

**Circuitos hidráulicos y neumáticos:
elementos componentes y circuitos
típicos de potencia y control.**

ÍNDICE:

1.- Introducción.	2
2.- Generalidades de los Sistemas Neumáticos e Hidráulicos.	3
3.- Conceptos básicos relacionados.	5
3.1.- Propiedades de los fluidos.	5
3.2.- Magnitudes y principios fundamentales.	5
4.- Sistemas neumáticos.	10
4.1.- Producción del aire comprimido.	10
4.2.- Elementos de tratamiento del aire comprimido.	13
4.3.- Elementos de consumo en circuitos neumáticos.	15
4.4.- Elementos de control en circuitos neumáticos.	18
4.5.- Representación esquemática de movimientos secuenciales.	24
4.6.- Circuitos neumáticos simples.	27
4.7.- Símbolos de elementos de uso frecuente en neumática.	28
5.- Sistemas hidráulicos.	29
5.1.- Grupo de accionamiento.	29
5.2.- Elementos de transporte.	32
5.3.- Elementos de distribución, regulación y control. Válvulas.	32
5.4.- Elementos de trabajo.	34
5.5.- Circuitos característicos de aplicación.	36
5.6.- Símbolos de elementos de uso frecuente en neumática.	38
6.- Bibliografía.	38

1.- Introducción.

La mecánica de fluidos ha sido estudiada desde la antigüedad (rueda hidráulica), sin embargo hasta hace apenas cien años el agua era el único fluido que se transportaba por medio de tuberías desde un lugar a otro. Hoy en día, a medida que aumenta el desarrollo industrial, el uso no sólo del agua sino de otros fluidos como elemento de trabajo está adquiriendo cada vez mayor importancia.

Los sistemas hidráulicos se emplean, por lo general, en aquellas situaciones en que se requiera una fuerza elevada. Por el contrario, la neumática se utiliza preferentemente en la automatización de procesos.

En la actualidad, los sistemas hidráulicos y neumáticos se encuentran presentes en automóviles, aeronaves, máquinas-herramientas, maquinaria de construcción ..., y en casi cualquier tipo de aplicaciones industriales.

2.- Generalidades de los Sistemas Neumáticos e Hidráulicos.

La Neumática y la Hidráulica son dos ciencias – y, a la vez, técnicas – que tratan de las leyes que rigen el comportamiento y el movimiento de los gases (en general, aire comprimido) y de los líquidos (en general, aceites), respectivamente, así como de los problemas que plantea su utilización. Etimológicamente estas palabras derivan de las griegas *pneuma* e *hydro*, que significan viento y agua, respectivamente.

Las diferencias entre ambas vienen marcadas por la naturaleza de los fluidos que se consideran: aire (muy compresible) y aceite o similares (casi incompresibles). Aunque esto no impide que un mismo proceso se pueda resolver de forma práctica, en unos casos mediante sistema hidráulico y en otros por medio de uno neumático.

La Neumática se puede considerar adecuada para fuerzas no superiores a las 3 Tn., aunque su ámbito preferente de utilización se extiende hasta fuerzas menores de 1,2 Tn., con desplazamientos rápidos. También se utiliza en el accionamiento de pequeños motores, como es el caso de herramientas portátiles, o de motores de alta velocidad que pueden alcanzar las 500.000 r.p.m.

Su campo de aplicación abarca procesos de control de calidad, etiquetado, embalaje, herramientas, etc. en todo tipo de industrias.

La Hidráulica es apropiada para grandes esfuerzos tanto en actuadores lineales como en motores de par elevado, y permite un control exacto de velocidad y parada. Su utilización se extiende a las industrias metalúrgicas, a las máquinas-herramientas, prensas, maquinaria de obras públicas, industria naval y aeronáutica, sistemas de transporte, etc.

En todo sistema neumático o hidráulico se pueden distinguir los siguientes elementos:

- *Elementos generadores de energía.* Tanto si se trabaja con aire como con un líquido, se ha de conseguir que el fluido transmita la energía necesaria para el sistema. En los sistemas neumáticos se utiliza un compresor, mientras que en el caso de la hidráulica se recurre a una bomba. Tanto el compresor como la bomba han de ser accionados por medio de un motor eléctrico o de combustión interna.

- *Elemento de tratamiento de los fluidos.* En el caso de los sistemas neumáticos, debido a la humedad existente en la atmósfera, es preciso proceder al secado del aire antes de su utilización; también será necesario filtrarlo y regular su presión, para que no se introduzcan impurezas en el sistema ni se produzcan sobrepresiones que pudieran perjudicar su funcionamiento. Los sistemas hidráulicos trabajan en circuito cerrado, y por ese motivo necesitan disponer de un depósito de aceite y también, al igual que en los sistemas neumáticos, deberán ir provistos de elementos de filtrado y regulación de presión.

- *Elementos de mando y control.* Tanto en sistemas neumáticos como en hidráulicos, se encargan de conducir de forma adecuada la energía comunicada al fluido en el compresor o en la bomba hacia los elementos actuadores.

- *Elementos actuadores.* Son los elementos que permiten transformar la energía del fluido en movimiento, en trabajo útil. Son los elementos de trabajo del sistema y se pueden dividir en dos grandes grupos: cilindros, en los que se producen movimientos lineales y motores, en los que tienen lugar movimientos rotativos.

3.- Conceptos básicos relacionados.

3.1.- Propiedades de los fluidos.

Los fluidos no mantienen su forma sino que fluyen, debido a que las fuerzas de cohesión entre sus moléculas son muy pequeñas, de manera que éstas pueden desplazarse unas respecto a otras. Esta es la razón por la que adoptan la forma del recipiente que los contiene.

Sin embargo, los líquidos se comportan de forma diferente a los gases, ya que mientras que los primeros fluyen bajo la acción de la gravedad hasta que ocupan las regiones más bajas posibles de los recipientes que lo contienen, los gases se expanden hasta llenar por completo los recipientes cualquiera que sea su forma.

Por lo que respecta a los gases, hay que tener en cuenta que, por lo general, el aire utilizado en los circuitos neumáticos es una mezcla gaseosa, si bien para su estudio puede considerarse como un gas único, y como tal no tiene forma ni volumen propio, ya que ocupa todo el espacio del recipiente en el que está encerrado. A diferencia de los líquidos, los gases se pueden comprimir y expandir fácilmente.

Por tanto, el comportamiento de líquidos y gases es análogo en conductos cerrados (tuberías); pero no en conductos abiertos (canales).

3.2.- Magnitudes y principios fundamentales.

Presión. Conceptos fundamentales.

La *presión* ejercida por un fluido, ya sea líquido o gaseoso, sobre la superficie de las paredes del recipiente que lo contienen, y viceversa, es el cociente entre la fuerza aplicada y la superficie que recibe su acción. Es decir:

$$P = F/S$$

La unidad de presión en el sistema internacional es el Pascal (Pa): $1Pa = \frac{1N}{1m^2}$

En mecánica de fluidos, el Pascal resulta ser una unidad excesivamente pequeña, por lo que en su lugar se emplean otras unidades, cuyas equivalencias son las siguientes:

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mm Hg}$$

$$1 \text{ atm} = 1,0131 \text{ bar}$$

La *presión atmosférica* es la presión que ejerce el aire existente en la atmósfera sobre la superficie terrestre, debida a su propio peso. La presión atmosférica varía con la temperatura y la altitud. Al nivel del mar, una columna de aire de 1 cm^2 de sección y cuya altura es la atmosférica ejerce una presión de $1,031 \text{ kp/cm}^2$. A alturas más elevadas la presión es inferior (la columna pesa menos). Normalmente esta presión se mide con un barómetro.

Por último, hay que tener en cuenta que la presión en cualquier sistema de unidades se puede expresar como *presión absoluta* o como *presión relativa*. Se cumple: $P_{abs} = P_{atm} + P_{rel}$

Caudal. Conceptos fundamentales.

El caudal constituye otra magnitud fundamental en la mecánica de fluidos. El *caudal* se define como el volumen de fluido que atraviesa por unidad de tiempo una sección transversal de una conducción:

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

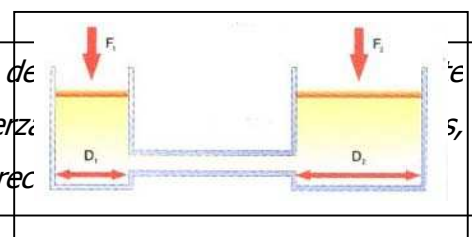
siendo Q el caudal, V el volumen que atraviesa la sección transversal S durante el tiempo t, v la velocidad a la que circula el fluido y l la distancia recorrida por el fluido en el tiempo t.

Leyes fundamentales en los fluidos.

Al físico francés Blaise Pascal se le debe el *principio fundamental de la Hidrostática* (aplicable para fluidos en reposo), cuyo enunciado es:

La presión aplicada, sobre un punto de una masa de íntegramente en todas las direcciones y ejerce fuerza actuando estas fuerzas normalmente a las paredes del rec

En los primeros años de la revolución industrial,



Esquema de una prensa hidráulica

Bramah desarrollo una importante aplicación de este principio, la prensa hidráulica, que en esencia, consiste en dos recipientes de secciones muy diferentes, comunicados por su parte inferior y provistos de los correspondientes émbolos.

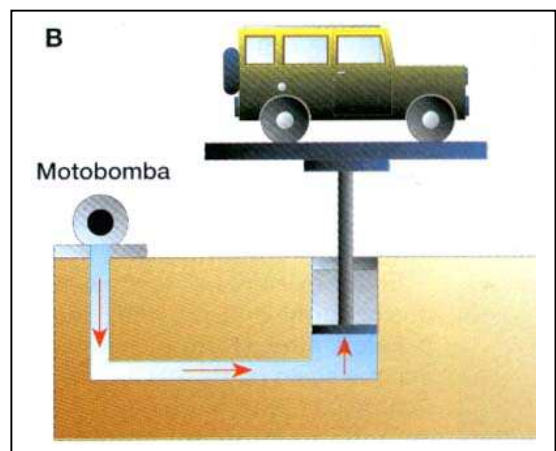
Al aplicar una presión P_1 en uno de los émbolos (en el más pequeño), ha de transmitirse al otro la misma intensidad, es decir: $P_1 = P_2$.

Y como la presión es la relación fuerza/superficie, se tendrá: $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$

de donde: $F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1} = F_1 \frac{D_2^2}{D_1^2}$

suponiendo que los émbolos sean circulares y de diámetros respectivos D_1 y D_2 .

Así pues, la fuerza que se obtiene es proporcional a la relación entre los cuadrados de los diámetros de los pistones. En este fenómeno se basan, por ejemplo, los frenos hidráulicos y los gatos hidráulicos.



Esquema de funcionamiento de gato hidráulico.

Este principio es aplicable a fluidos en reposo, pero el comportamiento de los fluidos en movimiento a lo largo de tubos, en el interior de recipientes, etc., tiene también una gran importancia para la industria.

Si un fluido, supuesto no viscoso (sin rozamiento interno entre sus partículas), se encuentra en movimiento a través de una tubería, cumple las dos ecuaciones siguientes:

- *Ecuación de continuidad.* Si la tubería a lo largo de la cual circula el fluido tiene dos secciones diferentes S_1 y S_2 , en las cuales el fluido, con una densidad d_1 y d_2 , posee las velocidades respectivas v_1 y v_2 , se establece que:

$$S_1 \cdot v_1 \cdot d_1 = S_2 \cdot v_2 \cdot d_2 = cte$$

Si el fluido es incompresible (caso de los líquidos), $d_1 = d_2 = d$, con lo que la expresión anterior resulta:

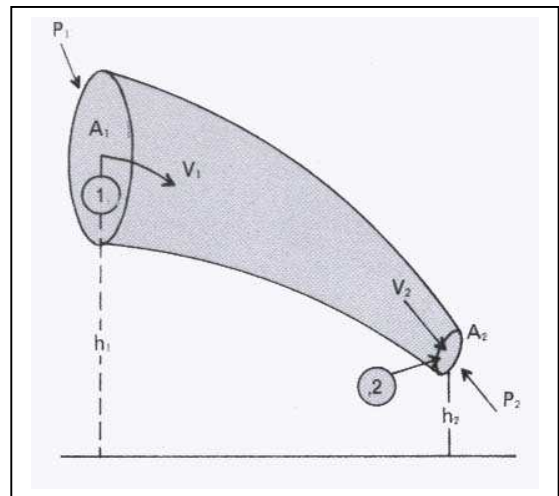
$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = cte$$

- *Ecuación de Bernoulli.* El Principio de Bernoulli afirma que la suma de las energías cinética, potencial y de presión, en distintos puntos de un fluido en movimiento estacionario que recorre un tubo inclinado, debe ser constante. Al variar el diámetro de la tubería la velocidad cambia y la energía cinética también varía. Si la energía no puede crearse ni destruirse, la variación de energía cinética debe ser compensada por un aumento o disminución de la energía de presión.

Si los puntos 1 y 2 de una tubería se encuentran a las alturas h_1 y h_2 y las presiones del fluido en ambos son, respectivamente, p_1 y p_2 , la expresión matemática del teorema de Bernoulli es la siguiente:

$$h_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} = H$$

donde H es un valor constante denominado altura total de carga.

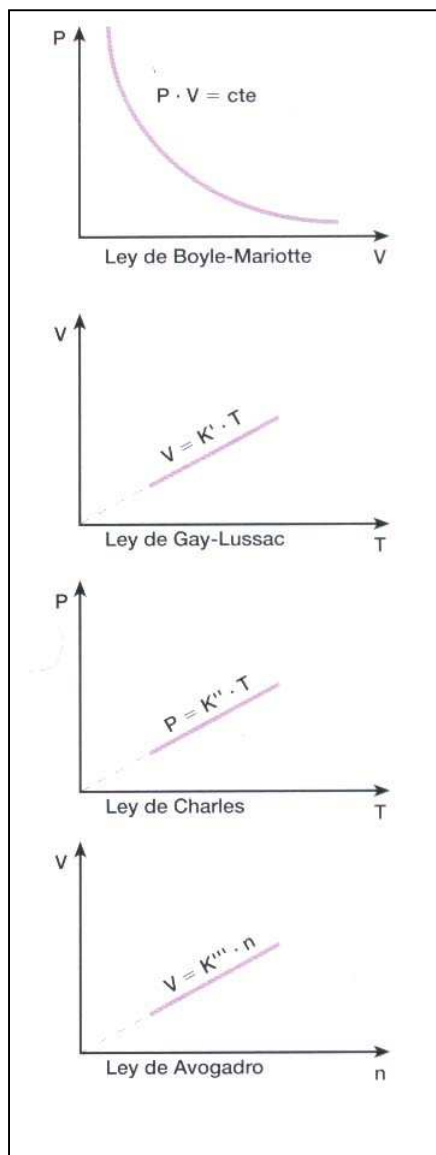


Leyes fundamentales en los gases perfectos.

Para el estudio de los gases, se considera que se comportan como gases perfectos y por tanto cumplen las siguientes leyes:

- *Ley de Boyle-Mariotte:* para una misma masa gaseosa, a temperatura constante, se cumple que: $P \cdot V = cte$

O, también, a temperatura constante el volumen que ocupa una determinada masa de gas es inversamente proporcional a su presión: $V = k \cdot \frac{1}{P}$ (T=cte)



- *Ley de Gay-Lussac:* a presión constante, el volumen que ocupa una determinada masa de gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta:

$$V = k' \cdot T \quad (P = \text{cte})$$

- *Ley de Charles:* a volumen constante, la presión de una determinada masa gaseosa es directamente proporcional a su temperatura absoluta:

$$V = k'' \cdot T \quad (V = \text{cte})$$

- *Ley de Avogadro:* a una misma presión y temperatura, el número de moléculas de un gas (el número de moles, n), es directamente proporcional al volumen que ocupa.

$$V = k''' \cdot n \quad (P = \text{cte}; T = \text{cte})$$

Esta cuatro leyes se pueden resumir en la siguiente expresión:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (\text{ecuación de estado de los gases perfectos}).$$

donde R es una constante (constante de los gases), de valor $0,082 \text{ atm} \cdot \text{l} / (\text{K} \cdot \text{mol})$.

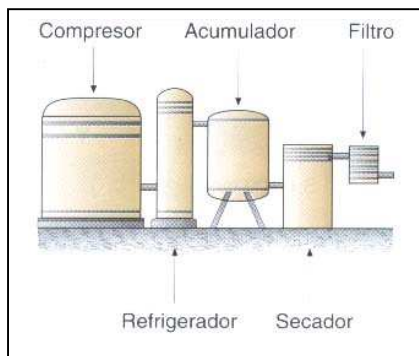
Esta ley es válida tanto para gases puros como para mezclas gaseosas y, en este caso, la presión total de la mezcla será igual a la suma de las presiones parciales de cada uno de los gases componentes, entendiendo por presión parcial de un gas la que ejercería si estuviera él solo en el recipiente.

4.- Sistemas neumáticos.

El estudio de los sistemas neumáticos y de sus elementos básicos se va a realizar atendiendo a cuatro grandes bloques:

- Producción del aire comprimido.
- Elementos de tratamiento del aire comprimido.
- Elementos de consumo en circuitos neumáticos.
- Regulación y control.

4.1.- Producción del aire comprimido.



Equipo de producción de aire

Una instalación para la producción y el tratamiento de aire comprimido puede estar compuesta por diferentes elementos, tales como: compresor, refrigerador, acumulador, secador, filtro ...

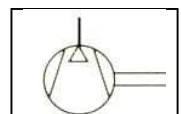
A continuación se va a describir cada uno de estos elementos.

Generadores de aire comprimido. Compresores.

Los compresores elevan la presión del aire hasta el valor adecuado para su utilización. Se puede decir, que los compresores transforman la energía que se les aporta del exterior (generalmente mediante un motor eléctrico o de combustión) en energía de presión comunicada al sistema neumático.

En el funcionamiento de un compresor aparecen implicadas dos magnitudes:

- La *presión* que se comunicará al aire, medida por la relación de compresión (cociente entre las presiones del fluido a la salida del compresor y a la entrada) que es capaz de lograr el compresor.
- El *caudal* que el compresor es capaz de proporcionar.



Los compresores aspiran el aire de la atmósfera y elevan su presión disminuyendo su volumen específico. Básicamente, se pueden clasificar en dos grandes grupos: volumétricos y dinámicos.

Los *compresores volumétricos*. En ellos el aire que entra en un recipiente hermético es reducido a un volumen inferior al que tenía, aumentando su presión (Ley de Boyle-Mariotte).

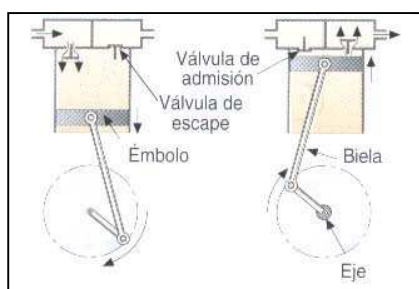
Los *compresores dinámicos*. El aire aspirado aumenta su velocidad a medida que pasa por las distintas cámaras, transformándose su energía cinética en energía de presión.

Compresores volumétricos.

Los compresores volumétricos pueden ser *alternativos* o *rotativos*. Los compresores alternativos proporcionan un caudal de aire a pulsos, mientras que los volumétricos producen aire comprimido mediante un sistema rotativo continuo.

, *Compresores alternativos*: se diferencian dos tipos: monofásicos (de una etapa) y bifásicos (de dos etapas).

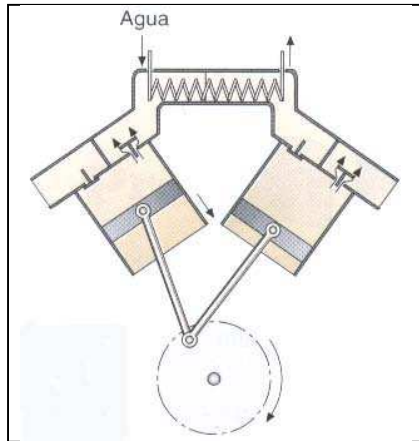
- Compresor de pistón monofásico. Se trata de una máquina que transforma el movimiento circular de un eje procedente del motor (eléctrico o de combustión) en un movimiento rectilíneo alternativo del émbolo, mediante un mecanismo de biela-manivela.



Debido a la compresión del aire, éste eleva su temperatura, que incluso puede llegar hasta los 180 °C. Para facilitar el enfriamiento del aire comprimido, la cámara de compresión está dotada en su parte exterior de unas aletas de refrigeración.

Con este tipo de compresores se pueden conseguir presiones entre 3 y 10 bar.

- Compresor de pistón bifásico. En este tipo, el aire se comprime en dos fases. En la primera se comprime entre 3 y 5 bar y en la segunda, se puede conseguir hasta 25 bar.



Para esto, el aire es aspirado, por el émbolo de la primera etapa, experimentando la primera compresión. Al comprimirse, el aire se calienta y para enfriarlo se le hace circular por un serpentín de refrigeración hacia la segunda etapa de compresión, después de la cual el aire continúa, a través de un purgador (donde queda depositada parte del agua que se condensa tras un segundo enfriamiento) hacia el depósito de almacenamiento para su utilización posterior.

, *Compresores rotativos:* producen aire comprimido mediante un sistema rotativo continuo en el que un rotor, que gira en una carcasa totalmente estanca, empuja el aire de aspiración hacia la salida, comprimiéndolo. Existen diferentes tipos:

- Compresor rotativo de paletas o de émbolo rotativo celular. Compuesto de un rotor excéntrico provisto de paletas que giran en el interior de un cilindro estanco dotado de dos orificios: uno de aspiración de aire y otro de salida.

Estos compresores, en comparación con los de émbolo son silenciosos y proporcionan un caudal de aire bastante constante, además de ser de dimensiones reducidas.

- Compresor rotativo de tornillo. Está constituido por dos tornillos helicoidales que engranan entre sí. A través del hueco de aspiración que se forma entre los perfiles cóncavo y convexo de los tornillos el aire es aspirado e impulsado hacia la apertura de salida.

Este tipo de compresor son también silenciosos y proporcionan un caudal de aire constante. Aunque son económicamente más costosos, su bajo desgaste los hace rentables a largo plazo.

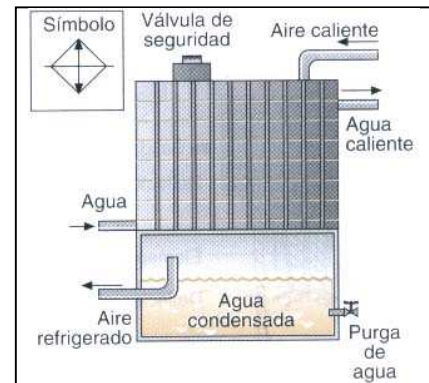
Compresores dinámicos.

En los compresores dinámicos el aire se hace pasar por una serie de conductos de sección cada vez menor y como, el caudal se mantiene constante, la velocidad del aire va aumentando paulatinamente. Por último, el aire disminuye su velocidad en un difusor, incrementándose su presión.

Este tipo de compresores se utiliza en aplicaciones en las que se requiera gran caudal de aire (hasta 50 m³/s) y presiones relativamente reducidas; por ello, no se suelen emplear en aplicaciones neumáticas. Tienen gran utilidad, por ejemplo, en los silos para el transporte de granos o cemento.

Refrigerador.

Como el aire que se ha comprimido alcanza temperaturas bastante altas, es necesario refrigerarlo, para dejarlo a uno 25 °C. En la etapa de refrigeración se condensa un 75 por 100 del agua que contiene el aire comprimido. Esta agua va cayendo en la parte inferior donde existe un grifo para su extracción.



Un refrigerador está formado por una serie de tubos por los que circula el agua. El aire que se va a refrigerar circula en sentido contrario al del agua, por el exterior de los tubos cuando hay un bajo caudal. Cuando los caudales de aire son grandes, se hace al revés, es decir, el aire comprimido circula por el interior de los tubos y el agua por su exterior.



Secador.

Tiene por objeto reducir el contenido de vapor de agua existente en el aire. En el mercado existen una amplia variedad de secadores. El que se representa en la figura corresponde al secador de absorción.

4.2.- Elementos de tratamiento del aire comprimido.

Se conocen con este nombre a todos los componentes situados en el sistema neumático con anterioridad al elemento que utiliza el aire comprimido para generar un trabajo útil, y que tienen como misión suministrar el aire comprimido en las mejores condiciones posibles para su utilización posterior.

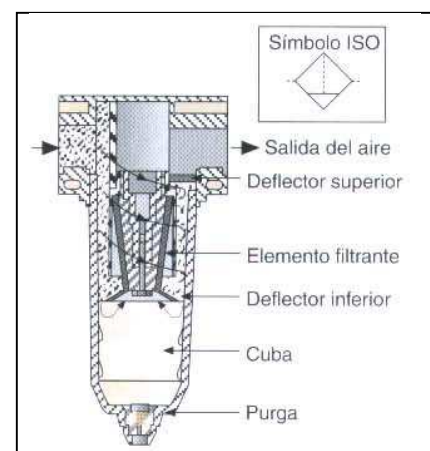
El aire comprimido debe estar libre de impurezas (partículas en suspensión, agua, aceite), regulado a la presión deseada de utilización y adecuadamente lubricado en aquellos lugares donde sea preciso.

Con este objeto, los elementos de tratamiento del aire comprimido son:

- Filtros.
- Reguladores de presión.
- Lubricadores.

Filtros.

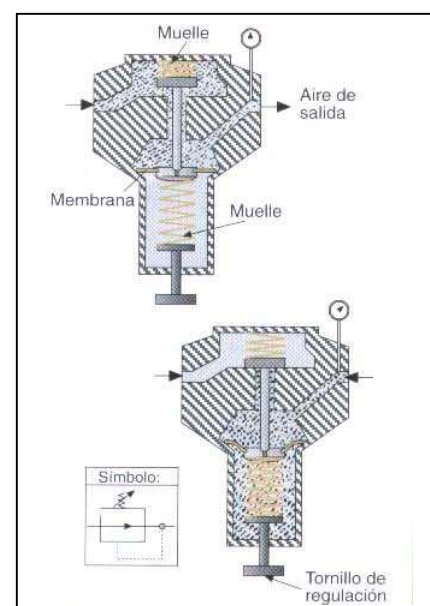
Los filtros tienen como misión depurar el aire comprimido. El aire de la atmósfera contiene una gran cantidad de partículas de polvo y de vapor de agua que, si no se eliminan y circulan a lo largo de la tubería, llegan hasta los puntos de consumo de aire comprimido, pudiendo ocasionar serios deterioros.



El principio de funcionamiento es el siguiente: el aire, entra en el filtro por la parte superior y sufre un centrifugado por efecto del deflector de aletas, de esta manera las partículas más gruesas y las gotas de agua se proyectan contra la pared interna de la cuba y se depositan en la parte inferior. Las partículas sólidas más finas son detenidas por medio del elemento filtrante.

Reguladores de presión.

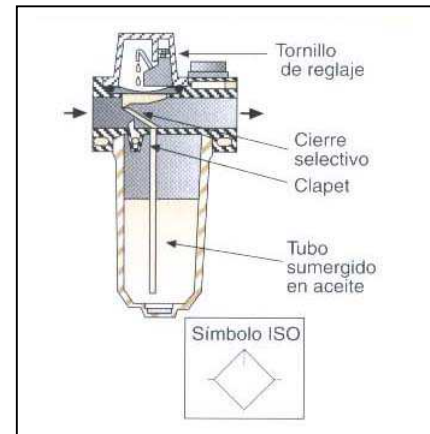
La presión de trabajo es casi siempre inferior a la que proporciona el compresor e incluso en una misma máquina se pueden encontrar elementos que trabajan a presiones diferentes. La misión del regulador de presión es mantener constante el valor de la misma.



El funcionamiento de los reguladores de presión se basa en bloquear o dejar pasar el aire comprimido a través de un obturador, cuya apertura o cierre se consigue por medio de un vástago accionado por una membrana o por un pistón en equilibrio entre dos fuerzas. La regulación de la presión consiste en la mayor o menor apertura de la válvula de asiento, que dispone de un muelle que evita oscilaciones.

Lubricadores.

Como las automatizaciones neumáticas se realizan por medio de componentes que poseen órganos mecánicos móviles y que, por tanto, están sujetos a rozamientos, resulta necesario proceder a la lubricación de los mismos. La lubricación se suele llevar a cabo mediante el aire comprimido, que es el que produce el movimiento de los órganos mecánicos. De esta manera, el lubricador aporta aceite a los elementos móviles, disminuyendo así el rozamiento y evitando la oxidación.



4.3.- Elementos de consumo en circuitos neumáticos.

Son los elementos que permiten transformar la energía comunicada al aire por el compresor en energía útil. Se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Elementos alternativos o cilindros.
- Elementos rotativos o motores.

Elementos alternativos o cilindros.

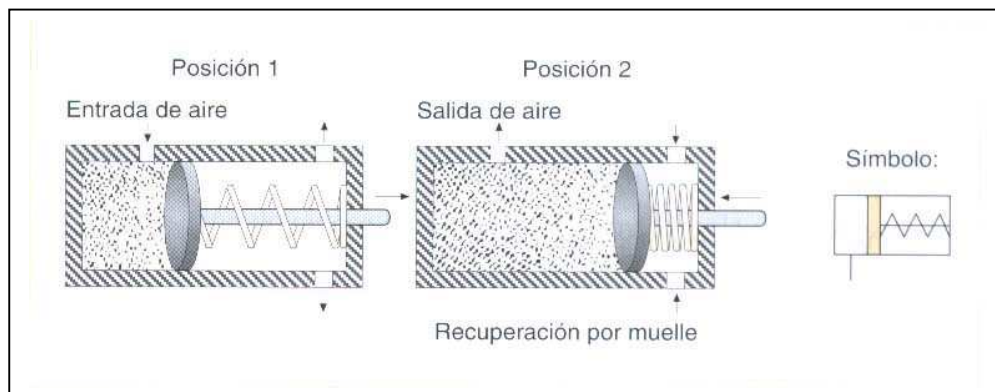
Son actuadores lineales; es decir, provocan un desplazamiento útil en línea recta. Aunque son de diseños muy variados, todos ellos pueden clasificarse en dos grandes grupos, según el número de recorridos por ciclo en los que se realiza trabajo:

- Cilindros de *simple efecto*: sólo se produce desplazamiento útil en un sentido.
- Cilindros de *doble efecto*: se realizan desplazamientos útiles en los dos sentidos.

Cilindros de simple efecto.

El aire comprimido actúa sólo en una de las cámaras que delimita el émbolo en el interior del cilindro. En general, la carrera activa de un cilindro de simple efecto es la del vástago saliente y la carrera de retorno se puede realizar fundamentalmente de dos maneras:

- Por la acción de una fuerza interna (muelle).
- Por la acción de una fuerza externa (carga).

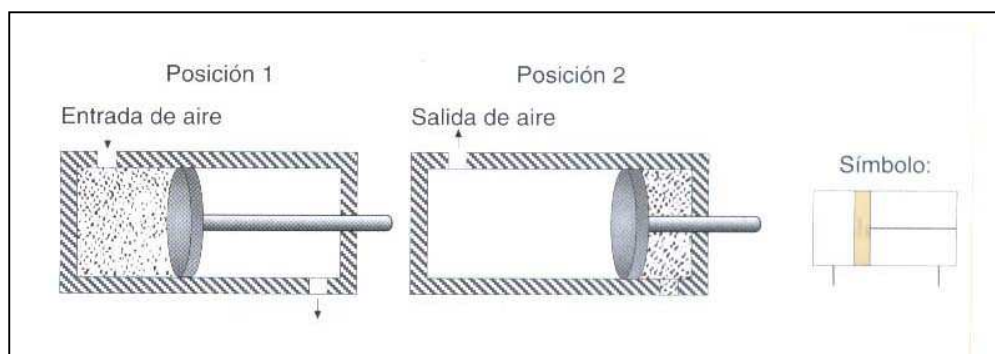


Salvo raras excepciones, los cilindros de simple efecto son de diámetros pequeños y carreras cortas y se suelen emplear para trabajos tales como sujeción, expulsión, alimentación en sistemas automatizados, etc.

Cilindros de doble efecto.

Los cilindros de doble efecto disponen de dos tomas de aire comprimido situadas a ambos lados del émbolo. Son los cilindros más utilizados en aplicaciones neumáticas y pueden realizar carrera de trabajo en ambos sentidos del movimiento.

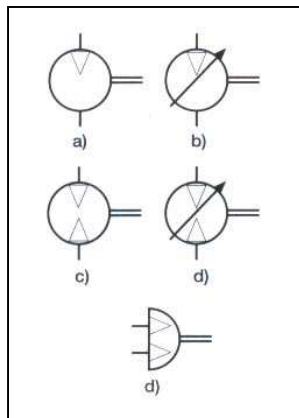
El avance y retroceso del pistón, y por tanto del vástago, se produce por la presión que ejerce el aire en cualquiera de las dos caras del pistón.



Elementos rotativos o motores.

Los motores transforman la energía comunicada al aire por el compresor en movimiento rotativo. Sus formas constructivas son muy variadas, así como su campo de aplicación. Los motores neumáticos se emplean especialmente en aquellos casos o situaciones en que resulte difícil el uso o el mantenimiento de motores eléctricos, como por ejemplo, en ambientes deflagrantes, corrosivos, de elevada temperatura, o cuando se precisen condiciones de funcionamiento muy exigentes, como arranques y paros casi instantáneos, fuertes sobrecargas,

variaciones constantes de velocidad, etc. Por estos motivos, se suelen utilizar en minería, en las industrias del petróleo, química, siderurgia, etc. Se pueden considerar los siguientes grupos de motores:



a) Motor de caudal constante y un sólo sentido de giro.

b) Motor de caudal variable y un sólo sentido de giro.

c) Motor de caudal constante y dos

sentidos de giro.

d) Motor de caudal variable y dos sentidos de giro.

e) Motor de giro limitado.

Según su forma constructiva, existen tres tipos fundamentales de motores neumáticos:

- Los *motores rotativos de pistones* están constituidos por un cierto número de cilindros de simple efecto, unidos por medio de bielas a un eje principal en forma de cigüeñal. Mediante una válvula de distribución de tipo rotativo se introduce el aire comprimido de forma secuencial en los pistones, garantizando así la rotación del eje principal.

- Los *motores de paletas* son de menor peso y de construcción más sencilla que los motores rotativos de pistones. Constan de una carcasa y un rotor excéntrico que contiene alojados un cierto número de paletas. Al entrar el aire comprimido, ejerce una fuerza de empuje sobre la parte saliente de las paletas, provocando el giro del rotor. Las paletas se adaptan a la superficie de la carcasa debido a un muelle situado en las ranuras del rotor y también a causa de la fuerza centrífuga. Aunque el aire comprimido también actúa sobre las paletas oponiéndose a su movimiento, la superficie de contacto es menor y el rotor gira.

- Los *motores de turbina* se emplean cuando se requieren altas velocidades de giro (del orden de 500.000 r.p.m.) y pequeñas potencias. El aire comprimido actúa sobre unas paletas que sobresalen del eje principal, denominadas álabes, dotadas de una geometría especial para provocar el giro del eje.

4.4.- Elementos de control en circuitos neumáticos.

En los circuitos neumáticos existen una serie de elementos encargados de controlar la energía que se transmite a través del fluido hacia los elementos de consumo, tanto la presión como el caudal del aire comprimido. Estos elementos de control se designan con el nombre de *válvulas*.

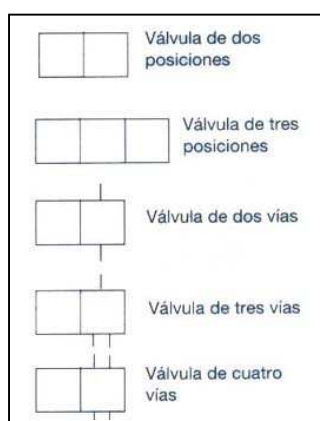
Estas válvulas se pueden activar de distintas formas: manualmente, por medios mecánicos, neumáticos, hidráulicos o eléctricos. Según la función que realizan, se pueden distinguir tres tipos fundamentales de válvulas:

- *Válvulas de control de dirección (distribuidores).*
- *Válvulas de control de caudal*
- *Válvulas de control de presión*

Válvulas de control de dirección (distribuidores).

Son los elementos que gobiernan la dirección y el sentido en que debe circular el aire comprimido, ya que en un circuito neumático el aire a presión circula por unas u otras tuberías, según los casos, y en unas ocasiones se debe permitir el paso libre del fluido y en otras cortarlo totalmente. Se las suele designar simplemente con el nombre de válvula.

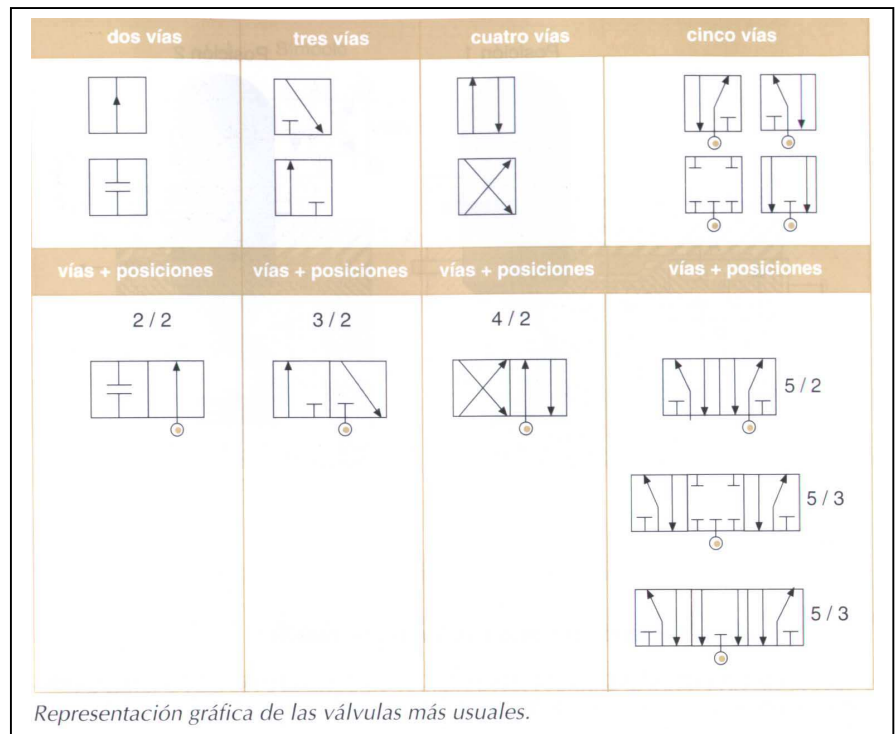
Externamente las válvulas de control de dirección se pueden considerar como una caja negra a la que llegan una serie de conducciones que sirven para la entrada y salida del aire comprimido, y se caracterizan por dos números que definen sus dos características funcionales: el número de vías y el número de posiciones de que constan.



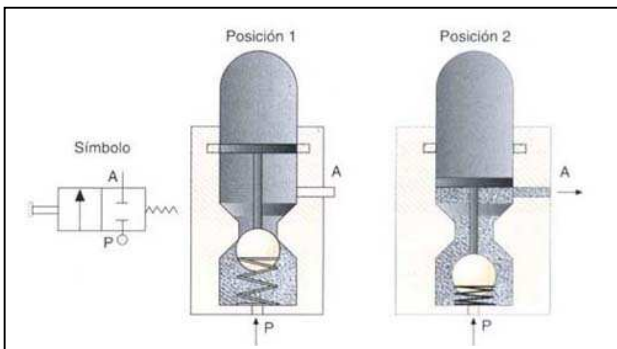
- El número de vías es el número de orificios practicados en la válvula con objeto de permitir el desvío del aire en una u otra dirección (tanto de entrada como de salida).
- El número de posiciones indica el número de formas de conexión de las conducciones que llegan a la válvula. Por lo general, las

válvulas de control de dirección tienen dos o tres posiciones, aunque pueden tener más.

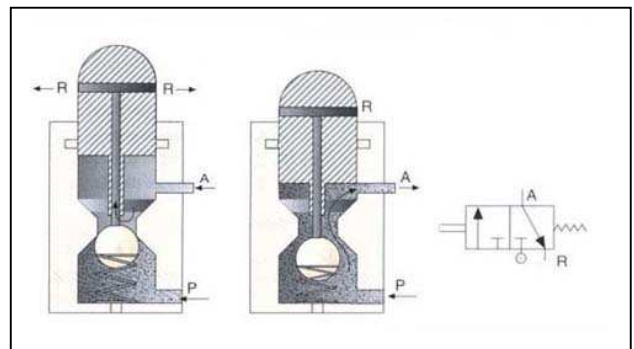
Representación gráfica de las válvulas más usuales



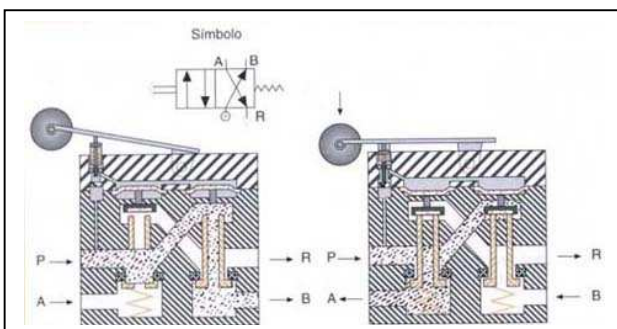
Esquema de funcionamiento de las válvulas más usuales



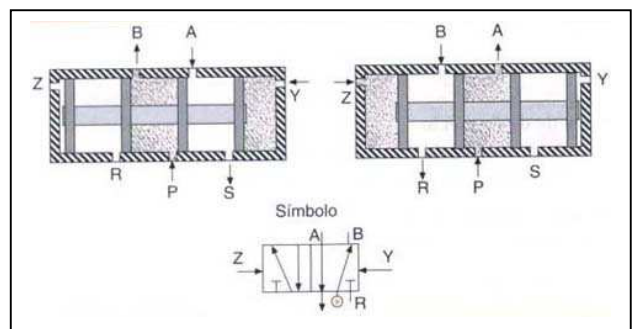
Válvula 2/2 (mando manual y retorno por muelle)



Válvula 3/2 (mando manual y retorno por muelle)



Válvula 4/2 (mando neumático y retorno por muelle)



Válvula 5/2 (mando neumático y retorno neumático)

Tipos de válvulas según su forma constructiva.

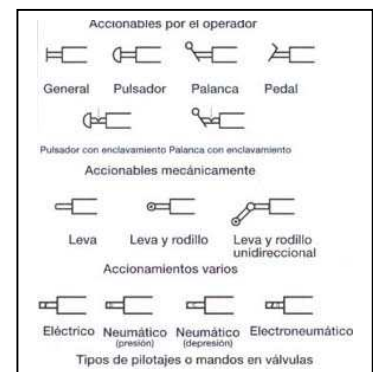
Según la forma constructiva del elemento móvil, se distinguen dos tipos fundamentales de válvulas: de asiento y de corredera.

En las *válvulas de asiento* el paso o cierre del aire se efectúa mediante el apoyo o separación de dos órganos de la propia válvula. Se precisan desplazamientos del órgano obturador para lograr pasos amplios de aire, permitiendo de esta forma frecuencias de conmutador elevadas.

En las *válvulas de corredera* el paso del aire se realiza por medio de una corredera debidamente diseñada de modo que permita o impida el paso en una determinada dirección. Por lo general, estas válvulas necesitan un recorrido mayor que las de asiento, lo que se traduce en el consiguiente aumento del tiempo de respuesta.

Tipos de válvulas según su accionamiento.

Aquellos dispositivos causantes de las acciones externas que originan el paso de una válvula de una posición a otra mediante el movimiento del elemento móvil existente en ella reciben el nombre de *dispositivos de mando*, los cuales pueden ser de diferentes tipos:



- *Accionables por el operador*, la acción neumática se hace depender de la operación manual llevada a cabo por un operador. Según el tipo de dispositivo utilizado, pueden ser de pulsador, de palanca, de pedal, etc.

- *Accionables por un órgano mecánico móvil*, también denominados finales de carrera neumáticos. Pueden ser accionados por una leva, por un rodillo o por un conjunto de leva y rodillo unidireccional.

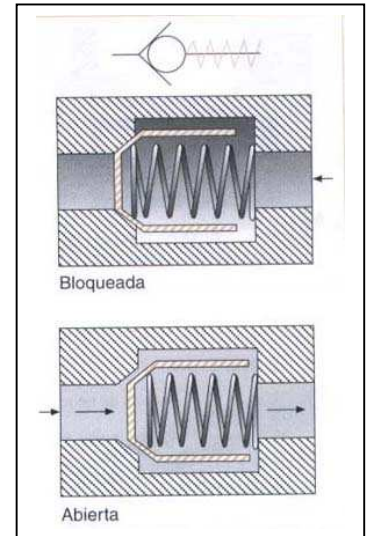
- *Accionables por un sistema eléctrico*, el desplazamiento del elemento móvil de la válvula se lleva a cabo mediante la fuerza producida por un electroimán. Estos dispositivos permiten una gran automatización de los procesos industriales, pudiendo accionarse la válvula desde una

distancia considerable y con unos tiempos de conmutación muy breves. Estas válvulas accionadas eléctricamente se las conoce con el nombre de electroválvulas.

- *Accionables por un sistema de mando neumático*, la válvula se puede controlar mediante una señal neumática de pilotaje de presión o de depresión. Algunas válvulas tienen una posición de reposo, que es aquella en la que permanecerá la válvula de forma indefinida si no actúa sobre ella el dispositivo de mando.

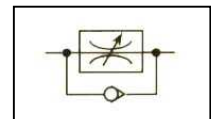
Válvulas unidireccionales (antiretorno).

Cierran por completo el paso del aire comprimido en un sentido y lo dejan libre en el contrario. Se utilizan cuando se pretende mantener a presión una tubería de utilización y poner en descarga la alimentación. El flujo del aire que se dirige desde el orificio de entrada hacia el de utilización tiene el paso libre, mientras que en el sentido opuesto se encuentra bloqueado.



Válvulas de control de caudal.

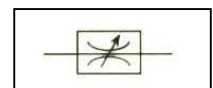
Las válvulas de control de caudal dosifican la cantidad de fluido que pasa por ellas en la unidad de tiempo. según que regulen el caudal en uno o en los dos sentidos de circulación del fluido, se diferencia entre reguladores unidireccionales y bidireccionales.



Reguladores unidireccionales.

En el regulador unidireccional el aire comprimido puede circular hacia los lugares de utilización únicamente a través del regulador, que generalmente está constituido por un tornillo diseñado de forma que, a medida que se aprieta o afloja, realiza una variación lineal del caudal.

Los reguladores unidireccionales se utilizan para regular la velocidad de desplazamiento de los cilindros neumáticos, y también para obtener retardos en los circuitos de mando. La regulación de la velocidad se puede hacer de dos formas: regulando el flujo de alimentación o regulando el flujo de escape.

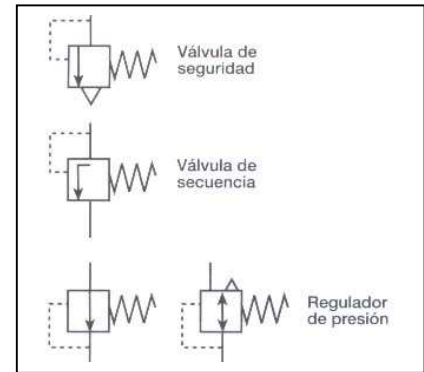


Reguladores bidireccionales.

La regulación del caudal se realiza mediante el giro de un tornillo, que la descender disminuye la sección de paso. Cuando gira en el sentido contrario, el tornillo asciende y la sección de paso aumenta. De este modo, se permite la circulación restringida en cualquiera de los dos sentidos.

Válvulas de control de presión.

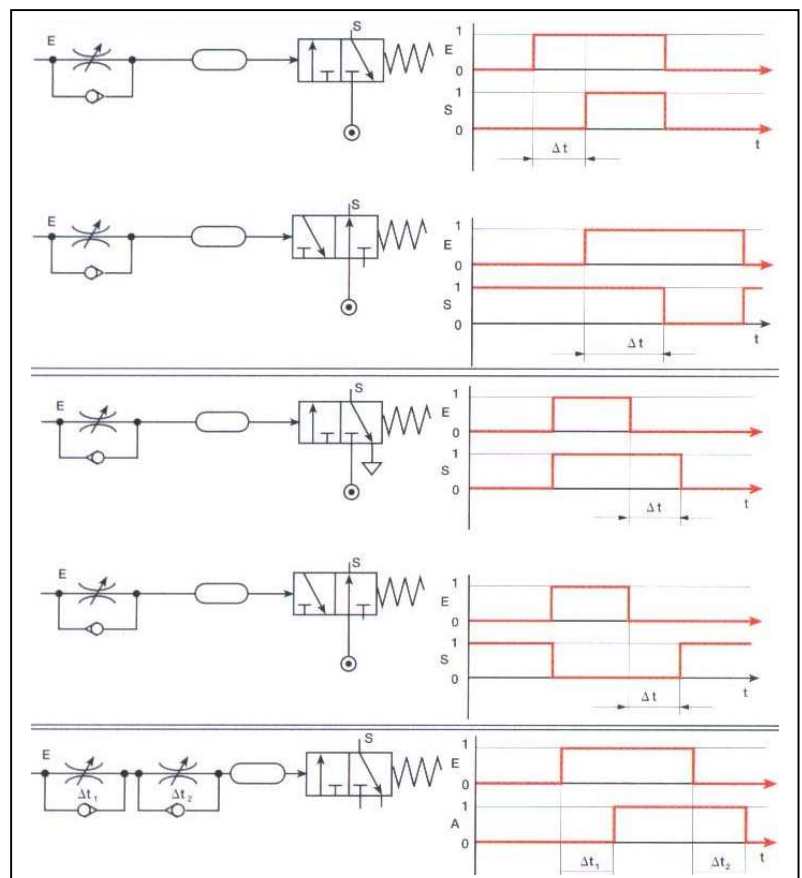
Este tipo de válvulas actúa sobre la presión del aire manteniéndola regulada desde un valor nulo hasta otro máximo que corresponde al valor de la presión de alimentación. La regulación se realiza por medio del ascenso o descenso de un elemento roscado. Este tipo de válvulas se utiliza con distintas finalidades:



- Como válvula de seguridad en los equipos generadores de aire comprimido, para conseguir que la presión se mantenga por debajo de un cierto umbral (válvula de descarga).
- Para alimentar elementos que trabajan a presiones diferentes (válvula de secuencia).
- Para mantener la presión de alimentación estabilizada en un determinado valor.

Temporalizadores.

El funcionamiento de un elemento temporalizador se basa en el hecho de que el aire comprimido que pasa a través de una estrangulación variable emplea cierto tiempo en llenar un recinto, hasta que en él se alcanza la suficiente presión de mando como para poder accionar una válvula pilotada neumáticamente. De esta manera, un elemento temporalizador resulta de la combinación de un regulador unidireccional, una capacidad y una válvula neumática.



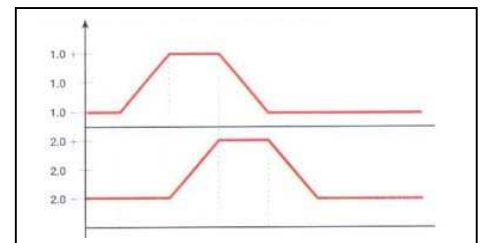
4.5.- Representación esquemática de movimientos secuenciales.

Se dice que una serie de movimientos son secuenciales cuando se realizan en un orden determinado. Además, un movimiento no comienza hasta que el anterior no se haya realizado y controlado. Para representar una secuencia se deben tener en cuenta las normas siguientes:

- Los cilindros o elementos de potencia se numeran en el orden: 1.0, 2.0, 3.0 ...
- Los órganos de gobierno llevan la numeración: 1.1, 1.2, 1.3, ... La primera cifra identifica el elemento de potencia que controlan y la segunda (el 1) indica que se trata de un órgano de gobierno.
- Los captadores de información se numeran de la forma: 1.2 , 1.4, 2.2, 2.4., ..., cuando influyen en el movimiento de salida del vástago en los cilindros, y 1.3, 1.5, 2.3, 2.5, ... , cuando influyen en el movimiento de entrada o retroceso del vástago. La primera cifra siempre indica el elemento de potencia al que se refieren. Los captadores de información se representan tal como están en la posición de reposo; por tanto, los que se encuentren activados se dibujarán fuera de su posición de equilibrio.
- Los elementos de regulación se numeran según: 1.02, 1.03, 2.02,... indicando el primer dígito el elemento de potencia al que están conectados.
- Los elementos auxiliares llevan la numeración: 0.1, 0.2, 0.3, etc.
- Los movimientos se describen en orden cronológico.

Esta secuencia de movimientos se puede representar de forma gráfica mediante dos tipos de diagramas: diagramas de desplazamiento-fase y diagramas de desplazamiento-tiempo.

En los *diagramas de desplazamiento-fase* los movimientos se representan en función de los cambios de estado en cualquier elemento de potencia. Cada cambio de estado recibe el nombre de fase.



El diagrama de fase representado aparecen cuatro fases asociadas a cuatro movimientos. Cuando la secuencia comprende varios movimientos de elementos de potencia, se representan unos debajo de otros.

En estos diagramas de desplazamiento-fase se puede apreciar el cambio de estado de un elemento de potencia, pero no la velocidad relativa de estos elementos. Para ello, se utilizan los *diagramas desplazamiento-tiempo*, de concepción similar con la salvedad de que en este caso en el eje de abscisas se representa la variable tiempo, lo que permite determinar el tiempo que interviene un elemento de potencia en realizar un determinado movimiento.

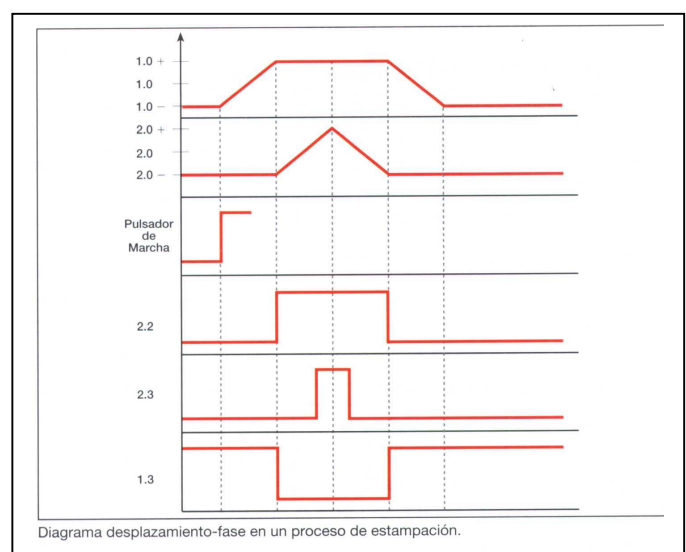
Por regla general, a ambos tipos de diagrama se la añaden las indicaciones de los finales de carrera o de los diversos sensores y mandos utilizados en el circuito.

Ejemplo:

Se considera un circuito neumático de estampación de piezas en el que es preciso realizar una anulación de señales permanentes. En dicho circuito, un cilindro de doble efecto (1,0) debe sujetar una pieza, mientras otro cilindro también de doble efecto (2,0) lleva a cabo la estampación. La secuencia de movimientos se inicia mediante la activación de un pulsador y es la siguiente:

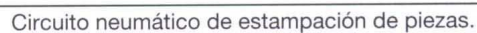
movimiento 1.0 +	final de carrera 2.2
movimiento 2.0 +	final de carrera 2.3
movimiento 2.0 -	final de carrera 1.3
movimiento 1.0 -	

En la figura se muestra el diagrama de desplazamiento-fase del circuito neumático descrito.



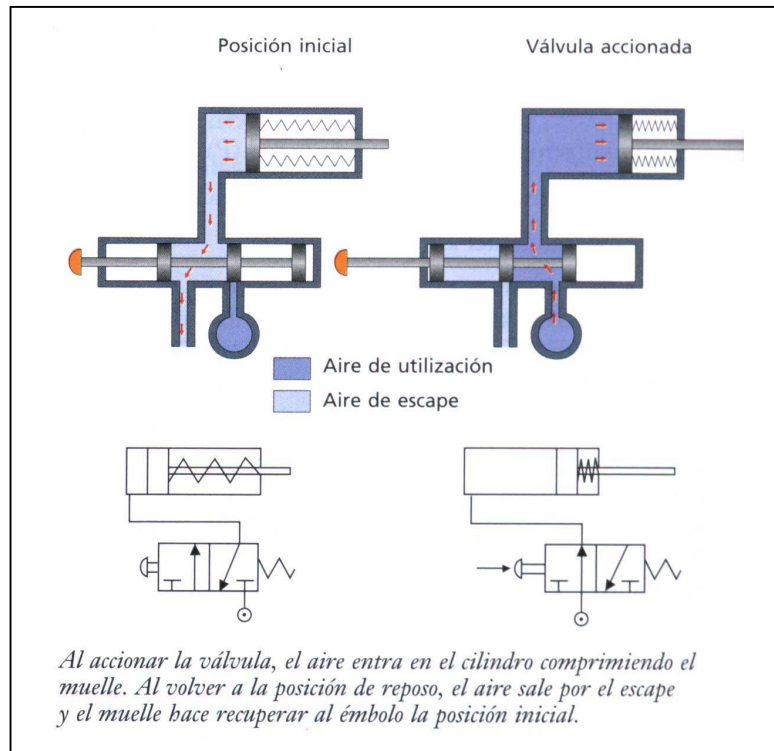
El movimiento de entrada del cilindro 2.0 se debe realizar en cuanto se haya completado su movimiento de salida y se active el final de carrera 2.3; pero en esa situación tanto el final de carrera 2.3 como el 2.2 estarán activos, puesto que el vástago del cilindro 1.0 está en su posición saliente. Para solventar esta situación, es preciso eliminar la señal permanente 2.2 utilizando para ello un accionamiento neumático por leva y rodillo unidireccional.

La misma situación se produce en el momento de inicio del ciclo cuando se acciona el pulsador de marcha y el cilindro 2.0 se encuentra en su posición entrante, por lo que las dos señales de comando del cilindro 1.0 estarán activas. Este problema se soluciona utilizando de nuevo un accionamiento por leva y rodillo unidireccional.

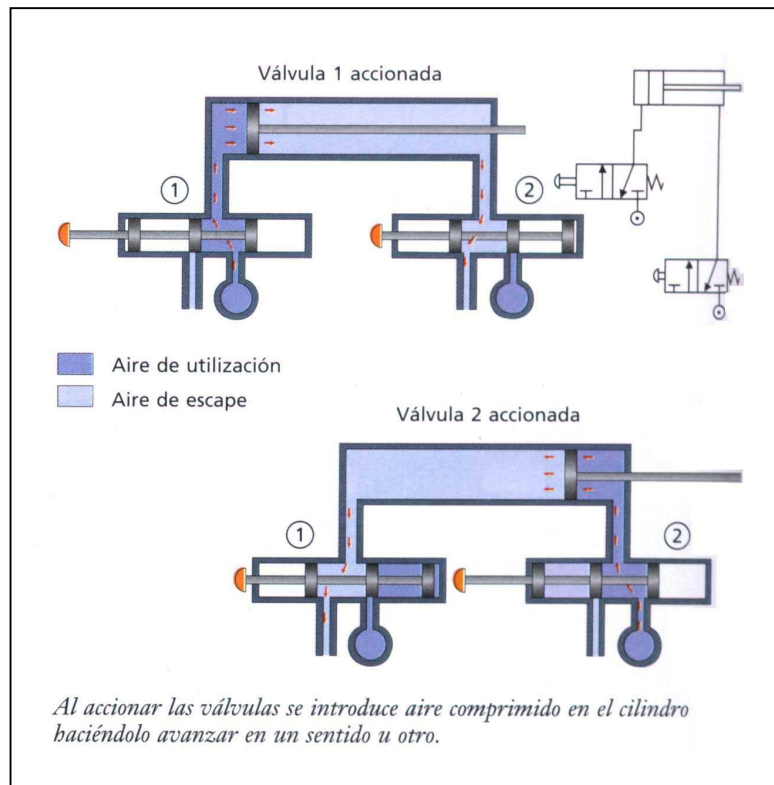


4.6.- Circuitos neumáticos simples.

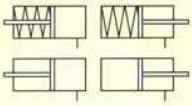


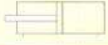
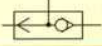


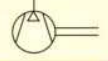
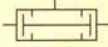
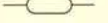








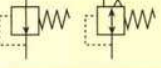
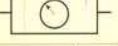
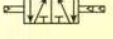
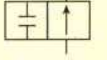
Cilindro de simple efecto accionado con una válvula 3/2



Cilindro de simple efecto accionado con una válvula 3/2



4.7.- Símbolos de elementos de uso frecuente en neumática.

RESUMEN			
Símbolos de elementos de uso frecuente en neumática			
Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Cilindros de simple efecto		Válvula 2/2 normalmente cerrada	
		Válvula unidireccional	
Cilindros de doble efecto		Válvula selectora	
Manómetro		Válvula de escape rápido	
Compresor neumático		Válvula de simultaneidad	
Depósito de aire comprimido		Regulador unidireccional	
Filtro de aire		Regulador bidireccional	
Filtro de aire con purga automática		Válvula de seguridad	
Regulador de presión		Válvula de secuencia	
Lubricador		Control de presión	
Unidad de mantenimiento		Válvula diferencial	
Válvula 2/2 normalmente abierta			

5.- Sistemas hidráulicos.

Las instalaciones hidráulicas constan de:

- *Grupo de accionamiento* (unidad hidráulica), que se suele presentar en un bloque cerrado constituido por una bomba (movida por un motor eléctrico o de combustión), la cual produce la presión necesaria para el funcionamiento de los elementos de trabajo.
- *Elementos de transporte*, consistentes en tuberías unidas por recorres, que conducen el fluido hidráulico hasta los lugares de utilización.
- *Elemento de trabajo*, que son, fundamentalmente, motores y cilindros. Su correcto funcionamiento exige el concurso de elementos de regulación y control, que reciben el nombre de válvulas.

5.1.- Grupo de accionamiento.

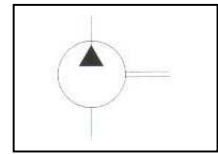
Bombas hidráulicas.

Las bombas hidráulicas son máquinas que absorben energía mecánica procedente del motor de accionamiento y comunican energía hidráulica al líquido que las atraviesa.

Sus principales características son las siguientes:

- *Valor nominal de la presión.* Es la presión de trabajo para la cual ha sido fabricada la bomba. Ésta no debe funcionar a una presión mayor que la diseñada, para evitar de esta manera que pueda sufrir desperfectos o que su duración quede disminuida.
- *Caudal.* Puede variar en función de la frecuencia de rotación de la bomba, aunque conviene que su valor se mantenga dentro de las especificaciones del fabricante. Se suele expresar en l/min.
- *Desplazamiento.* Volumen de líquido que se bombea en una vuelta completa. Su valor es constante para cada bomba. El producto del desplazamiento por la velocidad de rotación de la bomba es el caudal.
- *Rendimiento total.* Es el cociente entre la potencia hidráulica que produce la bomba y la potencia mecánica que ésta consume.

Existen una gran variedad de modelos de bombas hidráulicas, las de mayor interés son las siguientes:



Bomba de engranajes

A pesar de su bajo rendimiento, es una bomba muy empleada en hidráulica, a causa de su sencillez y economía. Se utiliza para producir una corriente de líquido en las instalaciones hidráulicas, así como también una corriente de lubricación. La presión puede ser de 200 bar y el intervalo de rotación oscila entre 500 y 6.000 r.p.m.

Bomba de tornillo

Está constituida por dos o tres tornillos helicoidales que engranan entre sí, ajustando perfectamente bien con la carcasa en la que se encuentran contenidos. Uno de los tornillos está accionado por el motor y transmite su movimiento a los otros, obligando al aceite a trasladarse axialmente. El caudal es muy uniforme y las bombas de este tipo resultan muy silenciosas.

Bomba de paletas deslizantes

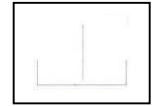
Está constituida por un rotor que gira excéntricamente con respecto a la carcasa, y que va provisto de paletas que pueden deslizarse radialmente. Debido a la excentricidad, la cámara situada entre el rotor y el estator aumenta y disminuye sucesivamente de volumen durante el giro, provocando primero una succión y posteriormente una expulsión del líquido.

Bomba de émbolos radiales

Consta de una serie de émbolos apoyados en la carcasa fija y alojados en un rotor que gira excéntricamente. Durante el transcurso del giro los émbolos realizan la aspiración y la impulsión. Frecuentemente se asocian dos bombas de este tipo conectadas de múltiples maneras con controles automáticos: en paralelo con salida común o distinta; en paralelo, pero ambas de distinto caudal y también en serie.

Mediante estas bombas se alcanzan presiones muy elevadas, de hasta 700 bar, y su intervalo de rotación oscila entre 1.000 y 3.000 r.p.m.

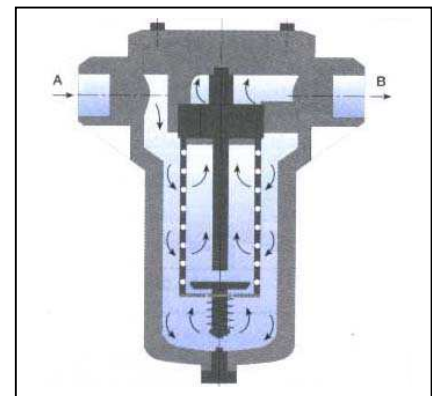
Depósito.



Los líquidos que circulan a través de los circuitos hidráulicos no se encuentran disponibles en el lugar de trabajo. Por eso, debe existir un depósito, en el que puedan permanecer almacenados. El depósito va provisto de sensores de presión y temperatura y también de un grifo para drenar las impurezas que se vayan recogiendo.

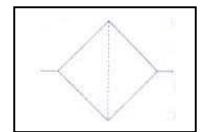
Filtro.

Tiene como misión eliminar las partículas sólidas que se forman y que son arrastradas por el fluido al circular a lo largo de las conducciones. En caso contrario, estas partículas podrían producir fenómenos de abrasión y obstruirían los conductos y las aberturas importantes de la instalación, provocando un considerable desgaste de las piezas móviles.



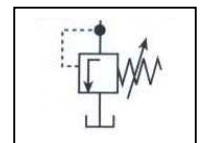
Esquema filtro hidráulico

A este respecto, resultan recomendables los filtros de tamiz imantado, que constan de un tejido de alambre de malla estrecha preimantado y un fuerte imán; de esta forma se asegura la separación de las partículas metálicas.



Válvula limitadora de presión.

Se coloca inmediatamente detrás de la bomba y tiene como misión limitar la presión de trabajo a un valor máximo ajustable, protegiendo de esta manera a la instalación contra posibles accidentes provocados por una presión excesiva. Por este motivo, recibe también el nombre de *válvula de seguridad*.

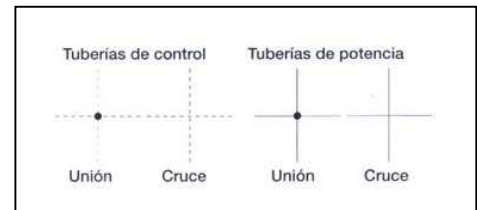


Consta de un cono que, al ser empujado por un muelle, actúa de obturador, cerrando el paso del líquido. El muelle comprimido ejerce contra el cono una fuerza elástica cuyo valor se puede ajustar por medio de un tornillo. Por su parte, el líquido ejerce una fuerza de presión contra el cono. Cuando esta fuerza de presión sobrepasa a la del muelle, el cono abandona su posición de equilibrio, dejando un orificio anular por donde escapa el líquido en dirección al depósito.

5.2.- Elementos de transporte.

En los circuitos hidráulicos el transporte del líquido se realiza por medio de tuberías. Aquéllas que forman el circuito de potencia se representan mediante una línea continua, mientras que las de los circuitos auxiliares para el control de alguna válvula se simbolizan por medio de una línea de trazos.

Cuando tres o más tuberías se unen en un punto, la unión se representa mediante un círculo, con objeto de distinguir cuándo las tuberías están unidas y cuándo se cruzan.



5.3.- Elementos de distribución, regulación y control. Válvulas.

En los circuitos hidráulicos existen una serie de elementos encargados de distribuir, regular y controlar el fluido que se inyecta hacia los elementos de consumo. Se conocen con el nombre de *válvulas* y según la función que lleven a cabo pueden ser de distintos tipos:

- *Válvulas distribuidoras.*
- *Válvulas reguladoras de presión.*
- *Válvulas reguladoras de caudal.*

Válvulas distribuidoras.

Son válvulas que permiten el paso del líquido en una dirección determinada, controlando el funcionamiento de los elementos de trabajo de la instalación. En algunos caso también se utilizan para pilotar otras válvulas del propio circuito, cuyo cambio de estado requiere un mayor esfuerzo. Las válvulas más utilizadas de este tipo son:

- Válvula distribuidora 2/2 (dos vías/dos posiciones): dirige el paso de la corriente de líquido, permitiendo o impidiendo su circulación; de manera que se utiliza para la apertura y cierre de circuitos hidráulicos.

- Válvula distribuidora 3/2 (tres vías/dos posiciones): permite que el líquido circule en una de las direcciones y al mismo tiempo obstruye el paso en la otra. Se utiliza para el mando de cilindros de simple efecto.
- Válvula distribuidora 4/2 (cuatro vías/dos posiciones): esta válvula controla el paso de la corriente líquida permitiendo que circule en ambas direcciones. De ahí que se utilice para dirigir el funcionamiento de cilindros hidráulicos de doble efecto: para sujetar, aflojar, adelantar y retroceder piezas.
- Válvula distribuidora 4/3 (cuatro vías/tres posiciones): similar a las válvulas 4/2, pero dispone de una posición intermedia, que le confiere una gama amplia de posibilidades de mando. Se utiliza para el accionamiento de motores hidráulicos y cilindros de doble efecto.

Válvulas reguladoras de presión.

Disminuyen la presión de la instalación hasta un valor constante adecuado a las condiciones de trabajo. Para ello, evidentemente, se ha de cumplir que la presión de trabajo sea menor que la de la instalación. Pueden ser:

- Válvulas reguladoras de presión: reducen la presión de entrada del líquido hasta un valor ajustable correspondiente a la presión de salida, la cual será constante aunque la presión de entrada experimente variaciones.
- Válvulas limitadoras de presión: son las válvulas de seguridad ya descritas.

Válvulas reguladoras de caudal.

Tienen como misión variar el caudal de alimentación con objeto de modificar la velocidad de los elementos de trabajo. Para conseguirlo, estas válvulas estrangulan el orificio de paso, de manera proporcional a la velocidad deseada. Pueden ser:

- Válvulas reguladoras de caudal fijo: posee un orificio estrecho de sección constante que da lugar a una variación de presión, lo que origina que parte del caudal de la bomba fluya a través de otro circuito y otra parte lo haga a través del estrechamiento, que actúa como una resistencia, en la que parte de la energía hidráulica se convierte en energía térmica.

- Válvulas reguladoras de caudal variable: de similar funcionamiento, pero en este caso el líquido hidráulico a presión pasa a través de un estrechamiento cuya sección se puede regular por medio de un tornillo.
- Válvula reguladora de caudal de dos vías: en la entrada y/o salida de las válvulas reguladoras de caudal suelen producirse variaciones de presión, debido a la conexión y desconexión de elementos hidráulicos con diferentes cargas de trabajo. Estas válvulas mantienen constante el caudal, aunque varíen las presiones de entrada o salida.

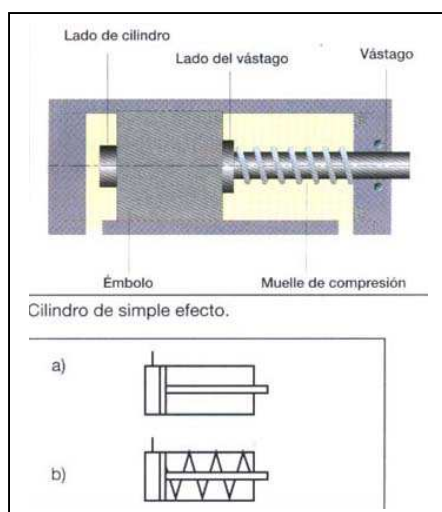
5.4.- Elementos de trabajo.

Los elementos de trabajo transforman la energía comunicada a un líquido por la bomba en energía mecánica (trabajo útil). En este grupo se engloban los cilindros (elementos alternativos) y los motores (elementos rotativos).

Cilindros.

En ellos se produce un movimiento rectilíneo de un émbolo. Sus partes constituyentes son análogas a las de los circuitos neumáticos, y se pueden clasificar en dos grandes grupos, según el número de recorridos por ciclo en los que realiza trabajo:

Cilindros de simple efecto



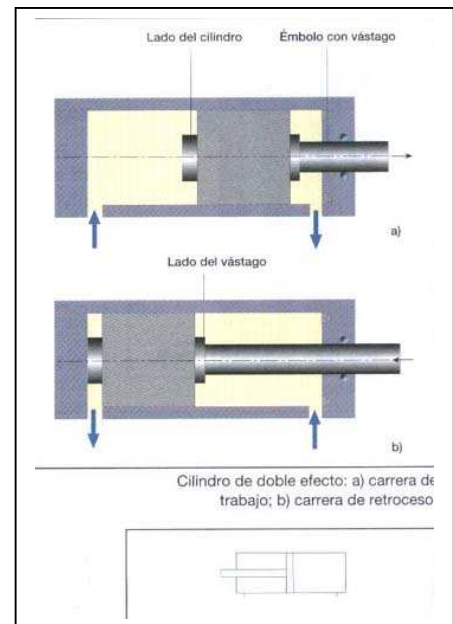
En los cilindros de simple efecto el líquido empuja al pistón solamente en un sentido. El líquido entra en el tubo del cilindro por el lado del émbolo, haciéndolo desplazarse, de manera que su vástago sale (avance). El retroceso posterior del pistón hasta la posición inicial se lleva a cabo por medio de un muelle de compresión o por acción de una carga. En este retroceso no se produce trabajo útil, ya que el muelle está diseñado para llevar el pistón a su posición original sin ninguna oposición.

Los cilindros de simple efecto se emplean para levantar, bajar, introducir y expulsar piezas y herramientas en dirección vertical. Si van provistos de muelle de recuperación se pueden montar en cualquier posición.

Cilindros de doble efecto.

A diferencia de los anteriores, en estos cilindros el líquido es capaz de empujar al pistón en los dos sentidos. En la carrera de trabajo el líquido a presión entra en el cilindro por el lado opuesto al vástago, y empuja al émbolo haciendo que el vástago salga. De esta manera, el líquido que se encuentra en el lado del vástago es desplazado y obligado a fluir por una tubería al depósito.

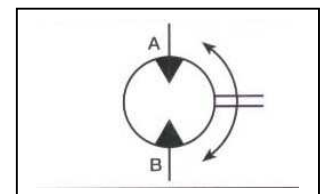
En el movimiento de retroceso, el líquido a presión entra en el cilindro por el lado del vástago, y empuja al émbolo haciendo que el vástago penetre en el cilindro. El líquido que se encuentra en el lado del émbolo es desplazado y empujado hacia el depósito.



Los cilindros de doble efecto se utilizan para producir movimientos rectilíneos de vaivén, que encuentran aplicación en el carro de avance de máquinas-herramientas, para llevar a cabo el movimiento de retorno con carga.

Motores hidráulicos.

Convierten la energía hidráulica en energía mecánica de rotación, entregando un par motor en el eje de salida de fuerza. Su funcionamiento es, en cierto modo, opuesto al de las bombas.



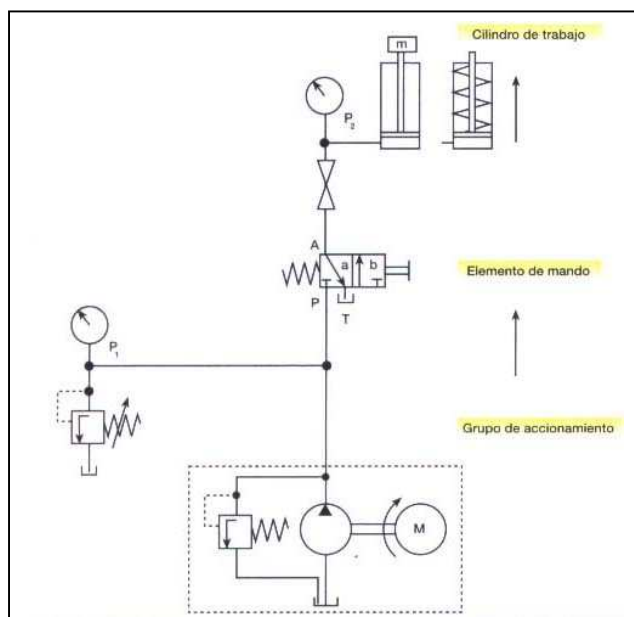
Los motores hidráulicos se emplean para accionar vehículos de todo tipo; en la construcción de maquinaria pesada y de prensas; como accionamiento del husillo en máquinas de moldeo por inyección y a presión. Algunos tipos de motores son:

- Motores de engranajes: pueden ser de engranajes internos o externos, y tienen la posibilidad de girar en los dos sentidos. Son muy empleados, a causa de su sencillez y economía. Se acoplan fácilmente a los circuitos y su tamaño es pequeño.
- Motores de paletas: su construcción es similar a la de las bombas de paletas, con la diferencia de que en las bombas el movimiento radial de las paletas es consecuencia de la fuerza centrífuga, mientras que en los motores este movimiento se origina por la energía hidráulica.
- Motores de émbolos axiales: constan de un cierto número (>3) de émbolos axiales desplazables en un tambor giratorio sobre un plano inclinado fijo. En el eje de fuerza se obtiene un momento de giro efectivo. Son los más utilizados en la práctica.

5.5.- Circuitos característicos de aplicación.

Mando de un cilindro de simple efecto.

El esquema 1 corresponde a un montaje en el que el grupo de accionamiento suministra el caudal de líquido a presión. Para que la presión en el sistema, que puede leerse en el manómetro, no sobrepase un cierto valor admisible, se monta una válvula limitadora de presión. Para llevar a cabo el mando del cilindro de simple efecto se intercala una válvula distribuidora 3/2. Al accionar esta válvula se abre el paso de P a A y el émbolo de trabajo se desplaza hasta alcanzar su posición final.

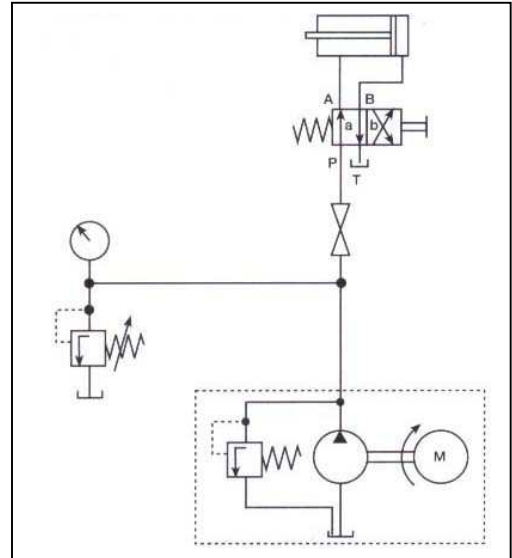


Para volver a la posición inicial, la válvula distribuidora se conmuta a la posición de reposo, lo que trae como consecuencia que el émbolo descienda por la acción de la pesa. De esta manera, el líquido a presión sale del cilindro y regresa al depósito a través de A→T.

Mando de un cilindro de doble efecto mediante una válvula 4/2.

Al igual que en 1, el grupo de accionamiento suministra el caudal de líquido a presión, y una válvula limitadora se encarga de que el valor de esta presión, señalado por el manómetro, no rebase un límite determinado.

El mando del cilindro de doble efecto se realiza por medio de una válvula distribuidora 4/2. Al accionar esta válvula, se abre el paso de P a B, y el émbolo se desplaza hasta su posición final, saliendo el vástago hacia el exterior.

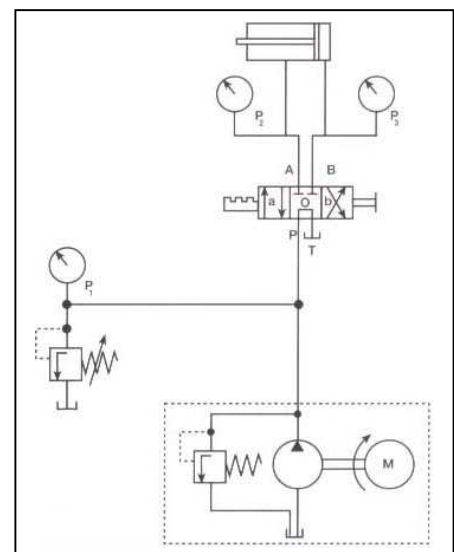


Cuando la válvula distribuidora se conmuta a la posición de reposo, se abre el paso de P a A; el émbolo de trabajo se desplaza en sentido contrario al anterior, penetrando el vástago en el interior del cilindro. De esta manera, el líquido a presión que existe en el lado del émbolo se descarga al depósito a través de B→T.

Mando de un cilindro de doble efecto mediante válvula 4/3.

Un cilindro de doble efecto también se puede pilotar por medio de una válvula 4/3 con posición media de circunvalación.

Cuando la válvula se encuentra en esta posición media, el líquido puede pasar sin obstáculo alguno al depósito. Los empalmes A y B están cerrados. Al conmutar la válvula a la posición de avance (a), se abre el paso de P a A y de B a T, y el vástago del émbolo del cilindro sale. Si la válvula conmuta a la posición de retorno (b), se abre el paso de P a B y de A a T, y el vástago del émbolo entra.



Si en el transcurso del movimiento de avance la válvula se conmuta a la posición media de circunvalación, el émbolo se detiene y no puede moverse aplicando una fuerza exterior. Cuando es preciso que el émbolo se detenga, la ventaja que ofrece el circuito de circunvalación es que el caudal enviado por la bomba puede evacuarse directamente sin presión, sin calentarse y sin necesidad de que pase por la válvula limitadora de presión.

5.6.- Símbolos de elementos de uso frecuente en hidráulica.

RESUMEN Símbolos de elementos de uso frecuente en hidráulica			
Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Bomba hidráulica		Motor eléctrico de accionamiento	
Manómetro		Filtro	
Depósito		Válvula de cierre	
Válvula limitadora de presión		Válvula 2/2	
Válvula 3/2		Válvula 4/2	
Válvula 5/2		Válvula 4/3	
Válvula reguladora de presión de dos vías		Válvula reguladora de presión de tres vías	
Válvula reguladora de caudal fijo		Válvula de estrangulación regulable	
Válvula reguladora de caudal de dos vías		Válvula de estrangulación con antirretorno	
Cilindros de simple efecto		Cilindro de doble efecto	
Cilindros de simple efecto		Motor hidráulico	

BIBLIOGRAFÍA

- PAUL A. TIPLER: " Física ". Ed. Reverté.
- VARIOS AUTORES: "Tecnología. Tema 61". CEN. Centro de Estudios a Distancia.
- VARIOS AUTORES: "Tecnología Industrial". Ed. Everest.
- VARIOS AUTORES: "Tecnología Industrial". Ed. McGraw Hill.