

Circuitos neumáticos y oleohidráulicos:

Neumática. Conceptos básicos.

Neumática es una palabra de origen griego **pneuma** , que significa respiración o soplo. En Tecnología, **es la parte de la ciencia que se encarga del estudio del aire, su comprensión y su empleo para transmitir energía** .



Imagen de [J.Aramberri](#) en Flickr. [Algunos derechos reservados](#)

El uso del aire se remonta miles de años atrás, ya que hacia el año 2000 a.e. hay constancia del uso de fuelles, que utilizaban vejigas de carneros, para avivar el fuego y enriquecer la

combustión.

Desde entonces hasta que el año 1776 en el que John Wikinson construyó la primera máquina sopladora, su posterior desarrollo ha generado el despegue de una tecnología profusamente empleada y con enormes expectativas de desarrollo, al fusionarse con otras como la microelectrónica y la informática, dando lugar a la llamada tecnología electroneumática.

Pero, **¿por qué este interés en utilizar el aire?** Algunos de los motivos que han provocado este llamativo desarrollo son:

- El que la materia prima es aire atmosférico, que es abundante, barato, fácil de captar, limpiar, comprimir, almacenar y transportar, sin que se degrade ni alteren sus características ni prestaciones, lo que da lugar a una tecnología enormemente limpia.
- Una enorme versatilidad y gran velocidad de respuesta en el trabajo.
- Las posibles fugas de aire comprimido que pudieran producirse no son peligrosas, ni provocan contaminación ambiental.
- No es explosivo ni deflagrante, por lo que es especialmente indicado en ambientes de trabajo peligrosos

Reflexiona

Eres parte de una consultora de ingeniería, a la que piden consejo. Resulta que van a instalar una harinera con unos grandes silos y lógicamente van a necesitar maquinaria para la manufactura y almacenaje del trigo y la harina.

Pueden elegir maquinaria eléctrica o neumática ¿qué aconsejarías tú?

Una harinera produce harina, que es un polvo muy fino, lo que genera un ambiente polvoriento en extremo. Un ambiente de estas características tiene muy alto riesgo de deflagración o explosión, por lo que, por ejemplo, una chispa eléctrica puede resultar peligrosa, mientras que un escape de aire no produciría ningún efecto peligroso.

Por esto nuestro genio despistado aconsejará maquinaria neumática

1. Propiedades del aire. Leyes de los gases perfectos.

El aire tiene una serie de propiedades y características que se deben analizar para su correcta aplicación en instalaciones neumáticas:

- Es capaz de reducir su volumen cuando es sometido a esfuerzos externos de compresión
- Cuando ocupa un recipiente elástico, se reparte uniformemente dentro de él
- Presenta un coeficiente de viscosidad muy reducido por lo que tiene una gran facilidad de fluir por las conducciones adecuadas

Para estudiar las propiedades del aire, necesitamos saber, primero qué **MAGNITUDES** se emplean para el estudio del aire y luego la **LEYES** que rigen el comportamiento del aire.

Vamos con las MAGNITUDES. Definimos:

- El **Caudal**
- La **Presión**



Caudal , es la cantidad de aire comprimido (**V** olumen), que atraviesa una sección de la conducción en la unidad de **t** iempo. O **S** ección de una conducción por la **v** elocidad del fluido que lo atraviesa

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}} = \frac{V}{t} = \frac{S \cdot l}{t} = S \cdot v$$

Donde:

Q=caudal (m ³ /s)	S=sección (m ²)	t=tiempo (s)
V=volumen (m ³)	l=longitud (m)	v=velocidad (m/s)



Presión , se define como el cociente entre una fuerza aplicada perpendicularmente a una superficie y el valor de la superficie.

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

La presión se expresa de distinto modo, según el sistema de unidades utilizado:

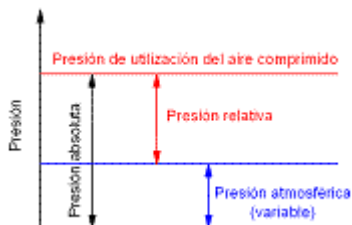
- En el *Sistema Internacional* la unidad es: 1 Pascal=1N/m²
- En el *Sistema Cegesimal* la unidad es 1 baria=1dina/cm² , esta es una unidad muy pequeña por lo que se emplea un múltiplo que resulta ser: 1 bar=10⁶ barias.
- En el *Sistema Técnico* la unidad es: 1kp/cm² .

En las aplicaciones neumáticas, según sean los autores de los textos, se emplean indistintamente cualquiera de las unidades, admitiéndose las siguientes equivalencias:

$$1\text{bar}=1\text{atm}=1\text{kp/cm}^2=100\text{KPa}=10^5\text{ Pa}.$$

Para saber más

La presión en la superficie de la Tierra es la presión atmosférica que es la que suele tomarse como referencia y que suele denominarse **presión relativa** , por ejemplo si el aire comprimido de una instalación neumática está a 6 bares, quiere decir que tiene una presión superior a la atmosférica en 6 bares, se mide con unos instrumentos llamados **manómetros** .



Leyes de los gases perfectos

Una vez vistas las magnitudes pasamos a conocer la leyes.

Haremos mención a las leyes que tienen más aplicación para el campo de la neumática, para lo que es necesario interpretar que el aire se comporta como un gas perfecto. Vamos a ver:

- El Principio de Pascal
- Ley de Boyle-Mariott
- Ley de Gay-Lussac
- Ley de Charles

Y el resumen de todas ellas que el la **Ecuación general de los gases perfectos**



Principio de Pascal, según el cual la presión ejercida en un punto cualquiera de una masa gaseosa, se transmite por igual y en todas las direcciones. Es decir en dos puntos distintos de un circuito neumático se debe cumplir:

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

En esta ley se basa el principio de las prensas hidráulicas.

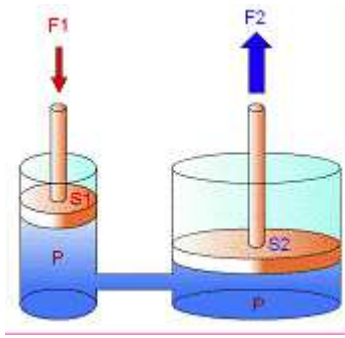


Imagen de elaboración propia

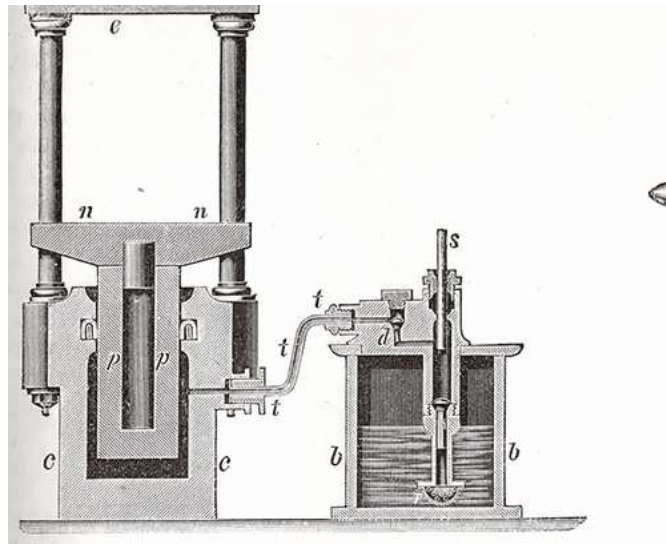


Imagen de [Kogo](#) en Wikimedia Commons b

Ejercicio resuelto

Estos ejercicios son aplicación directa de las leyes explicadas, por lo que no se resuelven, sólo se indica la solución.

Ejercicio

¿Qué fuerza se debe aplicar sobre un émbolo de 10 cm^2 de superficie, de un circuito hidráulico, con el que se pretende elevar un automóvil de 1200 kg de masa, que se apoya sobre un émbolo de una superficie de 100 cm^2 ?

Sol. $F=120 \text{ kg}$ fuerza.

Ejercicio

En un taller se dispone de dos cilindros unidos mediante una tubería, las secciones de los pistones son: $S_1 = 10 \text{ mm}^2$ y $S_2 = 40 \text{ mm}^2$. Si para levantar un objeto se le tiene que aplicar una fuerza $F_2 = 40 \text{ N}$ sobre el pistón del segundo cilindro. ¿Cuál será la fuerza F_1 , que se tiene que realizar sobre el primer pistón?

Sol. $F_1 = 10 \text{ N}$.

Ejercicio

En una prensa hidráulica, podemos realizar una fuerza máxima de 80 N . sobre el primer pistón, las secciones de los émbolos son de 40 cm^2 y 200 cm^2 . ¿Cuál es la fuerza máxima que podrá desarrollar el segundo pistón?

Importante

Ley de Boyle-Mariotte, a temperatura constante, el volumen de un gas confinado en el interior de un recipiente rígido, es inversamente proporcional a la presión absoluta.

Es decir para una determinada cantidad de gas, el producto de la presión absoluta y el volumen, es una cantidad constante.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_3 \cdot V_3 = \dots = \text{Constante}$$

Para saber más

Ley de Boyle-Mariotte, a temperatura constante, el volumen de un gas confinado en el interior de un recipiente rígido, es inversamente proporcional a la presión absoluta.

Es decir para una determinada cantidad de gas, el producto de la presión absoluta y el volumen, es una cantidad constante.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_3 \cdot V_3 = \dots = \text{Constante}$$

a su temperatura absoluta, expresada en grados Kelvin, lo que se representa por la expresión:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Ley de Charles , a volumen constante, la presión de una determinada cantidad de masa gaseosa es directamente proporcional a su temperatura absoluta, expresada en grados Kelvin, lo que se representa por la expresión:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Ecuación general de los gases perfectos

Todas las leyes anteriores se pueden resumir en la ecuación:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Ecuación general de
los gases perfectos

Ejercicio resuelto

De nuevo, estos ejercicios son aplicación directa de las leyes explicadas, por lo que no se resuelven, sólo se indica la solución.

Ejercicio

Un cilindro contiene 2m³ de aire comprimido con una presión de 300 KPa, se ejerce una fuerza sobre el émbolo lo que provoca una disminución del 20% de su volumen, durante todo el proceso se mantiene constante la temperatura. Calcula:

- Cuanto ha aumentado la presión (expresada en bar)
- Valor de la fuerza aplicada si el émbolo tiene una superficie de 100 mm².

Ejercicio

Un depósito contiene un volumen de $V_1=2,5 \text{ m}^3$ de aire que se encuentra a una temperatura de 18°C a una presión de 6 bar. Determina cual será el volumen, si manteniendo constante la presión el aire ha adquirido una temperatura de 57°C .

Sol. $V_2=2,835 \text{ m}^3$.

Si tenemos una jeringuilla que contiene $0,02 \text{ m}^3$ de aire comprimido con una presión de 1,5bar, ¿cuál será el volumen que ocuparía el aire si aumentamos la presión hasta 3 bar?

Sol. $V_2=0.01 \text{ m}^3$.

Un pistón cerrado contiene un volumen de aire de 300 mm^3 sometido a una presión de 400000Pascales ¿Cuál será su volumen si se incrementa su presión hasta 800000 Pascales?

Sol. $V_2=150 \text{ mm}^3$

2. Producción de aire comprimido.

Curiosidad

En la **historia inicial** , te hablábamos de las puertas de un autobús y de su característico "pfsss..." de apertura. Vamos a empezar a describir los circuitos neumáticos en general.

El circuito de apertura puertas del autobús, es un caso particular de uno de estos circuitos.

Los circuitos neumáticos están constituidos fundamentalmente por los siguientes elementos:

- **Compresor** , que capta el aire de la atmósfera y le confiere la presión adecuada
- **Acondicionador** de aire
- **Depósito** acumulador
- **Redes** de distribución y aplicaciones neumáticas, constituidas por elementos de control, y actuadores.

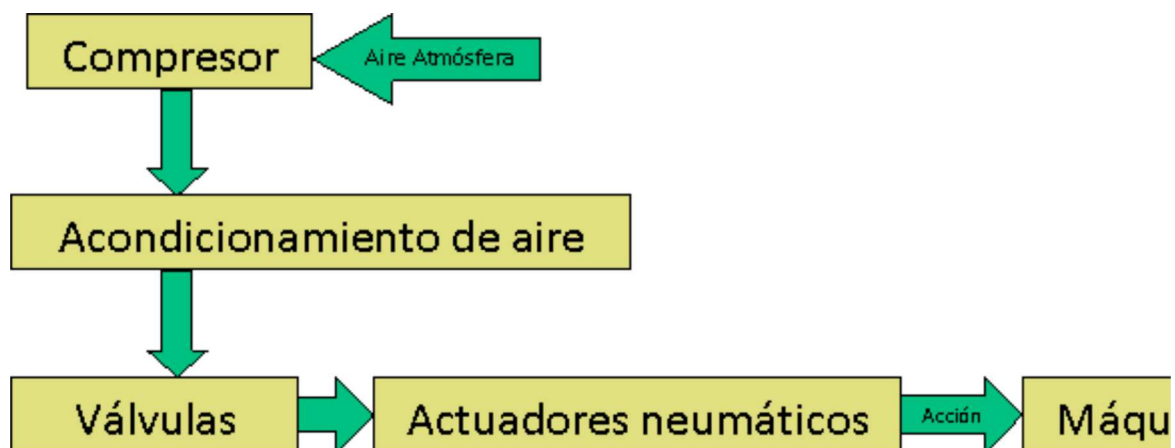


Imagen de elaboración propia

Se debe procurar que la captación de aire para alimentar al compresor sea de aire lo más fresco, seco y limpio posible, para procurar alargar la vida de los equipos, por lo que se deben eliminar todas aquellas partículas de productos indeseables, polvo, humedad, óxidos metálicos,...

A diferencia del aire que transporta residuos de la *historia inicial* , el de los circuitos neumáticos debe estar lo más limpio posible.

Es muy importante elegir el compresor idóneo para el tipo de aplicación a que se va a destinar.

2.1. El Compresor

Importante

Son máquinas rotativas, movidas por motores, generalmente eléctricos, aunque también pueden ser térmicos (de gasolina o diesel), destinadas a captar aire atmosférico y elevar su presión, existen dos tipos básicos de compresores:

Volumétricos , en éstos el aire se introduce en una cámara y su volumen se reduce aumentando la presión, es el principio en que se basan los compresores de émbolo.

Dinámicos , en éstos el aire aspirado va aumentando la velocidad de trasiego según avanza a través de distintas cámaras, transformando su energía cinética en energía de presión.

El **símbolo** del compresor para representarlo en un esquema es el siguiente:

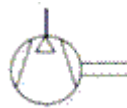


Imagen de elaboración propia

Los compresores más empleados son:

Compresor de émbolo

Aspira el aire a la presión atmosférica y lo comprime .

Durante el **tiempo de admisión** , la biela-manivela gira arrastrando el émbolo hacia abajo y la válvula de admisión deja entrar aire, hasta el punto muerto inferior.

En el **tiempo de escape** la válvula de admisión se cierra, y al ascender el émbolo comprime el aire, abre la válvula de escape y provoca la circulación del aire comprimido.



Imagen de [R.Castelnuovo](#) en Wikimedia

Commons bajo licencia [CC](#)

Compressor de émbolo de dos etapas

Su función anterior aspira una cantidad de movimiento.

Este compressor de acción adecuada para cuando se emplee en instalaciones de industrias alimentarias, farmacéuticas,...

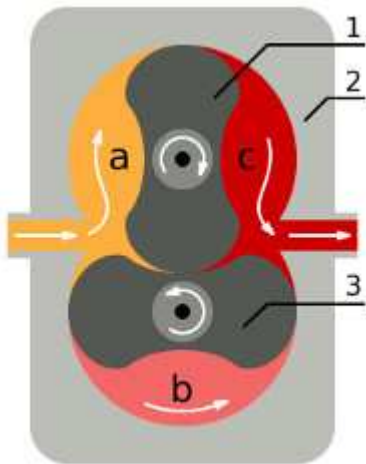


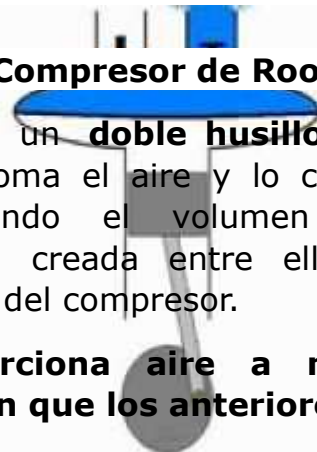
Imagen de [Inductivelab](#) en Wikimedia Commons bajo licencia [CC BY-SA](#)

Diagrama de émbolo de 2 etapas

Compressor de Roots

Compressor de Roots

Si se emplea un doble husillo, que al girar toma el aire y lo comprime reduciendo el volumen en la cámara creada entre ellos y el cuerpo del compresor. Proporciona aire a mayor presión que los anteriores.



de la al a una presión de la debe tapas or de

calor que reduzca la temperatura del aire para que ésta no sea peligrosa para los equipos.

Compressor radial de paletas

Un rotor excéntrico, provisto de paletas gira en un hueco cilíndrico, la fuerza centrífuga comprime las paletas contra la pared.

La aspiración se realiza cuando el volumen de la cámara es grande y provoca la compresión al disminuir el volumen progresivamente hacia la salida.

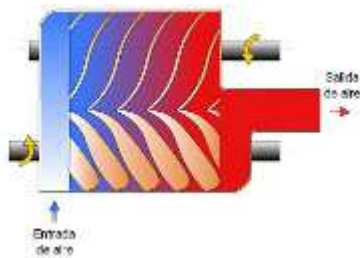
Se obtienen presiones de hasta 1000 kPa



(10 bar), con
caudales de
hasta 15
 m^3/minuto .

Imagen de [Ub](#) en Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#)

Compresor de tornillo



Compresor de tornillo

El proceso de aspiración y compresión es producida por dos tornillos que engranan y giran en sentido opuesto. La compresión se realiza axialmente.

Pueden obtenerse presiones de 1000 kPa (10 bar) y caudales elevados, de hasta $20 \text{ m}^3/\text{minuto}$.

Reflexiona

Viendo la imagen 14, ¿de qué tipo de compresor crees que se trata?



2.2. Acondicionamiento del aire.

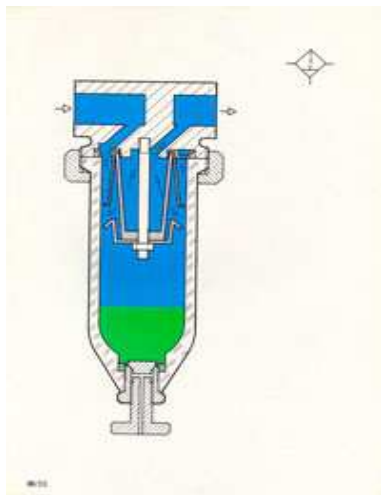
Las instalaciones de aire comprimido aspiran suciedad, aceite, agua,... Un mal acondicionamiento del aire provoca en las instalaciones fallos del tipo: Válvulas agarrotadas por el aceite depositado. Silenciadores taponados. Exceso de agua condensada en el filtro de aire. Desgaste rápido de juntas. Envejecimiento prematuro de los equipos.

Importante

Para que el aire comprimido llegue en condiciones óptimas de limpieza, presión y lubricación al circuito. Éste se hace pasar por una serie de elementos que constituyen el equipo de acondicionamiento del aire, formado por:

- Filtro
- Regulador de presión
- Lubricador

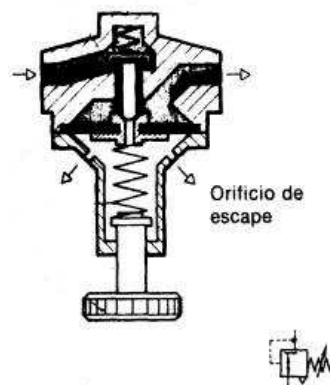
Filtro



Impide que el polvo y las partículas arrancados de las conducciones, circulen por la instalación. También condensa el vapor de agua existente en el aire.

Las partículas más finas son retenidas por el

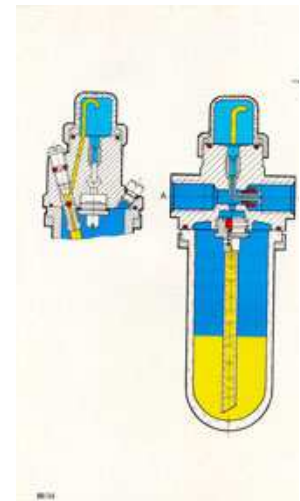
Regulador de presión



Ajusta la presión en el circuito a un valor deseado.

Cuando el aire comprimido supera la presión establecida se produce un escape de aire a la atmósfera para limitarla.

Lubricador



El aire es dotado una fina neblina de aceite.

De este modo las piezas móviles de los elementos neumáticos se proveen de lubricante, disminuyéndose el rozamiento y el

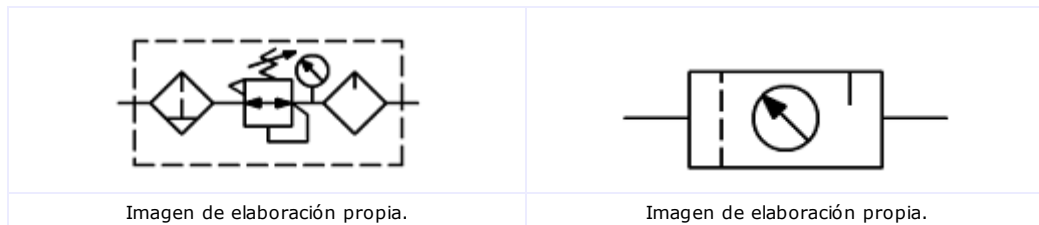
cartucho filtrante.

desgaste.

El cartucho del filtro se debe limpiar o sustituir con la frecuencia necesaria.



El símbolo que representa la unidad de acondicionamiento o mantenimiento de aire es cualquiera de los mostrados en las imágenes, en el primero se observan claramente cada uno de los elementos del equipo, aunque por simplicidad se suele emplear el segundo símbolo. La tercera imagen muestra el aspecto real de la unidad de acondicionamiento.



Además de la unidad de acondicionamiento, es necesario disponer de suficiente cantidad de aire para operar. Para ello se usa un acumulador.

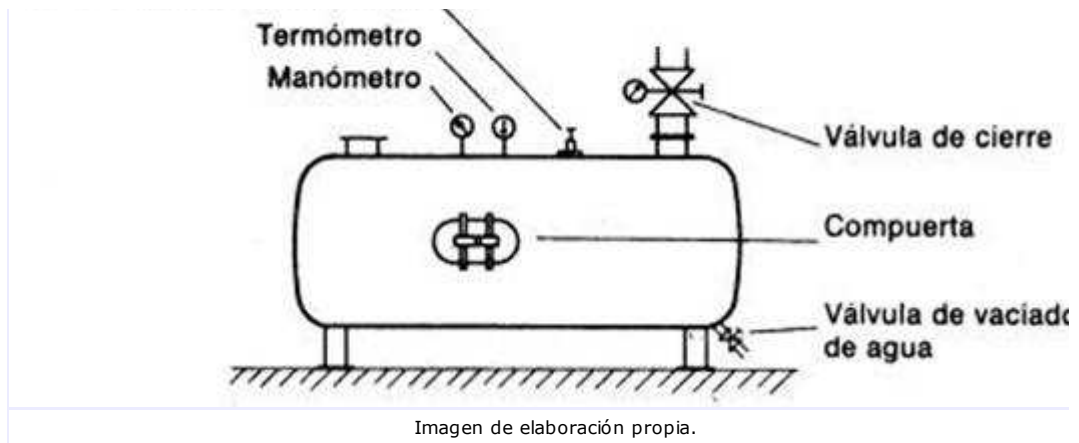


Acumulador

Su función es almacenar el aire comprimido que proporciona el compresor una vez acondicionado. Su función principal consiste en adaptar el caudal del compresor al consumo de la red de distribución.

Debe cumplir varios requisitos; entre ellos: disponer de una puerta para inspección interior, un grifo de purga, un manómetro, válvula de seguridad, válvula de cierre, e indicador de temperatura.

Puede colocarse horizontal o verticalmente, pero a ser posible alejado de toda fuente calorífica, para facilitar la condensación del vapor de agua procedente del compresor



2.3. Distribución de aire comprimido.

Las redes de distribución de aire comprimido surgen para poder abastecer de aire a todas las máquinas y equipos que lo precisen, por lo que se debe tender una **red de conductos** desde el compresor y después de haber pasado por el acondicionamiento de aire, es necesario un **depósito acumulador**, donde se almacene aire comprimido entre unos valores mínimos y máximos de presión, para garantizar el suministro uniforme incluso en los momentos de mayor demanda.

El **diámetro de las tuberías** se debe elegir para que si aumenta el consumo, la pérdida de presión entre el depósito y el punto de consumo no exceda de 0,1 bar. Cuando se planifica una red de distribución de aire comprimido hay que pensar en posibles ampliaciones de las instalaciones con un incremento en la demanda de aire, por lo que las tuberías deben dimensionarse holgadamente.

Las conducciones requieren un **mantenimiento periódico**, por lo que no deben instalarse empotradas; para favorecer la condensación deben tenderse con una **pendiente de entre el 1 y el 2%** en el sentido de circulación del aire, y estar dotadas a intervalos regulares de **tomas por su parte inferior**, con las **purgas** correspondientes para facilitar la evacuación del condensado.

Las tomas para enlazar con los puntos de consumo siempre deben producirse **por la parte superior de las tuberías**, para evitar el arrastre de agua condensada en las tomas de aire, que lógicamente, debido a su mayor densidad, circulará por la generatriz inferior de la conducción.

En general las redes de distribución **suelen montarse en anillo**, con conexiones transversales que permitan trabajar en cualquier punto de la red, instalándose **válvulas de paso** estratégicamente, para poder aislar una zona de la red de distribución en caso de producirse alguna avería, y que puede continuar trabajándose en el resto de la instalación.

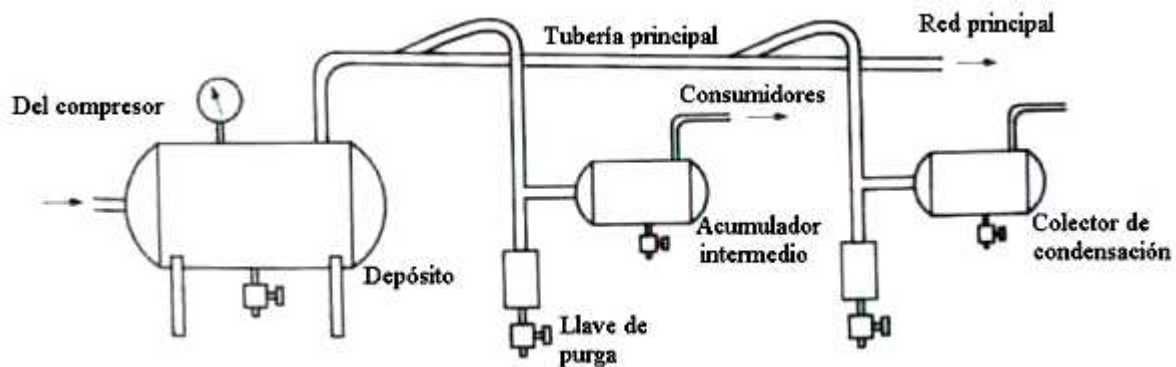


Imagen de elaboración propia.

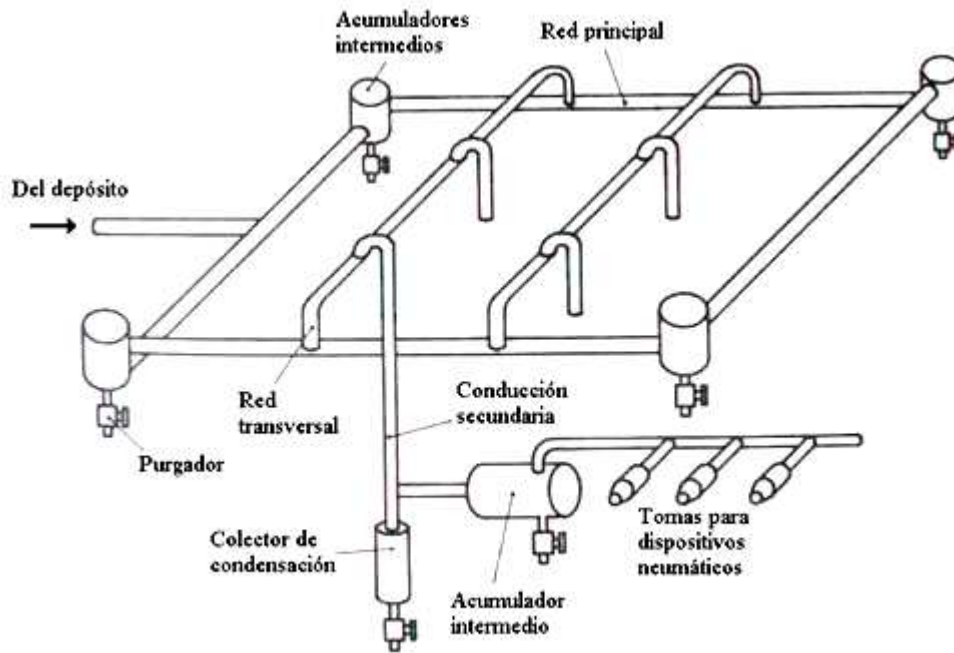


Imagen de elaboración propia.



Imagen de elaboración propia.

Los materiales adecuados para construir una red de distribución deben cumplir una serie de condiciones:

- deben asegurar bajas pérdidas de presión,
- limitación de fugas,
- ser resistentes a la corrosión,
- permitir posibles ampliaciones y tener un precio reducido.

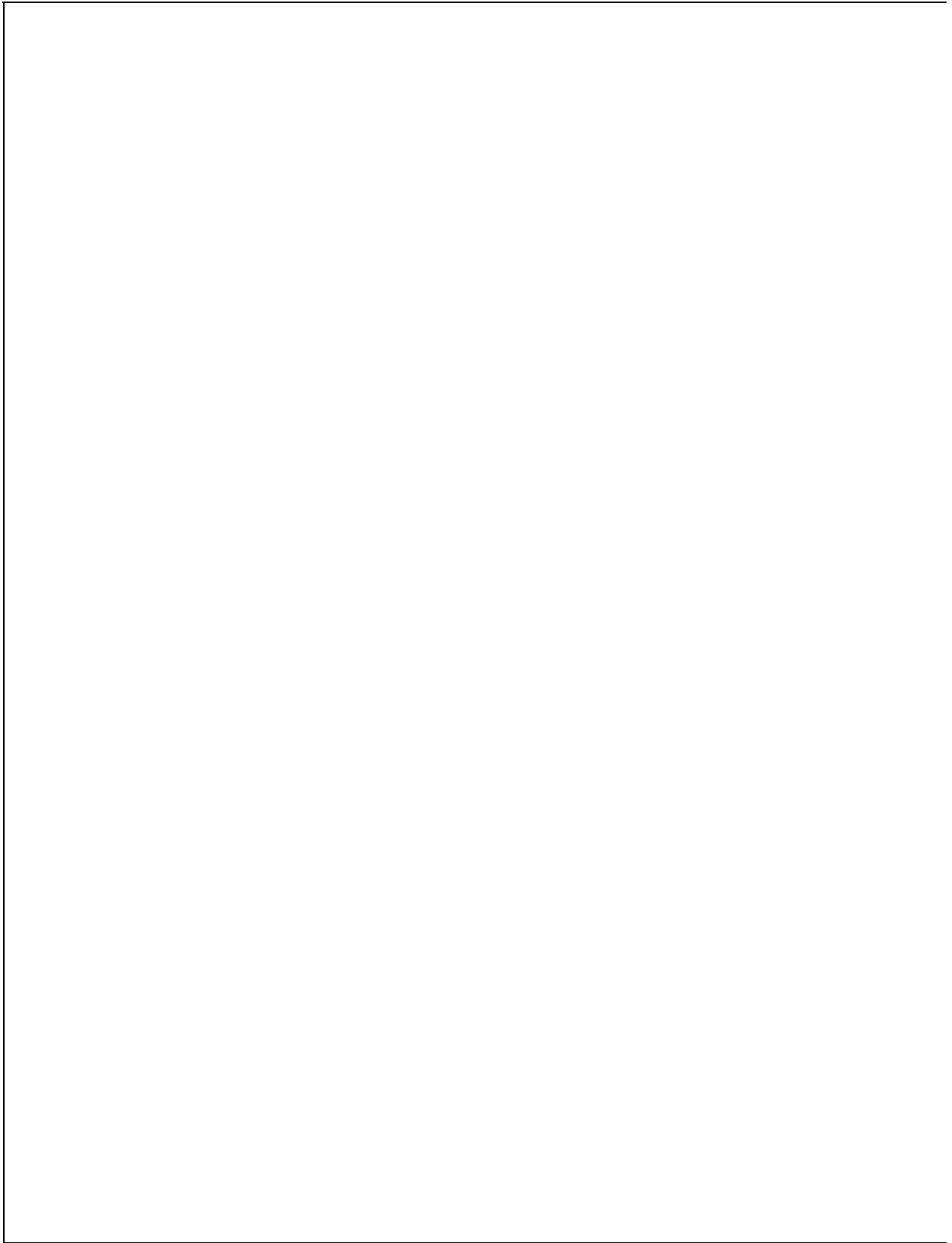
Por todo ello y para los distintos tipos de instalación, las conducciones pueden ser de: cobre, latón, acero galvanizado, polietileno o poliamida.

3. Comprueba lo que vas aprendiendo

En el portal temático aragonés de enseñanza a la Tecnología [ARATECNO](#) , tienes la siguiente y estupenda unidad didáctica de **Pilar Latorre** , donde puedes comprobar tus conocimientos adquiridos hasta el momento y repasando los del curso pasado.

Navega e interactúa con el ratón, por ahora en sus apartados: Introducción, Compresores y Actuadores. Ya más adelante podrás navegar por el resto de apartados

Si no se visualizara la navegación inferior, inténtalo con el siguiente [enlace](#)



4. Cálculo de fuerza, potencia y consumo de aire.

Curiosidad

Seguro que has ido en alguna ocasión a un parque de atracciones o a las atracciones que los feriantes ponen en las fiestas patronales de localidades importantes.

En este tipo de atracciones, en muchas ocasiones son cilindros neumáticos los que "zarandean" a los usuarios haciendo las delicias de grandes y mayores.



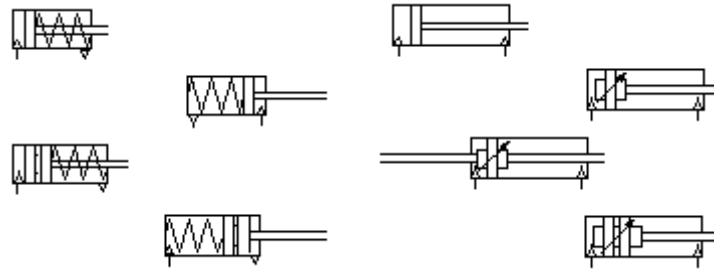
Imagen de [dimitridf](#) en Flickr. Algunos derechos reservados

Pero claro, no es lo mismo levantar un chavalín de 7 años y como mucho 40 Kilos, que dos adultos fuertes que sumen 180 Kg, el dispositivo elevador, el cilindro neumático, debe ser diferente.

A continuación, vamos a aprender a calcular la fuerza y la potencia de cilindros de doble y simple efecto para como en el caso de una atracción de feria, poder dimensionar adecuadamente el cilindro neumático.

Cálculo de la fuerza en el vástago de un CILINDRO simple efecto o doble efecto

En el curso de Tecnología Industrial I, ya estudiamos estos actuadores. También en el tema 2 de esta unidad vas a profundizar en los cilindros.



Imágenes de elaboración propia

Para calcular la fuerza que ejerce el vástago de un cilindro en sus carreras de avance o retroceso se debe partir de la presión de trabajo del aire comprimido. La fuerza desarrollada depende de la superficie útil del actuador, que será diferente según se trate de cilindros de simple o de doble efecto.

Cilindros de simple efecto

Cilindros de simple efecto

En este tipo de cilindros la presión del aire se ejerce sobre toda la superficie del émbolo. Al determinar la fuerza que realiza el cilindro, hemos de tener en cuenta que el aire debe vencer la fuerza de empuje en sentido opuesto que realiza el muelle.

En estos cilindros solamente se ejerce fuerza en el sentido de avance, es decir la fuerza que realiza el aire comprimido, cuando el cilindro regresa a su posición estable lo hace por medio de la fuerza de empuje del resorte, que exclusivamente sirve para recuperar la posición del vástago, pero es incapaz de desarrollar ningún tipo de trabajo mecánico.

A efectos de cálculo se interpreta que la fuerza del resorte es del orden del 10% de la fuerza neumática.

Sección del émbolo:

$$S = \Pi \cdot r_e^2 = \Pi \cdot \left(\frac{\phi_e}{2}\right)^2 = \frac{\Pi \cdot \phi_e^2}{4}$$

Volumen:

$$V = S \cdot e = \frac{\Pi \cdot \phi_e^2}{4} \cdot e$$

Φ_e = Diámetro del émbolo

e= Carrera del vástago (longitud)

Cálculo de la fuerza del émbolo en avance (en retroceso es debida al resorte) .

La fuerza teórica del émbolo se calcula con la siguiente fórmula:

$$F = p \cdot S$$

Donde:

S=Superficie útil.

p=Presión del aire.

Para los cálculos neumáticos se admiten las siguientes equivalencias:

$$1\text{bar}=10^5 \text{ Pa}=1\text{Atm}=1\text{Kp/cm}^2$$

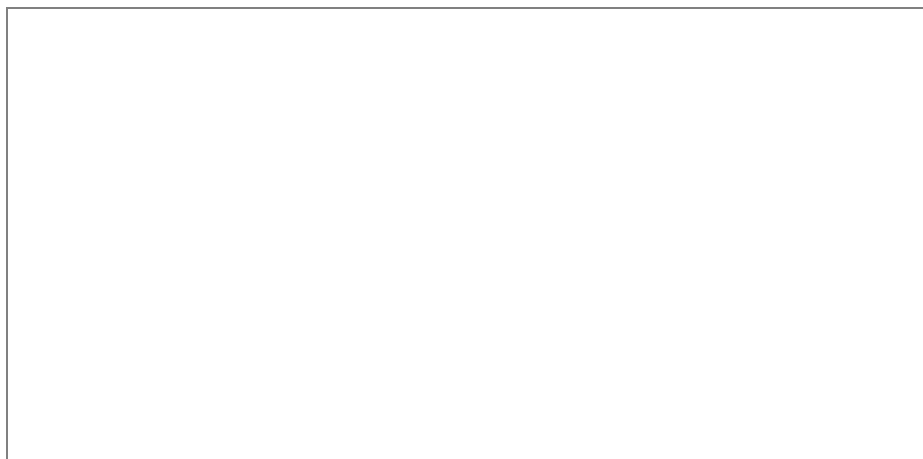
La anterior podríamos llamarla fuerza teórica o ideal, en la práctica es necesario conocer la **fuerza real** que realiza el émbolo. Para calcularla hay que tener en cuenta los rozamientos que existen, lo que provoca unas pérdidas sobre la fuerza teórica. En condiciones normales de servicio (presiones de 4 a 8 bar) se puede considerar que las fuerzas de rozamiento suponen entre un 5 a un 15% de la fuerza teórica calculada.

$$F_{real} = p \cdot S - (F_{muelle} + F_{rozamiento})$$



Antes de proseguir, observa el siguiente video donde veras una **infografía de un cilindro de doble efecto** realizada con AutoCad. Quizá verlo te ayude a comprender las explicaciones sobre este tipo de actuador neumático o hidráulico.

Si no funciona la visualización prueba a abrir [este enlace](#)





Cilindros de doble efecto

Cilindros de doble efecto

Estos cilindros desarrollan trabajo neumático tanto en la carrera de avance como en la de retroceso, lo que sucede es que la fuerza es distinta en cada uno de los movimientos, por que el aire comprimido en el movimiento de avance actúa sobre toda la superficie del émbolo, mientras que en el retroceso solamente lo hace sobre la superficie útil, que resulta de restar a la superficie del émbolo la del vástago.

Sección del émbolo en el avance:

$$S_{avance} = \frac{\Pi \cdot \phi_e^2}{4}$$

Sección del émbolo en el retroceso , (disminuida la sección en el avance por la sección del vástago):

$$S_{retroceso} = \frac{\Pi \cdot \phi_e^2}{4} - \frac{\Pi \cdot \phi_v^2}{4} = \frac{\Pi \cdot (\phi_e^2 - \phi_v^2)}{4}$$

Volumen:

$$V = V_{avance} + V_{retroceso} = \frac{\pi \cdot \phi_e^2}{4} \cdot e + \frac{\pi \cdot (\phi_e^2 - \phi_v^2)}{4} \cdot e = \frac{\pi \cdot (2 \cdot \phi_e^2 - \phi_v^2)}{4} \cdot e$$

Donde:

Φ_e = Diámetro del émbolo

Φ_v = Diámetro del vástago

e= Carrera del vástago

Cálculo de la fuerza del émbolo doble efecto, en avance y retroceso.

La **fuerza teórica** al igual que para el cilindro simple efecto en el avance, se calcula con la siguiente fórmula:

$$F = p \cdot S$$

Donde:

S=Superficie útil.

p=Presión del aire.

$$F_{real} = p \cdot S - (F_{muelle} + F_{rozamiento})$$

La fuerza real, teniendo en cuenta las pérdidas por rozamiento, quedaría así:

$$F_{realavance} = p \cdot S_{avance} - F_{rozamiento}$$

$$F_{realretroceso} = p \cdot S_{retroceso} - F_{rozamiento}$$

Ejercicio resuelto

Un cilindro de simple efecto es alimentado por aire comprimido a una presión de 8 bar, el muelle

ejerce una fuerza de 50 N, el diámetro del émbolo es de $\phi_e=30$ mm y realiza una carrera $e=50$ mm. En el desarrollo de su actividad repite 8 ciclos cada minuto, y presenta un rendimiento $\eta=85\%$. Para el caso teórico y el real.

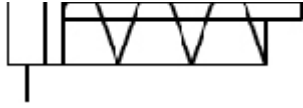


Imagen de elaboración propia

La fuerza que ejerce el cilindro.

En el caso de un cilindro de simple efecto, solamente se realiza trabajo útil en la carrera de avance, a esta fuerza se le debe restar la fuerza debida al empuje del muelle:

$$F_{avance} = p \cdot S_{embolo} - F_{muelle} = p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L$$

$$F_{avance} = 515,49N$$

Tomamos 8 bar= $8 \cdot 10^5$ Pa.

En el caso real debemos repetir el cálculo considerando el rendimiento $\eta=85\%$

$$F_{real} = F_{teorica} \cdot \eta = 515,49 \cdot 0,85 = 438,17N$$

Cálculo del consumo de aire

Se debe tener en cuenta el volumen del cilindro y el número de veces que se repite el movimiento en la unidad de tiempo, generalmente se mide en ciclos por minuto.

En el cálculo del consumo de aire se tiene en cuenta la presión de trabajo, por lo que se obtiene el consumo de aire comprimido, para conocer el consumo de aire atmosférico se parte del consumo de aire a la presión de trabajo y se aplica la ley de Boyle-Mariotte.

Ejercicio resuelto

Retomando el mismo cilindro de simple efecto del ejercicio resuelto anterior.

Queremos calcular ahora:

- El consumo de aire en condiciones normales.

aplicando la ley de Boyle-Mariotte.

Volumen de aire en un ciclo:

$$V = \frac{\pi \cdot \phi_e^2}{4} \cdot e = \frac{\pi \cdot 0,032^2 \cdot 0,05}{4} = 35,34 \cdot 10^{-6} \frac{m^3}{ciclo}$$

Consumo de la maniobra:

$$Q_{manobra} = n \cdot V = 8 \cdot \frac{ciclos}{min} \cdot 35,34 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{m^3}{ciclo} = 28272 \cdot 10^{-6} \frac{m^3}{min}$$

Ley de Boyle-Mariotte:

$$p_{atm} \cdot V_{atm} = p_{man} \cdot V_{man}$$

O lo que es lo mismo:

$$p_{atm} \cdot Q_{atm} = p_{man} \cdot Q_{man}$$

Ya que:

$$V = Q \cdot t$$

$$p_{atm} = 10^5 \text{ Pa.}$$

$$p_{man} = p_{atm} + p_{trabajo} = 10^5 + 8 \cdot 10^5 = 9 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

Por lo tanto:

$$Q_{atm} = \frac{p_{man} \cdot Q_{man}}{p_{atm}} = \frac{9 \cdot 10^5 \cdot 282,72 \cdot 10^{-6}}{10^5} = 2,54 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{min} = 2,54 \frac{l}{min}$$

Donde:

- Q_{man} = consumo de aire comprimido durante una maniobra.
- Q_{atm} = consumo de aire atmosférico durante una maniobra.

Se tiene que tomar la presión absoluta para realizar el cálculo en condiciones normales.

Potencia

La potencia es el Trabajo desarrollado por unidad de tiempo.

$$P = \frac{W}{t}$$

Como en un cilindro, la Fuerza es $p \cdot S$, podemos hacer:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot e}{t} = \frac{(p \cdot S) \cdot e}{t} = p \cdot \frac{V}{t} = p \cdot Q$$

Con lo que nos queda que para un cilindro, la potencia es:

$$P = p \cdot Q$$

Esta es la potencia real que no contabiliza las pérdidas por lo que si cuantificamos las pérdidas con μ (siendo μ un valor entre 0 y 1), tenemos que la potencia real es:

$$P_{real} = P_{ideal} \cdot \eta$$

Ejercicio resuelto

Retomando el mismo cilindro de simple efecto al que en los ejercicios resueltos anteriores hemos calculado la fuerza y el consumo de aire

Queremos ahora calcular ahora:

- La potencia que desarrolla el cilindro al realizar la maniobra

Cálculo de la potencia del cilindro en cada maniobra, en el caso teórico y real (se tienen que expresar todas las unidades en el S.I.):

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot e}{t} = \frac{(p \cdot S) \cdot e}{t} = p \cdot \frac{V}{t} = p \cdot Q$$

En el caso teórico:

$$P = p \cdot Q = 8 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 282,72 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 3,77 \text{ W}$$

En el caso real, para $\eta = 85\%$:

$$P_{real} = P_{ideal} \cdot \eta = 3,77 \cdot 0,85 = 3,2 \text{ W}$$

Longitud de carrera

La longitud de carrera en cilindros neumáticos no debe superar los 2000 mm. Para émbolos de gran tamaño y carrera larga, el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo de aire que requiere.

Además, cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía es demasiado grande. Para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal, desaconsejándose su uso.

5. Problemas resueltos

Ejercicio resuelto

Practica lo aprendido en el tema con los siguientes ejercicios

Ejercicio 1

Un cilindro de simple efecto, con retroceso por muelle, es alimentado con aceite a una presión de 1000 N/cm^2 . Si el pistón tiene un diámetro de 50mm y el muelle opone una resistencia de 800 N. Calcule la fuerza que desarrolla el cilindro.

[Descarga la solución en pdf](#)

Ejercicio 2

Un cilindro de doble efecto trabaja con aire a una presión $p=8 \text{ bar}$, su carrera es $e=50\text{mm}$, el diámetro del émbolo es $f_e=30 \text{ mm}$, y el diámetro del vástago es $f_v=10 \text{ mm}$, realiza una maniobra de 8 ciclos por minuto y en ambos movimientos presenta un rendimiento de $\eta=85\%$. Se desea calcular para el caso teórico y para el caso ideal:

- a) Fuerza ejercida en las carreras de avance y de retroceso
- b) Consumo de aire en condiciones normales durante una maniobra.
- c) Potencia producida por el cilindro durante una maniobra.

[Descarga la solución en pdf](#)

Ejercicio 3

De un cilindro neumático de doble efecto se sabe que el diámetro interior del cilindro es de 6 cm y el diámetro del vástago de 20 mm. La fuerza que proporciona el vástago en el movimiento de avance resulta ser 217,15 Kgf. También se conoce por el manual del fabricante que las fuerzas teóricas de avance son de 226,19 Kgf y en el de retroceso 201,06 Kgf.

- a) Calcule la presión a la que puede trabajar el cilindro.
- b) Calcule la fuerza real de retroceso.

[Descarga la solución en pdf](#)

Un cilindro neumático tiene las siguientes características: diámetro del émbolo 80 mm , diámetro del vástago 15 mm y 300 mm de carrera. Trabaja con una presión de 6 bar y realiza una maniobra de 9 ciclos por minuto. (Considera la presión atmosférica igual a 1bar= 10^5 Pa)

Determina: a) Fuerza teórica en el avance y el retroceso.

b) Consumo de aire en condiciones normales

[Descarga la solución en pdf](#)

Ejercicio 5

Se quiere diseñar un cilindro de simple efecto que utilice en su funcionamiento un volumen de aire de 650 cm^3 con una carrera de 250 mm ,que trabaje con una presión de 11 Kp/cm^2 .

Determina: a) Diámetro del émbolo del cilindro.

b) Fuerza real de avance, teniendo en cuenta que las fuerzas de rozamiento suponen el 10% de la fuerza teórica y el resorte realiza una fuerza equivalente al 15% de la fuerza teórica de avance.

[Descarga la solución en pdf](#)

Ejercicio 6

Un cilindro de doble efecto tiene un émbolo de 50 mm de diámetro, un vástago de 19 mm de diámetro, una carrera de 500 mm y realiza 50 ciclos cada hora. Sabiendo que la presión relativa de la red es de 6 kp/cm^2 y que el rozamiento es el 10% de la fuerza teórica del cilindro.

Determinar: a) Fuerza que desarrolla el cilindro en su carrera de avance, expresada en N

b) Fuerza que desarrolla el cilindro en su carrera de retroceso, expresada en N.

c) Consumo de aire en condiciones normales en m^3/h .

[Descarga la solución en pdf](#)

Ejercicio 7

El vástago de un cilindro neumático de doble efecto es de carrera corta y debe realizar una fuerza en el avance de 20 KN con una presión máxima de 8 bares.

Determina: a) Diámetro que debe tener el vástago si está fabricado con una material que tiene una tensión admisible de 25 Kg/mm^2 .

b) Diámetro del émbolo.

c) En esas condiciones que fuerza máxima puede realizar durante la carrera de retroceso

Ejercicio 8

Un cilindro vertical neumático se encuentra a una cierta altura en las condiciones representadas en la figura

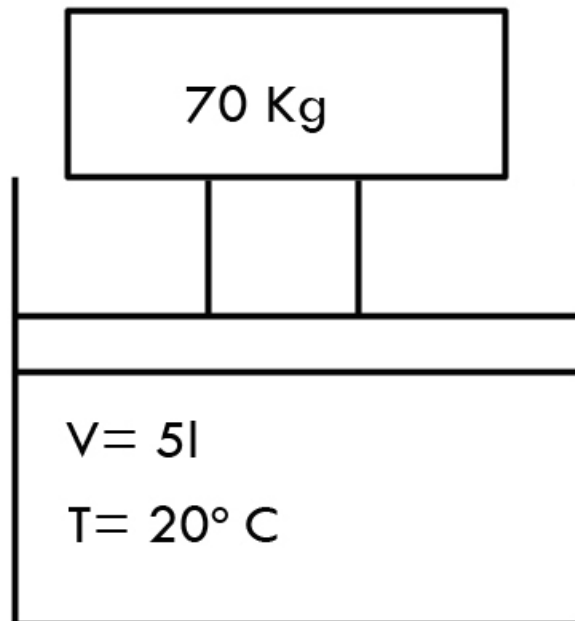


Imagen de elaboración propia

Determinar: a) ¿Qué altura ascenderá si se eleva la temperatura hasta 35°C , sabiendo que la sección del cilindro es de 10 cm^2 ?

b) ¿Qué altura descenderá si manteniéndose constante la temperatura aumentase la carga que soporta hasta 100 Kg ?

[Descarga la solución en pdf](#)

Ejercicio 9

El depósito de aire de una instalación neumática contiene 1500 litros de aire a 4 bar de presión, y a una temperatura de 8°C . Se produce una subida de temperatura alcanzándose 30°C , en esas condiciones: a) ¿Qué presión alcanzará el aire?. b) ¿Cuántos litros de aire debemos extraer para continuar con la presión original?

[Descarga la solución en pdf](#)

Ejercicio 10

Determinar: a) Diámetro mínimo del émbolo.

b) Caudal mínimo de alimentación

[Descarga la solución en pdf](#)

Ejercicio 11

Mediante un cilindro hidráulico se desea desplazar una carga de 1500 Kg , a una velocidad máxima de 30cm/s.

Sabiendo que el elemento que menos presión resiste de la instalación es el cilindro, que está diseñado para una presión máxima de 150 Kg/cm^2 , y que las pérdidas de presión entre el cilindro y la bomba son de 10 Kg/cm^2 .

Determine: a) Diámetro mínimo del cilindro, en mm, despreciando los rozamientos.

b) Caudal, en l/minuto, que debe suministrar la bomba.

c) Potencia útil en CV del motor de accionamiento de la bomba, si su rendimiento es del 75%.

[Descarga la solución en pdf](#)

Ejercicio 12

Una troqueladora es accionada mediante un cilindro de doble efecto. El desplazamiento del vástago es de 70 mm , el diámetro del émbolo mide 6cm, el del vástago 1 cm , la presión del aire es de 7 bar.

Determina: a) Fuerza en el avance y en el retroceso.

b) Volumen de aire consumido durante un minuto, sabiendo que repite doce maniobras.

[Descarga la solución en pdf](#)