



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MINERA, MECÁNICA Y ENERGÉTICA

Asignatura: Ingeniería de Máquinas (570004027)

Profesor: Rafael Sánchez Sánchez

Asignatura: **Ingeniería de Máquinas** [570004027]  
5º curso de Ingenieros Industriales

## **7º Tema.- Accionamientos y actuadores neumáticos.**

**Huelva, Noviembre 2008**

**Profesor: Rafael Sánchez Sánchez**

Universidad de Huelva (Campus de La Rábida): Escuela Politécnica Superior

Página 1 de 22



## **ÍNDICE**

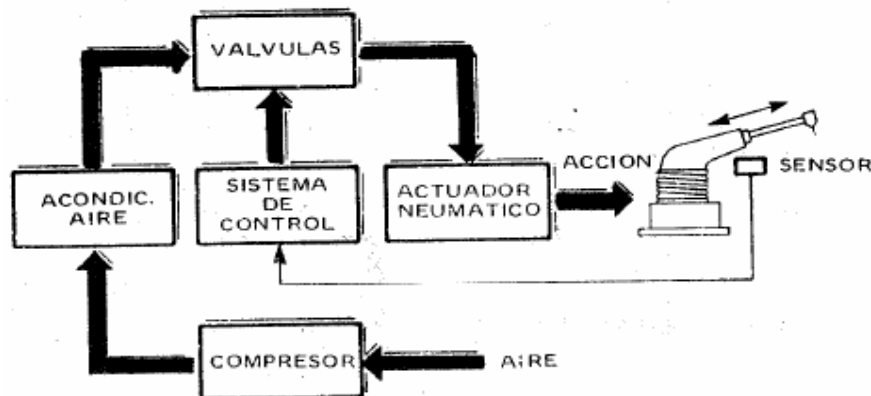
- 1. Introducción.**
- 2. Tipos de actuadores neumáticos.**
- 3. Actuadores lineales.**
  - 1. Cilindro de simple efecto.**
  - 2. Cilindro de doble efecto.**
  - 3. Cilindro de doble vástago.**
  - 4. Amortiguación.**
  - 5. Sistema antigiro.**
  - 6. Cilindros tandem.**
  - 7. Cilindros multiposicionales.**
  - 8. Cilindros de vástagos huecos.**
  - 9. Cilindros de fuelles.**
- 4. Actuadores de giro (motores neumáticos).**
  - 1. Actuadores de paletas.**
  - 2. Actuadores piñón-cremalera.**
  - 3. Motor de paletas.**
  - 4. Motores neumáticos de pistones.**
  - 5. Motores de engranajes.**
  - 6. Características de los motores neumáticos en general.**
- 5. Aplicaciones de los actuadores neumáticos.**

## 1. Introducción.

En un sistema neumático, los accionamientos se utilizan como mando y control del sistema de trabajo, siendo los actuadores neumáticos los receptores o elementos de trabajo, cuya función es la de transformar la energía neumática del aire comprimido en trabajo mecánico.

Dado que la fuente de energía de este tipo de elementos es aire a presión y dado que el aire es compresible, el posicionamiento dependerá de la carga de trabajo. Por ello la precisión en trayectoria continua que podrá obtenerse con este tipo de elementos será menor a la obtenida por otros tipos de actuadores, a menos que se utilicen sensores de posicionamiento.

Estos actuadores neumáticos deben ir englobados en un sistema neumático completo, del estilo al indicado en el siguiente esquema de bloques.



El trabajo realizado por un actuador neumático puede ser lineal o rotativo.

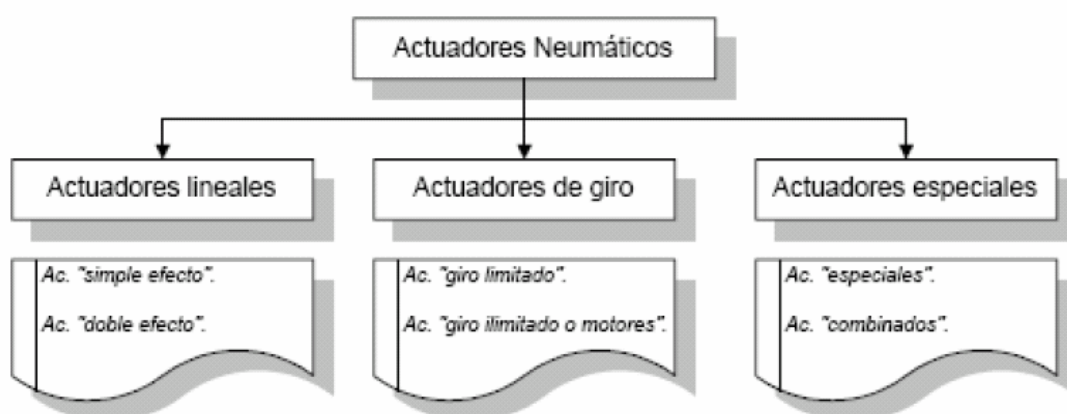
La energía del aire comprimido se transforma, por medio de los cilindros, en un movimiento alternativo lineal, y con ayuda de motores neumáticos en movimiento de giro.

## 2. Tipos de actuadores:

Los actuadores neumáticos se clasifican en tres grandes grupos:

- Actuadores lineales o cilindros
- Actuadores de giro o motores
- Actuadores especiales

Aunque el concepto de motor se emplea en mecánica para designar a una máquina que transforma energía en trabajo mecánico, en neumática se habla de un motor si es capaz de generar un movimiento de rotación, aunque es también frecuente llamar a los cilindros motores lineales.



## 3. Actuadores lineales:

Los cilindros neumáticos independientemente de su forma constructiva, representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos.

El cilindro es un tubo de sección circular constante, cerrado por ambos 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. Existen dos aberturas en las cámaras por donde puede entrar y salir el aire.

**La capacidad de trabajo de un cilindro viene determinada por su carrera y su diámetro.**

**Existen dos tipos fundamentales de los cuales derivan otras construcciones especiales:**

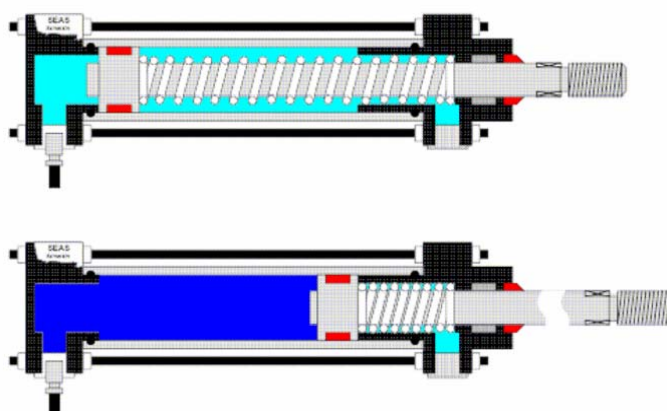
- **Cilindros de simple efecto:** con una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido.
- **Cilindros de doble efecto:** con dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso.

**Más adelante se describen una gama variada de cilindros con sus correspondientes símbolos.**

### **3.1. Cilindros de simple efecto:**

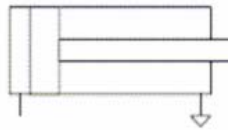
**Un cilindro de simple efecto desarrolla un trabajo sólo en un sentido, el de avance.**

**La recuperación puede realizarse mediante la propia carga externa, o bien a través de un resorte interior, tal como se puede observar en la siguiente figura. En algunos casos, el resorte también puede ir situado en el exterior del cilindro.**

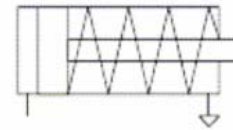


Cilindro de simple efecto con resorte interior

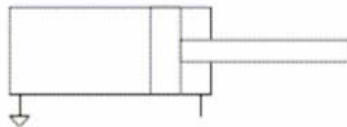
**Sus representaciones normalizadas son:**



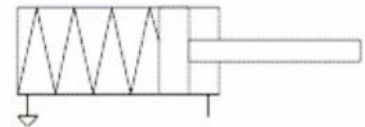
*Cilindro de simple efecto  
Recuperación por carga externa  
"Normalmente dentro"*



*Cilindro de simple efecto  
Recuperación por resorte  
"Normalmente dentro"*



*Cilindro de simple efecto  
Recuperación por carga externa  
"Normalmente fuera"*



*Cilindro de simple efecto  
Recuperación por resorte  
"Normalmente fuera"*

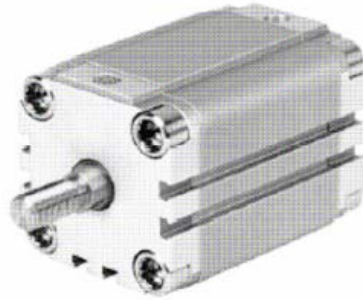
**La forma de actuar de un cilindro de simple efecto es la siguiente:**

**1. Al entrar en el cilindro el aire comprimido «empuja» el émbolo y desplaza el vástago hacia la izquierda. Cuando cesa la entrada de aire desaparece la fuerza de empuje y el émbolo vuelve a su posición inicial impulsado por el muelle, de forma que el vástago se desplaza hacia la derecha.**

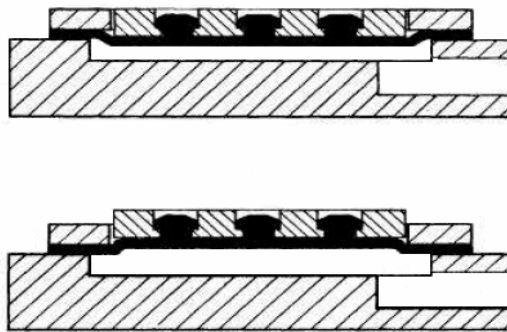
**2. Cuando el aire deja de inyectar presión en el interior del cilindro se produce una fuerza de empuje hacia la derecha por acción del muelle. El vástago frenará su movimiento, bien cuando la presión interior del fluido sea igual a la fuerza del muelle o bien cuando llegue al final del recorrido.**

**Los tipos más comunes son:**

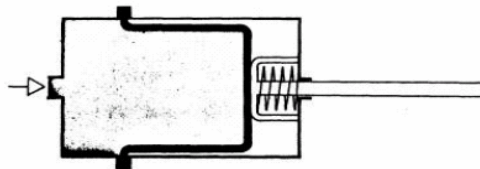
- **Cilindro de simple efecto de émbolo.**



- **Cilindro de simple efecto de membrana.**

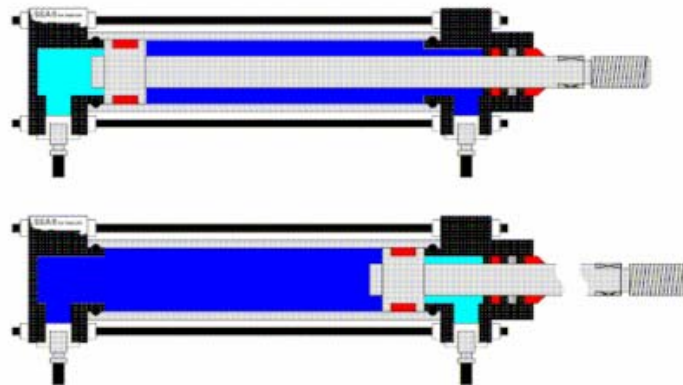


- **Cilindro de simple efecto de membrana arrollable.**



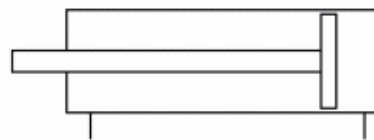
### 3.2. Cilindros de doble efecto:

Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes sí que pueden realizar trabajo en ambos sentidos.



Cilindro de doble efecto

**Su representación normalizada es:**



CILINDROS CON UN VASTAGO

El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más extenso que el de los de simple, incluso cuando no es necesaria la realización de esfuerzo en ambos sentidos. Esto es debido a que, por norma general (en función del tipo de válvula empleada para el control), los cilindros de doble efecto siempre contienen aire en una de sus dos cámaras, por lo que se asegura el posicionamiento.



### 3.3. Cilindros de doble vástago:

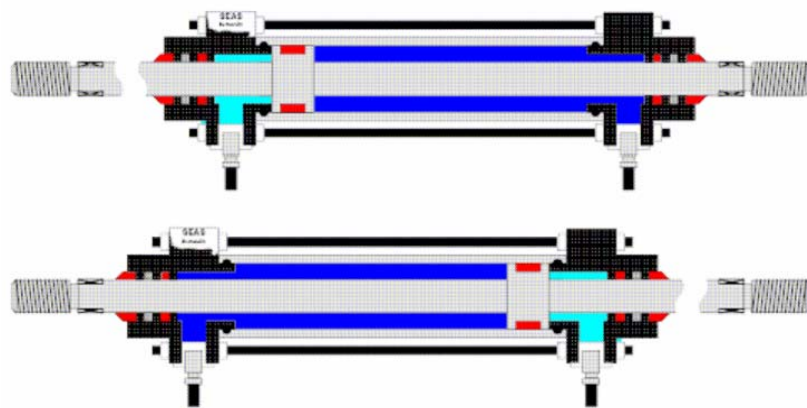
Es un cilindro, que como indica el nombre tiene dos vástagos (o vástago corrido hacia ambos lados), y las fuerzas en ambos sentidos será la misma ya que el



área en donde se aplica la presión del aire comprimido es la misma.

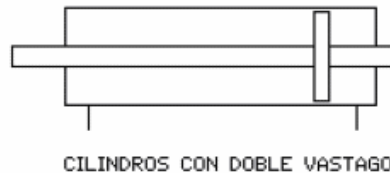
Se utilizan cuando se utilizan levas o finales de carrera mecánicos y no hay espacio suficiente para colocarlos en el lado del vástago que produce trabajo.

También, se utilizan, cuando es necesario trabajar por las dos caras del cilindro.

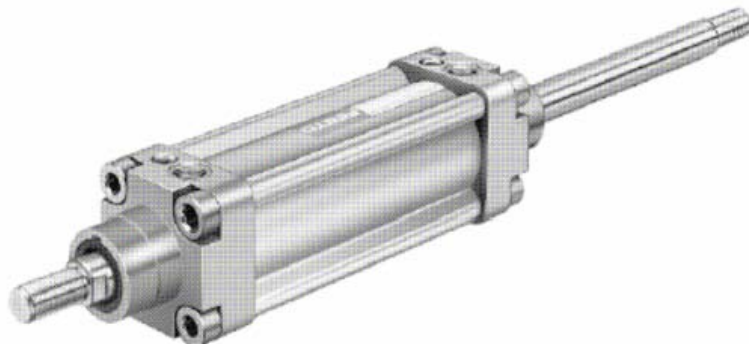


Cilindro de doble vástago

Su representación normalizada es:



La fuerza es igual en los dos sentidos (las superficies del émbolo son iguales), al igual que sucede con la velocidad de desplazamiento. Este tipo de cilindros recibe también la denominación de cilindro compensado.



### **3.4. Amortiguación:**

**En los accionamientos neumáticos que son ejecutados a velocidades importantes y la masa trasladada es representativa, se producen impactos del émbolo contra la camisa que liberan gran cantidad de energía que tiende a dañar el cilindro.**

**En estos casos, es evidente que la regulación de velocidad alargaría la vida del componente pero al mismo tiempo restaría eficacia al sistema.**

**Como solución, se presentan los actuadores con amortiguación interna, encontrándonos en el mercado los siguientes tipos:**

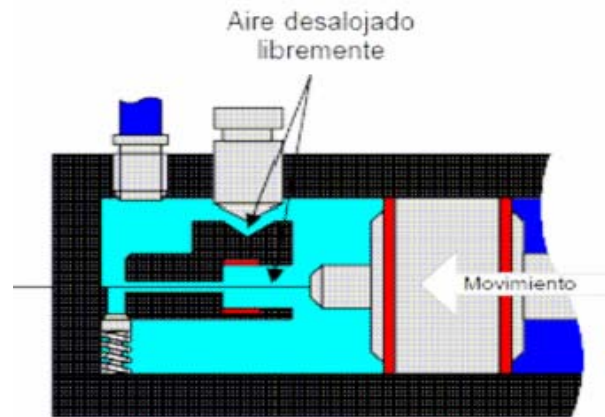
- Amortiguación en los dos lados, no regulable.**
- Amortiguación posterior no regulable.**
- Amortiguación posterior regulable.**
- Amortiguación en los dos lados regulables.**

**Estos actuadores disponen de unos casquillos de amortiguación concebidos para ser alojados en las propias culatas del cilindro. Como particularidad, se observa que se dispone de forma integrada de unos pequeños reguladores de caudal de carácter unidireccional.**

**Cuando el cilindro comienza a mover, el aire puede fluir por el interior del alojamiento de la culata y por el regulador. En estos momentos, la velocidad desarrollada es la nominal.**

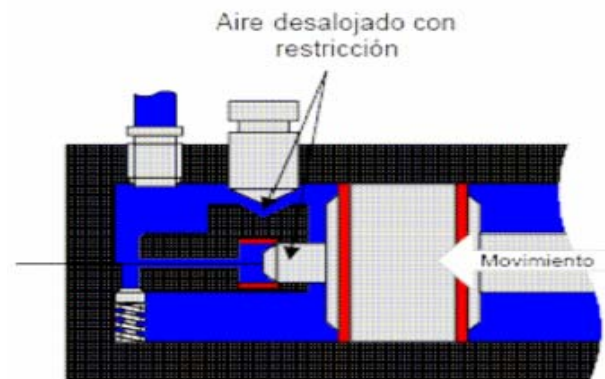
**Cuando el casquillo de recrecimiento entra en contacto con el alojamiento, se obtura el punto de fuga más importante y el poco aire que todavía queda en el interior del cilindro, se ve obligado a escapar a través del regulador de caudal.**

**En consecuencia, se obtiene una regulación de velocidad en los últimos milímetros de carrera del cilindro.**

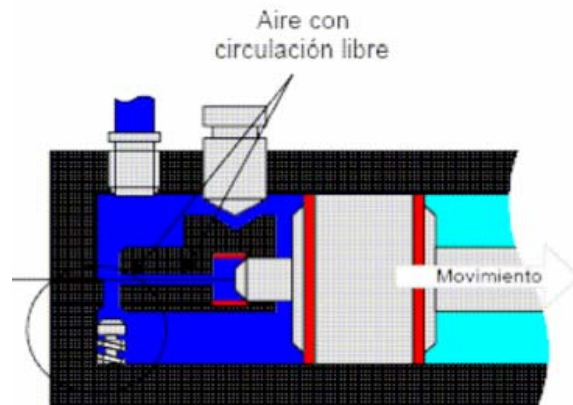


Cuando el casquillo de recrecimiento entra en contacto con el alojamiento, se obtura el punto de fuga más importante y el poco aire que todavía queda en el interior del cilindro, se ve obligado a escapar a través del regulador de caudal.

En consecuencia, se obtiene una regulación de velocidad en los últimos milímetros de carrera del cilindro.

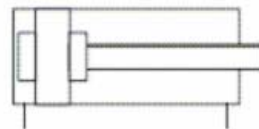


Cuando se invierte el movimiento, el aire puede circular a través del interior del alojamiento del casquillo y también por el antirretorno, lo cual hace que el sistema tenga función unidireccional.

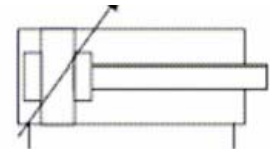


Los amortiguadores neumáticos no son propios de los cilindros clásicos sino de prácticamente la totalidad de actuadores.

Su representación normalizada es:



*Doble efecto con amortiguación.  
Sin posibilidad de regulación.*



*Doble efecto con amortiguación.  
Con posibilidad de regulación.*

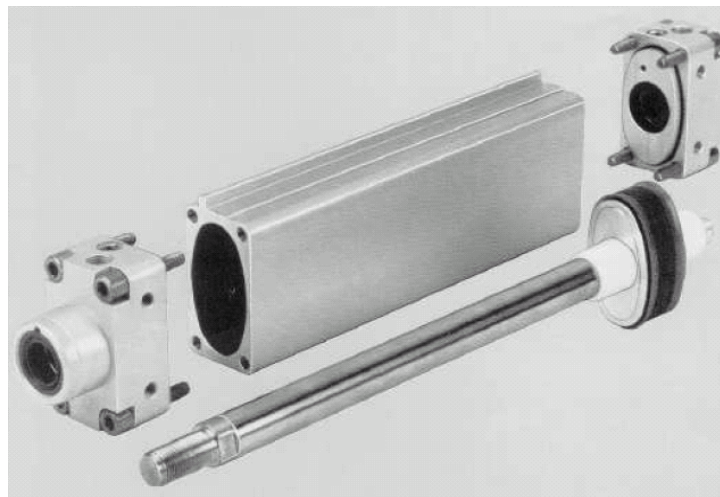
### 3.5. Sistemas antigiro:

Uno de los principales problemas que plantean los cilindros de émbolo convencionales es el movimiento de giro que puede sufrir el vástago sobre sí mismo, ya que tanto el émbolo como el vástago, habitualmente son de sección circular al igual que la camisa, y por ello ningún elemento evita la rotación del conjunto pistón.

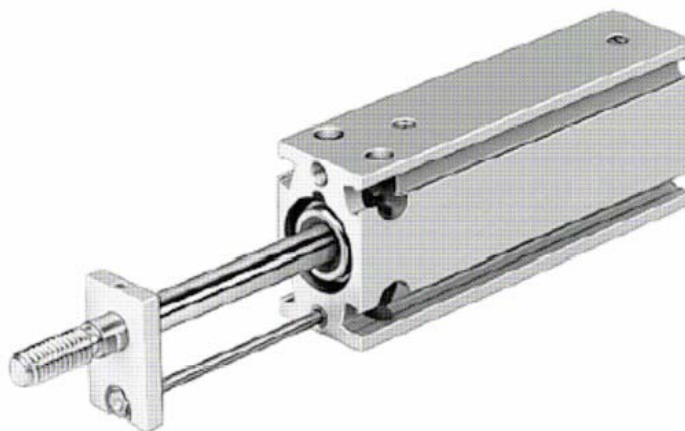
En determinadas aplicaciones, esto puede tener efectos negativos y se hace necesaria la incorporación de actuadores o elementos exterior que realicen un efecto antigiro.

Existen múltiples posibilidades, de las cuales detallamos las más extendidas.

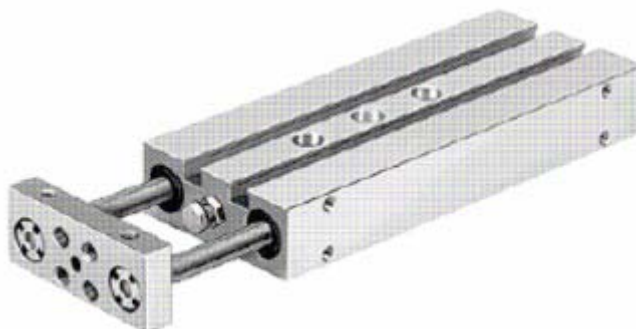
- **Sistemas de sección no circular (embolo – camisa o vástago – casquillo).**



- **Sistemas de guía (simple o doble).**

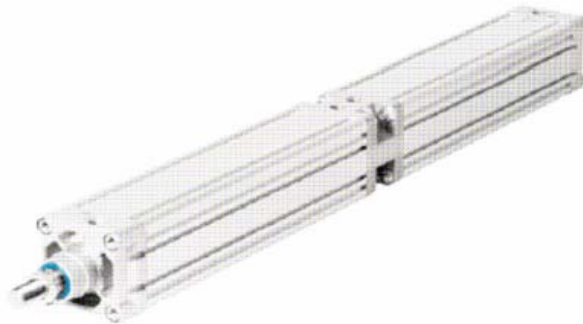


- **Sistemas doble vástago.**



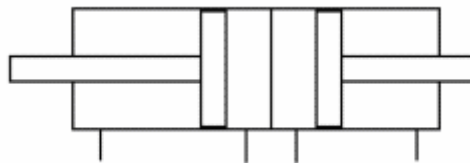
### 3.6. Cilindros tandem:

Es un cilindro compuesto por dos cilindros de doble efecto acoplados en serie formando una sola unidad. Gracias a esta disposición, al aplicar simultáneamente presión sobre los dos émbolos se obtiene en el vástago una fuerza de casi el doble de la de un cilindro normal para el mismo diámetro.



Se utiliza cuando se necesitan fuerzas considerables y se dispone de un espacio relativamente pequeño, no siendo posible utilizar cilindros de diámetros mayores.

Su representación normalizada es:

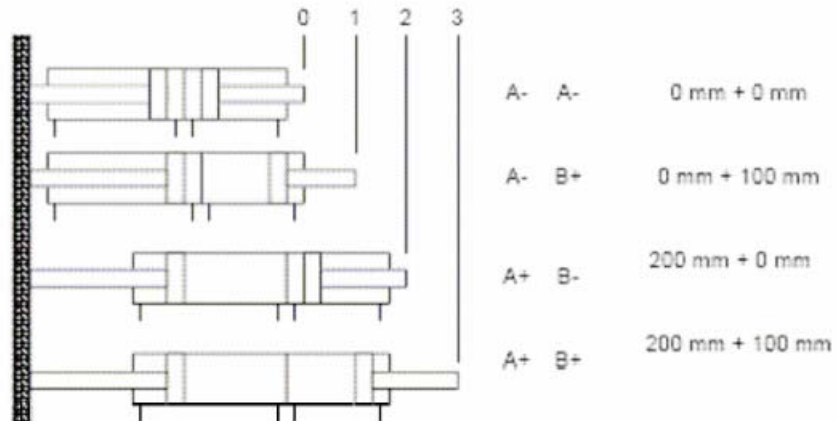


### 3.7. Cilindros multiposicionales:

Este está compuesto por dos o más cilindros de doble efecto. Los diferentes cilindros están acoplados en serie. Según la posición de trabajo que se requiera al vástago actúa uno y/u otro cilindro.

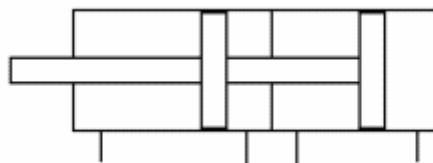


Los cilindros multiposicionales son una buena opción en aquellos casos en los que se requiera alcanzar 3 ó 4 posiciones diferentes y no se requiera una variabilidad frecuente de las mismas.



Pieza de acople para la formación de un multiposicional.

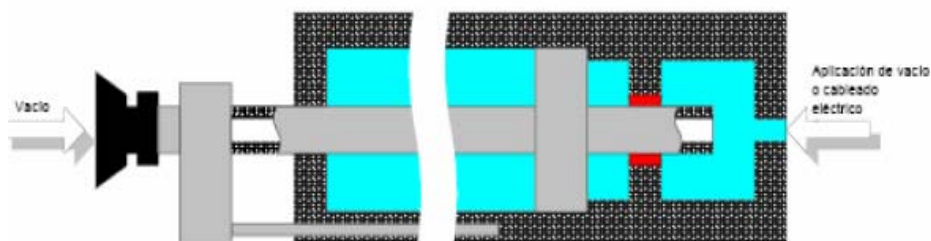
Su representación normalizada es:



### 3.8. Cilindros de vástago hueco:

Algunos actuadores neumáticos presentan la ventaja de tener el vástago o eje hueco, lo que los hace ideales para el trabajo con aplicación de la técnica de

**vacío, o bien, para pasar cables eléctricos si fuera necesario.**

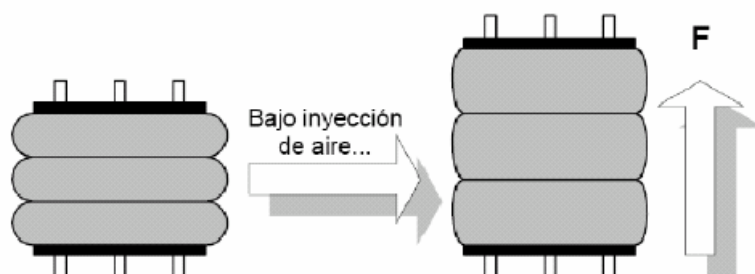


### 3.9. Cilindros de fuelle:

Los cilindros de fuelle o de lóbulos, están constituidos por dos tapas de cierre que actúan a modo de culata unida entre sí por medio de una membrana elástica (fabricada de material elastómero, como el neopreno).

Su disposición es siempre de simple efecto, deformándose la membrana axialmente ante la aplicación de aire comprimido y recuperándose por acción de la gravedad o de fuerzas externas (previa liberación del aire comprimido de la cámara de expansión).

Tienen bajo mantenimiento, y son económicos, pero por el contrario hay que instalarlos en alojamientos guiados si necesitamos un movimiento axial exacto.





#### 4. Actuadores de giro (motores neumáticos):

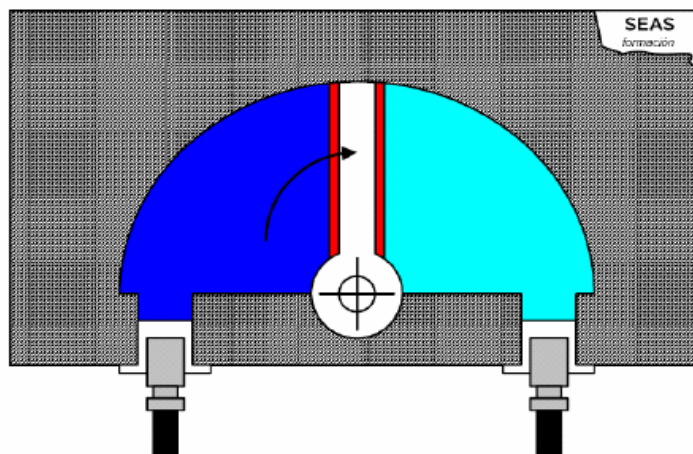
Los actuadores rotativos son los encargados de transformar la energía neumática en energía mecánica de rotación. Dependiendo de si el giro tiene un ángulo limitado o no, los dividiremos en dos grandes grupos:

- Actuadores de giro limitado: que son aquellos que proporcionan movimiento de giro pero no llegan a producir una revolución completa.
- Motores neumáticos: que son aquellos que proporcionan un movimiento rotativo constante.

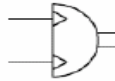
##### 4.1 Actuadores de paletas:

Es un actuador de giro limitado. Estos actuadores realizan un movimiento de giro que rara vez supera los  $270^\circ$ , incorporando unos topes mecánicos que permiten la regulación de este giro.

Están compuestos por una carcasa, en cuyo interior se encuentra una paleta que delimita las dos cámaras, solidario a esta paleta, se encuentra el eje, que atraviesa la carcasa exterior, y a través de él obtenemos el trabajo en forma de movimiento angular.



**Su simbología es:**



*Giro limitado de doble efecto*



*Giro limitado de simple efecto*

Se caracterizan por tener amortiguación en final de recorrido, y posibilidad de detección magnética de la posición.

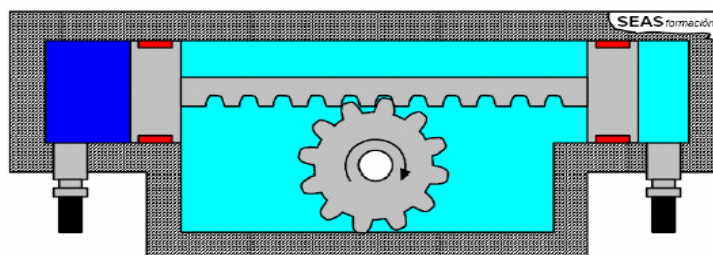
Su aspecto es, tal como se indica en la siguiente figura:



#### 4.2 Actuador piñón-cremallera:

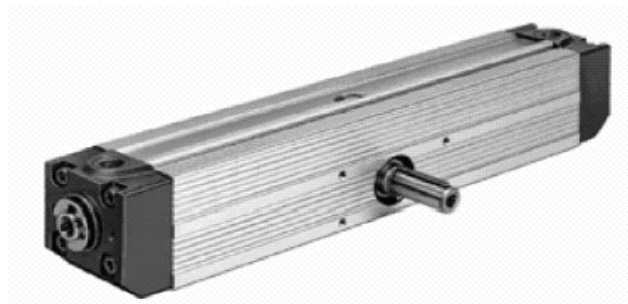
Este actuador, podríamos decir que se trata de un cilindro de doble efecto, en el cual el vástago se ha sustituido por una cremallera que acciona un piñón y transforma el movimiento lineal en un movimiento giratorio, hacia la izquierda o hacia la derecha, según el sentido del émbolo.

Los ángulos de giro corrientes pueden ser de 45°, 90°, 180°, 290° hasta 720°, pudiéndose fijar el giro dentro del margen, por medio de un tornillo de ajuste que regula la carrera del vástago.



**Existen actuadores piñón – cremallera de doble cremallera, los cuales proporcionan mayor par y mejor guiado de la unidad.**

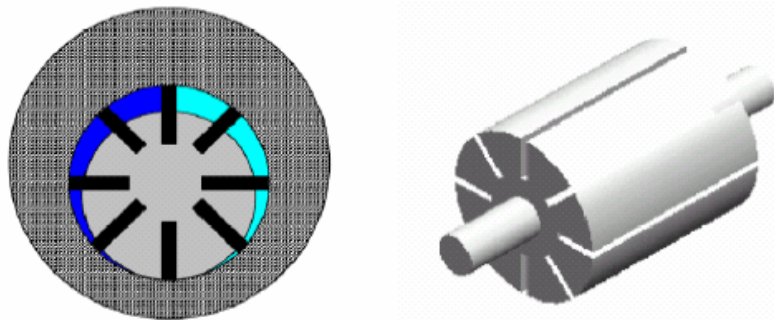
**Su aspecto físico es el siguiente:**



Aspecto físico de un piñón – cremallera.

#### **4.3 Motor de paletas:**

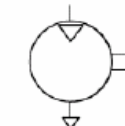
**Su constitución interna es similar a la de los compresores de paletas, es decir, un rotor ranurado, en el cual se alojan una serie de paletas, que gira excéntricamente en el interior del estator. En estas ranuras se deslizan hacia el exterior las paletas o aletas por acción de la fuerza centrífuga cuando se aplica una corriente de aire a presión, consiguiéndose un movimiento rotativo constante.**



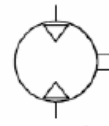
Detalle de funcionamiento y rotor de un motor de paletas.

**Se fabrican para potencias entre 0,1 y 20 CV. El número de revoluciones en vacío oscila entre 1000 y 5000 r.p.m.**

**Su simbología es:**



*Motor neumático.  
1 sentido de giro.*



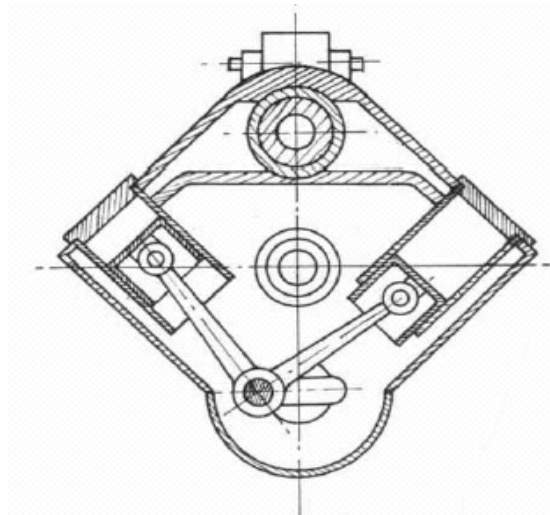
*Motor neumático.  
2 Sentidos de giro.*

#### **4.4 Motores neumáticos de pistones:**

**Los motores neumáticos de pistones tienen de 4 a 6 cilindros. La potencia se desarrolla bajo la influencia de la presión encerrada en cada cilindro.**

**Trabajan a revoluciones más bajas que los motores de paletas. Tienen un par de arranque elevado y buen control de su velocidad. Se emplean para trabajos a baja velocidad con grandes cargas.**

**Pueden tener los pistones colocados axial o radialmente.**



#### **4.5 Motores de engranajes:**

En este tipo de motores, el par de rotación es engendrado por la presión que ejerce el aire sobre los flancos de los dientes de los piñones engranados. Uno de los piñones es solidario con el eje del motor.

Estos motores de engranaje sirven de máquinas propulsoras de gran potencia 44 kW (60 CV).

El sentido de rotación de estos motores, equipados con dentado recto o helicoidal, es reversible.

#### **4.6 Características de los motores neumáticos en general:**

- **Diseño compacto y ligero.** Un motor neumático pesa menos que un motor eléctrico de la misma potencia y tiene un volumen más pequeño.
- **Los motores neumáticos desarrollan más potencia con relación a su tamaño que la mayoría de los otros tipos de motores.**
- **El par del motor neumático aumenta con la carga.**
- **Los motores neumáticos no se dañan cuando se bloquean por sobrecargas y no importa el tiempo que estén bloqueados.** Cuando la carga baja a su valor normal, el motor vuelve a funcionar correctamente.
- **Los motores neumáticos, se pueden arrancar y parar de forma ilimitada.** El arranque, el paro y el cambio de sentido de giro son instantáneos, incluso cuando el motor esté trabajando a plena carga.
- **Control de velocidad infinitamente variable.** Simplemente con una válvula montada a la entrada del motor.

#### **5. Aplicaciones de los actuadores neumáticos:**

Los actuadores neumáticos tienen una amplia gama de aplicación dentro de la industria y esto se debe a su “fácil” utilización y a su mecanismo empleado.



**Los cilindros de simple efecto son utilizados para :**

- **Dispositivos de corte y prensado en la fabricación de piezas de plástico.**
- **Dispositivos de sujeción, de corte, de plegado y de prensado, accionamiento de prensas de recortes, accionamiento de dosificadores de grapas en manipulados de papel y cartón.**
- **Dispositivos de corte en las industrias de confección y en la industria de calzado.**
- **Expulsión de piezas en la industria alimenticia y en la industria farmacéutica.**
- 

**Los actuadores o cilindros de doble efecto son utilizados para:**

- **Cierre de esclusas en centrales nucleares.**
- **Dispositivos de elevación y descenso para baños, accionamiento de compuertas en la industria química.**
- **Aplastador de chatarra.**
- **Desplazamiento de rodios en sierras alternativas, accionamientos en sierras tronadoras y prensas de bastidor en la industria de la madera.**
- **Dispositivos para prensas de moldeo y sujeción en la industria de muebles.**
- **Accionamiento de puertas en vehículos de transporte.**