

NEUMÁTICA

1. Definición

2. Magnitudes y unidades

- 2.1. Presión
- 2.2. Caudal
- 2.3. Fuerza
- 2.4. Potencia
- 2.5. Energía
- 2.6. Rendimiento
- 2.7. Ley de Hooke

3. Circuito Neumático

- 3.1. Elementos generadores de energía: grupo compresor
- 3.2. Elementos de distribución: tuberías
- 3.3. Elementos de mando y control: válvulas
 - 3.3.1. Válvulas distribuidoras
 - 3.3.2. Válvulas de bloqueo
- 3.4. Actuadores neumáticos: cilindros.
 - 3.4.1. Cilindros de simple efecto
 - 3.4.2. Cilindros de doble efecto
 - 3.4.3. Comparación entre los cilindros de simple efecto y de doble efecto



4. Ejercicios

5. Problemas

6. Anexo - Simbología

1. Definición.

La Neumática estudia el comportamiento de los gases, en particular el aire comprimido y sus efectos mecánicos.

La Neumática se considera adecuada para fuerzas no superiores a una 3 Tn, aunque su ámbito se reduce para fuerzas inferiores a 1 – 1.5 Tn y con desplazamientos rápidos. También se utiliza para el accionamiento de pequeños motores (herramientas portátiles) o motores de alta velocidad.

Su campo de aplicación es muy amplio: control de calidad, etiquetado, embalaje, herramientas,...

2. Magnitudes y unidades.

Antes de introducirnos en el estudio de la neumática, necesitamos recordar una serie de magnitudes básicas:

- Presión (P)
- Caudal (Q)
- Fuerza (F)
- Potencia (P)
- Energía (E)
- Rendimiento (η)

2.1. Presión.

Se define como la fuerza que se ejerce por unidad de superficie.

$$P = F/S$$

Se mide en pascales (Pa), donde Pa = N/m²

Se define un pascal como la presión ejercida por la fuerza de un newton cuando se aplica perpendicularmente a una superficie de un m².

Existen otras unidades de presión que se muestran a continuación, así como sus equivalencias:

$$\begin{aligned} 1 \text{ bar} &= 10^5 \text{ Pa} \\ 1 \text{ atmósfera (atm)} &= 1.013 \text{ bar} = 101300 \text{ Pa} \\ 1 \text{ kg / cm}^2 &= 9.8 * 10^4 \text{ Pa} = 0.97 \text{ atm} \\ 1 \text{ atm técnica} &= 1 \text{ bar} \end{aligned}$$

Para todo circuito neumático, hay que considerar una serie de valores de presión, como:

- **Presión máxima admisible (PMA):** Mayor valor de presión efectiva a la que puede ser sometido un elemento de la instalación. Se mide en bares o pascales.
- **Presión de entrada (Pe):** Presión del aire comprimido a la entrada de un componente neumático. Se mide en bares.
- **Presión de salida (Ps):** Presión del aire a la salida de un componente neumático. Se mide en bares.
- **Presión diferencial (ΔP):** Diferencia entre las presiones de entrada y de salida en un componente neumático de la instalación.

2.2. Caudal

Es el volumen de fluido que fluye a través de una sección de un conductor en la unidad de tiempo.

$$Q = V / t = (S \cdot L) / t = S \cdot v$$

V = volumen t=tiempo S = sección L = longitud v = velocidad

Se mide en m³/s en el sistema internacional, aunque también se emplean otras unidades de medida, como:

$$\text{l / min} \qquad \text{l / s} \qquad \text{m}^3 / \text{min} \qquad \text{m}^3 / \text{h}$$

2.3. Fuerza

Es toda causa capaz de producir o modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo o de provocarle una deformación

La unidad de medida en el SI es el Newton (N)

Cuando esa fuerza provoca el desplazamiento del objeto sobre el que actúa, se realiza un **trabajo** (W). Si la F y el desplazamiento (Δx) se producen en la misma dirección y sentido, el trabajo es máximo y se obtiene:

$$W = F \cdot \Delta x$$

La unidad de medida en el SI es el Julio (J)

2.4. Potencia

Es el trabajo realizado en la unidad de tiempo (t)

$$P = W / t$$

La unidad de medida en el SI es el vatio (w)

2.5. Energía

Es la capacidad para producir un trabajo

La unidad de medida en el SI es el julio (J), la misma que el trabajo.

2.6. Rendimiento

Cociente entre el trabajo útil que podemos obtener de dicha máquina y el trabajo motor desarrollado por ella.

$$\eta = (\text{Trabajo útil}) / (\text{Trabajo motor})$$

El valor se expresa en porcentaje (tanto por cien) o en tanto por uno

Es una magnitud adimensional

2.7. Otras leyes para recordar: Ley de Hooke

La deformación sufrida por un muelle es directamente proporcional a la fuerza aplicada sobre él.

$$F = -k \cdot \Delta L$$

F = Fuerza ejercida (N)

K = Coeficiente de proporcionalidad (N/m)

ΔL = Deformación provocada (m)

3. Circuito neumático.

Un circuito neumático es un dispositivo formado por un conjunto de elementos unidos entre sí a través de los cuales puede circular el aire comprimido.

La complejidad de los circuitos puede variar enormemente, pero siempre deben disponer de una serie de elementos indispensables:

- Elementos generadores de energía: grupo compresor
- Elementos de distribución
- Elementos de mando y control
- Actuadores neumáticos
- Elementos auxiliares

3.1. Elementos generadores de energía: grupo compresor.

Es el encargado de aumentar la presión del sistema para que el fluido transmita la energía necesaria.

Está formado por: el compresor (accionado por un motor eléctrico o de combustión interna), el motor auxiliar, el refrigerador, el depósito y la unidad de mantenimiento.

3.1.1. Compresor.

Es el elemento básico del grupo. Su función es aumentar la presión del aire que se aspira de la atmósfera reduciendo el volumen en el que se encuentra. Suele ir provisto de un filtro para eliminar las impurezas.

3.1.2. Motor auxiliar.

Se encarga de comunicar el movimiento al eje del compresor. Según el tipo de instalación puede ser eléctrico o de combustión.

3.1.3. Refrigerador

La temperatura del aire a la salida del compresor puede llegar a unos 150°C, pero hay que disminuirla hasta unos 25 °C, eliminando también parte del agua que contiene (hasta un 80%)

3.1.4. Depósito

Acumula el aire a presión cuando sale del compresor, de esta manera se almacena el aire y se utiliza cuando sea necesario.

Suelen llevar incorporados dispositivos de seguridad, como manómetros, termómetros, válvulas de escape (para liberar la presión) y un purgador (para eliminar las partículas de impurezas del aire que se acumulan al condensar el aire por aumento de la P y disminución de la T).

3.1.5. Unidad de mantenimiento (conjunto FRL)

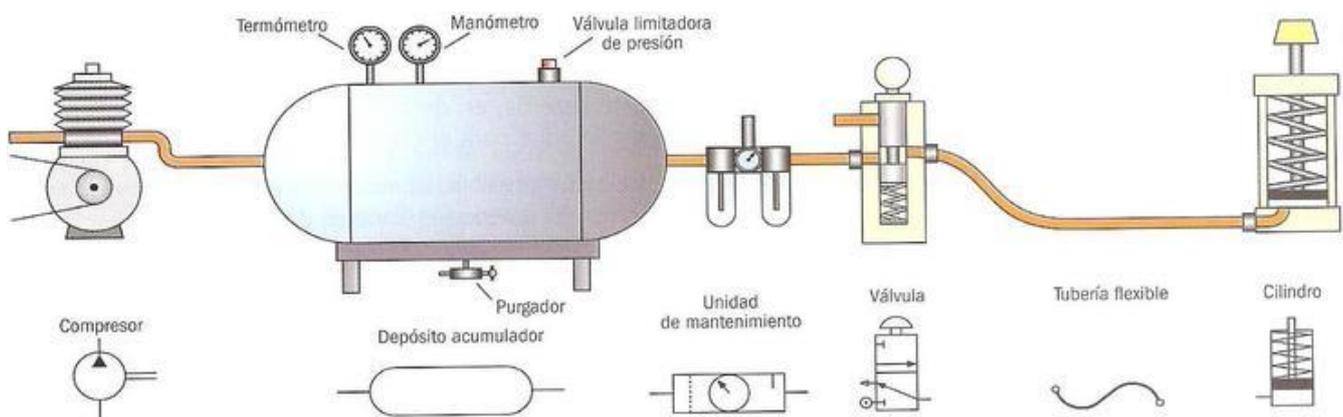
La calidad del aire comprimido es esencial para el buen funcionamiento y la duración de las instalaciones neumáticas.

Para ello hay que someterlo a tres operaciones previas para acondicionar el aire antes de introducirlo en el circuito: filtración, regulación y lubricación.

El filtro somete el aire a un proceso de centrifugado, proyectando así las impurezas contra las paredes del filtro que caen por gravedad a una cámara. Posteriormente pasa por un cartucho filtrante completando así su limpieza y además se encarga de eliminar el exceso de humedad.

El regulador asegura una presión estable en el circuito. Va unido a un manómetro que mide la presión del aire antes de introducirlo en el circuito.

El lubricador añade aceite nebulizado al aire comprimido, evitando así la oxidación de los componentes del circuito y asegurando el deslizamiento de las partes móviles.

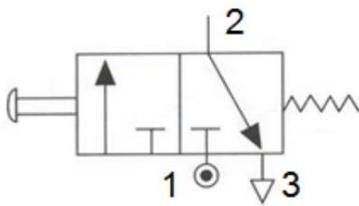


Fuente: <http://wikitecnotarraga.wikispaces.com/>

3.2. Elementos de distribución: tuberías

Son las conducciones que forman la red de distribución del aire comprimido. Suelen ser de acero, cobre, o algún plástico resistente (PE) y se instalan de forma que presenten una cierta inclinación (1.5º) para facilitar que el vapor de agua condensado se deslice y no se almacene en ningún punto. En las instalaciones portátiles pueden ser de plástico o de caucho.

Así una válvula **3/2 NC** con mando por pulsador y retorno por muelle se representará:

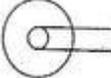


Se trata de una válvula con 3 orificios o vías, y 2 posiciones de trabajo
 Tiene mando manual (por pulsador) y retorno por resorte
Normalmente suele estar cerrada (NC), ya que el orificio 1 de entrada del
aire comprimido está cerrado en posición inicial o de reposo (cuadro de la
derecha).
 El aire circula desde 1 hasta 2 y sale al exterior cuando se comunica 2 con 3.

SÍMBOLO	Nº VÍAS	Nº POSICIONES	DENOMINACIÓN
	2	2	Válvula 2/2 normalmente cerrada.
	2	2	Válvula 2/2 normalmente abierta.
	3	2	Válvula 3/2 normalmente cerrada.
	3	2	Válvula 3/2 normalmente abierta.
	4	2	Válvula 4/2.
	5	2	Válvula 5/2.
	4	3	Válvula 4/3 centro cerrado.
	4	3	Válvula 4/3 centro descargado.

Accionamiento de las válvulas. Las válvulas necesitan de unos dispositivos para ponerlas en funcionamiento y para pararlas.

Se dibujan en los laterales de las válvulas y representan la forma en que se activan

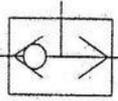
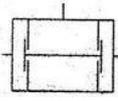
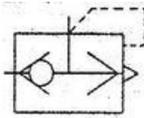
TIPO DE MANDO	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
MANDO MANUAL		Accionamiento General.
		Pulsador.
		Interruptor o pulsador con enclavamiento.
		Pedal o accionamiento con el pie.
		Palanca manual.
		Muelle.
MANDO MECÁNICO		Leva general.
		Rodillo o final de carrera.
MANDO ELÉCTRICO		Solenoide.
MANDO NEUMÁTICO		Pilotaje neumático.

3.3.2. Elementos auxiliares: válvulas de bloqueo

Desempeñan funciones de regulación y control, es decir, bloquean o reducen el paso del aire comprimido en una dirección

También se les denomina genéricamente **válvulas**.

Entre las más habituales en un circuito neumático destacan: *válvulas antirretorno*, de *doble efecto* o *selectoras de circuito* y *reguladoras de caudal*.

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Válvula antirretorno.
	
	Válvula selectora (función "O")
	Válvula de simultaneidad (función "Y")
	Válvula de estrangulamiento con antirretorno
	Válvula de escape rápido

3.4. Actuadores neumáticos: cilindros.

Constituyen el elemento terminal de un circuito neumático. Tienen como función transformar la energía acumulada en el aire comprimido en energía mecánica mediante un movimiento rectilíneo o de vaivén. Se denominan genéricamente **cilindros**.

Un **cilindro** es un tubo de sección circular constante, cerrado por sus extremos, en cuyo interior se desliza un **émbolo** solidario con un **vástago** que atraviesa uno de los **fondos**. El émbolo divide al cilindro en dos volúmenes llamados **cámaras**. Dispone de aberturas en las cámaras por las que entra y sale aire.



Cilindro de doble efecto. Fuente: <http://saturos13.blogspot.es/>

La capacidad de trabajo de los cilindros viene determinada por dos magnitudes: la carrera y el diámetro.

- La **carrera (e)** es el desplazamiento que efectúa el émbolo en el interior del cilindro. De ella depende la **longitud (L)** de desplazamiento del vástago.
- El **diámetro (D)** determina la superficie del émbolo. Dada una determinada presión del aire, cuanto mayor sea la superficie del émbolo, mayor será la fuerza del vástago.

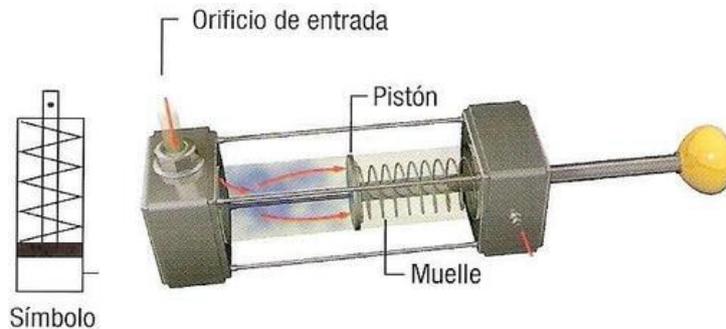
$$F = P \times S = P \times (\pi \times D^2)/4$$

Los actuadores neumáticos se clasifican en dos grandes grupos: *cilindros de simple efecto* y *cilindros de doble efecto*.

3.4.1. Cilindro de simple efecto.

El desplazamiento del émbolo por acción del aire comprimido tiene lugar solamente en el sentido de la carrera de avance. El retroceso se consigue gracias a la intervención de otra fuerza interna o externa, generalmente por la acción de un muelle de retorno incorporado en el interior del cilindro.

En este caso el cilindro sólo realiza trabajo en el sentido de la carrera de avance.



Fuente: <http://wikitecnotarraga.wikispaces.com/>

Para calcular la fuerza efectiva además de la presión del aire y el diámetro del émbolo, hay que considerar la resistencia que opone el resorte y el rendimiento del cilindro.

$$F_e = \eta \cdot (P \cdot \pi \cdot (D^2 / 4) - E)$$

F_e : Fuerza efectiva (N)

η : Rendimiento

P : Presión del aire (Pa)

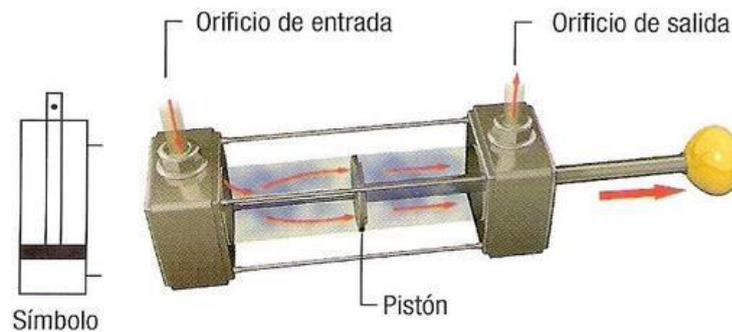
D : Diámetro del émbolo (m)

E : Resistencia del muelle (N)

3.4.2. Cilindro de doble efecto

El desplazamiento del émbolo se lleva a cabo en los dos sentidos, es decir, en la carrera de avance y en la carrera de retroceso. Esto supone la existencia de orificios de alimentación en cada una de las cámaras.

El cilindro de doble efecto realiza trabajo en los dos sentidos: avance y retroceso.



Fuente: <http://wikitecnotarraga.wikispaces.com/>

En la carrera de avance no hay que vencer la resistencia de ningún muelle. Por tanto, la fuerza efectiva (F_{ea}) que puede proporcionar el vástago viene dada por:

$$F_e = \eta \cdot P \cdot \Pi \cdot (D^2/4)$$

En la carrera de retroceso, la fuerza efectiva, (F_{er}) es menor, ya que hay que considerar la disminución de superficie debida al vástago, con lo que la expresión matemática queda:

$$F_e = \eta \cdot P \cdot \Pi \cdot (D^2 - d^2)/4$$

d: diámetro del vástago (m)

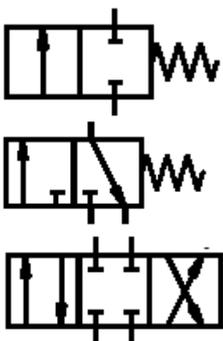
3.4.3. Comparación entre los cilindros de simple efecto y de doble efecto.

Los cilindros de doble efecto son los más utilizados a nivel industrial, ya que presentan una serie de ventajas frente a los de simple efecto:

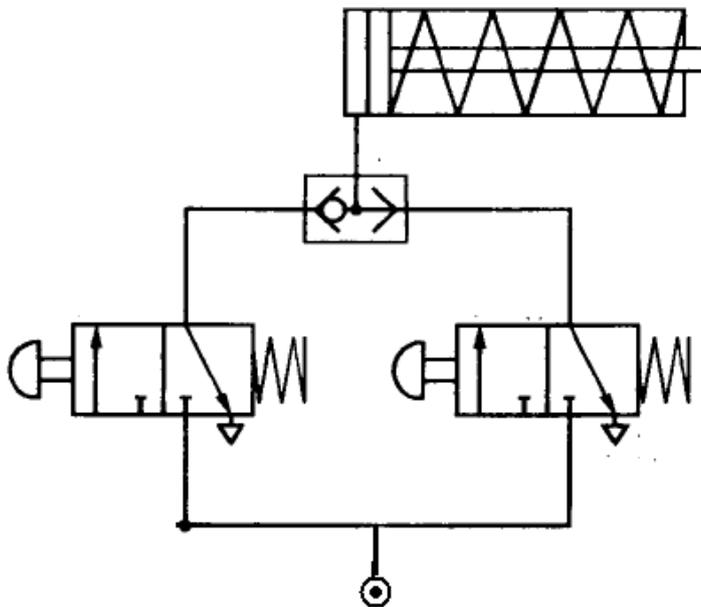
- Pueden desarrollar trabajo en ambos sentidos
- No hay pérdida de esfuerzo por compresión del muelle de retorno
- Su régimen de funcionamiento se puede ajustar con mucha precisión
- La carrera, tanto de avance como de retroceso, corresponde a toda la longitud del cilindro.

EJERCICIOS

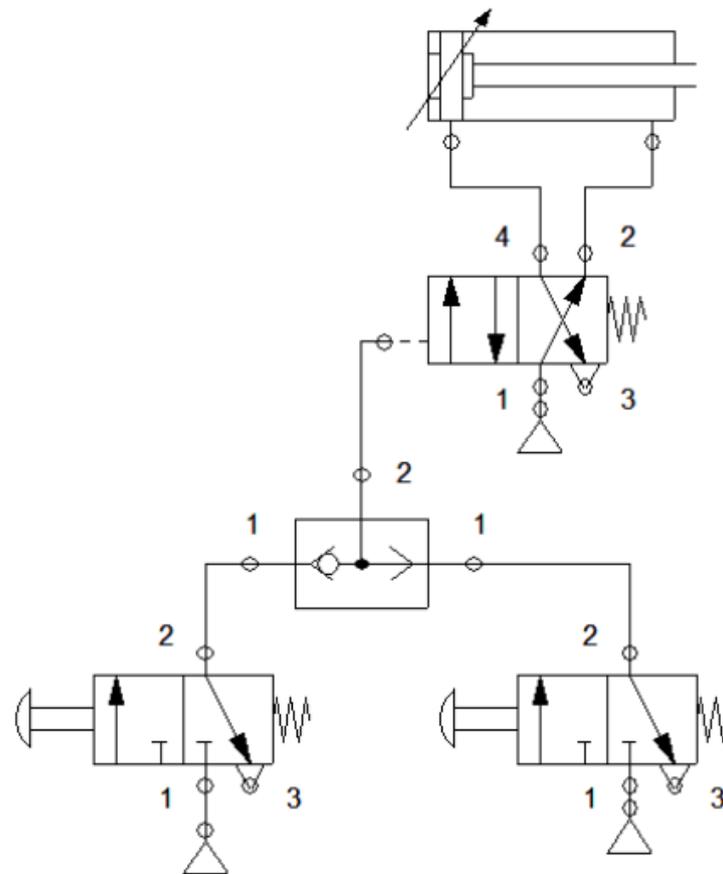
1. Explica las características de las siguientes válvulas



2. Representa utilizando la simbología adecuada:
- Válvula 2/2 NC con mando por rodillo y retorno por resorte
 - Válvula 3/2 NA con mando manual por palanca y retorno por resorte
 - Válvula 5/2 NA con mando y retorno neumáticos
 - Válvula 2/2 NC con mando por pulsador y retorno neumático
 - Válvula 5/3 NC con mando manual y retorno por resorte
 - Válvula 3/2 NC con mando por palanca y retorno por resorte
 - Válvula 5/3 con mando y retorno neumático
 - Válvula 2/2 NC con mando por pulsador y retorno por resorte
 - Válvula 4/2 NC con mando eléctrico y retorno neumático
 - Válvula 5/3 con mando por pedal y retorno por resorte
 - Una válvula 5/2 NA con mando manual y retorno neumático
 - Mando de un cilindro de simple efecto mediante dos válvulas 2/2 con mando manual y retorno por resorte
 - Mando de un cilindro de simple efecto mediante una válvula 3/2 NC con mando mecánico por pedal y retorno neumático
 - Mando de un cilindro de doble efecto mediante dos válvulas 3/2 NC con mando manual y retorno por resorte
3. Describe el funcionamiento del siguiente circuito e identifica los elementos representados:



4. Describe el funcionamiento del siguiente circuito e identifica los elementos representados:



5. Representa simbólicamente los siguientes circuitos:

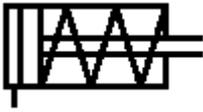
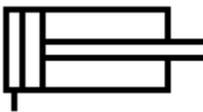
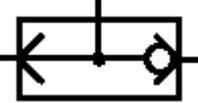
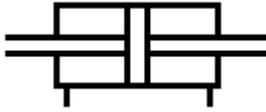
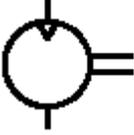
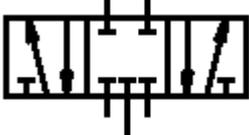
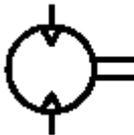
- Mando de un cilindro de simple efecto mediante dos válvulas 2/2 con mando manual y retorno pro resorte
- Mando de un cilindro de simple efecto mediante una válvula 3/2 NC con mando mecánico por pedal y retorno neumático
- Mando de un cilindro de doble efecto mediante dos válvulas 3/2 NC con mando manual y retorno por resorte

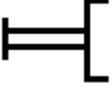
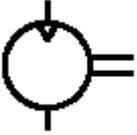
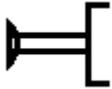
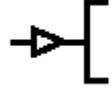
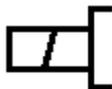
PROBLEMAS

- Expresa en Pa una presión de 2,5 atm (253 250Pa) ✓
- Expresa en atm una presión de 6,5 bar (6,42 atm) ✓
- Expresa en bar una presión de 4,75 atm (4,81 bar)
- Expresa en unidades del SI una presión de 3 atm y una de 6,75 bar ($303\,900\text{Pa}$ y $6,75 \cdot 10^5\text{ Pa}$)
- Calcula en m^3/h el caudal de una conducción por la que circulan 250l de aire cada minuto ($15\text{m}^3/\text{h}$) ✓
- Determina en l/min el caudal de una tubería por la que circulan $2,4\text{ m}^3$ de aire durante media hora (80l/min)
- Enumera dos máquinas, herramientas o dispositivos que funcionen mediante energía neumática. Indica su función y las ventajas que supone emplear esta forma de energía frente a otras posibles.
- Dibuja el esquema de un circuito eléctrico provisto de un generador, un fusible, un interruptor y un motor eléctrico. Indica qué elementos serían sus equivalentes en un circuito neumático.
- Compara un cilindro de simple efecto con otro de doble efecto

10. Determina la fuerza ejercida por el émbolo de un cilindro sabiendo que tiene 50 cm^2 de superficie y que la presión neta ejercida sobre él es de 4 bar. (2000 N) ✓
11. Determina el trabajo efectivo que realizará un cilindro de simple efecto de 80 mm de diámetro y 20 mm de carrera sabiendo que está sometido a una presión de 6 bar, que la resistencia del muelle se estima en 251 N y que el rendimiento es del 65% (35,92 J) ✓
12. Calcula la fuerza efectiva en el avance y en el retroceso que desarrolla un cilindro de doble efecto sometido a una presión de 10 bar sabiendo que su rendimiento es del 70% y que los diámetros del émbolo y del vástago son, respectivamente, 20 mm y 8 mm. (avance= 219,8 N y retroceso= 184,6 N) ✓
13. Confecciona el esquema de un grupo compresor provisto de los elementos siguientes: filtro previo, compresor, motor auxiliar, refrigerador, depósito y lubricador. Indica la función de cada uno de los elementos anteriores.
14. Calcula la fuerza ejercida por el émbolo de un cilindro neumático sabiendo que tiene 20 cm de diámetro y que la presión ejercida sobre él es de 4 bar. (12 560 N)
15. Calcula la fuerza efectiva de un cilindro de simple efecto de 50 mm de diámetro si la presión ejercida es de 5 atm, la resistencia del muelle es de 100 N y el rendimiento estimado del 70% ((625,8 N)
16. Averigua la presión de aire que hay que utilizar en un cilindro de 100 mm de diámetro y del 60% de rendimiento para obtener una fuerza efectiva de 1500 N si la resistencia del muelle interno se estima en 350 N (3,63 bar)
17. Determina el rendimiento de un cilindro de doble efecto de 12 mm de diámetro sabiendo que al aplicarle una presión de 10 bar se obtiene una fuerza de empuje de 66 N (58%)
18. Calcula la fuerza efectiva en el avance y en el retroceso que desarrolla un cilindro de doble efecto sometido a una presión de 9,5 bar sabiendo que su rendimiento es del 60% y que los diámetros del émbolo y el vástago son, respectivamente, 16 mm y 5 mm (114, 5 N y 103,4 N)
19. Calcula el trabajo efectivo que desarrolla un cilindro de doble efecto sabiendo que la carrera de avance es de 120mm y el esfuerzo efectivo de empuje, de 188 N (22,56 J)
20. A continuación se enumeran una serie de posibles aplicaciones de los actuadores neumáticos, relaciona cada una de ellas con un posible ejemplo concreto: apriete, parada, ensamblado, conformado y pivotamiento
21. Averigua la presión de aire que hay que utilizar en un cilindro de simple efecto de 80 mm de diámetro y del 65% de rendimiento para obtener una fuerza efectiva de 1600 N si la resistencia del muelle interno se estima en 250 N (5,39 bar)
22. Determina el rendimiento de un cilindro de simple efecto de 16 mm de diámetro que genera un empuje de 55 N al aplicarle una presión de 5 bar si la resistencia del muelle se estima en 8 N (59%)
23. Calcula la fuerza efectiva en el avance y en el retroceso que desarrolla un cilindro de doble efecto sometido a una presión de 9 bar sabiendo que su rendimiento es del 55% y que los diámetros del émbolo y del vástago son, respectivamente, 20mm y 8 mm (155N y 131 N)

ANEXO - SIMBOLOGÍA

ACTUADORES		VÁLVULAS	
	Cilindro de efecto simple. Retorno por muelle		Regulador de caudal unidireccional.
	Cilindro de efecto simple. Retorno por fuerza exterior		Válvula selectora.
	Cilindro de doble efecto		Antirretorno.
	Cilindro doble efecto con amortiguador		Antirretorno con resorte.
	Cilindro con doble vástago		Regulador de caudal.
	Motor neumático de un sentido		Válvula 5/3.
	Motor neumático de dos sentidos		Válvula 5/2.
TRATAMIENTO DEL AIRE		ACCIONAMIENTOS	
	Filtro		Enganche con enclavamiento.
	Lubrificador		Pulsador de emergencia. Seta.

	Unidad de acondicionamiento		Pulsador en general.
	Compresor		Tirador.
	Manómetro		Accionamiento por rodillo.
	Depósito		Accionamiento por presión.
			Electroválvula.
			Accionamiento por Palanca.
			Accionamiento por Pedal
			Retorno por muelle.