

Neumática e hidráulica.

Aplicaciones neumáticas e hidráulicas.

La neumática y la hidráulica se encargan respectivamente del estudio de las propiedades y aplicaciones de los gases comprimidos y de los líquidos. Etimológicamente estas palabras derivan de las griegas *pneuma* e *hydro*, que significan <viento> y <agua>.

Aunque las aplicaciones de los fluidos (gases y líquidos) no son nuevas, lo que sí es relativamente reciente es su empleo en circuitos cerrados en forma de sistemas de control y actuación. Un problema de automatización y control puede resolverse empleando mecanismos, circuitos eléctricos y electrónicos, circuitos neumohidráulicos o bien una combinación de todo ello.

Los circuitos neumáticos e hidráulicos se suelen utilizar en aplicaciones que requieren movimientos lineales y grandes fuerzas.

Como:

- Maquinaria de gran potencia (excavadoras, perforadoras de túneles) que emplean fundamentalmente circuitos hidráulicos.
- Producción industrial automatizada. Se emplean circuitos neumáticos o hidráulicos.
- Accionamientos de robot. Para producir el movimiento de las articulaciones de un robot industrial y de las atracciones de feria, se emplean principalmente sistemas neumáticos.
- Máquinas y herramientas de aire comprimido. Como el martillo neumático o máquinas para pintar a pistola, son ejemplos del uso de la neumática.

Los fluidos a presión.

Según la teoría cinética toda la materia, desde un papel a una gota de agua, está formada por partículas (átomos o moléculas) en continuo movimiento.

Las partículas que constituyen un gas se encuentran bastante alejadas entre sí y se mueven desordenadamente en todas direcciones. Tienden siempre a expandirse, por lo que se dice que un gas no tiene volumen ni forma propia, sino que adquiere los del recipiente que los contiene. Por esta razón, los gases se pueden comprimir y expandir fácilmente sin más que modificar el volumen del recipiente.

En los líquidos, las partículas se hallan menos separadas que en los gases y las fuerzas atractivas entre ellas son lo suficientemente intensas para impedir que se separen, deslizándose unas sobre otras. Los líquidos tienen volumen propio pero su forma se adapta a la del recipiente que los contiene. Por tanto, no se pueden comprimir, se dice que son incompresibles.

Un fluido almacenado en un recipiente ejercerá una fuerza sobre las paredes del mismo. La fuerza ejercida por unidad de superficie se denomina **Presión**.

$$P = F/S$$

La unidad de presión en el sistema internacional es el Pascal (Pa) que equivale a newton/metro cuadrado N/m². También se emplean otras unidades como atmósfera, bar mm Hg.

$$1 \text{ atm} = 101300 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}$$

Caudal: es la cantidad de fluido que atraviesa la unidad de superficie en la unidad de

tiempo.

Caudal = Volumen / tiempo (litros/segundo) $Q = V/t = S.l/t = S. v$

Siendo el volumen de una tubería, superficie (sección) (S) por longitud (l), considerando que la velocidad se expresa en m/s.

Potencia: es la presión que ejercemos multiplicada por el caudal.

$W(\text{potencia}) = \text{Presión} * \text{Caudal}$

Compresibilidad de los gases.

Los gases y los líquidos no se comportan de igual manera al someterlos a una presión. Así cuando llenamos una jeringuilla de aire y tapamos el orificio al presionar el émbolo, observamos que el aire de su interior se puede comprimir aunque cueste un esfuerzo. Si dejamos de hacer presión, el émbolo subirá hasta recuperar la posición inicial. Esta tendencia del gas a expandirse se emplea para el accionamiento y el control en neumática.

Circuitos neumáticos.

Los circuitos neumáticos utilizan aire sometido a presión como medio para la transmisión de una fuerza. El aire se toma directamente de la atmósfera y se deja salir libremente al final del circuito, habitualmente través de un silenciador, pues de lo contrario resultan muy ruidosos. La distancia desde el depósito hasta el final del circuito puede ser de decenas de metros.

El aire comprimido que se emplea en la industria procede del exterior. Se comprime hasta alcanzar una presión de unos 6 bares de presión, con respecto a la atmosférica (presión relativa).

Presión absoluta = P. atmosférica + P. relativa

Presión absoluta, relativa y atmosférica

Los manómetros indican el valor de presión relativa que estamos utilizando.

Para su estudio se considera como un gas perfecto.

Las ventajas que podemos destacar del aire comprimido son:

- Es abundante (disponible de manera ilimitada).
- Transportable (fácilmente transportable, además los conductos de retorno son innecesarios).
- Se puede almacenar (permite el almacenamiento en depósitos).
- Resistente a las variaciones de temperatura.
- Es seguro, antideflagrante (no existe peligro de explosión ni incendio).
- Limpio (lo que es importante para industrias como las químicas, alimentarias, textiles, etc.).
- Los elementos que constituyen un sistema neumático, son simples y de fácil comprensión).
- La velocidad de trabajo es alta.
- Tanto la velocidad como las fuerzas son regulables de una manera continua.

La neumática resulta útil para esfuerzos que requieran precisión y velocidad.

- Aguanta bien las sobrecargas (no existen riesgos de sobrecarga, ya que cuando ésta existe, el elemento de trabajo simplemente para sin daño alguno).

Las mayores desventajas que posee frente a otros tipos de fuente de energía, son:

- Necesita de preparación antes de su utilización (eliminación de impurezas y humedad).
- Debido a la compresibilidad del aire, no permite velocidades de los elementos de trabajo regulares y constantes.
- Los esfuerzos de trabajo son limitados (de 20 a 30000 N).
- Es ruidoso, debido a los escapes de aire después de su utilización.

- Es costoso. Es una energía cara, que en cierto punto es compensada por el buen rendimiento y la facilidad de implantación.

-

Fundamentos físicos.

Las relaciones matemáticas utilizadas para presiones del aire inferior a los 12 bares, son las correspondientes a las de los gases perfectos.

La ley de los gases perfectos relaciona tres magnitudes, presión (P), volumen (V) y temperatura (T), mediante la siguiente fórmula:

$$P * V = m * R * T$$

Donde :

P = presión (N/m²).

V = volumen específico (m³/kg) .

m = masa (kg).

R = constante del aire (R = 286,9 J/kg*°k).

T = temperatura (°k)

Las tres magnitudes pueden variar.

- Si mantenemos constante la temperatura tenemos:

$$P * V = \text{cte.}$$

Luego en dos estados distintos tendremos:

$$P1 * V1 = P2 * V2$$

$$P1 / P2 = V2 / V1$$

De manera que cuando modificamos la presión de un recipiente que contiene aire comprimido, se ve modificado el volumen y a la inversa si modificamos su volumen se ve modificada la presión a la que se encuentra, a esta ley se la conoce como ley de Boyle-Mariotte.

- Si ahora mantenemos la presión constante tenemos. V/T = cte.

Luego en dos estados distintos tendremos:

$$V1/T1 = V2/T2$$

Ahora cuando modificamos el volumen se ve modificada la temperatura y a la inversa una variación de la temperatura hace que varíe el volumen, a esta ley se la conoce como ley de Gay- Lussac.

- Si ahora mantenemos el volumen constante tenemos.

$$P/T = \text{cte.}$$

Luego en dos estados distintos tendremos:

$$P1/T1 = P2/T2$$

En este caso cuando modificamos la presión se ve modificada la temperatura y a la inversa una variación de la temperatura hace que varíe la presión, y esta es la ley de Charles.

Elementos básicos de un circuito neumático.

Los circuitos oleohidráulicos necesitan de un tanque donde retornar el fluido. Con el objeto de

simplificar el estudio nos ceñiremos a los elementos neumáticos. Los elementos básicos de un circuito neumático son:

- **El generador de aire comprimido**, es el dispositivo que comprime el aire de la atmósfera hasta que alcanza la presión de funcionamiento de la instalación.

Generalmente se asocia con un tanque donde se almacena el aire para su posterior utilización.

- **Las tuberías y los conductos**, a través de los que se canaliza el aire para que llegue a todos los elementos.

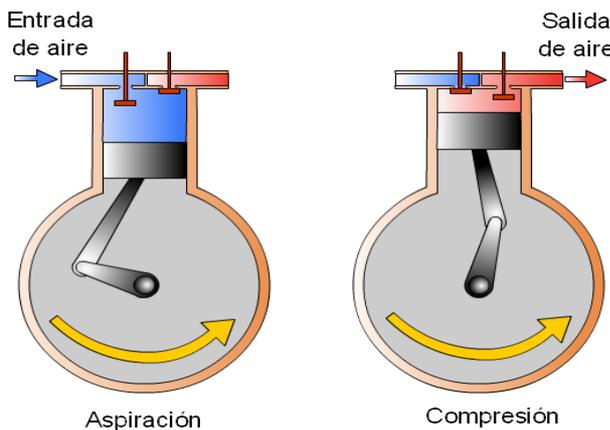
- **Los actuadores**, como cilindros y motores, que son los encargados de transformar la presión del aire en trabajo útil.
- **Los elementos de mando y control**, como las válvulas distribuidoras, se encargan de permitir o no el paso del aire según las condiciones preestablecidas.

Producción y distribución del aire comprimido.

Para la producción se utilizan los compresores.

Estos se pueden clasificar en dos tipos, de émbolo o rotativos.

- **Compresores de émbolo**, son los más utilizados debido a su flexibilidad de funcionamiento.



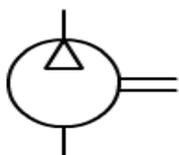
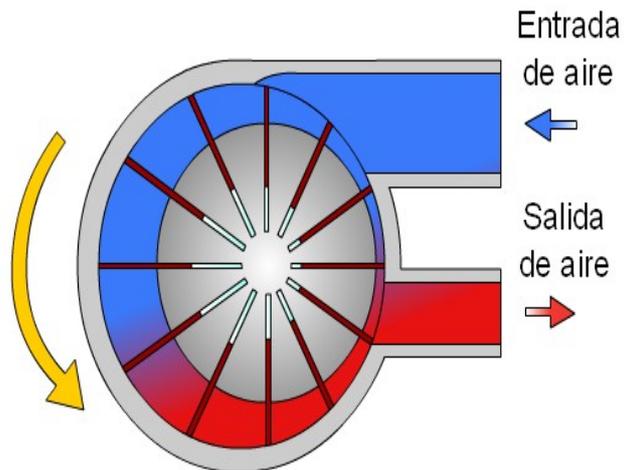
El funcionamiento de este tipo de compresores es muy parecido al del motor de un automóvil. Un eje, mediante una biela y una manivela produce el movimiento alternativo de un pistón. Al bajar el pistón se introduce el aire. Cuando ha bajado totalmente se cierra la válvula de admisión y comienza a subir el pistón y con ello la compresión del aire. Cuando este aire se ha comprimido hasta el máximo, la válvula de escape se abre y sale el aire a presión.

Generalmente con una sola etapa se obtiene poca presión por lo que suelen concatenarse varias etapas para obtener mayores presiones.

- **Compresores rotativos**, consiguen aumentar la presión mediante el giro de un rotor. El aire se aspira y se comprime en la cámara de compresión gracias a la disminución del volumen que ocupa el aire. Los hay de paletas, de tornillo y el turbocompresor.

Compresor de paletas:

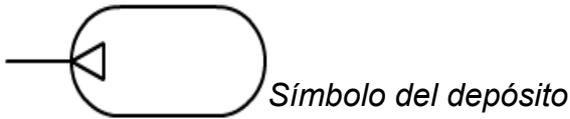
Son muy silenciosos y proporcionan un nivel de caudal prácticamente constante. La compresión se efectúa como consecuencia de la disminución del volumen provocada por el giro de una excéntrica provista de paletas radiales extensibles que ajustan sobre el cuerpo del compresor.



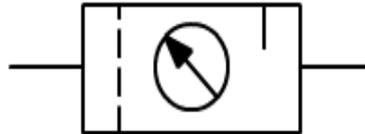
Símbolo del compresor

La mayor parte de los compresores suministran un caudal discontinuo de aire, de manera que se debe almacenar en un depósito. **El depósito** a demás sirve para evitar que los compresores estén en funcionamiento constantemente, incluso cuando no se necesita gran caudal de aire, también ayudan a enfriar el aire. Los depósitos generalmente disponen de manómetro que indica la presión interior, una válvula de seguridad que se

dispara en caso de sobrepresiones y una espita para el desagüe de las condensaciones que se producen en el interior del depósito.



Generalmente entre el depósito y el circuito se suele incluir una unidad de mantenimiento que cuenta con un regulador de presión, un filtro y un lubricador de aire.



Para transportar el aire es necesario utilizar conductores. **Los conductores** utilizados son tuberías metálicas o de polietileno de presión. El diámetro de las tuberías depende de las necesidades de caudal que requiere la instalación, teniendo en cuenta la caída de presión producida por las pérdidas y la longitud de las tuberías.

Los actuadores.

Los actuadores se pueden clasificar en dos tipos **lineales y rotativos**.

Entre los **actuadores lineales** destacan los cilindros.

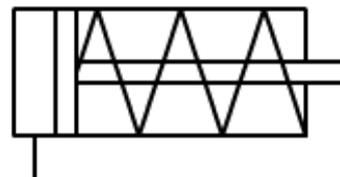
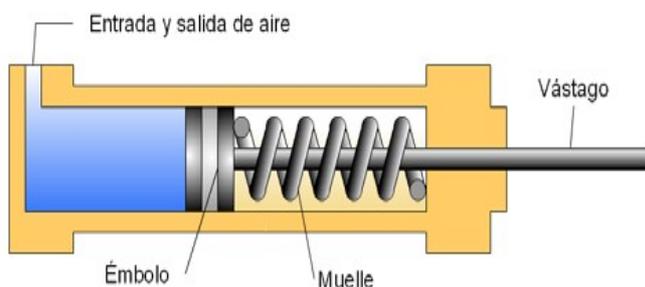
Los cilindros se emplean cuando se desea un movimiento rectilíneo alternativo. Pueden utilizarse para desplazar objetos, para mover brazos de robots, etc. Los más conocidos son los de simple efecto y los de doble efecto.

Cilindro de simple efecto: se trata de un tubo cilíndrico cerrado dentro del cual hay un émbolo unido a un vástago que se desplaza unido a él. Por un extremo hay un orificio para entrar o salir el aire y en el otro está albergado un muelle que facilita el retorno del vástago.

Este tipo de cilindro trabaja en un solo sentido, cuando el aire entra en él. El retroceso y desalojo del aire se produce por la fuerza del muelle que está albergado en el interior del cilindro.

La fuerza de empuje que realiza hacia fuera el vástago corresponde con la fórmula.

Fuerza = Presión del aire * Superficie del émbolo – Fuerza del muelle

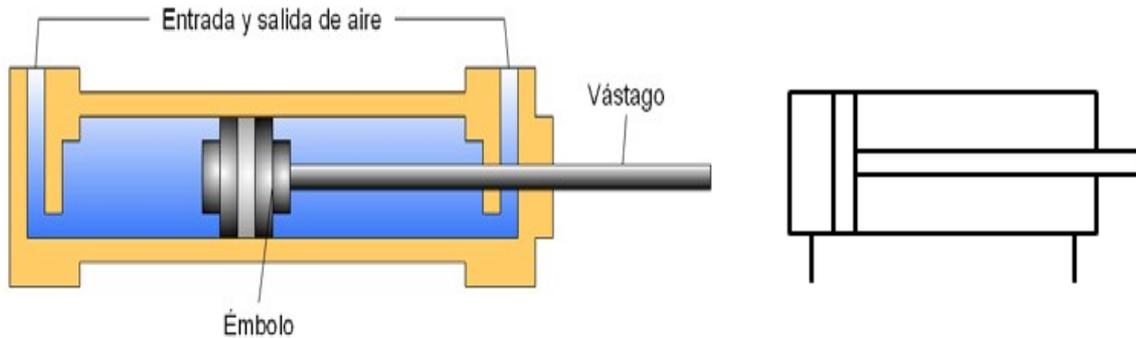


*Cilindro de simple efecto retorno por muelle
cilindro de simple efecto retorno por muelle*

Símbolo del

Cilindro de doble efecto: se trata de un tubo cilíndrico cerrado con un diseño muy parecido al cilindro de simple efecto, pero sin el muelle de retorno, el retorno se hace por medio de otra entrada de aire.

Este tipo de cilindro trabaja en los dos sentidos, cuando el aire entra en él produce fuerza y desaloja el aire que está en el otro compartimento. El retroceso y desalojo del aire se produce cuando el aire entra por el otro orificio.



Símbolo del cilindro de doble efecto

Cilindro de doble efecto

La fuerza de empuje que realiza hacia fuera el vástago corresponde con la fórmula.

$$\text{Fuerza} = \text{Presión del aire} * \text{Superficie del émbolo}$$

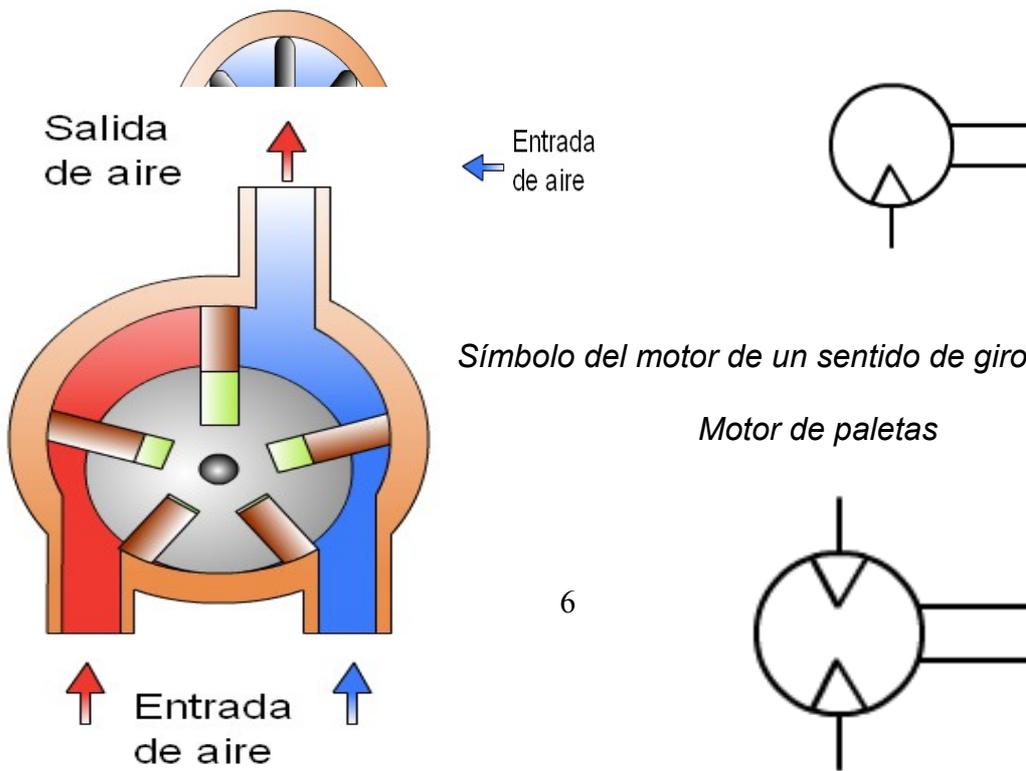
La fuerza de empuje de retroceso que realiza hacia dentro el vástago corresponde con la fórmula.

$$\text{Fuerza} = \text{Presión del aire} * (\text{Superficie del émbolo} - \text{Superficie del vástago})$$

De manera que la fuerza que podemos obtener de retorno es menor que la de empuje hacia fuera.

Los **actuadores rotativos** se utilizan para hacer girar objetos o máquinas herramientas, motor de una taladradora, atornillar y destornillar, etc. También se utilizan los cilindros basculantes para producir movimientos circulares alternativos.

Motor de paletas: genera movimiento *rotativo* continuo. El aire entra por una parte y hace que giren las paletas, la herramienta se encuentra sujeta sobre el eje de giro. Se trata del motor neumático más utilizado, puede dar una potencia de hasta 20 CV y velocidades desde 3000 a 25000 rpm.



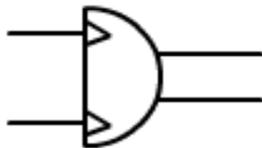
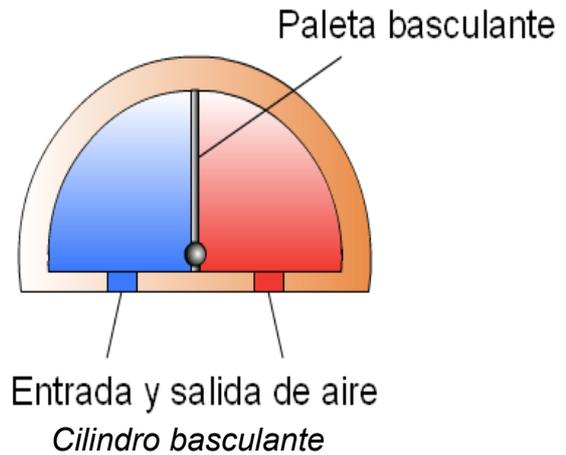
Símbolo del motor de un sentido de giro

Motor de paletas

Símbolo del motor de dos sentidos de giro

Motor de paletas de dos sentidos de giro

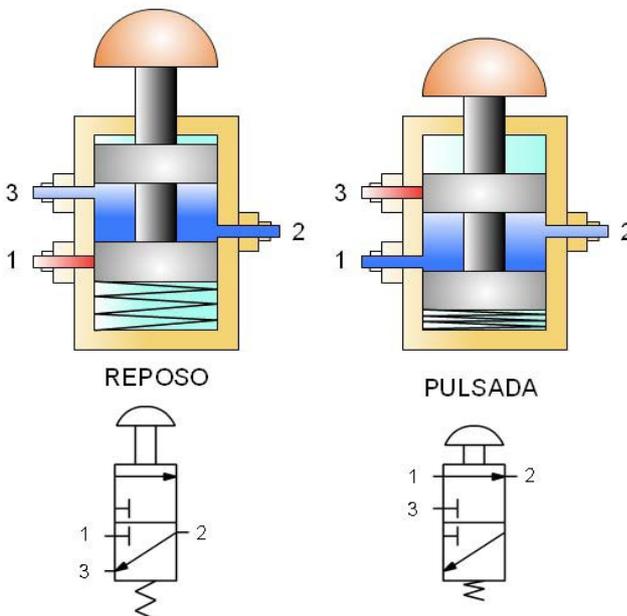
Cilindro basculante: genera movimiento alternativo en una dirección u otra. Se trata de un cilindro con dos entradas de aire que hacen mover una paleta que contiene un eje de giro al cual está sujeto el objeto que queremos mover, por ejemplo un limpia parabrisas.



Símbolo del cilindro basculante

Elementos de mando: válvulas.

Con el objeto de controlar la circulación del aire en una dirección u otra se necesitan elementos de mando y control. Algunos de estos se describen a continuación:



Válvula 3/2: Una de sus principales aplicaciones es permitir la circulación de aire hasta un cilindro de simple efecto, así como su evacuación cuando deja de estar activado.

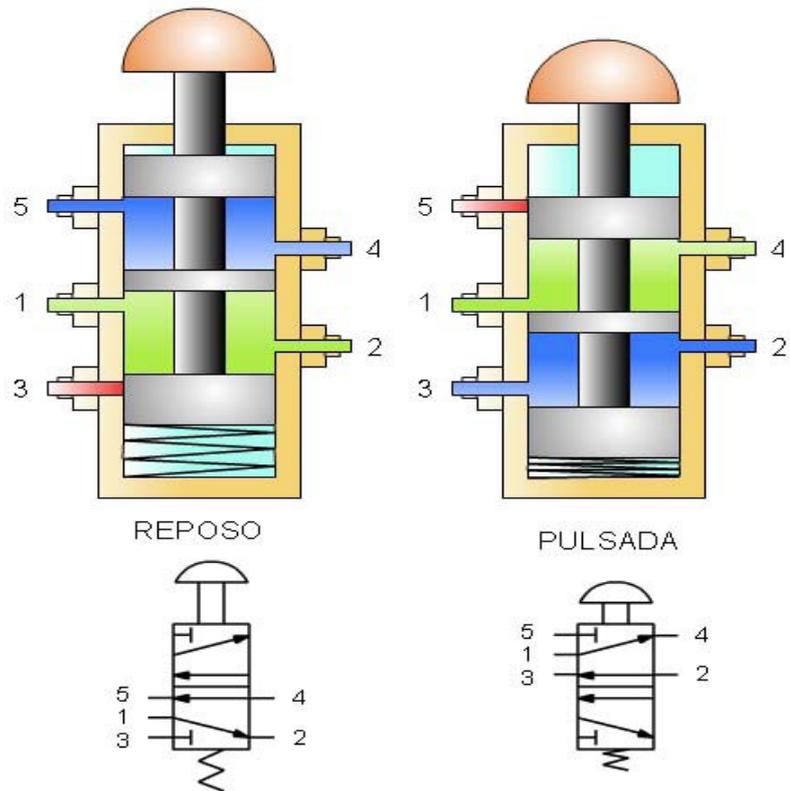
A continuación se ve su constitución interna. Se trata de una válvula activa por un pulsador y retorno por un muelle. En estado de reposo, permite que el aire pase del terminal 2 hasta el 3 y que no pueda entrar por el 1. Cuando la activamos, el aire puede pasar del terminal 1 al 2 y no puede pasar por el 3.

Válvula 3/2 normalmente cerrada

Válvula 5/2: Una de sus principales aplicaciones es controlar los cilindros de doble efecto.

A continuación se ve su constitución interna. Se trata de una válvula activa por un pulsador y retorno por muelle. En estado de reposo, permite la circulación de aire entre los terminales 4 y 5, y entre 1 y 2, el terminal 3 está bloqueado.

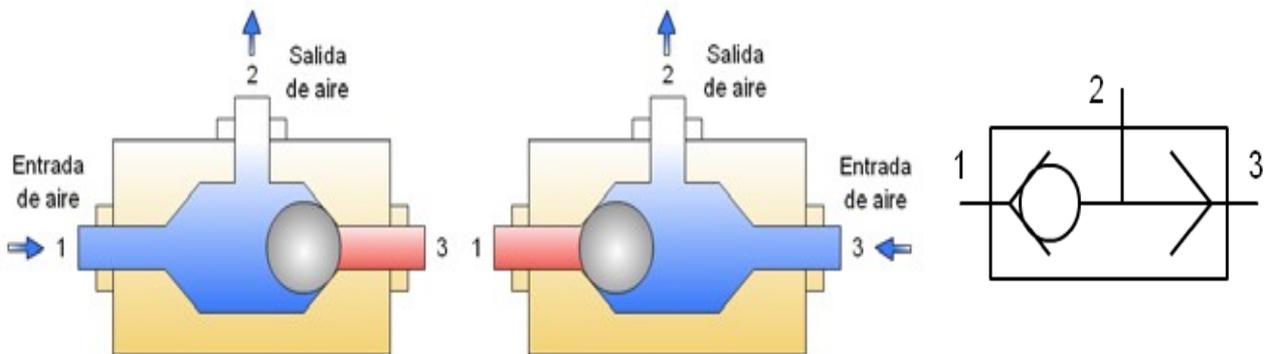
Cuando la activamos, permite la circulación de aire entre los terminales 1 y 4, y entre 2 y 3, ahora el terminal 5 se encuentra bloqueado.



Válvula 5/2

El modelo más utilizado de este tipo de válvula es el activo y retorno con aire.

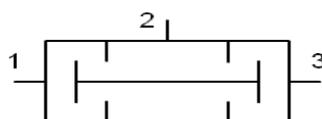
Válvula OR (O): Se trata de una válvula que implementa la función OR, esto es, cuando penetra el aire por cualquiera de sus entradas hace que este salga por la salida. Se utiliza para activar cilindros desde dos lugares distintos.



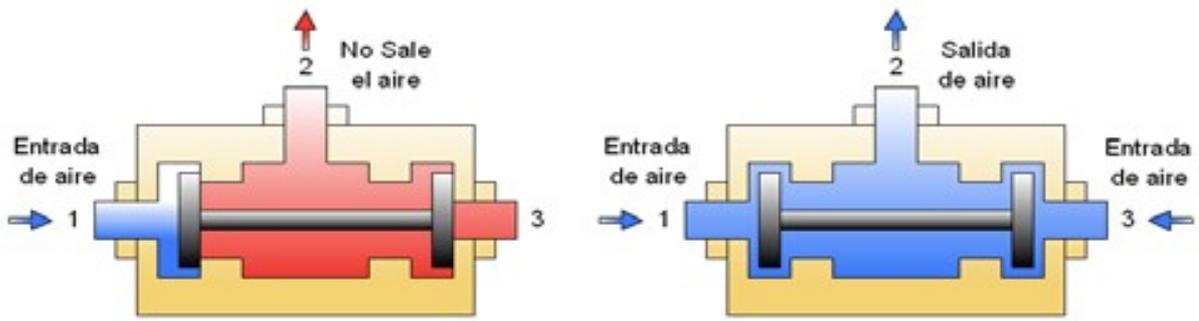
válvula OR

Símbolo de la válvula OR

Válvula AND (Y): Se trata de una válvula que implementa la función AND, esto es, sólo permite pasar el aire a la salida cuando hay aire con presión por las dos entradas a la vez. Se utiliza para hacer circuitos de seguridad, el cilindro sólo se activará cuando existe presión en las dos entradas

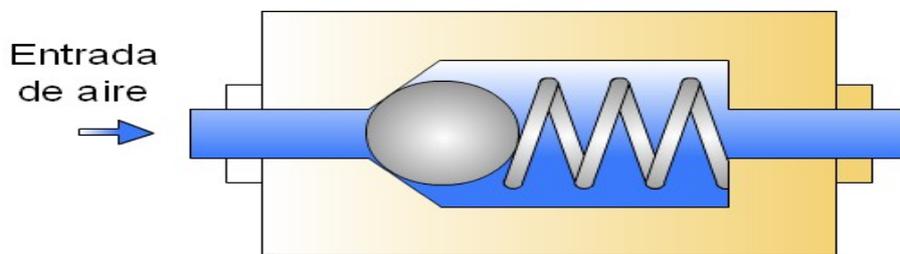


Símbolo de la válvula AND



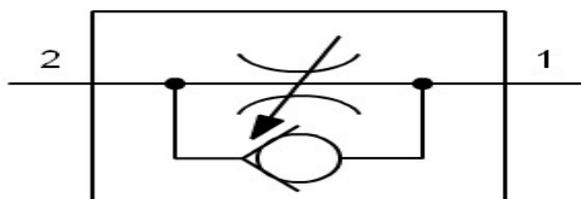
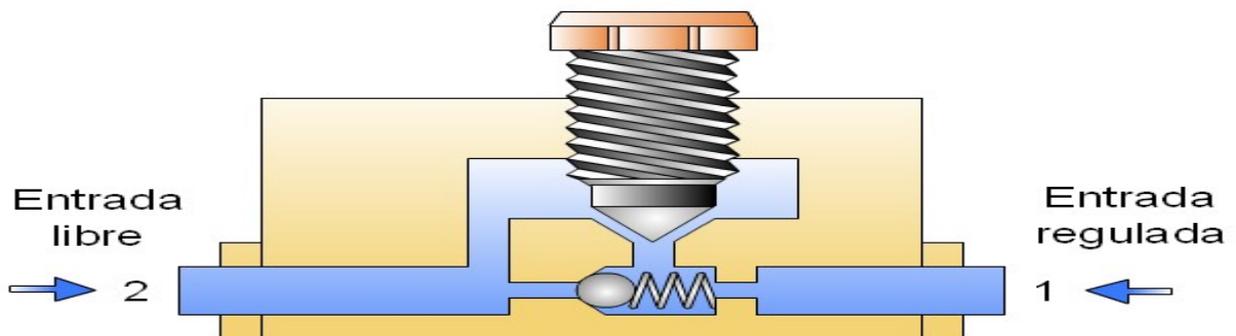
válvula AND

Válvula antirretorno: Se encarga de permitir el paso del aire libremente cuando circular desde el terminal 2 al 1. Mientras que no permite circular el aire desde el terminal 1 al 2.



válvula antirretorno

Válvula estranguladora unidireccional: Se encarga de permitir el paso del aire libremente cuando circular desde el terminal 2 al 1. Mientras que estrangula el aire cuando circula desde el terminal 1 al 2. Se utiliza para hacer que los cilindros salgan o entren más lentamente.

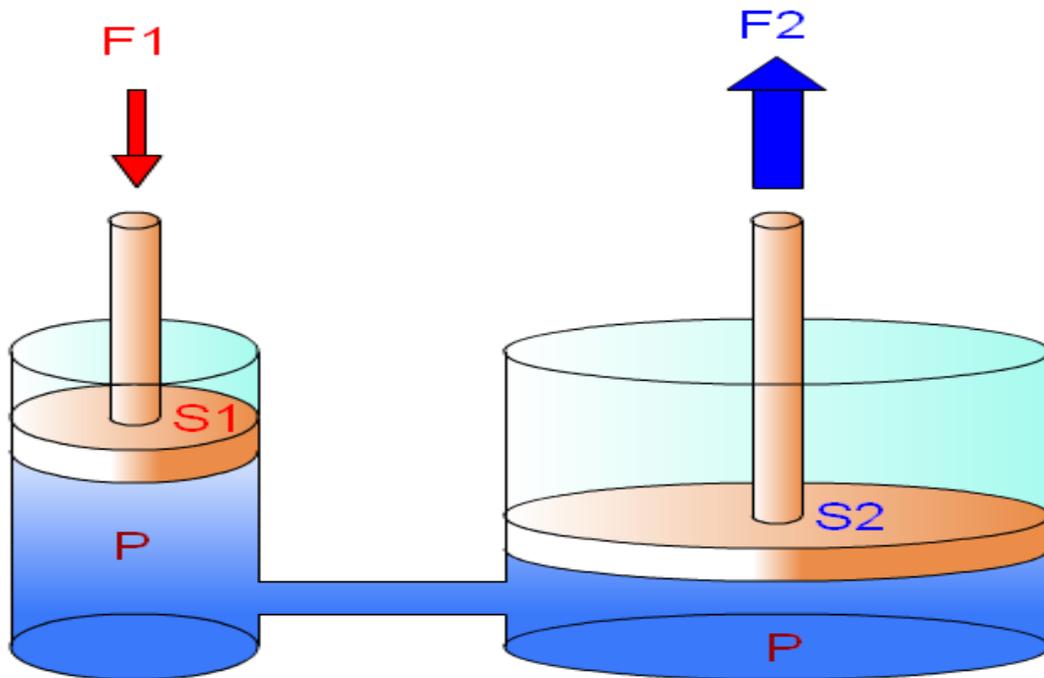


válvula estranguladora unidireccional

Fluidos hidráulicos.

Cuando el fluido que utilizamos no es el aire, si no un líquido que no se puede comprimir, agua, aceite, u otro. Los fundamentos físicos de los gases se cumplen considerando el volumen constante.

Una consecuencia directa de estos fundamentos es el Principio de Pascal, que dice así: Cuando se aplica presión a un fluido encerrado en un recipiente, esta presión se transmite instantáneamente y por igual en todas direcciones del fluido.



Principio de Pascal

Como aplicación podemos ver *como dos pistones* unidos mediante un fluido encerrado, si le aplicamos una fuerza (F1) a uno de ellos, se transmite la presión hasta el otro, y produce una fuerza (F2) en el segundo. Las ecuaciones que rigen este principio son:

$$P = F1/S1 \text{ y } P = F2/S2$$

Donde: P = presión, F = fuerza, S = superficie.

Por lo que podemos poner

$$F1/S1 = F2/S2$$

otra forma de expresarlo es:

$$F1 \cdot S2 = F2 \cdot S1$$

Nos dice que en un pistón de superficie pequeña cuando aplicamos fuerza, esta se transmite al pistón de superficie grande amplificada o a la inversa.

El fluido que normalmente se utiliza es aceite y los sistemas se llaman oleohidráulicos.

Las ventajas de la oleohidráulica son:

- Permite trabajar con elevados niveles de fuerza o momentos de giro.
- El aceite empleado en el sistema es fácilmente recuperable.
- La velocidad de actuación es fácilmente controlable.
- Las instalaciones son compactas.

- Protección simple contra sobrecargas.
- Pueden realizarse cambios rápidos de sentido.

Desventajas de la oleohidráulica

- El fluido es más caro.
- Se producen pérdidas de carga.
- Es necesario personal especializado para la manutención.
- El fluido es muy sensible a la contaminación.