándolas.

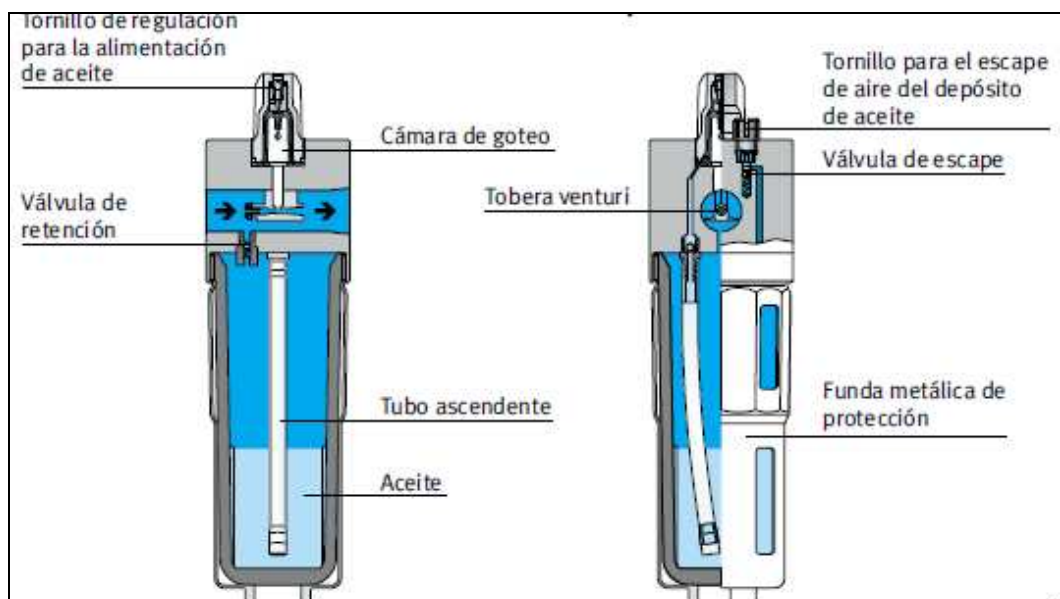


Figura 18. Lubricador.<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Folleto Neumática, Instituto de Tecnología Industrial, pag 45.

<sup>21</sup> Festo Didactic, pag 61.

#### *1.2.4.3.4 Propiedades del aire comprimido, condiciones.*

Para la correcta utilización del aire comprimido, este debe cumplir las siguientes condiciones:

- Limpio, de modo que no existan incrustaciones en los elementos y la tubería.
- El ambiente controlado, de modo que la aspiración que realiza el compresor tenga una estabilidad en cuanto al trabajo que realizara el grupo de tratamiento del aire FRL.
- Las cantidades de aceite lubricante que deberán existir en el aire deben ser controladas y tratadas.
- Regularizar las distancias que debe recorrer el aire comprimido de modo que se mantenga el estado del aire tratado.

### **1.2.5 CANALIZACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO**

La distribución o canalización del aire comprimido que es abastecido por un compresor, se lo realiza a través de una red de tuberías.

#### **1.2.5.1 Tuberías**

Las tuberías proveen a cada máquina y mecanismo neumático la cantidad necesaria de aire comprimido para su funcionamiento.

Los materiales de las tuberías deben presentar características adecuadas a su utilización, deben ser resistentes a la corrosión, de fácil desarmado, y económicas. Por lo general son de cobre (Tubo de acero negro), de latón (Tubo de acero galvanizado), acero fino (Plástico), pero además existen los tubos



flexibles de goma para empalmes en casos que se requiera de flexibilidad en la tubería y que por esfuerzos mecánicos no sea posible instalar tuberías de plástico. En la actualidad se utilizan las tuberías de polietileno y poliamida para unir equipos de maquinaria, con el uso de racores rápidos se pueden tender de forma rápida, sencilla y económica.

El diámetro de las tuberías se debe elegir en base a parámetros como el caudal, la longitud de las tuberías, la pérdida de presión, la presión de servicio, la cantidad de estrangulamientos en la red, etc.

En la práctica se puede encontrar el diámetro de la tubería de una forma rápida y sencilla, utilizando los valores reunidos con la experiencia de los datos antes mencionados, visibles en la figura 19.

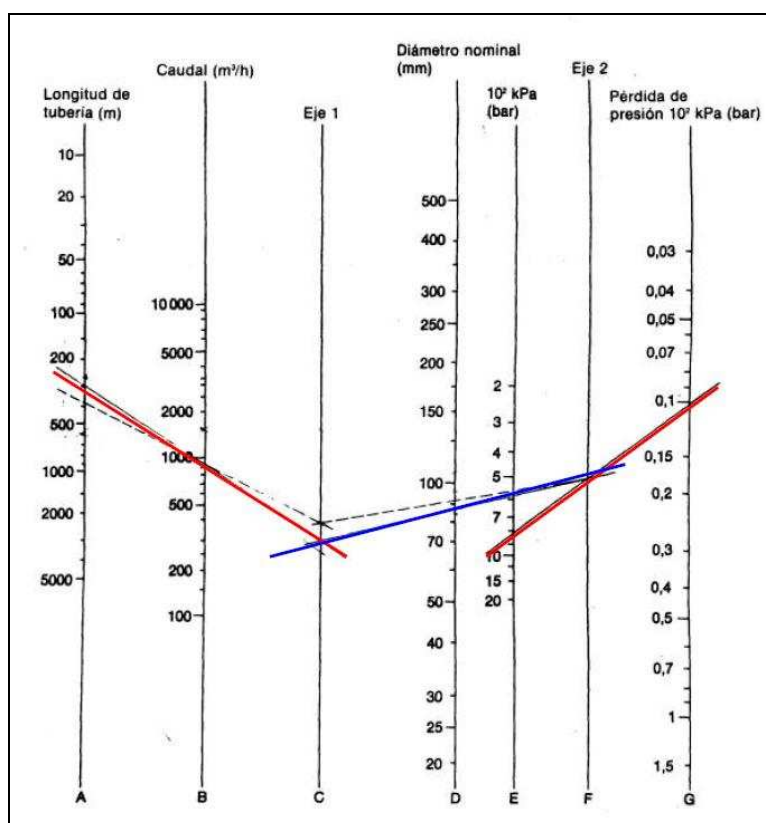


Figura 19. Nomograma para encontrar el diámetro de la tubería.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> [www.monografias.com/neumática,genair](http://www.monografias.com/neumática,genair). pag 3.

## 1.3 NEUMÁTICA

Neumática proviene del término griego “PNEUMA”, que significa soplo, viento. Por tanto, la Neumática es la ciencia que trata las propiedades, movimientos y procesos del aire.

### 1.3.1 ENERGÍA NEUMÁTICA

Este tipo de energía se basa en el comportamiento del aire comprimido mediante la presión y sus efectos mecánicos.

Las magnitudes y unidades básicas de la energía neumática son:

Presión.

Es la cantidad de fuerza que se ejerce en una superficie.

Se mide en: Pascales (SI), bar (=105 Pa), en atmósferas (=101.300 Pa), mm de Hg (=760 Pa).

Caudal.

El caudal de un fluido es el volumen de éste que fluye a través de una sección de un conductor en la unidad de tiempo.

Se mide en:  $m^3/s$ , L/min, L/s,  $m^3/min$ ,  $m^3/h$ .

### 1.3.2 POTENCIA NEUMÁTICA

El sistema de transmisión de energía Neumática es un sistema en el cual, a través del aire comprimido se genera, transmite y controla la potencia. Se divide en tres grupos visibles en el diagrama de la figura 20.

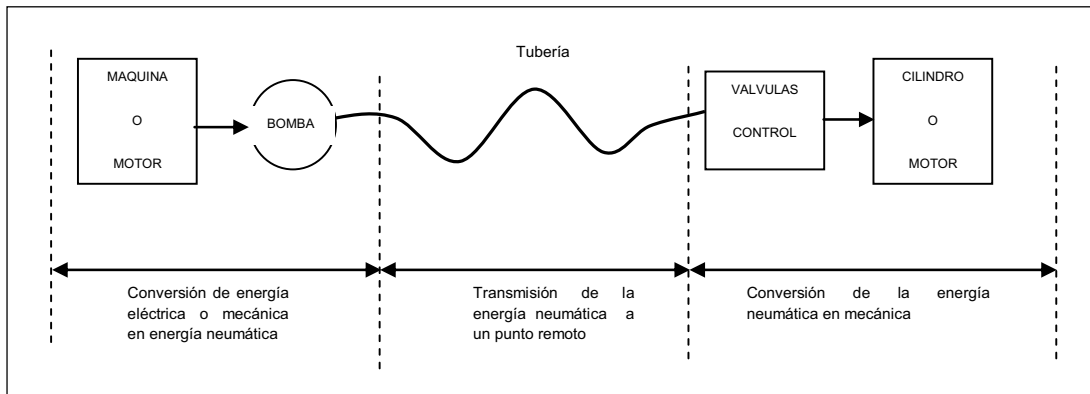


Figura 20. Diagrama sistema de transmisión de energía neumática.

## CAPÍTULO II

### 2. ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS

#### 2.1 CILINDROS NEUMÁTICOS

Son elementos neumáticos de trabajo donde la energía del aire comprimido se transforma en un movimiento lineal de vaivén. Como se muestra en la figura 21, este consta de un tubo que está cerrado por los extremos y en cuyo interior se desliza un émbolo con un vástago que atraviesa uno de los fondos. Dispone de aberturas por donde entra y sale el aire.

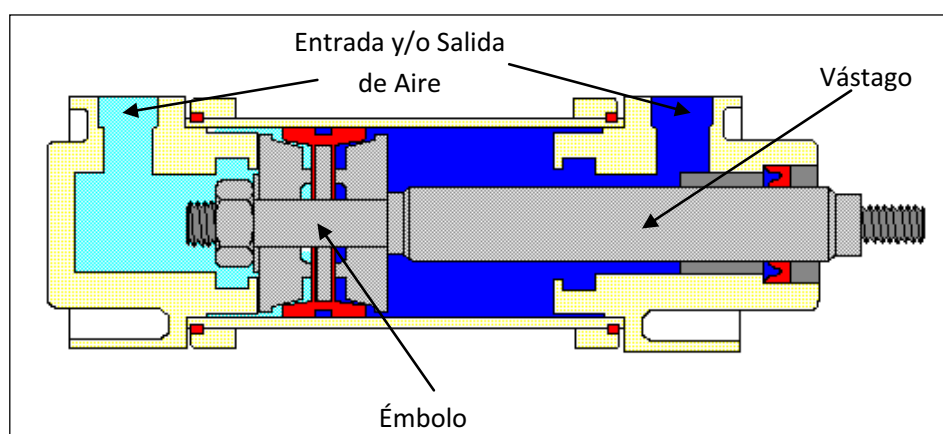


Figura 21. Cilindro neumático. <sup>23</sup>

##### 2.1.1 CARACTERÍSTICAS

La capacidad de trabajo de un cilindro viene determinada por dos características:

- Carrera.

Es el desplazamiento que efectúa el émbolo en el interior del cilindro y depende de la longitud de desplazamiento del vástago.

<sup>23</sup> www.euskalnet.net

- Diámetro.

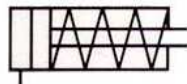
Está determinado por la superficie del émbolo.

## 2.1.2 TIPOS DE CILINDROS

Podemos encontrar una variedad de cilindros neumáticos, que pueden realizar varias actividades dentro de la industria, facilitando los trabajos y reduciendo el tiempo de ejecución de los mismos.

### 2.1.2.1 Cilindro de simple efecto

Se representa por:



En este tipo de cilindros el desplazamiento del émbolo se da solamente en el sentido de carrera de avance, el retroceso se consigue mediante una fuerza externa que generalmente es un resorte como se muestra en la figura 22.

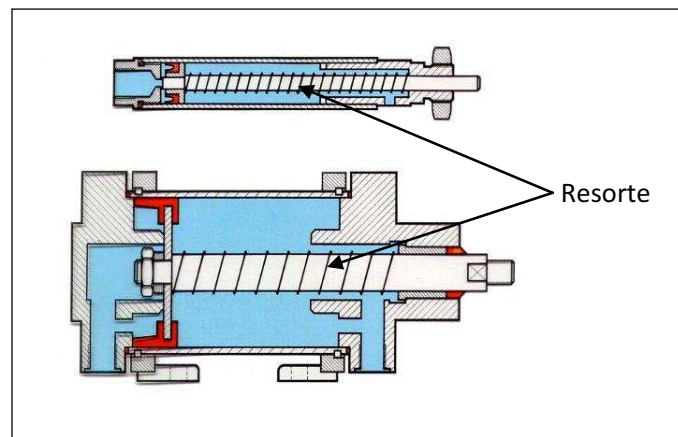


Figura 22. Cilindros de simple efecto. <sup>24</sup>

Estos cilindros realizan trabajos en un solo sentido ya que solo tienen una conexión de aire comprimido, en cuanto falla la energía este deja de funcionar

<sup>24</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 27.

dando un frenado instantáneo, por esto se lo aplica en frenos de camiones y trenes.

### 2.1.2.2 Cilindro de simple efecto de membrana

En estos cilindros, como se muestra en la figura 23, una membrana de goma, plástico o metal desempeña las funciones de émbolo; la placa de sujeción asume la función del vástago y está unida a la membrana. La carrera de retroceso se realiza por tensión interna de la membrana.

Con cilindros de membrana sólo pueden efectuarse carreras muy cortas.

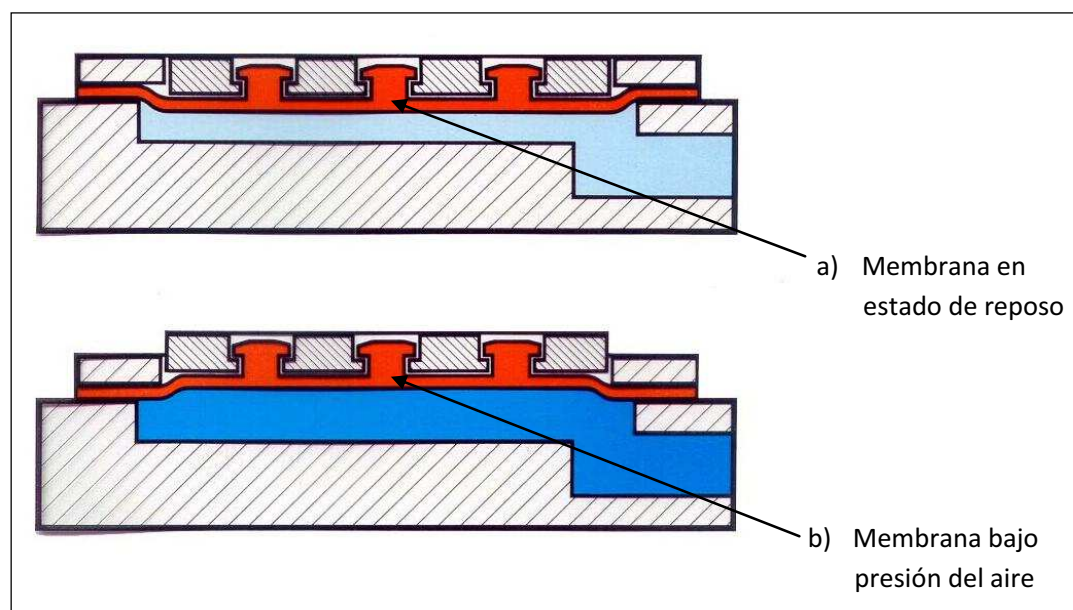
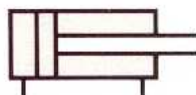


Figura 23. Cilindros de simple efecto de membrana. <sup>25</sup>

### 2.1.2.3 Cilindro de doble efecto

Se representa por:



<sup>25</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 9.

Como se muestra en la figura 24, en los cilindros de doble efecto, el desplazamiento del émbolo se realiza en dos sentidos, tanto en la carrera de avance como en la carrera de retroceso, por lo que no necesitan de resortes u otro tipo de fuerzas externas para su funcionamiento. Tienen orificios de alimentación en cada una de las dos cámaras.

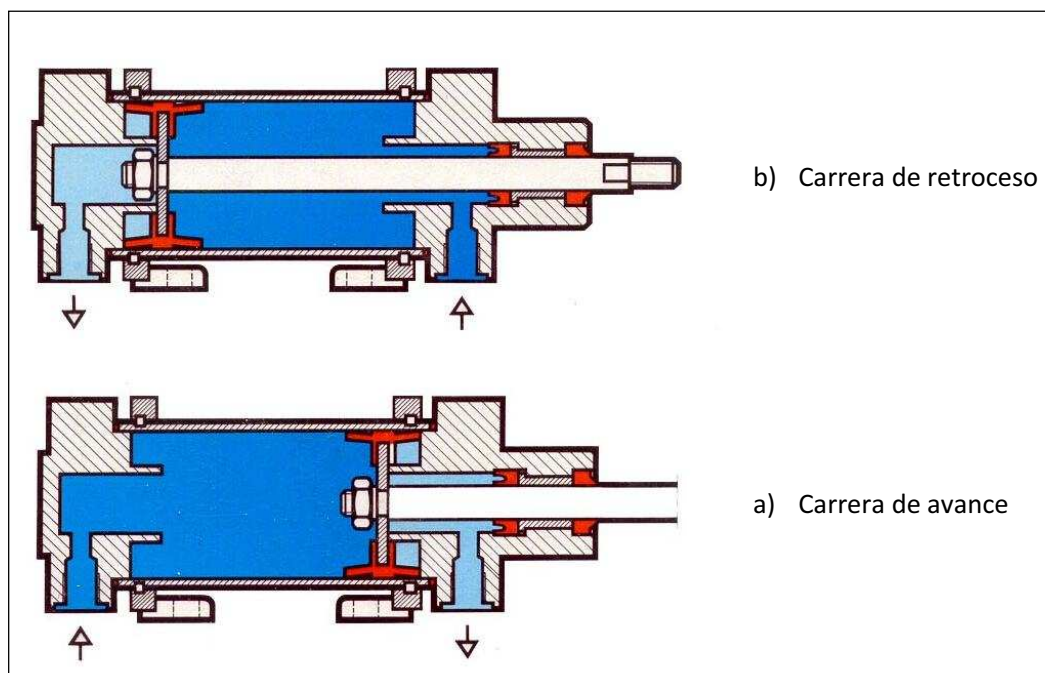


Figura 24. Cilindro de doble efecto. <sup>26</sup>

Existen cilindros de doble efecto con ejecuciones especial como los cilindros de doble vástago, tándem, multiposicional, de impacto, de cable de giro, mismos que dependiendo de sus características resultan muy útiles en la práctica.

#### 2.1.2.3.1 Cilindro de doble vástago

Se representa por:



<sup>26</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 10.

Como se muestra en la figura 25, los cilindros de doble vástago tienen el recorrido del vástago hacia ambos lados, dispone de dos cojinetes con distancia constante que absorben las pequeñas cargas laterales.

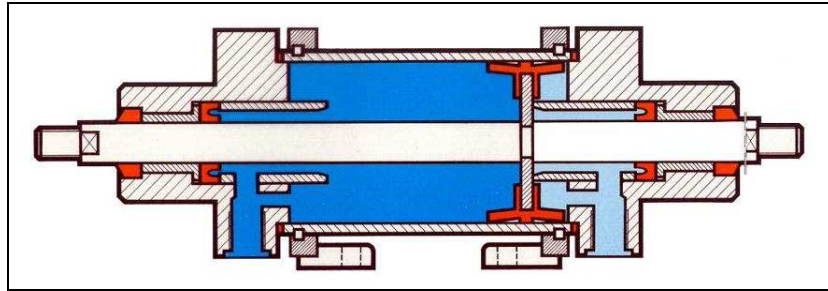
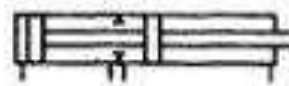


Figura 25. Cilindro de doble vástago. <sup>27</sup>

#### 2.1.2.3.2 *Cilindro tándem*

Se representa por:



En el cilindro tándem como se muestra en la figura 26, existen dos cilindros de doble efecto formando una unidad, al aplicar presión simultáneamente sobre los dos émbolos se obtiene en el vástago una gran fuerza (casi el doble de la de un cilindro normal).

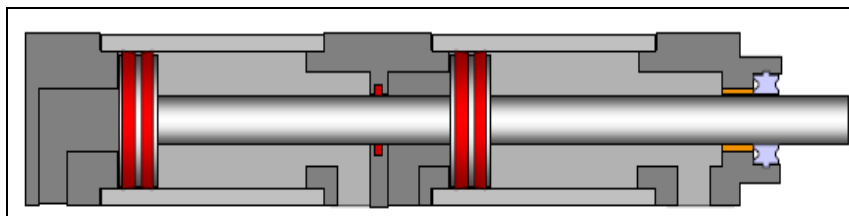


Figura 26. Cilindro de tándem. <sup>28</sup>

<sup>27</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 10.

<sup>28</sup> cim\_neumat.pdf, pag 27.



### 2.1.2.3.3 *Cilindro multiposicional*

El cilindro multiposicional está formado por dos o más cilindros de doble efecto acoplados como se muestra en la figura 27, de tal manera que al aplicar presión, actúa uno u otro cilindro obteniendo varias posiciones.

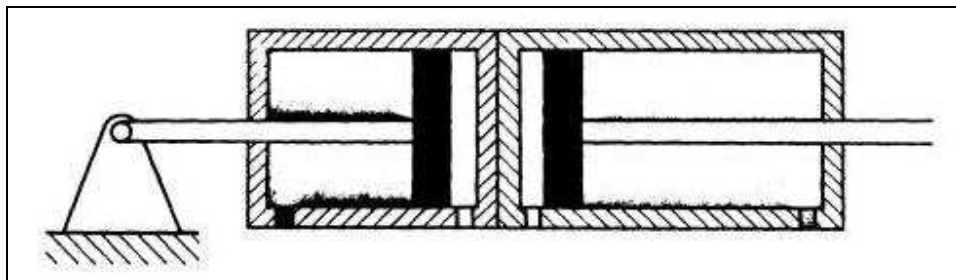


Figura 27. Cilindro multiposicional

### 2.1.2.3.4 *Cilindro de impacto*

Como se muestra en la figura 28, el cilindro de impacto es conveniente para obtener energía cinética de gran valor.

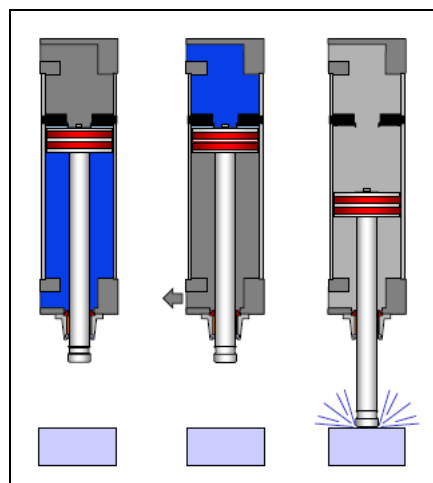


Figura 28. Cilindro de impacto.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> cim\_neumat.pdf, pag. 29

### 2.1.2.3.5 Cilindro de cable

El cilindro de cable es un cilindro de doble efecto cuya característica principal es la existencia de un cable en los extremos, como se observa en la figura 29. Este cilindro es guiado por medio de poleas que están fijadas en ambos lados del émbolo.

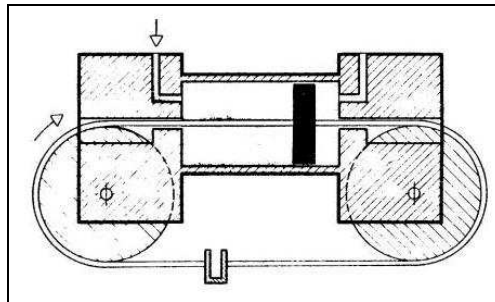
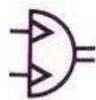


Figura 29. Cilindro de cable.

### 2.1.2.3.6 Cilindro de giro

Se representa por:



En el cilindro de giro, como se observa en la figura 30, el vástago es una cremallera que acciona un piñón y transforma el movimiento lineal, en un movimiento giratorio hacia la izquierda o hacia la derecha, según el sentido del émbolo.

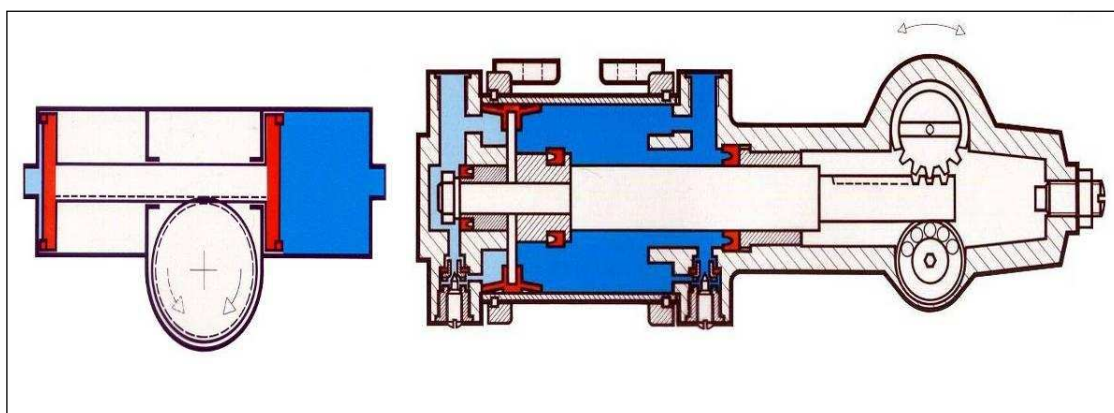


Figura 30. Cilindros de giro.<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 12.

## **2.2 VÁLVULAS NEUMÁTICAS**

Las válvulas son elementos de señalización y de mando que modulan las fases de trabajo de los elementos neumáticos. Son las encargadas de interrumpir o permitir el paso y dar la dirección al aire comprimido, distribuyendo el fluido, controlando la presión y el caudal.

### **2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS NEUMÁTICAS**

Para identificar y representar un tipo de válvula debemos tomar en cuenta tres características:

En primer lugar el tipo de válvula, que viene dado por dos cifras, la primera indica el número de orificios o vías y la segunda el número de posiciones de trabajo.

En segundo lugar el sentido de circulación del aire, indicado mediante flechas en el interior del cuadro de representación de la válvula.

Por último las conexiones, estas se indican de forma distinta según se trate de una fuente de aire comprimido o salida libre.

### **2.2.2 TIPOS DE VÁLVULAS**

Según su función las válvulas se dividen en 5 grupos:

- Válvulas de vías o distribuidoras
- Válvulas de bloqueo
- Válvulas de presión
- Válvulas de caudal
- Válvulas de cierre <sup>31</sup>

---

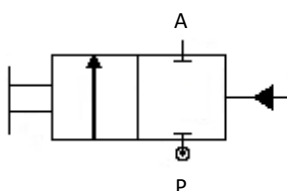
<sup>31</sup> www.sapiensman.com

### 2.2.2.1 Válvulas distribuidoras

Son las encargadas de controlar el camino que ha de tomar el aire comprimido, por medio de sus orificios o vías. En especial tienen el objetivo de poner en marcha o paro a los sistemas neumáticos. Pueden ser de dos, tres, cuatro y cinco vías dependiendo del trabajo a realizar.

#### 2.2.2.1.1 Válvula 2/2

Se representa por:



Es la válvula más elemental, dispone de dos orificios o vías para el aire y de dos posiciones de control o de trabajo.

Como se observa en la figura 31, en reposo, la entrada por un orificio está cerrada, al presionar el vástago ambos orificios se comunican, pero al ceder la presión el aire obliga a ascender al vástago y la válvula queda cerrada.

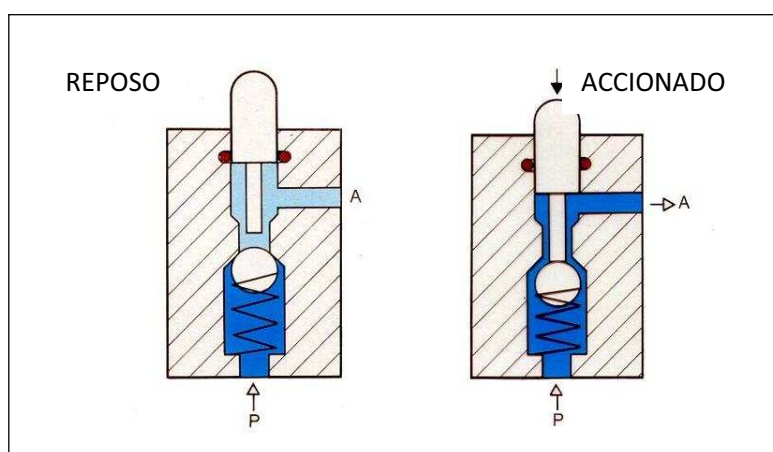
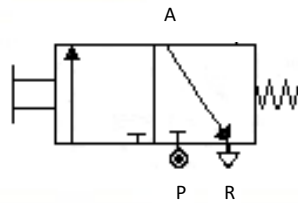


Figura 31. Válvula 2/2 <sup>32</sup>

<sup>32</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 14.

### 2.2.2.1.2 Válvula 3/2

Se representa por:



Esta válvula dispone de tres orificios o vías y de dos posiciones de control.

Como se observa en la figura 32, en reposo, los orificios A y R se conectan, mientras que el orificio P queda bloqueado. Al presionar el vástago los orificios P y A se comunican y el R se bloquea. Al cesar la presión vuelven a comunicarse los orificios A y R y a bloquearse el orificio P.

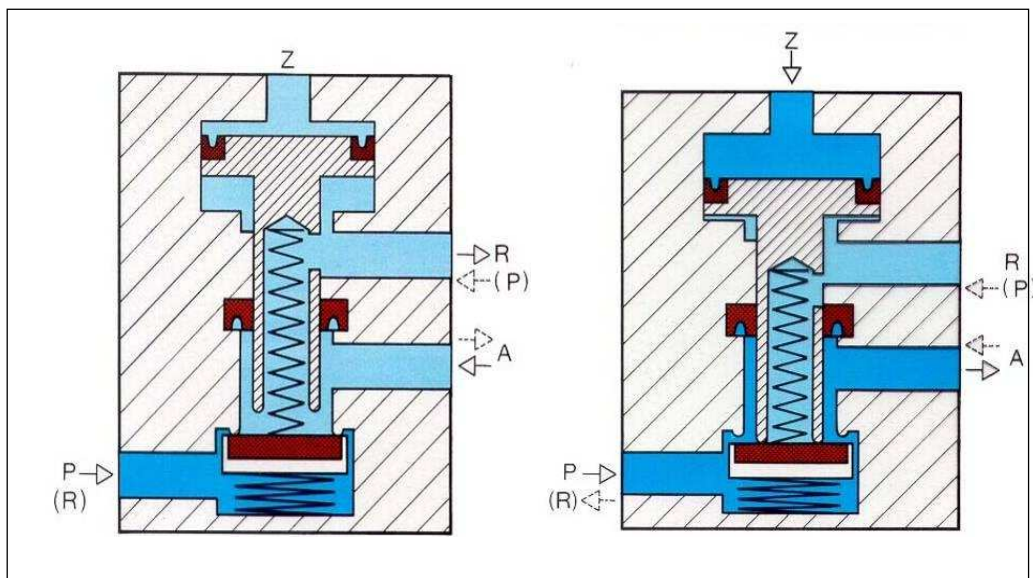
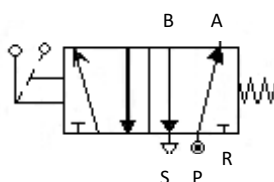


Figura 32. Válvula 3/2. <sup>33</sup>

### 2.2.2.1.3 Válvula 5/2

Se representa por:



<sup>33</sup> Apuntes de Neumática Festo.

La válvula 5/2 dispone de cinco orificios o vías y de dos posiciones de control.

Como se observa en la figura 33, en reposo los orificios P y A están conectados, al igual que los orificios B y S, el orificio R queda bloqueado. Al presionar el vástago se conectan el orificio P con el orificio B y el A con el orificio R, quedando el orificio S bloqueado. Al dejar de presionar se retorna a la posición de reposo.

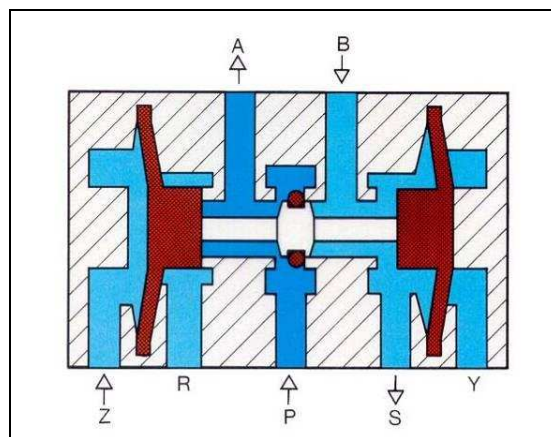


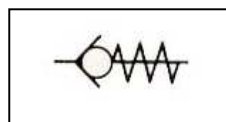
Figura 33. Válvula 5/2. <sup>34</sup>

### 2.2.2.2 Válvulas de bloqueo

Su función es bloquear el paso del aire preferentemente en un sentido y permitir únicamente en el otro. Existen varias válvulas de bloqueo, como:

#### 2.2.2.2.1 Válvula anti retorno

Se representa por:



<sup>34</sup> Apuntes de Neumática Festo.

Como se observa en la figura 34, las válvulas de bloqueo anti retorno permiten el libre paso del aire únicamente en una dirección, y lo obstruyen en la dirección contraria si la presión contra el efecto del resorte llega a ser mayor que su fuerza antagonista.

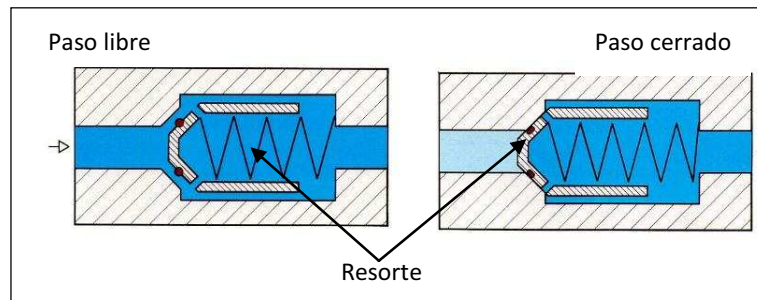
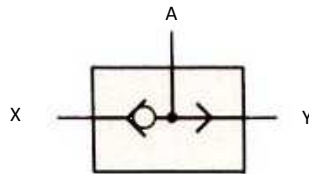


Figura 34. Válvula anti retorno <sup>35</sup>

#### 2.2.2.2.2 Válvula selectora

Se representa por:



En la figura 35, esta válvula deja fluir el aire comprimido desde los orificios X o Y hasta A, moviendo la bola a la salida del orificio situado enfrente.

Su aplicación es para el mando a distancia de elementos neumáticos desde dos puntos diferentes (función “disyunción”, o función “O”).

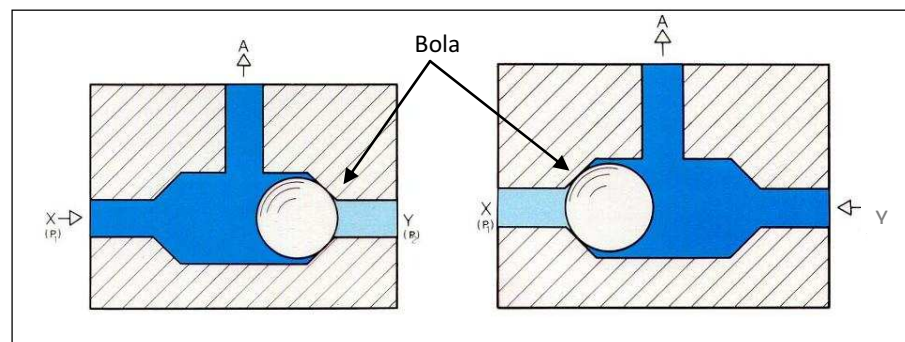


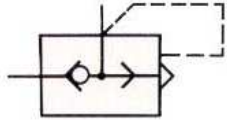
Figura 35. Válvula selectora. <sup>36</sup>

<sup>35</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 21.

<sup>36</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 22.

### 2.2.2.2.3 Válvula de escape rápido

Se representa por:



Estas válvulas sirven para la rápida purga de cilindros y conductos sobre todo en cilindros de gran volumen, la velocidad del embolo puede ser aumentada de manera apreciable.

Como se observa en la figura 36, la junta del labio cierra el orificio A cuando el aire fluye de P hacia A abriéndose al lado de estanqueidad. Al purgar el aire, descende la presión en P, el aire comprimido de A impulsa la junta hasta P, fluyendo todo el aire directamente por P hacia la atmósfera.

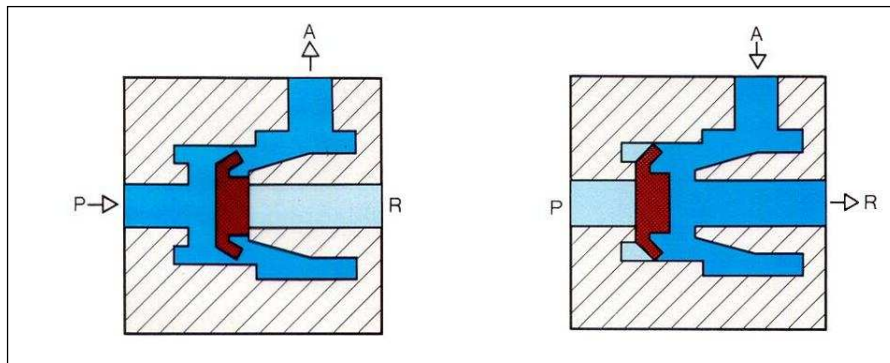


Figura 36. Válvula de escape rápido.<sup>37</sup>

### 2.2.2.2.4 Válvula de estrangulamiento con anti retorno.

Se representa por:



Estas válvulas con anti-retorno y estrangulación regulable franquean el aire comprimido solo en una dirección.

<sup>37</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 22.



Como se observa en la figura 37, la sección transversal de paso puede variar de cero hasta el diámetro nominal de la válvula. En dirección contraria la membrana se levanta de su asiento y el aire comprimido tiene paso libre.

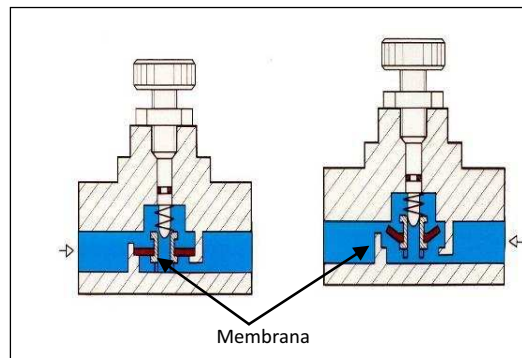


Figura 37. Válvula de estrangulamiento con anti retorno.<sup>38</sup>

### 2.2.2.3 Válvulas de presión

Estas válvulas influyen principalmente sobre la presión, como se muestra en la figura 38., tiene la misión de mantener constante la presión de trabajo, a través de la perilla regulable, es decir, de transmitir la presión ajustada  $P_2$  en el manómetro sin variación a los elementos de trabajo o servo elementos, aunque se produzcan fluctuaciones en la presión de la red en  $P_1$ .

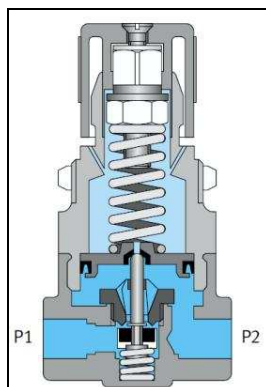


Figura 38. Válvula de presión.<sup>39</sup>

<sup>38</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag 23.

<sup>39</sup> Apuntes de Neumática Festo.

#### 2.2.2.4 Válvulas de caudal

La misión de las válvulas de caudal es regular la cantidad de aire comprimido en ambos sentidos de flujo, esto se puede observar en la figura 39.

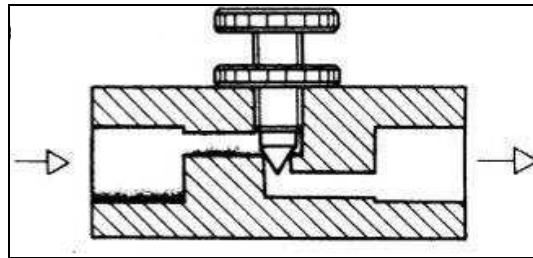


Figura 39. Válvula de caudal.

#### 2.2.2.5 Válvulas de cierre

Se representa por:



Son elementos que abren o cierran el paso del caudal. Como se muestra en la figura 40, a través de un tornillo o una palanca con fin circular se permite o se impide el paso del caudal, según sea la necesidad.

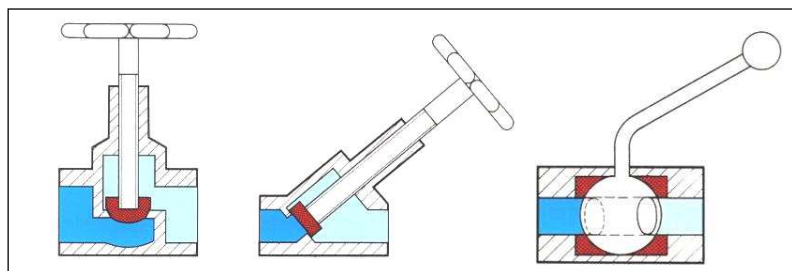


Figura 40. Válvula de cierre <sup>40</sup>

<sup>40</sup> Apuntes de Neumática Festo, pag. 25

## 2.3 ELEMENTOS PARA CONEXIONES NEUMÁTICAS

### 2.3.1 UNIONES NEUMÁTICAS

#### 2.3.1.1 Racores para tubos de acero y de cobre

Según su aplicación y características se distinguen algunos tipos de racores para estos tipos de tuberías.

##### 2.3.1.1.1 *Racores de anillo cortante*

Con este tipo de racores indicada en la figura 41, el empalme puede soltarse y unirse varias veces.

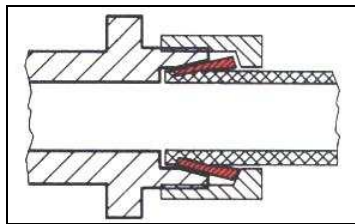


Figura 41. Racor de anillo cortante.

##### 2.3.1.1.2 *Racores con anillo de sujeción*

Posee un anillo interior especial (bicono) por lo que se lo utiliza también para empalmes en tubos de plástico. (Véase figura 42).

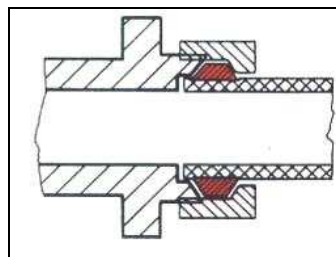


Figura 42. Racor con anillo de sujeción.

### 2.3.1.1.3 *Racor con borde recalado*

Se los utiliza para tubos con fin recalado. (Véase figura 43).

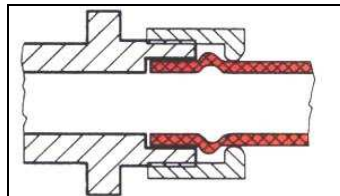


Figura 43. Racor con borde recalado.

### 2.3.1.1.4 *Racor especial con reborde*

Se los utiliza para tubos de cobre con collarín. (Véase figura 44).

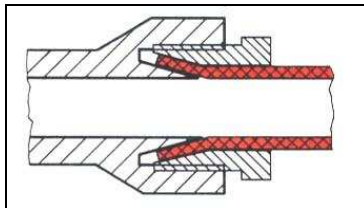


Figura 44. Racor especial con reborde.

## 2.3.1.2 **Racores para tubos flexibles**

### 2.3.1.2.1 *Boquilla con tuerca de racor*

Su boquilla sujeta a la tubería de una mejor manera. (Véase figura 45).

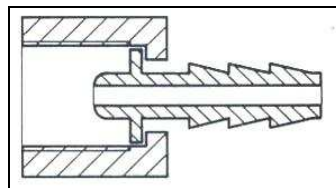


Figura 45. Boquilla con tuerca de racor

### 2.3.1.2.2 Boquilla

Este racor es parecido al de boquilla con tuerca, pero en este caso es una sola pieza y con una diámetro mayor para tuberías de mayor diámetro. (Véase figura 46).

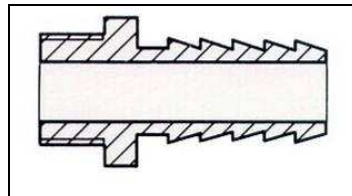


Figura 46. Boquilla

### 2.3.1.2.3 Racores rápidos para tubos flexibles de plástico.

Los racores rápidos son muy útiles al momento de armar o desarmar un circuito neumático, estos facilitan el montaje optimizando el tiempo de trabajo. En la figura 47 podemos observar algunos racores de uso rápido.

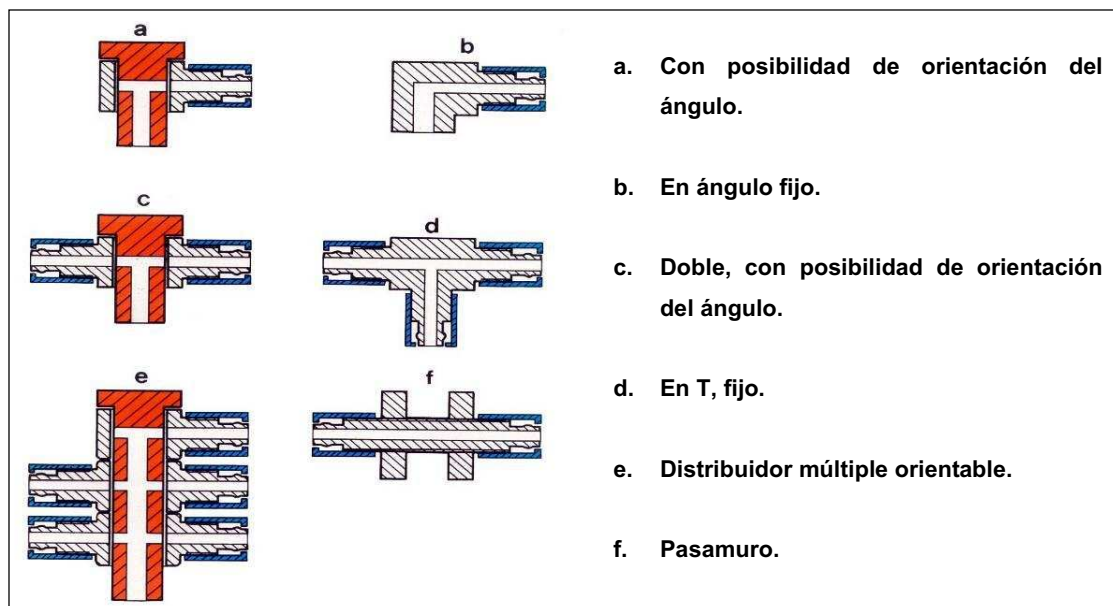


Figura 47. Racores rápidos para tubos flexibles.

## 2.4 NORMAS Y SIMBOLOGÍA.

### 2.4.1 SÍMBOLOS PARA LA UNIDAD DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA

En la figura 48 podemos observar los símbolos utilizados en el suministro de aire comprimido en un circuito neumático, (Ver ANEXO 2).

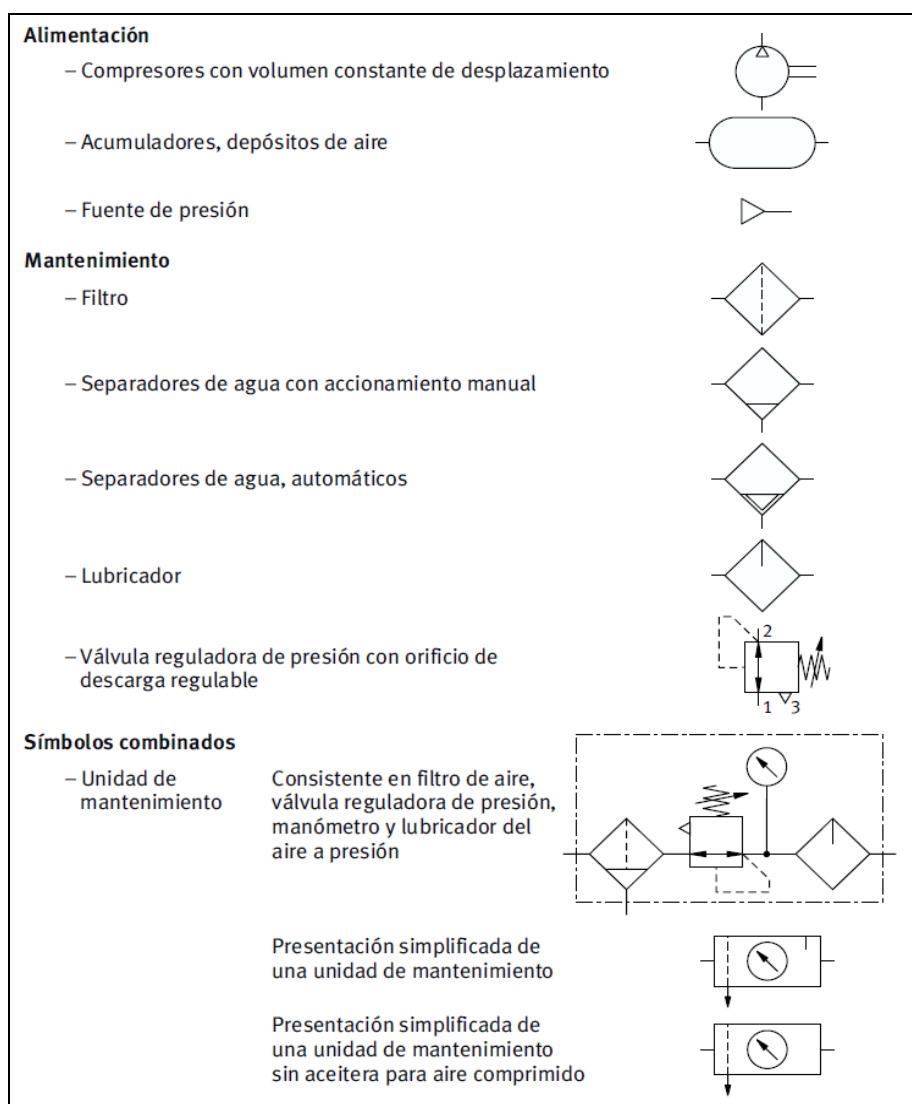


Figura 48. Símbolos para la unidad de alimentación de energía. <sup>41</sup>

<sup>41</sup> Festo Didactic, pag 13.

## 2.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS

El funcionamiento de una válvula distribuidora viene dado por las características, representaciones e indicaciones, en base a las siguientes normas:

- Cada posición de la válvula se representa por medio de un cuadrado.



- El número de cuadrados corresponde al número de posiciones de maniobra.



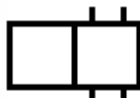
- Las líneas indican el paso del aire y las flechas indican el sentido de paso del aire.



- Las conexiones bloqueadas se indican por medio de dos líneas colocadas en ángulo recto una contra otra.



- Las tuberías de conexión para entrada y escape de aire se señalan en la parte exterior del un cuadrado.



### 2.4.3 POSICIONES DE MANIOBRA Y DESIGNACIÓN DE LAS CONEXIONES DE VÁLVULAS DE DISTRIBUCIÓN

En la figura 49 podemos observar los símbolos y nomenclatura utilizados para indicar las conexiones y posiciones de maniobra de una válvula distribuidora.

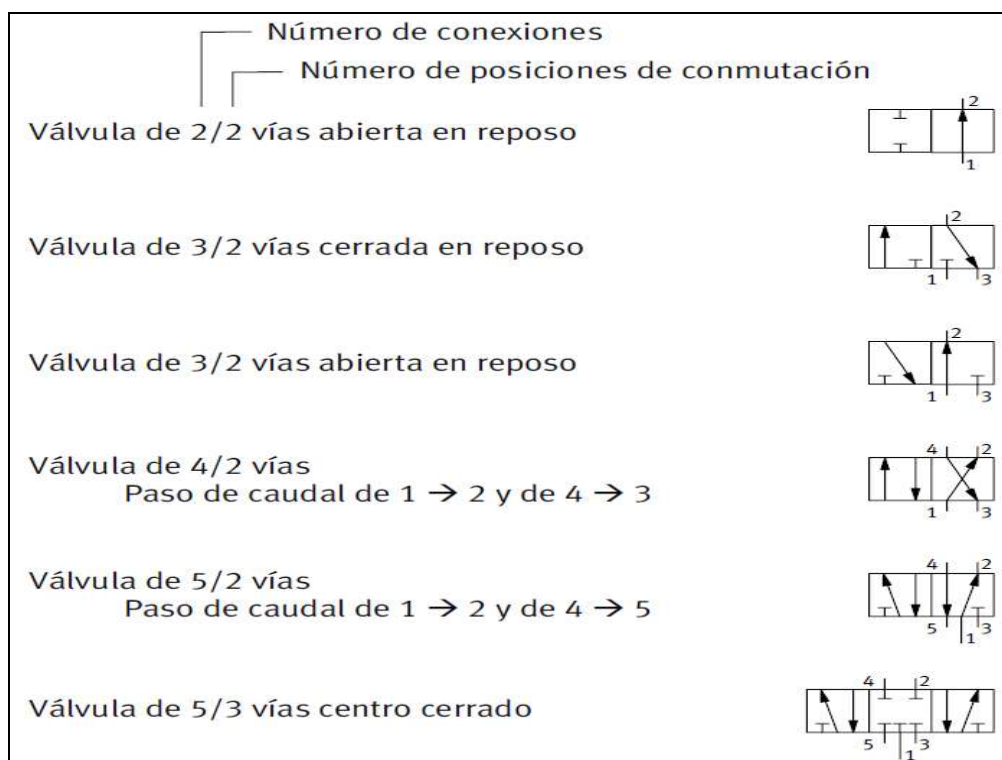


Figura 49. Posiciones de maniobra y designación de las conexiones. <sup>42</sup>

### 2.4.4 NOMENCLATURA DE VÁLVULAS

Según las normas ISO, la nomenclatura se la realiza utilizando números para indicar los conductos, a diferencia de las normas DIN que emplea letras. Además de estos, existe otra nomenclatura que es el ASA.

<sup>42</sup> Festo Didactic, pag 15.



En el siguiente cuadro podemos observar las nomenclaturas antes indicadas.

	DIN	ISO	ASA
<b>PRESION</b>	P	1	IN
<b>SERVICIO</b>	A, B	2, 4	OUT
<b>ESCAPE</b>	R, S	3, 5	EXT, EXH
<b>PILOTAJE</b>	Z, Y, X	12, 14	PIL

Cuadro 2. Nomenclatura para válvulas.

## 2.4.5 SÍMBOLOS DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DE TRABAJO

En la figura 50 se muestra los símbolos de los principales elementos de trabajo.

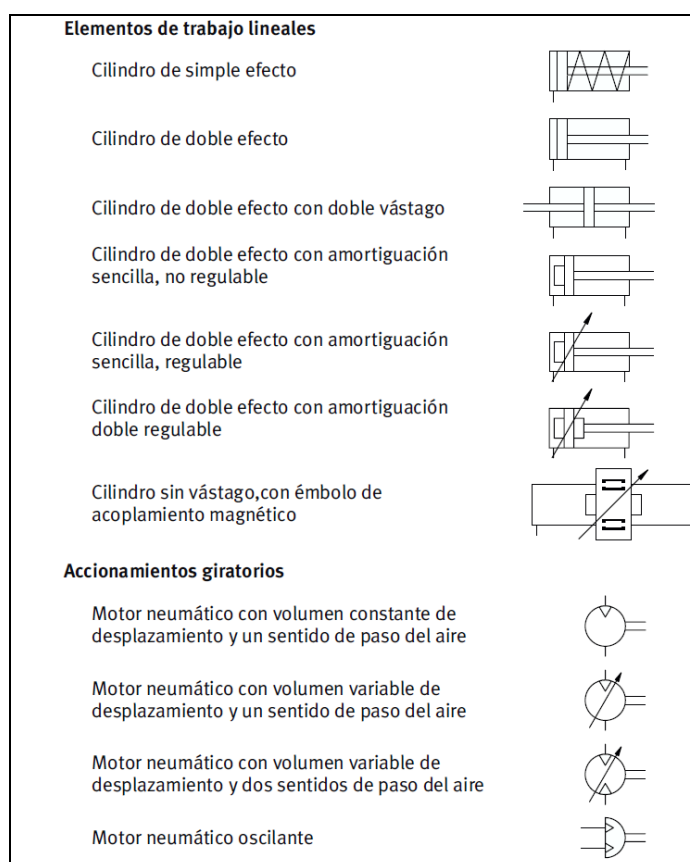


Figura 50. Símbolos elementos de trabajo. <sup>43</sup>

<sup>43</sup> Festo Didactic, pag 23.

## 2.4.6 SÍMBOLOS DE ACCIONAMIENTO DE VÁLVULAS

En la figura 51, se muestra los símbolos de los diferentes tipos de accionamiento de las válvulas neumáticas, (Ver ANEXO 3).








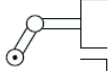

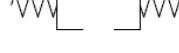

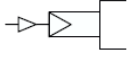



<b>Accionamiento por fuerza muscular</b>	en general	
	por botón pulsador	
	por palanca	
	mediante palanca enclavable	
	por pedal	
<b>Accionamiento mecánico</b>	por taqué	
	por rodillo	
	por rodillo, funcionando en un sólo sentido	
	por resorte	
	centrado elásticamente	
<b>Accionamiento por aire comprimido</b>	accionamiento directo, por aplicación de presión	
	Accionamiento indirecto, por aplicación de presión, servopilotado	
<b>Accionamiento electromagnético</b>	por medio de electroimán	
	por medio de dos electroimanes	
<b>Accionamiento combinado</b>	válvula con mando previo, accionada electromagnéticamente por dos lados, accionamiento manual auxiliar	

Figura 51. Símbolos de accionamiento de válvulas.<sup>44</sup>

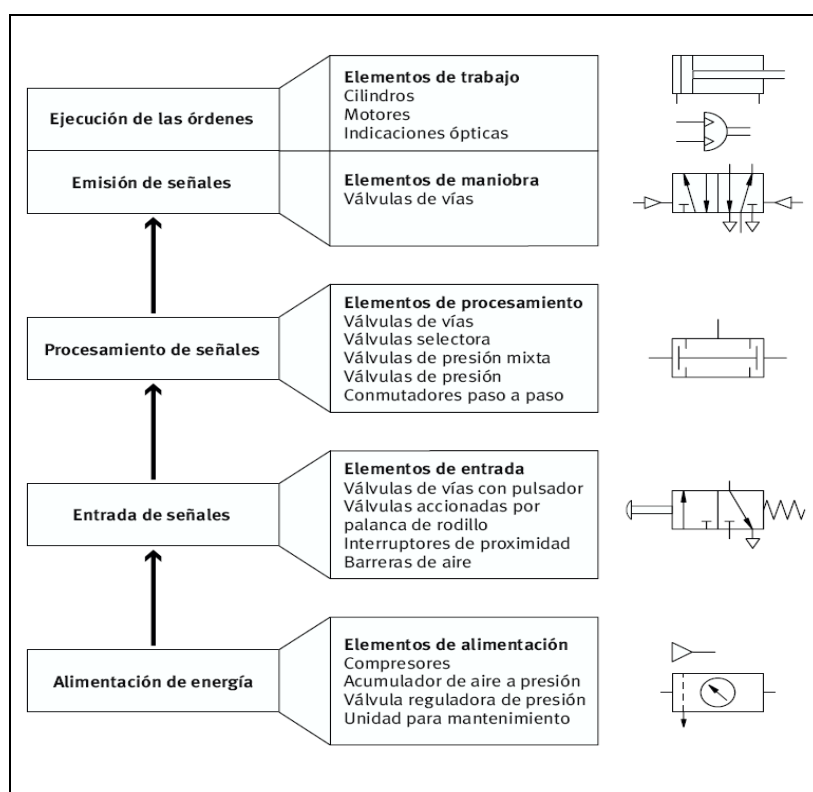
<sup>44</sup> Festo Didactic, pag 19.

## CAPITULO III

### 3. CIRCUITO NEUMÁTICO

Es un dispositivo por el cual puede circular el aire comprimido.

Los circuitos neumáticos están constituidos por la alimentación principal de aire comprimido, los elementos de mando (válvulas), los procesadores de las señales (válvulas), los elementos de control de paso del aire (válvulas) y por los actuadores, que efectúan el trabajo. (Véase Esquema 2).



Esquema 2. Esquema de un circuito neumático. <sup>45</sup>

<sup>45</sup> Festo Didactic, pag 7.


## 3.1 ESTRUCTURA DEL CIRCUITO NEUMÁTICO

Los componentes de un circuito neumático son:

### 3.1.1 GRUPO COMPRESOR


Se encarga de suministrar la presión al circuito para el funcionamiento de los diferentes elementos. Este se compone de:

- Compresor.

Representado por: 


El compresor es la fuente de alimentación de la energía neumática, se encarga de aumentar la presión del aire de la atmósfera. La presión de salida está entre 6 y 7 bar normalmente.

- Motor auxiliar.

Representado por: 


El motor puede ser eléctrico o de combustión, comunica el movimiento de rotación del eje del compresor.

- Refrigerador.

Representado por: 

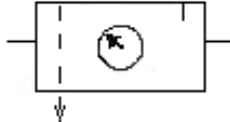
El refrigerador cumple con la función de disminuir la temperatura a la salida del compresor eliminando hasta el 80% de agua que contiene.

- Depósito.

Representado por: 

No se utiliza siempre, solo se emplea cuando es necesario almacenar aire comprimido para su uso posterior.

### 3.1.2 UNIDAD DE MANTENIMIENTO FRL

Representado por: 

La unidad de mantenimiento neumático es una serie de dispositivos que regulan la buena calidad del aire comprimido, se compone de un filtro, un regulador y un lubricador.

- Filtro.

Somete al aire a un proceso de centrifugado, proyectando sobre las paredes del filtro las impurezas.

- Regulador.

Asegura una presión estable del aire en el circuito neumático.

- Lubricador.

Añade aceite nebulizado al aire para evitar la oxidación de los componentes y asegurando un buen deslizamiento.

### 3.1.3 TUBERÍAS

Representado por: 

Las tuberías son conducciones que forman la red de distribución del aire comprimido.

### 3.1.4 ACTUADORES NEUMÁTICOS

Los actuadores transforman la energía acumulada en el aire comprimido, en energía mecánica, a estos se los denomina cilindros neumáticos.

### 3.1.5 ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN O VÁLVULAS

Es el dispositivo que dirige y regula el paso del aire comprimido, las válvulas constituyen un elemento esencial dentro del funcionamiento del circuito neumático.

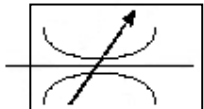
### 3.1.6 ELEMENTOS AUXILIARES

Entre los más habituales se destacan:

- Válvulas anti retorno.


Las válvulas anti retorno permiten la circulación del aire comprimido en un solo sentido, para ello dispone de un resorte unido a una pieza de cierre. En reposo, el paso de aire a través de la conducción está bloqueado. Cuando el aire pretende pasar, la presión vence la resistencia del resorte y se abre la conducción.

- Válvula reguladora de caudal bidireccional.

Se representa por: **A**  **B**

La válvula reguladora de caudal permite la regulación del caudal de aire que circula en el circuito neumático mediante un tornillo que disminuye o aumenta la sección del conducto.

- Válvula reguladora de caudal unidireccional.

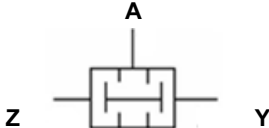
Se representa por: 

Este tipo de válvula, permite la reducción de caudal en un solo sentido, en el otro hay pase sin restricción.

- Válvula de función lógica OR o válvula selectora.

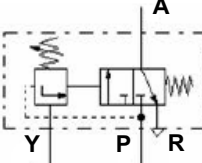
Son que poseen dos orificios de entrada de aire y una de salida, en el interior de ella se desplaza un pistón para bloquear una u otra entrada.

- Válvula de función lógica AND o válvula de simultaneidad.

Se representa por: 

Si entra aire por Y ó Z no pasa aire, si entra aire por Y y Z hay pase de aire.

- Válvula de presión.

Se representa por: 

Esta válvula emite una señal a una presión regulada por medio del resorte.

- Válvula de escape rápido.

Se la usa en la purga de cilindros y conductos.

- Acumulador.

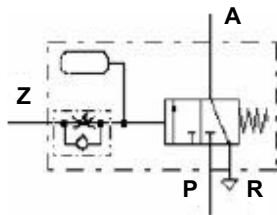
Se representa por:



Su función es retener el aire comprimido para ser utilizado posteriormente.

- Temporizador neumático.

Se representa por:



Cumple la función de retardar una orden de mando para activar un elemento de trabajo, dependiendo de las condiciones del circuito neumático

## 3.2 CONFORMACIÓN Y NOMENCLATURA DE LOS CIRCUITOS NEUMÁTICOS.

### 3.2.1 DENOMINACIÓN DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS

Un elemento de trabajo con las válvulas necesarias para su funcionamiento se considera como el eslabón de mando (N. 1, 2, 3 y otros).

Dentro de la denominación de un circuito neumático (1.1 1.2, 2.1, 2.2, 2.3), el primer número de la denominación de un elemento expresa a que eslabón de mando

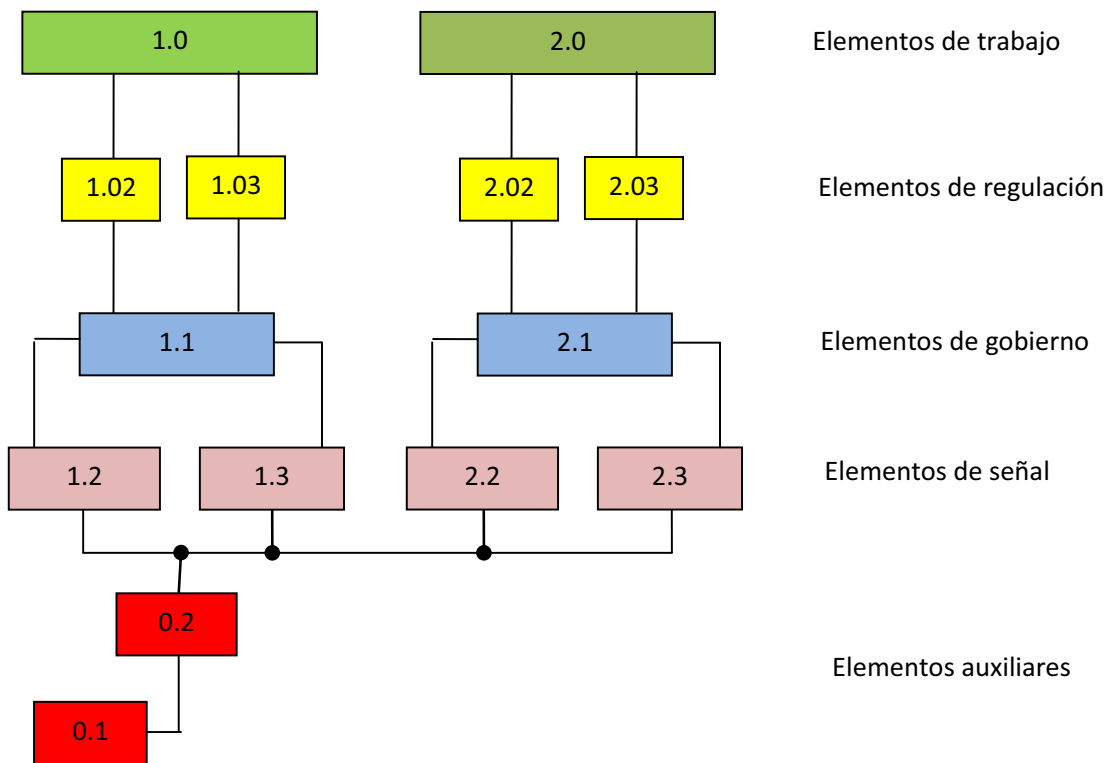


pertenece dicho elemento. El número que sigue al punto indica el elemento de que se trata.

A continuación tenemos un resumen de esta denominación.

<b>1.0, 2.0, 3.0</b>	Elementos de trabajo. (Cilindros, unidades)
<b>1.1, 2.1, 3.1</b>	Órganos de gobierno.
<b>1.2, 1.4, 2.2, 2.4, 3.2</b>	Estos elementos de señal tienen números pares e influyen normalmente en el avance del elemento de trabajo.
<b>1.3, 1.5, 2.3, 2.5, 3.3</b>	Estos elementos de señal tienen números impares e influyen normalmente en el retroceso del elemento de trabajo.
<b>0.1, 0.2, 0.3</b>	Elementos auxiliares, estos elementos actúan sobre todos los eslabones de mando. (Unidades de mantenimiento, válvulas de bloqueo, válvulas de seguridad).
<b>1.02, 1.03, 2.02</b>	Elementos de regulación. (Regulador en un solo sentido, Válvula de escape rápido).

En el esquema 3 podemos observar lo indicado anteriormente.



Esquema 3. Denominación de circuitos neumáticos.

En la figura 52 se muestra un ejemplo de la denominación de los componentes neumáticos dentro de un circuito.

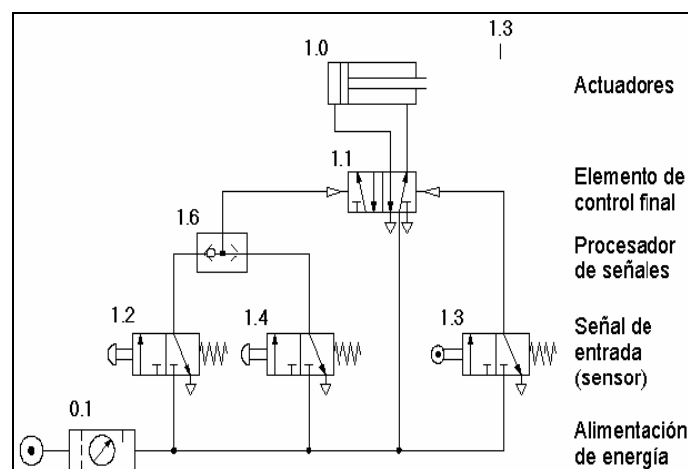


Figura 52. Nomenclatura de un circuito neumático.

### 3.2.2 ACCIONES CONJUNTAS DE VÁLVULAS Y CILINDROS

Mando de un cilindro de simple efecto mediante la válvula 3/2. (Véase figura 53).

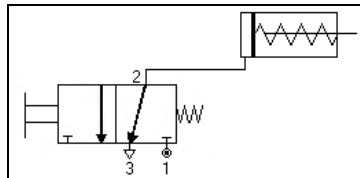


Figura 53. Mando de un cilindro con válvula 3/2.

Mando de un cilindro de doble efecto mediante dos válvulas 3/2. (Véase figura 54).

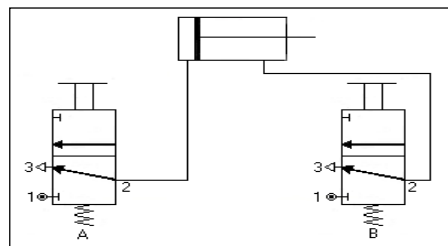


Figura 54. Mando de un cilindro con válvulas 3/2.

### 3.3 DIAGRAMA CAMINO PASOS

Este diagrama nos ayuda a ver el funcionamiento y condiciones del circuito neumático de una forma rápida.

Además, mediante la lectura de este diagrama, podemos saber que elementos de trabajo y control se van a utilizar, así como las seguridades a ser aplicadas al momento de montar el circuito neumático.

En la figura 55, observamos un ejemplo de este diagrama.

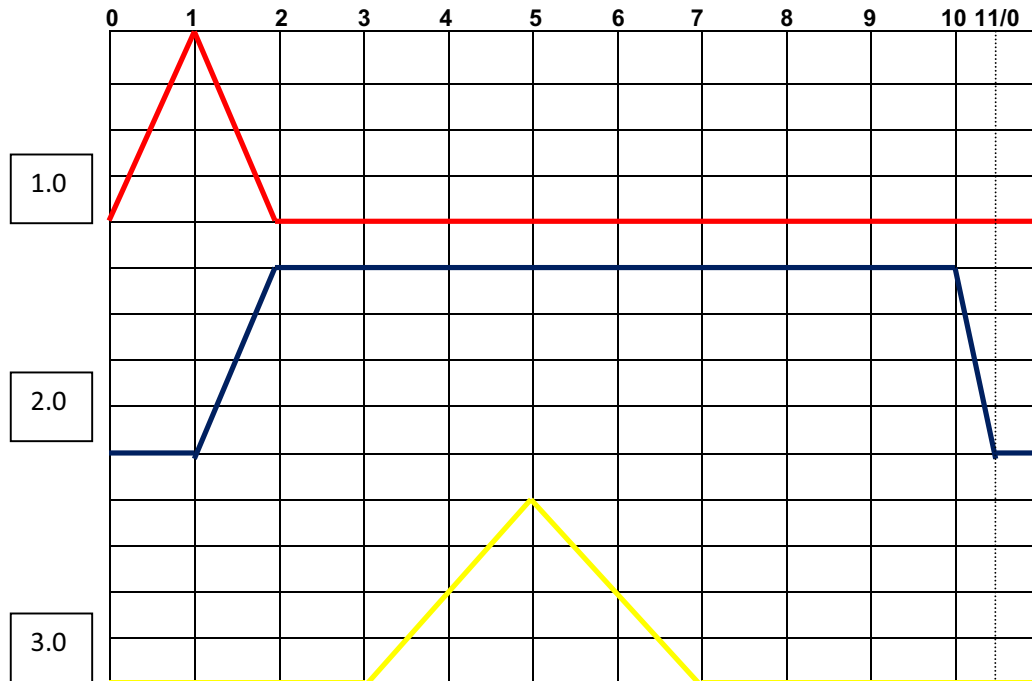


Figura 55. Diagrama Camino Pasos.

### 3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO MEDIANTE LA LECTURA DE UN DIAGRAMA CAMINO PASOS

Como se puede observar, el diagrama camino pasos de la figura 55 muestra un circuito conformado por 3 cilindros, donde al presionar el pulsante de inicio del circuito el cilindro 1.0 realiza un desplazamiento positivo de su vástago hasta la posición 1, donde un fin de carrera detecta su posición, activando una válvula 3/2 que permite el paso del aire hacia una válvula 5/2, permitiendo de esta manera el retroceso del vástago del cilindro 1.0 y dando la señal al cilindro 2.0 para que efectúe su desplazamiento positivo hasta la posición 2. En esta posición es necesario colocar un fin de carrera y un relé de tiempo neumático para que después de un tiempo determinado realice el desplazamiento positivo el cilindro 3.0 pero en

forma lenta hasta la posición 5; en esta posición vamos a encontrar otro fin de carrera que hará que el cilindro 3.0 realice su retroceso hasta la posición 7 de una forma lenta, colocando una válvula reguladora de flujo.

Cuando el cilindro 3.0 llegue a la posición 7 se encontrara con un fin de carrera que activa otro temporizador para que después de haber transcurrido un tiempo de la orden para que el cilindro 2.0 realice su retroceso pero de una manera rápida; por lo que se colocara una válvula de escape rápido; y así se completaría el ciclo.

### **3.4 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN**

En el esquema de distribución se encuentra la representación gráfica del circuito neumático, con todos los símbolos que representan a cada uno de los elementos neumáticos y sus conexiones, de modo que se pueda realizar una visualización del funcionamiento del circuito y comprobar la función de cada elemento: de mantenimiento, de trabajo, de gobierno, de señal, de seguridad.

Por ejemplo, como se muestra en la figura 56, tenemos el funcionamiento de un circuito neumático conformado por tres cilindros y gobernados cada uno por una válvula 5/2.

Al momento de oprimir el pulsante de la válvula 3/2 de accionamiento manual-manual, permitimos el paso del aire al circuito, de tal manera a que al pulsar la válvula 3/2 manual – resorte damos la orden para que se active la válvula 5/2 que gobierna al cilindro 1 para que realice su trabajo, haciendo que el vástago salga y realice su carrera hasta que haga contacto con el fin de carrera 2.2 , el cual envía una señal para que se active la válvula 5/2 del cilindro 2; al realizar su carrera el vástago topa con el fin de carrera 3.2, el cual envía la señal para que salga el vástago del cilindro 3 , este a su vez al terminar su carrera topa con el fin de carrera 3.3 , haciendo que el cilindro 3 regrese de una manera rápida y active el fin de

carrera 2.3 para que el cilindro 2 regrese. Al regresar el cilindro 2 a su posición de inicio, este activa el fin de carrera 1.3, el cual hace que regrese el cilindro 1 y se termine el circuito.

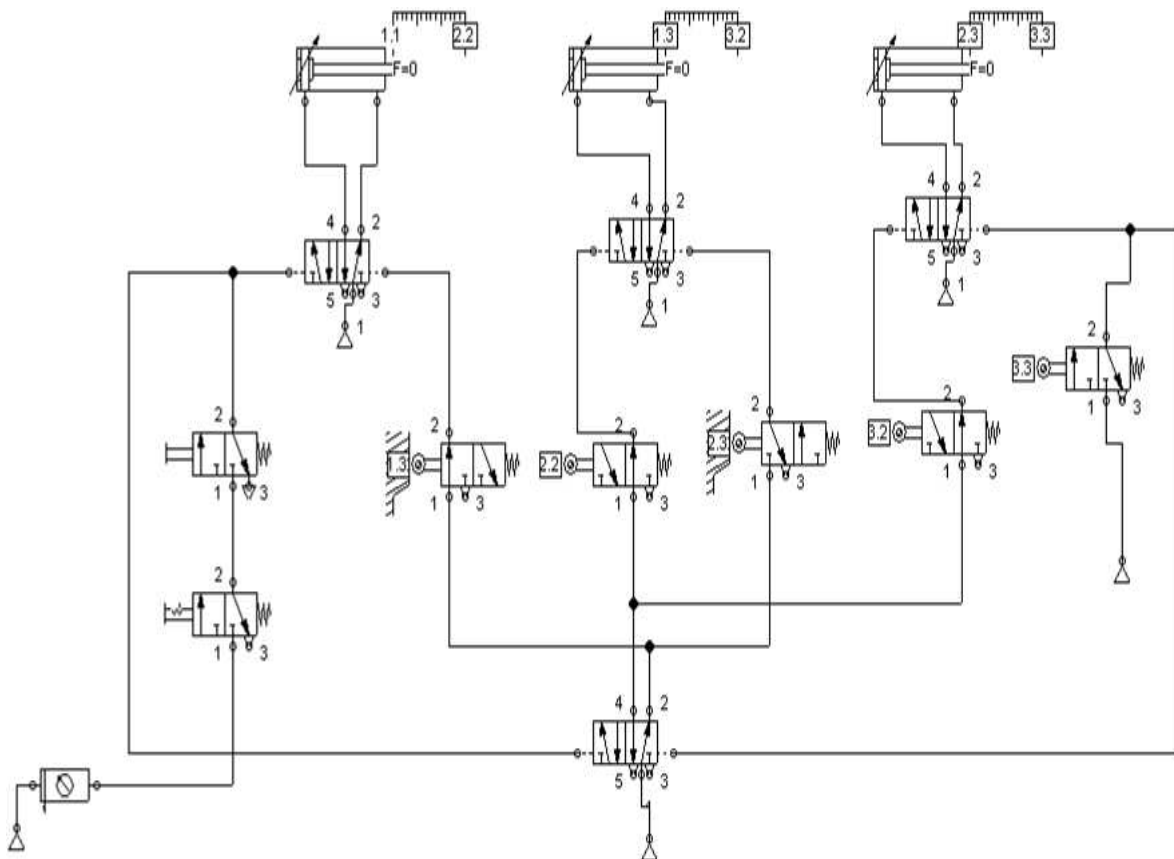


Figura 56. Circuito Neumático.

## CAPITULO IV

### 4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO

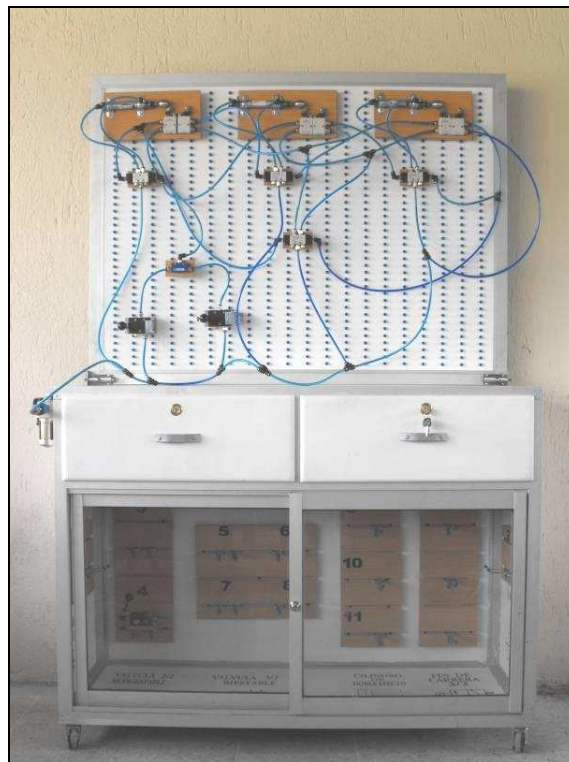


Figura 57. Módulo didáctico neumático.

#### 4.1 DISEÑO DEL MÓDULO NEUMÁTICO

##### 4.1.1 MESA DE SOPORTE

La mesa de soporte se fabricará mediante una estructura de aluminio de tubo cuadrado y sus paredes estarán formadas de madera tipo triplex de 1 centímetro de

espesor, además, la parte frontal estará provista de dos cajones y dos puertas corredizas de vidrio con su seguridad respectiva.

Las características físicas y dimensiones que tendrá nuestra mesa de soporte se especifican en la siguiente figura.

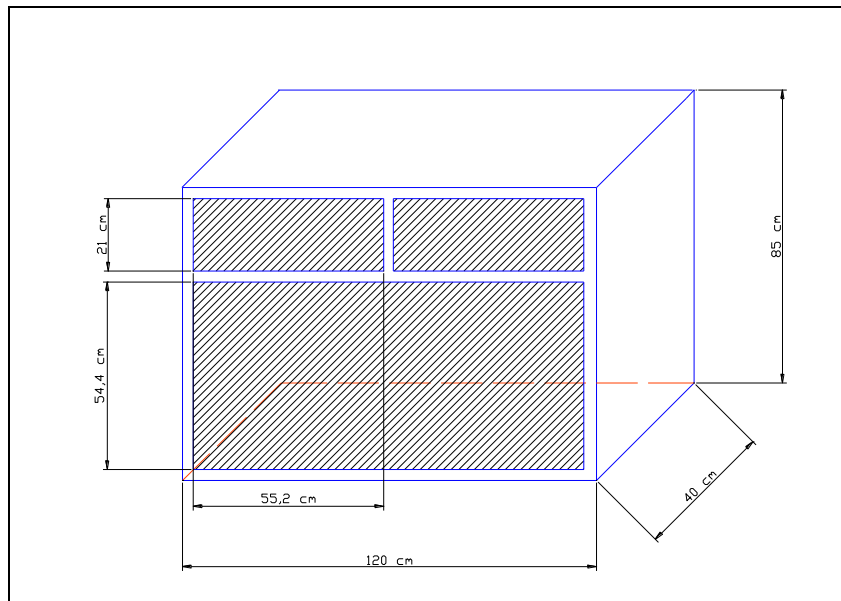


Figura 58. Dimensiones de la mesa.

Esta mesa estará provista de cuatro ruedas en su base, con el fin de facilitar el traslado de un lugar a otro según sea su requerimiento.

Se construirá dos cajones de madera que permitan alojar los elementos y accesorios necesarios en la implementación de un circuito neumático como: válvulas auxiliares, conectores, mangueras. Estos cajones contarán con su seguridad respectiva.

En el espacio inferior de la mesa de soporte se ubicarán todos los elementos neumáticos necesarios para el montaje de los diferentes circuitos neumáticos.



#### 4.1.2 TABLERO DE SIMULACIÓN

Estará fabricado en madera triplex de un centímetro de espesor. Las dimensiones del tablero serán de 90 centímetros de alto por 120 centímetros de ancho, como se observa en la figura 59.

Este tablero está provisto de un marco de aluminio de tubo cuadrado para reforzar la madera y protegerlo de golpes y posibles daños al momento de trasladarlo.

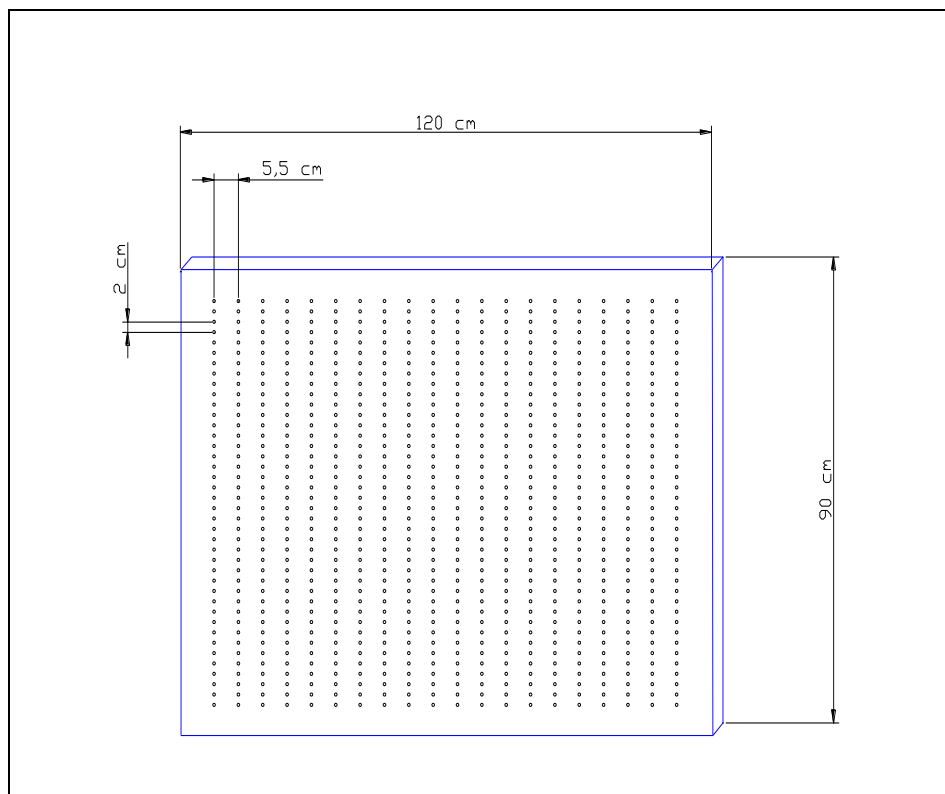


Figura 59. Dimensiones del tablero.

El tablero de simulación estará sujeto a la mesa de trabajo como se ve en la figura 60, mediante unas bisagras, las mismas que permitirán desplazarlo hacia la parte posterior de la mesa, reduciendo la altura del módulo.

El objetivo de colocar las bisagras en el módulo didáctico, es mejorar la movilidad de este, así se tendrá mayor facilidad, comodidad y seguridad en su transporte.

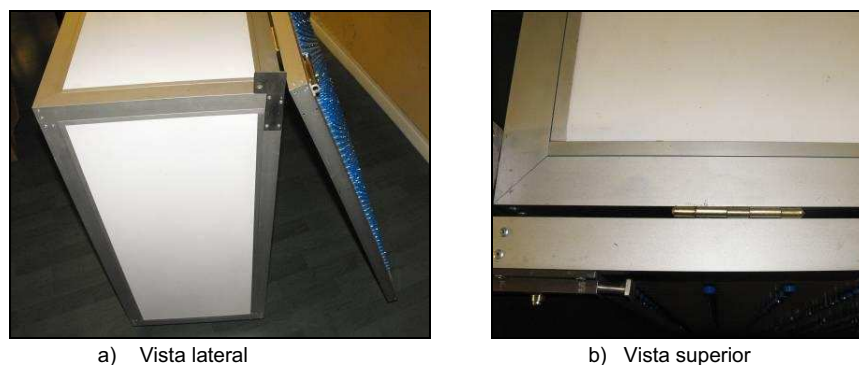


Figura 60. Unión de la mesa con el tablero.

La seguridad para la unión del tablero a la mesa se la realizará mediante dos seguros tipo picaporte (véase figura 61), estos se ubicarán en los extremos inferiores del tablero de simulación, y se sujetarán a una placa empotrada en la parte lateral de la mesa de trabajo.

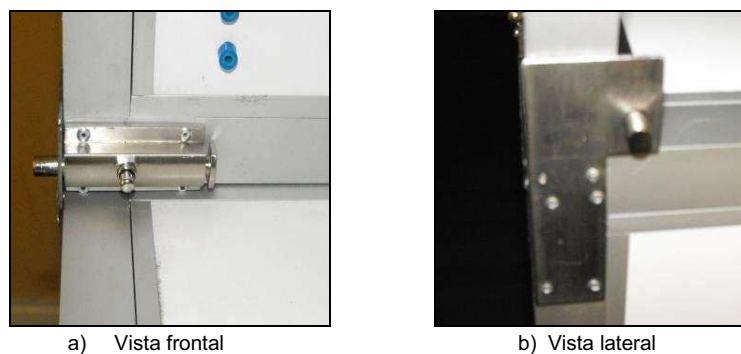


Figura 61. Seguros de la unión mesa - tablero.

El tablero contendrá varias perforaciones de 6 milímetros de diámetro. Estas perforaciones cumplen con la función de alojar los pines de los sujetadores donde están empotrados los elementos neumáticos.

La separación de cada perforación debe ser exacta para poder colocar los sujetadores de los elementos neumáticos en el tablero al momento del montaje del circuito, por esta razón, la precisión en esta parte es primordial.

La distancia de separación entre perforaciones será de 2 centímetros de alto por 5,5 centímetros de ancho, tal como se indica en la figura 62.

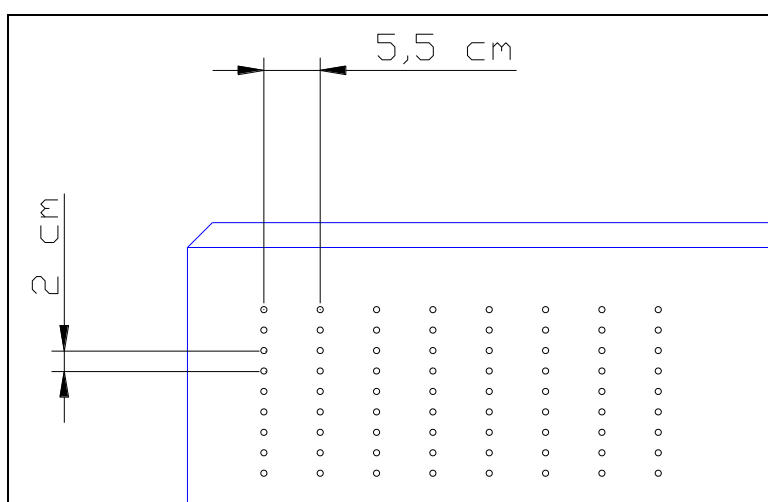


Figura 62. Separación entre perforaciones.

#### 4.1.3 SUJETADORES

Los sujetadores cumplen con la función de contener los elementos neumáticos y permitir el acople de los mismos con el tablero de simulación, estos sujetadores estarán conformados por una base de madera rectangular de 2 centímetros de espesor.

Las dimensiones para fabricar la base serán de 8 centímetros de largo por 4 centímetros de ancho.

Esta base contendrá cuatro perforaciones con las mismas dimensiones de separación de los orificios del tablero, es decir, 2 centímetros de ancho por 5,5 centímetros de largo, como se indica en la figura 63.

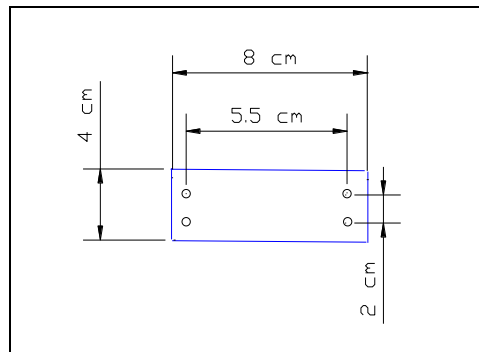


Figura 63. Dimensiones del sujetador.

Las perforaciones albergarán los pernos de sujeción de 3 milímetros de diámetro por 5 centímetros de largo, que darán el acople de la base del sujetador al tablero, permitiendo que los elementos neumáticos provistos en la base de madera se alojen en el tablero de simulación.

Adicionalmente, se construirán tres bases de madera de 28 centímetros de largo por 14 centímetros de ancho, donde se empotrará un cilindro con dos fines de carrera. Estas bases contendrán cuatro perforaciones separadas entre sí como se indica en la figura 64.

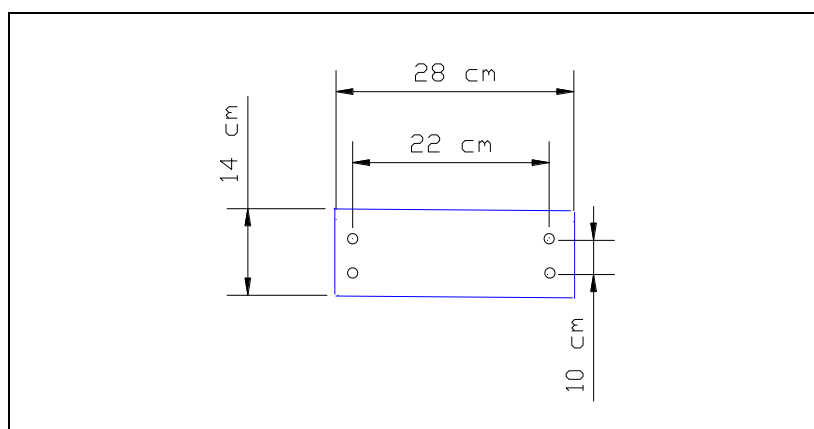


Figura 64. Dimensiones del sujetador para fines de carrera.

#### 4.1.4 ELEMENTOS NEUMÁTICOS

Para este proyecto emplearemos los siguientes elementos neumáticos:

- 3 Cilindros de doble efecto (con válvula reguladora).



Figura 65. Cilindro neumático.

- 4 Válvulas 5/2 de accionamiento neumático y retorno neumático.



Figura 66. Válvula 5/2 biestable.

- 2 Válvulas 3/2 de accionamiento manual y retorno por resorte.



Figura 67. Válvula 3/2 monoestable.

- 1 Válvulas 3/2 de accionamiento manual y retorno manual.



Figura 68. Válvula 3/2 biestable.

- 6 Válvulas 3/2 de accionamiento mecánico y retorno por resorte (Fines de carrera).



Figura 69. Fin de carrera.

- 1 Válvula selectora "O".



Figura 70. Válvula "O".

- 1 Sistema filtro regulador lubricador.



Figura 71. Unidad de mantenimiento FRL.

- Acoples rápidos para manguera de 6 mm.



Figura 72. Acoples rápidos.

- Manguera de poliuretano de 6 mm.



Figura 73. Manguera de poliuretano.

## 4.2 CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO NEUMÁTICO

Para la construcción del módulo didáctico se contrató a la empresa “PELDAR S.A.” de la ciudad de Ambato, misma que fabricó el mueble de estructura de aluminio con madera tipo triplex, bajo especificaciones requeridas en esta tesis en el ANEXO 1.

### 4.2.1 MESA DE SOPORTE

Para la construcción de la mesa de soporte se cortan segmentos de tubo cuadrado de aluminio con las medidas especificadas en el Anexo 1, estos son unidos mediante remaches de 1/8 de pulgada para obtener una estructura o base, a esta se la recubre con madera tipo triplex de 1 cm de espesor y la sujeción será mediante perfiles de aluminio.

En la parte frontal superior de la mesa de soporte se colocarán 2 cajones de madera y en la inferior 2 puertas corredizas de vidrio, obteniendo el compartimiento tanto para los elementos neumáticos, como para los elementos auxiliares de conexión, como se observa en la siguiente figura.



Figura 74. Mesa de soporte terminada.



En los dos cajones se colocó un candado tipo archivero para mayor seguridad, de igual manera en la puerta corrediza de vidrio, (véase figura 75).



Figura 75. Seguridad de los cajones y puerta corrediza.

A continuación con un taladro y una broca de 1/8 de pulgada se perforó la base de la mesa para colocar los cuatro rodamientos que le dan movilidad al módulo. Para fijar las ruedas a la mesa se utilizó remaches de 1/8 de pulgada.



Figura 76. Rodamientos del modulo.

#### 4.2.2 TABLERO DE SIMULACIÓN

Para la fabricación del tablero de simulación, se construye un marco de aluminio de 90 centímetros de alto por 120 centímetros de ancho, el cual servirá de soporte para el tablero de madera tipo triplex de 1 cm de espesor. La madera será cortada de modo que calce dentro del marco de aluminio, (según las especificaciones de la figura 59).

Con el fin de sujetar los elementos neumáticos al tablero se utiliza el sistema de sujeción FESTO, que consiste en una serie de orificios realizados en el tablero los cuales soportan los pines de los sujetadores de los elementos.

Para un mejor ajuste se introduce manguera de poliuretano en las perforaciones del tablero.

Al momento de determinar los puntos exactos de perforación en el tablero, se realiza un trazado de líneas paralelas y perpendiculares de 2 centímetros de alto por 5,5 centímetros de ancho utilizando una escuadra y un lápiz, como se indica en la siguiente figura.

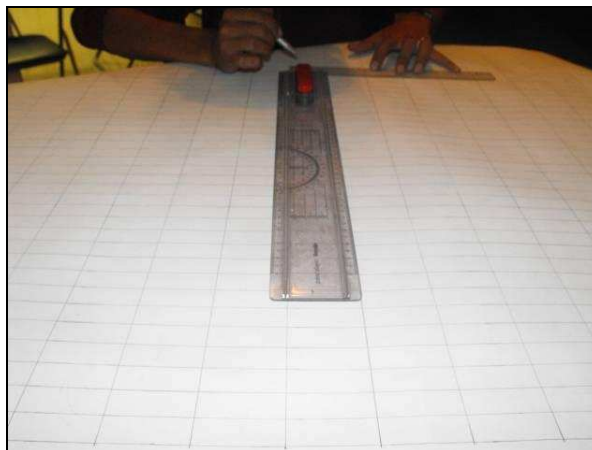


Figura 77. Trazado de líneas para las perforaciones.

Para obtener mayor precisión en las perforaciones, se marca el punto de perforación en la madera con orificios pequeños realizados con un clavo y un martillo. Esto evita que la broca se desplace al momento de realizar las perforaciones.

Durante el proceso de taladrar, se debe tener en cuenta que la broca debe entrar en forma perpendicular a la madera y además debe hacerse en el lado frontal del tablero.

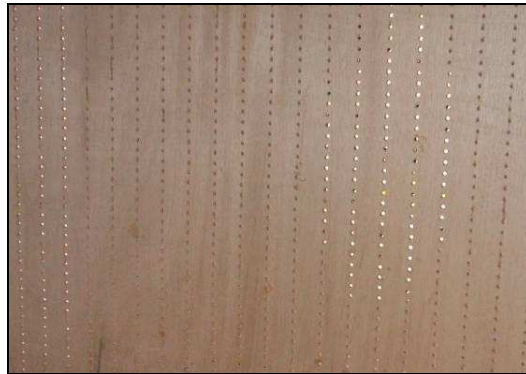


Figura 78. Perforaciones en el tablero.

Finalizado todas las perforaciones se procede a pintar el tablero de color Blanco, y se lo sujeta al marco de aluminio para su protección mediante remaches de 1/8 de pulgada, (véase figura 79).

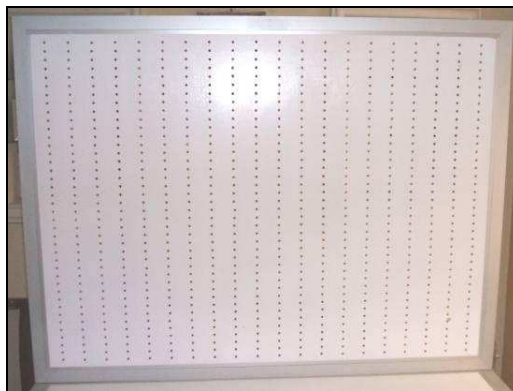


Figura 79. Tablero de simulación.

A continuación con una cizalla, se corta la manguera de poliuretano de 6 milímetros de diámetro en pedazos de 30 milímetros de largo, además cortamos manguera de 8

milímetros de diámetro en pedazos de 15 milímetros y 5 milímetros de largo, como se muestra en las figuras 80 y 81.

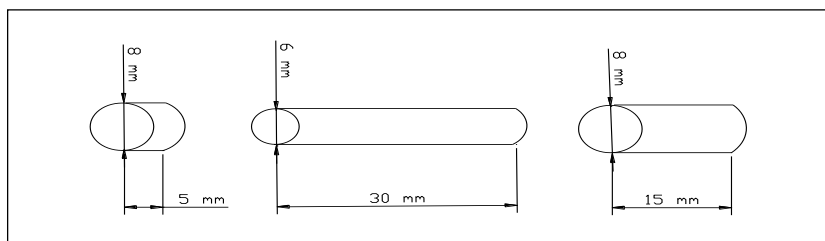


Figura 80. Dimensiones de las mangueras.



Figura 81. Corte de manguera de poliuretano.

Luego se coloca el pedazo de manguera número 8 de 5mm de largo en uno de los extremos del pedazo de manguera número 6 de 30mm de largo utilizando un martillo y pega tipo “súper bonder” para que en futuro no se salgan, (véase figura 82). Este proceso se repite para todos los pedazos de manguera que se cortaron.

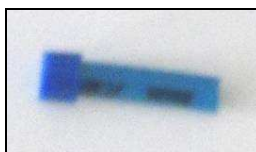


Figura 82. Uniones de manguera.

Estas mangueras acopladas se insertan en los orificios del tablero por la parte frontal, y se aseguran en la parte posterior del tablero con los pedazos de manguera número 8 de 15mm de largo utilizando un martillo y pega tipo “super bonder” para sujetar los anillos. De igual manera, este proceso se repite para todos los orificios del tablero, como se observa en la figura 83.

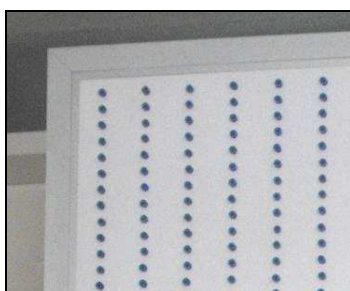


Figura 83. Acople de manguera en el tablero.

Una vez finalizado este proceso, el módulo didáctico neumático estará terminado y dotado con las características del sistema de sujeción FESTO, esto se observa en la figura 84.



Figura 84. Módulo didáctico.

### 4.2.3 SUJETADORES

Se marca con un lápiz y una escuadra las dimensiones de la base de madera donde irán empotrados los elementos neumáticos, esto es de 8 centímetros de largo por 4 centímetros de ancho, además se marca tres bases de 28 centímetros de largo por 14 centímetros de ancho, para luego proceder a cortar con la ayuda de una sierra eléctrica.

Enseguida, con una lija se procede a retirar las asperezas, producto del corte de la madera.

Así como en el tablero de simulación, se trazan las líneas paralelas y perpendiculares de 2 centímetros por 5.5 centímetros, con el fin de obtener los puntos de perforación donde irá, los pines de sujeción, como se observa en la figura 85.

En las bases destinadas a contener los fines de carrera con su respectivo cilindro, se marcan los puntos de perforación de 22 centímetros por 10 centímetros de separación.

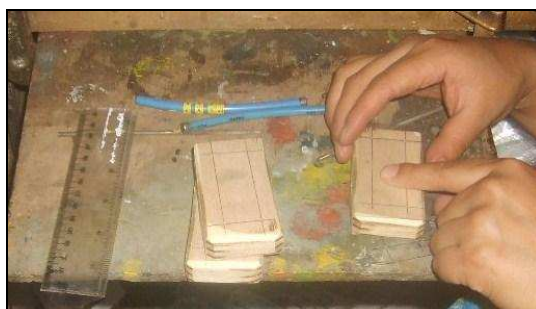


Figura 85. Trazo de líneas para perforar.

Una vez marcado los puntos en las bases de madera, donde irán los orificios, se procede a perforar con una broca de 4,2 milímetros de diámetro y un taladro eléctrico vertical, este proceso se hace con una velocidad baja del taladro para evitar que las perforaciones dañen las bases de sujeción, como se observa en la figura 86.

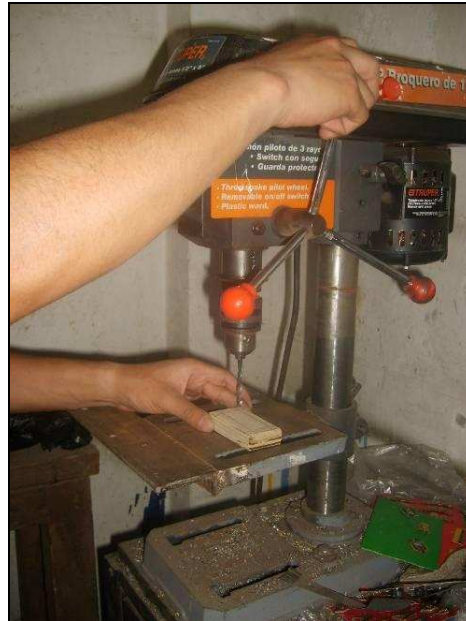


Figura 86. Perforación de la base del sujetador.

Con una broca de mayor diámetro se realiza una pequeña perforación, de tal manera que se bisele el inicio del orificio antes realizado, con el objetivo de que aloje la cabeza del perno, y así quede al mismo nivel de la base del sujetador, para colocar los elementos neumáticos sin ningún tipo de obstrucciones.

A continuación se coloca los pernos de 3 milímetros de diámetro por 5 centímetros de largo que actuarán como pines de sujeción en cada una de las perforaciones realizadas, y se los sujeta con rodela y tuercas, (véase figura 87).

Los pernos deben ser atornillados lo más recto posible para un adecuado montaje de la base de sujeción al tablero de simulación.



Figura 87. Colocación de pernos en la base.

Finalmente, cubrimos las bases con una lámina de vinil, pegándolas con cemento de contacto, y tendremos listas nuestras bases de sujeción, donde colocaremos cada uno de los elementos neumáticos.

### **4.3 MONTAJE DE LOS ELEMENTOS NEUMÁTICOS**

Cada elemento ya sea de trabajo o de mando, posee su acople rápido para manguera de 6mm.

Cabe aclarar que los cilindros poseen regulador de caudal.

#### **4.3.1 CILINDROS Y FINES DE CARRERA**

Para el montaje de los cilindros utilizamos grapas metálicas. Colocamos este dispositivo sobre la base de madera del sujetador de 28 por 14 centímetros y señalamos los puntos de perforación que permitirán empotrar las grapas en la base.



Con una broca de 2 milímetros de diámetro y un taladro eléctrico procedemos a perforar cada uno de los puntos señalados.

Una vez perforado, sujetamos el cilindro con este mecanismo en la base mediante tornillos de 3,6 milímetros.

A continuación se procede a señalar los puntos exactos donde se colocará los fines de carrera, tanto el de avance como el de retroceso. Se debe tener sumo cuidado de que el tope del vástago del cilindro, accione correctamente el sistema mecánico de la válvula 3/2 fin de carrera, esto se observa en la figura 88; finalmente colocamos los fines de carrera en la base para atornillarlos en el lugar antes señalado.

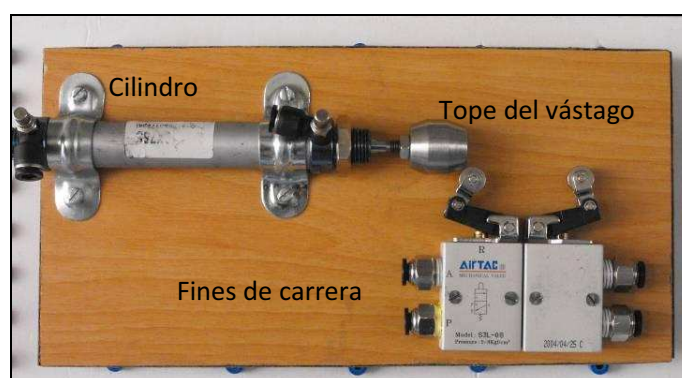


Figura 88. Cilindro con sus fines de carrera en la base.

#### 4.3.2 VÁLVULAS

En las bases de madera antes construidas, se procede a señalar los puntos de perforación que alojarán los tornillos de 3,6 milímetros destinados a sujetar las válvulas a la base de madera.

Las perforaciones se realizan con un taladro eléctrico y una broca de 2 milímetros de diámetro.

Una vez realizado los orificios, con los tornillos de 3,6 milímetros de diámetro y un desarmador, se atornilla la válvula contra la base de madera de sujeción, como se observa en la figura 89.

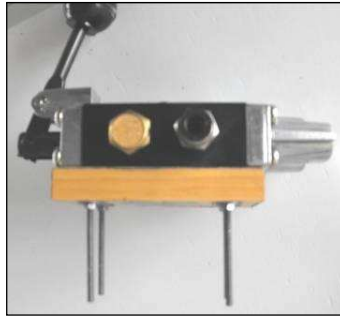


Figura 89. Válvula en su base.

Este proceso se repite para cada una de las válvulas como se puede observar en la figura 90.



Figura 90. Válvulas en sus respectivas bases.

## 4.4 ELEMENTOS ADICIONALES

### 4.4.1 UNIDAD DE MANTENIMIENTO NEUMÁTICO FRL

En la parte lateral derecha de la mesa de soporte se realizan perforaciones con una broca de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro, donde se alojan los pernos que sujetan al equipo de mantenimiento neumático, conformado por un filtro, un regulador de presión y un lubricador o dosificador de aceite.

Adicionalmente se coloca una válvula de paso, con el fin de controlar la entrada de aire al circuito neumático, (véase figura 91).



Figura 91. Unidad de mantenimiento en el modulo.

### 4.4.2 MANGUERAS DE CONEXIÓN

Para armar un circuito neumático, es necesario unir los elementos de trabajo y de mando; para ello utilizamos manguera de poliuretano, que conducirán el aire comprimido de un elemento a otro.

Dentro de un circuito neumático necesitaremos mangueras de diferentes tamaños, por tanto, cortamos con un corta frío manguera de poliuretano de 6 milímetros de diámetro en grupos de pedazos heterogéneos, (véase figura 92).

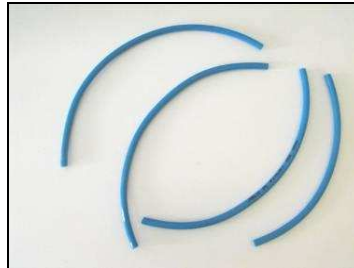


Figura 92. Manguera de conexión.

#### 4.4.3 SOPORTES PARA UBICAR LOS ELEMENTOS

Con el fin de organizar los elementos neumáticos, se coloca soportes tipo gancho en la parte inferior del módulo didáctico con su respectiva numeración y simbología, como se observa en la figura 93.



Figura 93. Soportes de los elementos neumáticos.

De igual manera se procede a numerar cada uno de los elementos neumáticos, (véase figura 94).



Figura 94. Numeración de los elementos neumáticos.

#### **4.5 MANEJO DEL MÓDULO DIDÁCTICO EN EL MONTAJE DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS**

Para montar cada circuito neumático sobre el tablero de simulación del módulo didáctico, se deben seguir los siguientes pasos:

- i. Regular la presión del aire comprimido de acuerdo a la capacidad de operación de los componentes y verificar que el aceite del lubricador del equipo de mantenimiento neumático este en el nivel correcto, esto para que el aire que va a ingresar al circuito neumático esté debidamente tratado y lubricado con el fin de proteger los componentes del circuito.
- ii. Desplegar el tablero de simulación del módulo didáctico en su posición de trabajo, asegurándolo mediante los picaportes de sujeción ubicados en los extremos inferiores del tablero de simulación.

- iii. Seleccionar los elementos neumáticos que se desea montar, según el circuito previamente diseñado. Para facilitar su identificación, estos elementos están numerados y se encuentran ubicados en la parte inferior de la mesa de trabajo del módulo didáctico con su respectiva simbología.
- iv. Situar y fijar los elementos neumáticos que componen el circuito neumático en los orificios del tablero de simulación. Al momento de fijar las bases de sujeción elaboradas para cada elemento, se debe tener cuidado que los pines se acoplen de forma correcta en los orificios del tablero, presionando en forma ligera y vertical, sin realizar movimientos hacia los lados.
- v. Acomodar el vástago de los cilindros en la posición de avance o retroceso según corresponda.
- vi. Unir los elementos neumáticos que forman parte del circuito mediante las mangueras de conexión de poliuretano, insertando cada extremo de las mismas en los correspondientes acoples rápidos de cada elemento. Es necesario prestar atención a la sujeción de las mangueras, para evitar fugas de aire e incluso que se pueda soltar alguna manguera una vez que el circuito ya esté en funcionamiento. Así mismo, en caso necesario se habrá de bloquear aquellas salidas de aire no deseadas dentro del circuito (conexiones en T, extremos de conductos no utilizados, etc.). Además, las mangueras deben tener una tensión adecuada, que permita manipular los elementos de mando.
- vii. Antes de alimentar con aire comprimido, revisar que el circuito neumático montado en el tablero de simulación este acorde con el diagrama de conexión diseñado, para asegurarse que este bien conectado y obtener un correcto funcionamiento de los componentes.

- viii. Abrir el mando de paso del aire comprimido, y maniobrar convenientemente las válvulas según el modo de operación previsto para el circuito neumático.
- ix. Una vez finalizada la operación del circuito neumático, se ha de proceder a su desmontaje, comenzando por bloquear el paso de aire comprimido al módulo didáctico mediante la válvula de paso.
- x. Para retirar las mangueras de conexión de los acoples rápidos de cada elemento, se debe presionar sobre la corona exterior de dichos acoples. Estas se deben guardar en los cajones provistos en la mesa de trabajo.
- xi. Los elementos retirados del tablero de simulación del módulo serán ubicados en su respectivo lugar, el cual se encuentra numerado, de modo que se tenga un control y registro de los mismos para evitar pérdidas.
- xii. Una vez finalizada la práctica se retira las seguridades de sujeción del tablero de trabajo y se lo desplaza hacia la parte posterior del módulo didáctico.

## CONCLUSIONES

Las múltiples aplicaciones de la neumática se deben básicamente a la facilidad para obtener la energía que alimenta a los dispositivos neumáticos. El aire como fuente de alimentación para los circuitos neumáticos nos proporciona ventajas superiores en comparación con otros tipos de energía.

En la actualidad la neumática está presente en casi todos los procesos productivos permitiendo alcanzar productos de alta calidad a bajo costo.

Las dimensiones del módulo didáctico neumático fueron aplicadas con el fin de poseer un medio de enseñanza, en el que se le brinde al estudiante la comodidad y espacio necesario para manipular los elementos neumáticos de una forma real al momento de armar un circuito, teniendo en cuenta tanto la estatura promedio de las personas, como el espacio disponible en los laboratorios, y la facilidad de traslado y montaje de los elementos en el montaje de circuitos neumáticos.

Las bases de sujeción de los elementos neumáticos fueron dimensionadas y elaboradas de tal manera que ocupen el menor espacio posible dentro del tablero de simulación del módulo didáctico, y además, sean cómodamente manejables y montables.

El equipo de mantenimiento neumático FRL instalado en el módulo didáctico, ayudará a mejorar la calidad de aire comprimido que ingresara al circuito neumático, controlando la presión de entrada del aire comprimido y protegiendo a los elementos neumáticos, alargando su vida útil.

Los elementos neumáticos, por lo general, cuando trabajan en condiciones óptimas, no requieren de mantenimiento.



Al adicionar una válvula de paso al equipo de mantenimiento FRL, se tiene un control adicional y de protección del aire de alimentación del sistema del módulo neumático, sin tener que recurrir a la interrupción a través del tablero principal de alimentación existente en el laboratorio.

## RECOMENDACIONES

Al ser abatible el tablero de simulación del módulo didáctico, se recomienda tener cuidado con los picaportes de seguridad, los mismos que deben estar en su posición correcta, para evitar accidentes, tanto en el momento de realizar el montaje de los circuitos neumáticos o en la movilización del módulo.

Para montar las bases que contienen los elementos neumáticos en el tablero de simulación, se debe observar que los pines estén en una misma línea de acción con los orificios del tablero, presionando ligeramente hasta que queden completamente acoplados. Así mismo, para retirar los elementos, se lo hace halando la base hacia afuera, no del elemento, ni tampoco realizando movimientos hacia los lados, ya que esto provocaría desajustes.

Se debe chequear que el equipo de mantenimiento neumático FRL este en óptimas condiciones de trabajo, purgando el exceso de agua que puede encontrarse en el filtro, y verificando que la cantidad de aceite del lubricador este en un nivel correcto.

Se sugiere realizar las conexiones con la mayor atención posible, siguiendo los esquemas correspondientes para evitar errores por conexiones equivocadas.

Las mangueras de conexión de polietileno para unir los elementos neumáticos no deben estar ni demasiado templadas ni curvadas, además, no deben obstruir la trayectoria de ningún elemento que se encuentre montado en el tablero de simulación del módulo.

Revisar el buen estado de los acoples de las válvulas, para evitar fugas de aire o mala conexión con las mangueras de polietileno, esto se lo realiza chequeando que las coronas de los acoples no estén rotas o deterioradas.

Al desconectar las mangueras de conexión de polietileno, se lo debe hacer con mucho cuidado, asegurándose que no contengan aire comprimido, para evitar daños al operario del módulo.

Se recomienda utilizar y manipular los elementos neumáticos con precaución para evitar daños y desgastes innecesarios.

La presión de aire comprimido para el circuito debe estar en un rango de trabajo nominal con respecto a los elementos neumáticos que conforman el circuito, de modo que la presión no esté ni por de bajo o sobre presionado.

Para el funcionamiento eficiente de un circuito neumático, es indispensable evitar pérdidas, producto del escape de aire durante el trabajo del sistema; para ello una correcta instalación neumática empleando óptimas uniones es inevitable.

## BIBLIOGRAFÍA

JIMENEZ DE CISNEROS, LUIS MA. "Manual de Neumática". Editorial Blume, 1979. 501 p.

DEPPERT W. / STOLL K. "Dispositivos Neumáticos". Editorial Marcombo S.A., 1978. 191 p.

CARNICER ROYO, ENRIQUE. "Aire Comprimido, Neumática convencional". Editorial Gustavo Gill S.A., 1980. 319 p.

MAIXNER M. / KOBLE R. "Introducción en la Neumática". Festo Didactic, 1980.

JACOME FERNANDO. "Apuntes de la materia". 2006

IVAISA, Folleto.

FESTO DIDACTIC, "Fundamentos de Neumática, P. Croser, 2000, 109p.

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL, "Folleto Neumática", 2005, 179 p.

FESTO.PDF, "Apuntes de neumática", 33 p.

cim\_neumat.pdf, 71 p.

<http://www.sapiensman.com/neumática>

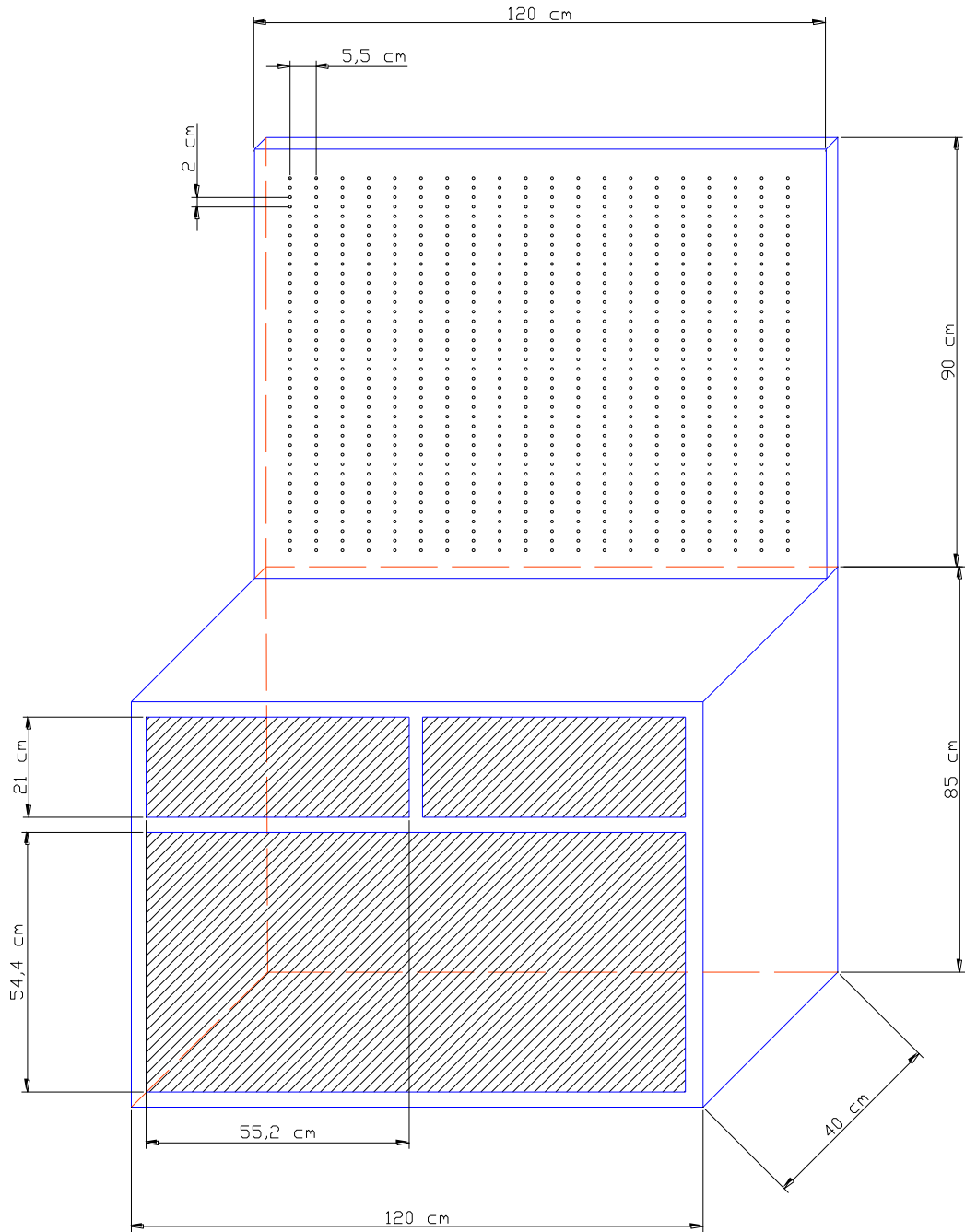
<http://www.plcmadrid.es>

[www.festo.com/didactic](http://www.festo.com/didactic).



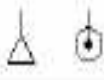
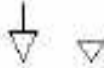
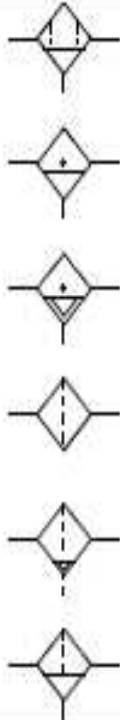

[www.monografias.com](http://www.monografias.com)



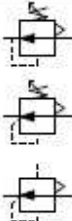

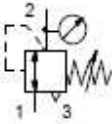







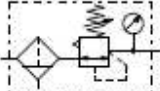

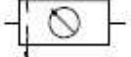
# ANEXOS

# ANEXO 1. Plano del módulo didáctico.

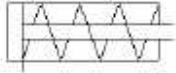



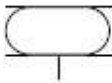





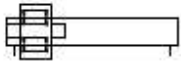

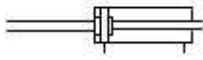



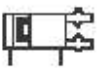










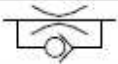




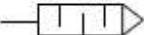

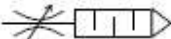
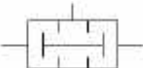

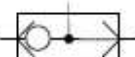

## ANEXO 2. Simbología Din 1219.



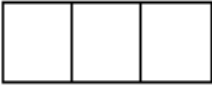

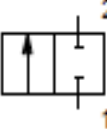
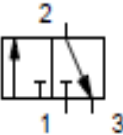
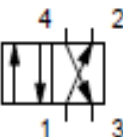

Símbolo	Descripción	Aspecto real
<b>Tratamiento del aire</b>		
	Compresor en general.	
	Alimentación de aire. Presión. (Dos formas)	
	Escape. (Dos formas)	
	Filtros (Varios tipos)	

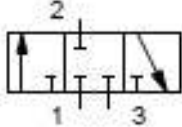
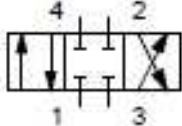
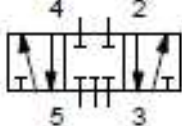







	<p>Manómetro</p>	
	<p>Válvulas reguladoras (Varios símbolos)</p>	
	<p>Válvula reguladora con manómetro</p>	
	<p>Lubricador</p>	
	<p>Secador</p>	
	<p>Depósito</p>	
	<p>Unidad de mantenimiento</p>	
	<p>Unidad de mantenimiento (Forma simplificada)</p>	







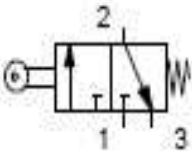

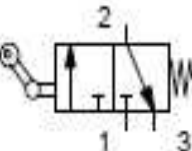



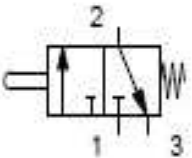

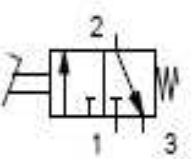

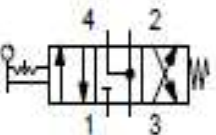

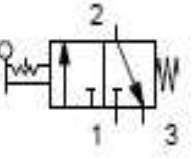

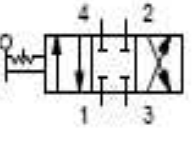

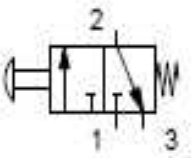

Actuadores		
	Cilindro de simple efecto.	
	Cilindro de doble efecto.	
	Cilindro de fuelle	
	Músculo neumático	
	Actuador giratorio	
	Cilindro sin vástago	
	Cilindro de doble efecto y doble vástago	
	Cilindro Tandem	
	Pinza neumática	

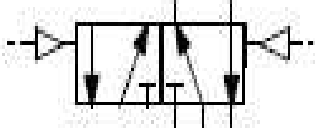

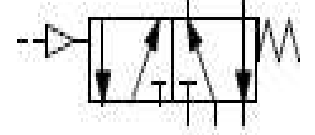

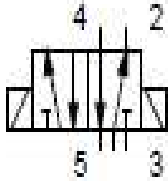

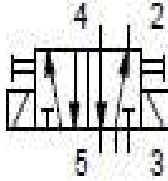
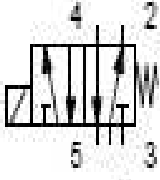

Válvulas		
	Válvula antirretorno	
	Válvula antirretorno pilotada	
	Estrangulador	
	Válvula estranguladora bidireccional (Regulador de caudal)	
	Válvula estranguladora con antirretorno (unidireccional)	
	Válvula estranguladora unidireccional (Regulador de caudal con antirretorno)	
	Válvula de cierre	
	Silencioso	
	Silencioso con estrangulador de aire	
	Válvula de simultaneidad (Célula lógica Y)	
	Válvula selectora (Célula lógica O)	

Válvulas de vías		
Posiciones y vías		
	Posición	
	Válvula de dos posiciones	
	Válvula de tres posiciones	
	Vías	
	Válvula 2/2 (2 vías / 2 posiciones)	
	Válvula 3/2 (3 vías / 2 posiciones)	
	Válvula 4/2 (4 vías / 2 posiciones)	
	Válvula 5/2 (4 vías / 2 posiciones)	

	<p>Válvula 3/3 (3 vías / 3 posiciones)</p>	
	<p>Válvula 4/3 (4 vías / 3 posiciones)</p>	
	<p>Válvula 5/3 (5 vías / 3 posiciones)</p>	
<i>Accionamientos</i>		
	<p>Pulsador en general</p>	
	<p>Pulsador con enclavamiento</p>	
	<p>Accionamiento por palanca</p>	
	<p>Palanca con enclavamiento</p>	
	<p>Accionamiento manual auxiliar</p>	
	<p>Accionamiento por pedal</p>	
	<p>Retorno por muelle</p>	

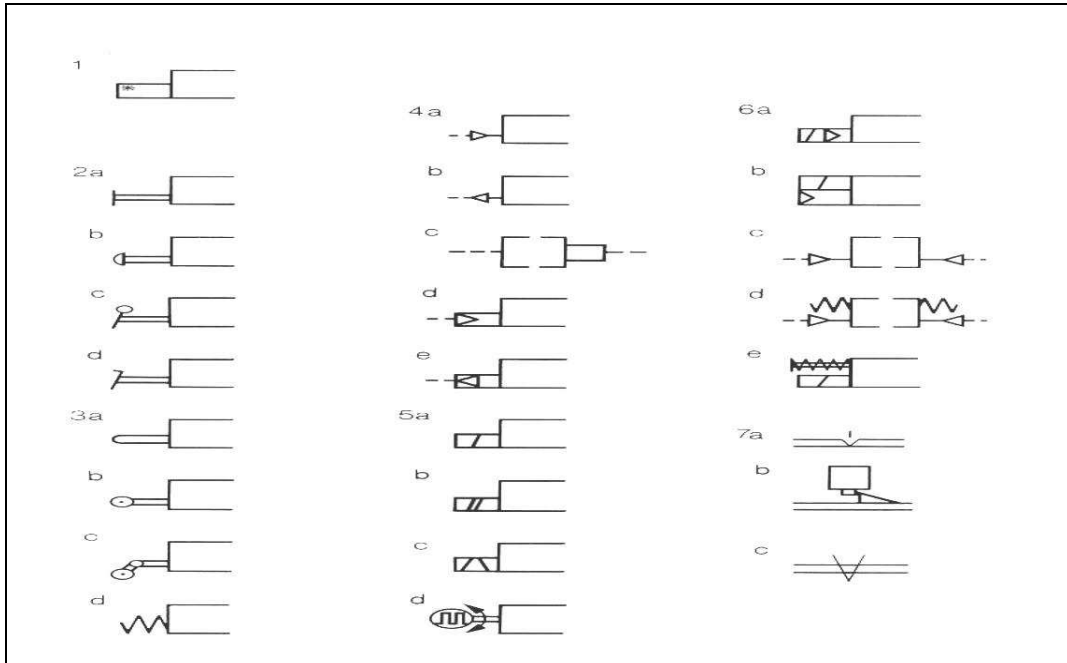
	<p>Pilotaje neumático en general</p>	
	<p>Pilotaje eléctrico (electroválvula)</p>	
	<p>Accionamiento por rodillo</p>	
	<p>Accionamiento por rodillo escamoteable (unidireccional)</p>	
	<p>Accionamiento por émbolo</p>	
	<p>Pilotaje neumático y accionamiento manual auxiliar</p>	
<p>Ejemplos de válvulas de vías</p>		
	<p>Final de carrera de rodillo</p>	
	<p>Final de carrera de rodillo escamoteable (unidireccional)</p>	

	<p>Final de carrera de émbolo</p>	
	<p>Válvula de pedal</p>	
	<p>Válvula de palanca con enclavamiento mecánico</p>	
	<p>Válvula 3/2 de palanca</p>	
	<p>Válvula 4/3 de palanca</p>	
	<p>Pulsador</p>	

	<p>Válvula con pilotaje neumático (biestable)</p>	
	<p>Válvula con pilotaje neumático (monoestable)</p>	
	<p>Electroválvula biestable</p>	
	<p>Electroválvula biestable con accionamiento manual auxiliar</p>	
	<p>Electroválvula monoestable</p>	

## ANEXO 3. Accionamiento de válvulas.

Modos de accionamiento según ISO 1219.



### Izquierda:

- Con indicación de más detalles.
- Mecánico:
  - Por pulsador (plano).
  - Por pulsador (seta).
  - Palanca.
  - Pedal.
  - Leva.
  - Rodillo.
  - Rodillo escamoteable.
  - Muelle.

### Centro:

- Neumático:
  - Positivo o presión,
  - Negativo o depresión.
  - Presión diferencial.
- Servo pilotaje positivo.
- Servo pilotaje negativo.
- Electroimán (un arrollamiento).
- Electroimán (dos arrollamientos en el mismo sentido).
- Electroimán (dos arrollamientos en sentido contrario).
- Por motor paso a paso.

### Derecha:

- Combinación electro neumática.
- Aire comprimido.
- Posición intermedia.
- Por aire, en posición intermedia por resorte,
- Electroimán y accionamiento manual,
- Enclavamiento mecánico,
- Bloqueo,
- Ruptores de impulso.



#### ANEXO 4. Vocabulario Neumático.

**Acumulador:** Depósito en el que es almacenado el aire comprimido hasta una determinada presión. Son menores que los depósitos. Su misión es compensar las pérdidas de presión que se producen cuando las conducciones son muy largas.

**Aire atmosférico:** Aire que se encuentra sometido a la presión atmosférica.

**Aire comprimido:** Aire sometido a una presión superior a la atmosférica.

**Aire de escape:** Aire que se suelta a la atmósfera procedente de los cilindros, una vez que ha cedido toda su energía.

**Aspiración:** Fase que lleva a cabo el compresor cuando toma aire atmosférico. Es contraria a la compresión.

**Bar:** Unidad de presión que equivale a 750,07 mm de mercurio.

**Carrera:** Trayecto recorrido por el émbolo de un cilindro entre dos posiciones.

**Carrera de trabajo:** Carrera que debe realizar el émbolo de un cilindro para efectuar un determinado trabajo.

**Caudal:** "Volumen de fluido que atraviesa una determinada sección transversal de una conducción por cada unidad de tiempo"

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{S \cdot l}{t} = S \cdot v$$

Q = caudal

V = volumen

S = sección transversal del conductor

**Cilindro:** Componente neumático que transforma la energía del aire comprimido en movimiento lineal.

**Cilindro de doble efecto:** Cilindro cuyo pistón tiene dos carreras, una de avance y otra de retroceso, y que requiere para ello dos tomas de aire comprimido.

**Cilindro de simple efecto:** Cilindro que sólo tiene una toma de aire y, por tanto, sólo realiza una carrera ya que el aire actúa sobre una de las caras del pistón.

**Compresibilidad:** Propiedad de un cuerpo por la cual su volumen varía con la presión. Esta propiedad suele ser muy elevada en gases y muy pequeña en líquidos.

**Compresión:** Disminución del volumen de un elemento (aire) por acción de la presión.

**Compresor:** bomba de aire comprimido accionada normalmente por un motor eléctrico. Este aire se almacena en un depósito denominado receptor. Desde éste, el aire es conducido a través de válvulas a los cilindros, que son los componentes encargados de realizar el trabajo. Cuando el aire comprimido fluye en el interior de un cilindro, aumenta la presión y obliga a desplazarse a un émbolo situado en su interior, y proporcionando un movimiento lineal y realizando un trabajo.

- **De émbolo**

Los más utilizados por su precio y flexibilidad de funcionamiento (permiten trabajar con caudales de diferentes magnitudes, y con un amplio rango de relación de compresión)

### Funcionamiento

Un eje, en el que va soldada una excéntrica, acciona la biela que produce un movimiento alternativo en el pistón. Al bajar el pistón, entra aire por la válvula de aspiración. En ese momento, la válvula de cierre está cerrada.

Cuando el pistón ha descendido hasta el máximo posible, entonces las válvulas (admisión y cierre) se cierran. En este momento comienza la **compresión**. Cuando este aire se ha comprimido hasta el máximo, entonces la válvula de cierre se abre y el aire ya comprimido comienza a viajar hacia el circuito a través de los conductores.

- **Compresor rotativo**

Consiguen aumentar la presión del aire mediante el giro de un rotor. El aire se aspira cuando el rotor gira en un determinado sentido y después se comprime dentro de la cámara de compresión que se origina en el compresor.

- **De paletas.**

Poseen una serie de paletas radiales sobre el rotor que presionan las partes de la cámara de compresión cuando giran. (Fza. centrípeta) Entre cada dos paletas se crea una especie de pequeña cámara de compresión que va comprimiendo el aire.

Son silenciosos y proporcionan un nivel de caudal prácticamente constante

- **De tornillo.**

Son caros, pero ventajosos a largo plazo por su bajo desgaste. Son silenciosos y proporcionan unos caudales de hasta  $8\text{m}^3/\text{min}$ , junto con una presión que oscila entre los 7 y 14 bar.

### Funcionamiento

Se basa en el giro de los tornillos helicoidales que comprimen el aire hasta que ha entrado por el orificio de aspiración, y lo expulsan hacia el orificio de salida.

**Consumo de aire:** Cantidad de aire necesaria para que un cilindro realice su fase de trabajo

**Depósito:** recipiente que se utiliza para el almacenamiento del aire comprimido. Tiene como misión principal mantener un nivel de presión adecuado en el circuito neumático. Lo llevan a cabo acumulando aire a presión en su interior; de esta forma si se produce una falta de electricidad, el circuito puede seguir funcionando gracias a este aire acumulado.

El tamaño va en función del caudal de aire que se consume en el circuito y de la potencia del compresor.

**Diagrama de mando:** Diagrama para la representación de los estados de los elementos de mando, dependientes del tiempo o de la fase de conmutación.

**Diagrama espacio-fase:** Diagrama para la representación de las formas de estado de los elementos de trabajo, dependientes de la correspondiente fase de conmutación.

**Diagrama espacio-tiempo:** Diagrama para la representación de las formas de estado de los elementos de trabajo, dependientes del tiempo.

**Electro neumático:** hablamos de ella cuando el accionamiento de las válvulas neumáticas es eléctrico.

**Electroválvula:** Válvula con accionamiento eléctrico.

**Embolo:** Parte móvil del cilindro que transforma las fuerzas de compresión en fuerzas de movimiento.

**Estrangulación:** Disminución constante o variable del diámetro de una tubería o conducción.

**Esquema lógico:** Esquema de circulación de señales con símbolos de enlace de memorias en el que se indican todas las líneas de flujo.

**Esquema neumático:** Plano o representación de todos los elementos con los conductos de líneas de conexión o mando neumático.

**Fase:** Cambio del estado de cualquier unidad operatoria.

**Filtro:** Elemento que se utiliza para la limpieza del aire comprimido ya que retiene las partículas de suciedad y separa el agua de condensación.

**Fluido:** Cuerpo que no presenta ninguna resistencia a la deformación, por la débil cohesión entre sus moléculas, como los líquidos y los gases.

**Fuerza del pistón:** Fuerza en kilopondios que cede un pistón o émbolo cuando es impulsado por una fuerza de compresión.

**Fuerza útil:** Fuerza efectiva de un cilindro medida de estado de reposo.

**Humedad:** Se llama humedad atmosférica al contenido de vapor de agua del aire.

**Humedad absoluta:** Es la masa de vapor de agua que tenemos en cada unidad de volumen ( $\text{g/m}^3$ )

**Humedad relativa:** Cociente entre la masa de vapor de agua que existe en un volumen de aire ( $m_v$ ) y la que habría si ese volumen de aire estuviese saturado a igual temperatura ( $m_s$ ).

$$H_r = \frac{m_v}{m_s}$$

**ISO:** International Standardization Organization. (Organización Internacional para la Estandarización)

**Leyes de los gases:**

- **Ley de Boyle-Mariotte**

A temperatura constante, el volumen de un gas encerrado en un recipiente rígido es inversamente proporcional a la presión absoluta, o sea, el producto de la presión absoluta y el volumen es constante para una determinada cantidad de gas.

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 = cte$$

- **Ley de Gay-Lussac**

Establece la relación entre la temperatura y la presión de un gas cuando el volumen es constante.

Cuando el volumen es constante la presión del gas es directamente proporcional a su temperatura:

- Si aumentamos la temperatura, aumentará la presión.

•Si disminuimos la temperatura, disminuirá la presión.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (\text{Temperatura en grados kelvin})$$

▪ ***Ecuación de estado de los gases perfectos***

Resume las dos leyes citadas anteriormente mediante la ecuación:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = cte$$

**Longitud de la carrera:** Medida del desplazamiento de un cilindro.

**Manómetro:** Aparato para medir presiones.

**Neumática:** Es la rama de la técnica que se dedica al estudio y aplicaciones prácticas del aire comprimido.

**Pascal (Pa):** Unidad de tensión mecánica y de presión en el S.I. equivalente al Newton por metro cuadrado.

**Pérdida de presión:** Diferencia de presión existente entre dos puntos de medida de un aparato o una línea.

**Plano de situación:** Plano para la representación de los elementos de trabajo en sus posiciones reales de actuación, indicando la forma en que trabajará el equipo neumático.

**Posición de reposo:** Posición de maniobra que adopta una válvula tras establecer la presión de la red o la tensión eléctrica, y con la que inician el programa de maniobras previsto.

**Presión:** Cociente entre el valor de una fuerza que actúa perpendicularmente a una superficie y el área de dicha superficie.

**Presión atmosférica:** Presión del aire medida a nivel del mar. Esta presión equivale a una columna de mercurio de 760mm de altura.

**Presión relativa:** Son todas las demás presiones (no la atmosférica) que tenemos en condiciones diferentes y que se relacionan con la atmosférica. Por ejemplo: si un recipiente tiene una presión relativa de 6 bar, significa que tienes una presión 6 bares superior a la atmosférica.

**Racor:** Pieza roscada que une dos tuberías de distintos radios. Pueden ser de dos tipos, biconos o de anillo, y de dos materiales, acero o plástico.

**Red de distribución:** Conjunto de tuberías que distribuyen el aire comprimido por todo el circuito neumático.

**Relación de compresión:** Es un número adimensional que relaciona las presiones de entrada y salida del aire del compresor. Es decir, informa del aumento de presión que provoca el compresor.

**Silenciador:** Aparato para disminuir el ruido producido por el escape del aire comprimido al exterior.

**Termómetro:** Instrumento utilizado para la medida de la temperatura.

**Válvula:** Elemento de mando para ejercer influencia sobre medios en circulación (aire), usándose para gobernar los actuadores, comandar otras válvulas o emitir señales.

**Válvula anti retorno:** Es la más simple. Cierra por completo el paso en un sentido y lo deja libre en el contrario, con la pérdida de presión lo más pequeña posible. Puede ser:

- Sin muelle
- Con muelle
- Pilotada
- Con estrangulador unidireccional

**Válvula base:** Válvula a partir de la cual se obtienen distintos tipos por adición de piezas complementarias, como el tipo de accionamiento.

**Válvula con accionamiento mecánico:** Válvula que aprovecha el movimiento de los mecanismos de una instalación para la conmutación de estados.

**Válvula con accionamiento neumático:** Válvula que aprovecha la presión neumática para la conmutación de estados.

**Válvula de escape rápido:** Válvula con función anti retorno en la línea de entrada, conectando directamente la línea de salida a escape.

**Válvula de bloqueo:** Válvula que cierra el paso del aire en un sentido del flujo y lo deja libre en el sentido contrario. El cierre de la válvula es apoyado por la presión en el lado de la salida.

**Válvula distribuidora:** Válvula que determina la apertura y cierre y las modificaciones en el sentido del flujo del aire.

**Válvula distribuidora de asiento:** Válvula distribuidora cuya construcción se basa en el cierre de un elemento móvil sobre su asiento. Se realizan en 2/2, 3/2, 4/2 por su corto recorrido de maniobra y su asiento estanco.

**Válvula distribuidora de corredera:** Válvula distribuidora cuya construcción se basa en una corredera cilíndrica con desplazamiento axial.

**Válvula estranguladora:** Válvula que reduce el caudal circulante. Por regla general es regulable y actúa en los dos sentidos.

**Válvula estranguladora unidireccional:** válvula cuya reducción del caudal sólo actúa en un sentido del flujo, teniendo libre el paso del aire comprimido en el sentido contrario.

**Válvula limitadora de presión:** Válvula que limita la presión de salida por una fuerza de sentido contrario que abre un escape.



**Válvula manual:** Válvula de vías con accionamiento muscular (seta, pulsador, pedal).

**Válvula selectora:** Válvula que obtiene presión a la salida si existe presión en cualquiera de sus dos entradas.

**Vías o trayectorias de flujo de las válvulas:** Son los conductos por los que discurre el fluido en el interior de las válvulas.