

TEMA 4: NEUMÁTICA

CONTENIDO OBTENIDO PRINCIPALMENTE DEL LIBRO DIGITAL DE EDEBE 4º DE LA ESO

1. CONCEPTOS BÁSICOS.

La **neumática** es la parte de la Mecánica que estudia el comportamiento de los gases. Los gases se diferencian de los líquidos en que son **compresibles**, es decir, el volumen de un gas se puede reducir cuando se le somete a presión.

1.1 PRESIÓN.

P. manométrica = P. relativa

P. absoluta = P. manométrica + P. atmosférica

La **presión** es la fuerza que se ejerce por unidad de superficie. Un gas comprimido ejerce una fuerza **F** sobre las paredes del recipiente que lo contiene. Si conocemos el valor de la superficie **S** sobre la que actúa dicha fuerza, podemos determinar la presión **P** que ejerce el gas.

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

La unidad de presión en el SI (sistema internacional) es el **pascal (Pa)**, que es la presión de un Newton por metro cuadrado. La **presión** se mide con barómetros.

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

En la industria se acostumbra a utilizar otras unidades, como el bar, la atmósfera (atm), el kilogramo por centímetro cuadrado (kg/cm²) y los milímetros de mercurio (mm Hg).

EJEMPLO

Expresa una presión de 5,25 bar en atm.

$$5,25 \text{ bar} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{1,013 \text{ bar}} = 5,18 \text{ atm}$$

UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	EQUIVALENCIAS
pascal (Pa)	Unidad de presión en el SI.	
bar	Unidad de presión en meteorología.	1 bar = 10 ⁵ Pa
atmósfera (atm)	Presión ejercida por el aire al nivel del mar.	1 atm = 1,013 bar = 1,013 · 10 ⁵ Pa
kg/cm ²	Unidad empleada habitualmente en los manómetros.	1 kg/cm ² = 0,97 atm = 9,8 · 10 ⁴ Pa
mm Hg	Unidad usada en los barómetros de mercurio.	1 atm = 760 mm Hg

Es posible establecer relaciones matemáticas entre las magnitudes fuerza, presión y superficie de modo que, si conocemos dos de ellas, podemos determinar el valor de la tercera.

EJEMPLO

Calcula la fuerza que ha de soportar la tapa de un depósito cilíndrico de 20 cm de diámetro si el aire que contiene se encuentra a una presión de 400 000 Pa.

- Como la presión está expresada en pascuales, tendremos que expresar la superficie en el SI, es decir, en m². Así:

$$S = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 3,14 \cdot \frac{(0,2 \text{ m})^2}{4} = 3,14 \cdot \frac{0,04 \text{ m}^2}{4} = 0,0314 \text{ m}^2$$

- De la ecuación que relaciona la fuerza, la presión y la superficie, despejamos F y sustituimos P y S por los valores que conocemos.

$$P = \frac{F}{S} \Rightarrow F = P \cdot S = 400\,000 \text{ Pa} \cdot 0,0314 \text{ m}^2 = 12\,560 \text{ N} \quad \text{La fuerza que soporta la tapa es de 12 560 N.}$$

1.1. Ley de Boyle-Mariotte

En un gas, a temperatura constante, el producto de la **presión P** que soporta el gas y el **volumen V** que ocupa es constante:

$$P \cdot V = K$$

Así, un gas que está sometido a una presión **P₁** ocupará un volumen **V₁**. Si variamos la presión de modo que ahora la que soporta es **P₂**, el volumen que ocupará será **V₂**. Según la ley de Boyle-Mariotte:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

2. CIRCUITO NEUMÁTICO.

El **circuito neumático** conduce y controla el aire comprimido desde el elemento que lo produce hasta el que genera el efecto deseado. Los **operadores** básicos que forman un circuito son: el **compresor**, el **depósito**, los **dispositivos de mantenimiento**, las **tuberías** de distribución, los **elementos de control y mando**, **elementos auxiliares** y los **actuadores**.

2.1. COMPRESORES.

Un **compresor** capta aire atmosférico y lo comprime, frecuentemente entre 6 y 8 atm, gracias a un motor eléctrico o de combustión interna. El aire comprimido se almacena luego en depósitos para su posterior distribución hacia los elementos de trabajo.

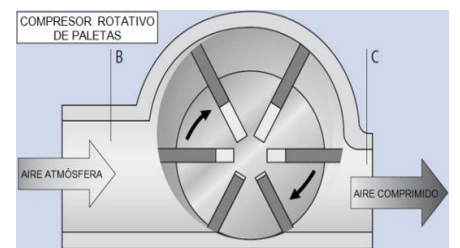
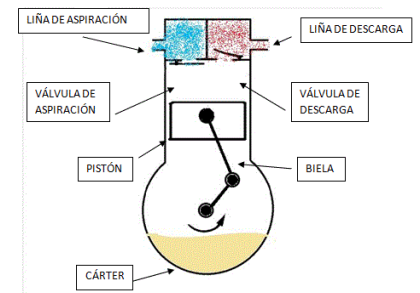
Según su movilidad pueden ser:

- **Compresores fijos.** Se emplean en tornos, taladradoras, fresadoras, etc. de fábricas y talleres. Se accionan con motores eléctricos y facilitan aire través de una instalación fija.
- **Compresores móviles.** Se emplean en martillos neumáticos, clavadoras, apisonadoras, etc. fuera del taller (frecuentemente en obras). Se accionan con motores eléctricos o de combustión.



Según la forma de comprimir el aire:

- **Alternativos.** El más utilizado es el **alternativo de émbolo**. Tienen un mecanismo de biela-manivela que desplaza un émbolo dentro de un cilindro con un movimiento de aspiración y otro de compresión.
- **Rotativos.** El más utilizado es el **rotativo de paletas**. Tiene una cámara cilíndrica con una entrada y una salida. En su interior tiene un rotor, colocado excéntricamente, con ranuras en las que se alojan unas paletas. Las paletas salen de las ranuras impulsadas por la fuerza centrífuga y se adaptan a las paredes del cilindro, formando pequeñas cámaras o células que tienen mayor volumen en la zona de admisión del aire y menor volumen conforme se acerca a la zona de salida, comprimiendo el aire de su interior.

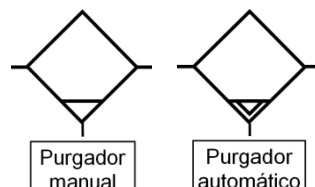
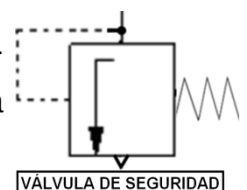


2.2. DEPÓSITO O TANQUE.

La mayoría de los compresores tienen un depósito o tanque para acumular el aire comprimido generado por el compresor. Evita que el compresor tenga que estar siempre trabajando.

Los depósitos cuentan con varios dispositivos asociados:

- **Presostato.** Es un **interruptor de presión** que conecta o desconecta el motor del compresor. Si la presión del depósito desciende, enciende el compresor para mantener la presión en el depósito, cuando llega a cierto valor lo apaga.
- **Válvula de seguridad.** Solo actúa en caso de avería, deja escapar aire al exterior en caso de que la presión sea muy alta. Si el compresor no se apagase provocaría un peligroso aumento de la presión en el depósito.
- **Purgador.** Tiene un orificio que permite evacuar el agua que se acumula en el depósito.

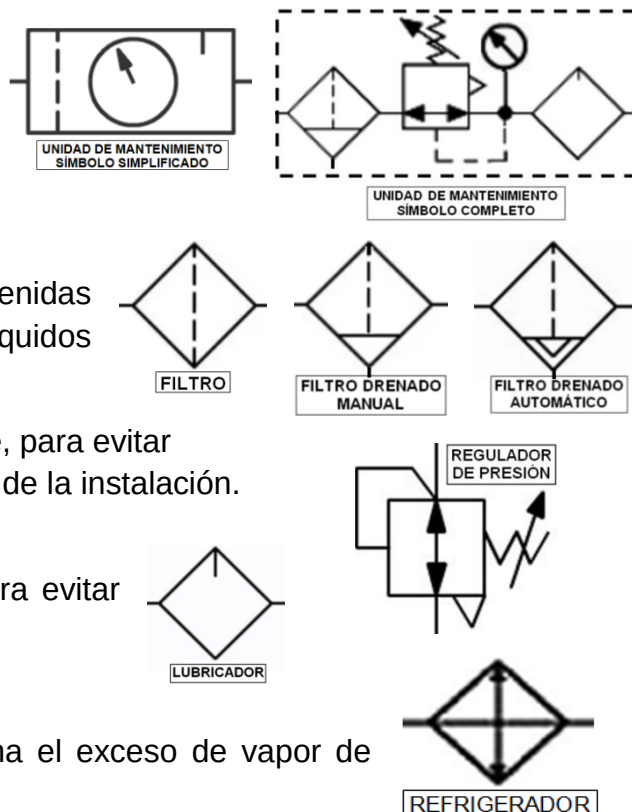


2.3. UNIDAD DE MANTENIMIENTO.

La unidad de mantenimiento acondiciona el aire para proteger las válvulas y los actuadores.

Esta preparación del aire la realizan 3 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 sacar los líquidos condensados.
- **Regulador de presión.** Mantiene la presión constante, para evitar fluctuaciones que pongan en riesgo el funcionamiento de la instalación. Está provisto de un manómetro para medir la presión.
- **Lubricador.** Inyecta aceite en el aire comprimido para evitar oxidaciones y para engrasar las partes móviles.

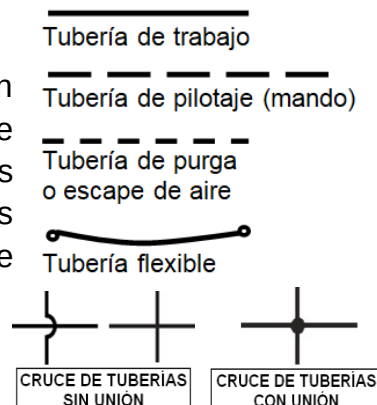


2.4. REFRIGERADOR.

Reduce la temperatura del aire comprimido y elimina el exceso de vapor de agua que contiene. No siempre existe.

2.5. TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN.

Conducen el aire comprimido hasta los elementos de trabajo. Suelen fabricarse con diferentes materiales, dependiendo de la presión que han de soportar. En las **instalaciones fijas las tuberías principales** son metálicas (cobre, acero, latón...), porque soportar presiones muy elevadas, mientras que en las derivaciones finales y en las instalaciones **portátiles son** de plástico (PVC, polietileno...) o caucho, porque soportan presiones menores y se necesita que sean flexibles.



2.6. ELEMENTOS DE CONTROL Y MANDO.

Dirigen y regulan el paso del aire comprimido por la instalación. Los más importantes son las **válvulas distribuidoras**.

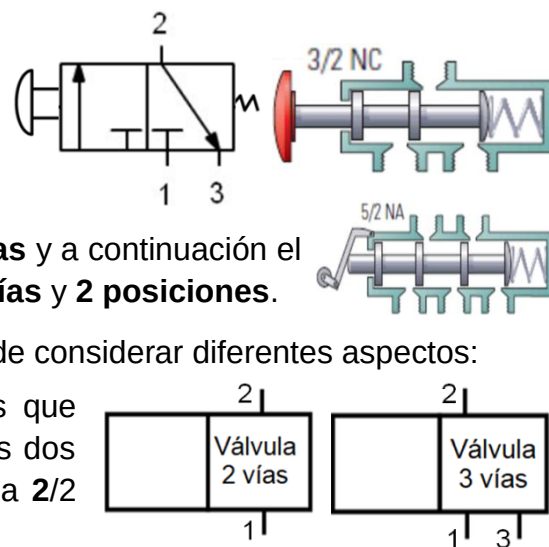
2.6.1. VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS.

Se encargan de gobernar los elementos de trabajo, dirigiendo el aire que circula por ellos.

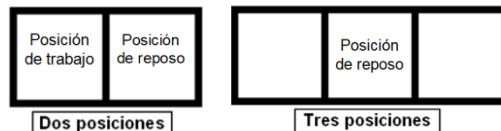
Se nombran indicando en primer lugar el **número de vías** y a continuación el **número de posiciones**, por ejemplo, una válvula **3/2** tiene 3 vías y 2 posiciones.

Para identificar correctamente el tipo de válvula hemos de considerar diferentes aspectos:

- El **número de vías** (orificios de entrada o salida) de los que dispone una válvula está determinado por la primera de las dos cifras con las que se identifica una válvula. Así, una válvula **2/2** tiene dos vías; una **5/3**, cinco, etc.



- El **número de posiciones de trabajo**, que **suele ser dos o tres**, queda definido por la segunda cifra. Estas posiciones se representan gráficamente por medio de cuadros.



En las válvulas de 2 posiciones, el cuadro de la derecha representa la posición de reposo y el de la izquierda, la de trabajo. En las de 3 posiciones, el cuadro central representa la posición de reposo.

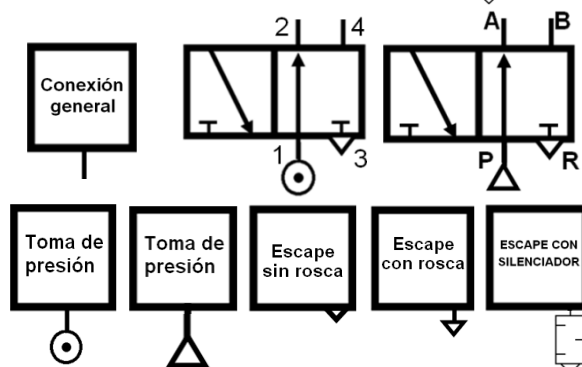
- El **sentido de circulación del aire** se indica mediante flechas que se insertan en el interior de los cuadros. **El símbolo "T" representa una vía tapada**.



- Las conexiones** de los orificios (entrada y salida) se representan mediante líneas unidas al cuadrado de la posición de reposo y se identifican por medio de **números o letras mayúsculas**.

Las conexiones con **tomas de presión** (unión de tuberías que enlazan con el compresor) se representa por triángulo "Δ" o un círculo con un punto en el centro "⊙". Las conexiones de **escape** (unión directa o por tubería a la atmósfera) se representan con un triángulo pegado al cuadrado "▽" (si el escape **no tiene rosca**, no es conectable a un tubo) o un triángulo ligeramente separado del cuadrado "∇" (si **tiene rosca**), si el escape tiene **silenciador** el símbolo es "⌋".

NORMAS DE SIMBOLOGÍA: ISO 1219, UNE 101 149-86, CETOP		
CONEXIONES	IDENTIFICACIÓN	
Alimentación (tomas de aire)	1	P
Utilización (tomas que van a los elementos de trabajo)	2, 4, 6.	A, B, C.
Escape (evacuación de aire)	3, 5, 7.	R, S, T.
Pilotaje (tomas de mando)	10, 12, 14.	X, Y, Z.



- Los **modos de mando y retorno** (modos de accionamiento) pueden ser de distinto tipo (manuales, mecánicos, neumáticos o eléctricos). El modo de mando se representa a la izquierda de la válvula y el de retorno, a la derecha.



TIPOS DE ACCIONAMIENTO			
MANUAL	MECÁNICO	NEUMÁTICO	ELÉCTRICO
 Mando manual símbolo general Pulsador o seta Seta de tracción	 Muelle Pulsador o palpador	 Mando directo por presión Mando directo por depresión	 Electroimán
 Palanca Mando por llave Pedal	 Rodillo Rodillo escamoteable (unidireccional)	 Mando indirecto por presión Mando indirecto por depresión	
Mando indirecto o servopilotaje: la válvula aprovecha el aire de alimentación para reducir el esfuerzo de accionamiento.			

Enclavamiento: las hendiduras en forma de V corresponden a las posiciones que tiene la válvula. Mientras que la línea encima de una de ellas nos indica que esa posición tiene enclavamiento, es decir, una vez accionada la válvula se queda fija en esa posición sin necesidad de seguir ejerciendo fuerza para retenerla.

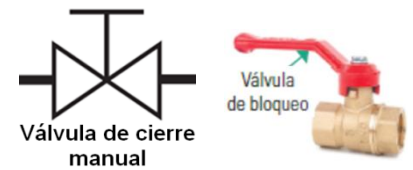


2.7. ELEMENTOS AUXILIARES.

Existen varias válvulas que desempeñan funciones de regulación y control. En los circuitos neumáticos destacan las válvulas: antirretorno, selectora, simultaneidad y reguladoras de caudal.

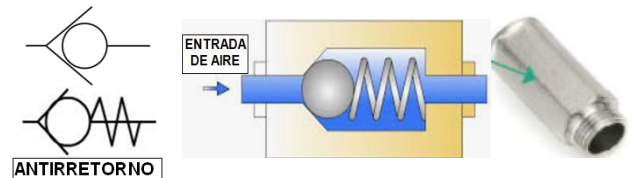
2.7.1. VÁLVULA DE CIERRE.

Se emplea para cortar el paso del aire comprimido hacia un elemento de trabajo o una rama del circuito.



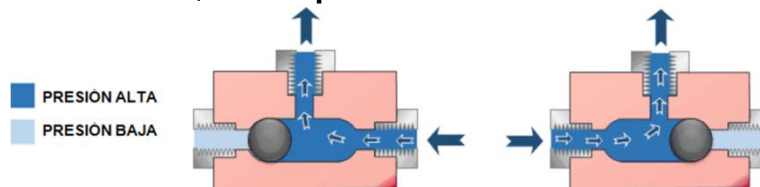
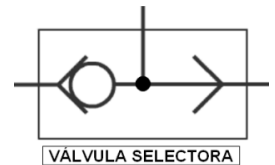
2.7.2. VÁLVULA ANTIRRETORNO.

Permite que circule el aire en un sentido y corta el paso en el sentido contrario. Impide que el aire circule en un sentido no deseado. Pueden llevar un resorte.



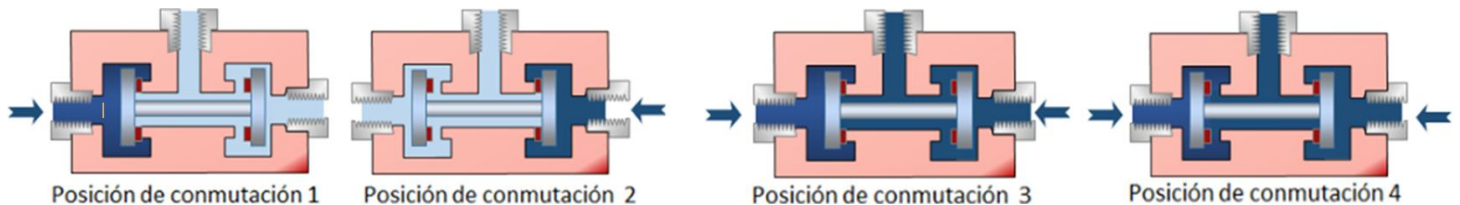
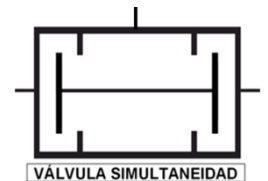
2.7.3. VÁLVULA SELECTORA (MÓDULO O).

Tiene dos entradas y una salida. Al recibir aire por cualquiera de las entradas, o por las dos a la vez, el aire pasa a la salida.



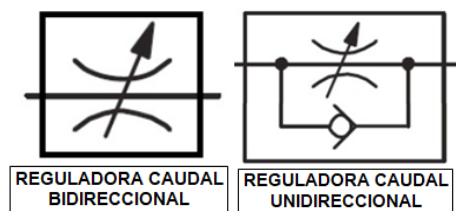
2.7.4. VÁLVULA DE SIMULTANEIDAD (MÓDULO Y).

Tiene dos entradas y una salida. Solo si recibe aire por las dos entradas deja pasar el aire a la salida.



2.7.5. VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL.

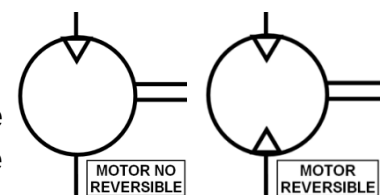
Las válvulas reguladoras de caudal controlan la cantidad de aire comprimido que circula en un cierto tiempo (caudal). Pueden regular el caudal en los dos sentidos (válvulas de estrangulación normales) o en un solo sentido (válvulas de estrangulación y antirretorno). Permiten modificar la velocidad de los elementos de trabajo.



2.8. ACTUADORES NEUMÁTICOS.

2.8.1. MOTORES NEUMÁTICOS.

Pueden tener un solo sentido de giro (no reversibles) o doble sentido de giro (reversibles). La velocidad suele estar regulada por el aire de escape, porque se consigue mayor fuerza rotacional (par de apriete), si se estrangula la alimentación se consume menos aire pero el par de apriete es casi la mitad.



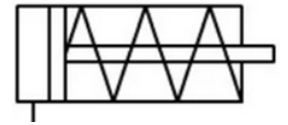
Se emplean minería, industria alimentaria, robots... porque son económicos, simples, robustos, soportan arranques y detenciones repetidas, no producen chispas y no emiten gases.

2.8.2. CILINDROS.

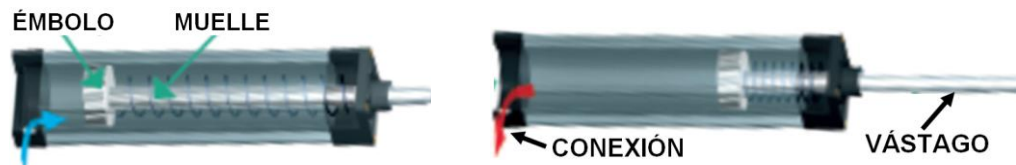
Los **cilindros** son los actuadores más habituales, caracterizados por la longitud de la carrera y por la sección, transforman la energía potencial del aire comprimido en movimientos rectilíneos de vaivén. Se clasifican en:

- **Cilindros de simple efecto:** tienen una sola conexión de aire comprimido. La entrada y salida del aire se regula por medio de una única válvula. **Solo realizan trabajo en un sentido.**

CILINDRO SIMPLE EFECTO

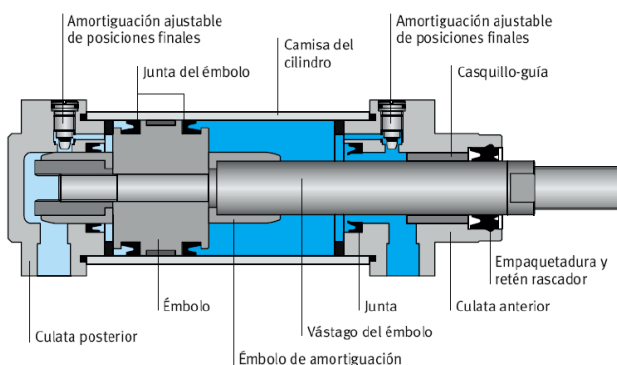
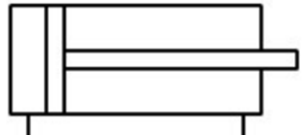


Cuando el aire fluye en su interior, el desplazamiento del émbolo mueve un vástago capaz de realizar un trabajo. Cuando cesa el flujo de aire, el émbolo y el vástago regresan a su posición inicial mediante un muelle o alguna otra fuerza exterior.

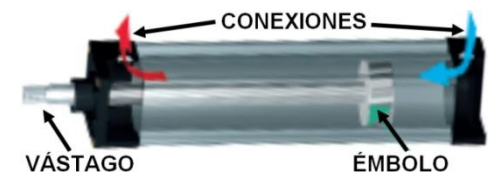


- **Cilindros de doble efecto:** disponen de dos conexiones de aire, una a cada lado del émbolo, por lo que el vástago **puede realizar trabajo en ambos sentidos**. Suelen disponer de un sistema de amortiguamiento para evitar que el émbolo choque violentamente contra los extremos del cilindro.

CILINDRO DOBLE EFECTO



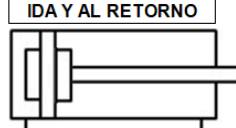
AMORTIGUACIÓN AL RETORNO



VÁSTAGO

ÉMBOLO

AMORTIGUACIÓN A LA IDA Y AL RETORNO



AMORTIGUACIÓN REGULABLE A LA IDA Y AL RETORNO

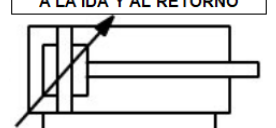


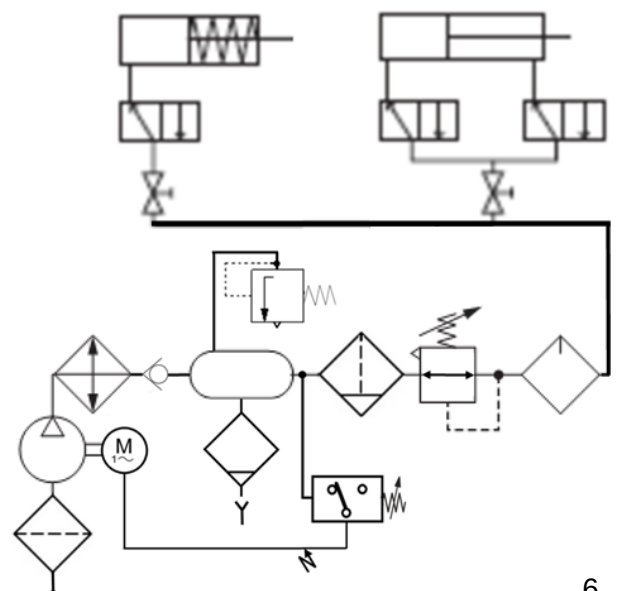
Imagen: Escuela Superior de Ingenieros Bilbao.

3. REPRESENTACIÓN DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS.

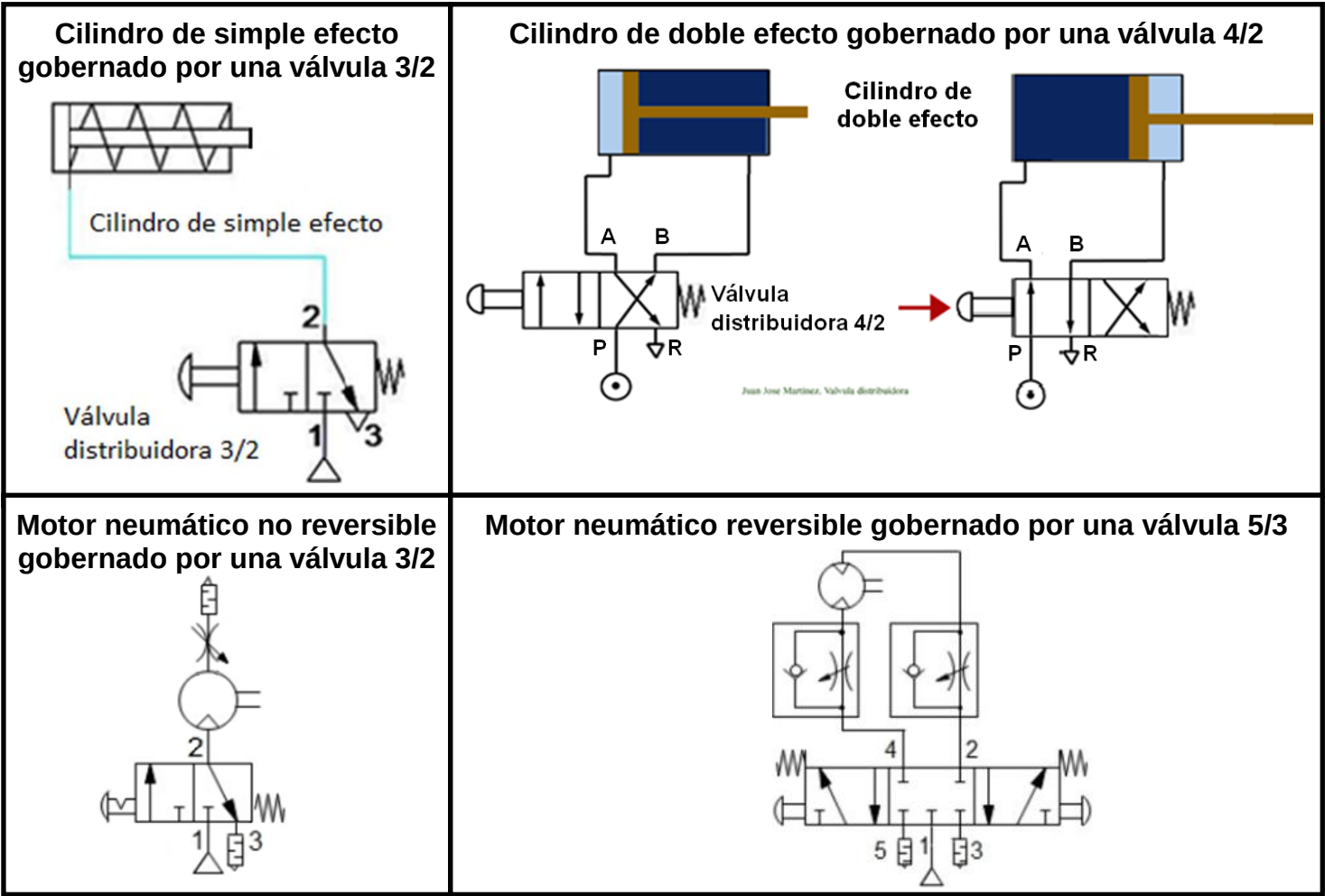
Para representar circuitos neumáticos se emplean esquemas provistos de símbolos normalizados (ISO 1219, UNE 101 149-86, CETOP).

La **distribución** de los símbolos de los operadores en un esquema de un circuito neumático también está normalizada:

- En la parte superior se sitúan los elementos de trabajo, **cilindros y motores**.
- En el nivel intermedio se colocan los elementos de control y mando y los elementos auxiliares, es decir, las **válvulas**.
- En el nivel inferior se sitúan los **compresores** y todos sus elementos auxiliares, aunque con frecuencia esta parte del esquema suele omitirse.



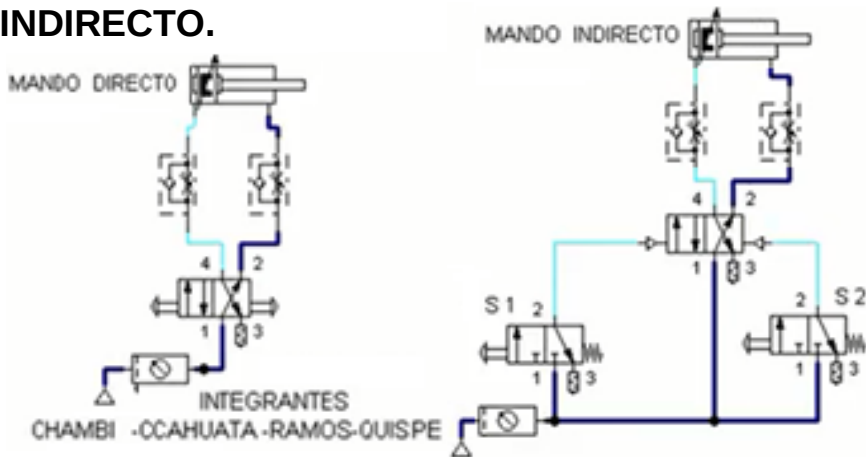
Los esquemas muestran las conexiones entre los operadores, no su colocación real, las posiciones de los operadores en los circuitos reales pueden ser totalmente diferentes.



3.1 MANDO DIRECTO Y MANDO INDIRECTO.

Mando directo: cuando el operario actúa directamente sobre la válvula distribuidora principal, que es la que se comunica con el actuador.

Mando indirecto: cuando el operario actúa sobre unas válvulas de mando que gobiernan a la válvula distribuidora principal, que es la que se comunica con el actuador.



4. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS NEUMÁTICOS

La neumática es adecuada para sistemas que requieran **rapidez** y **exactitud**, pero **no fuerzas excesivamente altas**. La hidráulica sería más apropiada si se requieren fuerzas elevadas.

Los sistemas neumáticos se pueden utilizar para: el accionamiento de pequeños motores, sistemas de apertura y cierre de puertas, mecanismos de freno, cadenas de montaje automatizadas, procesos de etiquetado y embalaje automáticos, etc.