

Neumática e hidráulica

Versión 1.0

Índice:

1. Introducción a la neumática	1
2. Generación de aire comprimido	1
3. Actuadores neumáticos	2
4. Válvulas neumáticas	3
5. Circuitos neumáticos básicos	4
6. Automatización neumática	5
7. Hidráulica	6

1. Introducción a la neumática

1.1. Introducción a la neumática

La neumática es la parte de la tecnología que estudia el uso del aire comprimido para producir trabajo útil.

Si ejercemos fuerza sobre el aire contenido en un recipiente cerrado, se comprime (reduce su volumen) y presiona las paredes del recipiente. El aire comprimido es una forma de almacenar energía mecánica, que puede ser usada posteriormente para producir trabajo.

Un ejemplo de trabajo realizado mediante aire comprimido es el de mover piezas a distancia. Lo podemos ver fácilmente si conectamos dos jeringas utilizando un tubo de plástico: al presionar el émbolo de una de ellas, se moverá el émbolo de la otra, impulsado por la fuerza del aire comprimido. Esto es la base de las aplicaciones de la tecnología neumática.

En los sistemas neumáticos reales se utilizan cilindros neumáticos para producir movimiento. Igual que en el caso de las jeringas, al introducir aire a presión en su interior, el émbolo se mueve y puede realizar trabajo mecánico.

1.2. Ventajas e inconvenientes de la neumática

Los sistemas neumáticos son muy utilizados en la industria. La razón es que permiten diseñar fácilmente máquinas que ejecutan movimientos muy complejos, como las que se utilizan para fabricación en cadena de productos. Los sistemas neumáticos, a diferencia de los eléctricos, no generan chispas en su funcionamiento, por lo que son muy útiles en entornos en los que se trabaja con sustancias inflamables. Como inconvenientes, son equipos más caros que los eléctricos y su funcionamiento es más ruidoso.

1.3. Ejemplos de aplicaciones de la neumática

Las aplicaciones de la neumática son muy numerosas, algunas de las más conocidas son las siguientes:

- Accionamiento de máquinas en la industria.
- Apertura y cierre de puertas de trenes y autobuses.
- Frenos en camiones y otros vehículos pesados.
- Herramientas portátiles: taladradoras, destornilladores, grapadoras, etc.

2. Generación de aire comprimido

2.1. Generación de aire comprimido

La primera parte de un circuito neumático es siempre un sistema de generación de aire comprimido.

Sus componentes principales son: compresor, acumulador o depósito, unidad de mantenimiento y conducciones.

2.2. Compresor

El compresor es una bomba de aire accionada por un motor eléctrico o un motor de combustión interna. Su función es producir aire a presión. Los dos tipos más comunes son los compresores de émbolo y los compresores de paletas. Los primeros disponen de un émbolo que se mueve alternativamente, comprimiendo el aire igual que el inflador de las ruedas de una bicicleta. Los compresores de paletas son rotativos. En una cámara cilíndrica se hace girar un rotor que tiene unas paletas que rozan las paredes. Las paletas crean cámaras de aire que se van haciendo cada vez más pequeñas. El aire entra en el compresor de paletas cuando la cámara es grande y sale cuando la cámara es pequeña. El resultado es que el aire se comprime.

2.3. Acumulador o depósito

El aire a presión generado por el compresor se acumula en un depósito de aire. El uso de un acumulador evita que el compresor tenga que estar siempre trabajando, se activará solo cuando la presión en el acumulador sea baja. Los depósitos de aire cuentan con varios dispositivos asociados, los más destacables son:

- Presostato. Su función es mantener la presión que hay dentro del depósito. Se trata de un sensor de presión que conecta o desconecta el motor que impulsa el compresor. Si la presión en el depósito baja demasiado, el presostato enciende el compresor hasta que la presión se recupera.
- Válvula de seguridad. Si hay una avería y el compresor no para de bombear aire, la presión del depósito podría llegar a ser excesiva, poniendo en peligro a la instalación y a las personas que trabajan en ella. Para impedirlo existe una válvula de seguridad que deja escapar aire al exterior en caso de que la presión sea muy alta.
- Regulador. Permite controlar la presión que se envía al circuito. Se trata de una válvula, como un grifo, que deja salir más o menos aire. Para que podamos saber la presión de salida, el regulador cuenta con un manómetro.

2.4. Unidad de mantenimiento

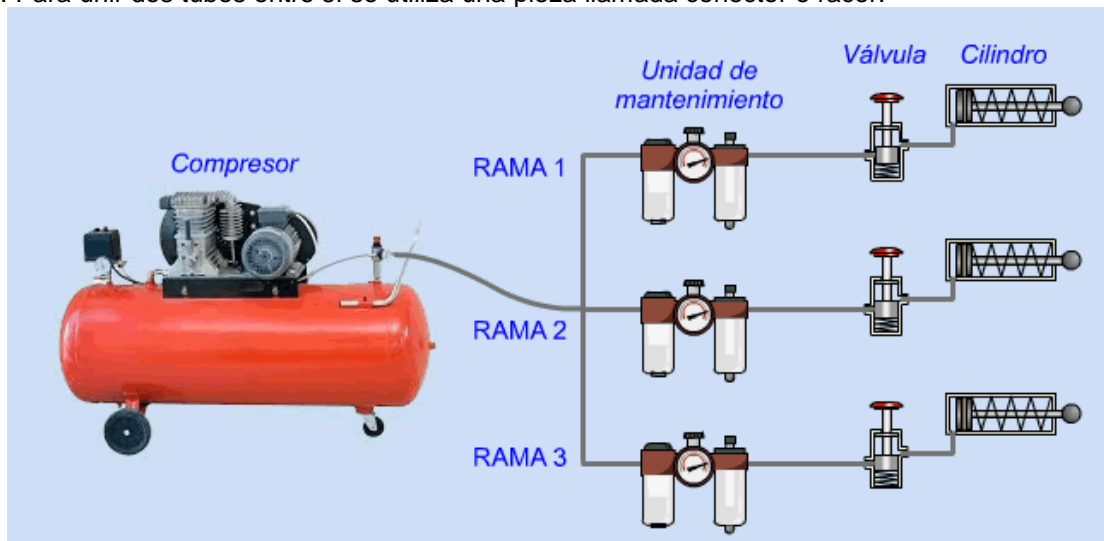
Para que una instalación neumática funcione sin problemas durante mucho tiempo, es necesario acondicionar el aire que sale del depósito de presión. Esto se consigue instalando una unidad de mantenimiento en cada rama del circuito. Cada unidad está formada por 3 elementos:

- Filtro: evita el paso de las partículas que transporta el aire.
- Regulador de presión con manómetro: permite seleccionar una presión de funcionamiento para esa rama del circuito y hace que la presión se mantenga constante, reduciéndola en caso de que aumente.

- Lubricador: inyecta pequeñas gotas de aceite en el aire. El aceite evita la oxidación de las partes metálicas del circuito y facilita el funcionamiento de las piezas móviles (las engrasa).

2.5. Conducciones

El aire comprimido se envía hacia los actuadores (cilindros y motores neumáticos) utilizando tubos de diferentes materiales. Se usan tuberías rígidas, de metal o plástico, en aquellas partes de la instalación que no se modificarán con el tiempo y tuberías flexibles de plástico en las partes que pueden cambiar frecuentemente o en las que tienen movimiento. Para unir dos tubos entre sí se utiliza una pieza llamada conector o racor.



Esquema de un sistema de generación de aire comprimido.

3. Actuadores neumáticos

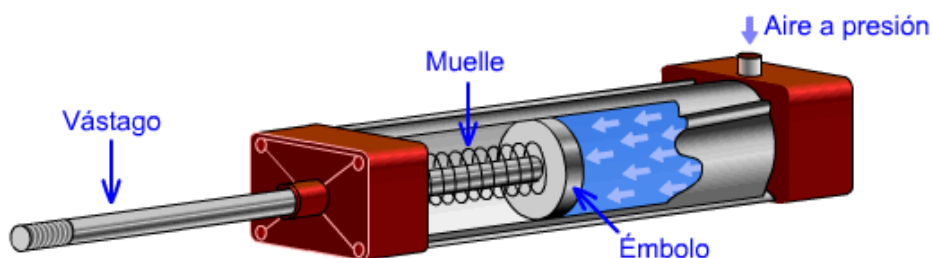
3.1. Actuadores neumáticos

Los actuadores son los componentes de los circuitos neumáticos que transforman la energía del aire comprimido en trabajo mecánico (como, por ejemplo, empujar, estirar o hacer rotar piezas o máquinas).

3.2. Cilindros de efecto simple

Los cilindros son los actuadores más utilizados. Como su nombre indica, están constituidos por un cilindro hueco que tiene en su interior un émbolo.

Los cilindros de efecto simple se caracterizan porque sólo tienen una entrada de aire. Cuando reciben aire a presión, el émbolo se desplaza y puede ejercer fuerza de empuje a través del vástago. Al interrumpir la presión, un muelle obliga al émbolo a volver a su posición inicial y el aire que hay en el cilindro es expulsado.



Cilindro neumático de efecto simple.

3.3. Cilindros de doble efecto

Los cilindros de doble efecto tienen dos entradas de aire, una en cada extremo. El émbolo se mueve hacia la derecha o la izquierda dependiendo de por dónde entra el aire comprimido. Puede empujar y también estirar.

3.4. Cilindros rotativos

Los cilindros rotativos se utilizan cuando se necesita obtener movimiento giratorio, pero sin llegar a dar una vuelta completa. Tienen dos émbolos unidos mediante una cremallera. La cremallera engrana en un piñón que gira al moverse los émbolos.

3.5. Motores neumáticos

Los motores neumáticos proporcionan movimiento de rotación. Hay varios tipos de motores neumáticos, aunque los más usados son los motores de paletas. Son turbinas que giran cuando se les hace llegar aire comprimido. Están

formadas por un rotor que tiene su eje descentrado respecto de la carcasa que lo envuelve. El rotor tiene unas paletas que son forzadas, mediante muelles o por la propia fuerza centrífuga, a rozar contra las paredes de la carcasa. El aire comprimido choca contra las paletas y las empuja, haciendo que el rotor gire. Este tipo de motores son muy utilizados en herramientas manuales, como en llaves neumáticas.

4. Válvulas neumáticas

4.1. Válvulas neumáticas

En otras miniunidades hemos visto cómo producir aire a presión con un compresor y cómo aprovecharlo para realizar un trabajo útil mediante cilindros o motores neumáticos. Sin embargo, para construir un circuito completo, hace falta algo más: las válvulas. Las válvulas neumáticas son componentes que controlan el paso del aire comprimido. Las más comunes son las válvulas distribuidoras, que nos permiten activar o parar un circuito, o hacerlo funcionar siguiendo una secuencia de movimientos determinada, simplemente enviando el aire hacia una parte u otra de la instalación.

Las válvulas distribuidoras se caracterizan por el número de vías (orificios de entrada y salida que tienen) y por el número de posiciones (los movimientos que pueden hacer).

4.2. Circuito neumático con una válvula y un cilindro

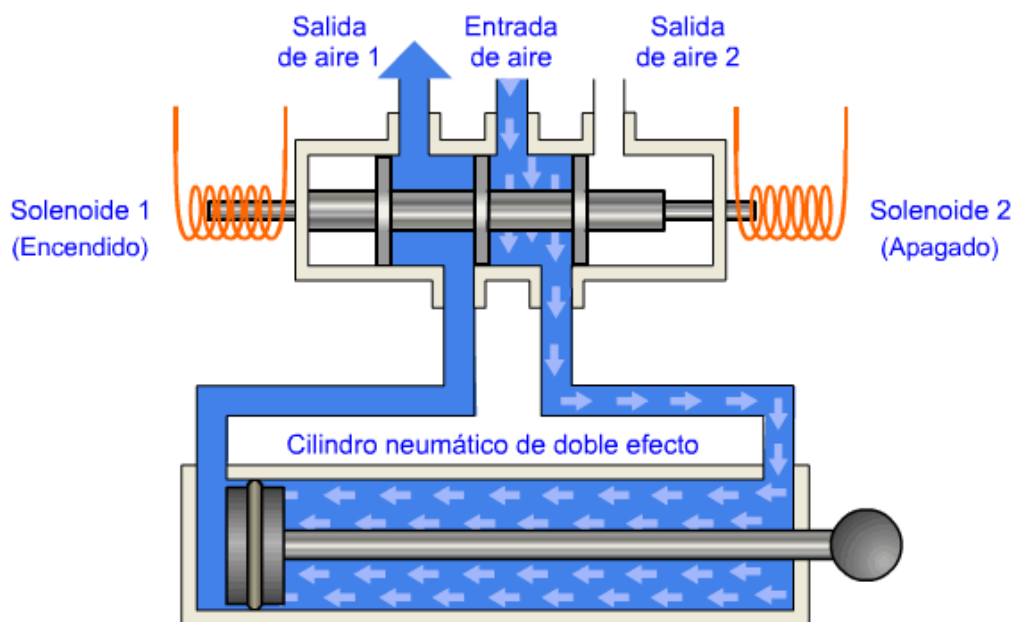
En un circuito en el que una válvula 3/2 controla el funcionamiento de un cilindro de efecto simple, al presionar el pulsador, la válvula deja pasar aire hacia el cilindro. A continuación el émbolo del cilindro se desplaza y realiza trabajo mecánico. Al soltar el pulsador, la válvula vuelve a su posición inicial y el muelle obliga al émbolo a retroceder.

4.3. Válvulas accionadas automáticamente

Las válvulas más sencillas, como las que acabamos de ver, son accionadas manualmente. Existen otras maneras de accionar una válvula: mediante aire a presión (control neumático), mediante una pieza mecánica que, al moverse, empuja o estira de la válvula (accionamiento mecánico) o mediante un solenoide (accionamiento eléctrico). Estos tipos de accionamiento son de gran importancia en la industria, ya que permiten automatizar los sistemas neumáticos y construir máquinas complejas que funcionan sin la intervención humana.

Las válvulas accionadas eléctricamente, o electroválvulas, son muy utilizadas, ya que, al estar gobernadas directamente por la electricidad, es muy fácil conectarlas a un ordenador. Funcionan gracias a la acción de un solenoide, que no es más que una bobina de hilo conductor. Cuando circula corriente eléctrica por un solenoide, se comporta como un imán y atrae objetos de hierro. Una electroválvula dispone de uno o dos solenoides que, al activarse, atraen piezas metálicas que abren o cierran el paso del aire comprimido.

En este circuito una electroválvula 5/2 (5 vías y dos posiciones) controla el funcionamiento de un cilindro de doble efecto. Al activar el solenoide 2, la pieza de hierro que hay en el interior de la válvula es atraída por el campo magnético generado por el solenoide y se desplaza hacia la derecha. Como consecuencia, el aire comprimido entra por el lado izquierdo del cilindro y empuja al émbolo. Para que el émbolo vuelva a su posición inicial basta con activar el solenoide 1.



Cilindro neumático de doble efecto controlado mediante una electroválvula 5/2.

5. Circuitos neumáticos básicos

5.1. Introducción

En esta unidad estudiaremos algunos de los circuitos neumáticos más sencillos. Son circuitos en los que una o varias válvulas controlan directamente el funcionamiento de un cilindro neumático.

5.2. Ficha 1. Control de un cilindro de efecto simple

En un circuito neumático donde un cilindro de efecto simple y retorno por muelle es controlado mediante una válvula 3/2 (3 vías y 2 posiciones), al presionar el pulsador de la válvula llega aire comprimido hasta el cilindro y el émbolo avanza. Al soltar el pulsador el muelle del cilindro empuja el émbolo y lo devuelve a la posición inicial.

Un ejemplo práctico del circuito anterior es un dispensador de piezas. Al presionar manualmente la válvula el cilindro empuja una de las piezas apiladas en un dispensador. A continuación la pieza cae, sólo una, para que podamos utilizarla, por ejemplo, en una cadena de fabricación.

5.3. Ficha 2. Control de un cilindro de doble efecto

Un circuito neumático donde un cilindro de doble efecto es controlado mediante una válvula 4/2 (4 vías y 2 posiciones), se utiliza cuando el cilindro tiene que ejercer fuerza en los dos sentidos de su movimiento (de ahí lo de "doble efecto"). El cilindro empuja cuando va hacia la izquierda y estira cuando va hacia la derecha. El émbolo se mantendrá a la derecha a no ser que se mantenga pulsada la válvula.

Otra manera de controlar un cilindro de doble efecto es utilizando dos válvulas 3/2 (3 vías y 2 posiciones). En este caso el comportamiento del circuito es diferente. Una de las válvulas hace que el émbolo se mueva hacia la izquierda y la otra hacia la derecha. El émbolo no cambia de posición mientras no se pulse la válvula contraria.

5.4. Ficha 3. Control de un cilindro con regulación de velocidad

Un circuito en el que se instala un regulador de caudal, un tipo de válvula que deja pasar más o menos cantidad de aire comprimido, como si fuera un grifo, se utiliza para regular la velocidad de avance del émbolo de un cilindro de doble efecto. Cuanto más cerrado esté el regulador, más lentamente avanzará el émbolo. El retroceso es rápido, su velocidad no se puede regular, ya que se ha instalado una válvula antirretorno que permite que el aire pase rápidamente.

También se puede regular la velocidad de retroceso: el émbolo avanza rápidamente, pero retrocede poco a poco, y regular tanto el avance como el retroceso, se pueden modificar ajustando el regulador para reducir el caudal de aire que puede atravesarlo.

Un ejemplo práctico de regulación de velocidad es un circuito con un cilindro de doble efecto con dos reguladores que hace que un taladro industrial avance y retroceda a una velocidad controlada. Ajustando cada uno de los reguladores por separado podemos hacer que avance y retroceda a velocidades diferentes.

5.5. Ficha 4. Función lógica "Y"

La función lógica "Y" permite que suceda algo, por ejemplo que un cilindro sea accionado, sólo si se cumplen dos condiciones: una condición A y una condición B, las dos a la vez, de ahí el nombre "Y". Hay varias maneras de implementar una función lógica "Y". Se puede hacer utilizando dos válvulas 3/2 conectadas en serie. Las condiciones que se deben cumplir para que funcione el cilindro es que las dos válvulas deben estar pulsadas.

En otro caso, la función lógica "Y" se puede implementar mediante dos válvulas 3/2 conectadas en paralelo y una tercera válvula, una válvula de simultaneidad, intercalada antes del cilindro. Las válvulas de simultaneidad sólo dejan pasar aire comprimido si reciben presión en todas sus entradas.

Un ejemplo de aplicación de los circuitos anteriores es la activación de una máquina mediante un pulsador a dos manos. Muchas máquinas industriales tienen sistemas de seguridad basados en los circuitos que acabamos de ver, un ejemplo son los llamados pulsadores a dos manos. Para evitar que la máquina pueda hacer daño al operario, sólo se pone en marcha si éste acciona dos pulsadores a la vez, uno con cada mano. Esta técnica tan sencilla ayuda a evitar los accidentes, ya que asegura que el operario está fuera del alcance de la máquina.

5.6. Ficha 5. Función lógica "O"

La función lógica "O" permite que el cilindro sea accionado si se cumple al menos una condición de entre varias posibles: la condición A, la B, etc. Por ejemplo, el cilindro se activará si uno de las dos válvulas es pulsada. Se implementa mediante dos válvulas 3/2 conectadas en paralelo y una tercera válvula, una válvula selectora. Las válvulas selectoras permiten conectar dos circuitos a una salida común evitando que la presión de un circuito cree interferencias en el comportamiento del otro.

El circuito neumático que controla la puerta de un autobús, un metro o un tren implementa la función lógica "O". La puerta debe abrirse tanto desde el puesto del conductor como desde los pulsadores de emergencia. Las válvulas disponen de accionamientos con enclavamiento, lo que permite mantenerlas fijas en una posición determinada (quedan trabadas en esa posición).

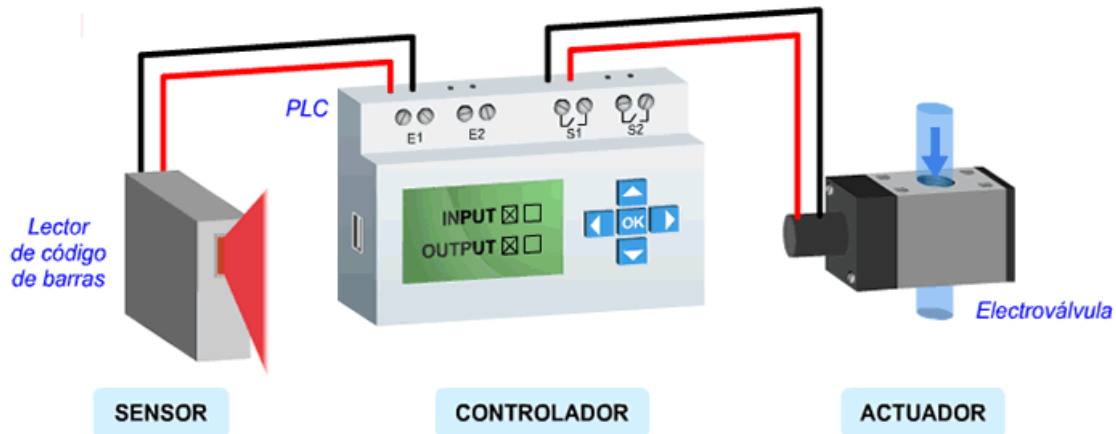
6. Automatización neumática

6.1. Automatización neumática

Muchas de las aplicaciones de la neumática son manuales, es decir, están controladas por una persona que acciona las válvulas cuando es necesario. El otro tipo de aplicaciones son los sistemas automatizados. En ellos no hay intervención humana, todo el proceso se desarrolla de forma automática, controlado por un ordenador. Las instalaciones neumáticas automatizadas son muy comunes, más que las manuales, ya que se utilizan en la industria sustituyendo a las personas en tareas repetitivas o peligrosas. Dos ejemplos son: una clasificadora de paquetería (se empujan los paquetes con cilindros neumáticos cuando es necesario sacarlos de la cinta) y una máquina de envasado, etiquetado y colocación de tapones en botellas.

6.2. Estructura de un sistema neumático automatizado

Un sistema neumático automatizado se compone de sensores, actuadores y de uno o varios controladores. En la ilustración puedes ver el sistema automatizado más básico, con un sensor (un lector de código de barras), un controlador (de tipo PLC, más adelante veremos qué es) y un actuador (una electroválvula).



Estructura básica de un sistema neumático automatizado.

6.3. Sensores

Los sensores captan información del entorno y la envían, en forma de impulsos eléctricos (señales), al controlador. Hay muchos tipos de sensores: de temperatura, de presión, de presencia, de proximidad, etc. En el ejemplo puedes ver un lector de código de barras.

6.4. Controlador

El controlador es el "cerebro" del sistema, toma decisiones teniendo en cuenta los datos que recibe de los sensores y envía órdenes a los actuadores. El controlador puede ser un simple circuito electrónico diseñado para una aplicación concreta o un ordenador personal como los que usamos en casa, aunque lo más frecuente es que se utilice un tipo de controlador llamado PLC (programmable logic controller o controlador lógico programable). Un PLC, como el que puedes ver en la figura, es un pequeño ordenador especializado en controlar máquinas. En el PLC se conectan los cables que vienen de los sensores y los que van hacia los actuadores.

6.5. Actuadores

Los actuadores son los encargados de ejecutar las decisiones que ha tomado el controlador, por lo que reciben órdenes directamente de éste. En el caso de los sistemas automatizados, los actuadores acostumbran a ser electroválvulas, es decir, válvulas neumáticas accionadas mediante electricidad. Cuando les llega corriente eléctrica, abren o cierran un circuito de aire a presión. Se utilizan para controlar a los cilindros y motores neumáticos (que son los actuadores finales). Cuando una electroválvula permite que llegue aire a un cilindro, éste se activa y ejecuta un trabajo mecánico (como empujar una pieza, mover una máquina, etc.)

6.6. Programando el funcionamiento del sistema

El PLC tiene un chip de memoria en el que se graba el programa que ejecuta. Cambiando el programa que hay en la memoria, cambiamos el funcionamiento de la máquina controlada por el PLC. La manera más común de hacerlo es conectar un ordenador personal al PLC y abrir una aplicación que nos permite programarlo.

6.7. Ejemplo: clasificación automatizada de paquetería

En una instalación cuya función sea separar automáticamente los paquetes que van destinados al interior del país o al extranjero, los paquetes tienen una etiqueta con un código de barras en el que está indicado su destino. Un sensor situado a un lado de la cinta lee el código mediante un rayo láser y envía la información hacia el controlador, un PLC. El programa del controlador indica que si el paquete tiene un destino nacional debe continuar por la cinta transportadora, mientras que si es internacional, debe ir hacia la otra cinta. Cuando se trata de esta última opción, el

PLC envía corriente eléctrica a la electroválvula. El solenoide de la electroválvula se activa y abre el paso del aire comprimido. A continuación el cilindro neumático recibe aire a presión, su émbolo se desplaza y empuja la caja hacia la cinta de destinos internacionales.

7. Hidráulica

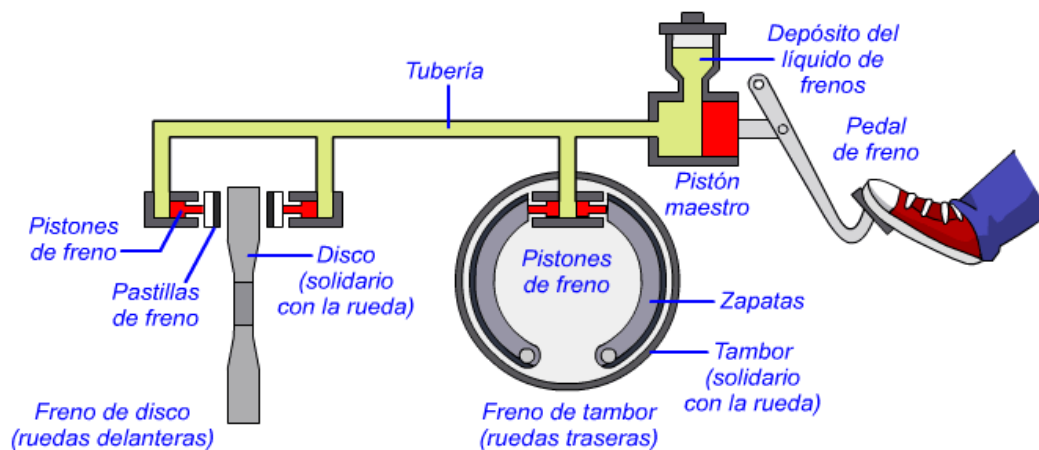
7.1. Los líquidos no se pueden comprimir

Los sistemas hidráulicos son similares a los sistemas neumáticos, que hemos estudiado en las miniunidades anteriores. Los dos utilizan los mismos tipos de componentes: cilindros y motores rotativos como actuadores, tuberías, válvulas que controlan el circuito y compresores o bombas que transmiten energía a los fluidos.

También tienen importantes diferencias. La principal es que mientras los sistemas neumáticos utilizan un gas (aire comprimido) para transmitir movimiento y fuerza, los sistemas hidráulicos utilizan un líquido, aceite hidráulico, un tipo de aceite mineral (aceites extraídos del petróleo). Los líquidos no son compresibles, si sometemos a presión un líquido encerrado en un recipiente, éste no se comprimirá, lo que sí pasa con los gases, como el aire. Esto confiere a los sistemas hidráulicos muchas ventajas en sus aplicaciones tecnológicas... y también alguna desventaja.

7.2. Frenos hidráulicos

Los frenos de los automóviles, motos o bicicletas son un ejemplo de sistema hidráulico. Al pisar el pedal de freno, un pistón ejerce fuerza contra un líquido, el líquido de frenos. El fluido transmite la fuerza hasta los frenos, situados en las ruedas. En cada freno, uno o varios pistones reciben la fuerza y la aplican contra el eje de la rueda, con el fin de detenerla o reducir su velocidad. En las ruedas delanteras se utilizan frenos de disco, formados por un disco de acero y pastillas de freno. En las ruedas traseras se suelen utilizar frenos de tambor, compuestos por zapatas de freno y un tambor giratorio solidario a la rueda.



Esquema de los frenos hidráulicos de un automóvil.

7.3. Un sistema hidráulico puede multiplicar la fuerza, como una palanca

Los sistemas hidráulicos, a diferencia de los neumáticos, son cerrados. El líquido que hay en su interior no se pierde. Esto, unido al hecho de que al ser un líquido es incompresible, hace que un sistema hidráulico compuesto por un cilindro de superficie pequeña y un cilindro de superficie grande se comporte como una palanca. Al hacer una pequeña fuerza en el cilindro pequeño, obtenemos una gran fuerza en el cilindro grande. La fuerza obtenida se puede calcular utilizando la fórmula $F_1/S_1 = F_2/S_2$. A cambio de obtener mayor fuerza, el desplazamiento que debe realizar el cilindro pequeño es mucho mayor del que realizará el cilindro grande.

7.4. Los sistemas hidráulicos pueden generar fuerzas enormes

Aplicando el fenómeno que hemos visto, los sistemas hidráulicos pueden generar una fuerza enorme. Esta característica se utiliza en todo tipo de máquinas que requieren gran potencia, como excavadoras, tractores, maquinaria de la construcción, camiones, grúas, etc. En estas máquinas, el cilindro de pequeño diámetro se substituye por una bomba impulsada por un motor de combustión o un motor eléctrico.

Otro ejemplo de maquinaria en la que se requiere la gran fuerza que puede proporcionar un sistema hidráulico es una prensa hidráulica. Las prensas se utilizan para presionar fuertemente una pieza o un material. Por ejemplo, pueden servir para moldear piezas de plástico presionando plástico fundido entre dos semimoldes, gracias a la fuerza de uno o varios cilindros hidráulicos.

7.5. Los cilindros hidráulicos pueden pararse en cualquier punto de su recorrido

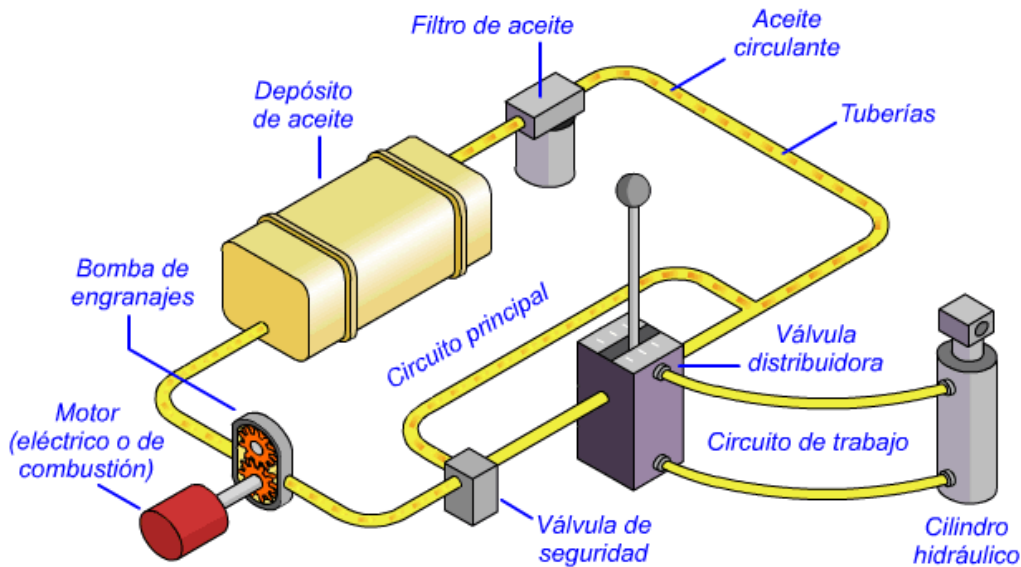
La función de las grúas es levantar cargas pesadas de forma segura. Esto es posible gracias a que utilizan cilindros hidráulicos, que pueden pararse en cualquier punto del recorrido, ya que el aceite que hay en su interior no es compresible. Una grúa de cilindros neumáticos no sería segura, el aire puede comprimirse, por lo que los cilindros se moverían bruscamente al coger o dejar una carga.

7.6. Los actuadores hidráulicos pueden ejecutar movimientos de gran precisión

Los actuadores hidráulicos (cilindros y motores rotativos) se pueden mover con precisión milimétrica, pararse en cualquier punto de su recorrido y ejercer o soportar fuerza en una posición estática. Esto los hace muy útiles en el diseño de todo tipo de máquinas industriales, como en los brazos robóticos.

7.7. Funcionamiento de los sistemas hidráulicos accionados por bomba

Algunos sistemas hidráulicos funcionan gracias a la fuerza ejercida por una persona (los frenos de los automóviles, los gatos hidráulicos que utilizan los mecánicos para levantar coches en los talleres, etc.), aunque la gran mayoría están accionados por una bomba conectada a un motor. En máquinas industriales, como las prensas, se utiliza un motor eléctrico y en vehículos pesados, como las excavadoras o las grúas, es el propio motor de combustión del vehículo el que impulsa la bomba. Uno de los circuitos accionados por bomba más sencillo es el que hay en los camiones con volquete, como el que puedes ver en la imagen. Una bomba hidráulica (una bomba de engranajes) impulsa el aceite que proviene de un depósito. El aceite se envía a los actuadores, un cilindro en el ejemplo. Una válvula distribuidora controla el movimiento del cilindro haciendo que el aceite circule en un sentido u otro.



Esquema de un sistema hidráulico accionado por bomba.

7.8. Inconvenientes de la hidráulica respecto de la neumática

El principal inconveniente de los sistemas hidráulicos respecto de los neumáticos es que son circuitos cerrados. El aceite no puede escapar del circuito (sí el aire comprimido), lo que hace que sus componentes sean más difíciles y caros de construir y tengan un mantenimiento más complejo. Muchas de las aplicaciones hidráulicas son de gran potencia, como las excavadoras. Al tener que soportar mayores presiones internas y esfuerzos externos, sus componentes deben ser mucho más reforzados y por tanto más caros, aunque esto no es tanto una desventaja, sino una consecuencia del tipo de trabajo para el que están diseñados.