

## TEMA 5: NEUMÁTICA E HIDRÁULICA

### 1. INTRODUCCIÓN

### 2. PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS. MAGNITUDES Y PRINCIPIOS BÁSICOS

#### 2.1 PRESIÓN

#### 2.2 CAUDAL

### 3. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO. SÍMBOLOS.

#### 3.1 PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO.

- ✓ Compresor
- ✓ Depósito o acumulador
- ✓ Unidad de mantenimiento o acondicionamiento
- ✓ Tuberías y conductos

#### 3.2 REGULACIÓN Y CONTROL DEL AIRE COMPRIMIDO. VÁLVULAS NEUMÁTICAS.

- ✓ Válvulas distribuidoras.
- ✓ Válvulas antiretorno.
- ✓ Válvulas selectoras.
- ✓ Válvulas de simultaneidad.
- ✓ Válvulas de regulación de caudal.
- ✓ Válvulas temporizadoras

#### 3.3 UTILIZACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO. ACTUADORES.

- ✓ Cilindros
- ✓ Motores

### 4. FUNCIONAMIENTO DE ALGUNOS CIRCUITOS.

# 1. INTRODUCCIÓN

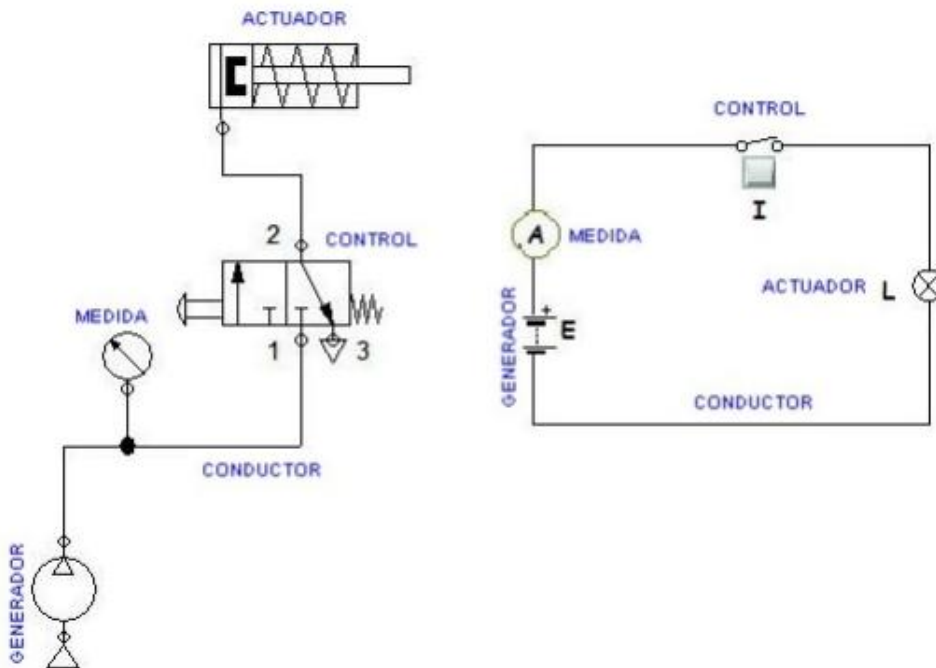
Los sistemas neumáticos e hidráulicos se encuentran difundidos en muchos ámbitos de nuestra vida cotidiana: riego de campos, puertas de los autobuses, instalaciones de agua potable y de desechos, aire acondicionado, industria, etc.

- Circuitos eléctricos → fluido → electricidad ( $e^-$  en movimiento)
- Circuitos neumáticos → fluido → aire comprimido
- Circuitos hidráulicos → fluido → agua o aceite

El hombre ha diseñado y construido máquinas para realizar tareas que una sola persona no puede hacer con sus manos. Los circuitos neumáticos e hidráulicos, muchas veces combinados con circuitos eléctricos, nos permiten mover o elevar cargas pesadas con un mínimo de esfuerzo.

Industrialmente, la neumática y la hidráulica son técnicas que consisten en dar presión a un fluido (aire o aceite), lo canalizan y dirigen hacia receptores que desplazan objetos mediante la fuerza que ejerce esa presión. La diferencia fundamental entre ambas tecnologías está en el fluido que utilizan, pues la neumática trabaja con aire y la hidráulica con aceite, aunque su función sea totalmente análoga. De hecho, la simbología de los elementos es la misma en ambos casos. Otra consecuencia está en que el aire se expulsa a la atmósfera después de su utilización, mientras que el aceite debe ser recuperado para reiniciar con él un nuevo proceso de trabajo.

Existe una gran similitud entre los circuitos eléctrico y neumático/hidráulico, encontrando en los dos los mismos componentes: generadores, conductores, elementos de control, receptores e instrumentos de medida.



## 2. PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS. MAGNITUDES Y PRINCIPIOS BÁSICOS.

### 3.1 PRESIÓN

La presión se define como la fuerza que se ejerce sobre una superficie, en nuestro caso será la fuerza ejercida por el fluido, y viene dada por la expresión:

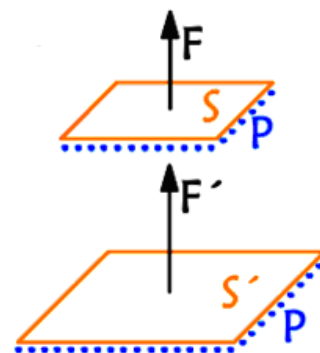
|           |   |
|-----------|---|
| $P = F/S$ | unidades en el SI: $[1 \text{ Pa}] = [1 \text{ N}] / [1 \text{ m}^2]$ |
|-----------|---|

P es la presión en Pascales.  
 F es la fuerza en Newtons.  
 S es la superficie (en  $\text{m}^2$ ).

La unidad de medida de la presión en el sistema internacional es el pascal.

El aire que se encuentra sobre nosotros, a causa de su peso, ejerce una presión que se llama presión atmosférica, y todos los cuerpos se encuentran sometidos a ella.

Las demás presiones hacen referencia a esta unidad. Por tanto, hablaremos de presiones relativas de 5 atm para referirnos a una presión que es cinco veces mayor que la presión atmosférica.



A veces verás expresada la presión con unidades diferentes a los pascuales (atmósferas, bares, milímetros de mercurio y kilogramos partido por centímetro cuadrado):

$$1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pa} = 10^5 \text{ Pa} \quad 1 \text{ atm} = 1 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = 760 \text{ mm de Hg} \quad 1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar}$$

### 3.2 CAUDAL

Se define caudal como la cantidad de fluido que atraviesa una sección determinada por una unidad de tiempo.

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Caudal= Volumen / Tiempo | $Q = \frac{V}{t} = \frac{S \cdot L}{t} = S \cdot v$ |
|--------------------------|---|

V: volumen de fluido que atraviesa la sección de la tubería ( $\text{m}^3$ ).

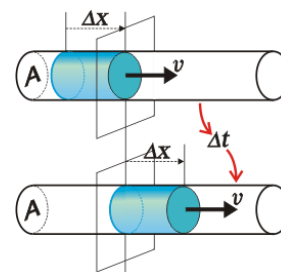
S: sección de la tubería ( $\text{m}^2$ ).

L: longitud de la tubería (m).

t: tiempo (s).

v: velocidad de movimiento del fluido (m/s).

Para medir el caudal, la unidad que se emplea en el sistema internacional es el  $\text{m}^3/\text{s}$ .



## NEUMÁTICA ( AIRE COMPRIMIDO)

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). Los manómetros son los instrumentos que utilizamos para medir el valor de presión relativa.

| VENTAJAS   | DESVENTAJAS   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Es abundante (disponible de manera ilimitada).</li> <li>✓ Transportable (fácilmente transportable, además los conductos de retorno son innecesarios).</li> <li>✓ Se puede almacenar (permite el almacenamiento en depósitos).</li> <li>✓ Resistente a las variaciones de temperatura.</li> <li>✓ Es seguro, antideflagrante (no existe peligro de explosión ni incendio).</li> <li>✓ Limpio (lo que es importante para industrias como las químicas, alimentarias, textiles, etc.).</li> <li>✓ Los elementos que constituyen un sistema neumático, son simples y de fácil comprensión.</li> <li>✓ La velocidad de trabajo es alta.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Necesita de preparación antes de su utilización (eliminación de impurezas y humedad).</li> <li>✓ Los esfuerzos de trabajo son limitados (de 20 a 30000 N).</li> <li>✓ Es ruidoso, debido a los escapes de aire después de su utilización.</li> <li>✓ Es costoso. Es una energía cara, que en cierto punto es compensada por el buen rendimiento y la facilidad de implantación.</li> </ul> |

La composición aproximada en volumen es:

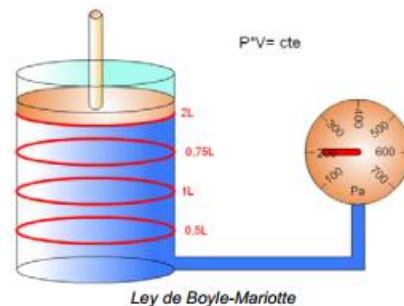
$N_2 \Rightarrow 78,084\%$ ;  $O_2 \Rightarrow 20,9476\%$ ;  $CO_2 \Rightarrow 0,0314\%$ ;  $Ne \Rightarrow 0,00181\%$ ;  $He \Rightarrow 0,000524\%$ ;  $CH_4 \Rightarrow 0,0002\%$ ;  $SH_4 \Rightarrow$  de 0 a  $0,0001\%$ ;  $H_2 \Rightarrow 0,00005\%$  y una serie de componentes minoritarios (Kr, Xe,  $O_3$ )  $\Rightarrow 0,0002\%$ .

### FUNDAMENTOS FÍSICOS

(Para su estudio se considera como un gas perfecto (presiones de aire inferiores a 12 bares))

Tendremos en cuenta los siguientes principios:

- Ley de Boyle-Mariotte:  $P \times V = cte$
- Ley de Gay-Lussac:  $V / T = cte$
- Ley de Charles:  $P / T = cte$



Tú mismo puedes deducir estas tres leyes a partir de la ecuación de los gases perfectos.

## HIDRÁULICA ( AGUA, ACEITE )

Cuando el fluido que utilizamos no es el aire, si no un líquido que no se puede comprimir: agua, aceite u otro. El fluido que normalmente se utiliza es el aceite y los sistemas se llaman oleohidráulicos

### VENTAJAS

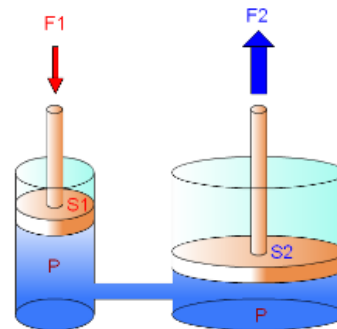
- ✓ Permite trabajar con elevados niveles de fuerza o momentos de giro.
- ✓ El aceite empleado en el sistema es fácilmente recuperable.
- ✓ La velocidad de actuación es fácilmente controlable.
- ✓ Las instalaciones son compactas.

### DESVENTAJAS

- ✓ El fluido es más caro.
- ✓ Es necesario personal especializado para el mantenimiento.
- ✓ El fluido es muy sensible a la contaminación.

## FUNDAMENTOS FÍSICOS

Tendremos en cuenta 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:

$$P = F_1/S_1 \quad \text{y} \quad P = F_2/S_2$$

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

Por lo que podemos poner :

$$F_1/S_1 = F_2/S_2$$

otra forma de expresarlo es:

$$F_1 \cdot S_2 = F_2 \cdot S_1$$

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

### 3. COMPONENTES DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO. SÍMBOLOS.

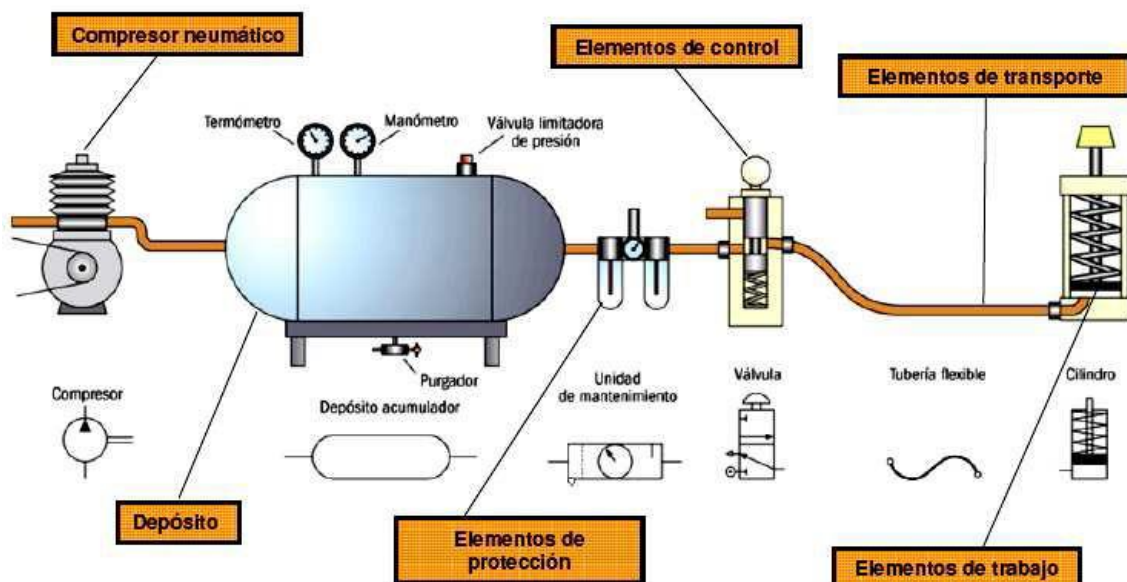
En neumática es necesario emplear **circuitos neumáticos** para aprovechar la energía del aire comprimido. Los circuitos hidráulicos son muy parecidos a los neumáticos, pero en lugar de un compresor utilizan una bomba y no necesitan lubricante ya que el propio aceite actúa como tal. El resto de los elementos son los mismos, pero contruidos para soportar mayores presiones. La simbología hidráulica es bastante similar, aunque con alguna diferencia.

En la siguiente tabla puedes comparar los principales elementos de los circuitos neumáticos con otros circuitos que ya conoces del año pasado:

| CIRCUITOS NEUMÁTICOS                   |   | CIRCUITOS ELÉCTRICOS             |
|--|---|----------------------------------|
| Generadores: compresores               | → | Pilas                            |
| Tuberías y conductos                   | → | cables                           |
| Actuadores: cilindros                  | → | receptores (motor, lámpara, etc) |
| Elementos de mando y control: válvulas | → | interruptores, pulsadores        |

Todo circuito neumático está compuesto por una serie de elementos básicos:

- El **compresor**, es el dispositivo que comprime el aire de la atmósfera hasta que alcanza la presión de funcionamiento de la instalación (muy superior a la atmosférica).
- El **acumulador**, es un tanque o depósito donde se almacena el aire para su posterior utilización.
- **Dispositivos de mantenimiento o acondicionamiento** que se encargan de acondicionar al aire comprimido, protegiendo el circuito para que la instalación neumática pueda funcionar sin averías durante mucho tiempo.
- Las **tuberías y los conductos**, a través de los que se canaliza el aire para que llegue a los distintos elementos del circuito.
- Los **elementos de mando y control**, son válvulas que se encargan de controlar el funcionamiento del circuito neumático, permitiendo, interrumpiendo o desviando el paso del aire comprimido según las condiciones de funcionamiento del circuito.
- Los **actuadores**, como cilindros, motores neumáticos o accionadores angulares que son los encargados de utilizar el aire comprimido, transformando la presión del aire en trabajo útil.



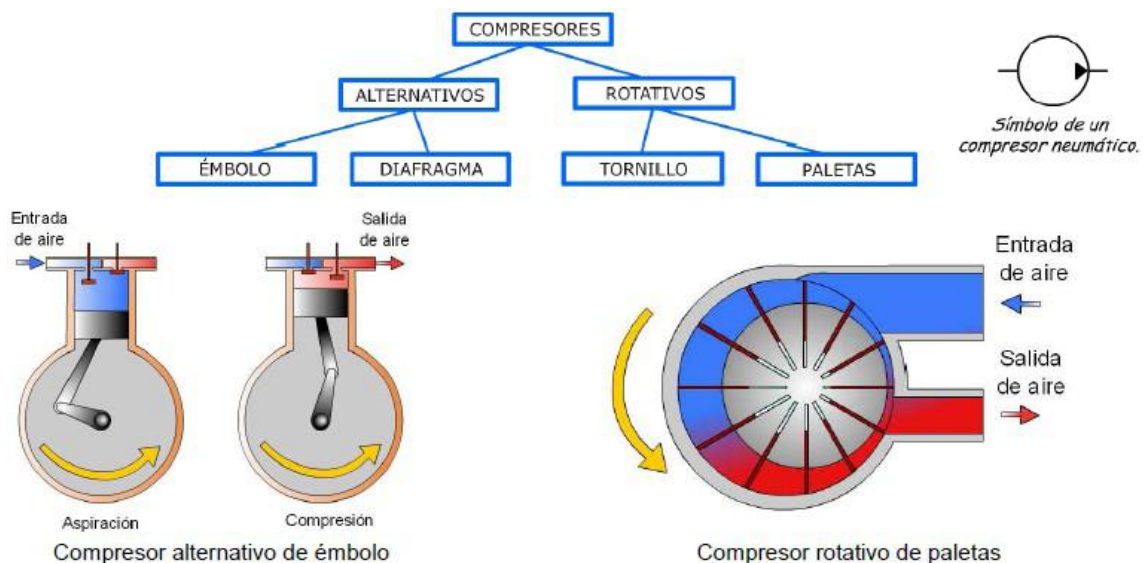
### 3.1 PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO.

En la producción y distribución del aire comprimido intervienen el **compresor**, el **depósito**, la **unidad de mantenimiento**, y las **canalizaciones**.

#### Compresor neumático

Es el dispositivo encargado de generar el aire comprimido. Los compresores son motores eléctricos o de combustión que aspiran el aire de la atmósfera y lo comprimen hasta alcanzar la presión de funcionamiento requerida por la instalación. Generalmente en las instalaciones neumáticas trabajan con presiones comprendidas entre 4 y 8 bar.

Según el tipo de movimiento del motor, los compresores neumáticos se dividen en dos categorías: **alternativos** o **rotativos**.



#### Depósito o acumulador

La mayoría de los compresores incluyen un *depósito* o *tanque* que actúa como acumulador. El aire comprimido generado por el compresor se almacena en el depósito, para evitar que el compresor tenga que estar siempre trabajando. El compresor sólo se vuelve a poner en marcha cuando la presión en el depósito sea baja (ahorrando así la gasolina o electricidad necesarias para mover el motor del compresor).

Los depósitos cuentan con varios dispositivos asociados:

- **Presostato:** se trata de un sensor de presión que conecta o desconecta el motor del compresor. Si la presión del depósito desciende, el presostato activa el compresor para mantener la presión en el depósito.
- **Válvula de seguridad:** En caso de avería del compresor, se podría inyectar aire comprimido al depósito de forma continuada, provocando un peligroso aumento de la presión en el depósito. Para evitar esta situación, el depósito añade una válvula que deja escapar aire al exterior en caso de que la presión sea muy alta.



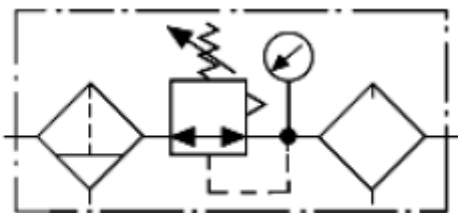
- **Regulador de presión:** es una válvula ajustable que permite controlar la presión que se envía al circuito, dejando salir más o menos aire. Cuenta con un **manómetro** para conocer la presión entregada.



### Unidad de mantenimiento o acondicionamiento

Antes de ser inyectado en el circuito, el aire es acondicionado por la *unidad de mantenimiento* para proteger las *válvulas* y *actuadores* hacia los que el aire se dirige. Esta preparación del aire la ejecutan los tres elementos de los que consta la unidad:

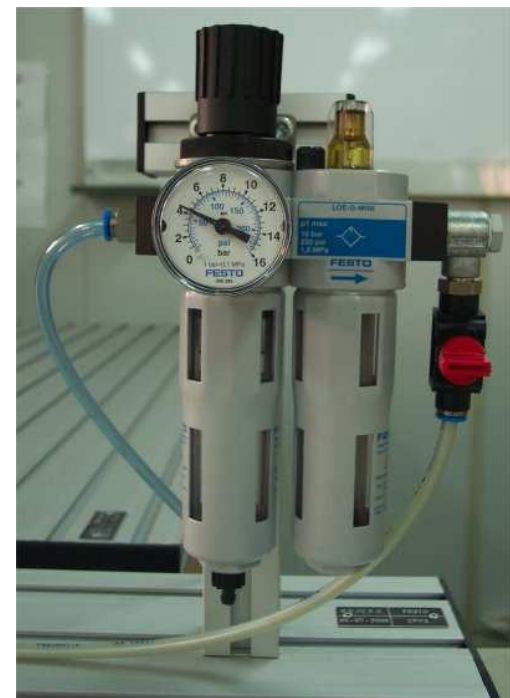
- Filtro:** elimina la humedad y partículas de polvo contenidas en el aire. Incluye una llave de purga para desalojar los líquidos condensados.
- Regulador de presión (con manómetro):** mantiene la presión constante, para evitar fluctuaciones que pongan en riesgo el funcionamiento de la instalación.
- Lubricador:** inyecta aceite lubricante en el aire comprimido para evitar oxidaciones y corrosión en los elementos neumáticos, y para engrasar las partes móviles del circuito.



Símbolo completo de la Unidad de Mantenimiento.  
(Filtro con purga manual, regulador de presión y lubricador)



Representación simplificada





## Red de distribución del aire

Es el conjunto de conductos que distribuyen el aire comprimido a toda la instalación. Las conducciones principales suelen ser **tuberías metálicas**, mientras que para las derivaciones finales hacia los actuadores se usan **tubos plásticos de polietileno** o mangueras de goma.

### 3.2 REGULACIÓN Y CONTROL DEL AIRE COMPRIMIDO. VÁLVULAS NEUMÁTICAS.

Hasta ahora se ha visto cómo generar el aire comprimido con un compresor. Sin embargo, también se necesita saber cómo controlar el funcionamiento de un circuito neumático (abrir o cerrar el circuito, dirigir el aire por diferentes conductos, ajustar presiones, etc.). De ello se encargan unos elementos neumáticos adicionales: las **válvulas**.

Las válvulas son dispositivos que controlan el paso del aire comprimido. Dichas válvulas se clasifican en:

- Válvulas distribuidoras.
- Válvulas antirretorno.
- Válvulas selectoras.
- Válvulas de simultaneidad.
- Válvulas de regulación de caudal.
- Válvulas temporizadoras.



#### • VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS

Las válvulas distribuidoras permiten activar o parar un circuito neumático. Su función es dirigir adecuadamente el aire comprimido para que tenga lugar el avance y el retroceso de los cilindros o el accionamiento de otros elementos. Por tanto, las válvulas se pueden ver como los interruptores o conmutadores de los circuitos neumáticos.

#### Parámetros de una válvula distribuidora

##### a) Vías y posiciones :

Las válvulas se nombran por el *número de vías* (orificios de entrada y salida) y por el *número de posiciones* (estados que puede adoptar, o movimientos que puede realizar). Ejemplo: válvula 3/2 significa válvula con 3 vías y 2 posiciones.

##### b) Accionamiento de la válvula :

Un parámetro importante de las válvulas es cómo se accionan: la activación puede ser *manual* (por pulsador, por pedal, etc.), *mecánica* (por leva, por final de carrera, etc.), *neumática* (mediante aire comprimido), o *eléctrica* (mediante una señal eléctrica que activa un electroimán o un relé).

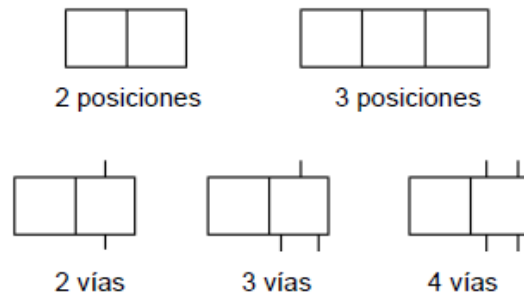
##### c) Retorno de la válvula :

Otra característica fundamental es la forma cómo una válvula vuelve a su posición inicial tras la activación. El retorno suele ser por *muelle*, pero también hay retornos *neumático*, *eléctricos*, etc.

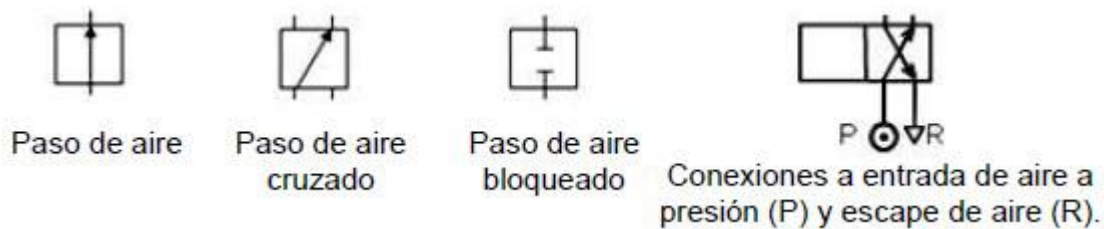
## Simbología de una válvula distribuidora

Para representar de forma sencilla una válvula se utilizan símbolos. Los símbolos muestran el funcionamiento de la válvula, pero no sus detalles constructivos internos. Para entender el símbolo de una válvula, hay que seguir estas indicaciones:

- Cada posición de la válvula se representa con un cuadrado. Las vías de la válvula se representan por pequeñas líneas en la parte exterior de uno de los cuadrados.



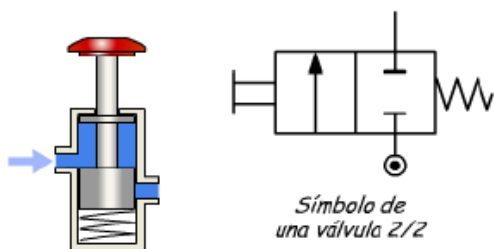
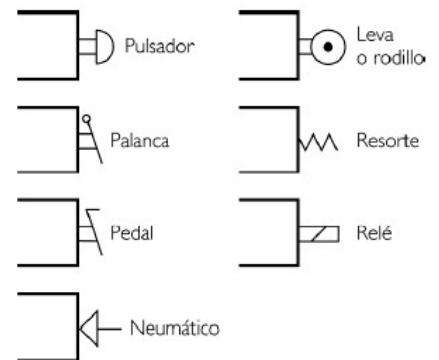
- Dentro de cada cuadrado se representan las conexiones internas entre las distintas vías o tuberías de la válvula, y el sentido de circulación del fluido se representa por flechas.



- En los extremos de los rectángulos se representa el accionamiento y el retorno de la válvula.

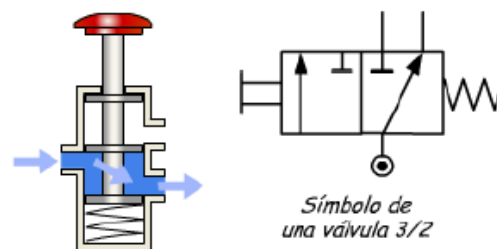
- El accionamiento permite pasar de la posición de reposo a la posición de trabajo.

- El retorno permite pasar de la posición de trabajo a la posición de reposo.



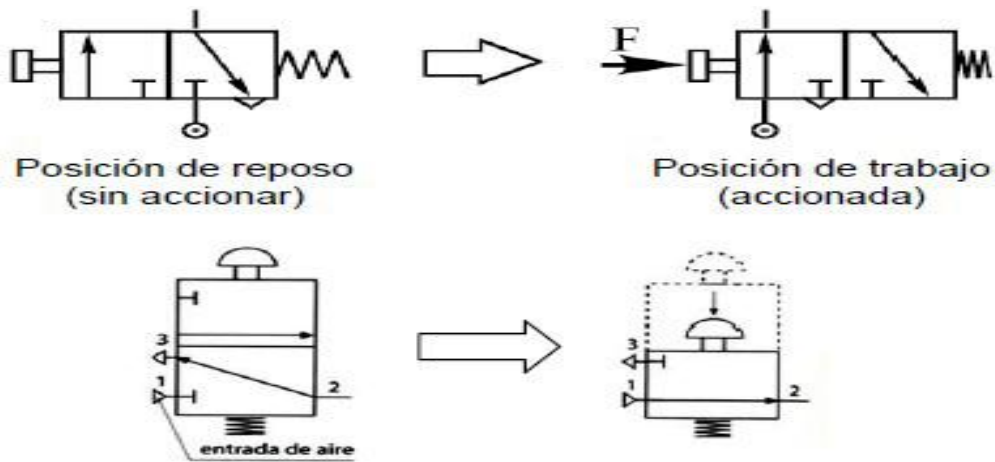
Símbolo de una válvula 2/2

Válvula 2/2. Tiene dos vías: una entrada y una salida, y dos posiciones (arriba y abajo, en este ejemplo).



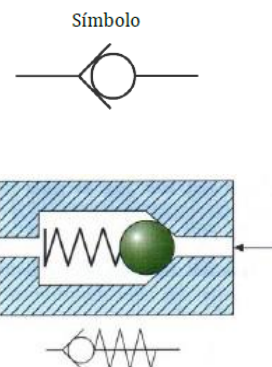
Símbolo de una válvula 3/2

Válvula 3/2. Tiene tres vías: una entrada y dos salidas (o viceversa, si le damos la vuelta), y dos posiciones.

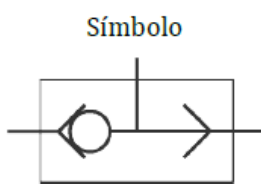


### ✓ VÁLVULAS ANTIRRETORNO

Son válvulas que permiten la circulación de aire en un sentido y la impiden en el sentido contrario. Interiormente suelen tener una bola que obtura el paso al ser empujada por la presión del propio aire. Si la circulación es la contraria la bola es desplazada en sentido contrario, dejando el paso libre.



### ✓ VÁLVULAS SELECTORAS

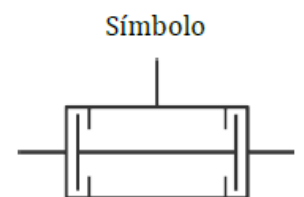


Estas válvulas disponen de dos entradas opuestas unidas a una salida común. Cuando el aire entra por una vía la contraria queda obstruida permitiendo al aire salir por la vía de salida. Lo mismo ocurre si el aire entra por la otra vía. Se utiliza cuando queremos actuar sobre el mismo elemento neumático desde dos sitios diferentes.

### ✓ VÁLVULAS DE SIMULTANEIDAD

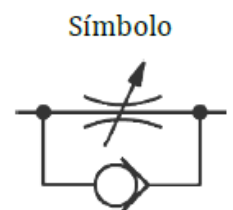
Al igual que las anteriores, disponen de dos entradas opuestas y una salida, solo que en éstas es necesario que el aire entre por las dos entradas de manera simultánea para dejar la salida libre y permitir la circulación del aire.

Si el aire comprimido solo entra por una de entrada la salida queda obstruida por lo que se corta la circulación. Se utilizan cuando necesitamos que dos elementos neumáticos actúen simultáneamente para activar un tercero.



### ✓ VÁLVULAS DE REGULACIÓN DE CAUDAL

En multitud de ocasiones es necesario que un cilindro avance lentamente y retroceda lo más rápidamente posible. Gracias a este tipo de válvulas este funcionamiento es posible. Disponen de dos vías que pueden ser de entrada o salida indistintamente. Cuando el aire circula en un sentido se produce un estrangulamiento que le hace circular más despacio y cuando lo hace en sentido



contrario la circulación es libre por lo que lo hace de manera más rápida. Se denominan **válvulas reguladoras unidireccionales**.

También existen válvulas reguladoras que estrangulan el paso del aire en los dos sentidos, por lo que hacen avanzar y retroceder un cilindro lentamente, aunque son menos utilizadas que las anteriores. Se denominan **válvulas reguladoras bidireccionales**.

Símbolo

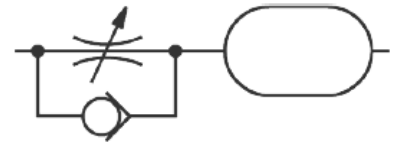


### ✓ VÁLVULAS TEMPORIZADAS

Se trata de un tipo de válvulas que combinan una válvula reguladora unidireccional y un depósito acumulador a la salida.

Mientras el aire está acumulándose en el depósito no se ejerce la presión suficiente sobre el siguiente elemento por lo que retrasa la señal.

Símbolo



## 3.3 UTILIZACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO. ACTUADORES.

Los actuadores neumáticos son los elementos del circuito neumático que utilizan la energía del aire comprimido para desarrollar algún trabajo útil (fuerzas o desplazamientos). Los actuadores más comunes en neumática son los **cilindros neumáticos**, aunque también existen **motores neumáticos**.

### ✓ Cilindros neumáticos (actuadores lineales):

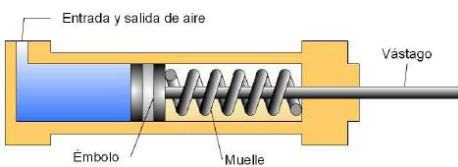
Transforman la energía potencial del aire comprimido (presión) en energía mecánica lineal (movimientos de avance y retroceso). Son actuadores compuestos por un *tubo cilíndrico hueco*. La presión del aire comprimido introducido en el interior del cilindro desplaza un *émbolo móvil*, que está conectado a un *eje (vástago)*. Hay dos tipos fundamentales de cilindros neumáticos:

a) **Cilindros de simple efecto.**

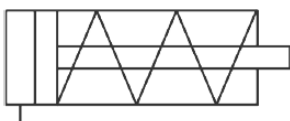
b) **Cilindros de doble efecto.**



### Cilindros de simple efecto



Símbolo

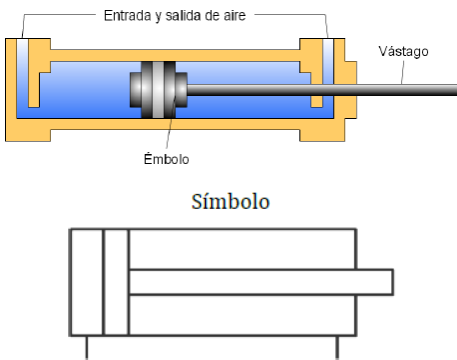


Son cilindros que presentan una **única entrada de aire**

**comprimido**. Cuando el aire comprimido entra en la cámara del cilindro empuja al émbolo, haciendo que el vástago se desplace realizando una fuerza de empuje. Gracias a la acción de un muelle, el retorno del émbolo es inmediato cuando se deja de inyectar aire en el cilindro.

- ✓ Ventaja: menor consumo de aire comprimido (únicamente en el avance del émbolo).
- ✓ Desventaja: sólo producen trabajo (fuerza de empuje) en el movimiento de avance, ya que el retorno viene dado por la elasticidad del muelle.

## Cilindros de doble efecto



Estos cilindros presentan dos entradas de aire comprimido, que hacen que el émbolo pueda ser empujado por el aire en los dos sentidos (avance y retroceso).

- ✓ Ventajas: al tener dos tomas de aire puede realizar trabajo útil en ambos sentidos.
- ✓ Desventajas: doble consumo de aire comprimido (en el avance y en el retroceso).

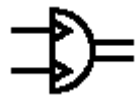
## ✓ Motores

En su interior disponen de una rueda con palas. Cuando el aire comprimido incide sobre las palas provoca el giro de estas, y por tanto, del eje al que están unidas, provocando el movimiento rotativo del motor. Se emplean bastante en las consultas de los dentistas, así como en los talleres mecánicos (pistola de apretar o aflojar tuercas).

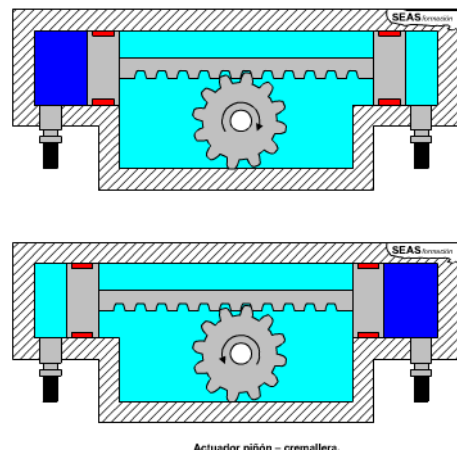


## ✓ Accionador angular o cilindro rotativo

Se utiliza para obtener un movimiento de giro de determinados grados. Se basa en el mecanismo piñón-cremallera. Tiene un émbolo sobre el que se ha hecho una cremallera que al desplazarse en un sentido u otro accionado por la presión del aire hace girar una rueda dentada que transmite el movimiento de giro.



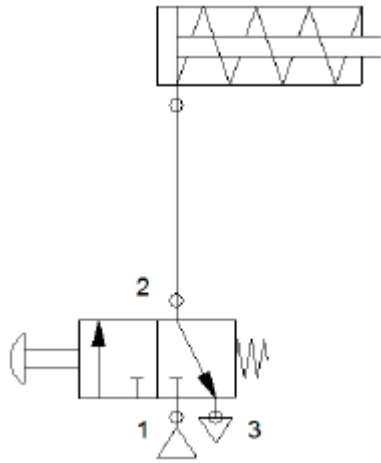
Símbolo



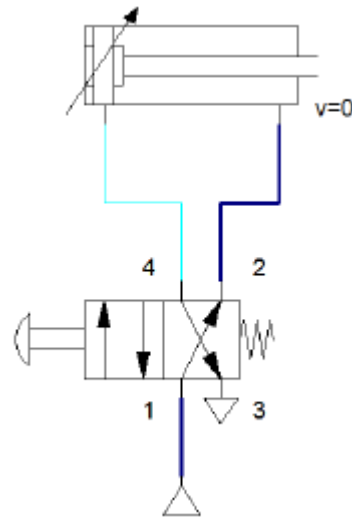
## 6. CIRCUITOS BÁSICOS

A continuación vamos a ver los circuitos neumáticos más básicos para ir familiarizándonos con la filosofía del diseño y con el modo de funcionamiento.

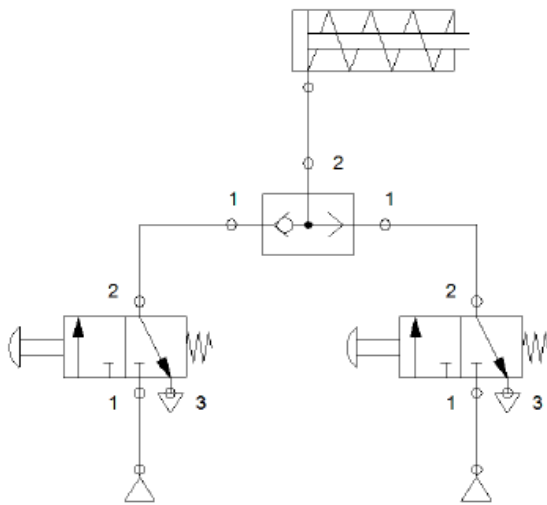
### Mando de un cilindro de simple efecto



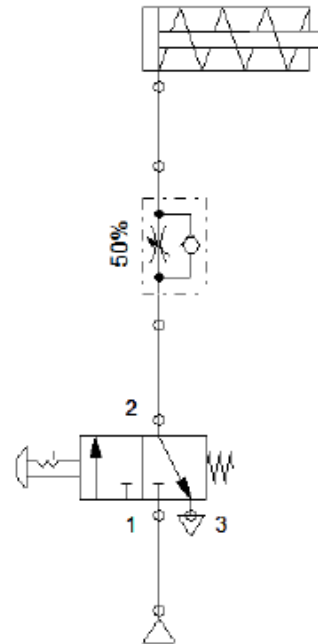
### Mando de un cilindro de doble efecto



### Mando con selector de circuito

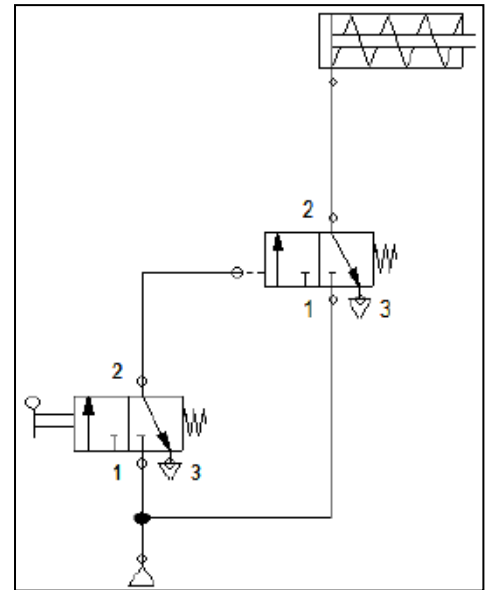
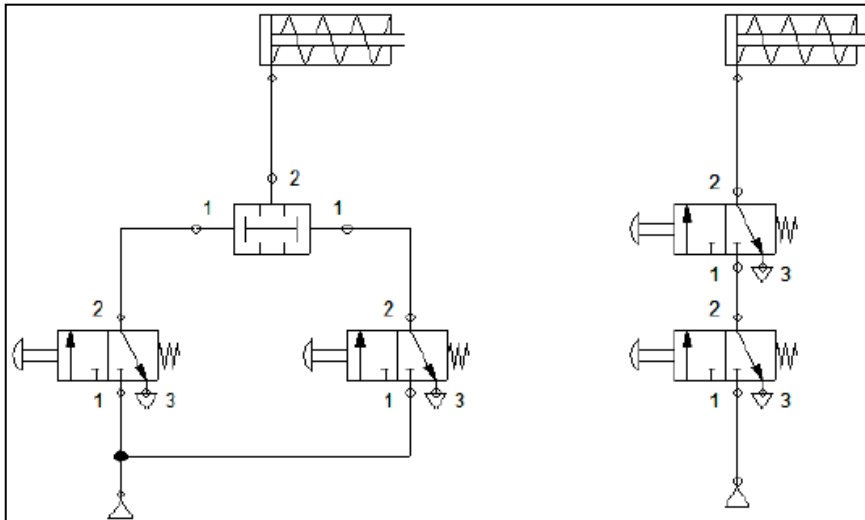


### Regulación de velocidad de un cilindro de simple efecto de simple efecto



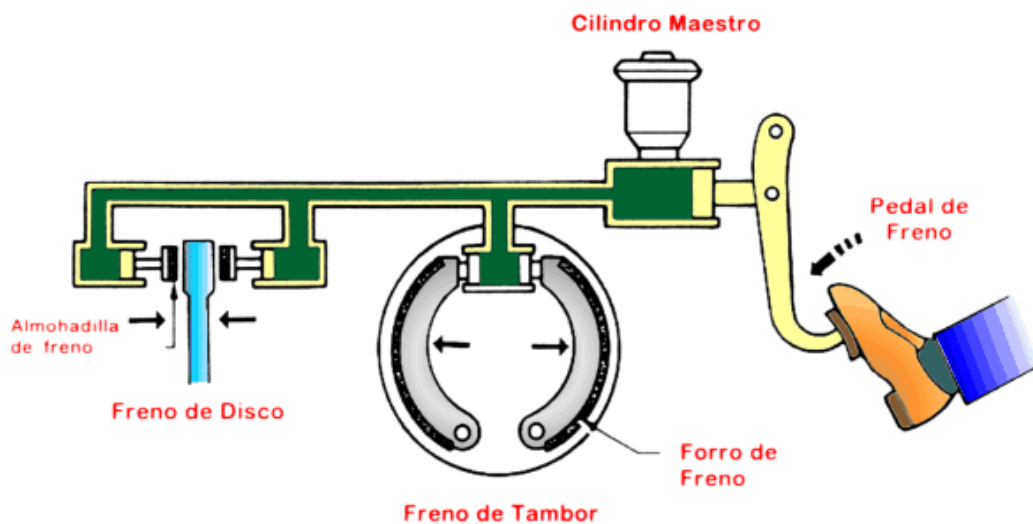


## Mando con válvula de simultaneidad (opción sin válvula) Mando indirecto de un cilindro de simple efecto



### 7.3. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS

Un ejemplo de circuito hidráulico muy utilizado es el **sistema de frenado**. Al pisar el pedal del freno de un automóvil, un pistón empuja el líquido de frenos por el circuito. El líquido de frenos transmite el empuje a unos pistones más grandes que hacen que las pastillas presionen el disco de freno y detengan la rueda.



- Otro ejemplo de circuito hidráulico es el **brazo de una grúa**.