

# CIRCUITOS NEUMÁTICOS E HIDRÁULICOS

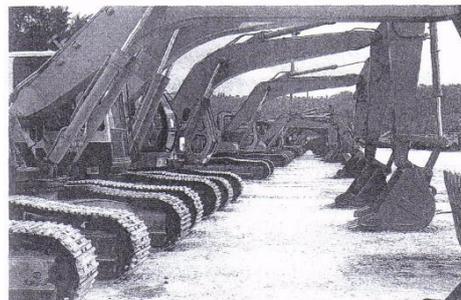
## 1.- APLICACIONES NEUMÁTICAS E HIDRÁULICAS

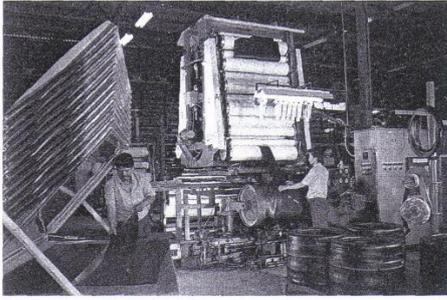
La Neumática y la Hidráulica se encargan respectivamente del estudio de las propiedades y aplicaciones de los gases comprimidos y de los líquidos. Etimológicamente estas palabras derivan de las griegas *pneuma* e *hydro*, que significan «viento» y «agua».

Aunque las aplicaciones de los **fluidos** (gases y líquidos) a presión 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.**

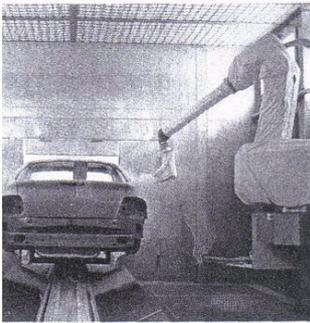
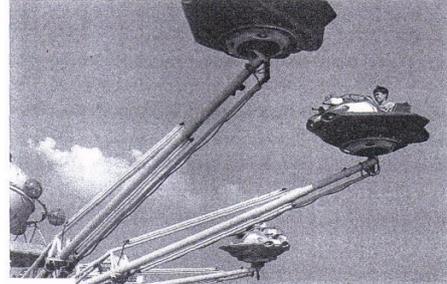
**Maquinaria de gran potencia.** Grandes máquinas como las excavadoras, las perforadoras de túneles, las prensas industriales, etc., emplean fundamentalmente circuitos hidráulicos.





**Producción industrial automatizada.** En los procesos de fabricación se emplean circuitos neumáticos e hidráulicos para realizar la transferencia y posicionamiento de piezas y productos.

**Accionamientos en robots.** Para producir el movimiento de las articulaciones de un robot industrial y de las atracciones de feria, se emplean principalmente sistemas de neumática.



**Máquinas y herramientas de aire comprimido.** Herramientas como el martillo neumático, los atornilladores neumáticos o las máquinas para pintar a pistola, son ejemplos del uso de la neumática

## 2.- 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 lo 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 como 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. Portante, 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**.

$$PRESIÓN(P) = \frac{Fuerza(F)}{Superficie(S)}$$

La unidad de presión en el Sistema Internacional es el **Pascal (Pa)**, que equivale a 1 N/m. También se emplean otras unidades para medirla, como por ejemplo la atmósfera, el bar, los milímetros de mercurio, etc.

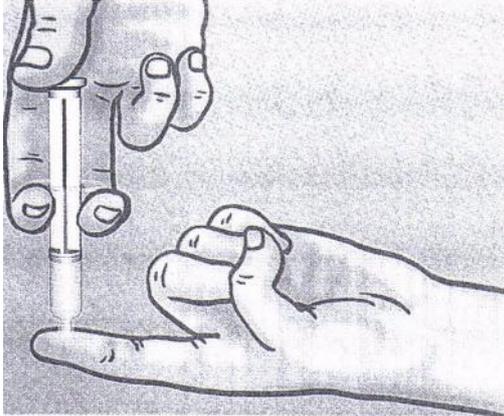
<p><b>1 atm</b> = 101 300 Pa <b>1 bar</b> = 100 000 Pa <b>1 atm</b> = 760 mm Hg <b>1 atmósfera técnica</b> = <b>1 kp/cm<sup>2</sup></b> = 98 000 Pa</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

La presión es una magnitud que define el estado del gas. Nos informa de la fuerza de empuje que puede realizar un gas sobre la unidad de área, en función del número de

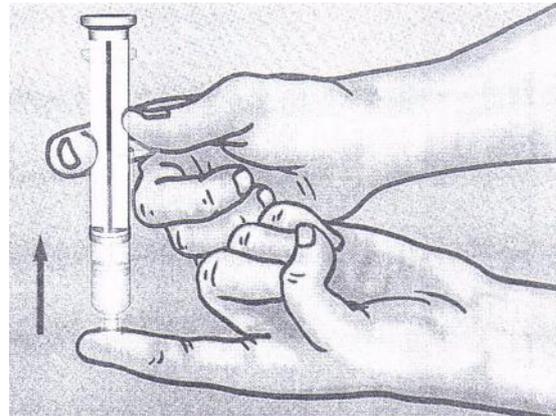
choques que se producen sobre la superficie.

### Compresibilidad de los gases

Los gases y los líquidos no se comportan de igual manera al someterlos a una presión. Podemos comprobarlo de un modo muy simple, utilizando una jeringuilla



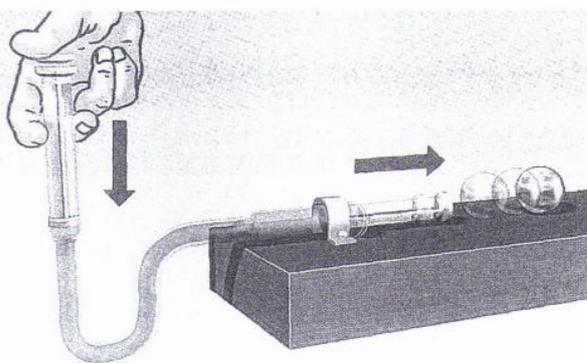
Si tapamos con un dedo la salida de una jeringuilla llena de aire y apretamos el émbolo, observaremos que el aire de su interior se puede comprimir aunque cueste esfuerzo.



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.

### Incompresibilidad de los líquidos

Si realizamos la experiencia de la jeringuilla llenándola con agua, veremos que es imposible comprimir el líquido. Además, al soltar el émbolo, este no se mueve, por lo que no nos sirve para provocar un movimiento.



Si conectamos dos jeringuillas llenas de líquido mediante un tubo de plástico ajustado, observaremos que al presionar sobre la primera jeringuilla, como el líquido no se comprime, la presión ejercida se transmite a través del líquido, produciendo el movimiento del émbolo

de la segunda jeringuilla. Este movimiento podría aprovecharse, por ejemplo, para impulsar

una canica.

Este sistema, en definitiva, es el fundamento del uso de los líquidos para el control de procesos.

La incompresibilidad de los líquidos se aprovecha para transmitir presiones a través de ellos.

### Principio de Pascal

El **principio de Pascal** establece que toda presión ejercida sobre un líquido se transmite con la misma intensidad y de forma instantánea a todos sus puntos.

Si se coloca un líquido en el interior de dos cilindros comunicados entre sí y cerrados por dos émbolos, como muestra el dibujo, la presión ejercida sobre el émbolo del primer cilindro ( $P_1$ ) se transmite por el líquido, de forma que el émbolo de la segunda se somete a la misma presión:

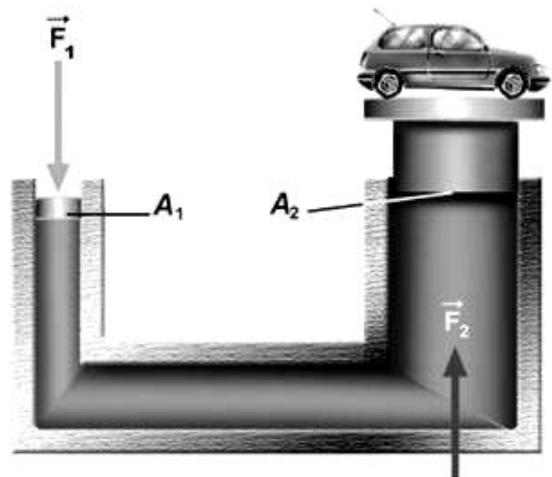
$$P_1 = P_2$$

Como la presión en cada émbolo es igual a la fuerza dividida por la superficie de cada uno:

$$P_1 = \frac{F_1}{S_1} \quad y \quad P_2 = \frac{F_2}{S_2}$$

Por lo tanto 
$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \quad o \quad F_1 \cdot S_2 = F_2 \cdot S_1$$

Si elegimos adecuadamente la superficie de los émbolos, podemos conseguir que la fuerza recogida en el segundo émbolo ( $F_2$ ) sea varias veces mayor que la fuerza inicial aplicada ( $F_1$ ). Por ejemplo, si  $S_2$  es el doble que  $S_1$  la fuerza  $F_2$  será también el doble que  $F_1$

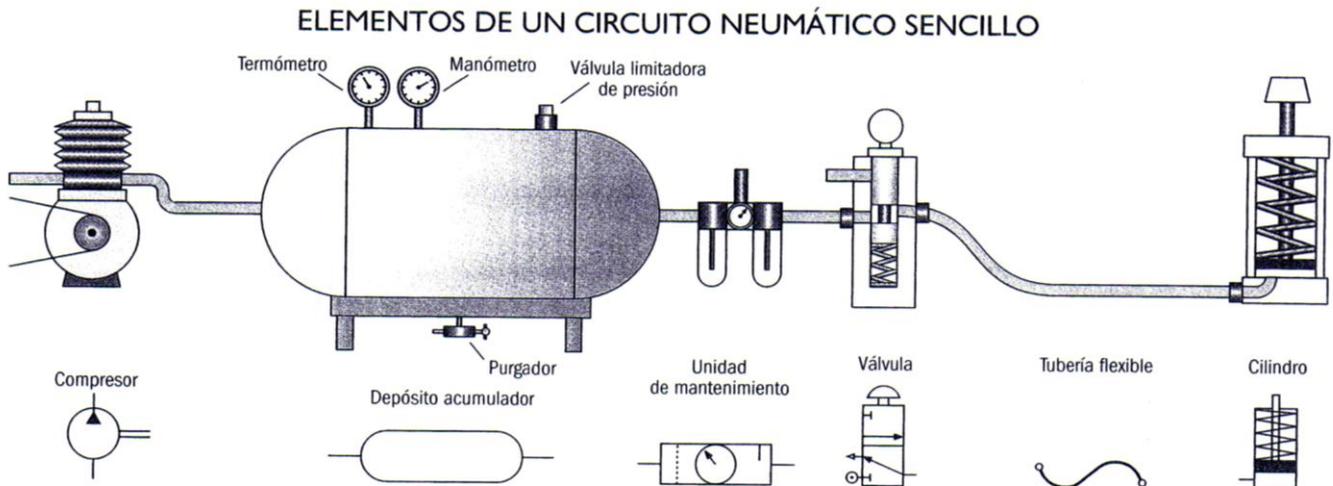


Este efecto tiene muchas aplicaciones: elevador hidráulico, frenos de los automóviles, etc. Cuanto mayor sea la diferencia entre las superficies de los émbolos, menor será la fuerza necesaria para realizar un mismo esfuerzo. El fluido consigue un efecto **multiplicador** o **amplificador** de las fuerzas aplicadas.

### 3.-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 a 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.

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

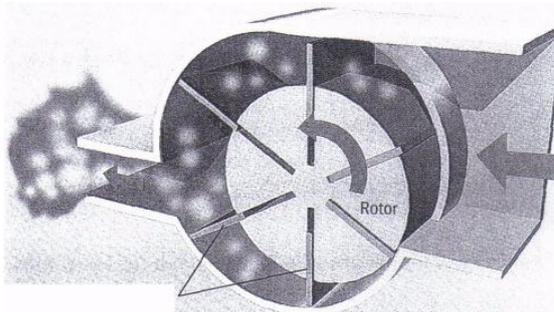


#### El compresor

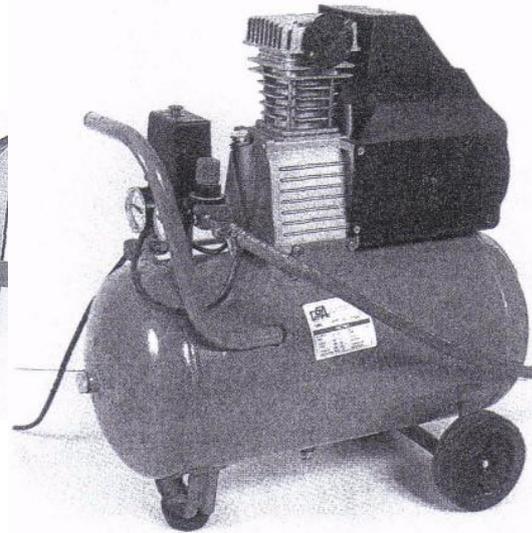
El compresor aumenta la presión del gas reduciendo el volumen en el que se encuentra. Hay principalmente dos tipos:

- **Compresor alternativo:** Está formado por uno o más cilindros cuyos émbolos se mueven alternativamente mediante un mecanismo de biela-manivela, como en el motor de explosión de los automóviles.

- **Compresor rotativo:** Empuja el aire mediante una rueda de paletas.



Compresor rotativo



Compresor alternativo de un solo cilindro situado encima de un depósito

## Depósito

En estos circuitos es necesario contar con un depósito que acumule el aire a-presión que sale del compresor. De esta manera, cuando se ha alcanzado la presión adecuada, puede detenerse el compresor sin interrumpir el trabajo que se realiza con el aire a presión. Además, el depósito cumple la importante función de **enfriar el aire** antes de introducirlo en el circuito, pues sale del compresor a una temperatura muy alta.

Los depósitos de aire comprimido incluyen elementos para controlar las condiciones del aire: el **termómetro** y el **manómetro** controlan la temperatura y presión; una **válvula limitadora** de presión expulsa el aire a la atmósfera si la presión supera un valor prefijado; y el **purgador** o llave de paso expulsa al exterior las partículas de suciedad que se depositan cuando, al aumentar la presión y disminuir la temperatura, el vapor de agua contenido en el aire se condensa y las arrastra

## Elementos de protección o unidad de mantenimiento

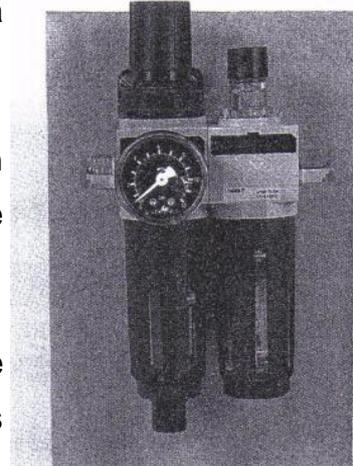
Es un conjunto de elementos que se encargan de acondicionar el aire antes de introducirlo en el grueso del circuito. Normalmente se instala en la tubería antes de conectarla al elemento que va a utilizar el aire comprimido. Se compone de: manómetro,

filtro de aire, reductor de presión y lubricador.

- **Filtros:** Impiden que las partículas de suciedad que hayan podido penetrar en el sistema o se hayan producido en él dañen los conductos y elementos del circuito. Se encargan también de eliminar el agua existente en el aire, para que llegue lo más limpio y seco posible.

- **Reductor de presión:** Se encarga de ajustar la presión del aire que se necesita para el resto del circuito. Normalmente es menor que la suministrada por la instalación.

- **Lubricador:** Inyecta unas pequeñísimas gotas de aceite en el flujo de aire para evitar un desgaste excesivo en los elementos del circuito.



Para representar el conjunto formado por compresor, depósito y unidad de mantenimiento se emplea el símbolo:

### Elementos de transporte

El transporte del aire se realiza por medio de **tuberías**. Dado que deben soportar altas presiones y su superficie interior debe estar limpia y pulida, suelen hacerse con cobre, acero o algunos plásticos resistentes, como el polietileno.

Los circuitos neumáticos deben mantenerse completamente estancos, para evitar fugas de aire que provocarían una disminución de la presión. Con este fin, en los acoplamientos de tuberías se usan **racores** y **juntas** que cierran herméticamente las conexiones.

En los esquemas neumáticos, las tuberías se representan mediante líneas continuas, y las que forman parte de los circuitos auxiliares para el control de alguna válvula, se representan por una línea discontinua.

Cuando varias tuberías se unen en un punto, la unión se representa en los esquemas mediante un punto negro, para distinguirlo del caso en que solo se cruzan.

## 4.- ELEMENTOS DE CONTROL EN LOS CIRCUITOS NEUMÁTICOS

### NEUMÁTICOS

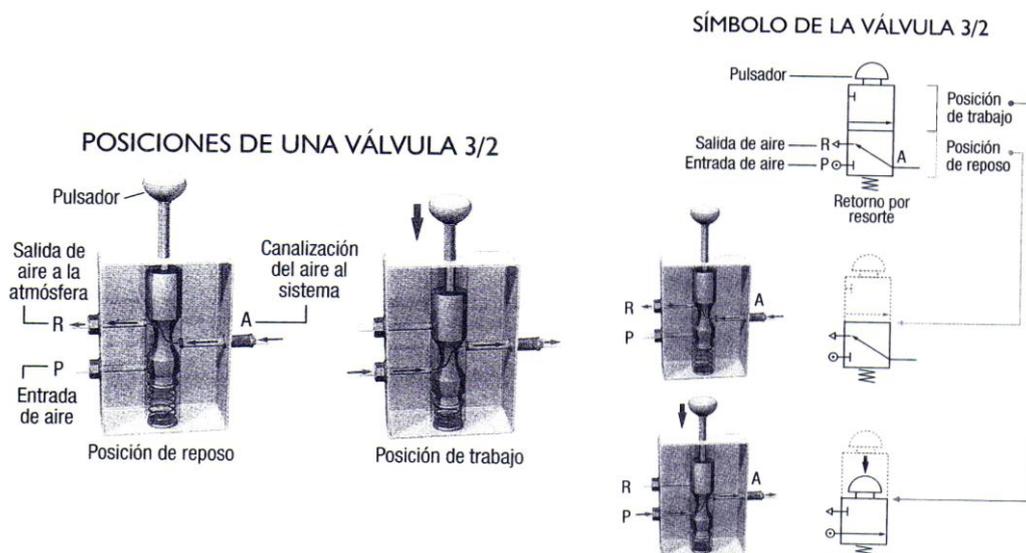
En los circuitos neumáticos existen unos elementos denominados **válvulas**, que controlan el fluido a lo largo de su recorrido. Según la función que realizan pueden ser de diferentes tipos:

#### Válvulas distribuidoras

Estas válvulas tienen una serie de orificios o **vías**, que sirven para la entrada y salida del aire controlando su dirección. Según la conexión entre estas vías, la válvula adquiere distintas **posiciones**. La posición que tiene la válvula cuando no se actúa sobre los mandos recibe el nombre de **posición de reposo** o de **equilibrio**.

Para cambiar de posición, la válvula dispone de unos mandos o sistemas de accionamiento que pueden ser manuales, mecánicos, neumáticos y eléctricos.

Cada válvula se nombra con el número de vías que tiene seguido del número de posiciones. Por ejemplo, una válvula 3/2 tiene 3 vías y 2 posiciones; también existen válvulas 2/2, 4/2, 5/2, 4/3, etc.



El **símbolo** de una válvula distribuidora representa el sistema de accionamiento, las vías, el lugar de donde viene y adonde va el aire, y también informa de las posiciones de la válvula. Por ejemplo, una válvula de dos posiciones tiene la posición de equilibrio y la de

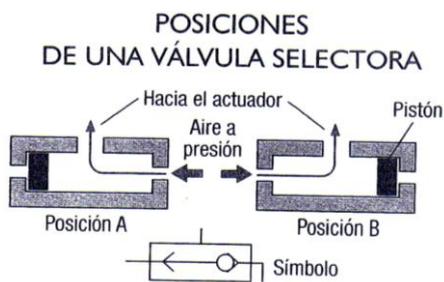
trabajo y cada una de ellas se representa en un cuadrado.

- **Posición de reposo o equilibrio:** Se dibuja en el cuadrado inferior. Representa la válvula sin accionar, es decir, cuando el aire sale del sistema.

- **Posición de trabajo:** Se dibuja en el cuadrado superior. Representa la válvula cuando es accionada, y gracias al compresor, el aire pasa al sistema.

En el caso de una válvula de tres posiciones tendríamos tres cuadrados. En el cuadrado del centro se representaría la posición de equilibrio.

### Válvulas de doble efecto o selectoras de circuito



Estas válvulas se utilizan cuando se quiere controlar un circuito desde dos posiciones diferentes.

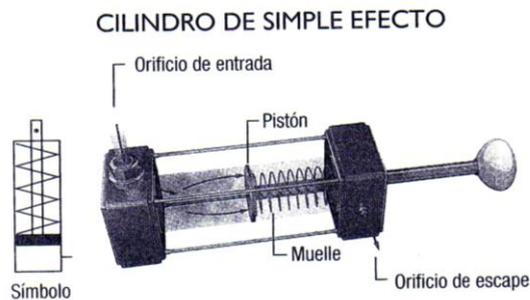
El pequeño pistón que posee en su interior se mueve empujado por el aire que le llega de una válvula distribuidora, tapa el orificio que va a la otra válvula y dirige el aire por otro orificio que va al actuador.

## 5.- ELEMENTOS DE TRABAJO

Los elementos de trabajo o **actuadores** constituyen el final de cualquier circuito de control. En los circuitos neumáticos, los actuadores más comunes son los **cilindros** y los **motores**, que realizan su trabajo gracias a la presión que les comunica el aire.

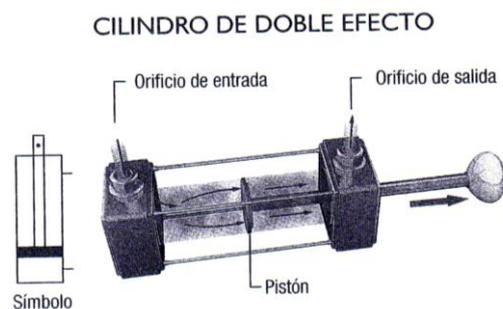
### Cilindros

Los cilindros son actuadores de tipo alternativo, pues el émbolo o pistón que poseen realiza un movimiento rectilíneo de vaivén al ser accionado por el fluido. Existen dos tipos:

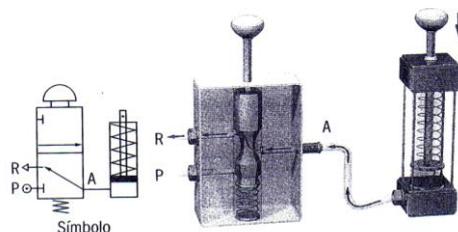


**Cilindros de simple efecto:** Tienen una única conexión al aire, por lo que solo pueden realizar trabajo cuando se mueven en un sentido. Cuando el aire entra en la cámara del cilindro, empuja y desplaza al émbolo, que retorna a la posición inicial por efecto de un muelle incorporado al cilindro o de alguna fuerza externa cuando no hay fluido en la cámara. Estos cilindros tienen múltiples funciones: sujetar, expulsar, levantar, apretar, etc., y se utilizan en elevadores y gatos, por ejemplo.

**Cilindros de doble efecto:** Tienen dos conexiones al aire que hacen que el émbolo sea empujado por el aire en los dos sentidos. Se emplean sobre todo cuando el émbolo tiene que realizar también una misión al retornar a su posición inicial.



### CONEXIÓN DE UNA VÁLVULA 3/2 A UN CILINDRO



## **Motores**

Son actuadores de tipo rotativo, pues en ellos el aire provoca un movimiento de rotación. Los más sencillos son los **motores de paletas**, en los que el aire entrante en la cámara empuja las paletas de la turbina y la hace girar.

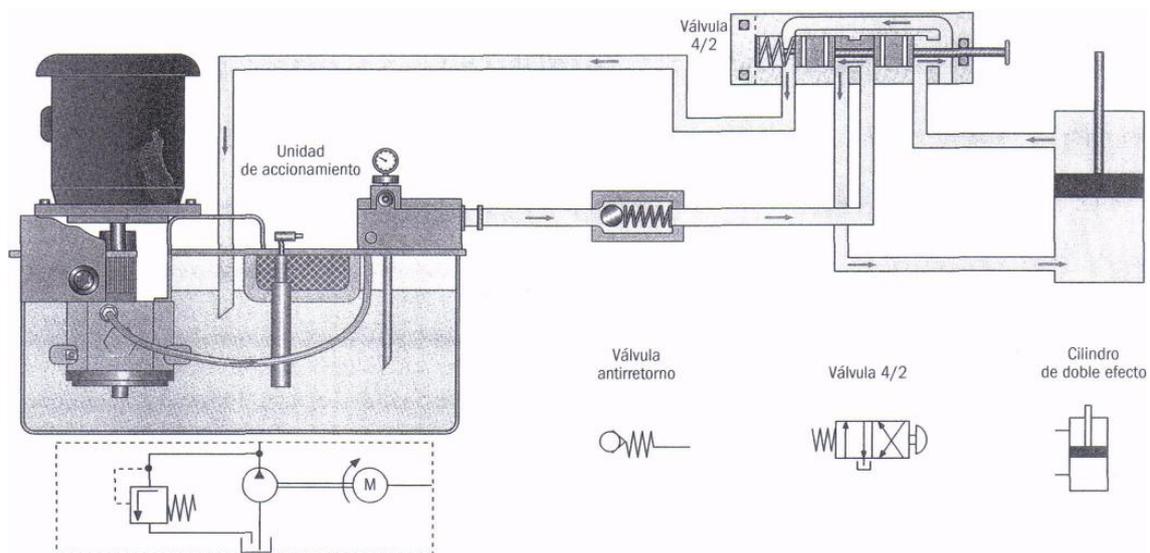
Se emplean en aquellos casos en los que resulta difícil el uso o el mantenimiento de motores eléctricos; por ejemplo, en ambientes a temperaturas elevadas, con riesgo de inflamación; o cuando se precisa realizar arranques y paros muy rápidos, o bien continuas variaciones de velocidad y de dirección de giro.

## 6.- CIRCUITOS HIDRÁULICOS

En los circuitos hidráulicos el fluido es un líquido, que es capaz de transmitir presión a lo largo de un circuito. Se puede utilizar agua, aceite y oxígeno o nitrógeno líquido, pero habitualmente se emplea **aceite industrial**, que se obtiene de la destilación del petróleo; por esta razón, en ocasiones se usa el término **circuitos oleohidráulicos**.

Los circuitos hidráulicos son cerrados, es decir, el líquido retorna al depósito después de realizar un trabajo

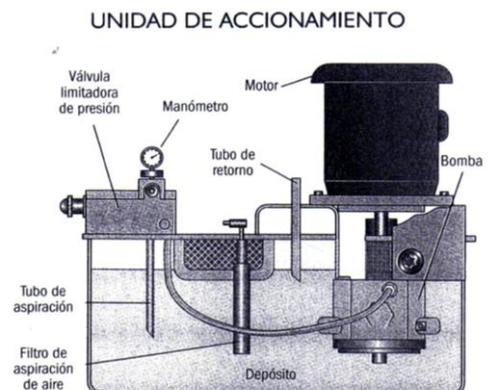
### ELEMENTOS DE UN CIRCUITO HIDRÁULICO BÁSICO



La hidráulica resulta eficaz para esfuerzos que requieren bastante fuerza, aunque no sean muy precisos, siendo útil para conseguir movimientos lentos, constantes y seguros, como en los aviones: los flaps de las alas, el tren de aterrizaje o los frenos de las ruedas.

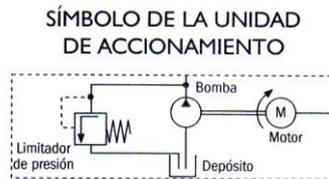
### Unidad de accionamiento

En un circuito hidráulico, el conjunto formado por la bomba, el limitador de presión y el depósito junto con un motor eléctrico para mover la bomba, se conoce con el nombre de **unidad de**



**accionamiento** y se representa dentro de una línea discontinua.

Los circuitos hidráulicos también incluyen **filtros** que se encargan de limpiar el líquido, separando las partículas de suciedad que contenga. Se suelen situar en distintas partes del circuito, a la entrada de la bomba, a la entrada de retorno al depósito y, en general, antes de cualquier elemento que se desee proteger.



## Depósito

En los circuitos hidráulicos el depósito suele tener la doble función de **almacenar el fluido** y de **acondicionalo** antes de que entre en la bomba.

En el depósito, el líquido se mantiene a una temperatura y presión adecuadas, y se separan de él el aire y las impurezas que pudieran deteriorar el sistema.

Una vez que el líquido ha circulado hasta los actuadores y ha realizado el trabajo en cuestión, se hace retornar al depósito con el fin de poder emplearlo otras veces. Este líquido de retorno se hace circular alrededor de la pared exterior del depósito para que se enfríe antes de introducirse de nuevo en él.

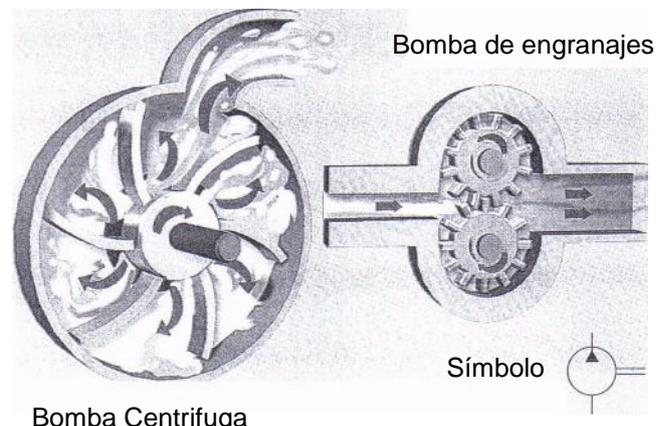
SÍMBOLO DE DEPÓSITO DE LÍQUIDO



## La bomba hidráulica

En los circuitos hidráulicos se utilizan bombas para poner en movimiento el fluido de manera que pueda ejercer presión sobre los actuadores.

A la entrada de la bomba se crea un cierto vacío que favorece el paso del fluido



Bomba Centrífuga

desde el depósito.

Una vez dentro de la bomba, las **paletas** o **engranajes** hacen que el líquido gire y se acelere hacia la salida. El líquido es así «empujado» hacia el sistema. La bomba está continuamente funcionando, puesto que la única forma de comunicar presión a un líquido es haciendo que circule.

La distancia a la que puede operar un circuito hidráulico es mucho más corta que en los neumáticos (decenas de metros), por lo que es frecuente que cada máquina tenga su propia bomba hidráulica.

### Otros elementos

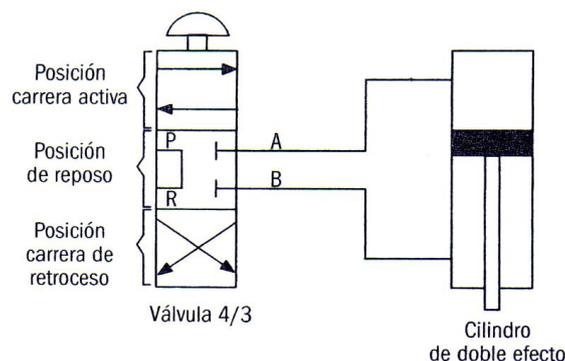
Los elementos de distribución, control y trabajo son similares a los de los circuitos neumáticos.

Los **cilindros hidráulicos** trabajan a presiones muy elevadas, unas veinte veces superiores a los circuitos neumáticos; por tanto, pueden realizar mayores fuerzas empleando actuadores más pequeños que los neumáticos.

A menudo se utilizan válvulas de tres posiciones junto con un cilindro de doble efecto, consiguiéndose así tres posiciones:

- Una posición de reposo en la que el líquido vuelve al depósito.
- Dos posiciones en las que el émbolo del cilindro se mueve en cada sentido.

### SÍMBOLO DE CILINDRO Y VÁLVULA 4/3

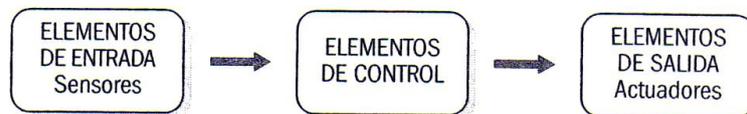


## 7.- ESQUEMAS DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS E HIDRÁULICO

Para simplificar el dibujo de un circuito neumático o hidráulico se realizan esquemas en los que los elementos correspondientes se representan por sus símbolos respectivos.

Todo circuito consta de elementos de entrada o sensores, elementos de control, y elementos de salida o actuadores.

### DIAGRAMA DE UN CIRCUITO DE CONTROL



Los elementos de entrada ponen en funcionamiento el circuito para que los elementos de salida realicen la función esperada. Los elementos de control aseguran el correcto funcionamiento del sistema.

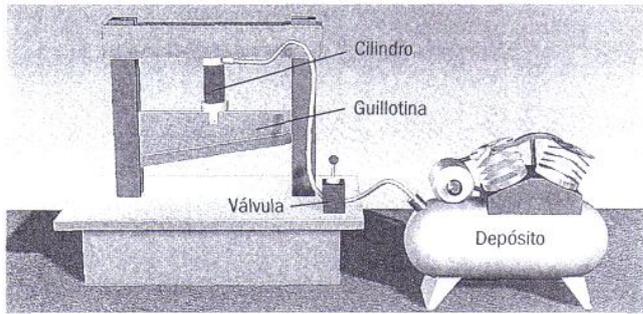
El fluido a presión proporciona energía para producir movimientos y controlar máquinas en todo tipo de industrias y transportes. Veamos algunos ejemplos sencillos y su esquema correspondiente.

#### **Una guillotina para cortar láminas metálicas**

Una guillotina podría construirse con un circuito neumático muy simple. Para que la guillotina operase con rapidez y sin esfuerzo manual, sería suficiente con disponer de un cilindro neumático para hacer bajar y subir la cuchilla y de una válvula para controlarlo.

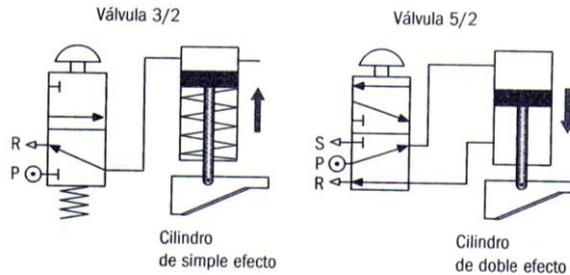
Existen dos posibles soluciones: utilizar un cilindro de simple efecto o bien uno de doble efecto

Si utilizamos un cilindro de simple efecto el muelle hace subir la cuchilla, recuperando la posición de inicio.



ESQUEMA DE LA GUILLOTINA

Sin embargo, con un cilindro de doble efecto se produciría la bajada y elevación de la cuchilla sin necesidad de muelle y a voluntad del operario. Para ello se utiliza una válvula 5/2, puesto que el cilindro posee dos orificios de entrada/salida de aire.



La válvula, a su vez, posee dos salidas de aire a la atmósfera: la R (cuando baja la cuchilla) y la S (cuando sube).

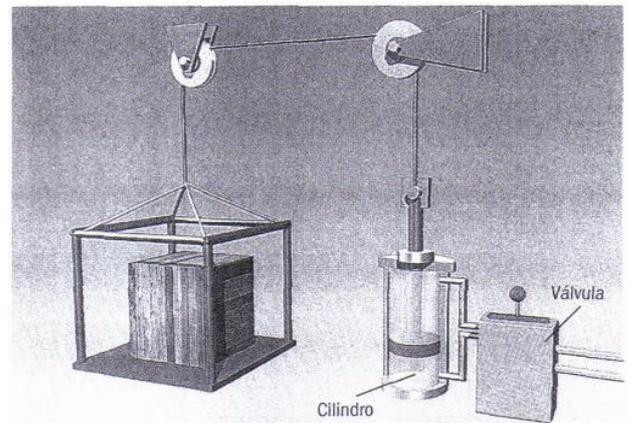
Para controlar el sistema desde dos puntos diferentes, se utiliza una **válvula de doble efecto** o selectora y dos válvulas 3/2,

Cuando una de las válvulas 3/2 está activada, la válvula de doble efecto deja pasar el aire por la activada e impide activar la otra.

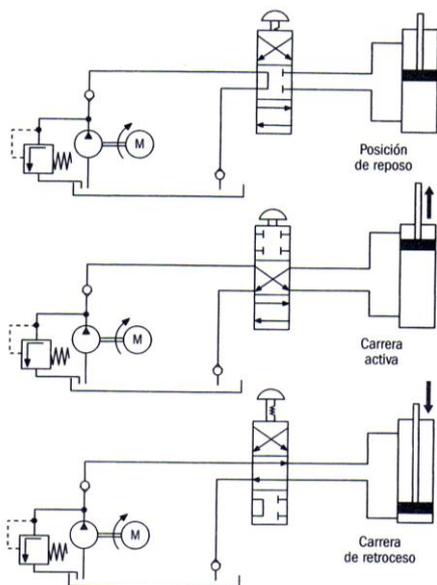
### Un elevador hidráulico

El circuito de un elevador hidráulico es bastante sencillo. Utilizando una válvula 4/3 y un cilindro de doble efecto conseguimos

elevador de cargas muy pesadas.



ESQUEMA DEL ELEVADOR HIDRÁULICO



La válvula puede estar en tres posiciones: 1) **reposo**, en la que el sistema se mantiene cerrado pero el líquido no pasa por el cilindro; 2) **carrera activa**, en la que el sistema se activa y el elevador funciona subiendo la carga, y 3) **carrera de retroceso**, en la que el elevador baja con carga o sin ella.

