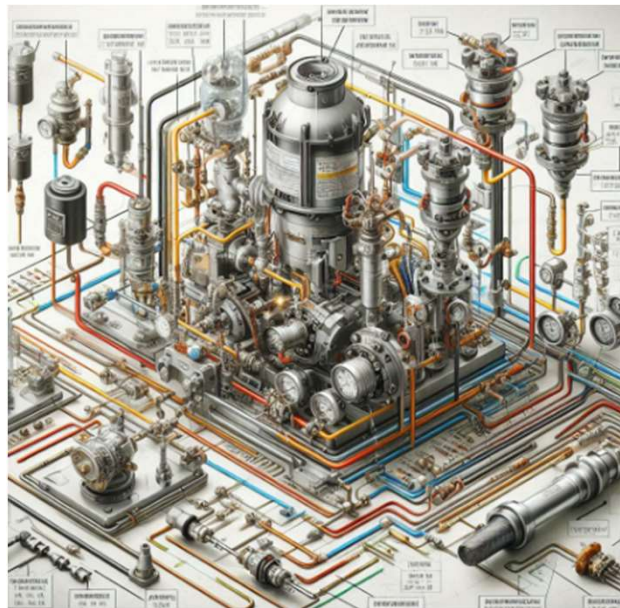


NEUMÁTICA II



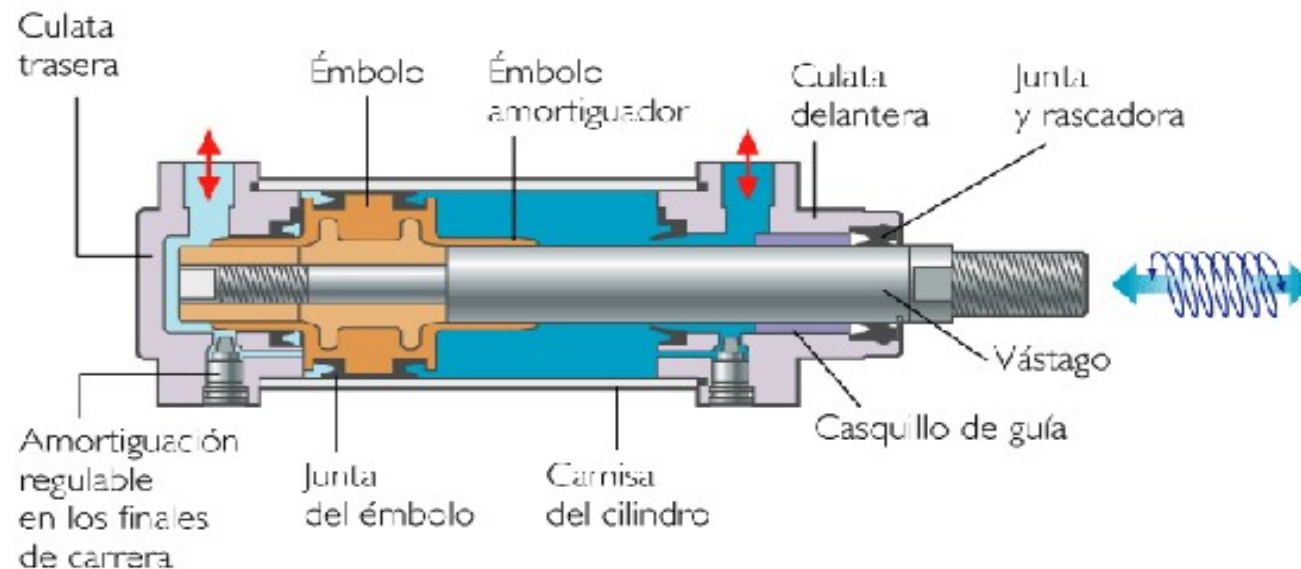
1. CILINDROS

Actuadores neumáticos

Mecanismo que convierte la energía del aire comprimido en trabajo mecánico.

Los cilindros son actuadores neumáticos que desplazan un émbolo interno al llenar una cámara y vaciar otra:

- Su estructura es una camisa de acero, en cuyo interior se ubica un vástago unido a un émbolo de aleación ligera o acero
- Entre el vástago y el cabezal interior se sitúa un cojinete que sirve de guía y un collarín obturador que lo hermetiza
- El cilindro tiene una o más entradas de presión neumática que provocan el desplazamiento de todo este conjunto



1. CILINDROS

Los Cilindros neumáticos presentan las siguientes características:

- Son simples, de bajo coste, **fáciles de instalar** y **de bajo mantenimiento**
- Sus velocidades se regula mediante el **caudal** del aire comprimido.
- Toleran fácilmente **condiciones adversas** como ambientes altamente húmedos, secos o polvorientos
- El **vástago** determina **la máxima fuerza** que pueden ejercer.
- Los de tipo standard pueden trabajar entre **+2°C to +80°C**
 - Temperaturas elevadas tienden a reblandecer los sellos lo que puede generar más fricción.
 - Temperaturas bajas endurecen los cierres haciéndolos más frágiles y propensos a agrietarse.

Los cilindros se pueden clasificar según su construcción:

- de **simple efecto**
- de **doble efecto**
- sin **vástago**
- especiales

Se pueden clasificar según el tipo de recorrido:

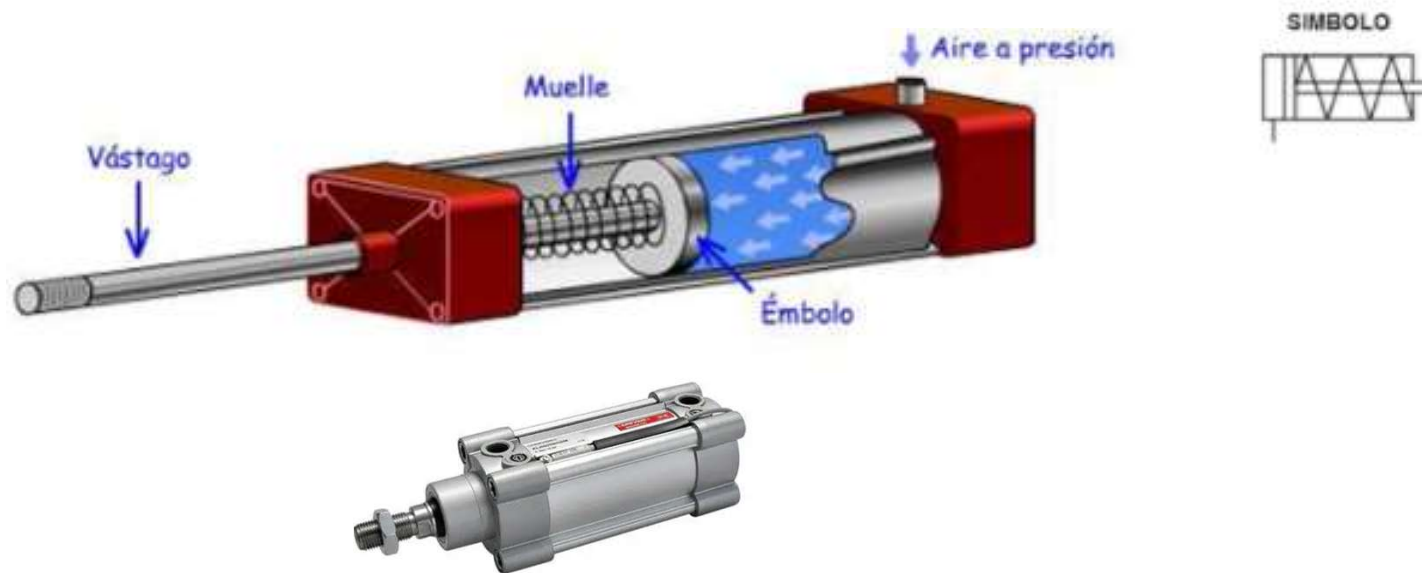
- **lineales**
- **rotativos**

1. CILINDROS

Simple efecto

Tienen una sola conexión de aire, trabajando solo en un sentido. El retorno se realiza por muelle. Suelen ser de diámetro pequeño y carrera corta (hasta 100 mm), debido al muelle. Se utilizan para sujetar, expulsar, apretar, alimentar, levantar, etc.

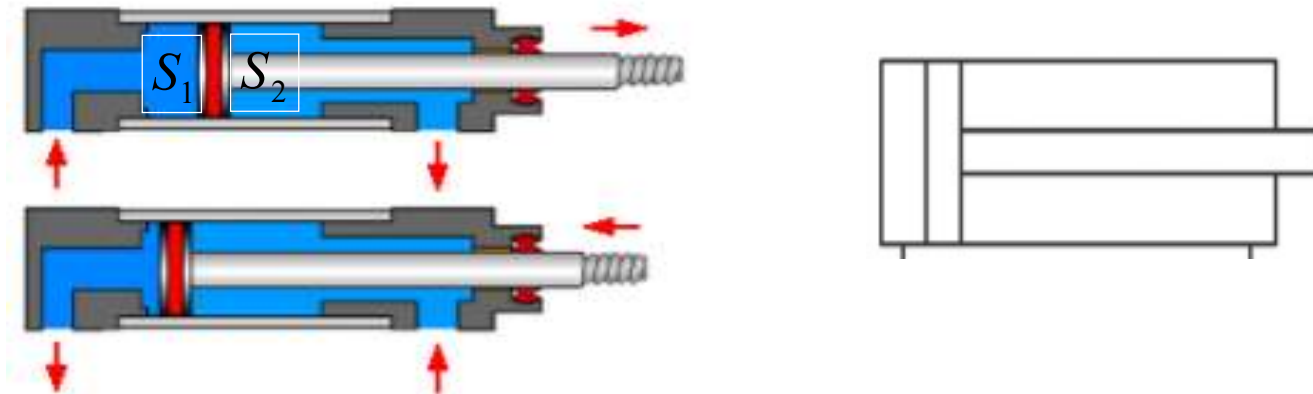
Al entrar aire por el orificio de la cámara trasera, el vástago avanza (carrera de avance o trabajo), y al dejar de entrar aire el vástago retrocede (carrera de retroceso o retorno).



1. CILINDROS

Doble efecto

Poseen dos tomas de aire situadas a ambos lados del émbolo, utilizándose respectivamente para el avance y el retroceso. Son los más utilizados. Presenta las siguientes características:



- Aprovecha toda la longitud del cuerpo del cilindro como carrera útil.

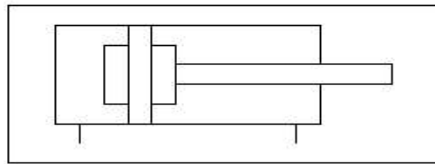
$$P = F/S \quad \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \quad S_1 > S_2 \Rightarrow F_1 < F_2$$

- A igualdad de presión, la fuerza del émbolo es mayor en el avance que en el retroceso, debido a la mayor sección.
- El recorrido no tiene la limitación de los de simple efecto, pero tampoco puede ser muy larga debido al peligro de flexión del vástago.

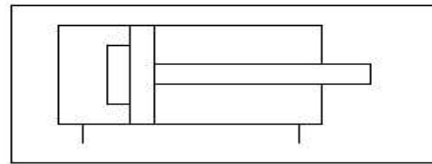
1. CILINDROS

Algunos modelos poseen amortiguadores internos que evitan un choque brusco y posibles daños cuando la masa trasladada es grande. El sistema de amortiguación entra en acción poco antes de alcanzar el tope, y antes de alcanzar la posición final el émbolo de amortiguación reduce la salida directa del aire hacia el exterior, la cual según el modelo se puede regular.

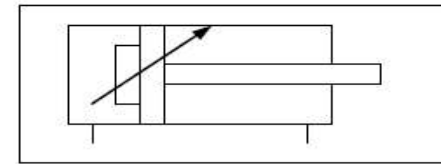
Los hay con amortiguación en los dos lados o en uno, regulable o no, o amortiguación en el lado del émbolo regulable o no.



*C. de D. E. con amortiguación en
ambos lados no regulable*



*C. de D. E. con amortiguación en
un lado no regulable*



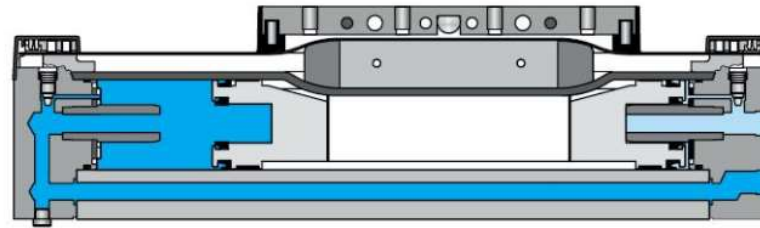
*C. de D. E. con amortiguación en
un lado regulable*

1. CILINDROS

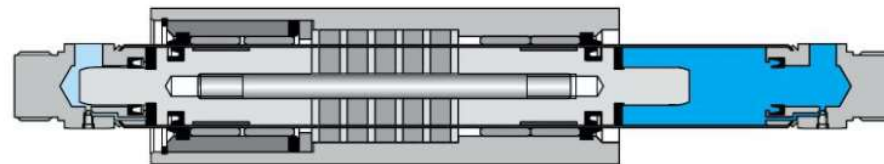
Cilindros sin vástago

Un cilindro convencional con una carrera de 500 mm, puede llegar a tener un largo total de 1100 mm, mientras que un cilindro sin vástago tiene una longitud total de 600 mm. Las carreras pueden ser de como máximo hasta 10 metros de largo.

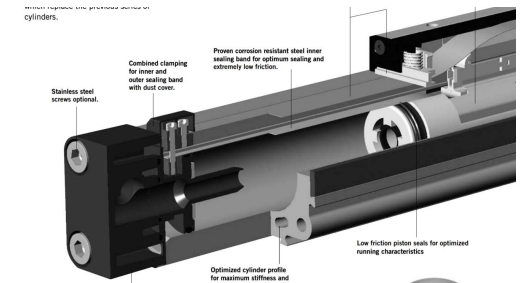
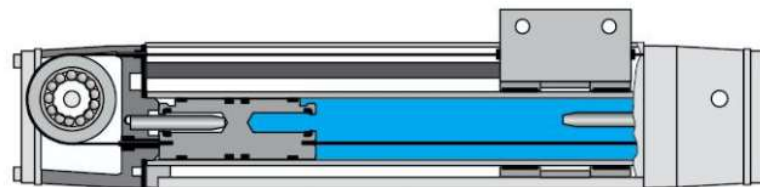
1- Con cinta hermética



2- Con arrastre magnético

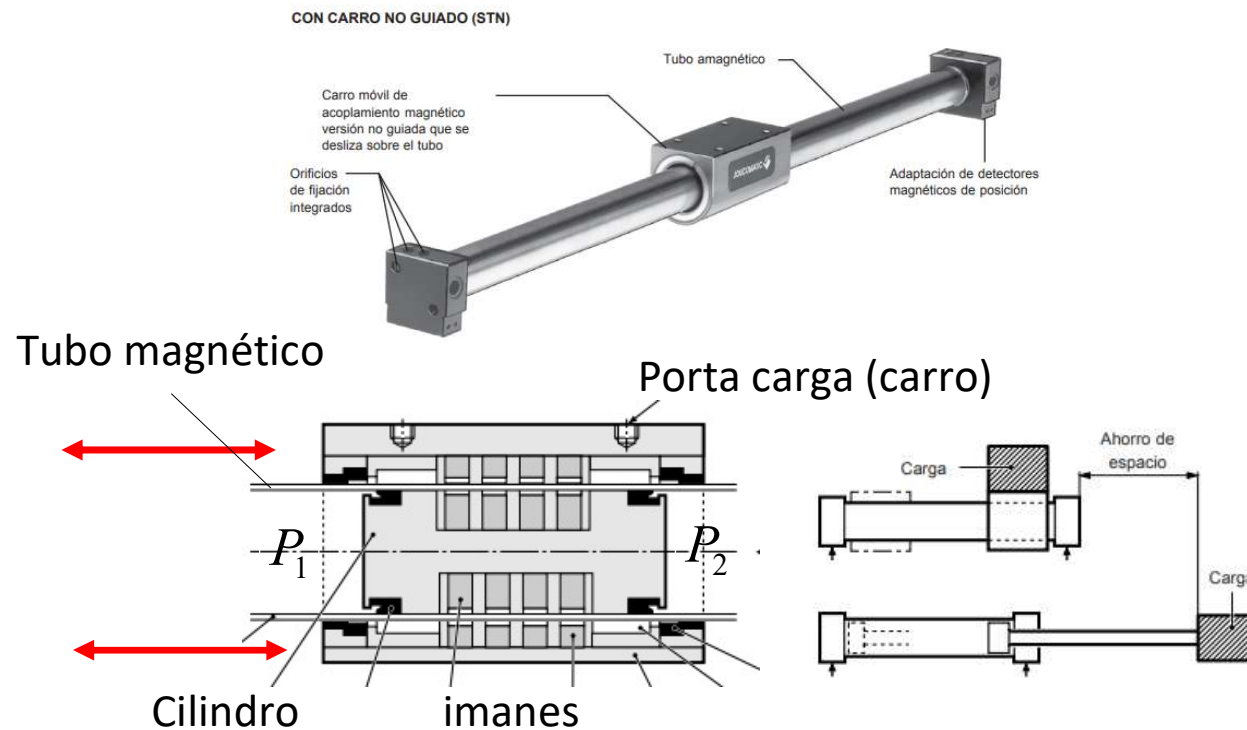


3- Con correa



1. CILINDROS

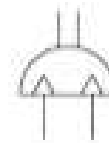
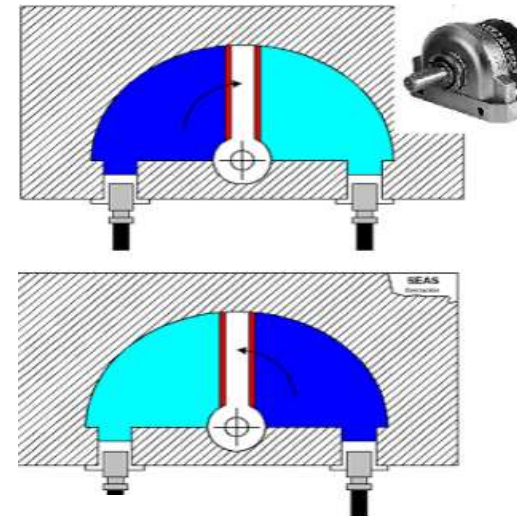
Cilindro neumático de desplazamiento sin vástago. Acoplamiento magnético entre el cilindro y el porta cargas.



2. CILINDROS ESPECIALES

Rotativos

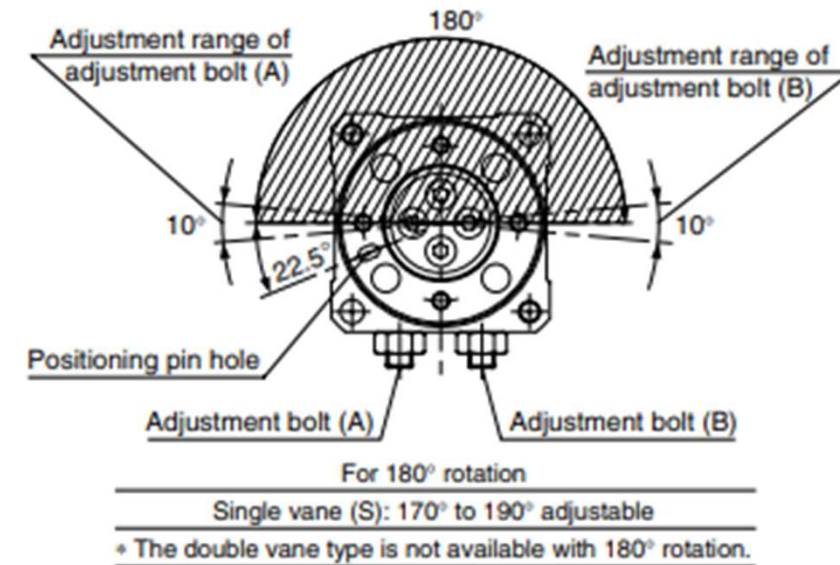
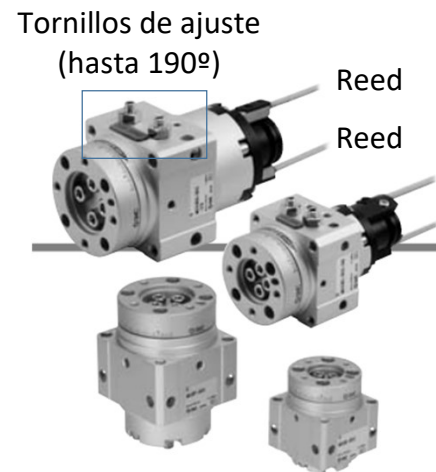
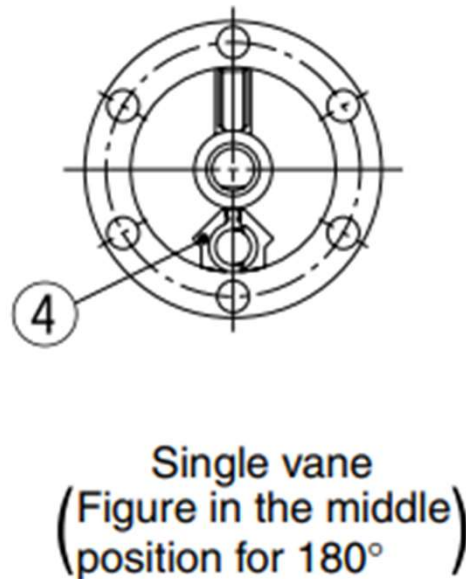
- Cilindros Giratorios de Paleta: Están compuestos por una carcasa, en cuyo interior se encuentra una paleta que delimita las dos cámaras.
- Al aplicar aire comprimido a una de sus cámaras la paleta tiende a girar sobre el eje, siempre y cuando exista diferencia de presión con respecto a la cámara contraria.
- Por lo general son cilindros que tienen una libertad de giro de como mucho 270 grados.



2. CILINDROS ESPECIALES

SMC MSUB20-180S

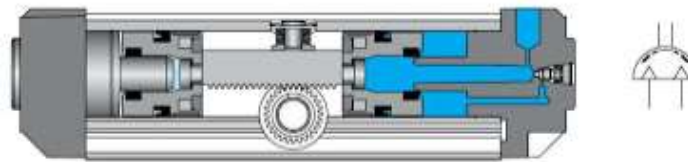
Cilindro rotativo de paleta simple con giro máximo de 180°-



2. CILINDROS ESPECIALES

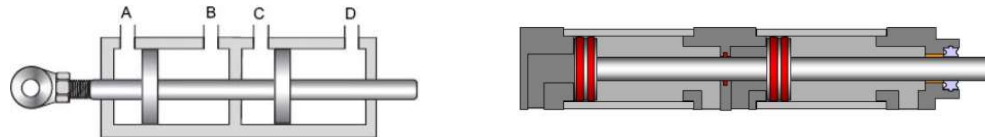
- **Cilindros Giratorios de Pistón-Cremallera**

El vástago del émbolo tiene un perfil de cremallera que a su vez activa una rueda dentada. El movimiento lineal del vástago se transforma en un movimiento circular. Se pueden obtener ángulos de giro de 0 a 360°.



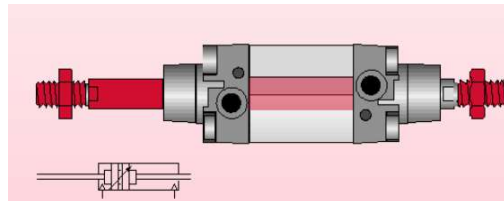
- **Tandem**

Son dos cilindros de doble efecto acoplados en serie, consiguiendo fuerzas casi el doble que un cilindro de doble efecto igual.



- **Doble vástago**

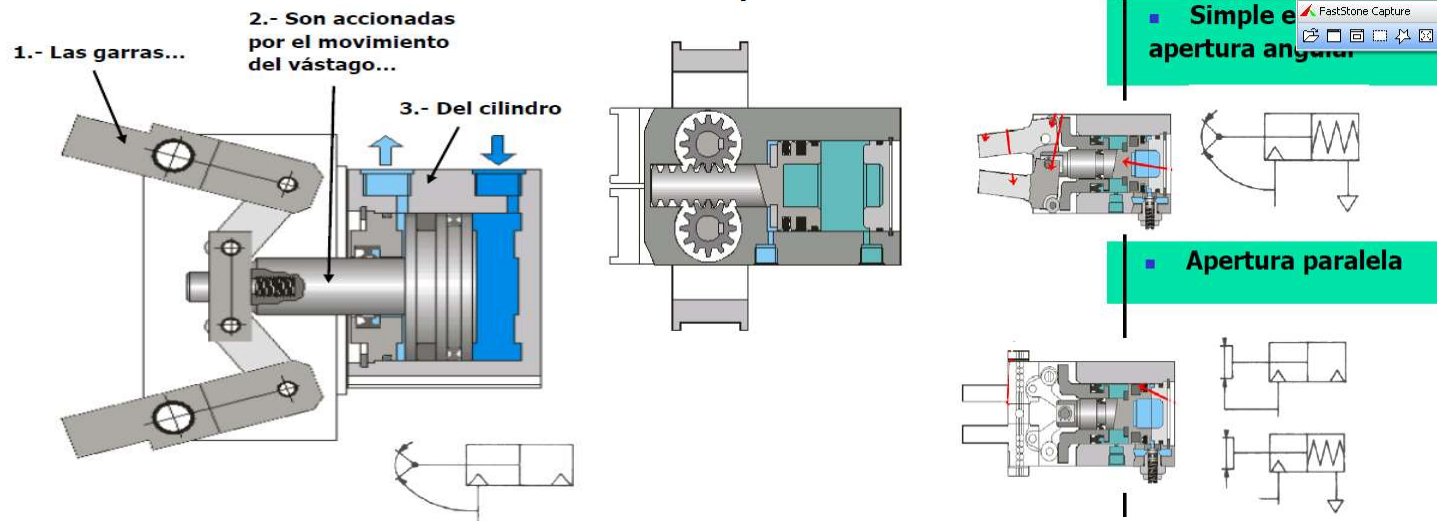
Poseen un vástago hacia ambos lados, desarrollando una fuerza igual en ambos sentidos.



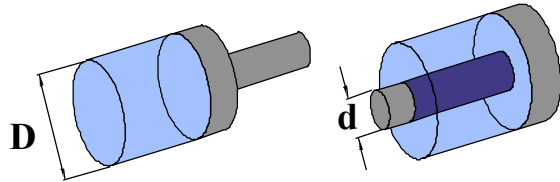
2. CILINDROS ESPECIALES

- **Pinzas**

Forman parte de un manipulador para recoger piezas. Convierten un movimiento longitudinal en un movimiento circular con distintos ángulos de giro en función de la tecnología empleada.



3. CONSUMOS



Fuerza

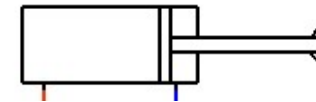
$$F_{avance} = p \cdot A_p - F_{\mu}$$

$$= p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 - F_{\mu}$$

$$F_{retroceso} = p \cdot A_s - F_{\mu}$$

$$= p \cdot \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) - F_{\mu}$$

'Fu' es la fuerza de Rozamiento contraria al movimiento y suele ser entre un 5% y un 10% de F aplicada.



Consumo - Caudal

$$Q = n \cdot V_0$$

$$= n \cdot \frac{p}{p_0} \cdot V$$

$$= n \cdot \frac{p}{p_0} \cdot \frac{\pi}{4} (2D^2 - d^2) L$$

n: ciclo de trabajo del pistón (ciclos/s)

+ volúmenes conexiones

+ volúmenes muertos

= aprox. 20-30% consumo cilindro

3. CONSUMOS

- *Ejemplo: cilindro de DE de $D = 100 \text{ mm}$, $d = 32 \text{ mm}$ y $L = 300 \text{ mm}$. Trabaja a una presión de 6 bar (relativa) tanto en avance como en retroceso. Si la frecuencia de trabajo del pistón es de 25 ciclos/min, determinar la cantidad de aire consumido*

$$V_{\text{avance}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L = 2'356 \text{ l}$$

$$V_{\text{retroceso}} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) L = 2'115 \text{ l}$$

$$V_{\text{total}} = 4'471 \text{ l (por cada ciclo)}$$

Este volumen total debe suministrarse 25 veces por minuto, de forma que el caudal volumétrico es:

$$Q = n \cdot V_{\text{total}} = 111'8 \text{ l/min}$$

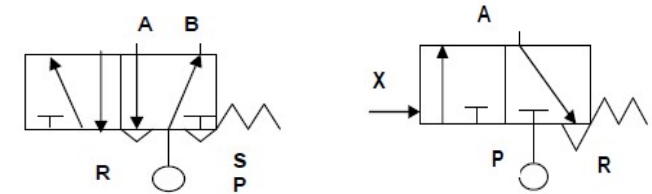
Que debemos expresar en términos de aire libre exterior (a 1 bar):

$$P_0 Q_0 = p_1 Q_1 \text{ y de aquí } Q_0 = 782 \text{ l/min}$$

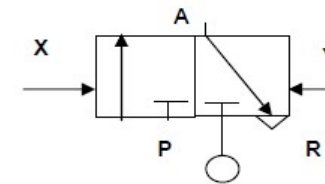
3. VÁLVULAS

Son dispositivos neumáticos que gestionan la dirección del aire comprimido, el paso o cierre de aire o el escape de aire.

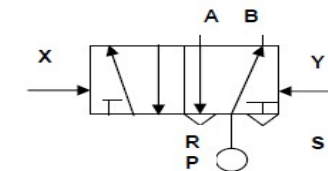
Válvula monoestable: la válvula retorna a su posición de reposo al dejar de accionarla (generalmente por medio de un muelle)



Válvula biestable: la válvula no retorna al dejar de accionarla (necesita otra acción externa)



Cilindros de simple efecto utilizan válvulas distribuidoras 3/2 monoestables o biestables

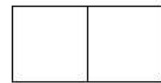


Cilindros de doble efecto utilizan válvulas distribuidoras 4/2 ó 5/2 monoestables o biestables.

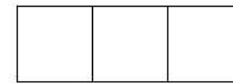
3. VÁLVULAS

Para representar las válvulas simbólicamente se utilizan los símbolos donde se indica:

- **Nº de posiciones:** realizando en cada posición una función. Las posiciones se representan mediante cuadrados.

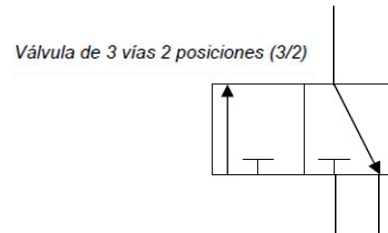


Válvula de dos posiciones

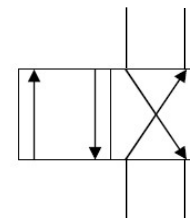


Válvula de tres posiciones

- **Nº de vías:** entradas y salidas que tiene la válvula. Las vías se representan por medio de flechas, indicando la flecha la dirección del aire. Si la tubería interna está cerrada, se representa con una línea transversal. La posición inicial o de reposo de la válvula es la de la derecha en las de dos posiciones, o la central en las de más posiciones.



Válvula de 3 vías 2 posiciones (3/2)

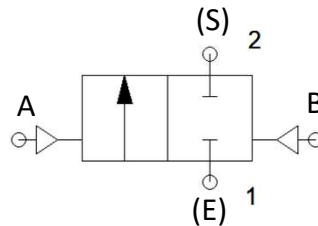


Válvula de 4 vías 2 posiciones (4/2)

3. VÁLVULAS

Válvulas de 2 Cámaras

- 2 puertos (2/2):

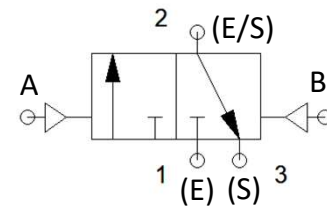


Interruptor

Actuación en A: Llenado (1 → 2)

Actuación en B: Cerrado (1)

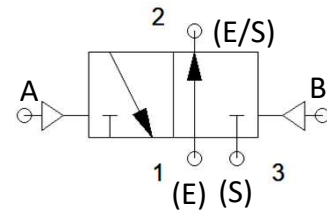
- 3 puertos (3/2):



Llenado-vaciado de una cámara: Control de cilindros monoestado

Actuación en A: Llenado (1 → 2)

Actuación en B: Vaciado (2 → 3)

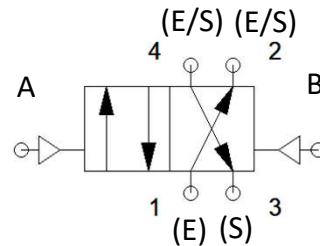


Actuación en A: Vaciado (2 → 3), 1 cerrado

Actuación en B: Llenado (1 → 2), 3 cerrado

3. VÁLVULAS

- 4 puertos (4/2):



Llenado-vaciado de 2 cámaras: Distribución.

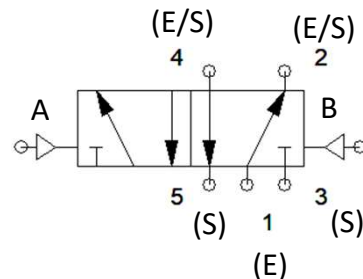
Control de cilindros biestado

- Llenado desde 1 hasta 2 ó 4
- Vaciado siempre en 3

Actuación en A: Llenado 1 → 4, vaciado 2 → 3

Actuación en B: Llenado 1 → 2, vaciado 4 → 3

- 5 puertos (5/2):



Llenado-vaciado de 2 cámaras: Control de cilindros biestado

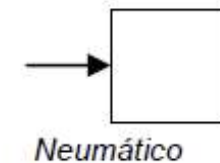
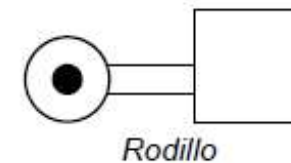
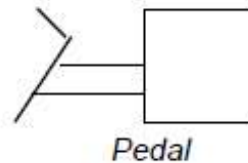
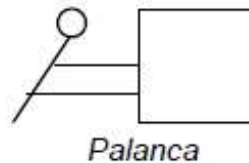
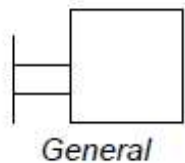
Actuación en A: Llenado 1 → 4, vaciado 2 → 3, cerrado 5

Actuación en B: Llenado 1 → 2, vaciado 4 → 5, cerrado 3

- El llenado desde 1 hasta 2 ó 4
- El vaciado conmuta entre 3 y 5

3. VÁLVULAS

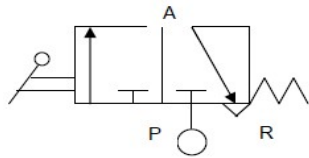
El accionamiento de la válvula puede ser de diferentes formas, representándose en el lateral izquierdo, y el retorno a la posición de reposo en el derecho.



Otros accionamientos son la “seta”, “muelle”, “rodillo escamoteable”, “pulsador con enclavamiento”, “leva”, “eléctrico”, etc.

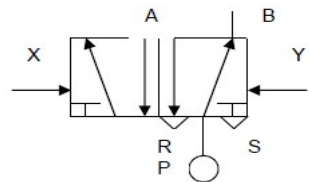
3. VÁLVULAS

Ejemplos



Válvula 2/3

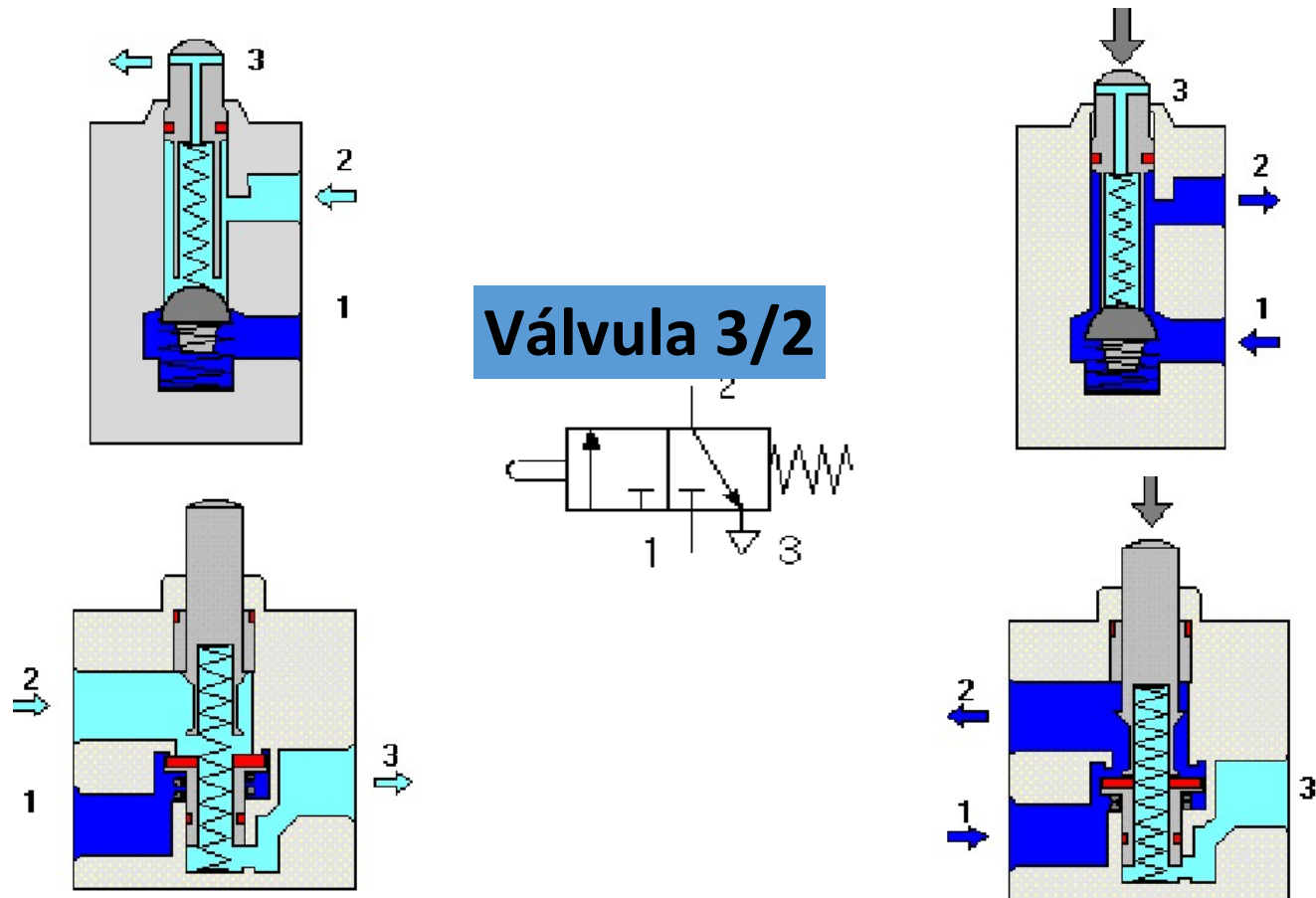
- 1- En reposo, el aire que viene de la bomba se corta en P. El aire que viene de A escapa en R.
- 2- Al actuar la válvula, cambia su posición (la parte izquierda pasa a la derecha) el aire de la bomba entra en P y sale en A y el escape R queda cerrado.
- 3- Al dejar de actuar la válvula vuelve por efecto del muelle a su posición inicial.



Válvula 2/5

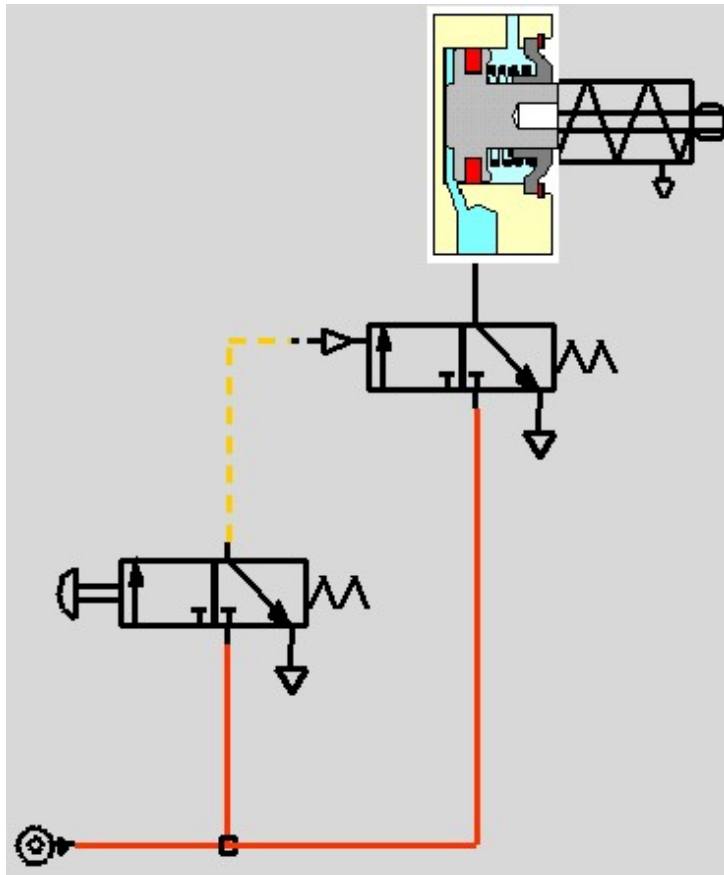
- 1- Al actuar sobre x, el aire entra en B y sale al escape en S. El aire de la bomba entra en P y sale por A
- 2- Al actuar sobre y, el aire de la bomba entra por P y sale por B. El aire entra por A y sale por el escape R

3. VÁLVULAS

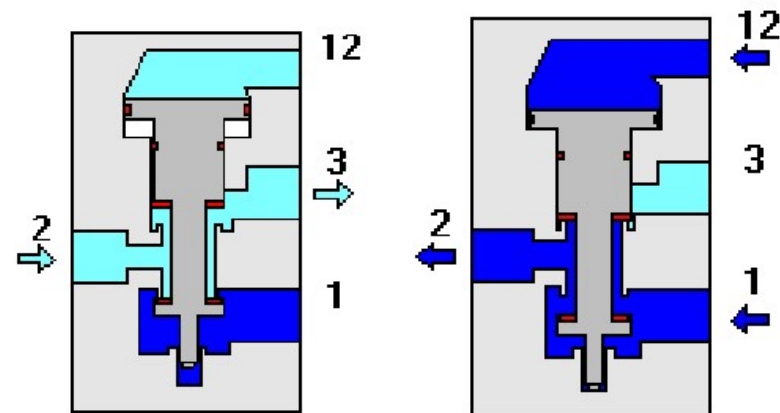
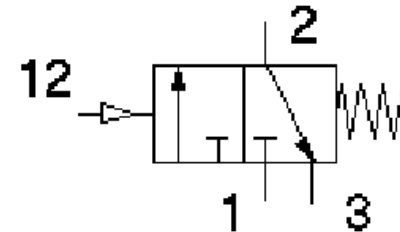


3. VÁLVULAS

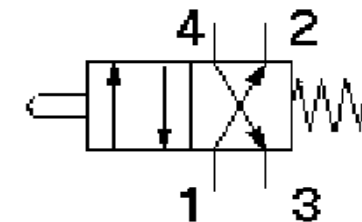
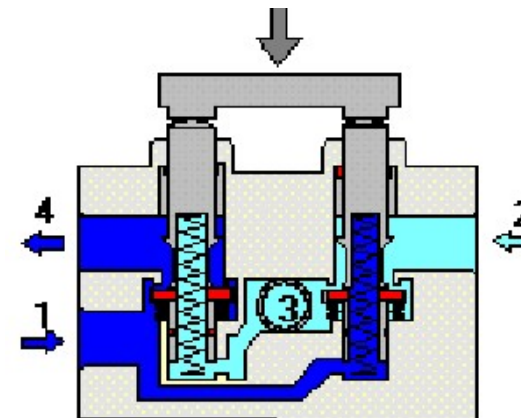
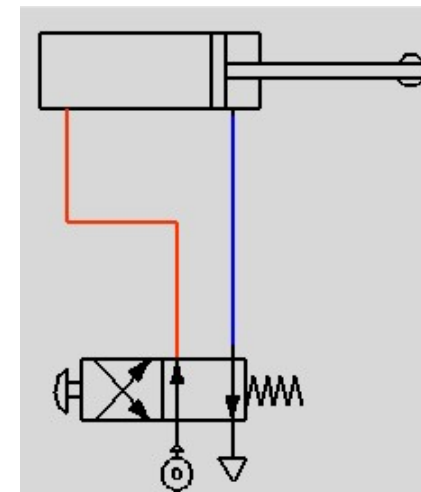
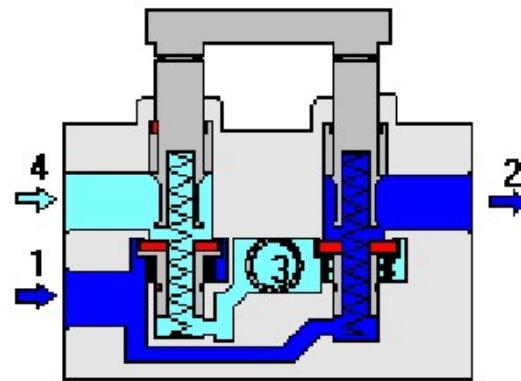
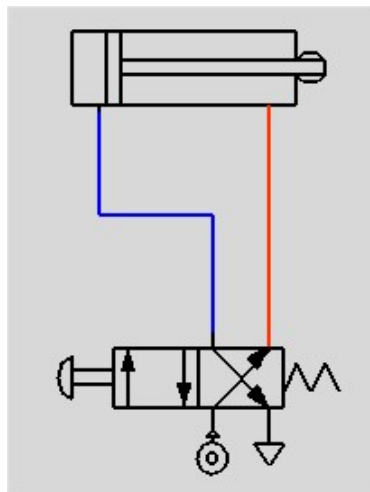
Accionamiento Indirecto



Válvula 3/2 vías



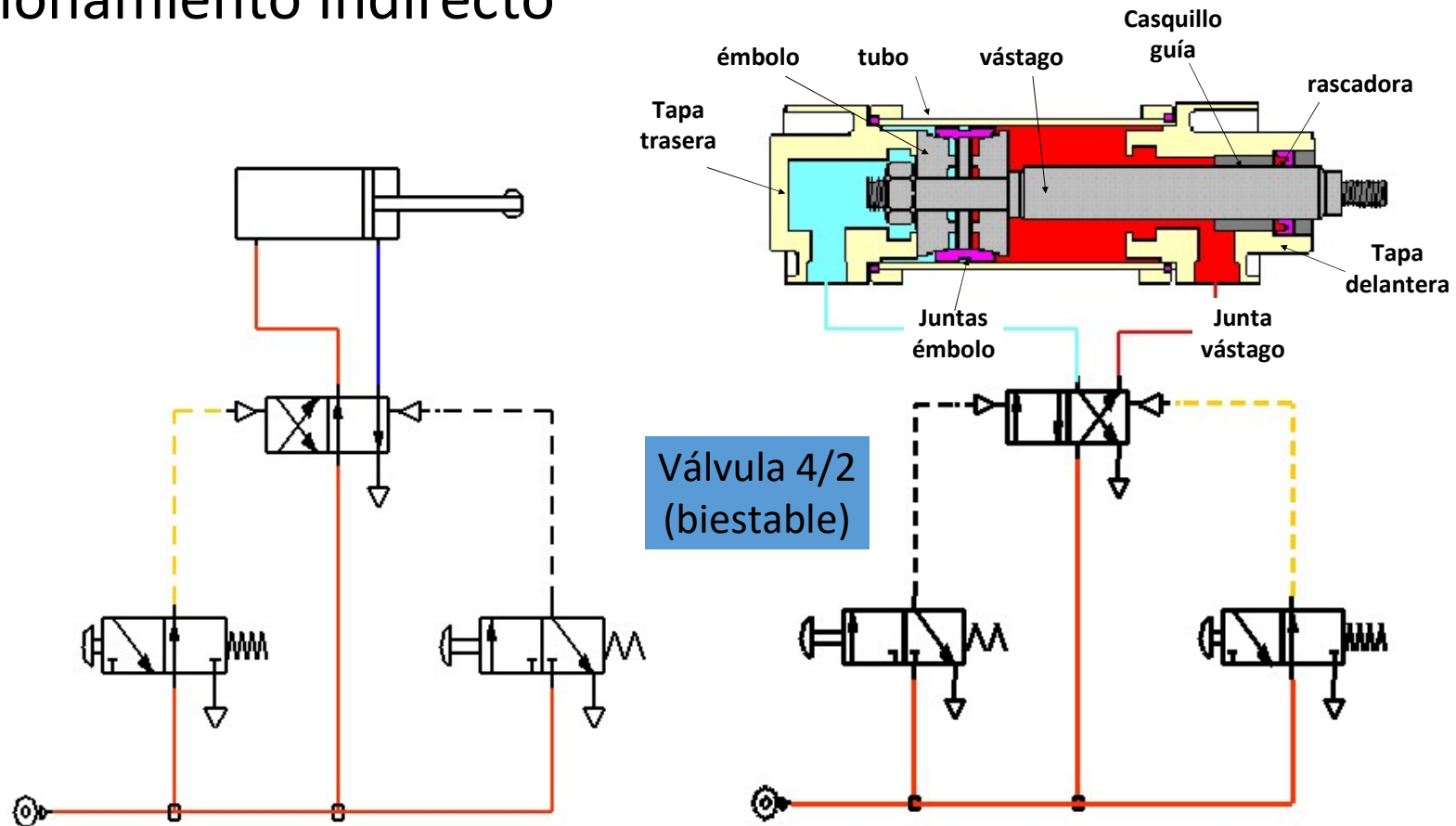
3. VÁLVULAS



Válvula 4/2

3. VÁLVULAS

Accionamiento Indirecto



3. VÁLVULAS

Válvula anti retorno

Permite el paso de fluido solamente en una dirección. La obturación en un sentido puede obtenerse mediante un cono, bola, disco o membrana.



Válvula anti retorno con Estrangulación

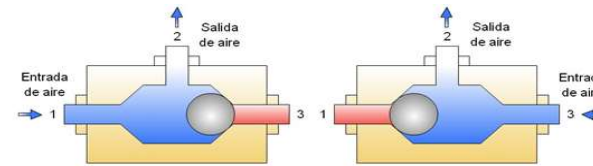
Se encarga de permitir el paso del aire libremente cuando circular desde el terminal 2 al 1. Mientras que estrangula el aire cuando circula desde el terminal 1 al 2. Se utiliza para hacer que los cilindros salgan o entren más lentamente.



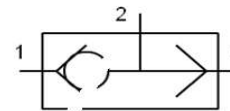
3. VÁLVULAS

Válvula OR

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.



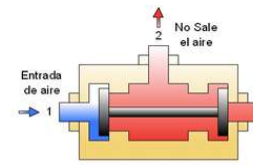
Interior de una válvula OR



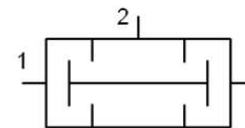
Símbolo de la válvula OR



Foto de una válvula OR



Interior de una válvula AND



Símbolo de la válvula AND

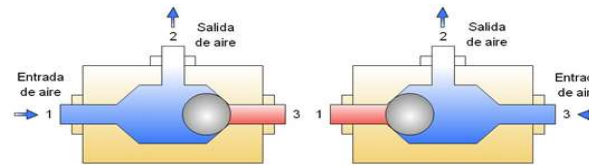


Foto de una válvula AND

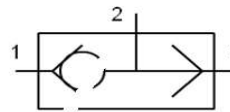
3. VÁLVULAS

Válvula OR.

1	3	2
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Interior de una válvula OR



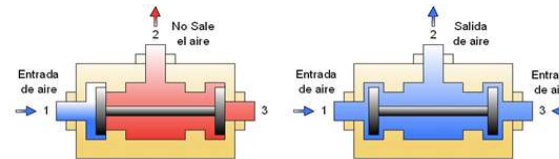
Símbolo de la válvula OR



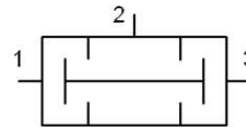
Foto de una válvula OR

Válvula AND

1	3	2
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Interior de una válvula AND



Símbolo de la válvula AND

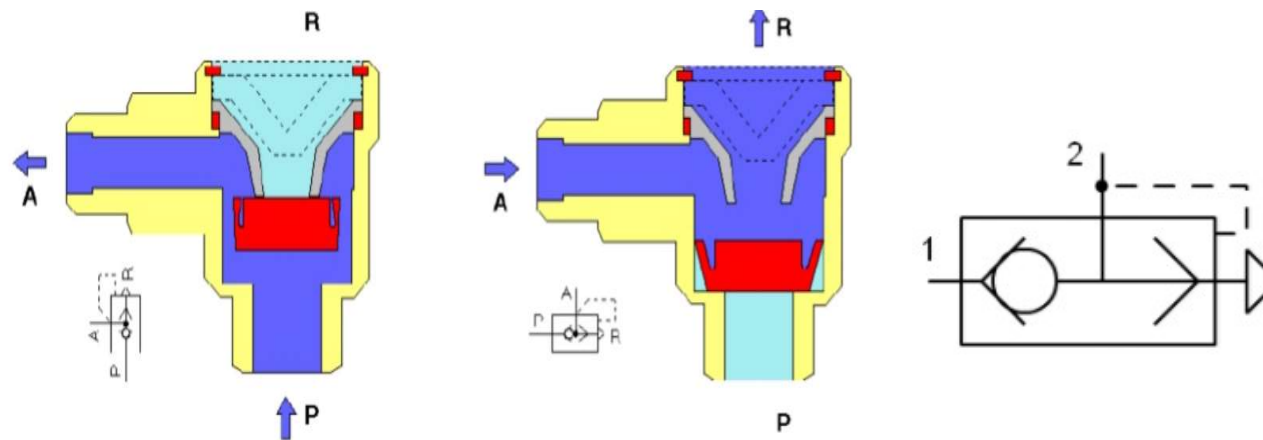


Foto de una válvula AND

3. VÁLVULAS

Válvula de Escape Rápido

Se trata de una válvula que evacua el aire de manera rápida hacia la atmósfera. La válvula se alimenta por P, R se cierra y el aire sale por A. En el momento en que se corta la alimentación se corta P y el aire sale de A hacia R.



3. VÁLVULAS

Válvula de Arranque Progresivo

Se coloca a continuación de la unidad de mantenimiento y su misión es evitar movimientos incontrolados de los actuadores en el arranque de las instalaciones. Si el arranque se realiza sin tomar precauciones se pueden producir movimientos bruscos de los actuadores. Las válvulas de arranque progresivo garantizan un aumento gradual de la presión en la instalación actuando sobre la velocidad de llenado.

El aire de entrada presiona sobre un muelle pretensado a una presión. La fuerza que ejerce el aire sobre el muelle lo desplaza y aumenta la salida de aire de manera proporcional

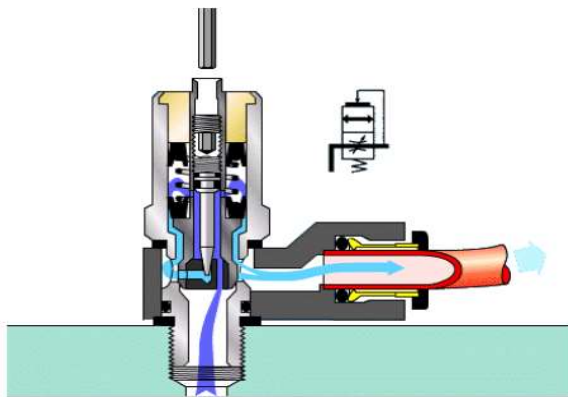
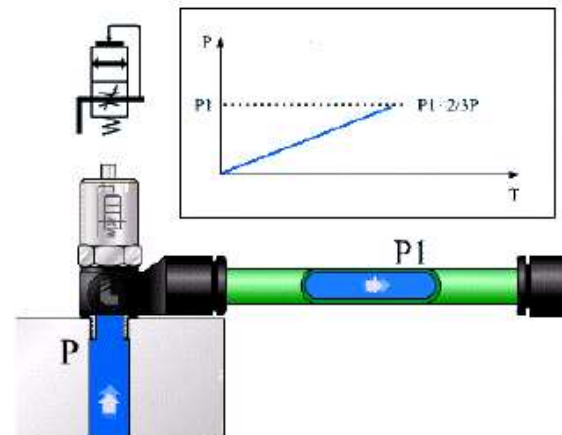


Figura 4-31. Válvula de arranque progresivo



3. VÁLVULAS

Válvula de vacío

Son válvulas que crean efecto Venturi para obtener vacío a partir de una entrada de aire comprimido.

El **efecto Venturi** se basa en el **principio de Bernoulli**: la velocidad de un fluido aumenta a medida que disminuye la sección transversal del recipiente por el que circula, disminuyendo su presión.

El **principio de Bernoulli** puede derivarse del principio de la conservación de la energía.

1- La energía de un fluido es la suma de energía interna (debido a la presión), energía cinética y energía potencial.

La energía por volumen de un fluido es:

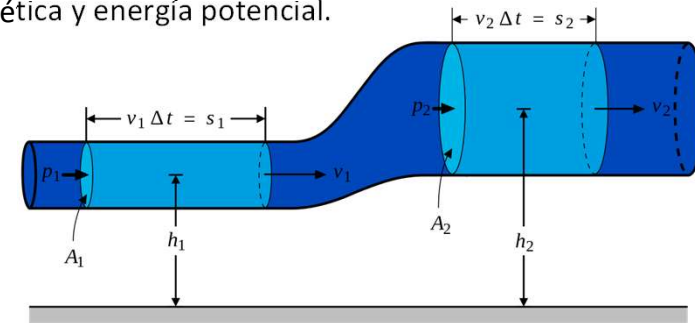
$$E = P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh$$

ρ : densidad

v : velocidad

h : altura

P : energía de presión



2- Conservación de la energía: la energía del fluido en el tramo de menor sección (1) debe ser la misma que la energía en el otro tramo de mayor sección (2)

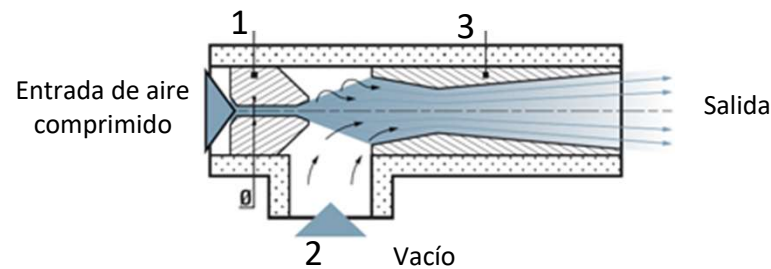
$$E_1 = E_2$$

3- **Ecuación de Bernoulli**: válida para fluidos no compresibles (densidad constante), procesos con intercambio de calor (no adiabáticos) y no turbulentos

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

3. VÁLVULAS

Válvulas de vacío o de efecto Venturi: producen diferencias de velocidad entre la entrada y la salida muy grandes, llegando a producir grandes diferencias de presión y una succión (vacío) en el punto intermedio

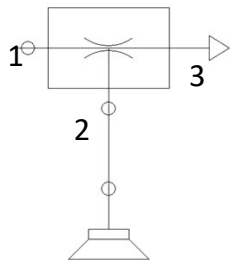


- 1: Disminuye la sección: aumenta la velocidad, disminuye la presión
- 3: Aumenta la sección: disminuye la velocidad, aumenta la presión
- 2. Vacío o presión negativa (por debajo de la atmosférica): depresión debido al efecto Venturi

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_3 + \frac{1}{2} \rho v_3^2 \quad P_1 - P_3 = \frac{1}{2} \rho (v_3^2 - v_1^2)$$

Una de las aplicaciones industriales de las válvulas de vacío más utilizadas es un *pick & place*: recogida, trasladado y colocación de piezas mediante ventosas:

- 1. La entrada se alimenta con aire comprimido
- 2. La salida de vacío se conecta a una ventosa
- 3. La salida se conecta a una terminación (generalmente con eliminación de ruido)



Válvulas de vacío de actuación neumática (izquierda) y eléctrica (derecha)



Ventosas planas, cóncavas, fuelle o multifuelle, rectangulares