

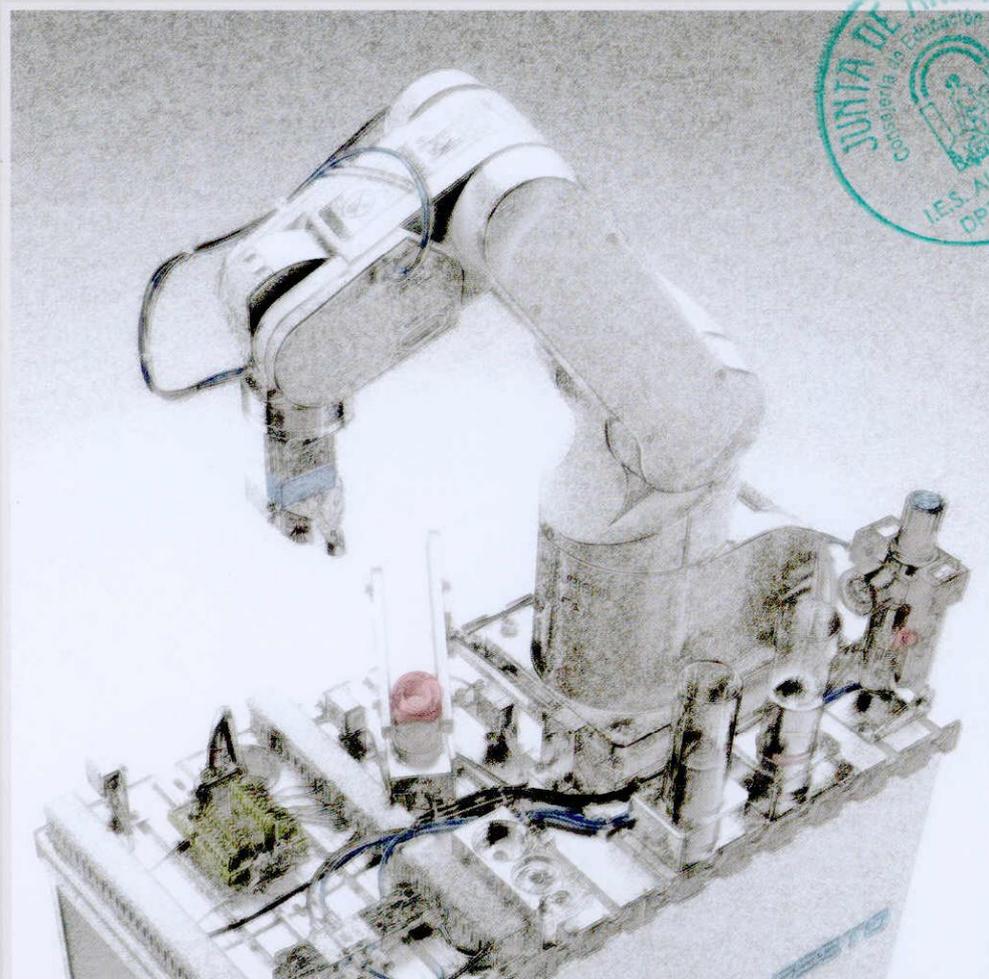
# Neumática

Nivel Básico

TP-101

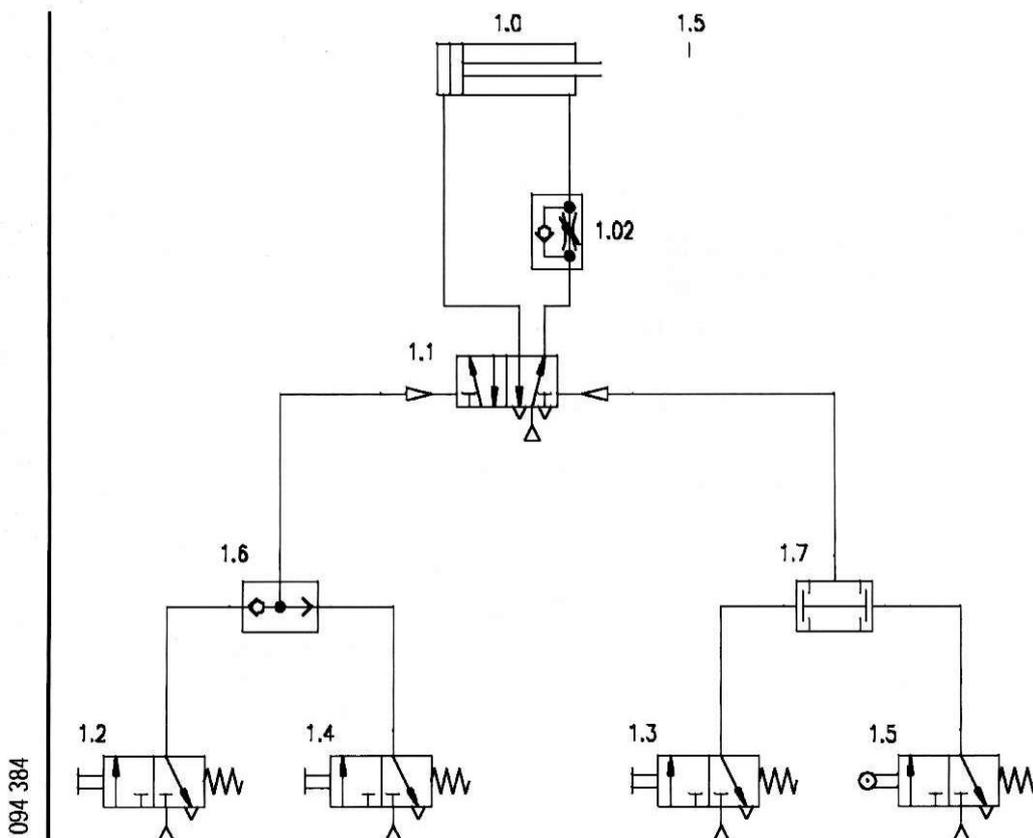
**Manual de estudio**

94384



# Neumática

Manual de estudio - Nivel básico



094 384

**FESTO**  
DIDACTIC

Nº de artículo: 094 384  
Descripción: PNEUM.  
Denominación: D.S101-B  
Edición: 09/1997  
Layout: 10.03.94, S. Sperrfechter, S. Durz  
Gráficos: B. Matzke  
Autores: D. Waller, H. Werner  
Traducción: I. Sahun

® Copyright by Festo Didactic KG, D-73734 Esslingen 1993  
Reservados todos los derechos, incluso los de traducción. No debe reproducirse ninguna parte de la obra con ningún método, electrónico, mecánico, fotocopia u otro sistema sin la autorización de Festo KG.

## **Prefacio**

El Sistema para la Enseñanza de las Técnicas de Automatización y Comunicaciones de Festo Didactic ha sido desarrollado de acuerdo con varios requisitos y requerimientos de formación. Ha sido dividido en las siguientes categorías o paquetes de formación:

- Paquetes básicos que comprenden el conocimiento elemental y cubren una amplia gama de tecnologías
- Paquetes de tecnología que tratan con temas importantes en la tecnología de control en bucle abierto y en bucle cerrado
- Paquetes de funciones que explican las funciones básicas de los sistemas automatizados
- Paquetes de aplicación para facilitar la formación orientada a la práctica y para un posterior entrenamiento

Los paquetes de tecnología tratan con las técnicas de la neumática, electroneumática, controles lógicos programables, automatización con PC, hidráulica, electrohidráulica, hidráulica proporcional y técnicas de manipulación.

El diseño modular del Sistema para Enseñanza permite aplicaciones más allá del ámbito de los paquetes individuales. Por ejemplo, es posible diseñar sistemas controlados por PLC con actuadores neumáticos, hidráulicos y eléctricos.

Todos los paquetes de formación están basados en una estructura idéntica

- Hardware
- Courseware
- Software
- Seminarios

El hardware consiste en componentes industriales que han sido adaptados para fines didácticos.

El courseware ha sido diseñado en línea con los métodos didácticos y coordinado para ser utilizado con el hardware de formación. El courseware comprende:

- Libros de texto (con ejercicios y ejemplos)
- Libros de trabajo (con ejercicios prácticos, notas aclaratorias, soluciones y fichas técnicas)
- Transparencias y vídeos (para crear un entorno de formación activo)

Los medios de formación y enseñanza están disponibles en varios idiomas y han sido diseñados para su utilización en clase, así como para formación autodidacta.

El software sirve como base para proporcionar programas de formación por ordenador y software de programación para controles lógicos programables.

Una amplia gama de seminarios basados en las diferentes tecnologías completan nuestro programa de formación y perfeccionamiento profesional.

## **Teoría**

Fundamentos	1
<b>Capítulo 1 Conceptos básicos de la neumática</b>	<b>3</b>
1.1 Fundamentos físicos	4
1.2 Propiedades del aire	6
<b>Capítulo 2 Generación y alimentación de aire comprimido</b>	<b>9</b>
2.1 Preparación del aire comprimido	10
2.2 Compresores	11
2.3 Acumulador	13
2.4 Secadores de aire	15
2.5 Distribución del aire	20
2.6 Unidad de mantenimiento	23
<b>Capítulo 3 Actuadores e indicadores</b>	<b>31</b>
3.1 Cilindro de simple efecto	32
3.2 Cilindros de doble efecto	34
3.3 Cilindros sin vástago	40
3.4 Estructura de los cilindros	43
3.5 Propiedades de los cilindros	46
3.6 Motores	51
3.7 Indicadores	53
<b>Capítulo 4 válvulas de vías</b>	<b>55</b>
4.1 Tipos	56
4.2 Válvulas de 2/2 vías	56
4.3 Válvulas de 3/2 vías	57
4.4 Válvulas de 4/2 vías	67
4.5 Válvulas de 4/3 vías	70
4.6 Válvulas de 5/2 vías	71
4.7 Válvulas de 5/3 vías	74
4.8 Caudales de válvulas	75
4.9 Funcionamiento fiable de las válvulas	76

<b>Capítulo 5 Válvulas de cierre, de caudal y presión</b>	77
5.1 Válvulas de cierre	78
5.2 Válvulas de caudal	84
5.3 Válvulas de presión	88
5.4 Combinación de válvulas	90
<b>Capítulo 6 Sistemas</b>	95
6.1 Selección y comparación de medios de trabajo y de mando	96
6.2 Tipos de mando	99
6.3 Desarrollo de un sistema de mando	103
6.4 Perspectivas de desarrollo	110
6.5 Versiones especiales y subsistemas	111

# Fundamentos



# Capítulo 1

## Conceptos básicos de la neumática

### 1.1 Fundamentos físicos

El aire es una mezcla de gases y tiene la siguiente composición:

- aprox. 78 Vol.% de nitrógeno
- aprox. 21 Vol.% de oxígeno

El aire contiene, además, trazas de dióxido de carbono, argón, hidrógeno, neón, helio, criptón y xenón.

Para facilitar el entendimiento de las leyes físicas se incluye a continuación una lista de las magnitudes físicas. Los datos corresponden al "Sistema Internacional de Unidades" (SI).

#### Unidades fundamentales

Magnitud	Dimensión	Nombre y símbolo
Longitud	l	metro (m)
Masa	m	kilogramo (kg)
Tiempo	t	segundo (s)
Temperatura	T	Kelvin (K, 0 °C = 273,15 K)

#### Unidades derivadas

Magnitud	Dimensión	Nombre y símbolo
Fuerza	F	Newton (N), 1 N = 1 kg • m/s <sup>2</sup>
Superficie	A	metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
Volumen	V	metro cúbico (m <sup>3</sup> )
Caudal	qv	(m <sup>3</sup> /s)
Presión	p	Pascal (Pa) 1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> 1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa

Ley de Newton: Fuerza = Masa • Aceleración

$$F = m \cdot a$$

En caso de caída libre, a es sustituida por la aceleración normal de la gravedad  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Presión:

1 Pa corresponde a la presión que ejerce una fuerza perpendicular de 1N sobre una superficie de 1 m<sup>2</sup>.

La presión imperante en la superficie terrestre es denominada presión atmosférica ( $p_{amb}$ ). Esta presión también es denominada presión de referencia. La presión superior a esta presión de referencia es denominada sobrepresión ( $p_e > 0$ ), mientras que la presión inferior a ella se llama subpresión ( $p_e < 0$ ). La diferencia de presión  $p_e$  se calcula según la siguiente fórmula:

$$p_e = p_{abs} - p_{amb}$$

El siguiente diagrama ofrece una información detallada al respecto:

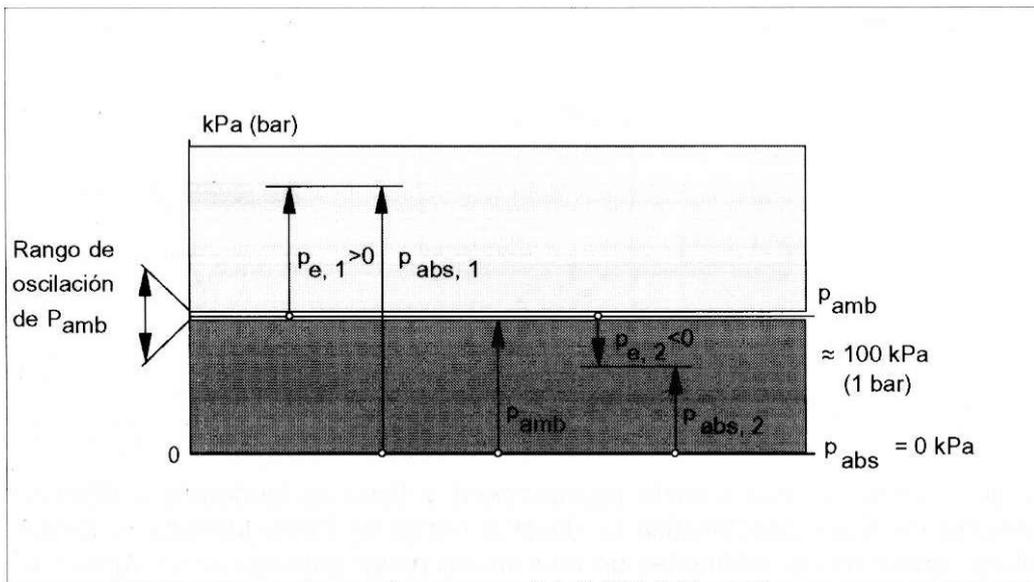


Figura 1.1: Presión de aire

La presión atmosférica no es constante. Su valor cambia según la ubicación geográfica y las condiciones meteorológicas.

La presión absoluta  $p_{abs}$  es el valor relacionado a la presión cero (en vacío). La presión absoluta es la suma de la presión atmosférica más la sobrepresión o subpresión. En la práctica suelen utilizarse sistemas de medición de la presión que solo indican el valor de la sobrepresión  $p_e$ . El valor de la presión absoluta  $p_{abs}$  es más o menos 1 bar (100 kPa) más elevado.

En neumática es usual relacionar todos los datos sobre el aire al así llamado estado normal. El estado normal del aire según DIN 1343 es un estado determinado por la temperatura normal y la presión normal de un material sólido, líquido o gaseiforme.

- Temperatura normal  $T_n = 273,15 \text{ K}$ ,  $t_n = 0 \text{ °C}$
- Presión normal  $p_n = 101325 \text{ Pa} = 1,01325 \text{ bar}$

### 1.2 Propiedades del aire

En el aire, la falta de cohesión es característica, es decir la ausencia de una fuerza entre las moléculas en circunstancias usuales en la neumática. El aire, al igual que todos los gases, no tiene una forma definida. Su forma cambia a la más mínima fuerza y, además ocupa el volumen máximo disponible.

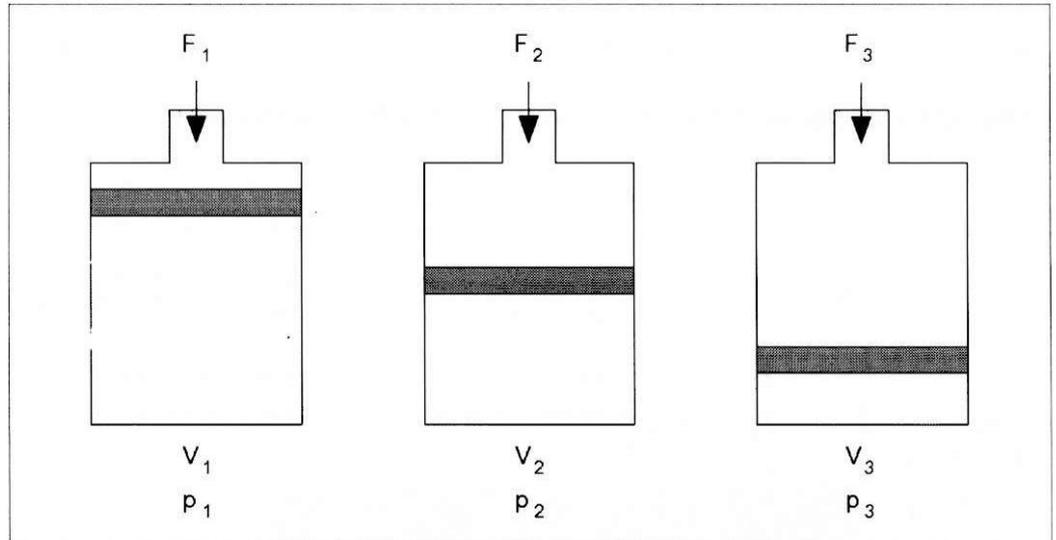


Figura 1.2: La ley de Boyle-Mariotte

#### Ley de Boyle-Mariotte

El aire puede ser comprimido (compresión) y tiene la tendencia a dilatarse (expansión). Esta característica es descrita por la ley Boyle-Mariotte: A temperatura constante los volúmenes de una misma masa gaseosa son inversamente proporcionales a las presiones a que se halla sometida. El producto de volumen y presión absoluta es constante para una determinada masa de gas.

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 = \text{constante}$$

#### Ejemplo de cálculo

El aire expuesto a la presión atmosférica es comprimido a la séptima parte de su volumen. ¿Cuál es la presión si la temperatura se mantiene constante?

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{V_1}{V_2} \quad \text{Observación: } V_2 / V_1 = 1/7$$

$$p_1 = p_{\text{amb}} = 100 \text{ kPa} = 1 \text{ bar}$$

$$p_2 = 1 \cdot 7 = 700 \text{ kPa} = 7 \text{ bar absoluto}$$

En consecuencia:  $p_e = p_{\text{abs}} - p_{\text{amb}} = (700 - 100) \text{ kPa} = 600 \text{ kPa} = 6 \text{ bar}$

Un compresor que genere una sobrepresión de 6 bar (600 kPa) tiene una relación de compresión de 7:1.

El aire se dilata a presión constante, una temperatura de 273 K y un calentamiento de 1 K, en un  $1/273$  de su volumen. La ley Gay-Lussac dice: El volumen de una masa gaseosa es proporcional a la temperatura absoluta, mientras que no se modifique la presión.

Ley de Gay-Lussac

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad V_1 = \text{Volumen en } T_1, V_2 = \text{Volumen en } T_2$$

o

$$\frac{V}{T} = \text{constante}$$

La variación del volumen  $\Delta V$  es:

$$\Delta V = V_2 - V_1 = V_1 \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1}$$

Para  $V_2$  es válido:

$$V_2 = V_1 + \Delta V = V_1 + \frac{V_1}{T_1} (T_2 - T_1)$$

Las ecuaciones arriba indicadas únicamente son válidas cuando las temperaturas se indican en grados K. Para poder calcular en  $^{\circ}\text{C}$  debe aplicarse la siguiente fórmula:

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{273^{\circ}\text{C} + T_1} (T_2 - T_1)$$

$0,8 \text{ m}^3$  de aire con una temperatura  $T_1 = 293 \text{ K}$  ( $20^{\circ}\text{C}$ ) es calentado hasta  $T_2 = 344 \text{ K}$  ( $71^{\circ}\text{C}$ ). ¿Cuál ha sido la dilatación del aire?

Ejemplo de cálculo

$$V_2 = 0,8 \text{ m}^3 + \frac{0,8 \text{ m}^3}{293 \text{ K}} (344 \text{ K} - 293 \text{ K})$$

$$V_2 = 0,8 \text{ m}^3 + 0,14 \text{ m}^3 = 0,94 \text{ m}^3$$

El aire se ha dilatado de  $0,14 \text{ m}^3$  a  $0,94 \text{ m}^3$ .

Si durante el calentamiento se mantiene constante el volumen, resulta para el aumento de presión la siguiente fórmula:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

o

$$\frac{p}{T} = \text{constante}$$

Ecuación general de los gases

La siguiente ecuación general de los gases corresponde a todas las leyes expuestas anteriormente:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{constante}$$

El producto de presión y volumen de una misma masa gaseosa dividido por la temperatura absoluta, es constante.

De esta ecuación general de los gases se obtienen las leyes anteriormente citadas, manteniendo uno de los tres factores p, V o T constante.

- Presión p constante                   ⇒ Variaciones isóbaras
- Volumen V constante               ⇒ Variaciones isocoras
- Temperatura T constante         ⇒ Variaciones isotérmicas

# Capítulo 2

## Generación y alimentación de aire comprimido

### 2.1 Preparación del aire comprimido

Para garantizar la fiabilidad de un mando neumático es necesario que el aire alimentado al sistema tenga un nivel de calidad suficiente. Ello implica considerar los siguientes factores:

- Presión correcta
- Aire seco
- Aire limpio

Si no se acatan estas condiciones, es posible que se originen tiempos más prolongados de inactivación de las máquinas y, además, aumentarán los costos de servicio.

La generación del aire a presión empieza por la compresión de aire. El aire pasa a través de una serie de elementos antes de llegar hasta el punto de su consumo. El tipo de compresor y su ubicación en el sistema inciden en mayor o menor medida en la cantidad de partículas, aceite y agua incluidos en el sistema neumático. Para el acondicionamiento adecuado del aire es recomendable utilizar los siguientes elementos:

- Filtro de aspiración
- Compresor
- Acumulador de aire a presión
- Secador
- Filtro de aire a presión con separador de agua
- Regulador de presión
- Lubricador (bajo demanda)
- Puntos de evacuación del condensado

El aire que no ha sido acondicionado debidamente provoca un aumento de la cantidad de fallos y, en consecuencia, disminuye la vida útil de los sistemas neumáticos. Esta circunstancia se manifiesta de las siguientes maneras:

- Aumento del desgaste de juntas y de piezas móviles de válvulas y cilindros
- Válvulas impregnadas de aceite
- Suciedad en los silenciadores
- Corrosión en tubos, válvulas, cilindros y otros componentes
- Lavado de la lubricación de los componentes móviles

En caso de inestabilidad el aire comprimido saliente puede afectar los materiales a mecanizar (p.ej. productos alimenticios).

#### Nivel de la presión

Los elementos neumáticos son concebidos, por lo general, para resistir una presión de 800 hasta 1000 kPa (8 hasta 10 bar). No obstante, para que el sistema funcione económicamente, es suficiente aplicar una presión de 600 kPa (6bar). Dadas las resistencias que se oponen al flujo del aire en los diversos elementos (por ejemplo, en las zonas de estrangulación) y en las tuberías, deberá contarse con una pérdida de presión entre 10 y 50 kPa (0,1 y 0,5 bar). En consecuencia, el compresor debería generar por lo menos una presión de 650 hasta 700 kPa (6,5 hasta 7 bar) con el fin de mantener una presión de servicio de 600 kPa (6 bar).

La elección del compresor depende de la presión de trabajo y de la cantidad de aire necesaria. Los compresores se clasifican según su tipo constructivo.

2.2 Compresores

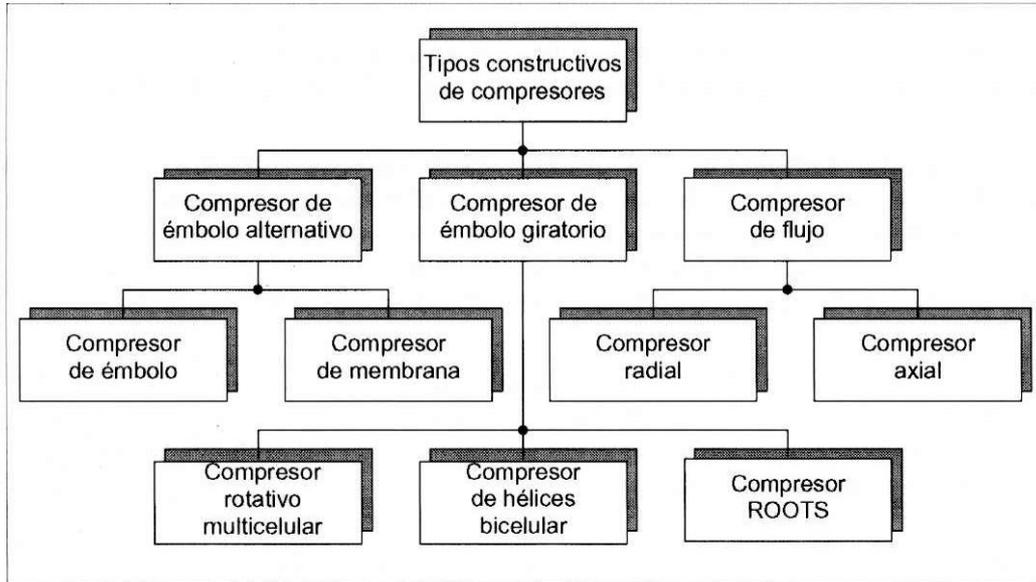


Figura 2.1: Tipos de compresores

Los compresores de émbolo comprimen el aire que entra a través de una válvula de aspiración. A continuación, el aire pasa al sistema a través de una válvula de escape.

Compresor de émbolo

Los compresores de émbolo son utilizados con frecuencia porque su gama cubre un amplio margen de presiones. Para generar presiones elevadas se recurre a un sistema escalonado de estos compresores. En ese caso, el aire es enfriado entre cada una de las etapas de compresión.

Las presiones óptimas para los compresores de émbolo son las siguientes:

hasta 400 kPa	(4 bar)	una etapa
hasta 1500 kPa	(15 bar)	dos etapas
más de 1500 kPa	(15 bar)	tres o más etapas

A continuación se indican presiones usuales, aunque no siempre representan una solución económica:

hasta 1200 kPa	(12 bar)	una etapa
hasta 3000 kPa	(30 bar)	dos etapas
más de 3000 kPa	(30 bar)	tres o más etapas

Los compresores de membrana pertenecen al grupo de compresores de émbolo. En este caso, la cámara de compresión está separada del émbolo mediante una membrana. Esta solución ofrece la ventaja de no dejar pasar aceite del compresor al aire. Por esta razón, los compresores de membrana suelen utilizarse en la industria de alimentos y en la industria farmacéutica y química.

Compresor de membrana

Compresor de émbolo giratorio	Los compresores de émbolo giratorio comprimen el aire mediante un émbolo que gira. Durante el proceso de compresión se reduce continuamente la cámara de compresión.
Compresor helicoidal	En estos compresores, dos árboles de perfil helicoidal giran en sentido contrario. El perfil de ambos árboles engrana y así se transporta y comprime el aire.
Compresor de flujo	Especialmente apropiados para grandes caudales. Los compresores de flujo se fabrican en dos tipos de construcción, axial y radial. Mediante uno o dos rodetes de turbina se pone en circulación el aire. La energía de movimiento se convierte en energía de presión. Con un compresor axial la aceleración del aire se realiza mediante los rodetes en el sentido axial de la circulación.
Regulación	<p>A fin de poder adaptar la cantidad suministrada del compresor a un consumo variable, se requiere una regulación del compresor. Entre los márgenes ajustables para la presión mínima y máxima se regula la cantidad suministrada. Existen diferentes tipos de regulación:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Regulación en vacío<ul style="list-style-type: none"><li>Regulación por purgado</li><li>Regulación por cierre</li><li>Regulación por pinza</li></ul></li><li>● Regulación de carga parcial<ul style="list-style-type: none"><li>Regulación de velocidad</li><li>Regulación por aspiración estrangulada</li></ul></li><li>● Regulación de todo o nada</li></ul>
Regulación en vacío	<p>En la regulación por purgado el compresor trabaja en contra de una válvula limitadora de presión. Una vez conseguida la presión ajustada, la válvula limitadora de presión se abre y el aire sale al exterior. Una válvula antirretorno evita el vaciado del recipiente. Esta regulación únicamente se aplica en instalaciones muy pequeñas.</p> <p>En la regulación por cierre se bloquea el lado de aspiración. El compresor no puede aspirar. Este tipo de regulación se aplica sobre todo en compresores de émbolo giratorio.</p> <p>En compresores de émbolo más grandes se aplica la regulación por pinza. Una pinza mantiene la válvula de aspiración abierta, el compresor no puede comprimir el aire.</p>
Regulación de carga parcial	<p>En la regulación de la velocidad se regula la velocidad del motor de accionamiento del compresor en función de la presión alcanzada.</p> <p>En la regulación por aspiración estrangulada, la regulación se realiza mediante un estrangulamiento en la conexión de aspiración del compresor.</p>
Regulación de todo o nada	En esta regulación el compresor adopta alternativamente el régimen de marcha a carga máxima y reposo. El motor de accionamiento del compresor se desconecta al alcanzar la $p_{max}$ , y vuelve a conectarse al alcanzar la $p_{min}$ .

Se recomienda una duración de conexión de aprox. un 75% para el compresor. Para ello se requiere determinar el consumo promedio y máximo de aire de una instalación neumática y adaptar la elección del compresor al mismo. Si se prevé de antemano que el consumo de aire aumentará por una ampliación de la instalación, entonces la parte de alimentación de aire comprimido debería proyectarse más grande, ya que una ampliación a posterior representa siempre unos costes muy elevados.

Duración de conexión

Para estabilizar el aire comprimido se coloca adicionalmente al compresor un acumulador. El acumulador equilibra las oscilaciones de la presión al extraer aire comprimido del sistema. Si en el acumulador cae la presión por debajo de un determinado valor, entonces el compresor lo llenará hasta alcanzar el valor superior de presión ajustado. Esto tiene la ventaja de que el compresor no tiene que trabajar en funcionamiento continuo.

## 2.3 Acumulador

La superficie relativamente grande del acumulador provoca un enfriamiento del aire contenido en él. Durante este proceso de enfriamiento se condensa agua que debe ser purgada regularmente a través de un grifo.

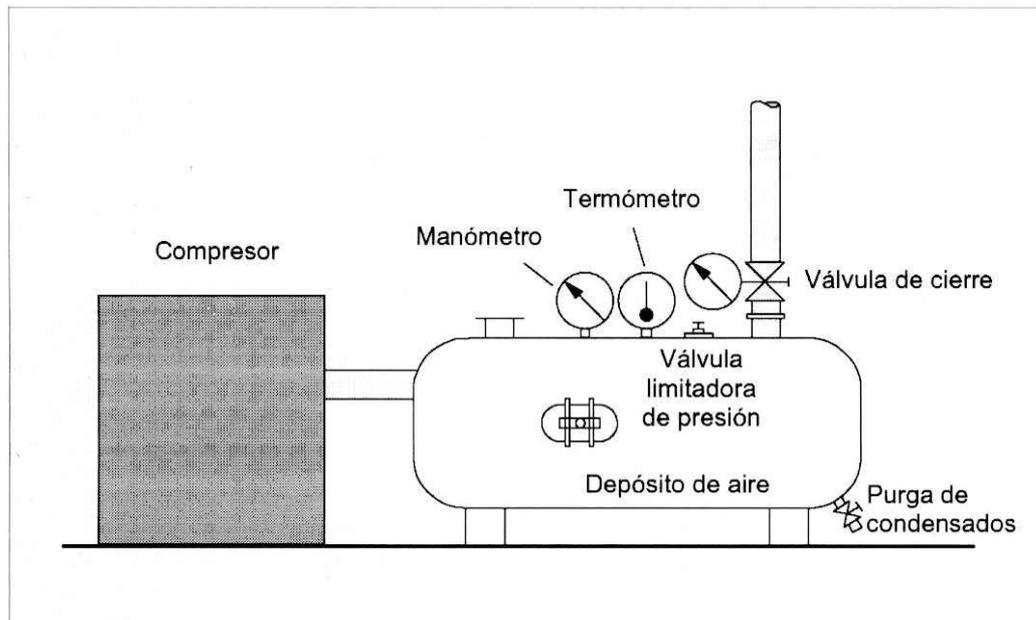


Figura 2.2:Acumulador

El tamaño del acumulador depende de los siguientes criterios:

- Caudal del compresor
- Cantidad de aire requerida en el sistema
- Red de tuberías (posible necesidad de volumen de aire adicional)
- Regulación del compresor
- Oscilación permisible de la presión en el sistema

### Capacidad del acumulador

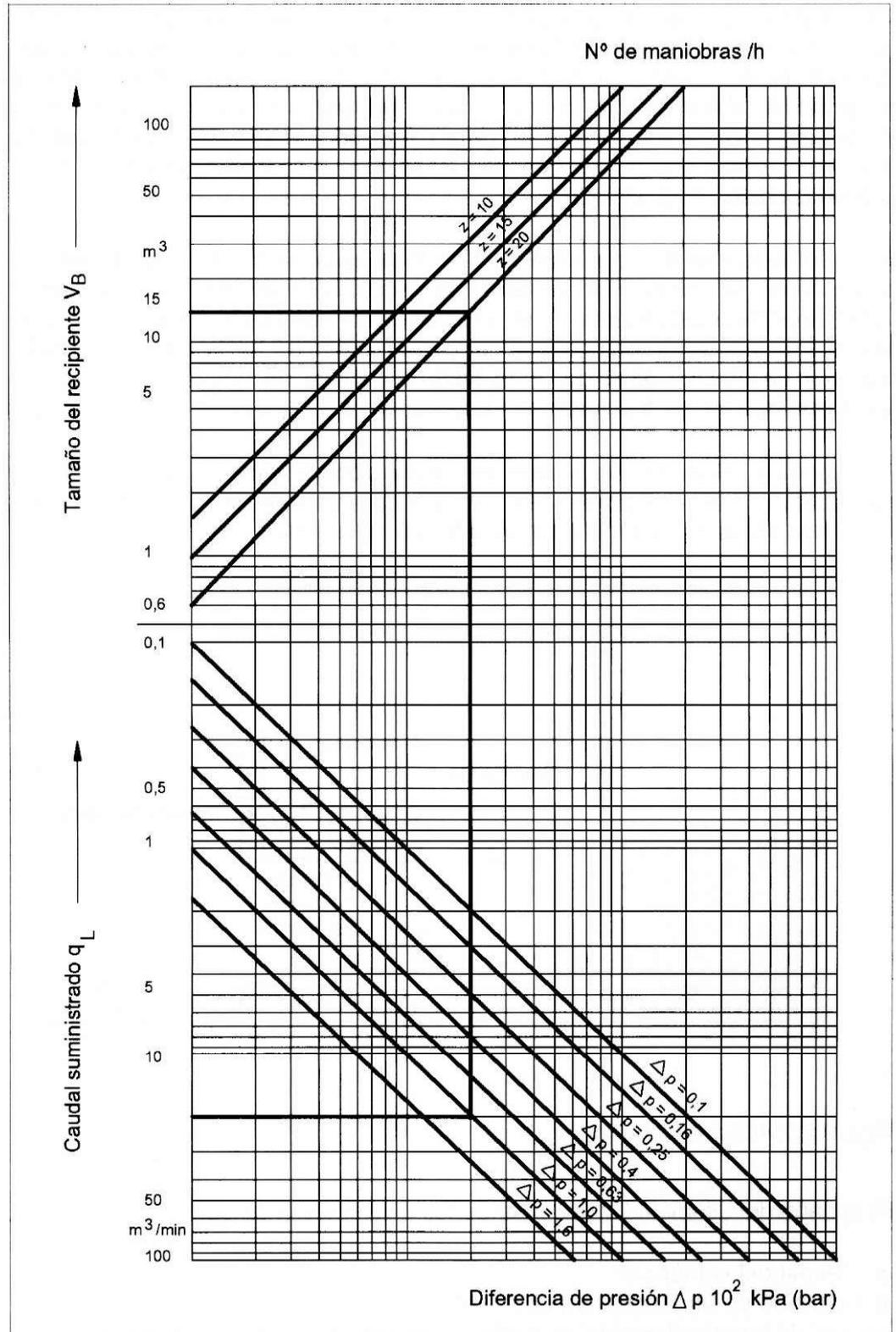


Figura 2.3: Diagrama: Determinación del volumen del acumulador

### Ejemplo

Cantidad suministrada	$q_L$	=	20 m <sup>3</sup> /min
Diferencia de presión	$\Delta p$	=	100 kPa (1 bar)
Conmutaciones/h	$z$	=	20 1/h

Resultado: Volumen del acumulador  $V_B = 15 \text{ m}^3$  (véase diagrama)

La humedad (el agua) llega a través del aire aspirado del compresor a la red. El porcentaje de humedad depende en primer lugar de la humedad relativa del aire. La humedad relativa del aire depende de la temperatura del aire y de la situación meteorológica.

## 2.4 Secadores de aire

La humedad absoluta es la cantidad de vapor de agua contenida realmente en un m<sup>3</sup> de aire. La cantidad saturada es la cantidad de vapor de agua que puede absorber un m<sup>3</sup> de aire con la correspondiente temperatura máxima.

Si la relativa humedad del aire es indicada en tanto por cien, es válida la siguiente fórmula:

$$\text{humedad relativa} = \frac{\text{humedad absoluta}}{\text{cantidad saturada}} \cdot 100\%$$

Como la cantidad saturada depende de la temperatura, la humedad relativa cambia según la temperatura, incluso si la humedad absoluta permanece constante. Si se alcanza el punto de condensación, aumenta la humedad relativa a un 100%.

Se denomina punto de condensación a la temperatura en la cual la humedad relativa alcanza el 100%. Si se continúa reduciendo la temperatura, el agua que contiene comienza a condensarse. Cuanto menor sea la temperatura, tanta más agua condensará.

Punto de condensación

El aire comprimido con un contenido demasiado elevado de humedad reduce la vida útil de los sistemas neumáticos. En consecuencia es necesario instalar secadores de aire con el fin de reducir el contenido de humedad del aire. Para secar el aire puede recurrirse a alguno de los siguientes métodos:

- Secador por enfriamiento
- Secado por adsorción
- Secado por absorción

Para que puedan compararse distintos equipos de secado debe tenerse en cuenta la presión de servicio del equipo. Para ello se utiliza el concepto punto de condensación de presión. El punto de condensación de presión es la temperatura del aire que se alcanza en un secador con la presión de servicio.

Punto de condensación de presión

El punto de condensación de presión del aire secado debería estar de 2 a 3 °C aprox. por debajo de la temperatura ambiente más fría.

Los costos adicionales ocasionados por la instalación de un secador de aire son rápidamente amortizados debido a la disminución de los costos de mantenimiento, por tiempos de inactividad menores y por la mayor fiabilidad del sistema.

### Secador por enfriamiento

El secador usado con más frecuencia es el secador por enfriamiento. En él, el aire que circula es enfriado en un intercambiador térmico. La humedad contenida en el aire es segregada y recogida en un recipiente.

El aire que penetra en el secador por enfriamiento pasa antes por un proceso de enfriamiento previo en el que se recurre al aire frío que sale de un intercambiador térmico. En el conjunto de enfriamiento el aire es enfriado hasta llegar a una temperatura de entre  $+2$  y  $+5$  °C. El aire comprimido secado se filtra. Al salir del secador por enfriamiento, el aire comprimido es nuevamente calentado en el intercambiador térmico por el aire que penetra en él.

El secado por enfriamiento permite alcanzar puntos de condensación de presión entre los  $+2$  °C y  $+5$  °C.

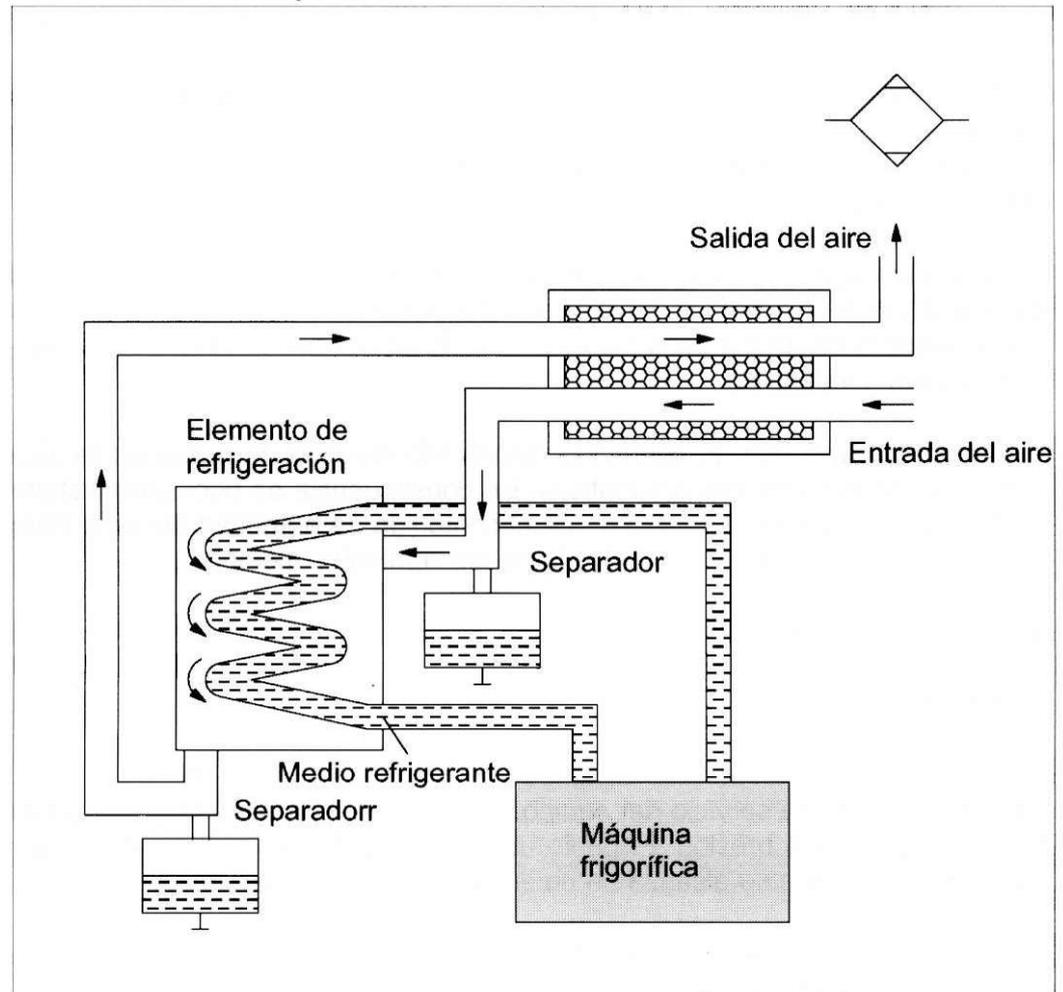


Figura 2.4: Secado por enfriamiento

**Adsorción:**

Depósito de materias en la superficie de cuerpos sólidos.

El agente secador, también denominado gel secador, es un granulado compuesto principalmente de óxido de silicio.

Siempre se utilizan dos unidades de adsorción. Si el gel de la primera unidad de adsorción está saturado, el equipo conmuta a la segunda unidad. Entretanto, la primera unidad es regenerada mediante un proceso de secado con aire caliente.

El método de secado por adsorción permite alcanzar puntos de condensación de presión de hasta  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

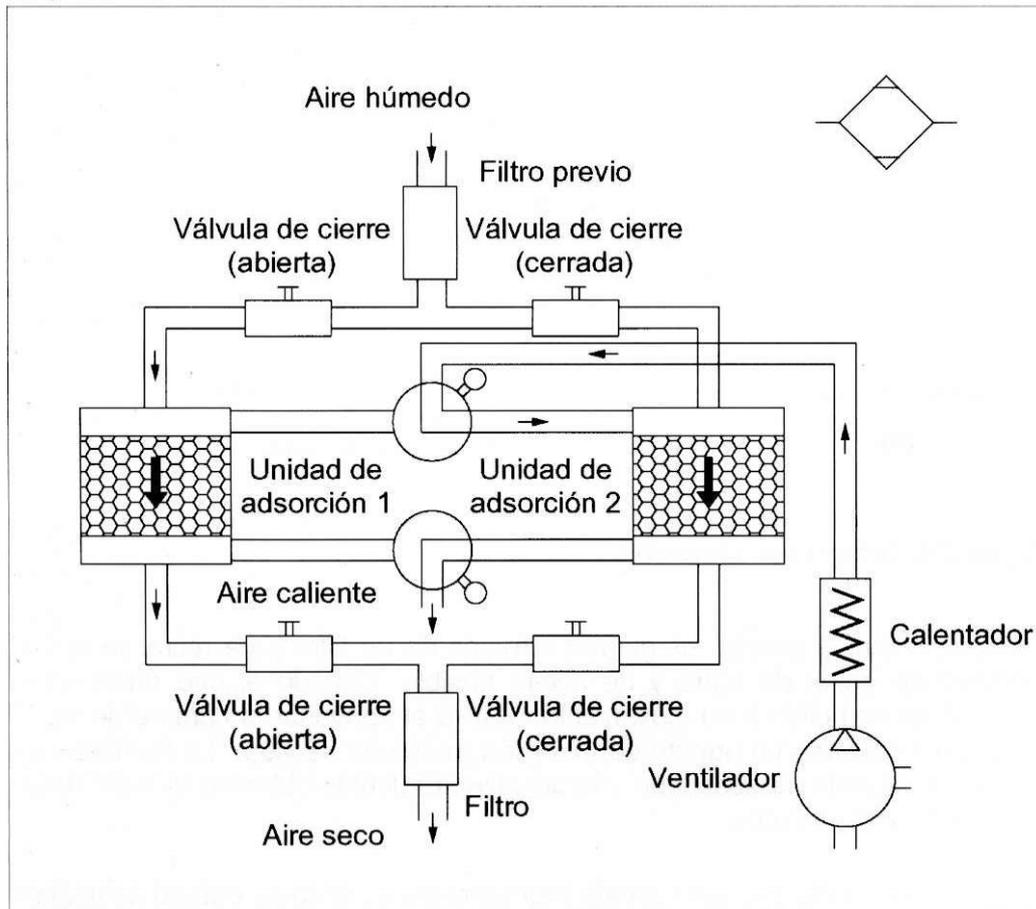


Figura 2.5: Secado por adsorción

**Absorción:**

Una materia gaseiforme es fijada por una materia sólida o líquida.

El proceso de secado por absorción es un método químico que es utilizado muy pocas veces a raíz de los elevados costos de servicio.

**Secador por adsorción****Secador por absorción**

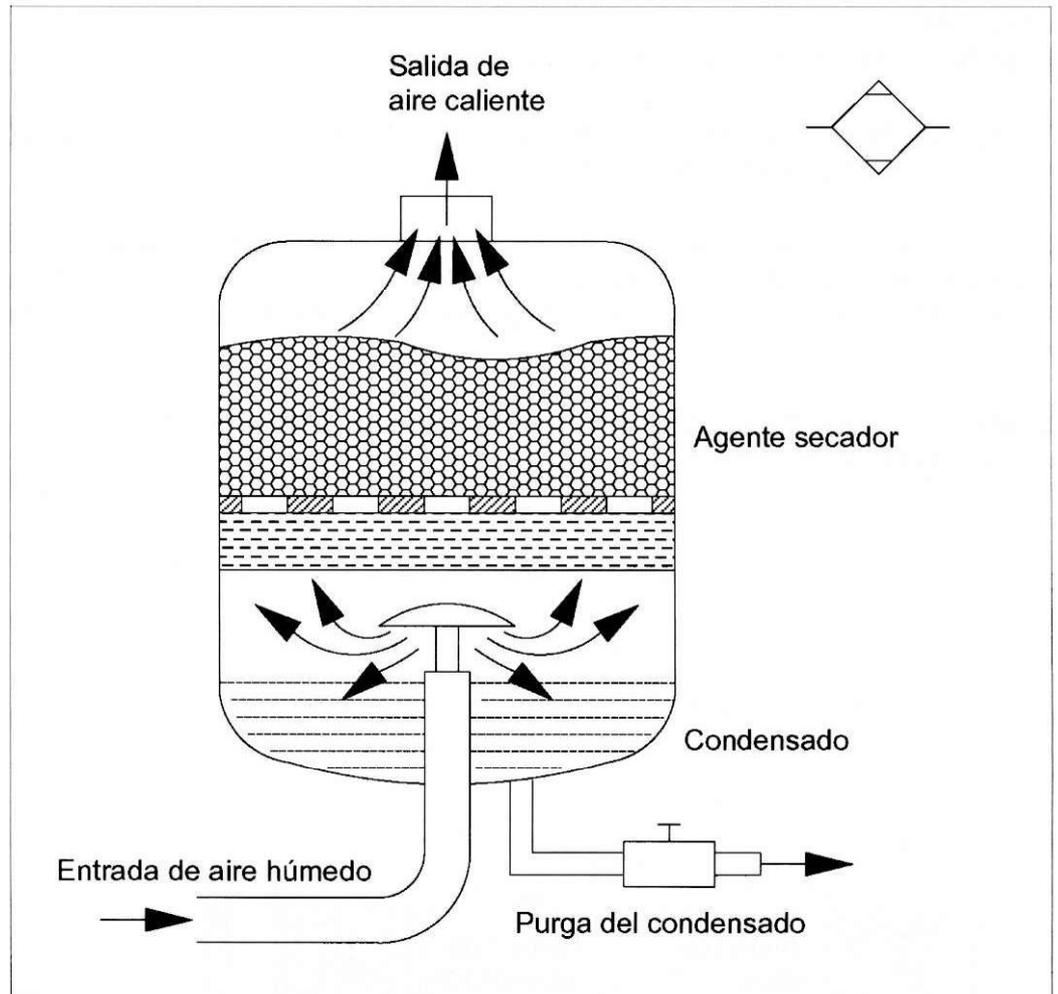


Figura 2.6: Secado por absorción

Primero, el aire a presión es guiado a través de un filtro para retirar la mayor cantidad de gotas de agua y de aceite posible. Cuando el aire entra en el secador, es sometido a un movimiento rotativo al atravesar la cámara de secado, la cual contiene un agente de fundición (masa de secado). La humedad se une a este agente de absorción y la disuelve. El líquido obtenido de este modo pasa al depósito inferior.

Este depósito tiene que ser vaciado regularmente y, además deberá sustituirse también con regularidad el agente absorbente.

Características del método de absorción:

- Instalación sencilla del equipo
- Poco desgaste mecánico (por no incluir piezas móviles)
- No hay necesidad de recurrir a fuentes de energía externas

Después del secador debe preverse un filtro para captar el polvo arrastrado del agente de absorción.

Pueden alcanzarse puntos de condensación de presión inferiores a 0 °C.

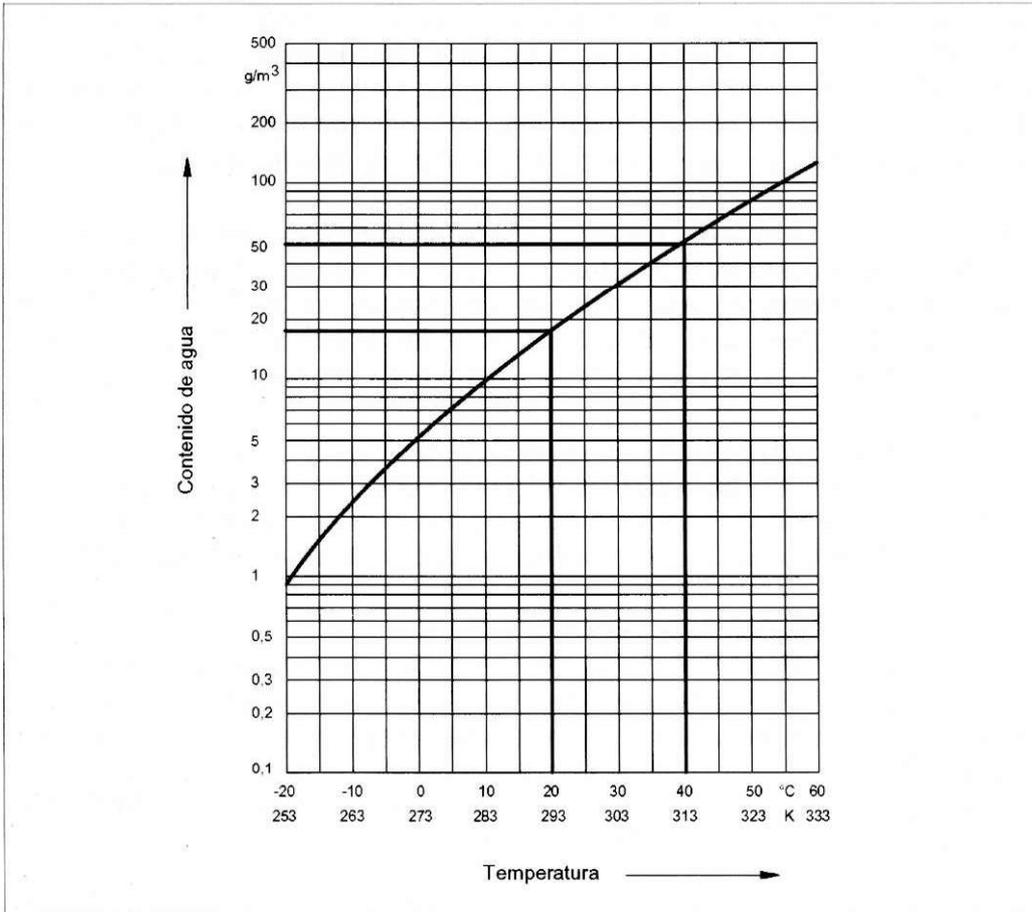


Figura 2.7: Curva del punto de condensación

Rendimiento de aspiración	1000 m <sup>3</sup> /h
Presión absoluta	700 kPa (7 bar)
Cantidad comprimida por hora	143 m <sup>3</sup>
Temperatura de aspiración	293 K (20 °C)
Temperatura después de la compresión	313 K (40 °C)
humedad relativa	50%

Ejemplo de cálculo

Cantidad de agua antes de la compresión:

Con 293 K (20 °C) se obtiene el siguiente contenido de agua:

$$100\% = 17,3 \text{ g/m}^3$$

en consecuencia  $50\% = 8,65 \text{ g/m}^3$

De ello resulta  $8,65 \text{ g/m}^3 \cdot 1000 \text{ m}^3/\text{h} = 8650 \text{ g/h}$

Cantidad de agua después de la compresión:

Con 313 K (40 °C) se obtiene la siguiente cantidad saturada:

$$51,1 \text{ g/m}^3$$

De ello resulta  $51,1 \text{ g/m}^3 \cdot 143 \text{ m}^3/\text{h} = 7307 \text{ g/h}$

Por lo tanto, la cantidad de agua segregada después de la compresión es la siguiente:

$$8650 \text{ g/h} - 7307 \text{ g/h} = 1343 \text{ g/h.}$$

### 2.5 Distribución del aire

Para que la distribución del aire sea fiable y no cause problemas, es recomendable acatar una serie de puntos. Entre ellos, las dimensiones correctas del sistema de tuberías son tan importantes como la elección correcta de los materiales, de la resistencia al caudal del aire, así como la configuración del sistema de tuberías y la ejecución de los trabajos de mantenimiento.

#### Dimensiones de las tuberías

tratándose de instalaciones nuevas, siempre debe tomarse en cuenta una posible ampliación posterior del sistema de aire comprimido. Concretamente, la tubería principal debería tener dimensiones mayores a las que se necesitan para el sistema actual. Con miras a una posterior ampliación, también es recomendable instalar cierres y válvulas de bloqueo adicionales.

En todos los conductos se producen pérdidas de presión a raíz de resistencias al flujo, especialmente en zonas de estrechamiento, en ángulos, bifurcaciones y conexiones de tubos. Estas pérdidas tienen que ser compensadas por el compresor. La disminución de presión en todo el sistema debería la mínima posible.

Para calcular las diferencias de presión es necesario conocer exactamente la longitud de las tuberías. Las conexiones de tubos, las desviaciones y los ángulos deberán ser sustituidos por las longitudes respectivas. Además, la selección del diámetro interior correcto depende también de la presión de servicio y de la cantidad de aire alimentado al sistema; en consecuencia, es recomendable calcular el diámetro mediante un nomograma.

#### Resistencia al caudal

Cualquier tipo de influencia que incida sobre el flujo de aire o cualquier cambio de dirección significan un factor de interferencia que provoca un aumento de la resistencia al flujo. Ello tiene como consecuencia una constante disminución de la presión dentro de las tuberías. Dado que es inevitable utilizar desviaciones, ángulos y conexiones de tubos en cualquier red neumática, es imposible evitar una reducción de la presión. No obstante, la instalación óptima de las conexiones, la elección de los materiales adecuados y el montaje correcto de las conexiones pueden contribuir a que la reducción sea mínima.

#### Material de las tuberías

Los sistemas neumáticos modernos exigen la instalación de tubos que cumplan con determinadas condiciones. Concretamente, los materiales tienen que cumplir con lo siguiente

- Bajo nivel de pérdida de presión
- Estanqueidad
- Resistencia a la corrosión
- Posibilidad de ampliación

En lo que respecta al uso de materiales de plástico, no solo tiene que tomarse en cuenta sus precios, sino que también cabe anotar que con ellos los costos de instalación son más bajos. Los tubos de plástico pueden unirse al 100% de estanqueidad utilizando pegamentos. Además, las redes de tuberías de plástico pueden ampliarse fácilmente.

Las tuberías de cobre o de acero, por lo contrario, son más baratas, pero para unirlos hay que soldarlos o utilizar conexiones roscadas. Si estos trabajos no son llevados a cabo de modo esmerado, bien puede suceder que el sistema sea contaminado con virutas, residuos de soldadura, depósitos de partículas o

de materiales de juntas. De este modo pueden surgir problemas durante el funcionamiento del sistema. Tratándose de tubos de diámetros pequeños y medianos, los de plástico ofrecen ventajas en comparación con todos los demás en lo que respecta al precio, al montaje, al mantenimiento y a la posibilidad de ampliar la red.

Dadas las oscilaciones de la presión en la red, es indispensable que los tubos sean montados sólidamente, ya que de lo contrario es posible que se produzcan fugas en las conexiones atornilladas o soldadas.

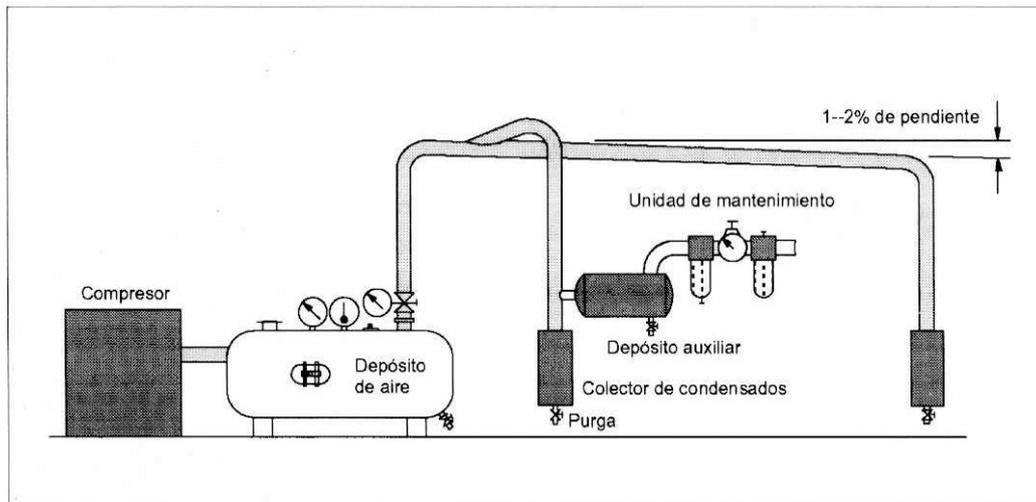


Figura 2.8: Sistema de abastecimiento de aire

La configuración de la red de tuberías es de gran importancia para el funcionamiento económico del sistema, aparte de escoger las dimensiones correctas de los tubos y de optar por una buena calidad de los materiales empleados. El compresor suministra al sistema aire a presión en ciertos intervalos. Por lo tanto es frecuente que el consumo de aire a presión aumente solo durante un breve plazo. Esta circunstancia puede provocar condiciones desfavorables en la red de aire a presión. Por lo tanto es recomendable instalar un circuito anular principal de aire a presión, ya que de ese modo se obtiene un nivel de presión relativamente constante.

Configuración de la red de tubos

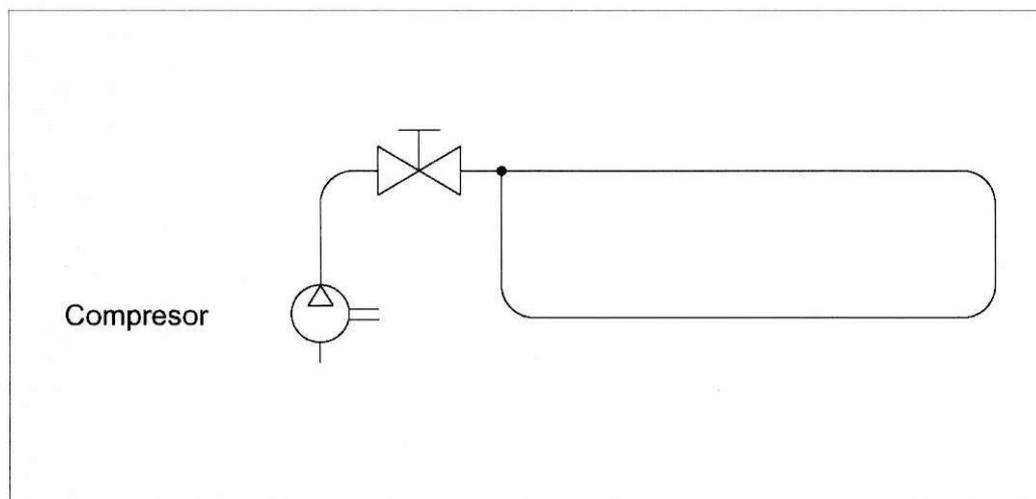


Figura 2.9: Circuito anular

Para efectuar trabajos de mantenimiento, de reparación y de ampliación de la red sin interferir en la alimentación del aire a presión, es aconsejable segmentar la red por partes individuales.

Con ese fin deberán instalarse bifurcaciones con conexiones en T y colectores con acoplamientos enchufables. Los conductos de bifurcación deberían estar equipados con válvulas de cierre o con válvulas de bola tipo estándar.

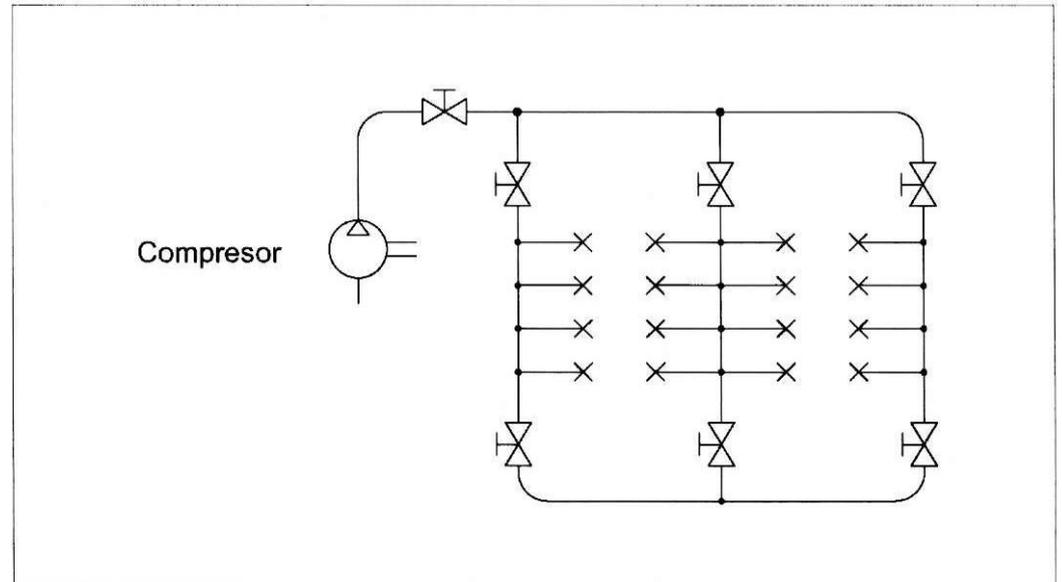


Figura 2.10: Red múltiple

Aunque el sistema de evacuación de aire del sistema generador de presión sea eficiente, siempre puede haber residuos de condensado en el sistema de tuberías debido a caídas de presión o de la temperatura exterior. Para evacuar ese condensado, todo el sistema debería tener una inclinación de 1 hasta 2% en dirección del flujo de aire. Los puntos de evacuación también pueden instalarse escalonadamente. De esta forma, el condensado puede ser evacuado en los puntos respectivamente más bajos a través de un separador de agua.

Las distintas funciones del acondicionamiento del aire a presión, filtrar, regular y lubricar pueden llevarse a cabo con elementos individuales. A menudo estas funciones se han unido en una unidad operativa, la unidad de mantenimiento. Dicha unidad es antepuesta a todas las instalaciones neumáticas.

## 2.6 Unidad de mantenimiento

Por lo general la lubricación de aire a presión ya no es necesaria en las instalaciones modernas. Solo debería aplicarse puntualmente, sobre todo en la sección de potencia de una instalación. El aire comprimido en la sección de mando no debería lubricarse.

El condensado, las impurezas y demasiada cantidad de aceite pueden ser motivo de desgaste de piezas móviles y de juntas de elementos neumáticos. Dichas sustancias pueden contaminar el medio ambiente a través de fugas en el sistema. Si no se utilizan filtros, es posible que los productos que se produzcan en la fábrica queden inutilizados por efecto de la suciedad (por ejemplo, en el caso de alimentos o productos farmacéuticos o químicos).

### Filtros de aire a presión

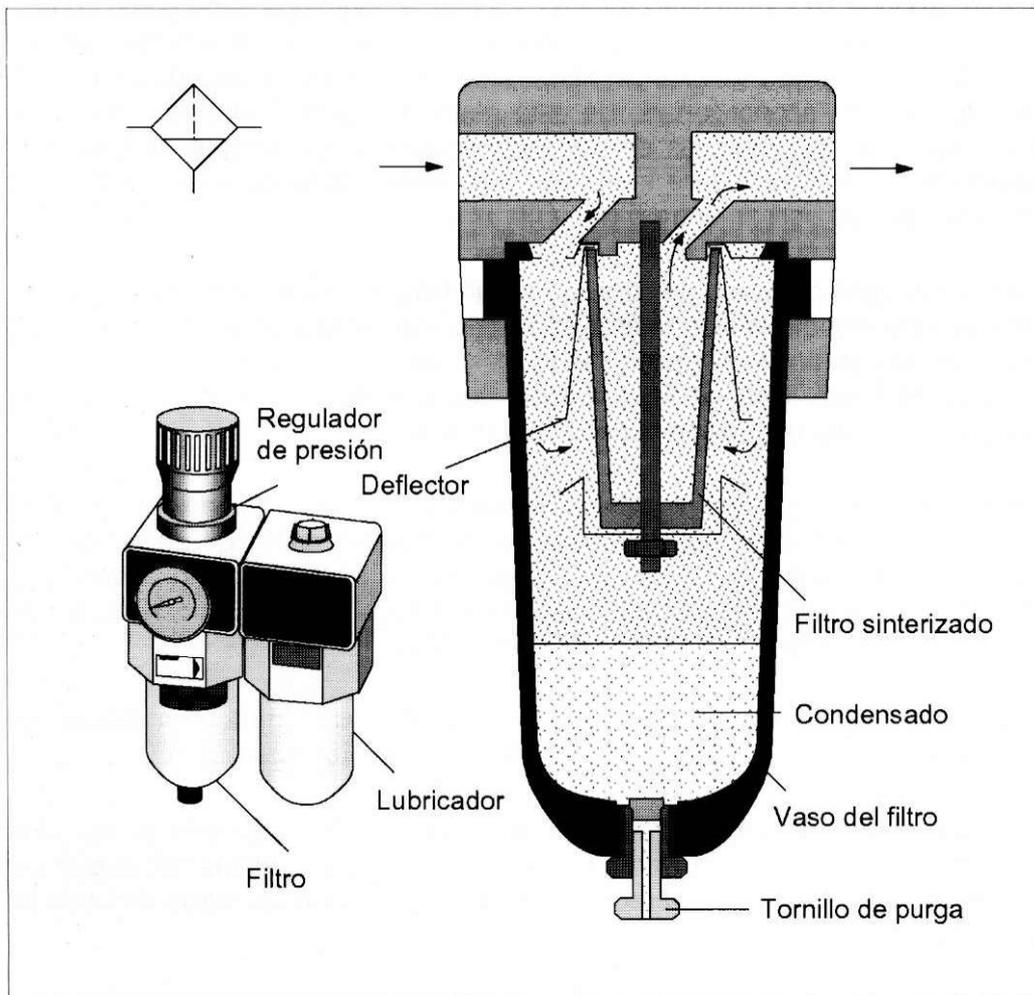


Figura 2.11: Filtro de aire a presión

El abastecimiento de aire a presión de buena calidad en un sistema neumático depende en gran medida del filtro que se elija. El parámetro característico de los filtros es la amplitud de los poros. Dicho parámetro determina el tamaño mínimo de las partículas que pueden ser retenidas en el filtro.

El agua condensada deberá ser purgada antes de que su volumen llegue al nivel máximo, ya que de lo contrario volvería a mezclarse con el aire.

Si el condensado es cuantioso, es recomendable instalar un sistema de purga automático en vez de recurrir a un grifo manual. No obstante, en este caso debería buscarse también la causa de este elevado nivel de condensado, por ejemplo un guiado inadecuado de las conducciones podría ser una.

La unidad de purga automática tiene un flotador que, al llegar a la marca de máximo, actúa sobre una palanca que abre una tobera dejando pasar aire a presión. El aire a presión actúa sobre una membrana la que, por su parte, abre una salida de purga. Una vez que el flotador llega al nivel mínimo de condensado en el depósito, cierra la tobera y se interrumpe la operación de evacuación. Además existe la posibilidad de vaciar el depósito manualmente.

El aire a presión que entra en el filtro choca con un disco en espiral, por lo que se produce un movimiento rotativo. La fuerza centrífuga tiene como consecuencia la separación de partículas de agua y de sustancias sólidas, que se depositan en la pared interior del filtro, desde donde son evacuadas hacia un depósito. El aire acondicionado de esta manera atraviesa el filtro, en el que son separadas las partículas de suciedad restantes que tengan dimensiones superiores a los tamaños de los poros. Los filtros normales tienen poros con dimensiones que oscilan entre 5  $\mu\text{m}$  y 40  $\mu\text{m}$ .

Bajo el concepto de grado de filtración de un filtro se entiende el porcentaje de partículas de una dimensión determinada que son separadas de la corriente de aire, p.ej. un grado de filtración de 99,99% en relación a una dimensión de partícula de 5  $\mu\text{m}$ . Con un filtro finísimo puede retenerse el 99,999% de las partículas con una dimensión superior a 0,01  $\mu\text{m}$ .

Los filtros tienen que ser sustituidos después de cierto tiempo, ya que las partículas de suciedad pueden obturarlos. Si bien es cierto que el efecto de filtración se mantiene incluso si el filtro está sucio, cabe tener en cuenta que un filtro sucio significa una resistencia mayor al flujo del aire. En consecuencia se produce una mayor caída de presión en el filtro.

Para determinar el momento oportuno para cambiar el filtro, deberá efectuarse un control visual o una medición de la diferencia de presiones.

### Mantenimiento

Los intervalos para el cambio de los filtros dependen de la calidad del aire comprimido, de la cantidad de aire requerido por los elementos neumáticos y del tamaño del filtro. Las operaciones de mantenimiento de filtros incluyen lo siguiente:

- Sustituir o limpiar el cartucho filtrante
- Evacuación de condensado

Al efectuar trabajos de limpieza, deberán acatarse las indicaciones hechas por el fabricante en relación con las sustancias que podrán utilizarse con ese fin.

## Reguladores de presión

El nivel de la presión del aire comprimido generado por el compresor no es constante. Las oscilaciones de la presión en las tuberías puede incidir negativamente en las características de conmutación de las válvulas, en la velocidad de los cilindros y en la regulación del tiempo de válvulas de estrangulación y de retardo.

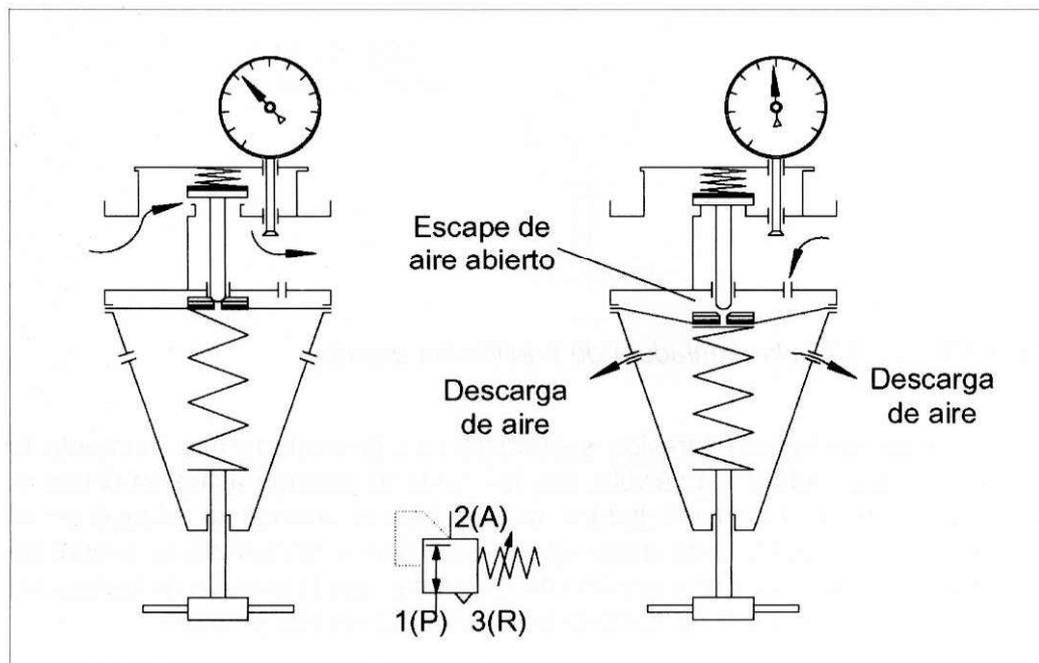
En consecuencia, es importante que la presión del aire sea constante para que el equipo neumático no ocasione problemas. Para obtener un nivel constante de la presión del aire se instalan reguladores de presión en la red de aire a presión con el fin de procurar la uniformidad de la presión en el sistema de alimentación de aire comprimido (presión secundaria), independientemente de las oscilaciones que surjan en el circuito principal (presión primaria). El reductor o regulador de presión es instalado detrás del filtro de aire, con el fin de mantener un nivel constante de la presión de servicio. El nivel de la presión siempre debería regirse por las exigencias que plantee la parte correspondiente del sistema.

En la práctica una presión de servicio de

- 600 kPa (6 bar) en la sección de operación
- 300 bis 400 kPa (3 bis 4 bar) en la sección de mando

han demostrado ser la mejor solución para satisfacer los criterios de generación de aire a presión y los del rendimiento de los elementos neumáticos.

Si la presión de trabajo es más elevada, no se aprovecharía debidamente la energía y además el desgaste sería mayor; si la presión es menor, disminuiría el rendimiento, especialmente en la sección operativa del sistema.



Válvula reguladora de presión con escape

Figura 2.12: Válvula reguladora de presión sin escape

### Funcionamiento

La presión de entrada (presión primaria) siempre tiene que ser mayor que la presión de salida (presión secundaria) en la válvula reguladora de presión. La presión es regulada mediante una membrana. La presión de salida actúa sobre uno de los lados de la membrana, mientras que por el otro lado actúa un muelle. La fuerza del muelle puede ajustarse mediante un tornillo.

Si la presión aumenta en el circuito secundario, por ejemplo al producirse un cambio de cargas en un cilindro, la membrana es presionada contra el muelle, con lo que disminuye o se cierra el diámetro del escape en el asiento de la válvula. El asiento de la válvula abre y el aire a presión puede salir a través de los taladros de evacuación.

Si disminuye la presión en el circuito secundario, el muelle se encarga de abrir la válvula. En consecuencia, la regulación de la presión de aire en función de una presión de trabajo ajustada con antelación significa que el asiento de la válvula abre y cierra constantemente por efecto del volumen de aire que pasa a través de ella. La presión de trabajo es indicada en un instrumento de medición.

### Válvula reguladora de presión sin escape

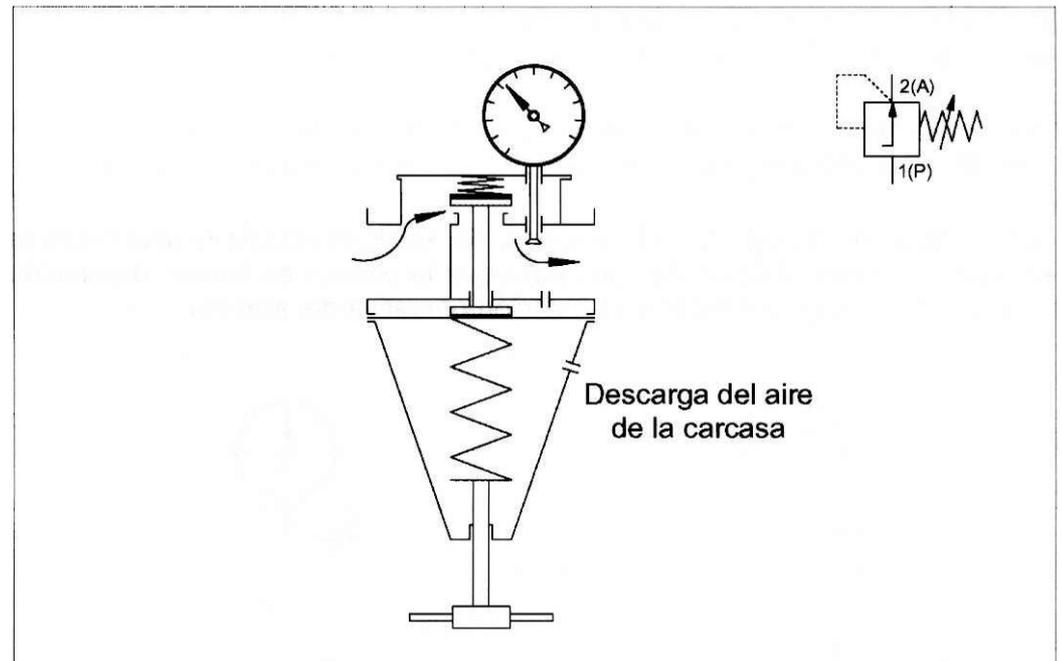


Figura 2.13: Válvula reguladora de presión sin escape

### Funcionamiento

Si la presión de trabajo (presión secundaria) es demasiado alta, aumenta la presión en el asiento de la válvula, con lo que la membrana actúa en contra la fuerza del muelle. Al mismo tiempo es reducido o cerrado el escape en el asiento de la junta. De este modo queda reducido o bloqueado el caudal de aire. Para que pase el aire a presión es necesario que la presión de trabajo en el circuito secundario sea menor que la presión del circuito primario.

En términos generales, no debería lubricarse el aire a presión. No obstante, si las partes móviles de válvulas y cilindros requiriesen de lubricación, deberá enriquecerse el aire a presión constantemente con una cantidad suficiente de aceite. La lubricación del aire a presión debería siempre limitarse tan solo a los segmentos del sistema que necesiten lubricación. El aceite que pasa del compresor al aire a presión no es apropiado para la lubricación de elementos neumáticos.

Lubricación del aire a presión

Los cilindros provistos de juntas resistentes al calor no deberían recibir aire a presión lubricado, ya que el aceite contenido en el aire podría producir un lavado de la grasa especial que llevan los cilindros.

Si se opta por usar aire a presión no lubricado en sistemas que antes sí lo usaban, será necesario renovar la lubricación original de fábrica de las válvulas y de los cilindros, ya que es posible que dicha lubricación original entretanto haya desaparecido.

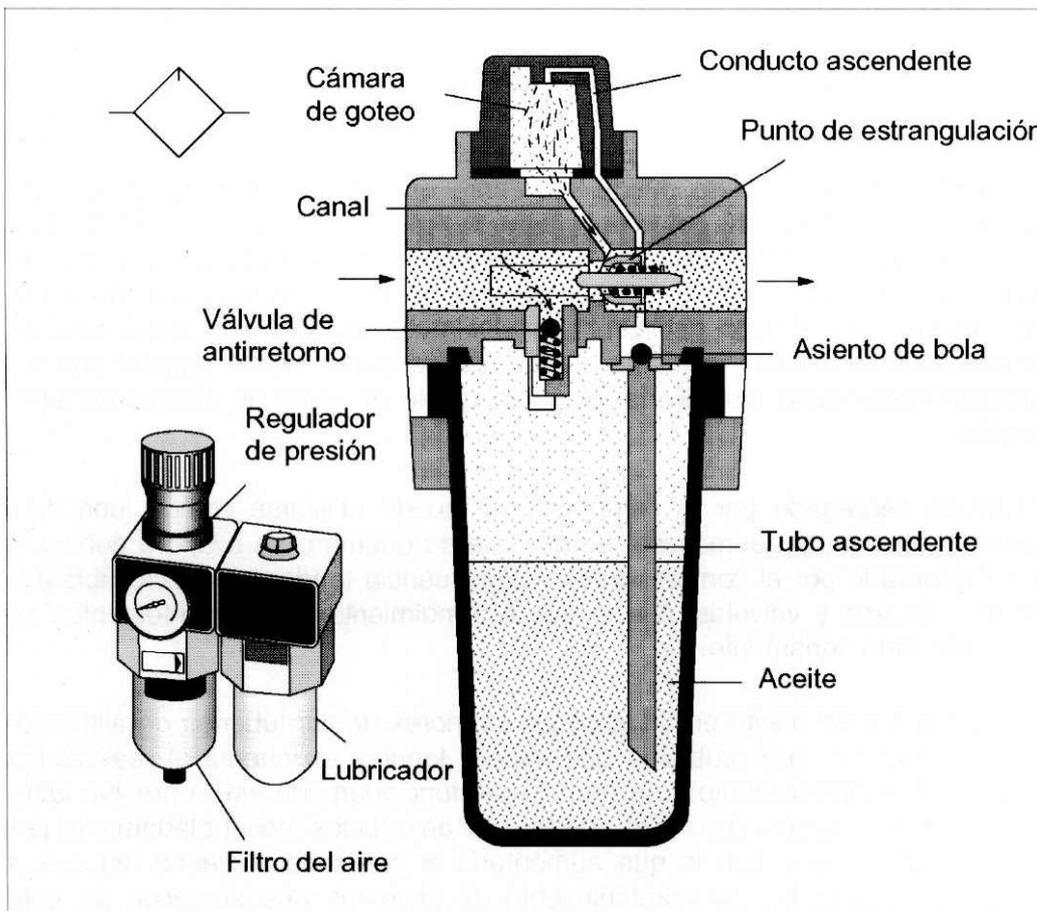


Figura 2.14: Lubricador de aire a presión

El aire a presión debería contener aceite de lubricación en los siguientes casos:

- Necesidad de operar con movimientos extremadamente veloces
- Uso de cilindros de grandes diámetros (En este caso, es recomendable instalar la unidad de lubricación inmediatamente antes del cilindro)

Si la lubricación es demasiado copiosa, pueden surgir los siguientes problemas:

- Funcionamiento deficiente de elementos
- Mayor contaminación del medio ambiente
- Agarrotamiento de elementos después de períodos de inactivación prolongados

### Funcionamiento

El aire a presión pasa a través de la unidad de lubricación. Al atravesar una zona de estrangulación en dicha unidad, se produce un vacío.

Este vacío provoca la succión del aceite a través de una tubería conectada a un depósito. El aceite pasa a una cámara de goteo donde es pulverizado y mezclado con el aire.

### Ajuste de la unidad de lubricación

El aceite puede ser dosificado de la siguiente manera:

La dosificación del aceite puede realizarse en concordancia con una valor orientativo de 1 hasta 10 gotas por metro cúbico de aire a presión. La dosificación correcta puede comprobarse del siguiente modo: colocar un trozo de cartón blanco a unos 10 cm de la boca del aire de salida del elemento de ajuste del cilindro más alejado del lubricador. Después de que el sistema esté en funcionamiento durante un tiempo prudencial, el cartón podrá adquirir una coloración ligeramente amarillenta. Si gotea aceite es signo de exceso de lubricación.

### Mantenimiento de la unidad de lubricación

El aceite segregado por el compresor no puede utilizarse como lubricante para los elementos neumáticos. Este aceite se quema o se evapora debido al calor generado por el compresor. En consecuencia tendría un efecto abrasivo en los cilindros y válvulas, con lo que el rendimiento de estos elementos se vería afectado seriamente.

Los depósitos de aceite en las paredes interiores de las tuberías de alimentación representan otro problema que deberá tenerse en cuenta al realizar los trabajos de mantenimiento de sistemas que funcionan con aire a presión lubricado. Estos depósitos de aceite pueden ser absorbidos incontroladamente por la corriente de aire, con lo que aumentaría el grado de suciedad del aire a presión. Los trabajos de mantenimiento de sistemas que adolecen de este problema son sumamente complicados, puesto que la única forma de limpiar una tubería sucia por depósitos de aceite es desmontándola.

Los depósitos de aceite también puede tener como consecuencia que los elementos queden adheridos, especialmente si la instalación ha estado sin funcionar durante un período prolongado. Transcurrido un fin de semana o un día festivo es posible que las unidades lubricadas ya no funcionen correctamente.

La lubricación del aire a presión debería siempre limitarse tan solo a las partes del sistema que deben ser abastecidas sin falta. Para el abastecimiento de aceite lo mejor es instalar la unidad de lubricación del aire a presión directamente delante de los elementos desgastados. Para la sección de mando de una instalación neumática deberán escogerse elementos autolubrificantes.

Por consiguiente, la regla básica es: Acondicionar el aire a presión sin aceite.

Resumiendo, deberían tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- No permitir que el aceite proveniente del compresor pase a la red del aire a presión (instalación de un separador de aceite).
- Instalar exclusivamente elementos que también puedan funcionar sin aire lubricado.
- Una vez que un sistema ha funcionado con aceite, deberá seguir funcionando con aire lubricado ya que los elementos pierden su lubricación de fábrica en el transcurso del tiempo a causa del aceite agregado al aire.

En relación a la unidad de mantenimiento hay que tener en cuenta lo siguiente:

Unidad de mantenimiento

- El tamaño de la unidad de mantenimiento depende del caudal de aire ( $m^3/h$ ). Si el caudal es demasiado grande, la caída de presión en los elementos neumáticos sería considerable. En consecuencia es indispensable acatar las indicaciones hechas por el fabricante respectivo.
- La presión de servicio no deberá rebasar el valor correspondiente indicado en la unidad de mantenimiento. La temperatura ambiente no debería ser superior a  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  (valor máximo para elementos de material plástico).

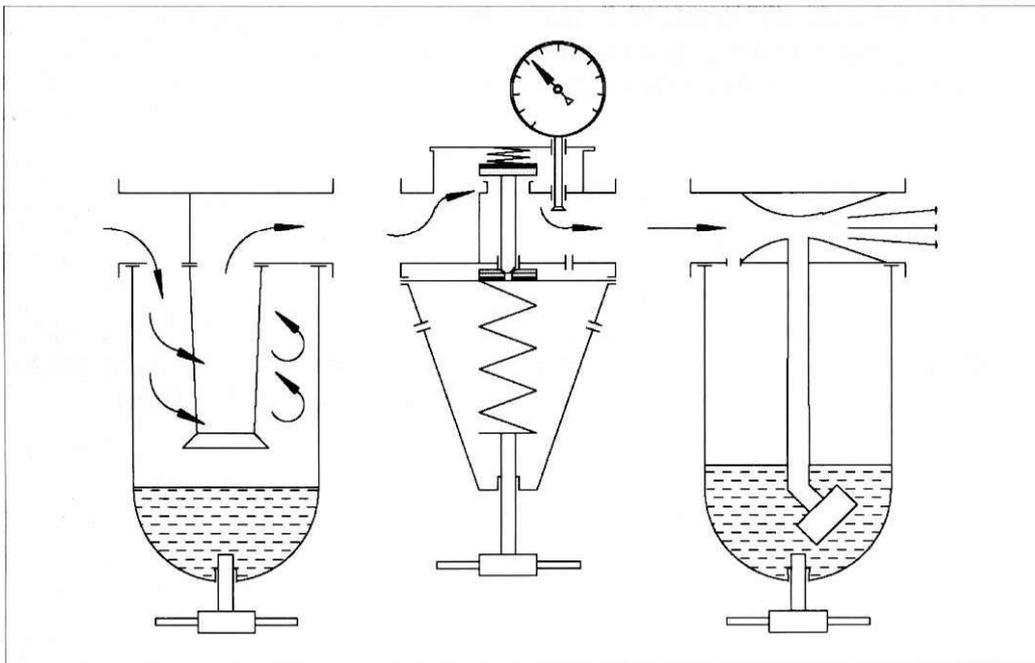


Figura 2.15: Unidad de mantenimiento: Funcionamiento

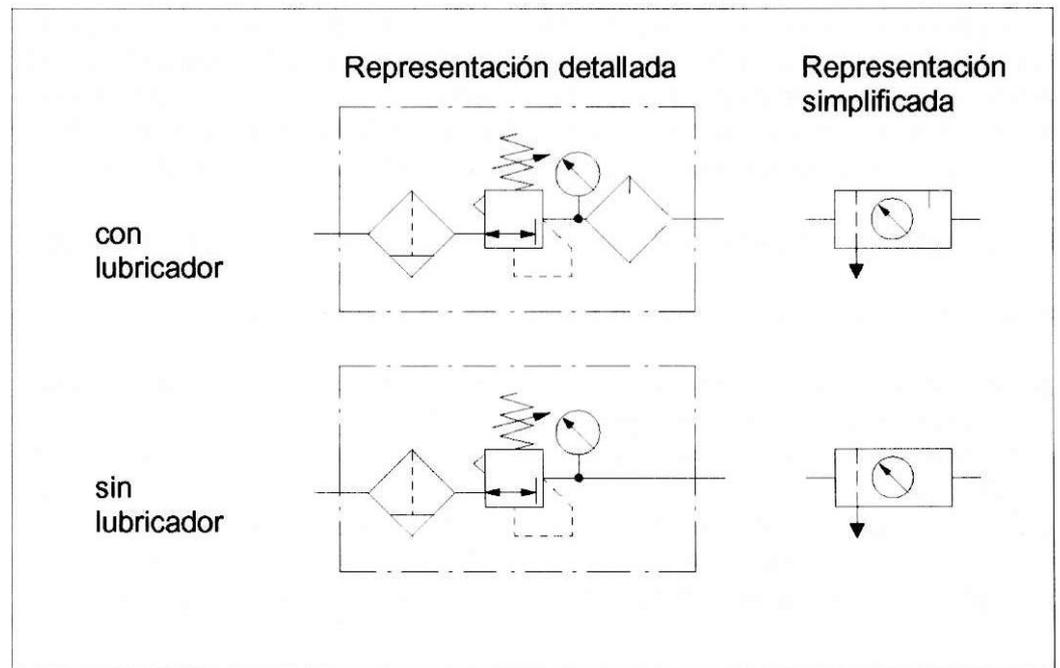


Figura 2.16: Unidad de mantenimiento: Símbolos

### Cuidados de las unidades de mantenimiento

Mantenimiento que deberá efectuarse con regularidad:

- **Filtro de aire:**  
Controlar regularmente el nivel del condensado, puesto que de ningún modo deberá permitirse que suba del nivel máximo. Si el nivel es superior al nivel máximo, es posible que el condensado sea aspirado hacia las tuberías de aire a presión. El excedente de condensado puede ser evacuado a través del grifo de purga. Además, deberá revisarse el grado de suciedad del cartucho del filtro y, si fuese necesario, deberán efectuarse los trabajos de limpieza correspondientes o proceder a su sustitución.
- **Regulador de aire a presión:**  
El regulador no precisa de mantenimiento, siempre y cuando se haya instalado delante de él un filtro de aire.
- **Lubricador de aire a presión:**  
En este caso también es necesario controlar el nivel y, de ser necesario, rellenar aceite. Solo podrán utilizarse aceites minerales. Los filtros de plástico y los vasos no deberán limpiarse con disolventes (tricloroetileno).

# Capítulo 3

## Actuadores e indicadores

Un actuador o elemento de trabajo transforma la energía en trabajo. La señal de salida es controlada por el mando y el actuador reacciona a dicha señal por acción de los elementos de maniobra. Otro tipo de equipos de emisión o de los actuadores, como pueden ser, por ejemplo, los indicadores ópticos de accionamiento neumático.

Los actuadores neumáticos pueden clasificarse en dos grupos según el movimiento, si es lineal o giratorio:

- Movimiento rectilíneo (movimiento lineal)
  - Cilindro de simple efecto
  - Cilindro de doble efecto
  
- Movimiento giratorio
  - Motor neumático
  - Actuador giratorio
  - Accionamiento oscilante

### 3.1 Cilindro de simple efecto

Los cilindros de simple efecto reciben aire a presión sólo en un lado. Estos cilindros sólo pueden ejecutar el trabajo en un sentido. El retroceso está a cargo de un muelle incluido en el cilindro o se produce por efecto de una fuerza externa. La fuerza del muelle hace retroceder el vástago del cilindro a suficiente velocidad, pero sin que el cilindro pueda soportar una carga.

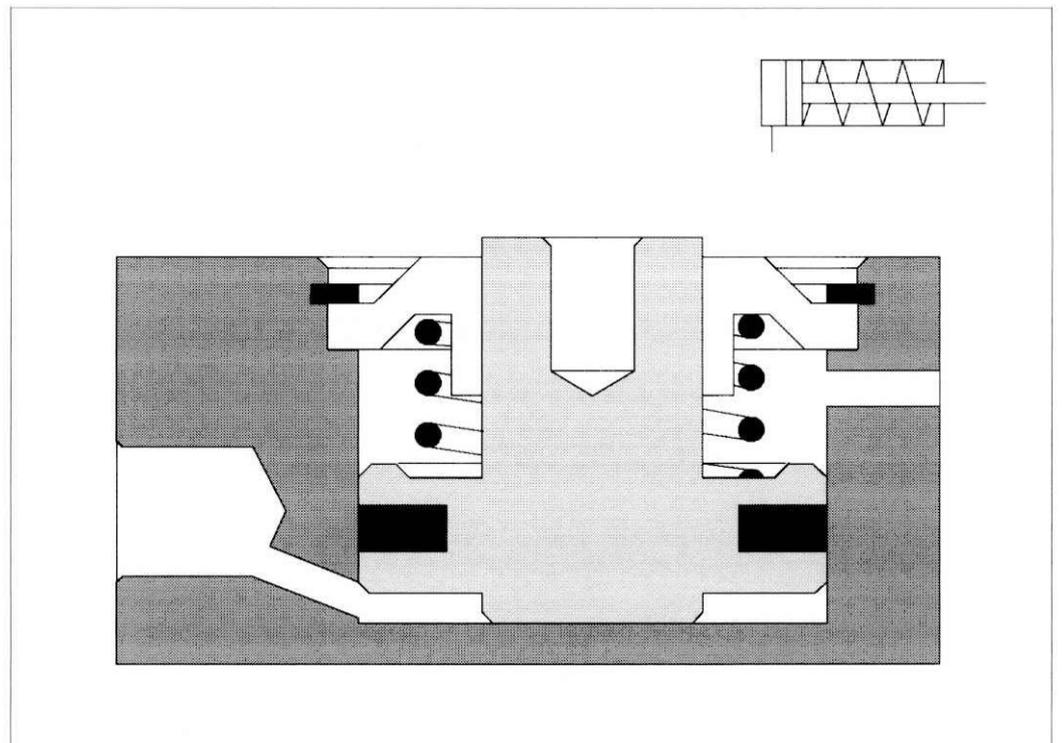


Figura 3.1: Cilindro de simple efecto

En los cilindros de simple efecto con muelle de reposición, la carrera está definida por la longitud del muelle. en consecuencia, los cilindros de simple efecto tienen una longitud máxima de aproximadamente 80 mm.

Por su diseño, los cilindros de simple efecto pueden ejecutar diversas funciones de movimientos denominados de alimentación, tales como los que se mencionan a continuación:

- Entregar
- Bifurcar
- Juntar
- Accionar
- Fijar
- Expulsar

Los cilindros de simple efecto están equipados con una junta simple en el émbolo, en el lado sometido a presión. La estanqueidad de los cilindros de metal o plástico se logra utilizando un material flexible (Perbunán). Los bordes de la junta se deslizan a lo largo de la camisa del cilindro cuando éste ejecuta los movimientos.

Tipos

Los cilindros de simple efecto también pueden ser de los siguientes tipos:

- Cilindros de membrana
- Cilindros de membrana enrollable

En los cilindros de membrana, una membrana de goma, de plástico o de metal hace las veces de émbolo. El vástago está fijado en el centro de la membrana. Estos cilindros de carrera corta son utilizados para ejecutar trabajos de fijación, prensado y elevación.

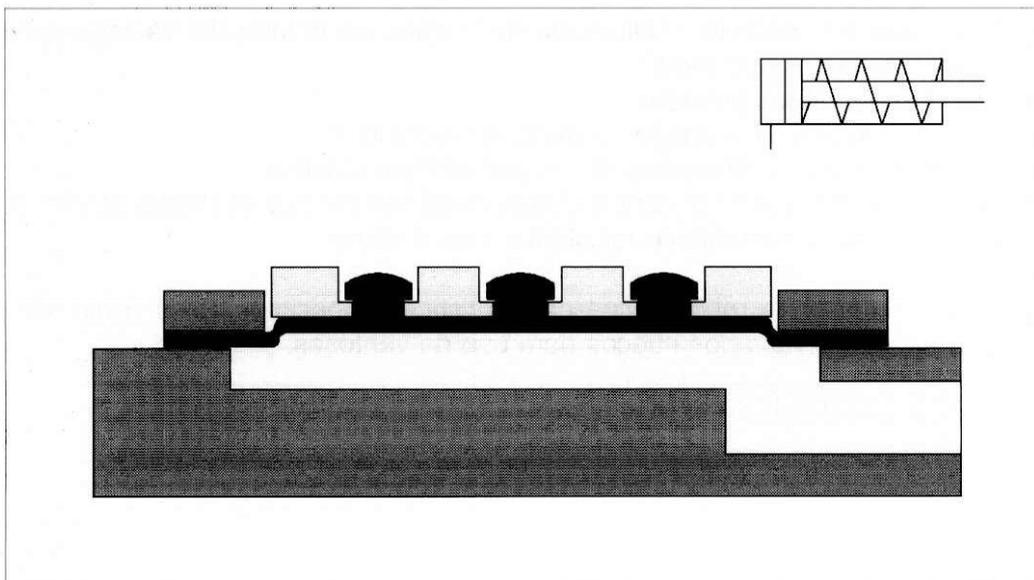


Figura 3.2: Cilindro de membrana

### 3.2 Cilindros de doble efecto

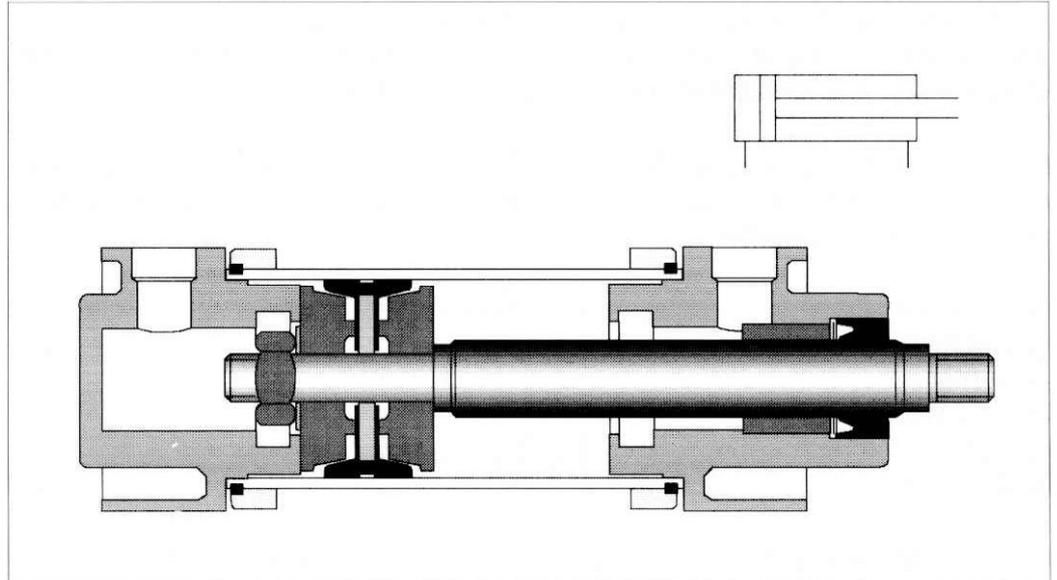


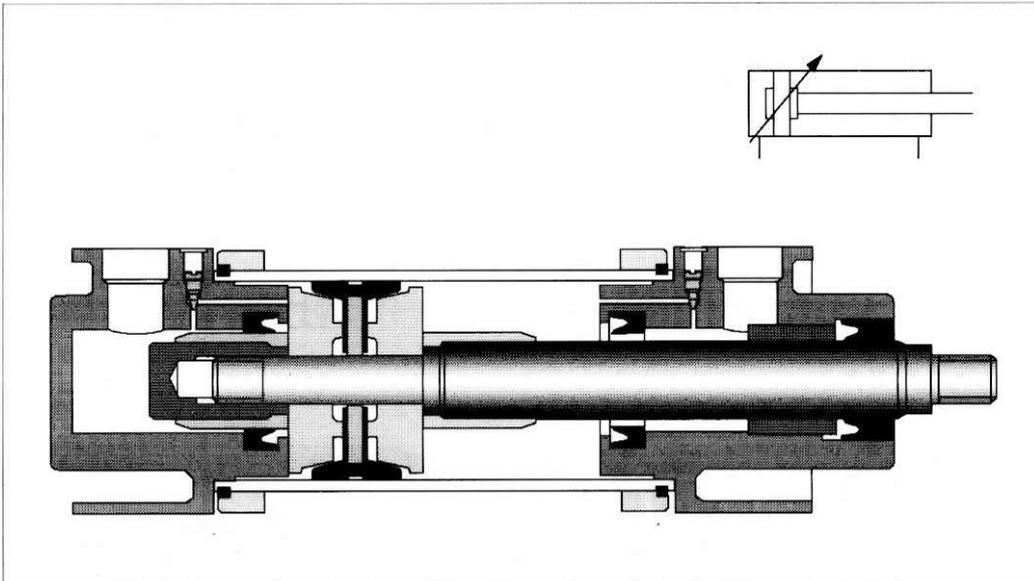
Figura 3.3: Cilindro de doble efecto

El diseño de estos cilindros es similar al de los cilindros de simple efecto. No obstante, los cilindros de doble efecto no llevan muelle de reposición y, además, las dos conexiones son utilizadas correspondientemente para la alimentación y la evacuación del aire a presión. Los cilindros de doble efecto ofrecen la ventaja de poder ejecutar trabajos en ambos sentidos. Se trata, por lo tanto, de cilindros sumamente versátiles. La fuerza ejercida sobre el vástago es algo mayor en el movimiento de avance que en el de retroceso porque la superficie en el lado del émbolo es más grande que en el lado del vástago.

#### Tendencias de desarrollo

Los cilindros de doble efecto tienen las siguientes aplicaciones y su desarrollo manifiesta tener las siguientes tendencias:

- Detección sin contacto - Utilización de imanes en el lado del vástago para activar contactos tipo reed
- Frenado de cargas pesadas
- Uso de cilindros sin vástago en espacios reducidos
- Uso de materiales diferentes, como por ejemplo plástico
- Recubrimiento protector contra daños ocasionados por el medio ambiente (por ejemplo, recubrimiento resistente a los ácidos)
- Mayor resistencia
- Aplicaciones en la robótica con características especiales, tales como vástago antigiro o vástagos huecos para uso de ventosas.



Cilindros con amortiguación en las posiciones finales

Figura 3.4: Cilindro de doble efecto con amortiguación de final de carrera

Si un cilindro tiene la función de mover grandes masas, los amortiguadores de final de carrera se encargan de evitar un golpe seco y, por tanto, un daño de los cilindros. Un émbolo amortiguador interrumpe la evacuación directa del aire hacia afuera antes de que el cilindro llegue a su posición de final de carrera. En vez de ello, queda abierta una salida pequeña que por lo general es regulable. La velocidad del cilindro es reducida en la última parte del movimiento de retroceso. Deberá procurarse que los tornillos de ajuste nunca estén totalmente cerrados, ya que de lo contrario el vástago no podrá alcanzar su posición de final de carrera.

Si las fuerzas son muy elevadas y si la aceleración es considerable, deberán adoptarse medidas adicionales para solucionar el problema.

Concretamente, pueden instalarse amortiguadores externos para aumentar el efecto de frenado.

Forma correcta de frenar:

- Cerrar completamente el tornillo de ajuste.
- Abrir paulatinamente el tornillo de ajuste hasta que se alcance el valor deseado.

### Cilindro tandem

Se trata de un conjunto de dos cilindros de doble efecto. Su diseño y la aplicación simultánea de presión en ambos émbolos permite casi duplicar la fuerza del vástago. Este tipo de cilindro es utilizado en todos los casos en los que es necesario disponer de una gran fuerza y no se dispone del espacio suficiente para un diámetro grande del cilindro.

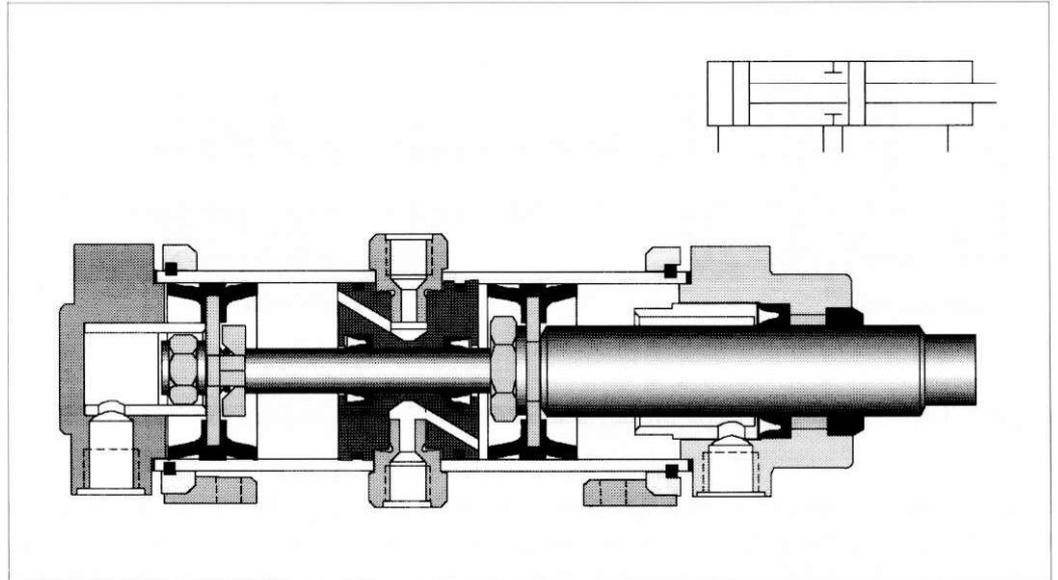


Figura 3.5: Cilindro Tandem

### Cilindro con vástago continuo

Este cilindro tiene hacia ambos lados un vástago. El vástago es continuo. La guía del vástago es mejor, ya que dispone de dos cojinetes. En ambos sentidos de movimiento la fuerza es igual de potente.

El vástago continuo puede ser hueco. De este modo puede aplicarse para el paso de distintos medios, p.ej. aire a presión. También es posible una conexión de vacío.

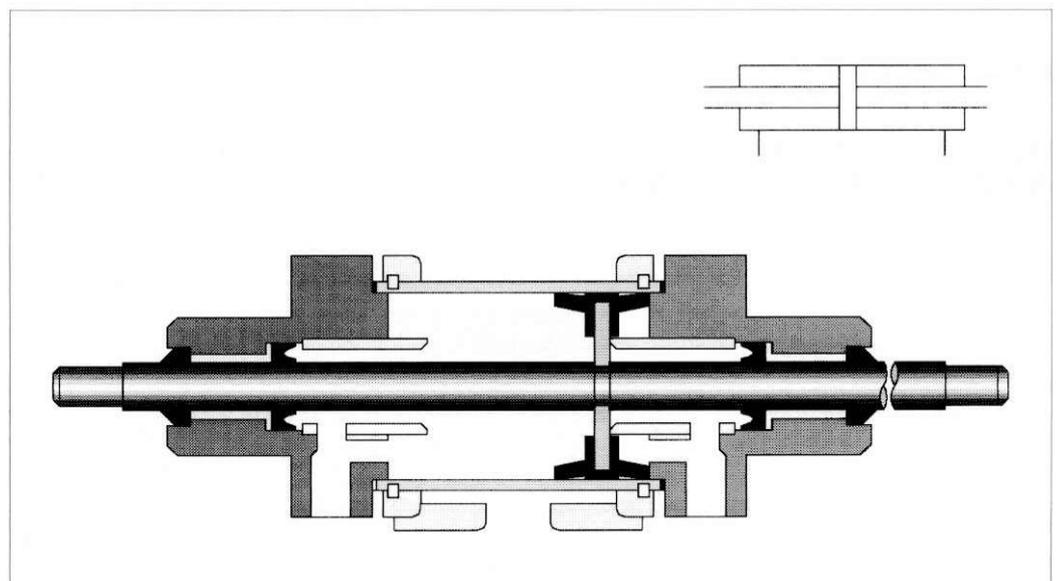


Figura 3.6: Cilindro con vástago continuo

El cilindro multiposicional está compuesto de dos o varios cilindros de doble efecto. Los cilindros están unidos entre sí. Los distintos cilindros avanzan según la impulsión de aire a presión que reciben. Con dos cilindros de distinta carrera se obtienen cuatro posiciones.

Cilindros multiposicionales

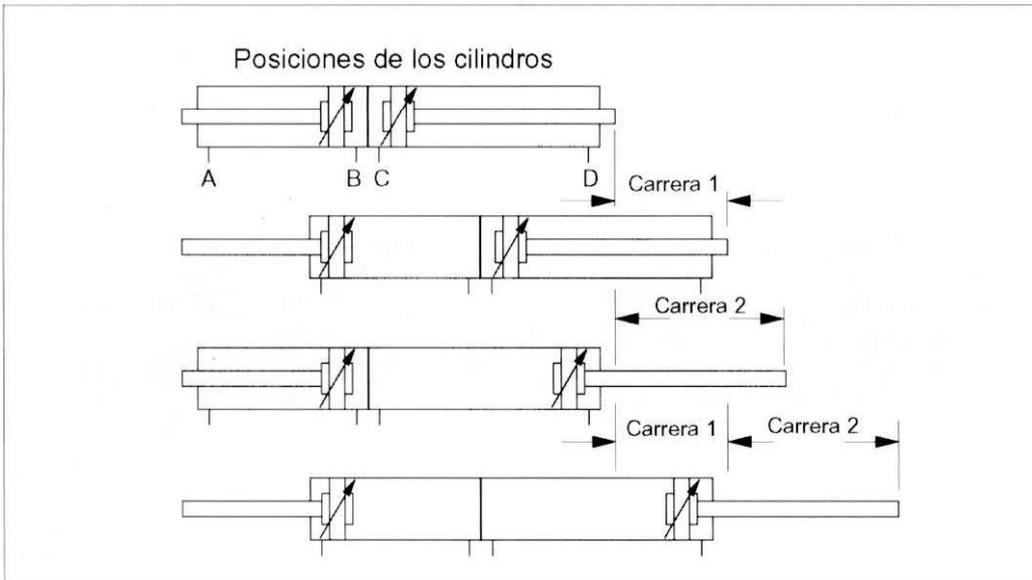


Figura 3.7: Cilindro multiposicional

Las fuerzas de presión de los cilindros neumáticos está limitada. Un cilindro para elevadas energías cinéticas es el cilindro de impacto. La elevada energía cinética se alcanza aumentando la velocidad del émbolo. La velocidad del émbolo del cilindro de impacto está entre 7,5 m/s y 10 m/s. Pero la velocidad disminuye rápidamente en caso de grandes recorridos. Por consiguiente, el cilindro de impacto no es apropiado para grandes carreras.

Cilindro de impacto

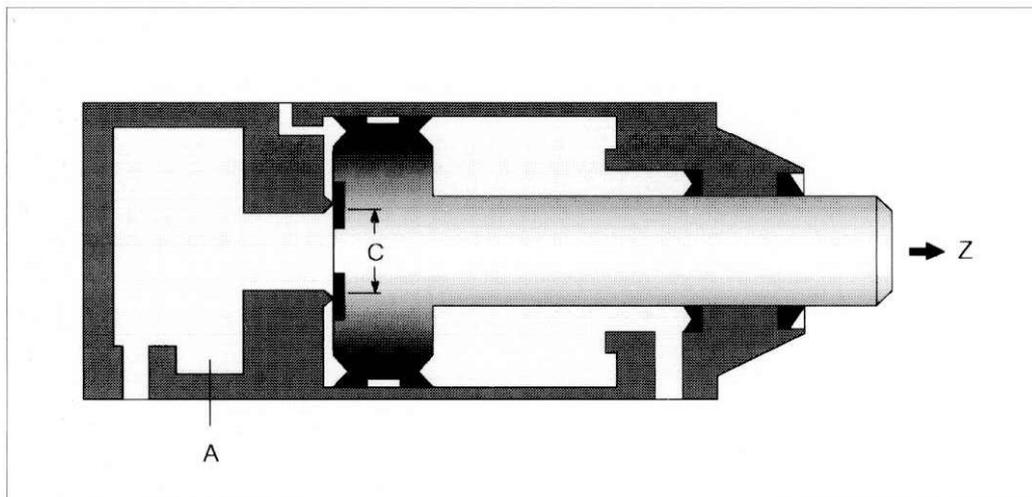


Figura 3.8: Cilindro de impacto

Mediante la activación de una válvula se forma presión en la cámara A. Si el cilindro se mueve en dirección Z, queda libre toda la superficie del émbolo. A continuación el aire de la cámara A podrá circular rápidamente a través de la gran sección transversal C. El émbolo es fuertemente acelerado.

### Cilindro giratorio

En esta ejecución de cilindros de doble efecto el vástago dispone de un perfil dentado. El vástago acciona una rueda dentada, de un movimiento lineal resulta un movimiento giratorio. Los márgenes de giro son distintos, desde  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  hasta  $360^\circ$ . El par de giro depende de la presión, la superficie del émbolo y la transmisión, pueden alcanzarse valores de hasta 150 Nm.

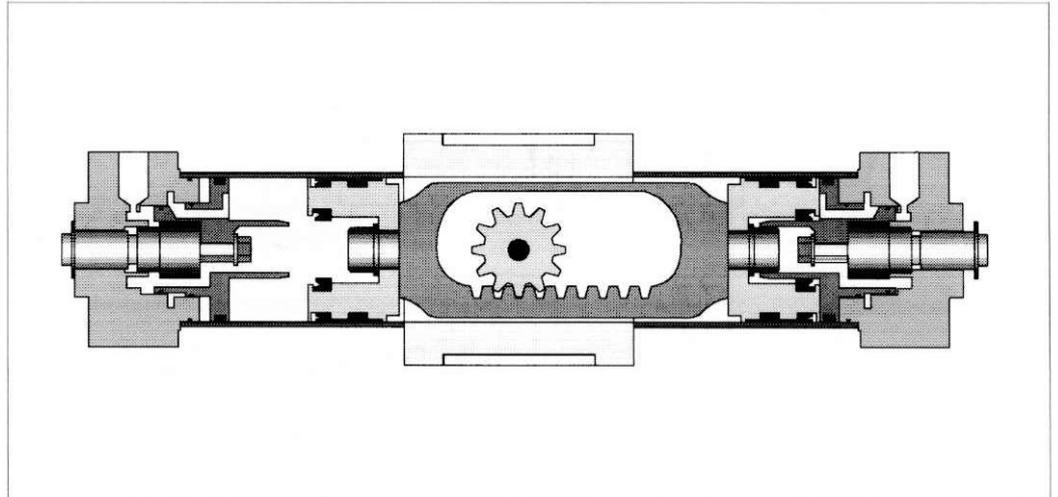


Figura 3.9: Cilindro giratorio

En el actuador oscilante la fuerza es transmitida a través de una aleta de giro directamente sobre el eje motriz. El ángulo de giro puede ajustarse sin escalonamiento de  $0^\circ$  hasta  $180^\circ$  aprox.. El par de giro no debería sobrepasar los 10 Nm.

Actuador oscilante



*Figura 3.10: Accionamiento oscilante*

Propiedades de los actuadores oscilantes:

- Pequeños y resistentes
- Disponibles con sensores sin contacto
- Ángulo de giro ajustable
- Fácil instalación

### 3.3 Cilindros sin vástago

Para la construcción de cilindros sin vástago se aplican tres principios de funcionamiento distintos:

- Cilindro de cinta o de cable
- Cilindro de cinta selladora con camisa ranurada
- Cilindro con acoplamiento magnético del carro

En comparación con los cilindros de doble efecto habituales, los cilindros sin vástago ofrecen una longitud de montaje más corta. Se elimina el riesgo de torsión del vástago y el movimiento puede realizarse a lo largo de toda la longitud de carrera. Este tipo de cilindros es utilizado principalmente para carreras extremadamente largas de hasta 10 m. En la superficie del carro pueden montarse directamente diversos equipos, cargas y otros. La fuerza es la misma en ambos sentidos de movimiento.

#### Cilindro de cinta

En los cilindros de cinta la fuerza del émbolo es transmitida mediante una cinta rotativa. Al salir de la cámara del émbolo la cinta pasa por una junta. En las culatas de los cilindros la cinta cambia de dirección a través de rodillos guías. Los separadores de suciedad evitarán que lleguen impurezas a través de las cintas a los rodillos guía.

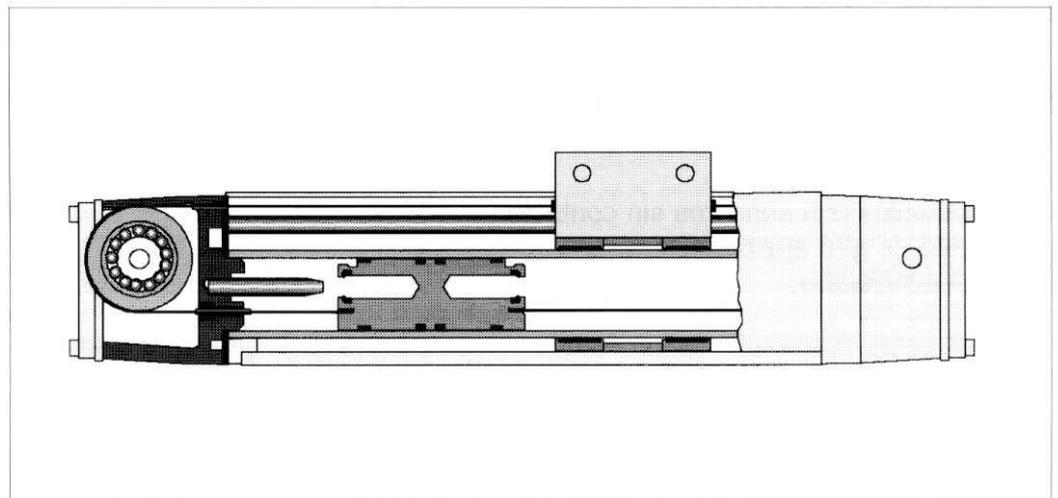


Figura 3.11: Cilindro de cinta

En este tipo de cilindro la camisa tiene una ranura en todo lo largo. La absorción de fuerza se realiza en un carro que está firmemente unido al émbolo. La unión del émbolo hacia el carro es llevada mediante la camisa ranurada al exterior. El cierre hermético de la ranura se realiza mediante un fleje de acero que cubre la parte interior de la ranura. Entre las juntas del émbolo se curva la cinta y se coloca debajo del carro. Una segunda cinta cubre la ranura desde el exterior para evitar la infiltración de impurezas.

Cilindro de cinta sellada

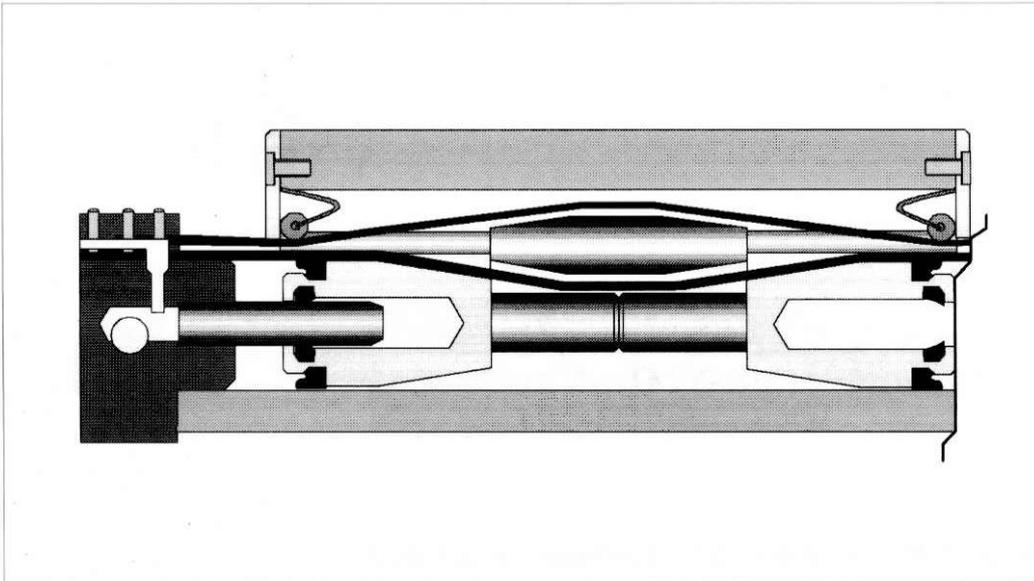


Figura 3.12: *Cilindro de cinta hermetizante*

### Cilindro con acoplamiento magnético

Este accionamiento lineal neumático de doble efecto está compuesto de una camisa, un émbolo y un carro exterior móvil montado sobre el cilindro. El émbolo y el carro exterior están provistos de imanes permanentes. La transmisión del movimiento del émbolo hacia el carro se efectúa con la misma fuerza mediante el acoplamiento magnético. En el momento en que el émbolo es sometido a presión, el carro se desplaza de modo sincronizado en relación con el émbolo. La camisa del cilindro está herméticamente cerrada en relación con el carro, puesto que entre los dos no existe conexión mecánica alguna. En consecuencia, tampoco es posible que se produzcan fugas.

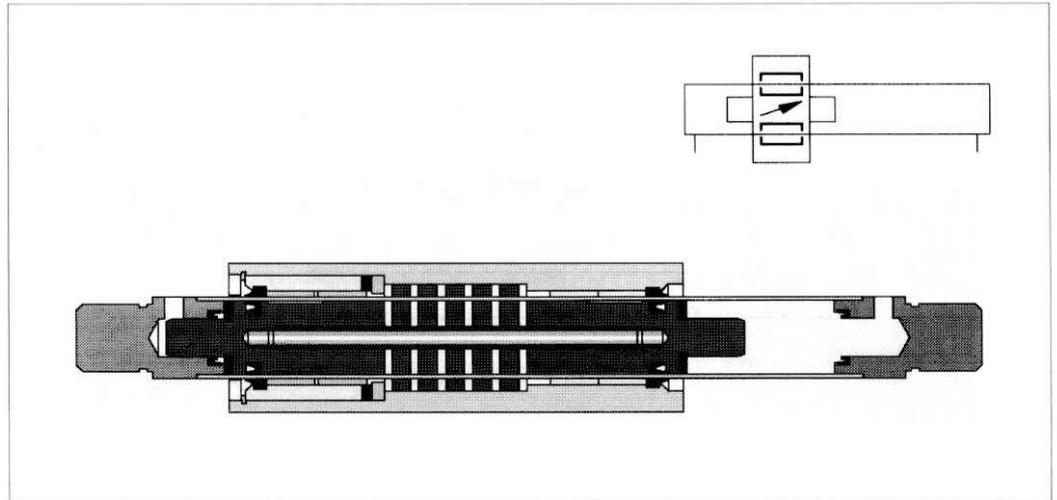


Figura 3.13: Cilindro con acoplamiento magnético

El cilindro está compuesto de una camisa, de las culatas del fondo y de cojinete, del émbolo con la junta (retén doble), del vástago, de los casquillos de cojinete, del anillo rascador, de las piezas de unión y de las juntas.

### 3.4 Estructura de los cilindros

La camisa del cilindro (1) suele ser en la mayoría de los casos de una sola pieza de acero estirado sin costura de soldadura. Las superficies interiores del cilindro suelen ser sometidas a un proceso de mecanizado fino (bruñido) con el fin de aumentar la vida útil de los elementos estanqueizantes. Para ciertas aplicaciones, la camisa del cilindro también puede ser de aluminio, de latón o de tubo de acero con superficie interior cromada. Estas versiones especiales son utilizadas si se trata de cilindros que no son accionados con demasiada frecuencia o si están expuestos a corrosión.

Las culatas trasera (2) y delantera (3) suelen ser de material fundido (aluminio o fundición maleable). Las sujeciones de ambas culatas a la camisa del cilindro puede efectuarse mediante barras, roscas o bridas.

En la mayoría de los casos, el vástago (4) es de acero inoxidable. Las roscas suelen ser laminadas con el fin de disminuir el peligro de rotura.

Con el fin de estanqueizar el vástago, la culata correspondiente está provista de una ranura anular (5). El vástago es guiado por el casquillo de cojinete (6), que es de bronce sinterizado o de material plástico.

Delante del casquillo de cojinete está situado el anillo rascador (7), mediante el cual se evita que penetren partículas de polvo o de suciedad en la cámara del cilindro. En consecuencia no es necesario instalar un guardapolvos.

Materiales utilizados en el retén (8):

Perbunán	para -20 °C hasta	+ 80 °C
Vitón	para -20 °C hasta	+ 150 °C
Teflón	para -80 °C hasta	+ 200 °C

Las juntas tóricas (9) se encargan de la estanqueidad estática.

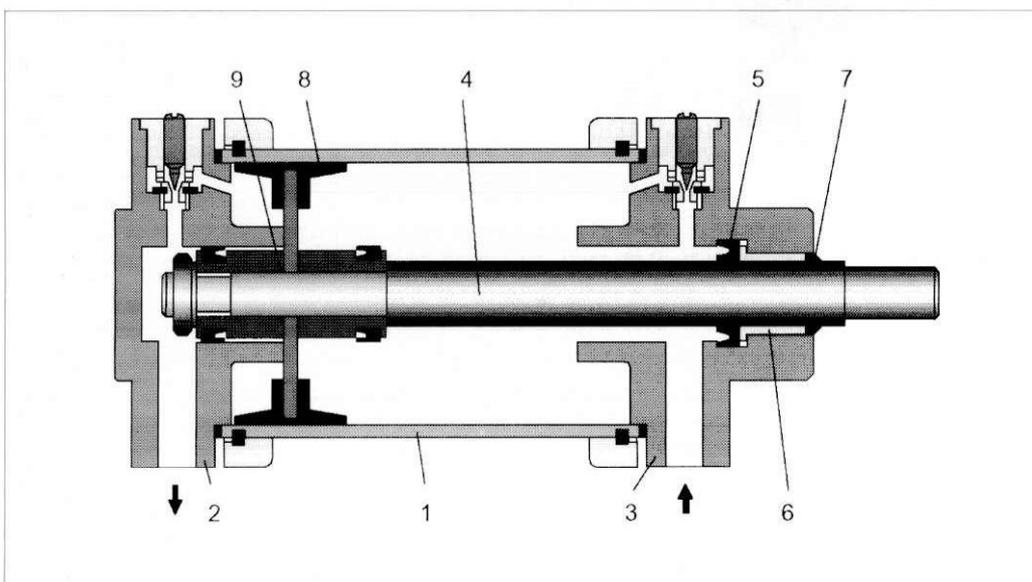


Figura 3.14: Sección de un cilindro con amortiguación de final de carrera

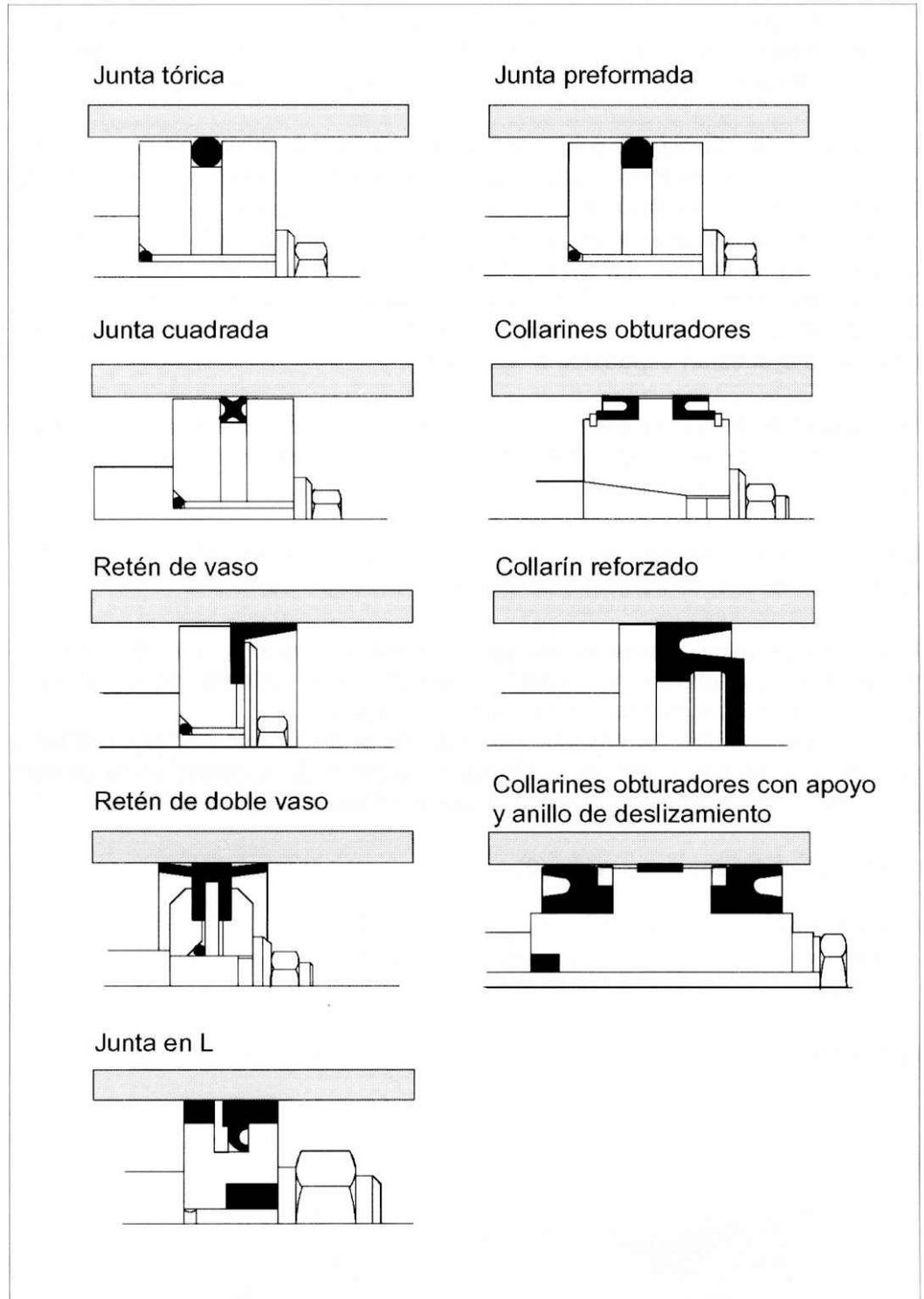


Figura 3.15: Juntas de cilindros

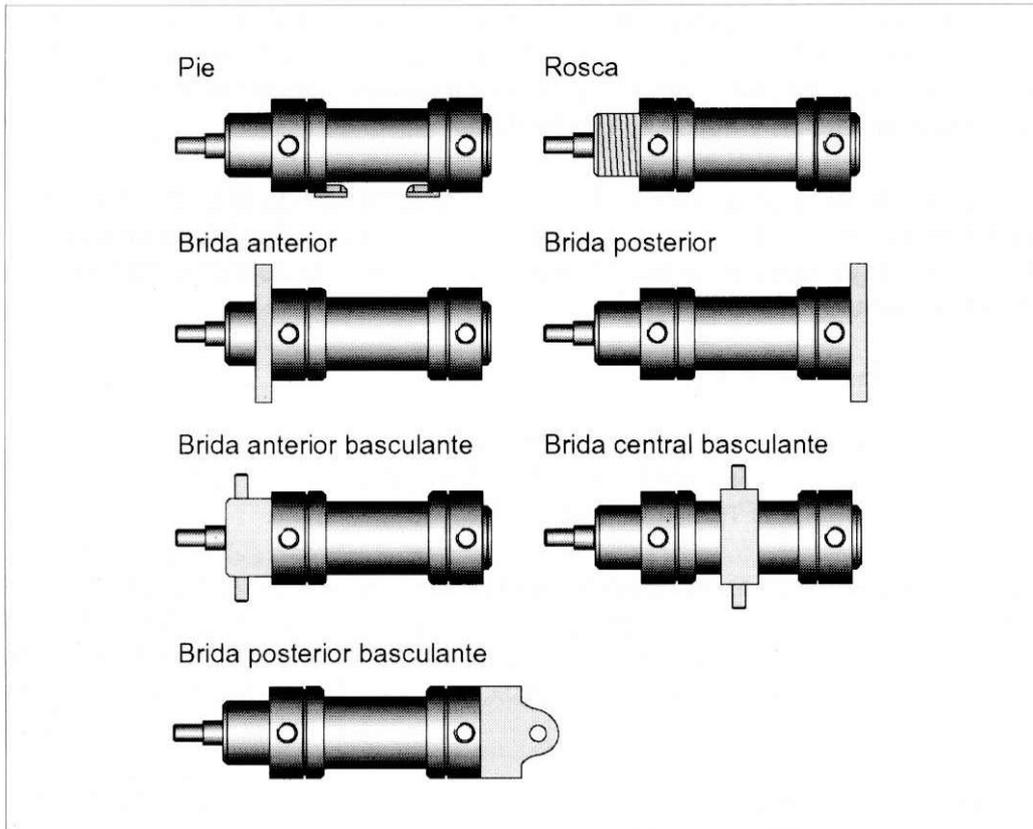


Figura 3.16: Tipos de sujeciones de cilindros

El tipo de sujeción depende de la forma en la que esté montado el cilindro en los equipos y máquinas. Los cilindros pueden venir de fábrica de tal modo que sean montados de una determinada manera, o también es posible recurrir a piezas adicionales para sujetarlos de otra forma. Este método de sujeción variable mediante piezas modulares permite simplificar el almacenamiento de los cilindros, especialmente si su montaje está previsto en sistemas neumáticos de mayor envergadura puesto que se puede recurrir a un solo tipo de cilindro básico que posteriormente es combinado con las piezas de sujeción necesarias en cada caso.

El tipo de sujeción del cilindro y el acoplamiento del vástago tienen que elegirse cuidadosamente, ya que los cilindros sólo pueden ser sometidos a un esfuerzo axial.

En el momento en que la fuerza es transmitida a la máquina, el cilindro se somete a los esfuerzos correspondientes. Si las adaptaciones y los ajustes en el vástago son incorrectos, deberá contarse con el surgimiento de esfuerzos indebidos en la camisa y en el émbolo del cilindro. Las consecuencias serían las siguientes:

- Fuertes presiones laterales que inciden en los casquillos de cojinete, con el consecuente desgaste precoz
- Fuertes presiones laterales en los cojinetes de guía del vástago
- Esfuerzos elevados y desiguales en los vástagos y las juntas de los cilindros
- En los cilindros con carreras grandes deberá tenerse en cuenta la carga de pandeo sobre el vástago

### 3.5 Propiedades de los cilindros

El rendimiento de un cilindro puede ser calculado teóricamente o recurriendo a los datos ofrecidos por el fabricante. Si bien ambos métodos son correctos, cabe anotar que los datos ofrecidos por el fabricante suelen ser más informativos para una versión y aplicación específica.

#### Fuerza del émbolo

La fuerza ejercida por el émbolo de un cilindro depende de la presión del aire, del diámetro del cilindro y de la resistencia por fricción de los elementos estanqueizantes. Para calcular la fuerza teórica de un émbolo deberá recurrirse a la siguiente fórmula:

$$F_{te} = A \cdot p$$

- $F_{te}$  = Fuerza teórica del émbolo (N)
- $A$  = Superficie útil del émbolo ( $m^2$ )
- $p$  = Presión de trabajo (Pa)

La fuerza del émbolo es de importancia para la práctica. Para calcularla debe tenerse en cuenta la resistencia por fricción. En circunstancias normales de funcionamiento (gama de presiones de 400 a 800 kPa / de 4 a 8 bar) pueden aceptarse fuerzas por fricción con aprox. un 10% de la fuerza del émbolo teórica.

#### Cilindro de simple efecto

$$F_{ef} = (A \cdot p) - (F_R + F_M)$$

#### Cilindro de doble efecto

Carrera de avance  $F_{ef} = (A \cdot p) - F_R$

Carrera de retroceso  $F_{ef} = (A' \cdot p) - F_R$

- $F_{ef}$  = Fuerza del émbolo efectiva (N)
- $A$  = Superficie útil del émbolo ( $m^2$ )  
 $= \left( \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \right)$
- $A'$  = Superficie útil anular del émbolo ( $m^2$ )  
 $= \left( \frac{D^2 - d^2}{4} \right) \pi$
- $p$  = Presión de trabajo (Pa)
- $F_R$  = Fuerza por fricción (aprox. 10% de  $F_{te}$ ) (N)
- $F_M$  = Fuerza del muelle recuperador (N)
- $D$  = Diámetro del cilindro (m)
- $d$  = Diámetro del vástago (m)

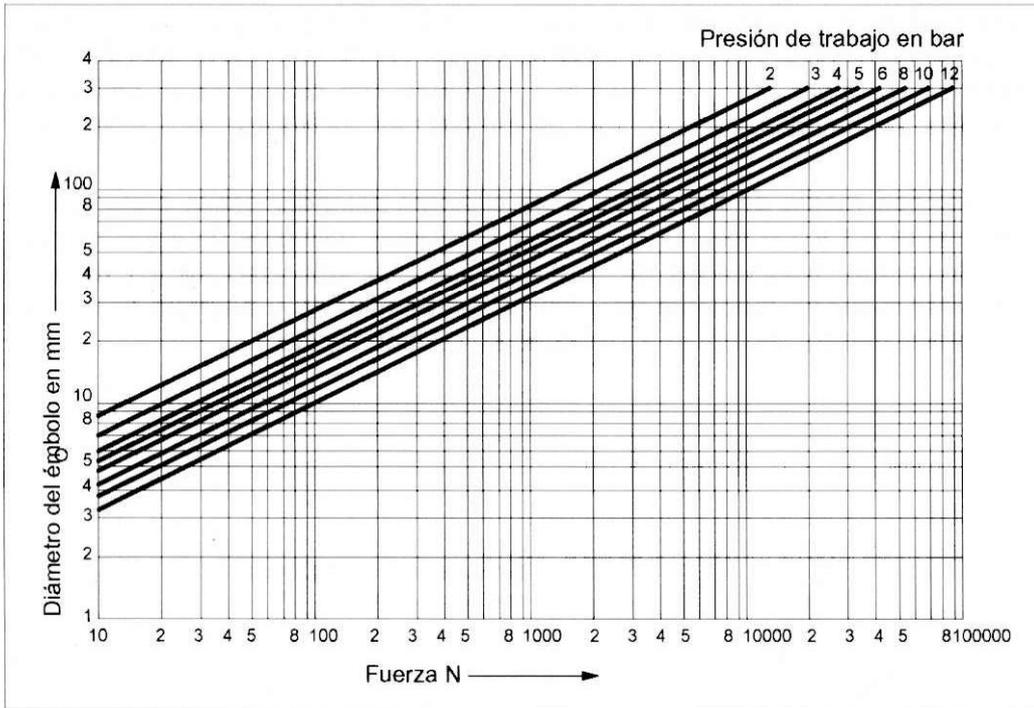


Figura 3.17: Diagrama presión-fuerza

La carrera de los cilindros neumáticos no debería exceder de 2 m; tratándose de cilindros sin vástago, la longitud máxima no debería ser superior a 10 m.

Carrera

Las carreras demasiado largas significan un esfuerzo demasiado grande para el vástago y el cojinete guía. Para evitar el peligro de pandeo, deberá tenerse en cuenta en carreras largas el diagrama de pandeo.

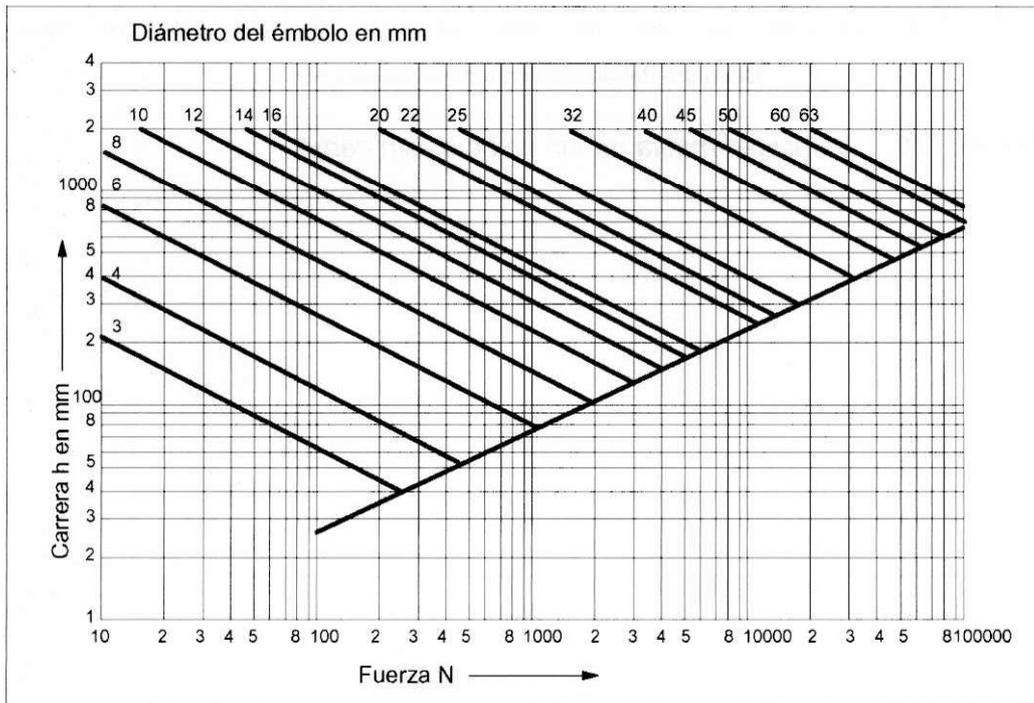


Figura 3.18: Diagrama de pandeo

**Velocidad del émbolo**

La velocidad del émbolo de los cilindros neumáticos depende de la contrafuerza, de la presión de aire, de la longitud de los conductos, de la sección entre la unidad de maniobra y de trabajo y, además, del caudal de la válvula de maniobra. La amortiguación de final de carrera también incide en la velocidad.

La velocidad media de los émbolos de cilindros estándar oscila entre aproximadamente 0,1 y 1,5 m/s. Con cilindros especiales (cilindros de impacto) pueden alcanzarse velocidades de hasta 10 m/s. La velocidad de los cilindros puede ser reducida mediante válvulas de estrangulación y antirretorno, y para aumentarla deberá recurrirse a sistemas de escape rápido.

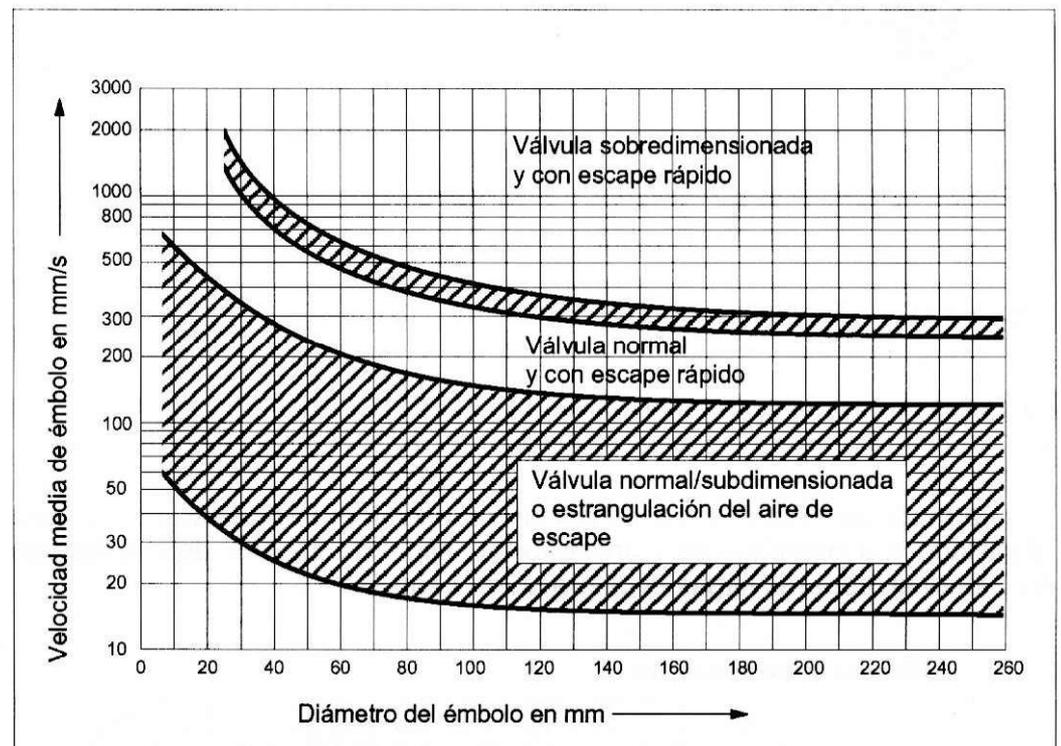


Figura 3.19: Velocidad media de los émbolos sin carga

Para conocer los detalles relacionados con la alimentación de aire a presión y para calcular los costos respectivos, es importante saber cuánto aire consume la red neumática. El consumo de aire se indica en litros de aire aspirado por minuto. En valores determinados para la presión de aire, el diámetro del émbolo, la carrera y número de carreras por minuto, el consumo de aire puede calcularse de la siguiente manera:

Consumo de aire

Consumo de aire = Relación de compresión • Superficie del émbolo • Carrera • Número de carreras por minuto

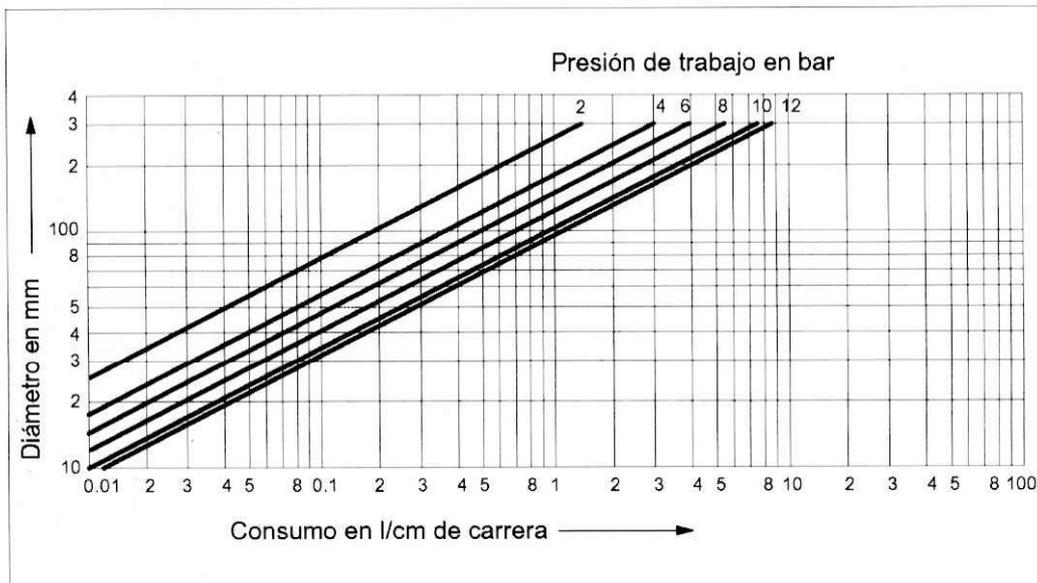


Figura 3.20: Diagrama consumo de aire

$$\text{Relación de compresión} = \frac{101,3 + \text{Presión de trabajo (en kPa)}}{101,3}$$

Las fórmulas para el calcular el consumo de aire según el diagrama son las siguientes:

para cilindros de simple efecto

$$q_B = s \cdot n \cdot q_H$$

para cilindros de doble efecto

$$q_B = 2 \cdot s \cdot n \cdot q_H$$

$q_B$  = Consumo de aire (l/min)

$s$  = Carrera (cm)

$n$  = Número de carreras por minuto (1/min)

$q_H$  = Consumo de aire por cada cm de carrera (l/cm)

En estas fórmulas no se tiene en cuenta el distinto consumo de aire de los cilindros de doble efecto con carrera de avance y de retroceso. Debido a diferentes tolerancias en los conductos y válvulas puede desprejarse.

Del consumo total de aire de un cilindro forma parte también el llenado de los espacios muertos. El consumo de aire para el llenado de los espacios vacíos puede significar hasta el 20% del consumo de aire de trabajo. Los espacios muertos de un cilindro son conductos de aire a presión en el propio cilindro y no los espacios útiles para la carrera en las posiciones finales del émbolo.

Diámetro del émbolo en mm	Lado de la culata en cm <sup>3</sup>	Lado del fondo en cm <sup>3</sup>		Diámetro del émbolo en mm	Lado de la culata en cm <sup>3</sup>	Lado del fondo en cm <sup>3</sup>
12	1	0,5		70	27	31
16	1	1,2		100	80	88
25	5	6		140	128	150
35	10	13		200	425	448
50	16	19		250	2005	2337

Tabla 3.1: Espacios muertos de cilindros (1000 cm<sup>3</sup> = 1l)

Los equipos que transforman energía neumática en movimientos giratorios mecánicos (que pueden ser continuos) se llaman motores neumáticos. El motor sin limitación del ángulo de giro es uno de los elementos de trabajo más utilizados en sistemas neumáticos. Los motores neumáticos son clasificados en función de su diseño:

- Motores de émbolos
- Motores de aletas
- Motores de engranajes
- Turbinas

### 3.6 Motores

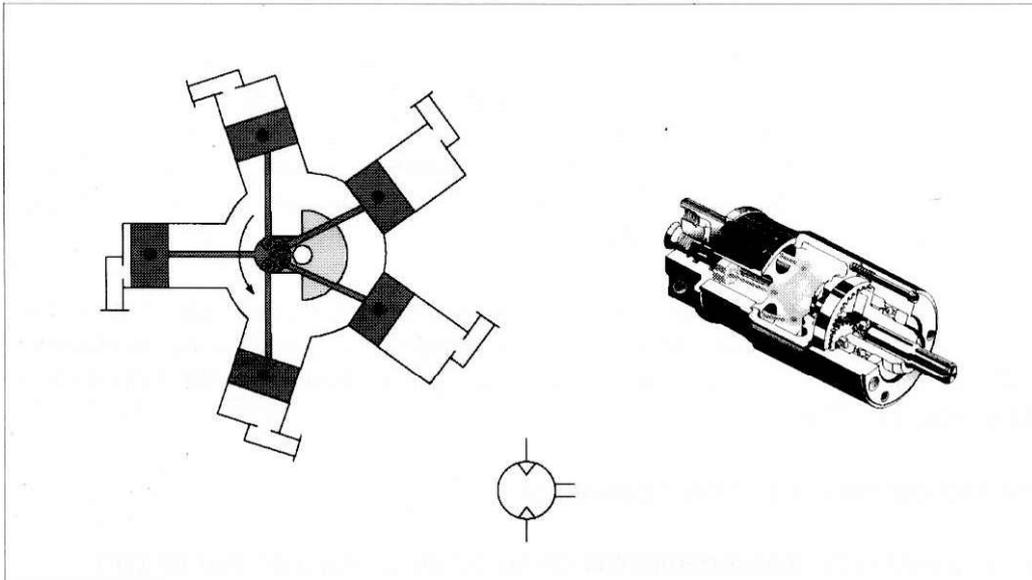


Figura 3.2: Motor de aire

Este tipo de motores se clasifica en motores radiales y axiales. El movimiento del émbolo tiene como consecuencia que el aire a presión actúa sobre una biela, la que a su vez actúa sobre el cigüeñal. Para que el motor trabaje de modo homogéneo es necesario que conste de varios cilindros. La potencia de los motores depende de la presión de entrada, de la cantidad de cilindros, de la superficie de los émbolos y de la velocidad de éstos.

Motores de émbolos

Los motores axiales funcionan de modo parecido a los motores radiales de émbolos. Cinco cilindros en disposición axial se encargan de transformar la fuerza en un movimiento giratorio a través de un disco. Dos émbolos reciben simultáneamente presión con el fin de conseguir un par de giro equilibrado para que el motor trabaje homogéneamente.

Estos motores neumáticos pueden girar en ambos sentidos. El régimen de revoluciones máximo es de aproximadamente  $5000 \text{ min}^{-1}$ , siendo el campo de potencia de 1,5 hasta 19 kW (2 - 25 PS).

### Motores de aletas

Los motores neumáticos suelen ser fabricados en la versión de motores rotativos con aletas, porque pesan poco y su diseño es sencillo.

En una cámara cilíndrica se encuentra un rotor excéntrico. Dicho rotor está provisto de ranuras. Las aletas son guiadas por las ranuras y presionadas hacia la camisa del cilindro por efecto de la fuerza centrífuga. En otros tipos la colocación de las aletas se consigue mediante flexión. De este modo, las cámaras quedan separadas herméticamente. El régimen de revoluciones del rotor oscila entre 3000 y 8500  $\text{min}^{-1}$ . Estos motores también pueden ser de giro hacia la derecha o hacia la izquierda y su potencia es regulable entre 0,1 hasta 17 kW (0,14 hasta 24 PS).

### Motores de engranajes

El par de giro de estos motores es el resultado de la presión que ejerce el aire contra los flancos de dos dientes engranados. Una de las ruedas dentadas está fijamente montada en el árbol del motor. Estos motores suelen ser de engranajes rectos o helicoidales. Los motores de engranajes pueden ofrecer importantes cotas de potencia (hasta aproximadamente 44 kW/60 PS). En estos motores puede variar también la dirección del giro.

### Turbinas

Las turbinas sólo pueden utilizarse si la potencia requerida es baja. No obstante, el régimen de revoluciones es muy elevado (p.ej. taladradora de dentista: 500 000  $\text{min}^{-1}$ ). Su funcionamiento se rige por la inversión del principio de compresión de flujo.

Propiedades de los motores neumáticos:

- Regulación sin escalonamientos de las revoluciones y del par de giro
- Gran variedad de régimen de revoluciones
- Dimensiones pequeñas (bajo peso)
- Seguros contra sobrecarga
- Resistentes al polvo, agua, calor, frío
- Sin peligro de explosión
- Mantenimiento simple
- Facilidad de cambiar el sentido de giro

Los indicadores luminosos indican el estado de servicio de un sistema neumático y son utilizados para efectuar el diagnóstico de fallos.

### 3.7 Indicadores

Existen los siguientes tipos:

- Contadores para la indicación de ciclos de conteo
- Manómetros para la indicación de las presiones
- Transmisores de tiempo con indicación visual del tiempo retardo
- Transmisores de señales ópticas

Los diversos colores de los transmisores de señales ópticas tienen un significado específico relacionado al estado operativo de un mando. Los indicadores ópticos están montados en el panel de mandos e indican el estado de las funciones de mando, informando sobre los pasos que están activados en un momento dado. En concordancia con la norma DIN VDE 0113, los colores de los transmisores de señales ópticas son los siguientes:

Transmisores de señales ópticas

Color	Significado	Observaciones
Rojo	Parada, desconexión	Estado de máquinas o equipos, que exige la adopción inmediata de medidas
Amarillo	Intervención	Modificación realizada o a punto de realizarse en las condiciones de servicio
Verde	Marcha, disponible	Funcionamiento normal, estado seguro
Azul	Cualquiera	Cualquier significado que no pueda expresarse mediante los colores rojo, amarillo o verde
Blanco o incoloro	Ninguno en especial	Sin significado especial, puede utilizarse en aquellos casos en los que no sea posible utilizar rojo, amarillo ni verde

Tabla 3.2: Indicadores luminosos



# Capítulo 4

## Válvulas de vías

### 4.1 Tipos

Las válvulas de vías son dispositivos que influyen en el "paso", el "bloqueo" y la "dirección" de flujo del aire. El símbolo de las válvulas informa sobre la cantidad de conexiones, la posición de conmutación y sobre el tipo de accionamiento. Sin embargo, los símbolos nada indican sobre la composición de las válvulas, limitándose a mostrar su función.

La **posición inicial** de una válvula equipada con un sistema de reposición (que puede ser, por ejemplo, un muelle) se refiere a la posición que ocupan las piezas móviles de la válvula cuando no está conectada.

La **posición normal** de una válvula es aquella que se refiere al estado en el que se encuentran las piezas móviles de la válvula montada en un sistema neumático cuando se conecta la alimentación de presión de la red neumática o, cuando corresponda, eléctrica. Es decir, se trata de la posición a partir de la cual empieza a ejecutarse el programa de mando.

El diseño de una válvula es un criterio importante para su vida útil, sus tiempos de conmutación, su tipo de accionamiento, sus sistema de conexión y su tamaño.

Diseños de válvulas:

- Válvulas de asiento
  - Válvulas de asiento de bola
  - Válvulas de asiento de plato
- Válvulas de corredera
  - Válvulas de corredera longitudinal (Válvulas de émbolo)
  - Válvulas de corredera longitudinal plana
  - Válvulas de plato giratorio

#### Válvulas de asiento

En el caso de las válvulas de asiento, los pasos son abiertos o cerrados mediante bolas, platos, discos o conos. Las válvulas de asiento suelen llevar juntas de goma que hacen las veces de asiento. Estas válvulas apenas tienen piezas que puedan desgastarse y, en consecuencia, tienen una vida útil larga. No son sensibles a la suciedad y son muy resistentes. No obstante, requieren de una fuerza de accionamiento relativamente grande, ya que tienen que superar la fuerza del muelle de recuperación y de la presión del aire.

#### Válvulas de corredera

En el caso de las válvulas de corredera, las conexiones son unidas o cerradas mediante correderas cilíndricas, planas o circulares.

### 4.2 Válvulas de 2/2 vías

Las válvulas de 2/2 vías tienen dos conexiones y dos posiciones (posición abierta o posición cerrada). En la posición cerrada, estas válvulas no evacúan el aire (a diferencia de las válvulas de 3/2 vías que sí lo hacen). El tipo más frecuente entre las válvulas de 2/2 vías es la válvula de asiento de bola.

Las válvulas de 2/2 vías son accionadas manual o neumáticamente.

Las válvulas de 3/2 vías permiten activar o desactivar señales. Las válvulas de 3/2 vías tienen tres conexiones y dos posiciones. La tercera conexión 3(R) permite la evacuación de aire del conducto transmisor de la señal. Un muelle presiona una bola contra un asiento de válvula, y el paso de la conexión que recibe presión 1(P) hacia el conducto de trabajo 2(A) queda bloqueado. La conexión 2(A) es evacuada a lo largo del vástago que abre el paso hacia la conexión 3(R).

#### 4.3 Válvulas de 3/2 vías

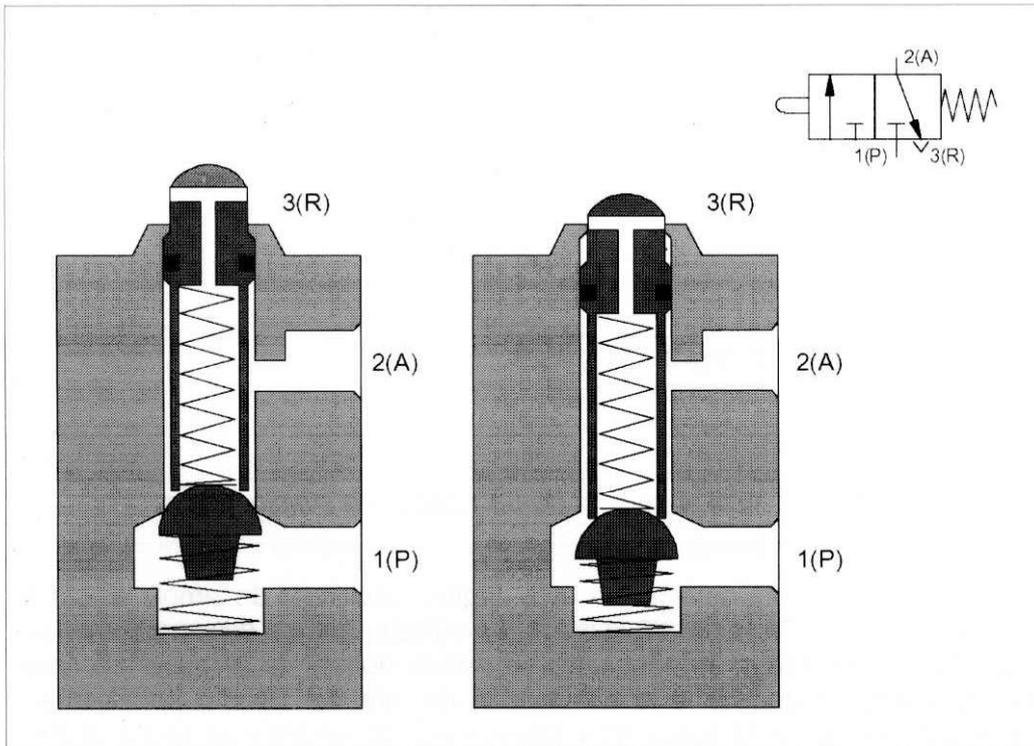


Figura 4.1: Válvula de 3/2 vías, cerrada en reposo, asiento de bola

El vástago se encarga de separar la bola de su asiento. Al efectuar esta operación, es necesario superar la fuerza que ejerce el muelle de reposición y, además, la fuerza de presión.

Si la válvula está en estado activado, están unidas las conexiones 1(P) y 2(A) y la válvula abre el paso. Estas válvulas son accionadas manual o mecánicamente. La fuerza necesaria para su accionamiento depende de la presión de alimentación y de la fricción en la válvula misma. Estas circunstancias significan una limitación de los posibles tamaños de este tipo de válvulas. El diseño de las válvulas de asiento de bola es sencillo y compacto.

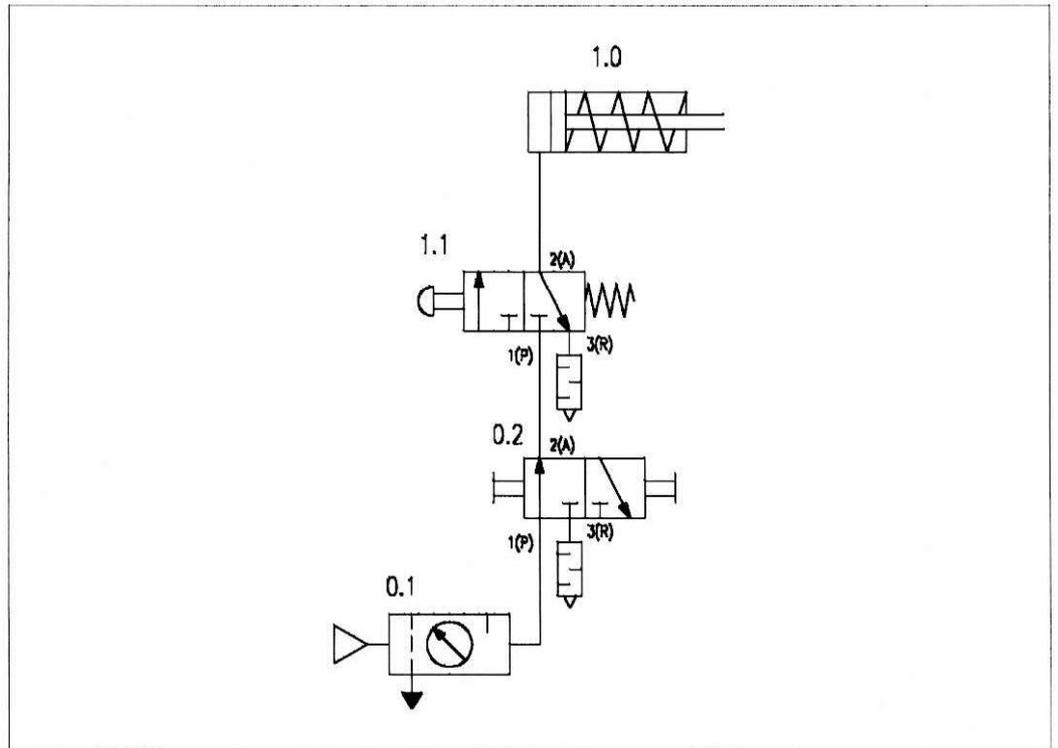


Figura 4.2:Esquema: Accionamiento de un cilindro de simple efecto

En el esquema que se muestra en esta página, el cilindro de simple efecto es accionado por la válvula de 3/2 vías 1.1. La válvula, que es accionada manualmente con un pulsador, se encuentra en estado normal de bloqueo. La conexión 1(P) está bloqueada y la evacuación de aire del cilindro se efectúa a través del paso de 2(A) hacia 3(R). Oprimiendo el pulsador, el aire a presión puede pasar de 1(P) hacia 2(A), con lo que el émbolo del cilindro avanza superando la fuerza del muelle de reposición. Si se suelta el pulsador, la válvula conmuta por acción de su muelle de reposición y, en consecuencia, el cilindro retrocede hasta su posición de final de carrera posterior por acción de la fuerza que ejerce su muelle de reposición.

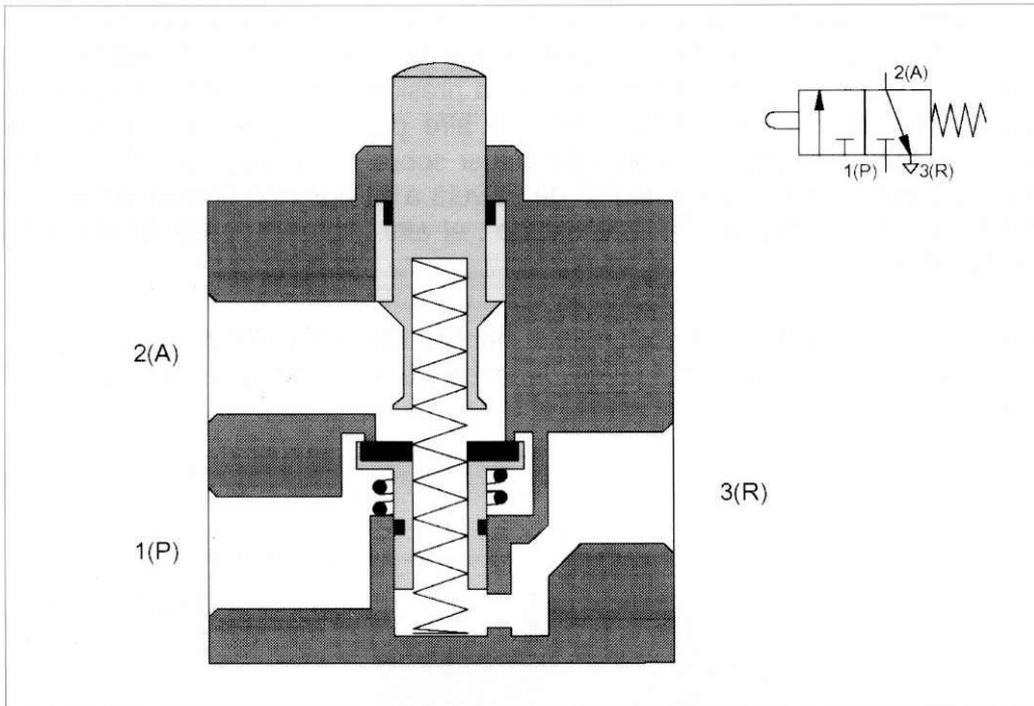


Figura 4.3: Válvula de 3/2 vías, cerrada en reposo, asiento de plato, inactiva

Esta válvula tiene un diseño tipo válvula de plato. La junta es simple y efectiva. El tiempo de respuesta es breve y un pequeño movimiento es suficiente para abrir un paso de grandes dimensiones para el aire a presión. Al igual que las válvulas de asiento de bola, éstas también son resistentes a la suciedad y, en consecuencia, tienen una vida útil larga. Las válvulas de 3/2 vías son utilizadas para mandos equipados con cilindros de simple efecto o para el accionamiento de elementos de mando.

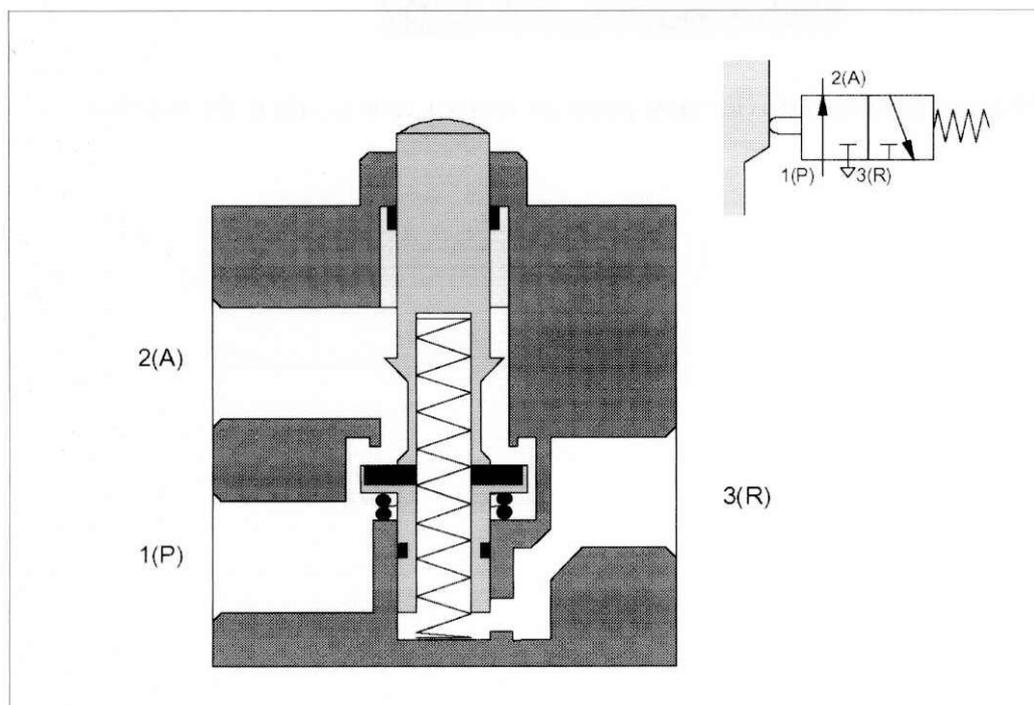


Figura 4.4: Válvula de 3/2 vías, cerrada en reposo, asiento de plato, activa

Si la válvula abre el paso en reposo, la conexión 1(P) hacia 2(A) está abierta en dicha posición. El asiento de plato cierra la conexión 3(R). El vástago, al ser activado, bloquea la conexión de aire a presión 1(P), con lo que el plato se separa del asiento. En consecuencia, el aire puede ser evacuado pasando desde 2(A) hacia 3(R). Si se deja de actuar sobre el vástago, el émbolo de la válvula vuelve con los dos asientos de válvula a su posición normal por acción del muelle de reposición. En este estado, el aire a presión pasa nuevamente de 1(P) hacia 2(A).

Estas válvulas pueden ser accionadas manual, mecánica, eléctrica o neumáticamente. El tipo de accionamiento depende de los requisitos que plantee el mando neumático.

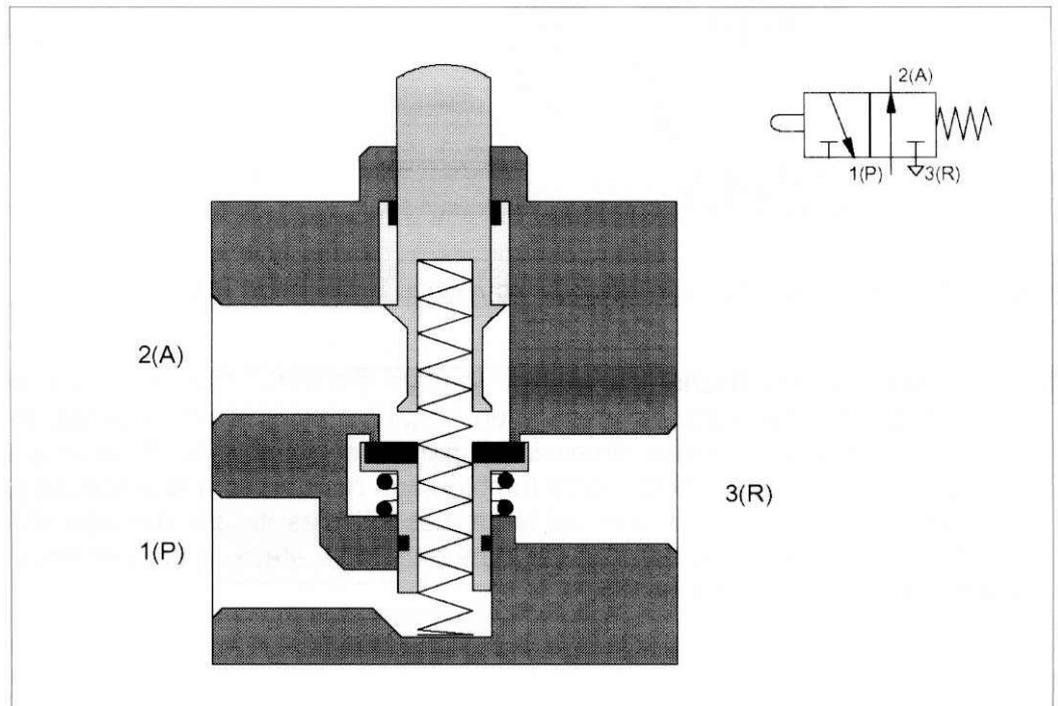


Figura 4.5: Válvula de 3/2 vías, paso en reposo, asiento de plato, inactiva

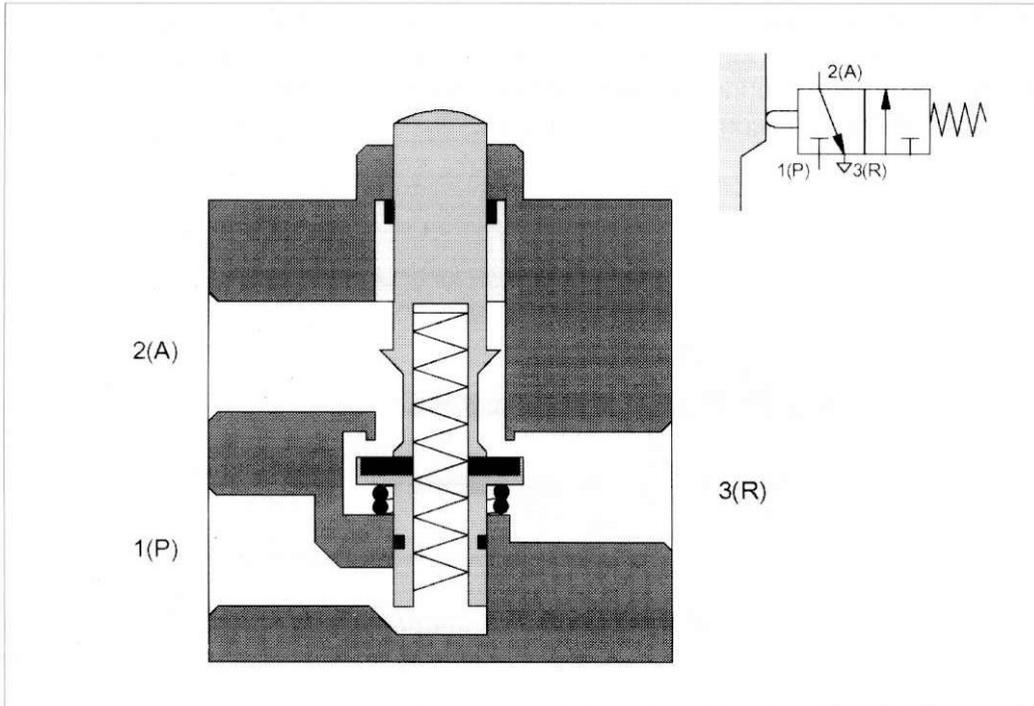


Figura 4.6: Válvula de 3/2 vías, paso en reposo, asiento de plato, activa

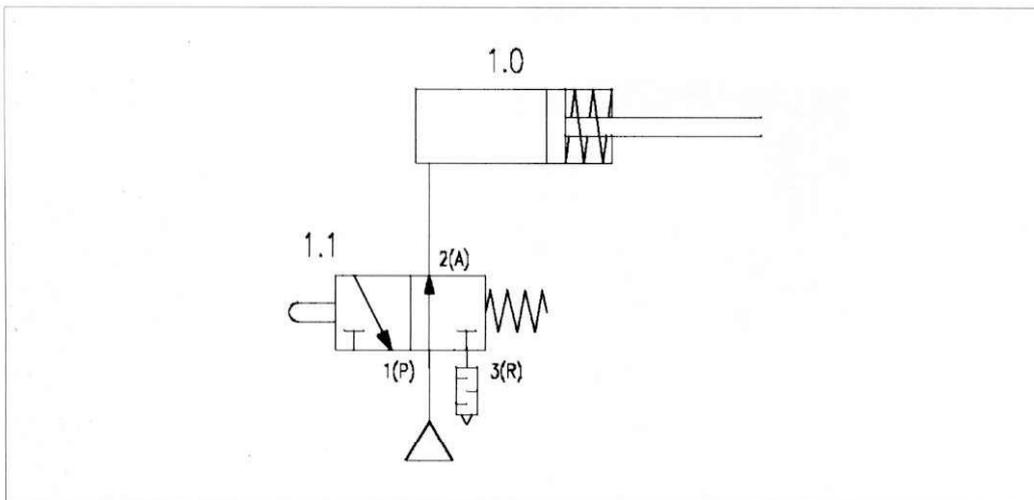


Figura 4.7: Esquema : Accionamiento de un cilindro de simple efecto

Según este esquema, el cilindro de simple efecto 1.0 recibe aire a presión a través de la válvula de 3/2 vías 1.1 que se encuentra en posición normal con el paso abierto. En posición normal, el émbolo del cilindro se encuentra en posición de final de carrera de avance. Al activar la válvula, queda bloqueado el paso del aire a presión de 1(P) hacia 2(A). El aire de la cámara del émbolo es evacuado por la salida 3(R) a través de la conexión 2(A). El vástago del cilindro retrocede por efecto de la fuerza que ejerce el muelle de reposición.

Válvula de corredera 3/2 vías de accionamiento manual

El diseño de la válvula es sencillo. La válvula es activada desplazando el casquillo en dirección longitudinal. Estas válvulas son utilizadas como válvulas de bloqueo y tienen principalmente la finalidad de alimentar o evacuar aire en sistemas neumáticos completos o parciales.

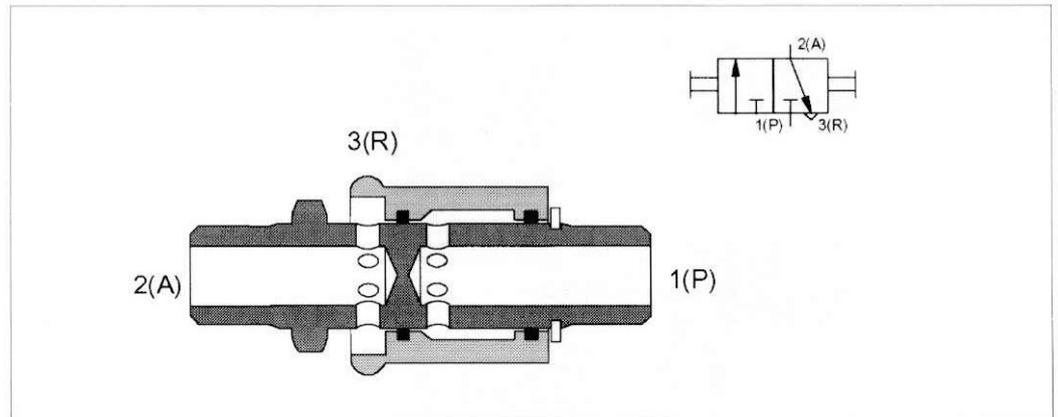


Figura 4.8: Válvula de 3/2 vías de corredera manual

Accionamiento neumático:  
Válvula de 3/2 vías

La válvula de 3/2 vías es accionada neumáticamente mediante una señal neumática que llega a la entrada 12(Z). El esquema siguiente muestra una válvula accionada neumáticamente y provista de muelle de reposición (válvula neumática); la válvula se encuentra en posición normal de bloqueo.

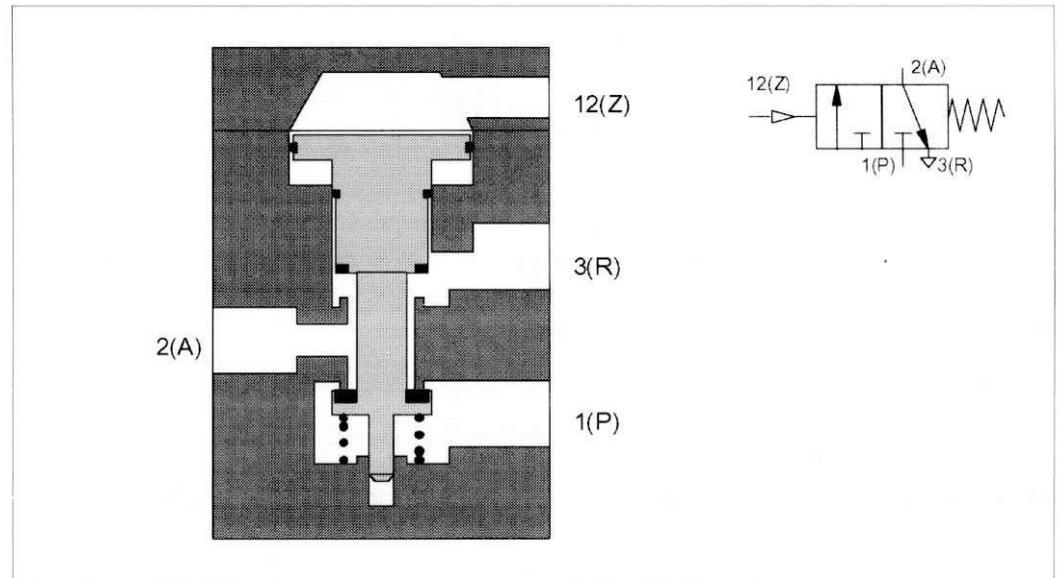


Figura 4.9: Válvula neumática de 3/2 vías, con muelle de reposición, inactiva

Cuando el cilindro recibe presión en la conexión 12(Z), la corredera actúa en contra del muelle de reposición. El paso entre 1(P) hacia 2(A) está abierto. Una vez evacuado el aire por 12(Z) el émbolo vuelve a su posición normal por acción del muelle. El plato cierra el paso de 1(P) hacia 2(A). El aire de escape del conducto de trabajo 2(A) puede ser evacuado por 3(R). La válvula neumática de 3/2 vías con muelle de reposición puede ser utilizada con posición normal bloqueada o abierta.



Para que la posición normal deje abierto el paso, simplemente tienen que invertirse las conexiones 1(P) y 3(R). La cabeza de la válvula con la entrada de señales 12(Z) puede girarse en 180°. La entrada de señales es denominada entonces 10(Z).

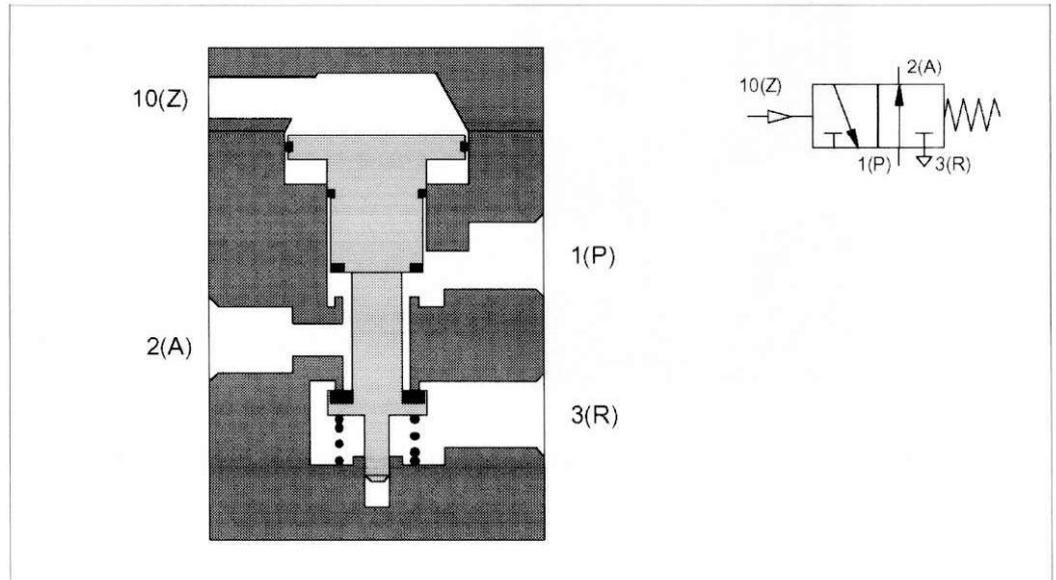


Figura 4.12: Válvula de 3/2 vías, paso en reposo, inactiva

Si se usa una válvula abierta en reposo en el lugar que ocupa la válvula 1.1, el cilindro se encontrará en posición normal con el émbolo avanzado, y el émbolo retrocederá después de activar la válvula con pulsador 1.2.

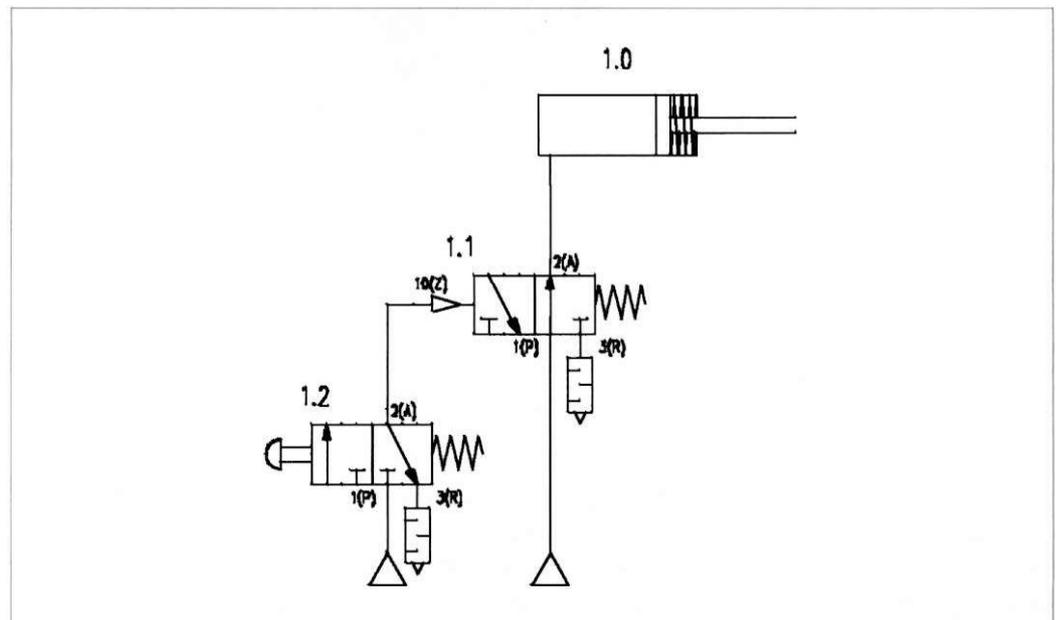


Figura 4.13: Esquema: Accionamiento indirecto de un cilindro de simple efecto

Las válvulas servopilotadas requieren de poca fuerza para su activación. Un pequeño taladro une la conexión de aire a presión 1(P) a la válvula servopilotada. Si se actúa sobre el rodillo, la válvula servopilotada abre. El aire a presión fluye hacia la membrana y desplaza el plato de la válvula hacia abajo. La conmutación se efectúa en dos fases: primero queda bloqueado el paso de 2(A) hacia 3(R) y, a continuación, queda abierto el paso de 1(P) hacia 2(A).

Válvula de 3/2 vías, servopilotada, de accionamiento por rodillo

En el momento en que el elemento de maniobra ya no actúa sobre el rodillo, la válvula es repuesta a su posición normal. En consecuencia queda bloqueado el paso del conducto con aire a presión hacia la membrana y se evacúa el aire. El muelle coloca al émbolo de mando en su posición normal.

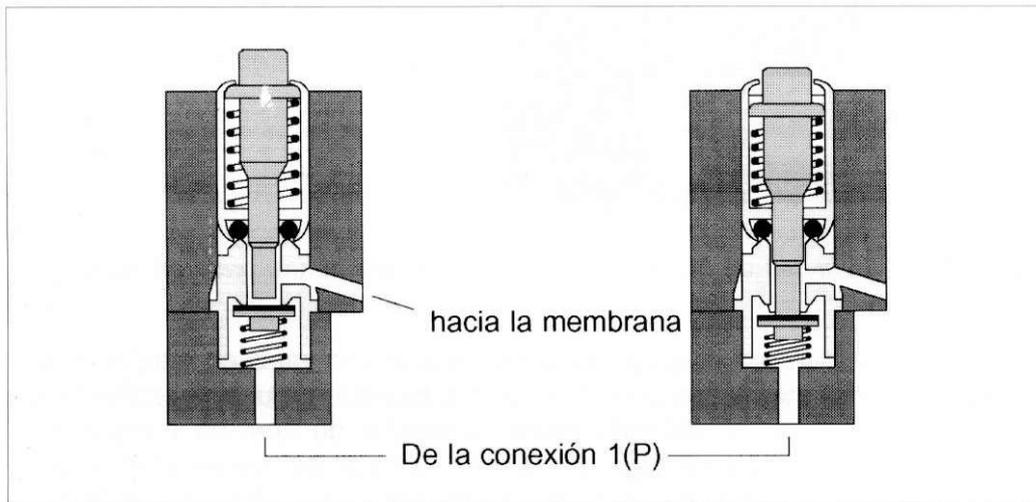


Figura 4.14: Válvulas servopilotadas, a la izquierda inactiva, a la derecha activa

Este tipo de válvula también puede ser utilizado alternativamente como abierta o cerrada en reposo. Con ese fin simplemente deberán invertirse las conexiones 1(P) y 3(R) y girar el rodillo en 180°.

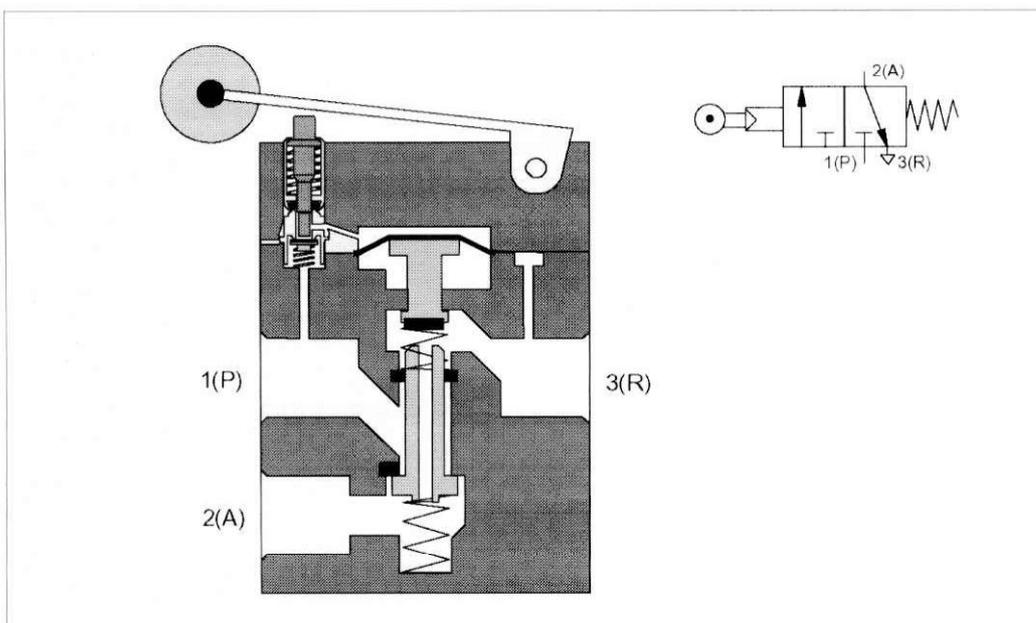


Figura 4.15: Válvula de 3/2 vías con rodillo, servopilotada, cerrada en reposo

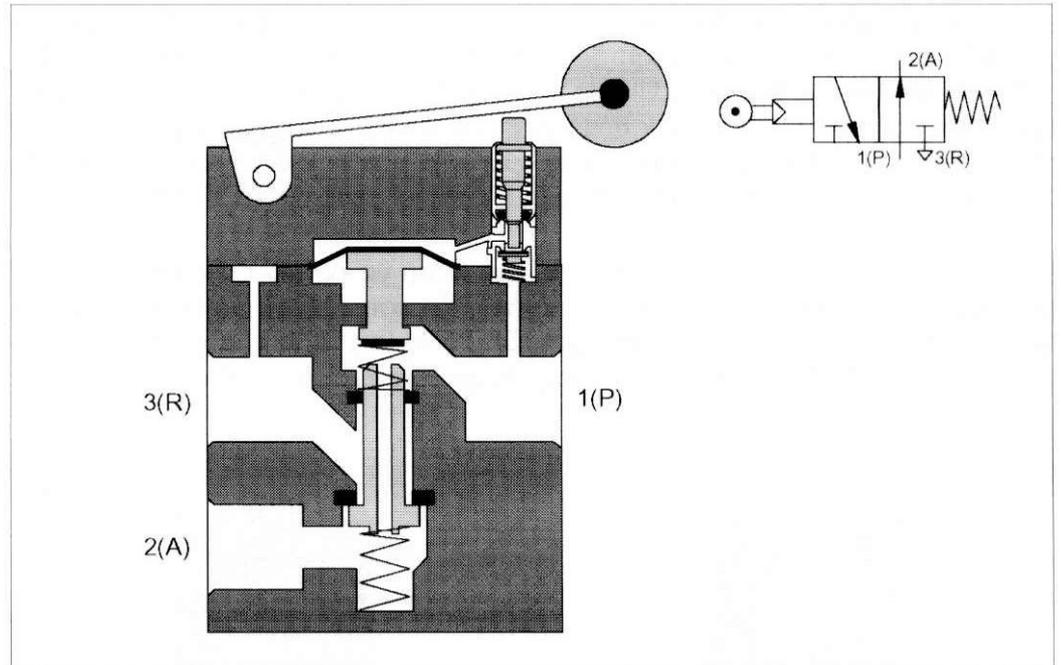


Figura 4.16: Válvula de 3/2 vías con rodillo, servopilotada, paso en reposo

Válvula de accionamiento por rodillo basculante de marcha en vacío en retroceso

La válvula de rodillo con leva basculante de marcha en vacío en retroceso sólo conmuta si el movimiento de la leva del rodillo procede de una dirección determinada. Esta válvula es utilizada como interruptor de final de carrera para consultar la posición del vástago del cilindro, ya sea en posición de final de carrera después de avanzar o después de retroceder. Deberá tenerse en cuenta que el rodillo basculante debe estar instalado correctamente en relación con la dirección del movimiento.

Este tipo de válvula también puede ser utilizado alternativamente como abierta o cerrada en reposo. Con ese fin simplemente deberán invertirse las conexiones 1(P) y 3(R). La cabeza de la válvula con la unidad del rodillo basculante puede ser girada en 180°.

Las válvulas de 4/2 vías tienen cuatro conexiones y dos posiciones.

#### 4.4 Válvulas de 4/2 vías

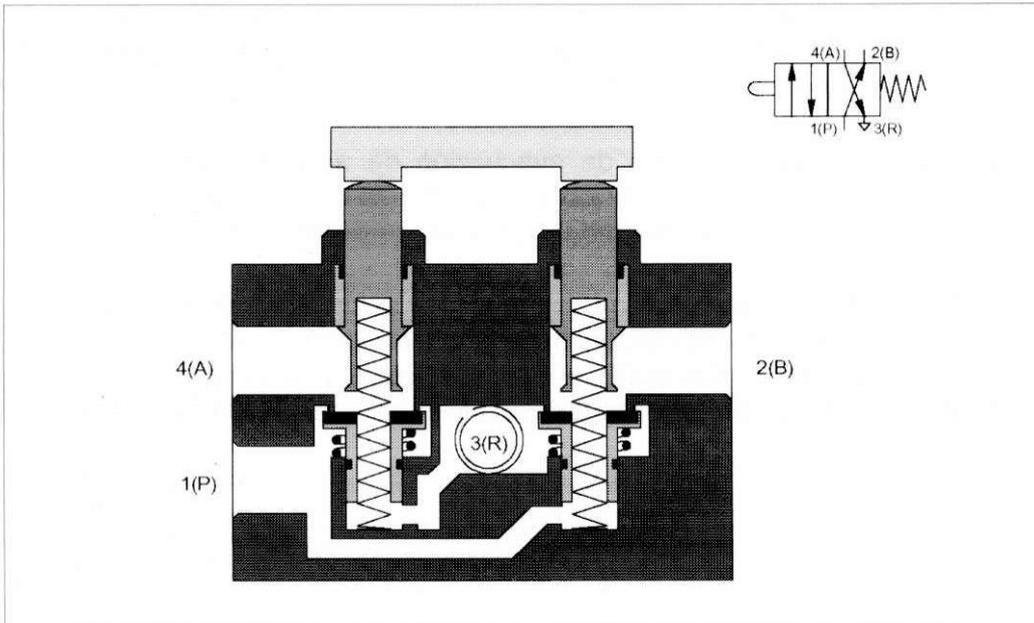


Figura 4.17: Válvula de 4/2 vías, asiento de plato, inactiva

Una válvula de 4/2 vías tiene las mismas funciones que la combinación de dos válvulas de 3/2 vías, una abierta en reposo y otra cerrada en reposo.

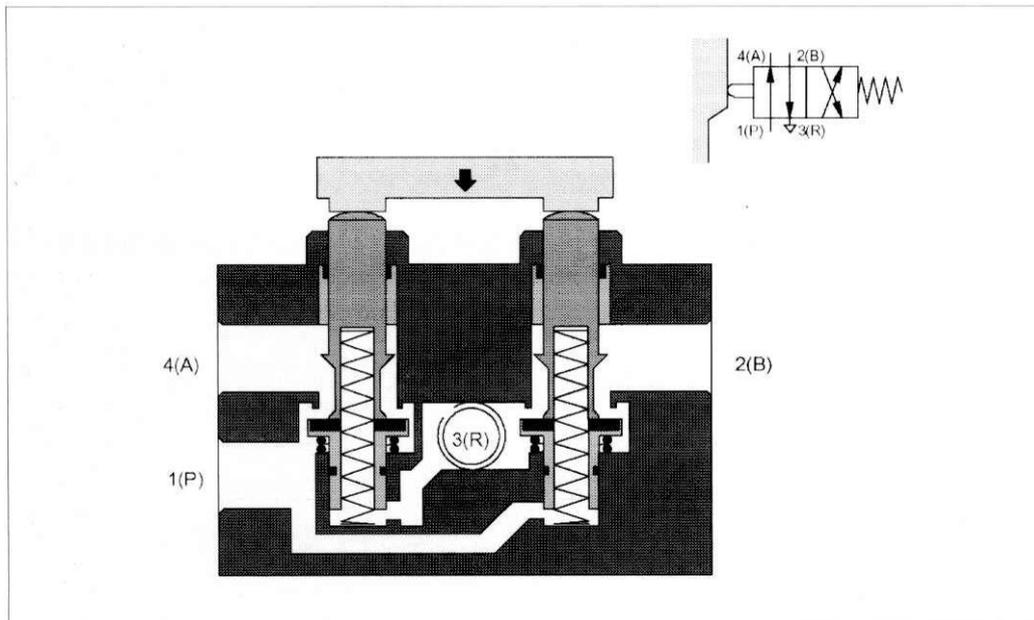


Figura 4.18: Válvula de 4/2 vías, asiento de plato, activa

Activación de la válvula: Ambos vástagos son accionados simultáneamente, con lo que bloquean las conexiones de 1(P) hacia 2(B) y de 4(A) hacia 3(R). Si se continúa ejerciendo fuerza en los vástagos en contra de la fuerza de plato y del muelle de reposición, vuelven a abrir las conexiones de 1(P) hacia 2(B) y de 4(A) hacia 3(R).

La válvula tiene una conexión de evacuación de aire sin sobreposición de señales y es repuesta a su posición normal mediante un muelle. Estas válvulas son utilizadas para la activación de cilindros de doble efecto.

Las válvulas de 4/2 vías también pueden ser de accionamiento neumático unilateral y con muelle de reposición o de accionamiento neumático bilateral o, también servopilotadas con rodillo o corredera plana o cilíndrica. Las válvulas de 4/2 vías suelen ser utilizadas con la misma finalidad que las válvulas de 5/2 vías.

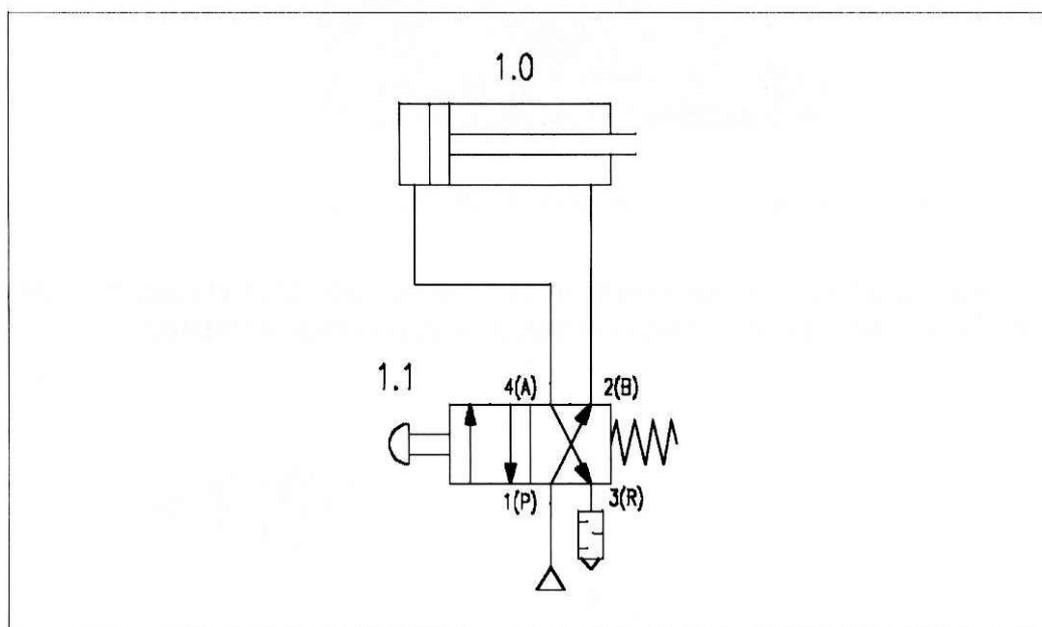


Figura 4.19: Esquema : Accionamiento directo de un cilindro de doble efecto

La válvula de corredera longitudinal tiene un émbolo de mando para la inversión de la válvula. Pero los conductos correspondientes son unidos o separados mediante una corredera plana adicional.

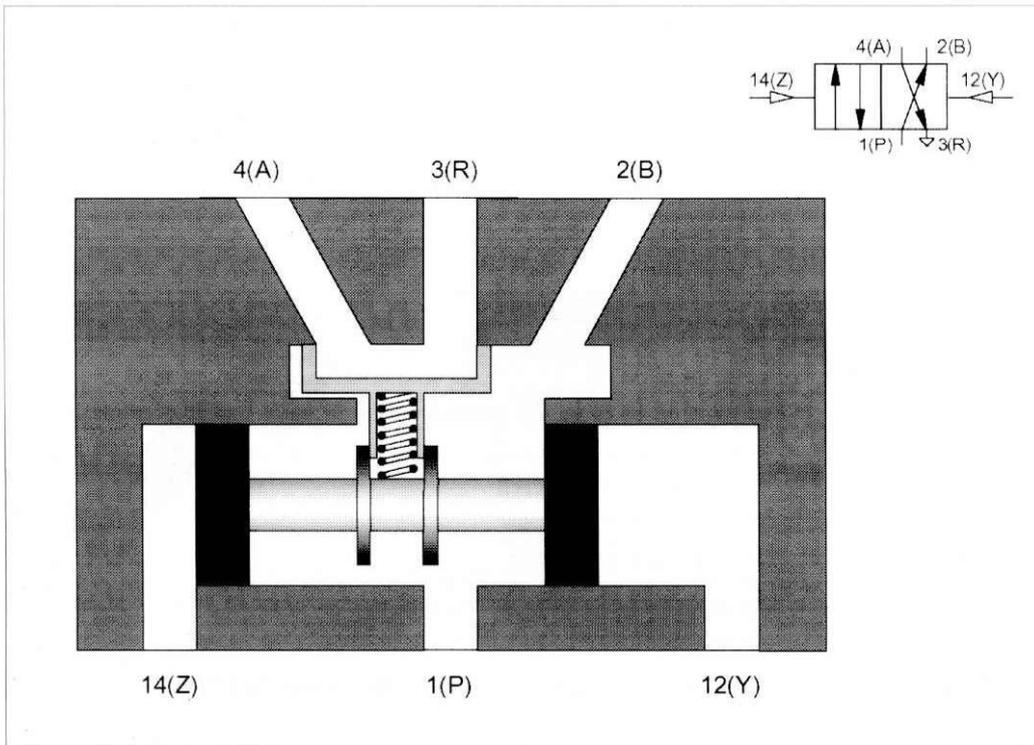


Figura 4.20: Válvula de impulsos de 4/2 vías, corredera longitudinal plana

La inversión se realiza mediante una impulsión directa de presión. Al quitar el aire a presión del conducto el émbolo de mando permanece en la correspondiente posición, hasta que reciba una señal del otro conducto.

### 4.5 Válvulas de 4/3 vías

Las válvulas de 4/3 vías tienen cuatro conexiones y tres posiciones. La válvula de corredera de plato es un ejemplo de válvula de 4/3 vías. Estas válvulas, por lo general, solo son fabricadas con accionamiento manual o mediante pedal. Cuando son activadas, dos platos giran y unen entre sí los canales de paso.

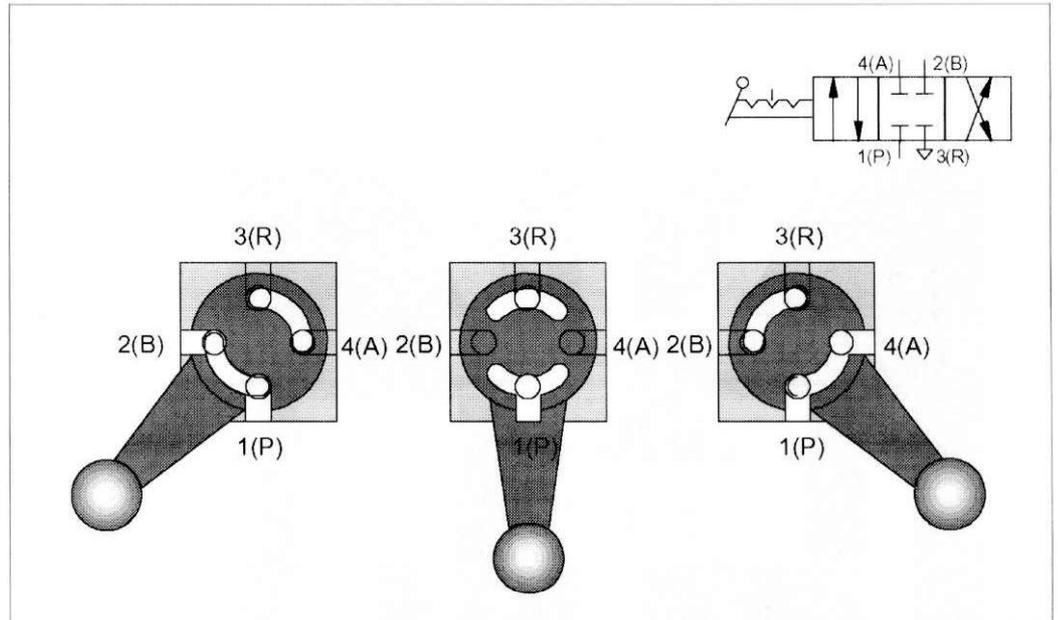


Figura 4.21: Válvula de 4/3 vías, posición intermedia bloqueada

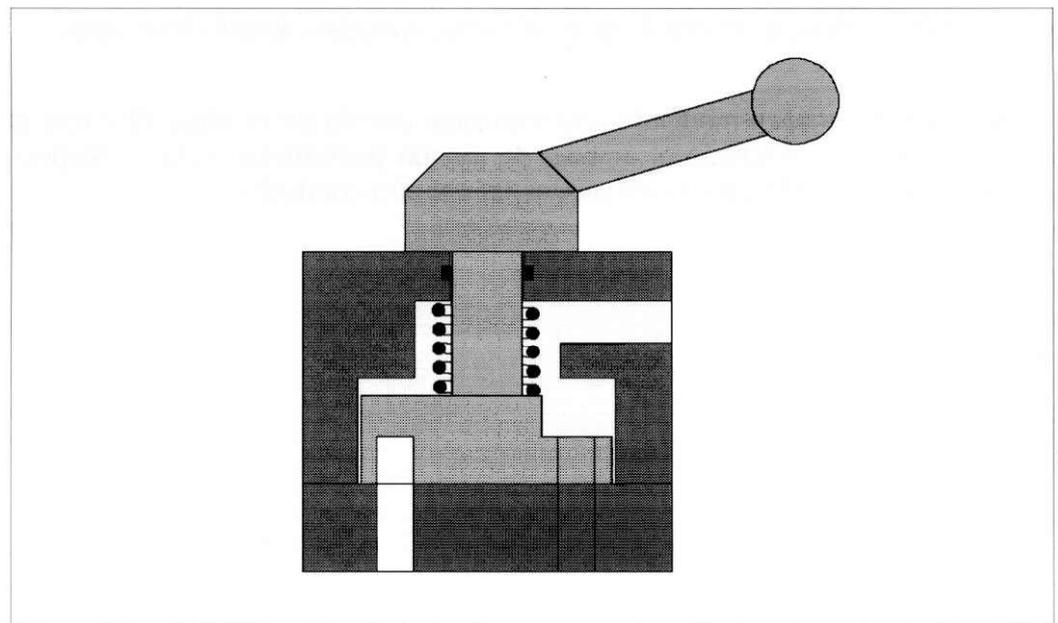


Figura 4.22: Sección de una válvula de 4/3 vías

El esquema incluido junto a estas líneas muestra una válvula de 4/3 vías con posición intermedia cerrada. Esta válvula permite detener el cilindro en cualquier lugar de su carrera. Sin embargo, no es posible posicionar con exactitud el cilindro, ya que éste cambia su posición en función de la carga a la que es sometido, debido a la compresibilidad del aire.

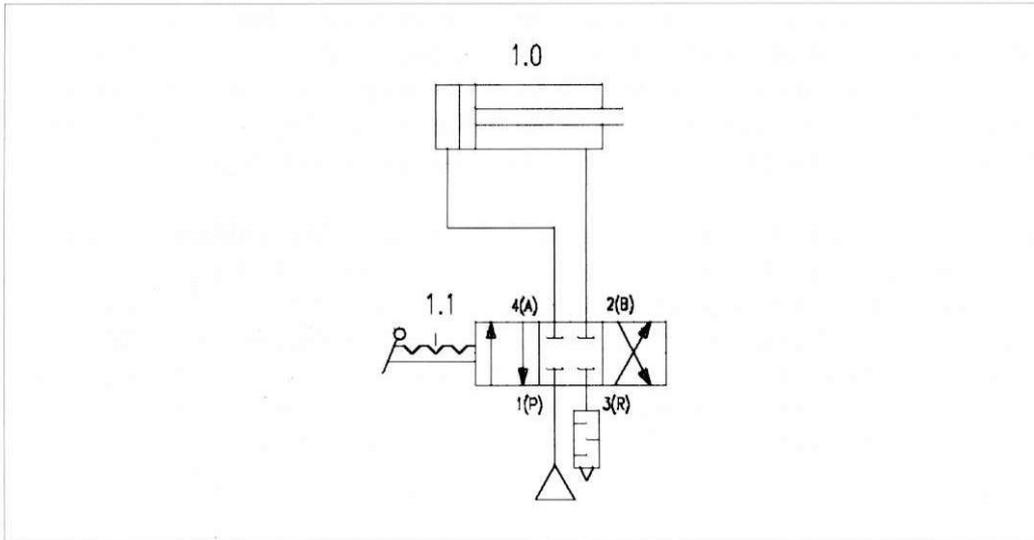


Figura 4.23: Esquema: Accionamiento directo de un cilindro de doble efecto

Las válvulas de 5/2 vías tienen cinco conexiones y dos posiciones. Estas válvulas son utilizadas principalmente como elementos de maniobra para el accionamiento de cilindros. La válvula de corredera longitudinal es un ejemplo de válvula de 5/2 vías. En su calidad de elemento de mando, estas válvulas tienen un émbolo de mando que se encarga de unir o separar los conductos correspondientes efectuando movimiento longitudinales. Se necesita poca fuerza para el accionamiento porque no es necesario superar la resistencia del aire comprimido o de muelle (método de bola o de plato). En el caso de las válvulas de corredera longitudinal, es posible aplicar todos los tipos de accionamiento, ya sean manuales, mecánicos, eléctricos o neumáticos. Estos mismos tipos de accionamiento pueden también ser utilizados para los movimientos de reposición.

4.6 Válvulas de 5/2 vías

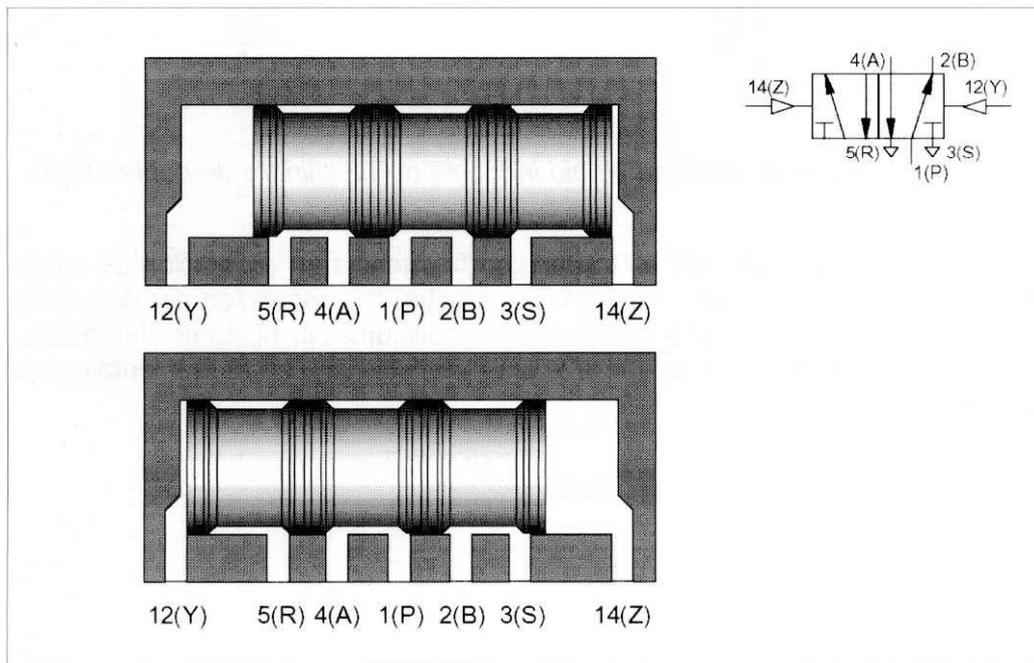


Figura 4.24: Válvula de impulsos de 5/2 vías, sistema de corredera longitudinal

En estas válvulas, el recorrido de la operación de accionamiento es considerablemente mayor que en el caso de las válvulas de asiento. Esta versión de válvulas de corredera ofrece problemas de estanqueidad. Las conexiones de "metal sobre metal", conocidas en la hidráulica, exigen tolerancias mínimas de la corredera en relación con el taladro en el cuerpo de la válvula.

Tratándose de válvulas neumáticas, la holgura entre la corredera y el taladro del cuerpo de la válvula no debería ser mayor a 0,002- 0,004 mm, puesto que de lo contrario las fugas serían demasiado grandes. Para evitar los gastos que significarían una fabricación de las piezas con esa precisión, se utilizan juntas tóricas y retenes en los cilindros y juntas tóricas en el cuerpo de la válvula. Para evitar daños en las zonas de las conexiones, es posible repartir los elementos de estanqueidad a lo largo de toda la camisa del cilindro.

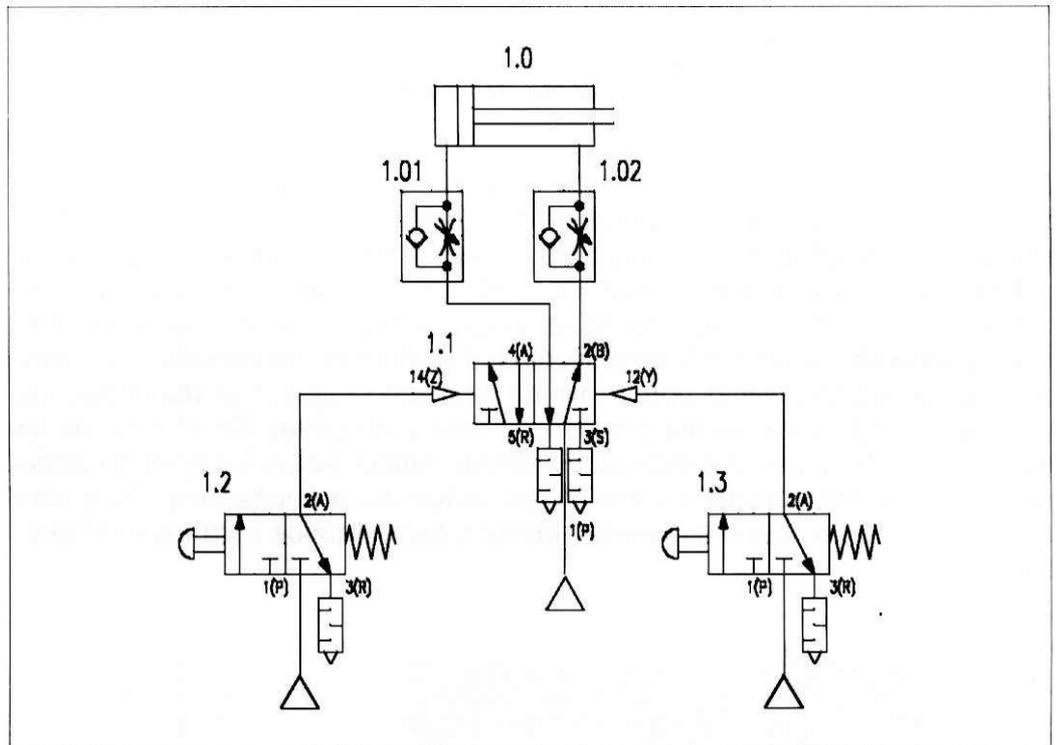


Figura 4.25: Esquema: Accionamiento indirecto de un cilindro de doble efecto

Las válvulas de 5/2 vías son utilizadas con frecuencia en sustitución de válvulas de 4/2 vías. Las válvulas de 5/2 vías permiten la evacuación por dos conexiones separadas al avanzar o retroceder el cilindro. No obstante, las funciones de mando de las válvulas de 4/2 vías y de 5/2 vías son fundamentalmente las mismas.

Otro método de estanqueidad consiste en utilizar una junta de plato suspendido con movimientos de conmutación relativamente pequeños. La junta de asiento une la conexión 1(P) con 2(B) o con 4(A). Las juntas secundarias del émbolo unen las conexiones de evacuación de aire con las conexiones de escape. La válvula tiene en ambos lados una unidad de accionamiento manual para controlar el movimiento del émbolo.

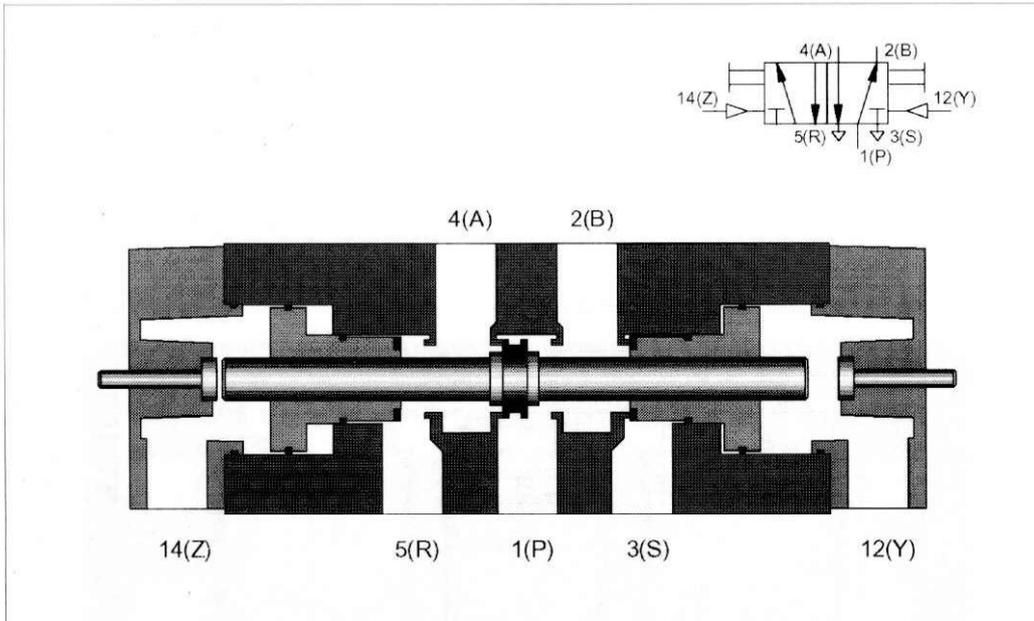


Figura 4.26: Válvula de impulso de 5/2 vías, válvula de asiento, paso abierto de 1 a 2

Las válvulas neumáticas de impulsos de 5/2 vías tienen capacidad de memoria. La válvula conmuta de conexión 14(Z) a conexión 12(Y) por efecto de señales neumáticas alternativas. Al retirarse la señal, la posición se mantiene hasta que la válvula reciba una señal contraria.

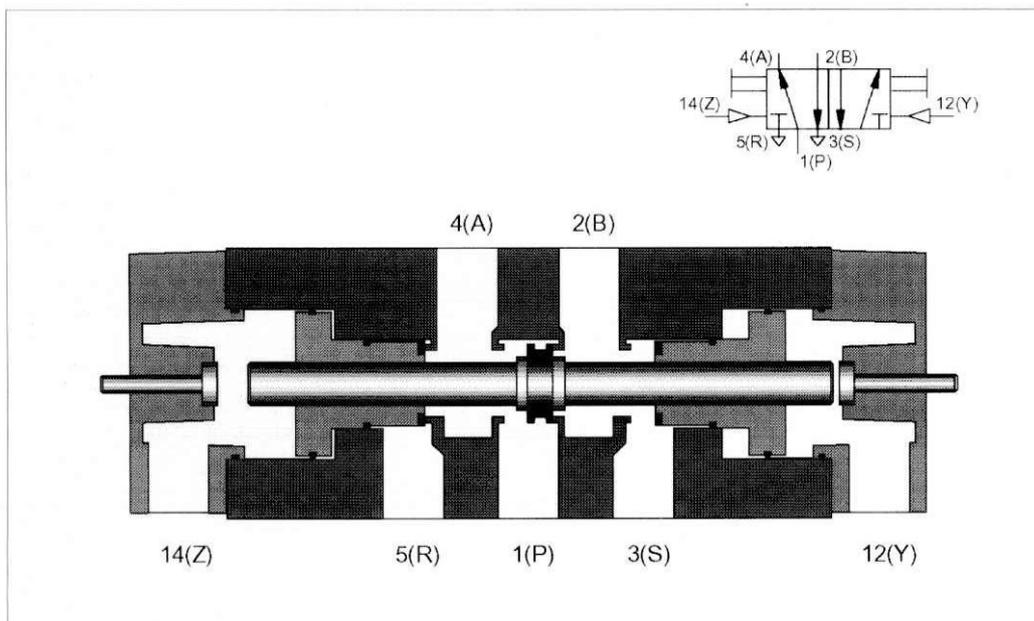


Figura 4.27: Válvula de impulso de 5/2 vías, válvula de asiento, paso abierto de 1 hacia 4

### 4.7 Válvulas de 5/3 vías

Las válvulas de 5/3 vías tienen cinco conexiones y tres posiciones. Con estas válvulas pueden detenerse los cilindros de doble efecto dentro de los márgenes de su carrera. Con centro cerrado, el émbolo del cilindro es sujetado bajo presión en posición intermedia, mientras que con centro abierto puede moverse el émbolo sin presión. Si en ambas conexiones de mando (pilotajes) no se aplica ninguna señal, se mantiene la válvula en posición intermedia por efecto de los muelles de centraje.

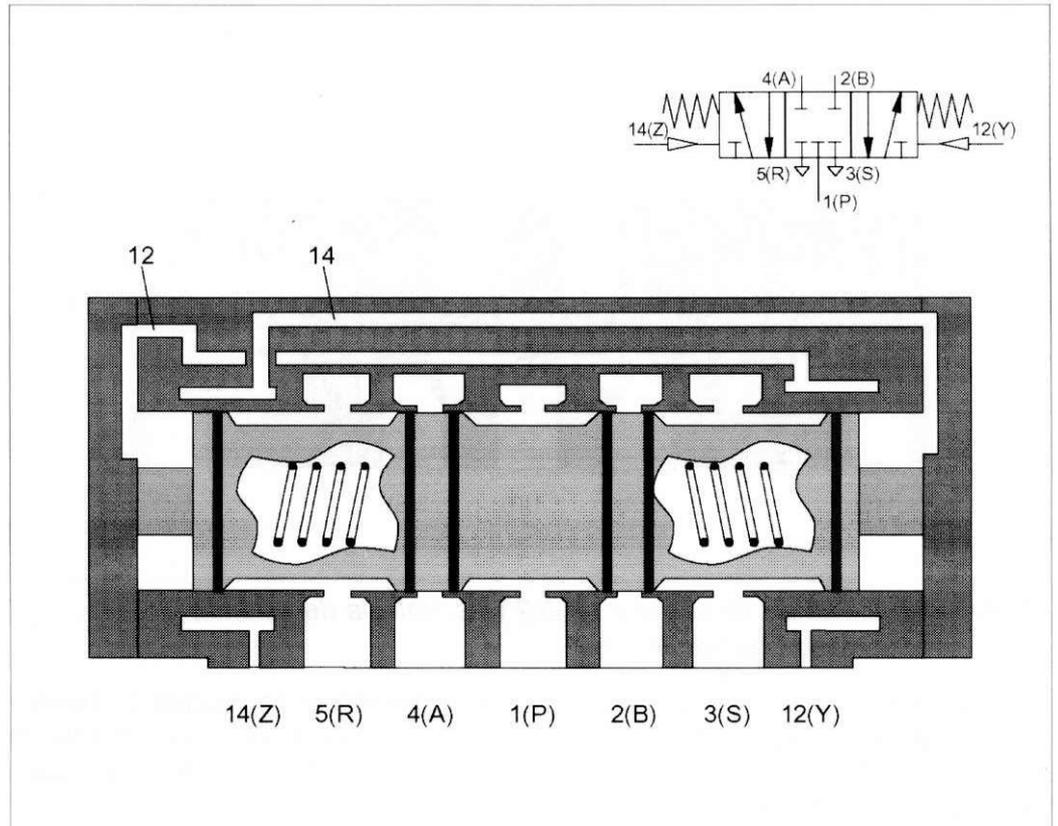


Figura 4.28: Válvula de 5/3 vías, centro cerrado en reposo

La pérdida de presión y el volumen de aire en las válvulas neumáticas son datos importantes para el usuario. La selección de la válvula depende:

**4.8 Caudales de válvulas**

- del volumen y la velocidad del cilindro,
- de la frecuencia de conmutación requerida,
- de la caída de presión admisible.

Las válvulas neumáticas son identificadas por su caudal nominal. Para calcular los caudales se tienen en cuenta diferentes factores. Estos factores son:

$p_1$	Presión en la entrada de la válvula (kPa o bar)
$p_2$	Presión en la salida de la válvula (kPa o bar)
$\Delta p$	Diferencia de presión ( $p_1 - p_2$ ) (kPa o bar)
$T_1$	Temperatura (K)
$q_n$	Caudal nominal (l/min)

En la medición se aplica aire a la válvula en una dirección. Se mide la presión de entrada y la presión de salida. Mediante un caudalímetro se mide el caudal del aire.

Los datos referentes a los valores de caudal nominal pueden encontrarse en los catálogos de los fabricantes.

### 4.9 Funcionamiento fiable de las válvulas

El montaje de válvulas de rodillo:

La fiabilidad de un sistema de mando depende fundamentalmente de la instalación correcta de los interruptores de final de carrera. Los interruptores de final de carrera tienen que estar diseñados de tal manera que puedan ser ajustados y adaptados con facilidad en cualquier momento. Esto es importante para coordinar de modo preciso los movimientos de los cilindros instalados en un sistema de mando.

Montaje de válvulas:

Aparte de la importancia que tiene la elección correcta del tipo de válvulas, es importante también montarlas adecuadamente para que sus características de conmutación y su funcionamiento sean fiables y, además, para que sean fácilmente accesibles al realizar trabajos de reparación y de mantenimiento. Lo dicho se aplica tanto a las válvulas instaladas en la sección de trabajo como la de mando.

Para mayor facilidad de los trabajos de mantenimiento y de reparación, deberá considerarse lo siguiente:

- Numerar los componentes
- Instalar indicadores ópticos
- Preparar una documentación completa

Las válvulas manuales para la entrada de señales suelen estar instaladas en el tablero o panel de mandos. En consecuencia es práctico y útil recurrir a válvulas que estén equipadas con elementos de accionamiento que puedan ser instalados directamente en el elemento de base. Existe una gran variedad de tipos de accionamiento, entre los que se puede escoger la más adecuada para cumplir con las funciones de entrada de señales.

Las válvulas, en su calidad de elementos de mando, se encargan de controlar la ejecución de secuencias neumáticas. Dichas válvulas deberán estar diseñadas de tal manera que provoquen una respuesta lo más rápida posible de los actuadores. Ello significa que las válvulas deberían estar instaladas lo más cerca posible de dichos actuadores con el fin de que las tuberías sean lo más cortas posible y para que los tiempos de conmutación sean lo más breves posible. En el caso ideal, la válvula debería conectarse directamente al actuador. De este modo se ahorraría material y tiempo de montaje.

## **Capítulo 5**

# **Válvulas de cierre, de caudal y presión, combinaciones de válvulas**

### 5.1 Válvulas de cierre

Las válvulas de cierre bloquean el paso en una dirección y lo abren en la dirección contraria. La presión en el lado de la salida ejerce una fuerza sobre el lado que bloquea y, por lo tanto, apoya el efecto de estanqueidad de la válvula.

#### Válvulas antirretorno

Las válvulas de antirretorno pueden bloquear totalmente el paso en un sentido mientras que en sentido contrario pasa el aire con un mínimo de pérdida de presión. El bloqueo de uno de los sentidos puede realizarse con conos, bolas y membranas.

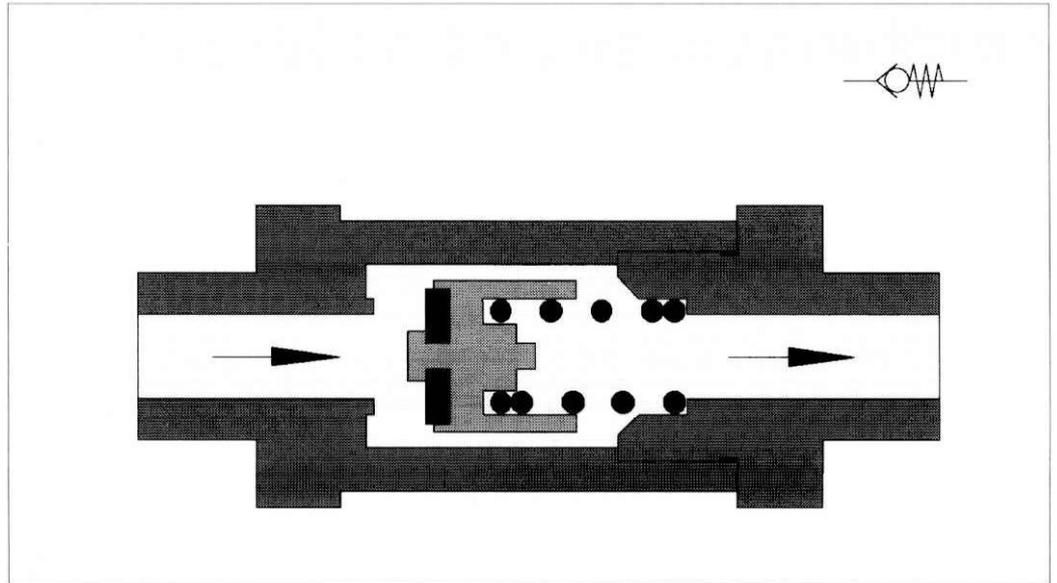
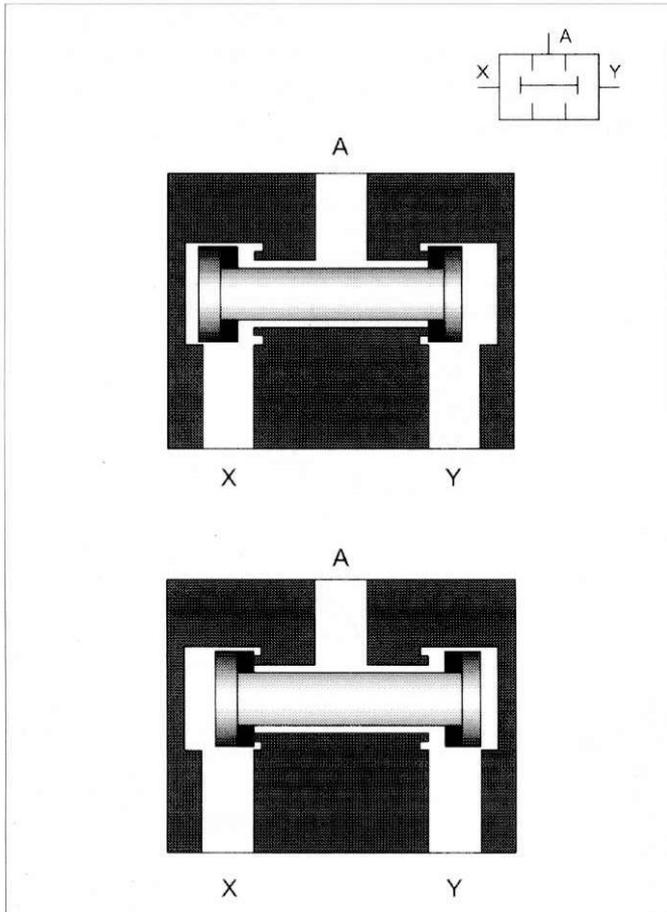


Figura 5.1: Válvula antirretorno

#### Elementos de unión

Los elementos que tienen las mismas propiedades que una válvula de antirretorno pueden ser utilizados como uniones entre dos conductos transmisores de señales con el fin de controlarlas. Las dos válvulas que pueden ser calificadas de elementos de unión, son utilizadas para el procesamiento lógico de dos señales de entrada y para la transmisión de la señal resultante. La válvula de simultaneidad emite una señal solamente si recibe una señal en ambas entradas (función Y); la válvula selectora transmite una señal si recibe una señal en por lo menos una entrada (función O).



La válvula de simultaneidad tiene dos entradas, X e Y, y una salida A. El paso solamente está abierto si recibe una señal en ambas entradas. Una señal de entrada en X o Y bloquea el paso a raíz de la diferencia de fuerzas en la corredera del cilindro. Si las señales de entrada no son recibidas simultáneamente, la última señal que llega pasa a la salida. Si las señales de entrada tienen una presión más grande cierra la válvula, con lo que la presión más pequeña pasa a la salida A. La válvula de simultaneidad es utilizada principalmente en mandos de bloqueo, funciones de control o enlaces lógicos.

Válvula de simultaneidad:  
función lógica Y

Figura 5.2: Válvula de simultaneidad: Función Y

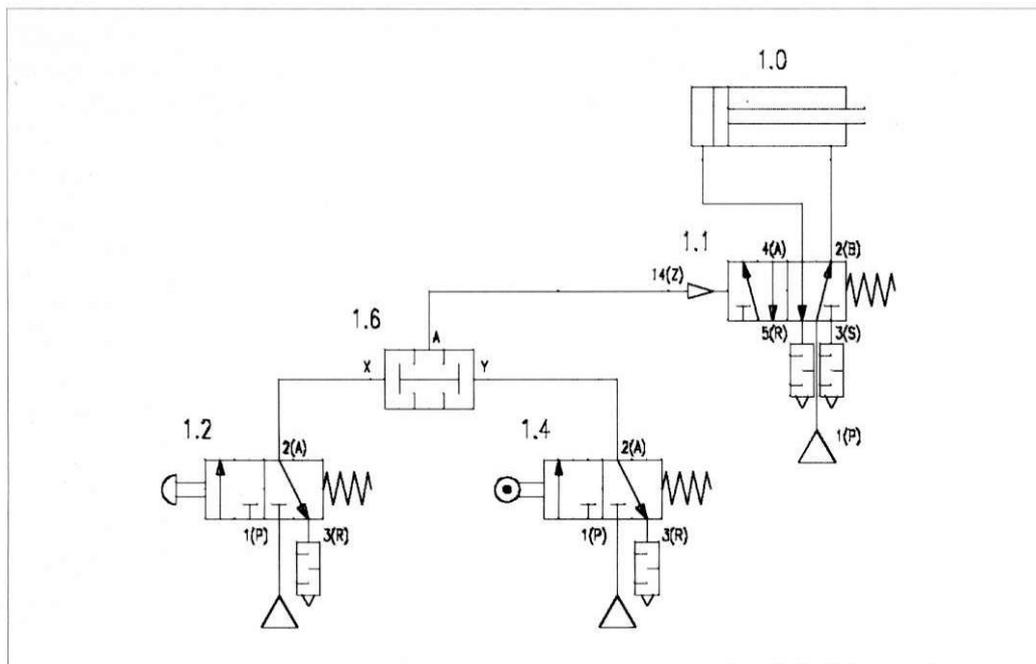


Figura 5.3: Esquema de distribución con válvula de simultaneidad

La inclusión de una válvula de simultaneidad en un esquema de distribución corresponde a la instalación de dos transmisores de señales (válvulas de 3/2 vías de posición normal bloqueada) en paralelo o en serie. Sólo se transmite una señal si ambas válvulas están activadas.

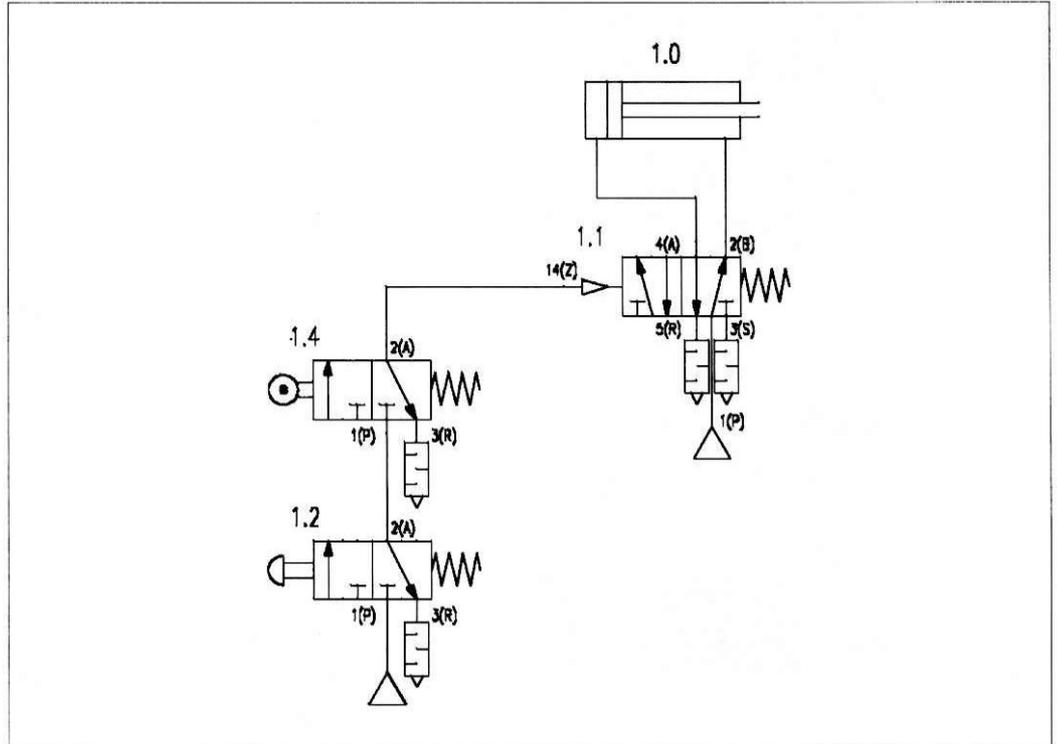
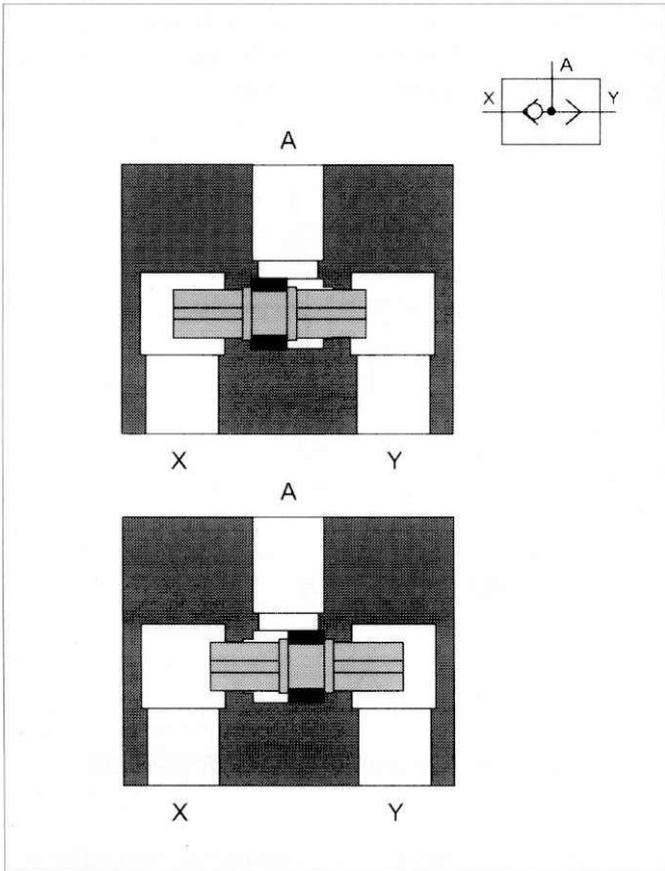


Figura 5.4: Esquema de distribución: Función Y en serie

Una característica de esta variante de conexión es que en la práctica se obtienen a menudo unos conductos muy largos entre las válvulas. Tampoco puede utilizarse la señal de la válvula 1.4 para otros enlaces de señales, ya que la válvula 1.4 únicamente recibe presión cuando la válvula 1.2 está activada.



Estas válvulas de cierre tienen dos entradas, X e Y, y una salida A. Si la entrada X recibe presión, el émbolo cierra la entrada Y, con lo que el aire pasa de X hacia A. Si el aire pasa de Y hacia A, queda bloqueada la entrada X. Cuando se produce un reflujo de aire del cilindro o de la válvula instalada detrás, el émbolo mantiene su posición anterior debido a las presiones existentes en ese caso. Esta válvula también es denominada elemento "O". Si un cilindro o una válvula de mando ha de accionarse desde dos o más lugares, siempre deberán utilizarse una o varias válvulas selectoras.

Válvula selectora:  
Función lógica O

Figura 5.5: Válvula selectora: Función O

El siguiente esquema muestra el mando de un cilindro a través de dos válvulas manuales que pueden estar instaladas a diferentes distancias del cilindro. Si se activara la válvula 1.2 sin la aplicación de la válvula selectora, el aire a presión pasaría principalmente a través de la conexión 3(R) de la válvula 1.4.

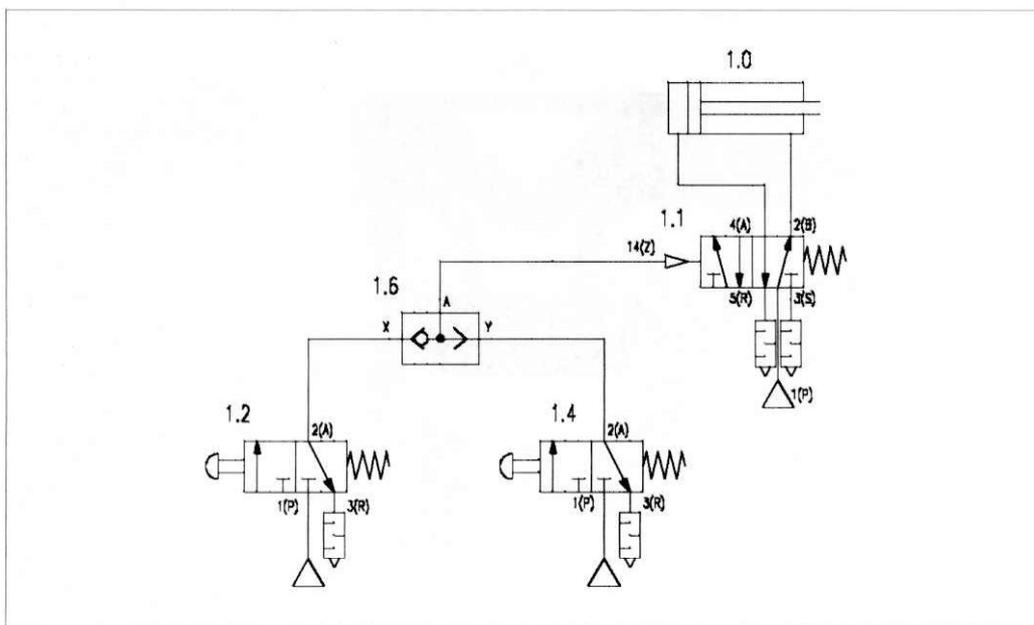


Figura 5.6: Accionamiento de un cilindro con dos transmisores de señales

Las válvulas selectoras pueden conectarse entre sí para obtener una condición O adicional, tal como se muestra en el esquema inferior. Cualquiera de las tres válvulas provistas de pulsador puede activarse para que el cilindro avance.

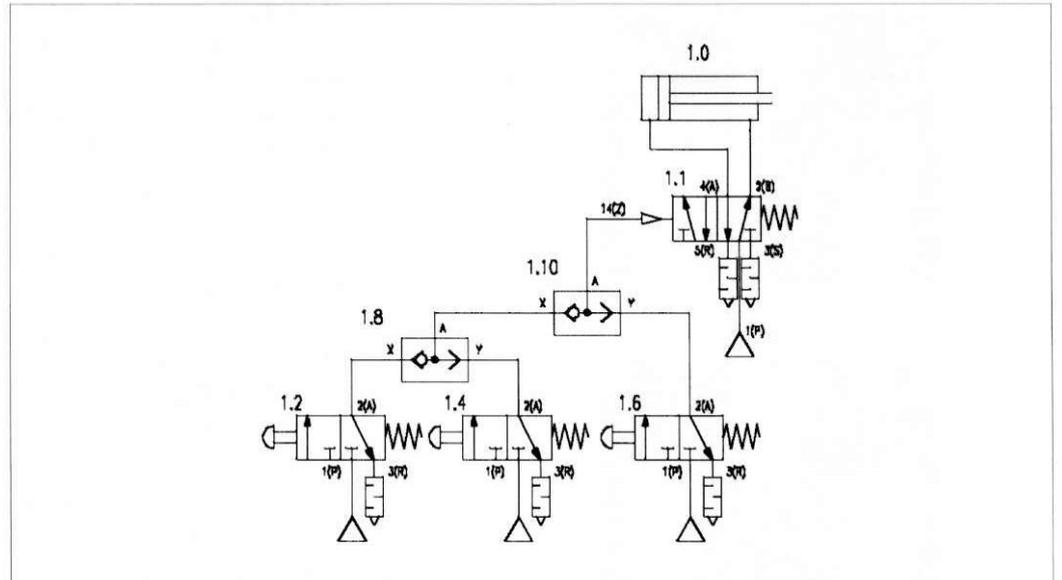


Figura 5.7: Accionamiento de un cilindro con tres transmisores de señales

### Válvula de escape rápido

Las válvulas de escape rápido tienen la finalidad de aumentar la velocidad de los cilindros. Con ellas se puede reducir el tiempo de retroceso demasiado prolongado, especialmente tratándose de cilindros de simple efecto. De esta manera es posible que el vástago de un cilindro retroceda casi a velocidad máxima, ya que la resistencia del aire desplazado es disminuida porque dicho aire es evacuado a través de la válvula de escape rápido. El aire es evacuado a través de una abertura relativamente grande. La válvula tiene una conexión bloqueable de presión 1(P), una conexión bloqueable de escape 3(R) y una salida 2(A).

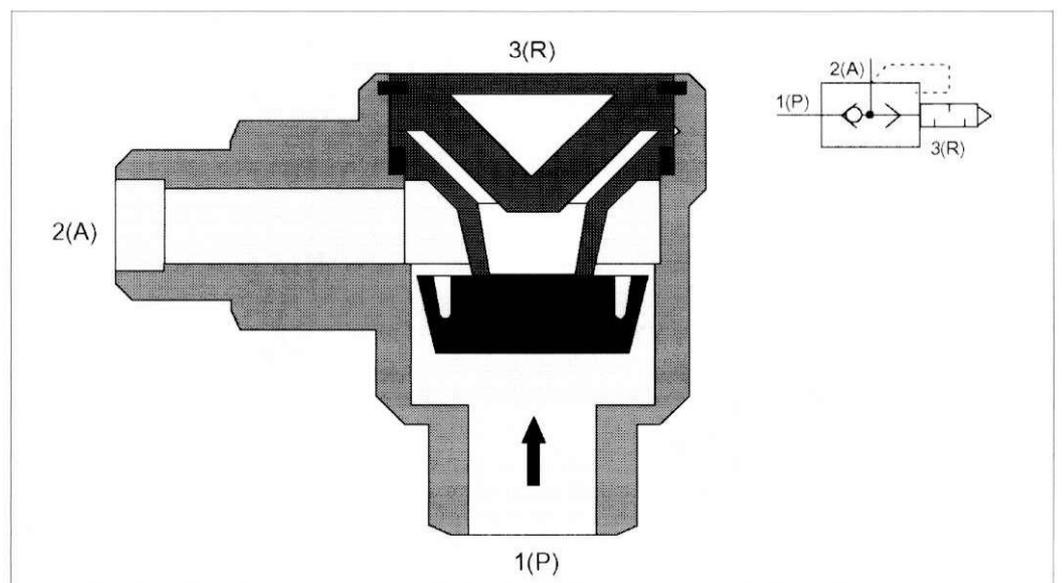


Figura 5.8: Válvula de escape rápido, paso abierto de 1(P) hacia 2(A)

Si la conexión 1(P) recibe presión, el plato cubre la salida de escape de aire 3(R). En consecuencia, el aire a presión pasa de 1(P) a 2(A). Si en 1(P) ya no hay presión, entonces el aire que proviene de 2(A) desplazará el plato hacia la conexión 1(P), cerrándola. Entonces, el aire evacuado puede salir de inmediato hacia afuera sin tener que recorrer distancias largas a través de los conductos de mando hasta llegar a la válvula de mando. Es recomendable que las válvulas de escape rápido sean instaladas lo más cerca posible de los cilindros respectivos.

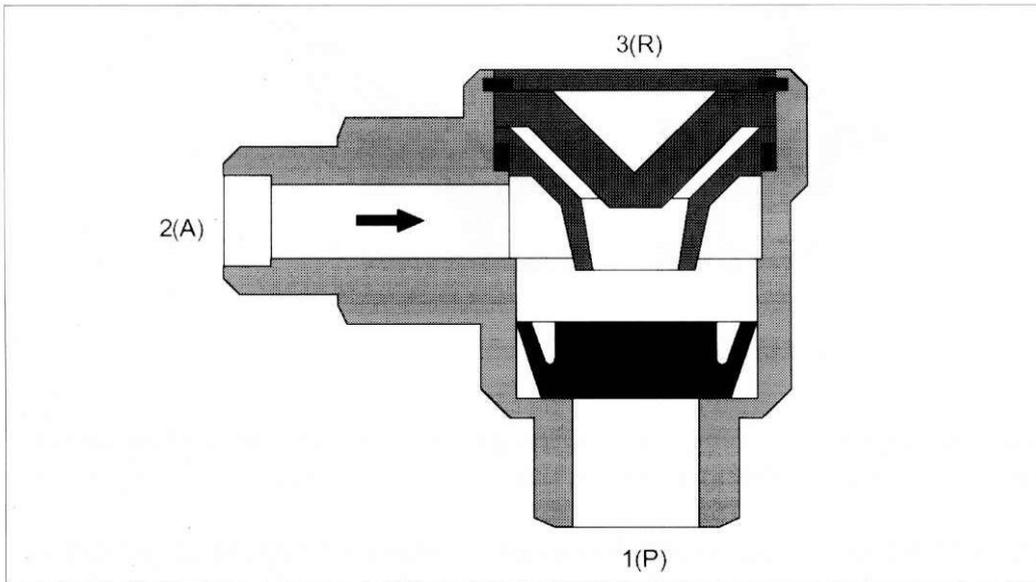


Figura 5.9: Válvula de escape rápido, evacuación de aire de 2(A) hacia 3(R)

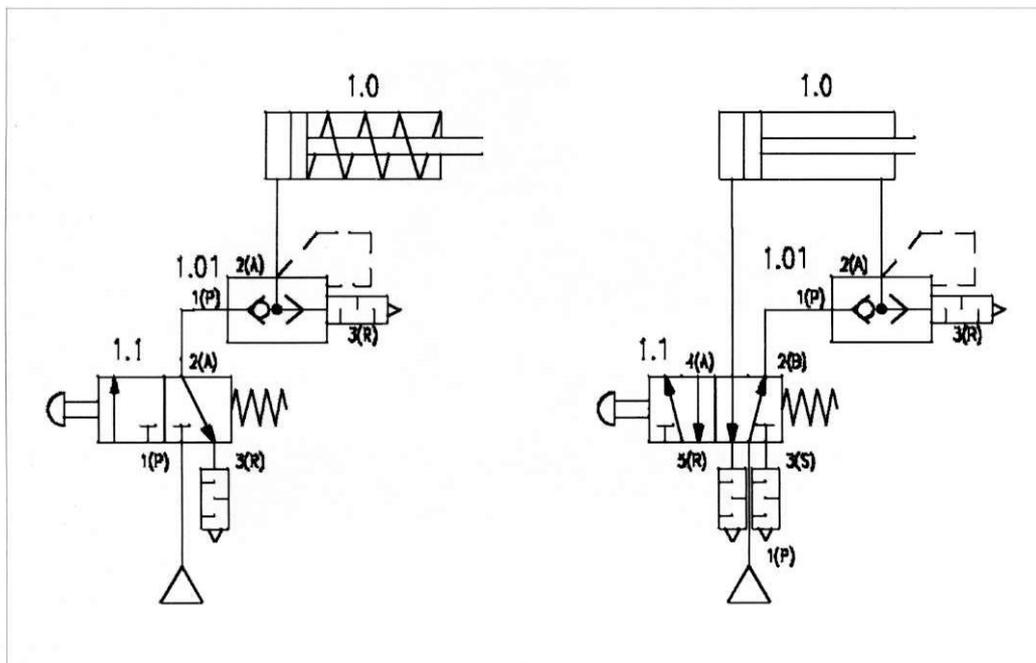


Figura 5.10: Esquema con válvula de escape rápido

### Válvulas de llave

Como válvulas de llave se denominan las válvulas que abren o cierran el paso sin escalonamiento en ambas direcciones. Típicos representantes son el grifo de cierre y el grifo de macho esférico.

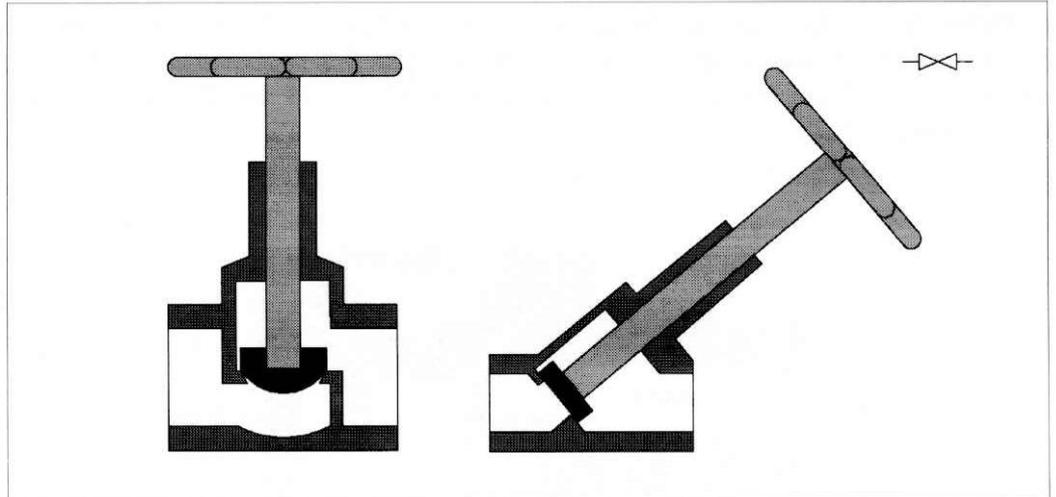


Figura 5.11: Llave de cierre

### 5.2 Válvulas de caudal

#### Válvula de estrangulación; estrangulación en ambas direcciones

Las válvulas de caudal regulan el paso del aire a presión en ambas direcciones. La válvula de estrangulación es una válvula de caudal.

Las válvulas de estrangulación suelen ser regulables. El ajuste correspondiente puede ser fijado. Las válvulas de estrangulación son utilizadas para controlar la velocidad de los cilindros. Deberá ponerse cuidado en que la válvula de estrangulación nunca esté cerrada del todo.

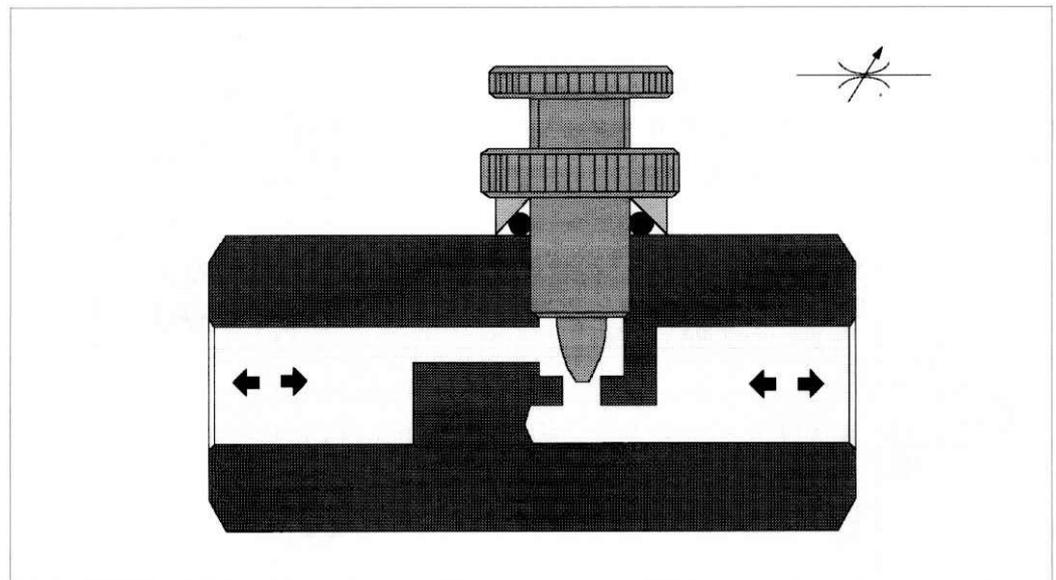


Figura 5.12: Válvula de estrangulación

Características constructivas de las válvulas de estrangulación:

- Válvula de estrangulación: La zona de estrangulación es más larga que su diámetro.
- Válvula de diafragma: La zona de estrangulación es más corta que su diámetro.

La válvula de estrangulación y antirretorno reduce el caudal de aire solamente en un sentido. La válvula de antirretorno cierra el paso del aire en un sentido y el aire sólo puede pasar a través de la sección regulada. El aire puede pasar libremente en la dirección contraria a través de la válvula de antirretorno abierta. Estas válvulas son utilizadas para regular la velocidad de cilindros neumáticos. Es recomendable instalarlas lo más cercanas posible a los cilindros.

Válvulas de estrangulación y antirretorno

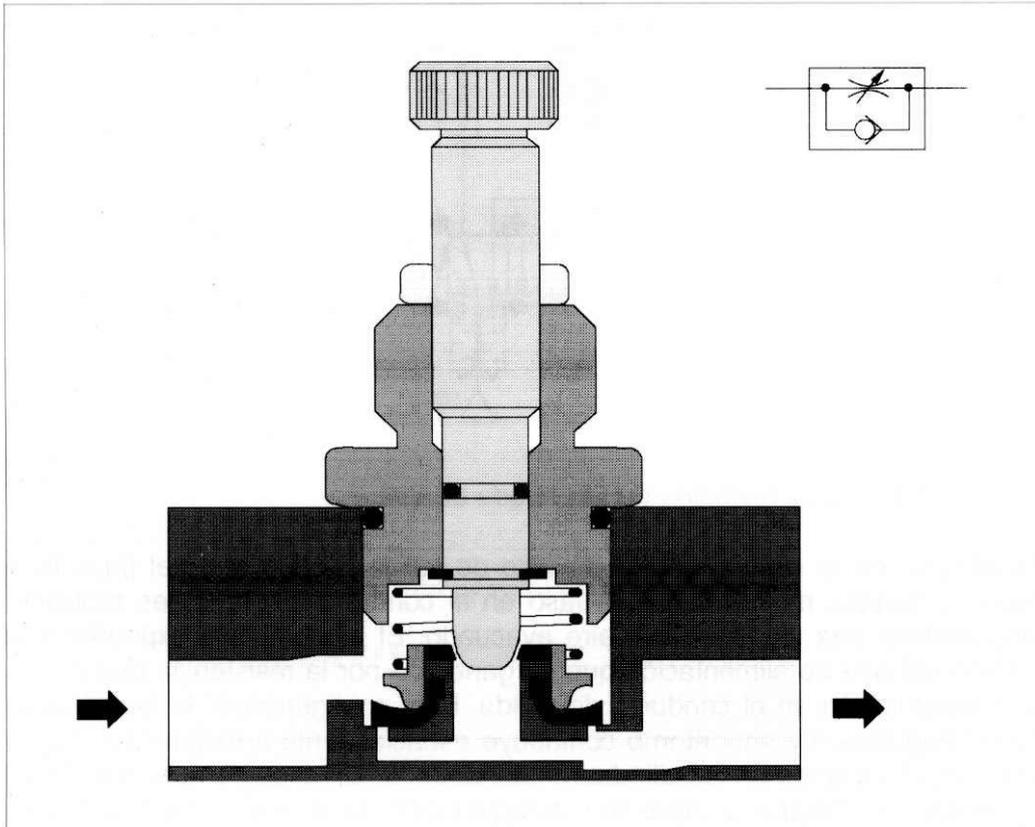


Figura 5.13: Válvula de estrangulación y antirretorno

Tratándose de cilindros de doble efecto, existen fundamentalmente dos tipos de estrangulación:

- Estrangulación de la entrada de aire
- Estrangulación de la salida de aire

En el caso de la estrangulación del aire de alimentación se reduce el flujo de aire hacia el cilindro. El aire de evacuación puede pasar libremente atravesando la válvula de antirretorno. Cualquier oscilación de la carga que actúa sobre el cilindro, por más mínima que sea (por ejemplo al topar con un interruptor de final de carrera), provoca considerables oscilaciones de la velocidad de avance.

Estrangulación de la alimentación de aire

Una carga en dirección de movimiento del cilindro acelera el cilindro sobrepasando el valor ajustado. En consecuencia, la estrangulación de la alimentación de aire solamente se aplica en cilindros pequeños de simple efecto.

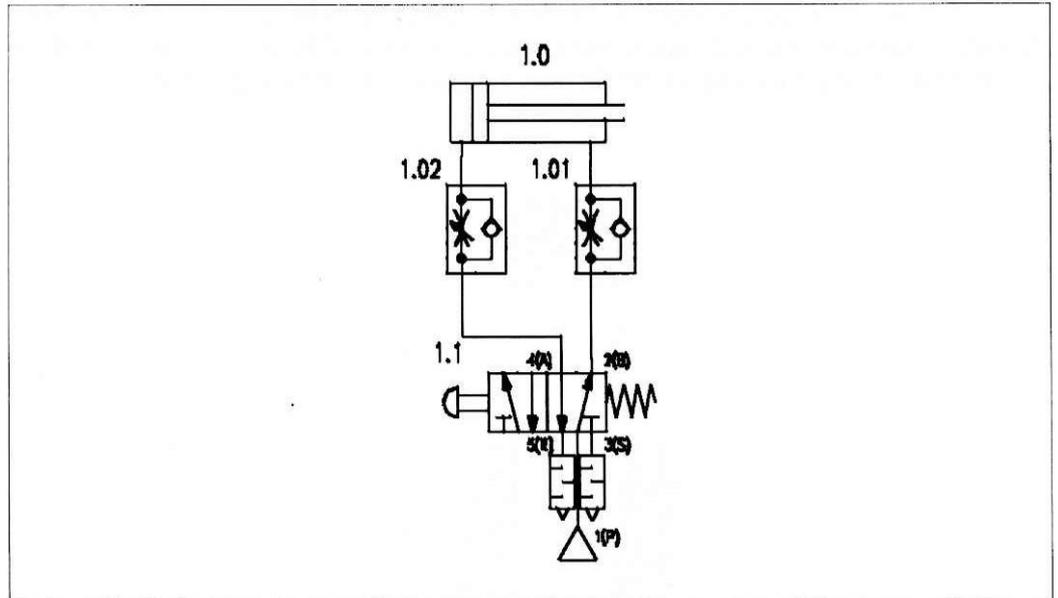


Figura 5.14: Estrangulación de la entrada de aire

Estrangulación del aire de escape

En el caso de la estrangulación del aire de salida, el aire tiene el paso libre hacia el cilindro, mientras que el paso en el conducto de salida es reducido, ofreciéndose una resistencia al aire evacuado. El émbolo está expuesto a la presión del aire de alimentación que es generada por la resistencia que ofrece la estrangulación en el conducto de salida. Esta configuración de las válvulas de estrangulación y antirretorno contribuye esencialmente a mejorar las características del avance de los cilindros. Tratándose de cilindros de doble efecto es recomendable instalar siempre un estrangulador para el aire de escape. En los cilindros pequeños es recomendable una estrangulación de la alimentación de aire y del aire de escape, debido a la poca cantidad de aire.

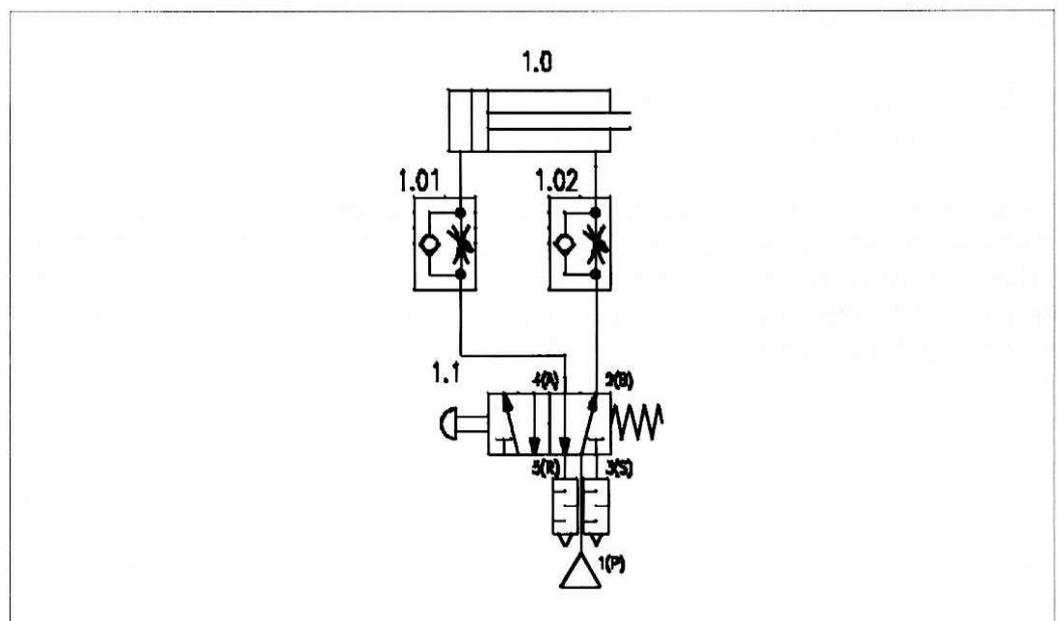


Figura 5.15: Estrangulación de la salida de aire

Con las válvulas de estrangulación y antirretorno mecánicamente ajustables puede modificarse la velocidad del cilindro durante la carrera. En un tornillo de graduación puede ajustarse la velocidad básica. Mediante una leva curva, que acciona la palanca con rodillo de la válvula de estrangulación y antirretorno mecánicamente ajustable, se modifica la sección de estrangulación.

Válvulas de estrangulación y antirretorno mecánicamente ajustables

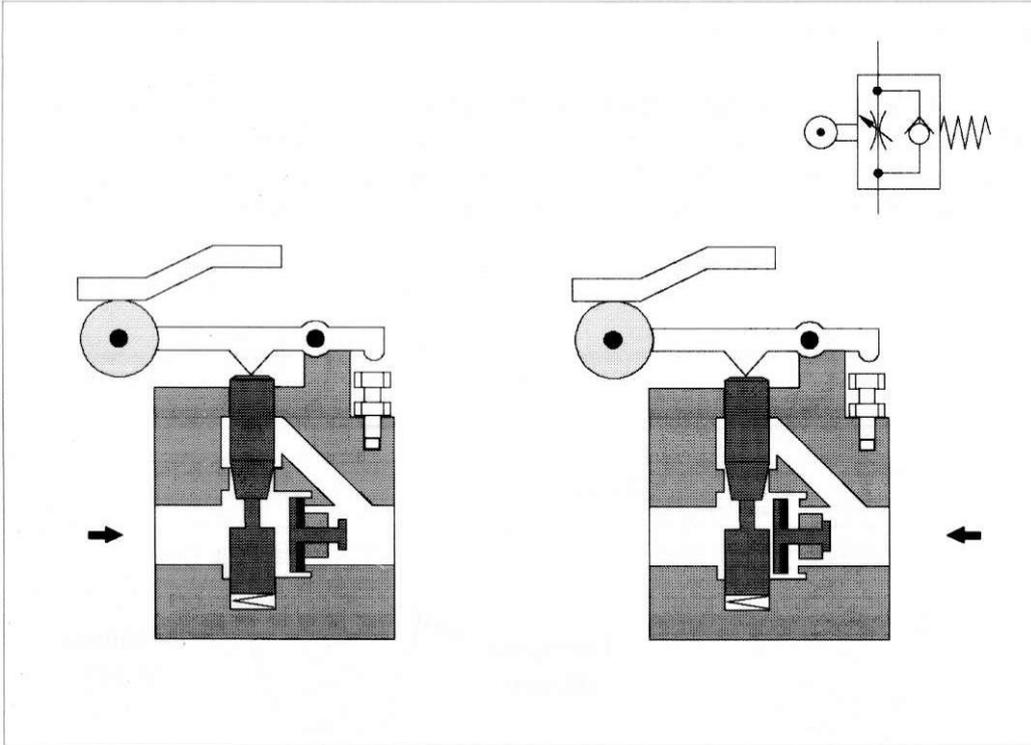


Figura 5.16: Válvula de estrangulación y antirretorno con estrangulación regulable mecánicamente

## 5.3 Válvulas de presión

Las válvulas de presión son elementos que se encargan de regular la presión o que son controladas por la presión. Concretamente pueden diferenciarse los siguientes tres grupos:

- Válvulas reguladoras de presión
- Válvulas limitadoras de presión
- Válvulas de secuencia

En el capítulo B2.6 "Unidades de mantenimiento", se ofrece una explicación detallada sobre las válvulas reguladoras de presión. Estas válvulas son utilizadas para mantener una presión constante, incluso si oscilase la presión en la red neumática. La presión mínima de entrada tiene que ser mayor que la presión de salida.

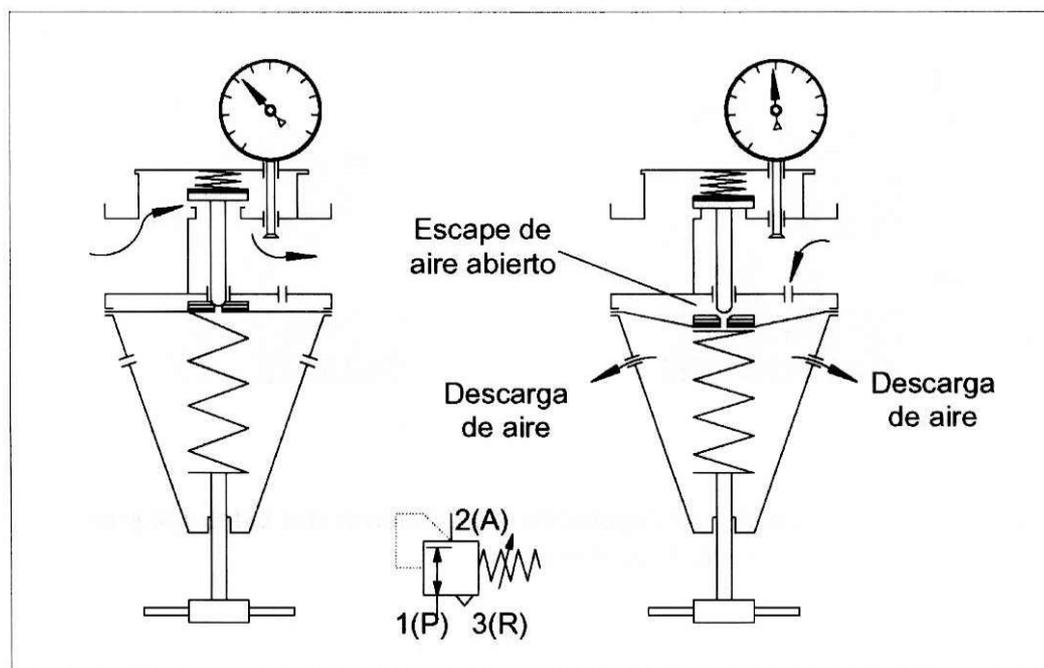


Figura 5.17: Válvula reguladora de presión

## Válvulas limitadoras de presión

Estas válvulas son utilizadas principalmente como válvulas de seguridad (válvulas de sobrepresión), ya que evitan que la presión en el sistema sea mayor que la presión máxima admisible. Una vez que la presión aplicada a la entrada de la válvula de seguridad llega a la presión máxima que se ha ajustado en dicha válvula, se abre la salida, con lo que el aire es descargado hacia la atmósfera. La válvula se mantiene abierta hasta que el muelle la vuelve a cerrar una vez que la presión alcanza nuevamente el nivel de presión que se haya ajustado en función de la curva característica del muelle.

Estas válvulas trabajan según el mismo principio que las válvulas de presión. La válvula se abre el paso si la presión es mayor al valor que se ha ajustado con el muelle.

Válvulas de secuencia

El paso de 1(P) hacia 2(A) está cerrado. La salida 2(A) abre solamente cuando la presión en el conducto de mando 12(Z) alcanza el valor de presión ajustado previamente. Un émbolo de mando se encarga de abrir el paso de 1(P) hacia 2(A).

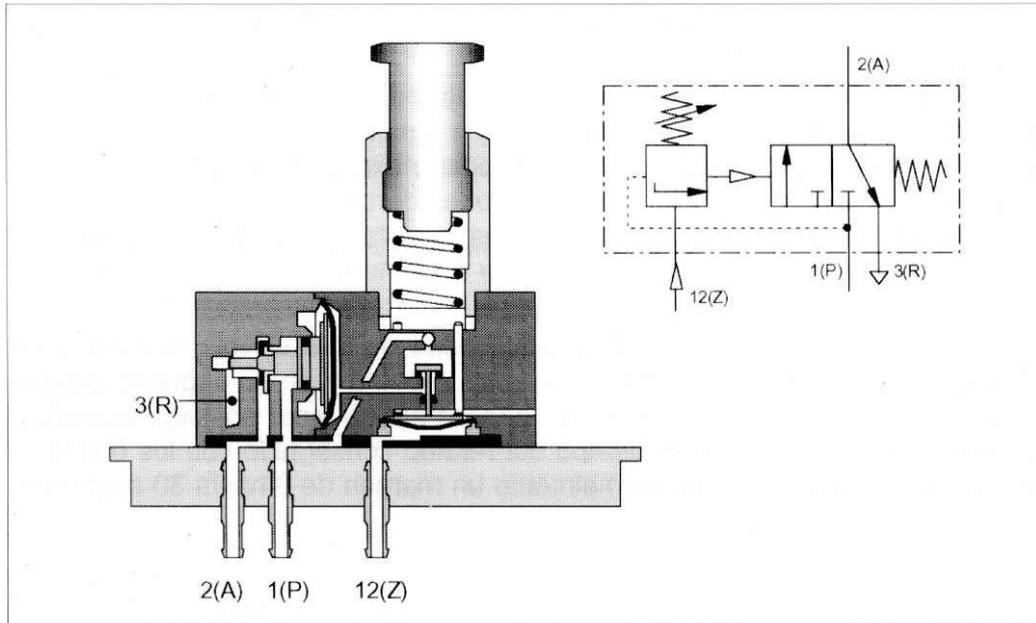


Figura 5.18: Válvula de secuencia regulable

Las válvulas de secuencia son utilizadas en mandos neumáticos cuando es necesario disponer de una presión determinada para ejecutar una operación de conmutación (mandos en función de la presión).

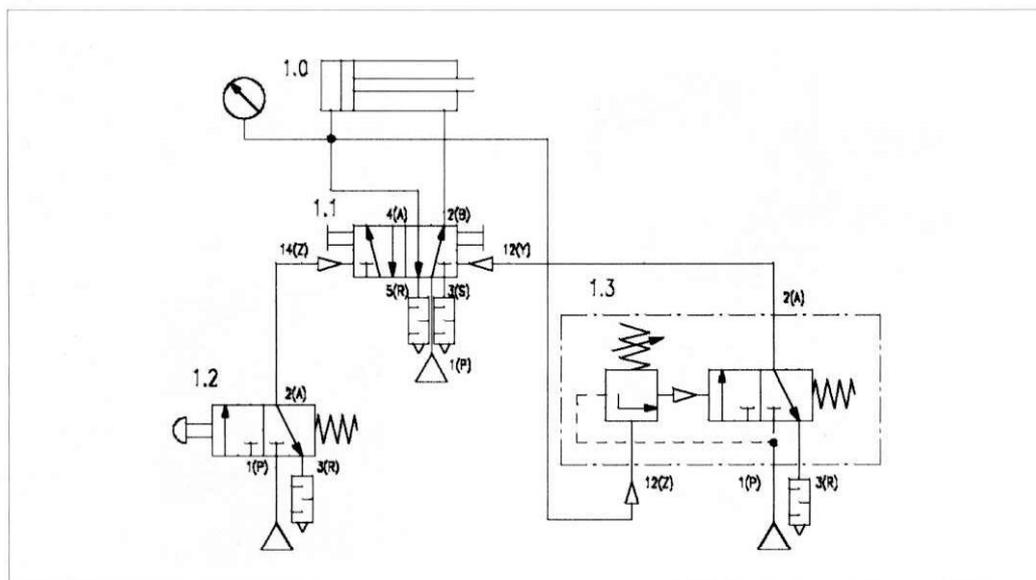


Figura 5.19: Esquema con válvula de secuencia

### 5.4 Combinación de válvula

Los elementos que pertenecen a diversos grupos de mando pueden formar una unidad compacta que reúne las características funcionales y constructivas de una combinación de válvulas. Estas unidades son denominadas válvulas combinadas. Los símbolos se refieren a cada uno de los elementos. Una válvula combinada está compuesta de las siguientes unidades:

- Válvulas temporizadoras: retardo de la transmisión de señales
- Bloque de control del aire: ejecución de movimientos individuales y oscilantes en cilindros de doble efecto
- Válvulas de 5/4 vías: detención de cilindros de doble efecto en cualquier posición
- Válvula de 8 vías, accionada por aire: control de alimentadores de banda
- Cadenciómetro: ejecución de movimientos rápidos de cilindros
- Tobera de aspiración con expulsor: recoger y expulsar piezas
- Módulo de pasos: ejecución de operaciones de control posteriores
- Submódulos memorizadores de órdenes: puesta en marcha en función del cumplimiento de condiciones de entrada de señales.

#### Válvulas temporizadoras

Las válvulas temporizadoras están compuestas de una válvula neumática de 3/2 vías, una válvula de estrangulación y antirretorno y de un pequeño acumulador de aire a presión. La válvula de 3/2 vías puede tener posición normal de bloqueo o de paso abierto. El tiempo del retardo conseguido con los dos tipos de válvulas de retardo cubre normalmente un margen de 0 hasta 30 segundos.

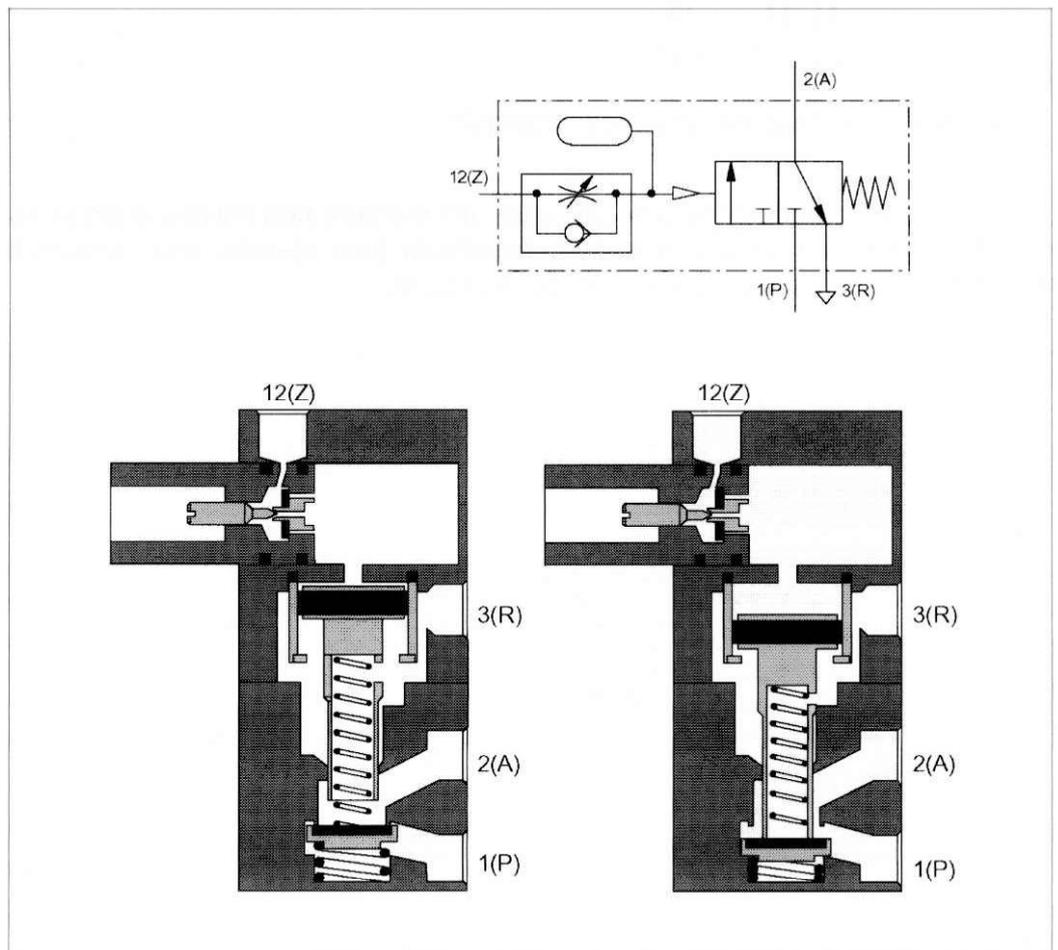


Figura 5.20: Válvula temporizadora cerrada en reposo

El pequeño acumulador auxiliar permite aumentar el tiempo de retardo. El tiempo previsto para la conmutación puede ajustarse con gran precisión, siempre y cuando el aire esté limpio y la presión sea constante.

Funcionamiento de una válvula temporizadora con válvula de 3/2 vías cerrada en reposo: El aire a presión llega a la conexión 1(P) de la válvula. El aire del circuito de mando entra en la válvula por la entrada 12(Z) y atraviesa la válvula de estrangulación y antirretorno. Con el tornillo regulador se determina la cantidad de aire que por unidad de tiempo pasa hacia el pequeño acumulador. Una vez que en éste el nivel de la presión de mando es suficiente, el émbolo de la válvula de 3/2 vías es desplazado hacia abajo, con lo que bloquea el paso de 2(A) hacia 3(R). El plato es separado del asiento, con lo que el aire puede pasar de 1(P) hacia 2(A). El punto de conmutación es determinado por el tiempo necesario para generar la presión respectiva en el acumulador.

Funcionamiento

Para que la válvula temporizadora vuelva a su posición normal, tiene que evacuarse el conducto de mando 12(Z). El aire proveniente del acumulador fluye a través de la válvula de estrangulación y antirretorno y por el conducto de evacuación de la válvula procesadora de señales hasta llegar al exterior. El muelle de la válvula se encarga de colocar el émbolo y el plato en sus respectivas posiciones normales. El conducto de trabajo 2(A) es evacuado por 3(R) y la conexión 1(P) queda bloqueada.

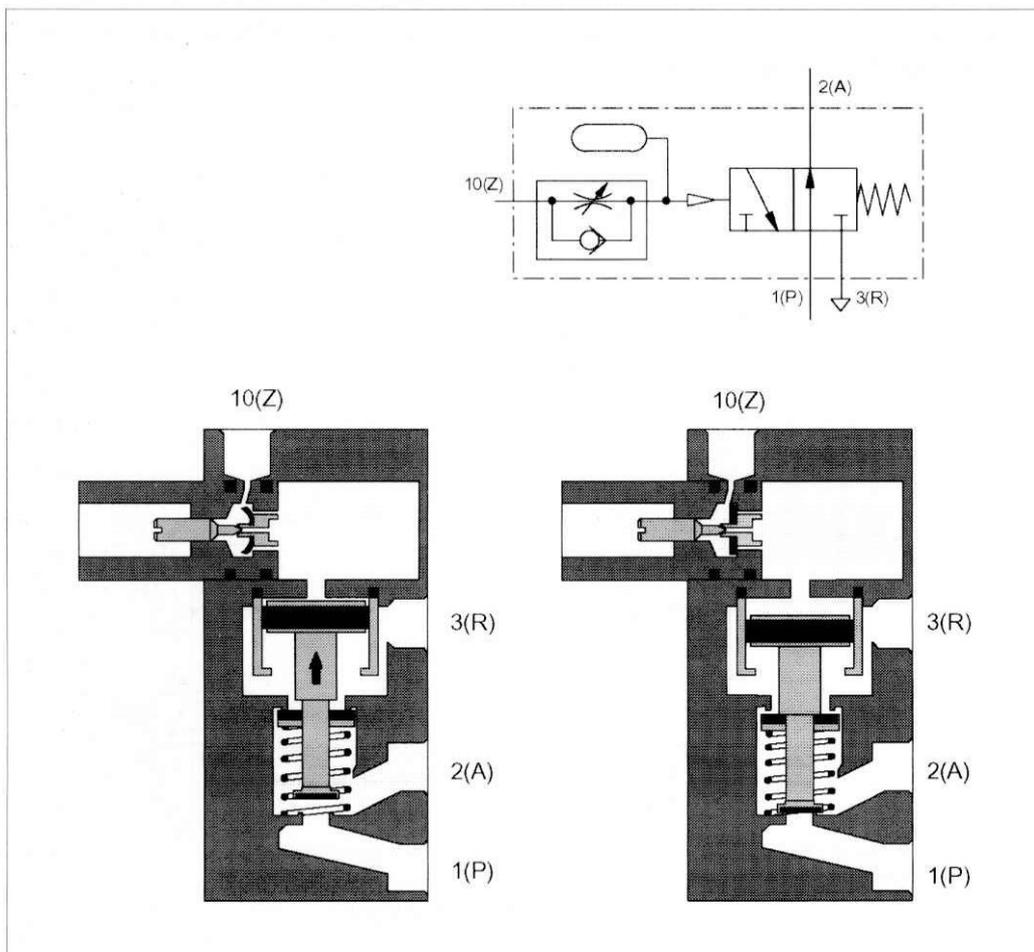


Figura 5.21: Válvula temporizadora abierta en reposo

Si la válvula de 3/2 vías tiene abierto el paso en posición normal, entonces la salida 2(A) recibe una señal. Si la válvula conmuta por recibir una señal en la entrada 10(Z), se evacúa el conducto de trabajo 2(A) por 3(R), y se cierra 1(P). Ello tiene como consecuencia que la señal de salida es cancelada una vez transcurrido el tiempo que haya sido ajustado.

El tiempo de retardo corresponde también en este caso al tiempo necesario para la generación de la presión correspondiente en el acumulador. Si se retira el aire de la conexión 10(Z), la válvula de 3/3 vías vuelve a su posición normal.

En el esquema de distribución de esta página hay dos válvulas temporizadoras. Una válvula 1.5 está cerrada en posición normal, mientras que la otra 1.4 tiene el paso abierto en posición normal. Oprimiendo el pulsador 1.2 se emite una señal hacia la válvula 1.4, y desde ahí es transmitida a la entrada 14(Z) de la válvula de impulsos 1.1. El cilindro 1.0 avanza. En la válvula temporizadora ha sido ajustado un tiempo de retardo corto, por ejemplo de 0,5 segundos. Este tiempo es suficiente para iniciar el movimiento de avance. A continuación, la señal de mando 10(Z) proveniente de la válvula temporizadora cancela inmediatamente la señal en la entrada 14(Z). El vástago del cilindro actúa sobre el interruptor de final de carrera 1.3. La válvula temporizadora 1.5 recibe una señal de mando, por lo que abre la válvula una vez transcurrido el tiempo que ha sido ajustado con antelación. Entonces, el temporizador emite una señal a la entrada 12(Y) de la válvula de impulsos. La válvula conmuta y el cilindro retrocede. A continuación puede activarse la ejecución de un nuevo ciclo activando la válvula 1.2.

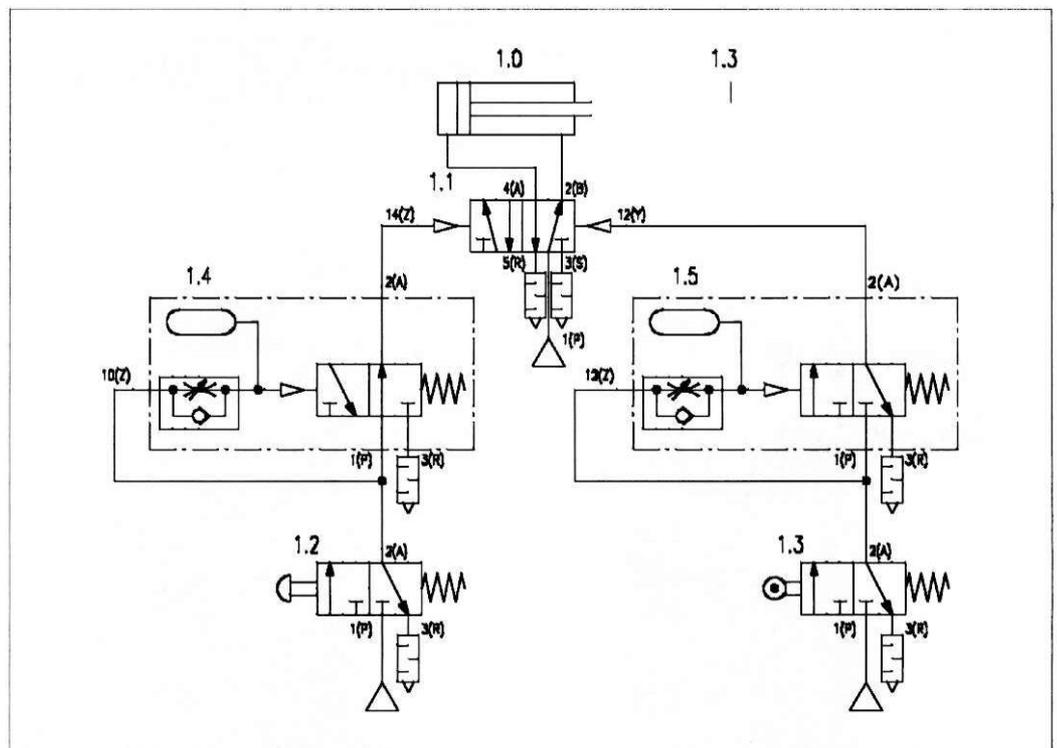


Figura 5.22: Esquema con válvulas temporizadoras

La siguiente ilustración muestra el comportamiento temporal de las conexiones con válvulas temporizadoras de retardo.

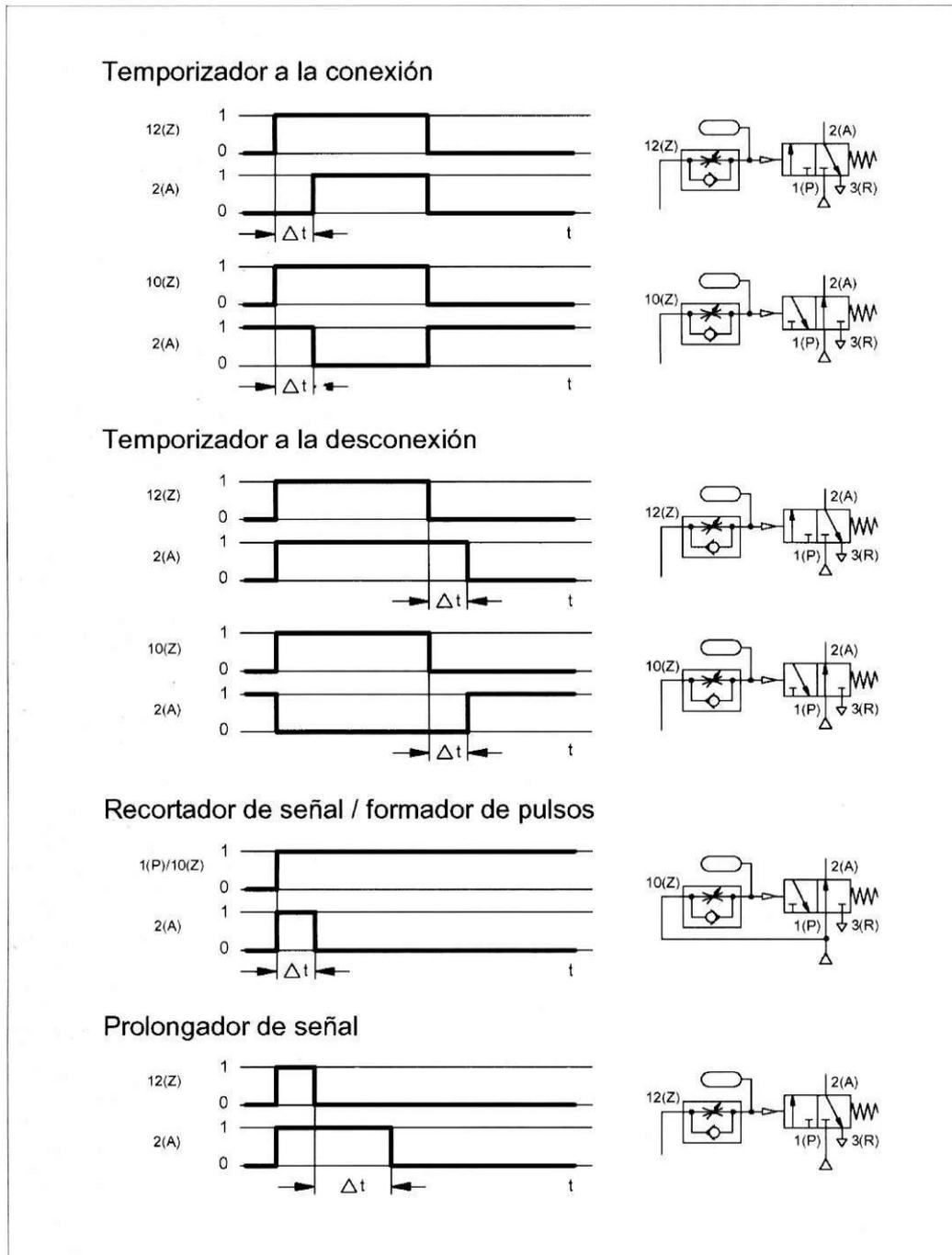


Figura 5.23: Diagramas de tiempos en circuitos con válvulas temporizadoras



# Capítulo 6

# Sistemas

### 6.1 Selección y comparación de medios de trabajo y de mando

Al elegir los medios más apropiados para el mando, deberán considerarse los siguientes criterios:

- Requisitos en relación con las secciones de trabajo o salida
- Método de mando favorable
- Recursos técnicos y empresariales disponibles para la ejecución del proyecto
- Sistemas existentes, en los que se ha de integrar el nuevo proyecto

En primer lugar deberán constatarse las ventajas y desventajas de los medios disponibles, tanto en lo que se refiere a los elementos de mando como también en lo que respecta a los elementos de trabajo. A continuación podrá tomarse una decisión sobre la solución que se prefiera.

Criterios	Neumática	Hidráulica	Electricidad
Fuerza, lineal	fuerzas limitadas por la presión y el diámetro del cilindro, con fuerzas de sujeción (en reposo) sin consumo de energía	grandes fuerzas mediante presión elevada	fuerzas bajas, mal rendimiento, no seguro ante sobrecarga, gran consumo de energía en vacío
Fuerza, giratoria	pleno par de giro también en reposo, sin consumo de energía	pleno par de giro también en reposo, pero máximo consumo de energía	par de giro más bajo en reposo
Movimiento, lineal	producción sencilla, gran aceleración, gran velocidad	producción sencilla, buena capacidad de regulación	complicado y caro, por la transformación a través de mecánica; en recorridos cortos por electroimanes elevadores, y para fuerzas pequeñas motores lineales.
Movimiento, giratorio u oscilante	motores neumáticos con velocidades muy elevadas, elevados costes de funcionamiento, mal rendimiento, movimiento giratorio por transformación mediante cremallera y piñón	motores hidráulicos y cilindro giratorio con velocidades más bajas que en la neumática, buen rendimiento	mejor rendimiento en accionamientos giratorios, velocidad limitada
Capacidad de regulación	capacidad de regulación sencilla de la fuerza a través de la presión y la velocidad a través de la cantidad, también en la gama más baja de velocidad	muy regulable en fuerza y velocidad, influenciado con exactitud también en la zona lenta	posible sólo bajo ciertas condiciones, al mismo tiempo elevado gasto

Tabla 6.1: Medios de trabajo

Criterios	Neumática	Hidráulica	Electricidad
Acumulación de energía y transporte	hasta grandes cantidades posible sin coste, fácilmente transportable en conducciones (aprox. 1000 m) y botellas de aire a presión	la acumulación únicamente es posible de forma limitada con medio auxiliar gas o mediante acumulador de muelle, transportable en conducciones hasta 100 m aprox.	acumulación difícil y costosa (acumuladores)
Influjos ambientales	insensible contra las oscilaciones de temperaturas sin peligro de explosión, con elevada humedad, elevadas velocidades de circulación; a bajas temperaturas ambiente, riesgo de congelación	sensible a las oscilaciones de temperaturas, en fugas ensuciamiento y peligro de inflamación	insensible contra las oscilaciones de temperaturas, en las partes bajo riesgo se requieren dispositivos de protección contra incendio y explosión
Costes de energía	en comparación con la eléctrica elevado, 1 m <sup>3</sup> de aire a presión con 600 kPa (6 bar) vale aprox. entre 2,5 y 4 Ptas. según la instalación y grado de utilización	en comparación con la eléctrica es elevado	mínimos costes de energía

Tabla 6.1: Medios de trabajo (Continuación)

Criterios	Electricidad	Electrónica	Presión normal neumática	baja presión neumática
Seguridad de trabajo de los elementos	Insensible contra los influjos ambientales tales como polvo, humedad, etc.	Muy sensible contra influjos ambientales tales como polvo, humedad, campos perturbadores, golpes y vibraciones, gran durabilidad	Muy insensible contra influjos ambientales, con aire limpio gran durabilidad	Insensible contra influjos ambientales; sensible al aire sucio, gran durabilidad
Tiempo de conmutación	> 10 ms	<< 1 ms	> 5 ms	> 1 ms
Velocidad de señales	Velocidad de la luz	Velocidad de la luz	aprox. 10-40 m/s	aprox. 100-200 m/s
Distancia superable	prácticamente ilimitado	prácticamente ilimitado	limitado por la velocidad de las señales	
Espacio necesario	Escaso	Muy escaso	Escaso	Escaso

Tabla 6.2: Medios de mando

Para diferenciar entre los diversos mandos pueden aplicarse varios criterios diferentes. A continuación se explican los tipos de mandos según las normas industriales DIN 19226. Existen tres grupos principales. La atribución de un mando a uno de los tres grupos principales depende de la función que cumpla. Si se trata de un mando mediante programa, se puede elegir entre los tres subgrupos de mandos por programas.

## 6.2 Tipos de mando

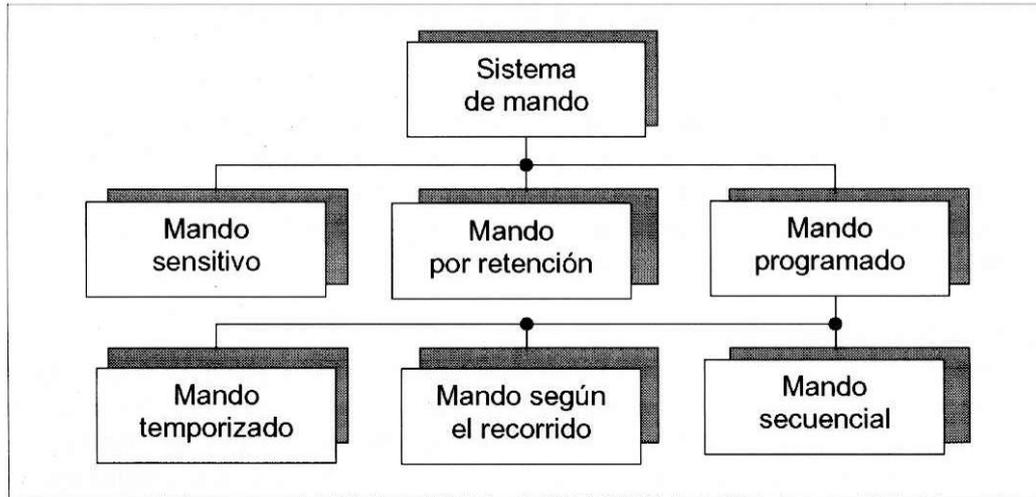


Figura 6.1: Tipos de mando según DIN 19226

### Mando sensitivo

Entre la magnitud piloto y la magnitud de salida existe una relación específica, siempre y cuando no hayan interferencias externas. Los mandos sensitivos no operan con memorias.

Tipos de mando según  
DIN 19226

### Mando por retención

Al desaparecer o retirar la señal piloto, especialmente al concluir la señal de activación, se mantiene el valor alcanzado (memorizado). Para que una magnitud de partida vuelva al valor inicial, es necesario recurrir a una magnitud contraria o diferente o a una señal de activación opuesta. Los mandos por retención siempre trabajan con memoria.

### Mandos por programa

Los tres tipos de mandos por programa son:

- **Mando según el recorrido**

Tratándose de mandos en función del recorrido, las magnitudes rectoras son ofrecidas por un transmisor de programa (memoria de programa), cuyas magnitudes de partida dependen del trayecto recorrido o de la posición de una pieza móvil del equipo sujeto al control del mando.

- **Mando secuencial**

El programa está memorizado en un medio de transmisión de programas, el cual se encarga de ejecutar paso a paso el programa en función del estado del equipo. El programa puede ser de instalación fija, o bien puede recuperarse mediante cintas perforadas, cintas magnéticas, memorias electrónicas u otros medios de memorización.

- **Mando temporizado**

Tratándose de un mando en función del tiempo, las magnitudes de salida son establecidas por una memoria programada en función del tiempo. En consecuencia, los mandos en función del tiempo se distinguen por la presencia de un transmisor de programa y por la ejecución del programa en función del tiempo. Los transmisores pueden ser los siguientes:

- Arbol de levas
- Disco de leva
- Tarjeta perforada
- Cinta perforada
- Memoria electrónica

En los siguientes apartados se muestra un extracto de la norma previa DIN 19237, edición 1980. En la norma previa se insiste de forma expresa en la validez de la norma DIN 19226. Sin embargo una comparación de ambas normas conduce a ciertos desacuerdos. Por ello debe facilitarse al lector una comparación de ambas normas.

La diferenciación de los mandos puede realizarse considerando diversos aspectos. A continuación se indican los tipos de mando según la norma DIN 19237. Las características de diferenciación de los mandos consisten en la forma de presentación de la información y en la forma del procesamiento de señales.

### Mandos analógicos

En lo que respecta al procesamiento de las señales, estos mandos trabajan con señales analógicas. el procesamiento de las señales se efectúa principalmente mediante elementos funcionales de efecto constante.

Tipos de mando  
según DIN 19237

Forma de presentación  
de la información

### Mandos digitales

En lo que respecta al procesamiento de las señales, este mando trabaja con señales digitales. La información es representada mediante números. Las unidades funcionales son contadores, registros, memorias, unidades de computación.

### Mandos binarios

En lo que respecta al procesamiento de señales, estos mandos trabajan con señales binarias. Las señales binarias no son parte integrante de informaciones representadas mediante números.

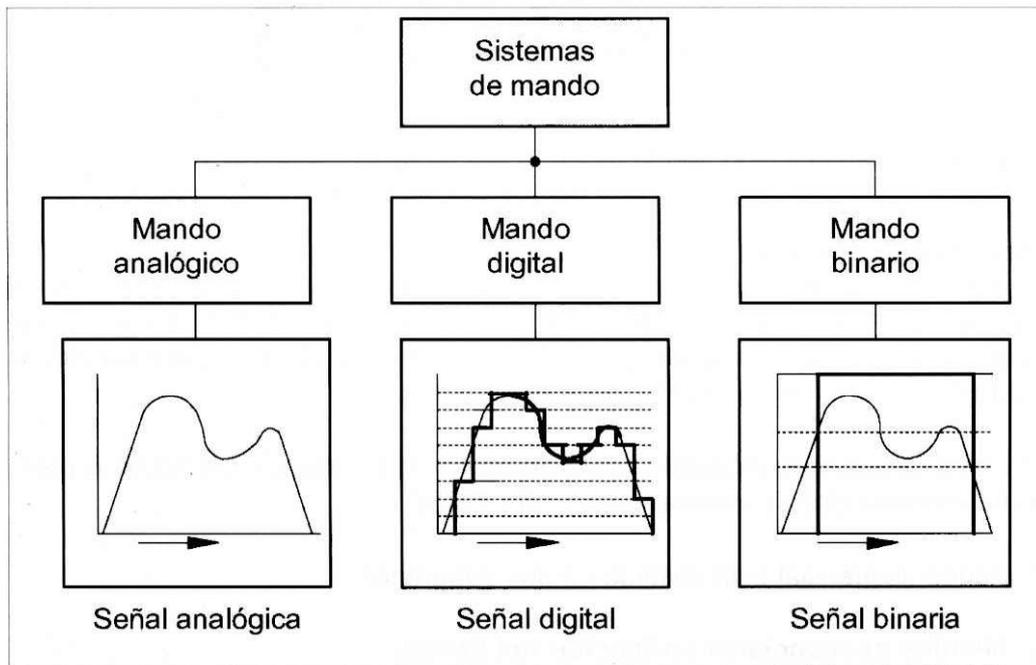


Figura 6.2: Diferenciación según la forma de presentación de la información

### Mandos sincrónicos

Se trata de un mando que procesa las señales sincronizadamente con una señal de impulso.

Forma del procesamiento de señales

### Mandos asincrónicos

Se trata de mandos que trabajan sin señal de impulso, produciéndose los cambios de señales exclusivamente a través de un cambio de señales de entrada.

### Mandos por enlaces lógicos

Se trata de un mando, en el que las señales de entrada son atribuidas a determinadas señales de salida en concordancia con los enlaces según Boole (p.ej. Y, O, NO).

Las denominaciones utilizadas hasta ahora, tales como mando paralelo, mando de guía y mando de bloqueo deben evitarse según DIN 19237.

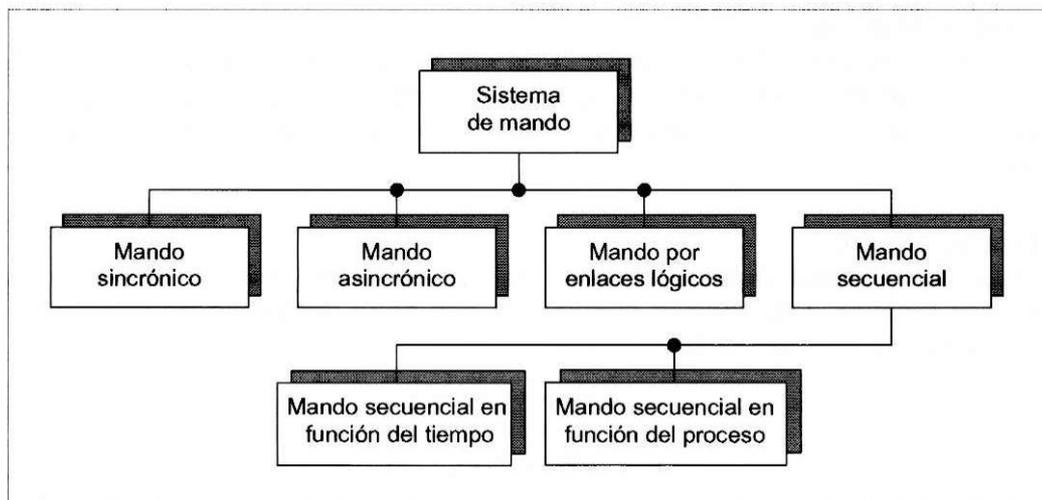


Figura 6.3: Diferenciación según la forma del procesamiento de señales

### Mandos secuenciales

Se trata de mandos con ejecución obligatoria por pasos. La conmutación de un paso al siguiente paso establecido en el programa depende de las condiciones que se hayan establecido. Estos mandos permiten, especialmente, la programación de saltos, bucles, bifurcaciones etc.

Las denominaciones utilizadas hasta ahora como mando por programa o mando intermitente deben evitarse según DIN 19237.

El mando secuencial está dividido en dos subgrupos:

- **Mandos secuenciales en función del tiempo**

Se trata de mandos secuenciales, en los que la conmutación al siguiente paso depende exclusivamente del tiempo.

Las condiciones para la conmutación se producen por elementos temporizadores, contadores de tiempo o controladores con velocidad constante.

El concepto existente según DIN 19226 del mando en función del tiempo queda reservado a la predeterminación de las magnitudes piloto en función del tiempo.

- **Mandos secuenciales en función del proceso**

Se trata de mandos secuenciales, en los que la conmutación al siguiente paso depende exclusivamente de las señales emitidas por el equipo (proceso) sujeto al control del mando.

El mando en función del recorrido definido en DIN 19226 es una forma del mando secuencial en función del proceso, cuya condición de conmutación depende únicamente de las señales en función del recorrido de la instalación objeto de control.

Para efectuar el desarrollo de sistemas, es necesario definir claramente el problema. Con ese fin se puede recurrir a diversos métodos, ya sea mediante textos o gráficos. Los métodos para representar un sistema de mando son los siguientes:

- Plano de situación
- Diagrama de pasos
- Diagrama de mando
- Diagrama de funciones
- Plano de funcionamiento
- Esquema de distribución

El plano de situación muestra la relación existente entre los elementos de accionamiento y la composición de la máquina. El plano debe indicar correctamente la dirección del accionamiento, aunque no es necesario que esté confeccionado a escala ni tiene que ser demasiado detallado. El esbozo es utilizado conjuntamente con la descripción del proceso de trabajo y con el diagrama de movimientos.

Plano de situación

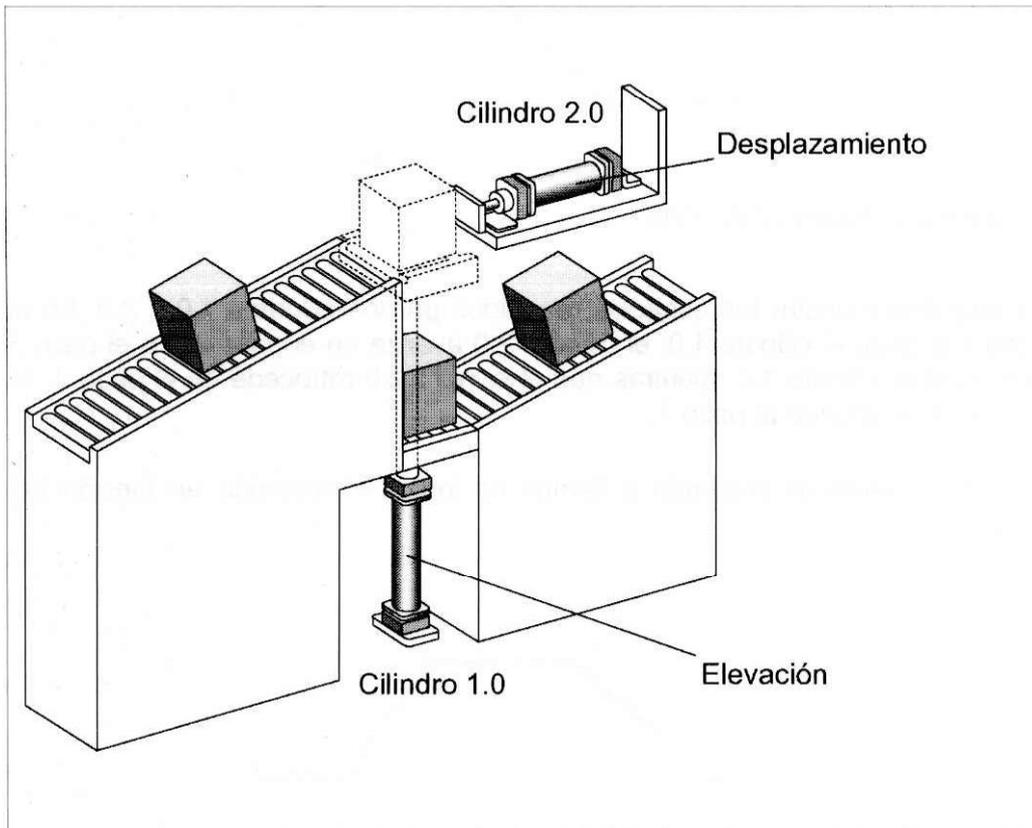


Figura 6.4: Ejemplo de un plano de situación

### Diagrama de pasos

El diagrama de pasos y el diagrama de espacio-tiempo son diagramas de movimiento. El diagrama de pasos es utilizado para contar con una representación esquematizada de las secuencias de movimientos. El diagrama indica cual es la secuencia de trabajo de los elementos de accionamiento. El espacio es representado en función de las secuencias de pasos.

Si el sistema de mando está compuesto de más de un elemento de accionamiento, los espacios son indicados uno debajo del otro. Efectuando una comparación entre los pasos puede establecerse una relación entre los espacios recorridos por cada uno de los elementos de accionamiento.

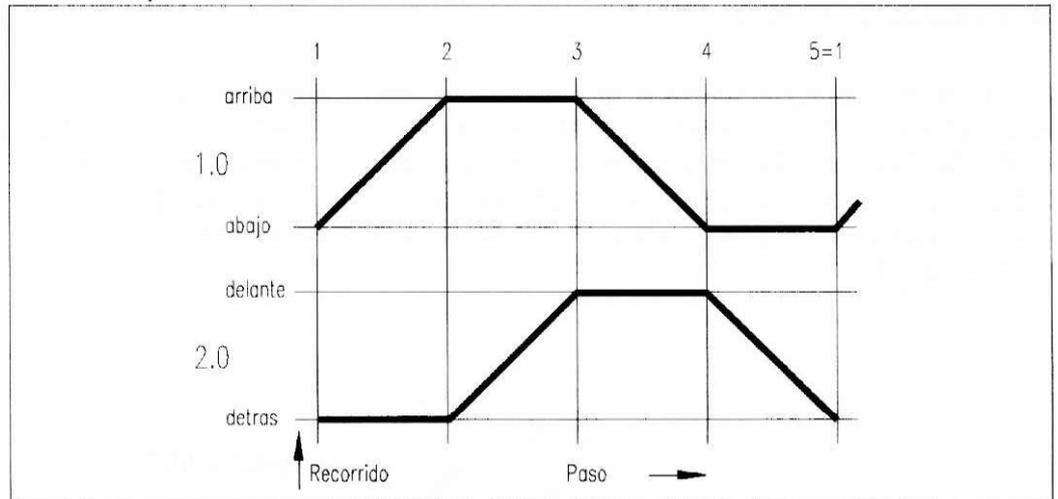


Figura 6.5: Diagrama de pasos

El diagrama muestra los espacios recorridos por los cilindros 1.0 y 2.0. En el paso 1 avanza el cilindro 1.0, el cilindro 2.0 avanza en el paso 2. En el paso 3 retrocede el cilindro 1.0 mientras que el cilindro 2.0 retrocede en el paso 4. El paso 5 corresponde al paso 1.

En un diagrama de recorrido y tiempo se indica el recorrido en función del tiempo.

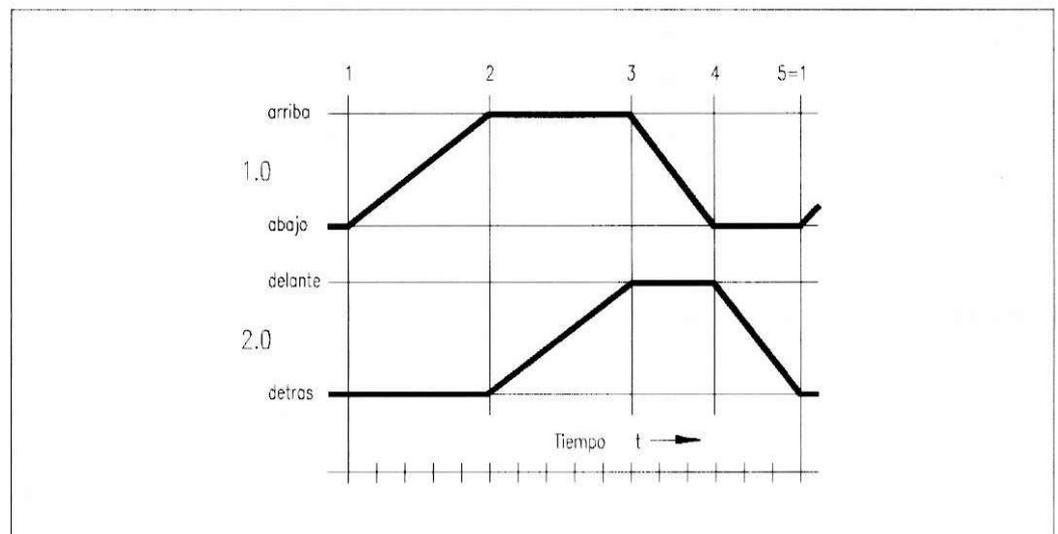


Figura 6.6: Diagrama de pasos

En el diagrama de mando se muestra el estado de conmutación de los elementos de mandos en función de los pasos o del tiempo. Aquí no es considerado el tiempo de conmutación.

Diagrama de mando

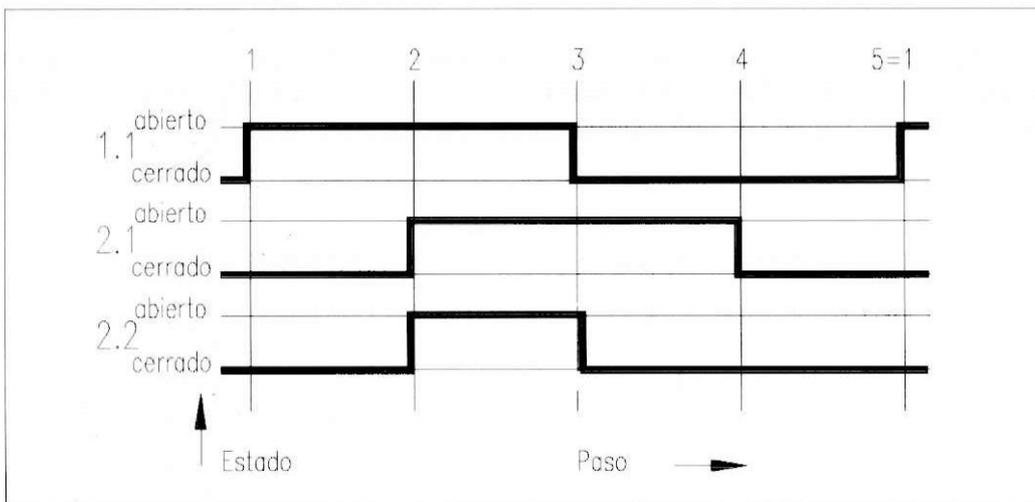


Figura 6.7:Diagrama de mando

El diagrama de funciones es la combinación entre el diagrama de movimiento y el diagrama de mando. Las líneas encargadas de mostrar los distintos estados se denominan líneas funcionales.

Diagrama de funciones

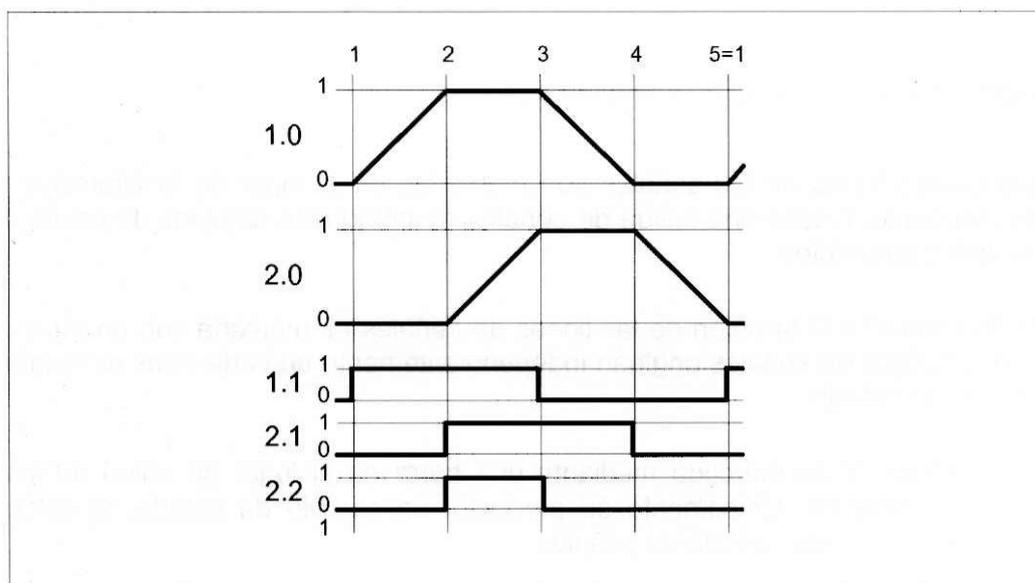
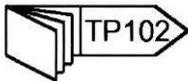


Figura 6.8:Diagrama de funciones



Aparte de las líneas funcionales pueden incluirse también en el diagrama de funciones las líneas de señales. Las bases para ello están descritas en la norma VDI 3260 "Diagrama de funciones de máquinas de trabajo e instalaciones de fabricación".

La línea de señales tiene su salida en el elemento de señal y su final en el lugar donde en función de esta señal se introduce un cambio de estado. Las flechas en las líneas de señales marcan la dirección del flujo de señales.

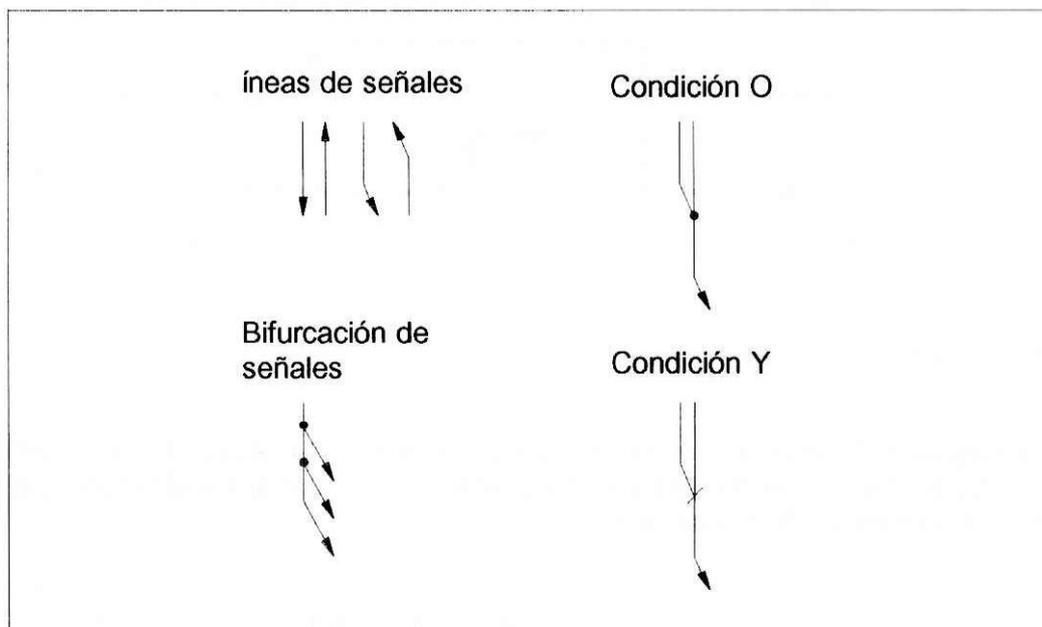


Figura 6.9: Presentación de líneas de señales

Las bifurcaciones de las señales son marcadas en el lugar de la bifurcación con un punto. Desde una salida de señales se introducen cambios de estados de varios elementos.

En la condición O la unión de las líneas de señales es marcada con un punto. Varias salidas de señales originan independientemente unas de otras el mismo cambio de estado.

La condición Y es marcada mediante una barra en el lugar de unión de las líneas de señales. Únicamente se producirá un cambio de estado, si están presentes todas las salidas de señales.

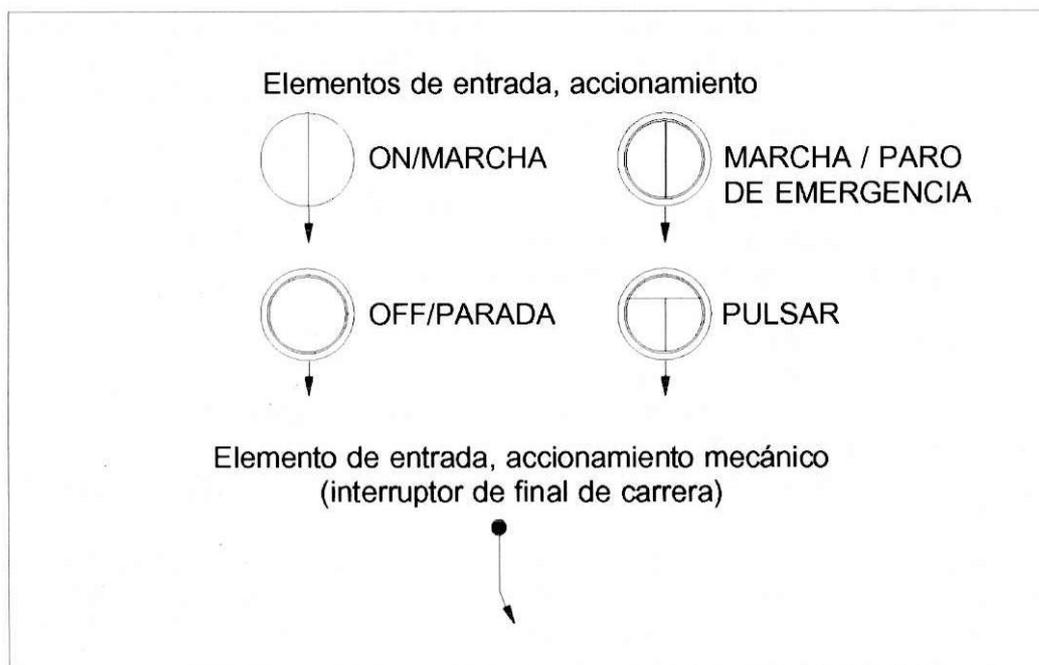


Figura 6.10: Presentación de los elementos de entrada

Las denominaciones de los distintos elementos de entrada se escriben en el punto de salida de la correspondiente línea de señales.

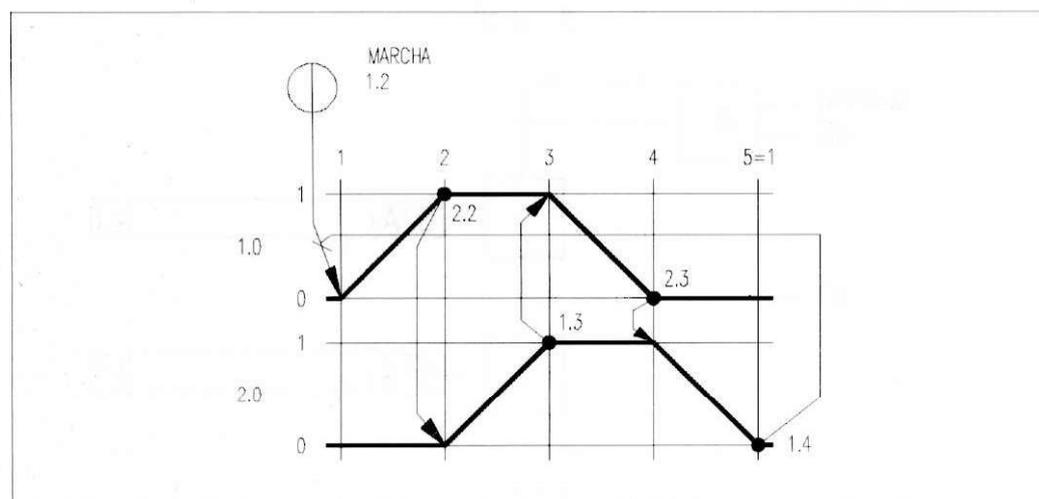


Figura 6.11: Diagrama de pasos con líneas de señales

El diagrama muestra la siguiente secuencia: Si el interruptor de final de carrera está activado 1.4 y si se presiona el pulsador 1.2 del panel de mando, avanza el vástago del cilindro 1.0. Cuando el cilindro 1.0 llega a su posición final delantera se activa el interruptor de final de carrera 2.2 provocando el retroceso del vástago del cilindro 2.0. Cuando el cilindro 2.0 llega a su posición final delantera se activa el interruptor de final de carrera 1.3 provocando el retroceso del vástago del cilindro 1.0. Cuando el cilindro 1.0 alcanza su posición final trasera, se activa el interruptor de final de carrera 2.3 provocando el retroceso del vástago del cilindro 2.0. Cuando el cilindro 2.0 alcanza su posición final trasera se activa el interruptor de final de carrera 1.4, volviendo así a su posición de partida.

### Abreviación

La abreviación es una posibilidad más para indicar las secuencias de movimiento. En este caso se usaran en la secuencia las denominaciones A,B, etc. para los cilindros. La señal para que el cilindro avance recibe el símbolo + y la que induce el retroceso es identificada con -.

La secuencia **A+ B+ B- A-** debe leerse del siguiente modo. El cilindro A avanza, el cilindro B avanza, el cilindro B retrocede, el cilindro A retrocede. Los movimientos sucesivos se escribirán seguidos.

La secuencia **A+ B+ B-**

**A-** debe leerse como:

El cilindro A avanza, el cilindro B avanza y el cilindro A retrocede al mismo tiempo, el cilindro B retrocede.

Los movimientos realizados simultáneamente se escribirán uno debajo del otro.

En este tipo de denominación con letras los interruptores de final de carrera reciben las mismas letras que los cilindros, aunque en minúsculas, significando 0 la posición de final de carrera trasera (posición de partida) y 1 para la posición de final de carrera delantera (posición de trabajo).

### Diagrama de funciones (Grafcet)

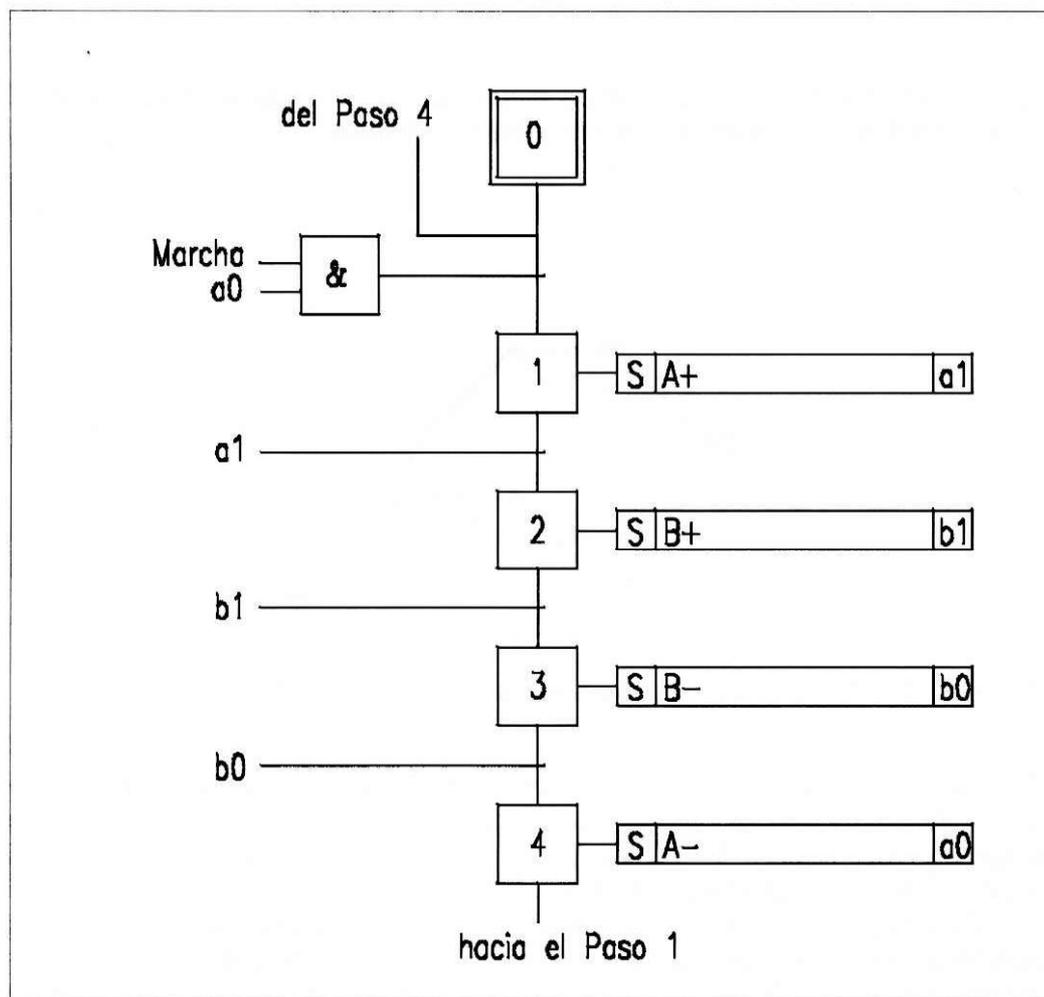


Figura 6.12: Diagrama de funciones: Remachado

El diagrama de funciones ofrece una información clara sobre las acciones y reacciones de los procesos neumáticos. En el diagrama se muestra la siguiente secuencia: El cilindro de sujeción A ha avanzado (A+) activando el final de carrera a1. La señal a1 tiene como consecuencia que avance el cilindro B (B+), con lo que se efectúa el proceso de remachado. El cilindro de remachado que ha avanzado actúa sobre el final de carrera b1. En consecuencia se emite una señal que provoca que el cilindro de remachado (B-) retroceda. Entonces es activado el final de carrera b0, el cual provoca la distensión y el retroceso del cilindro A (A-). Cuando el cilindro A retrocede, el final de carrera a0 emite la señal correspondiente. Esta señal es la condición que debe cumplirse para volver a iniciar el ciclo.

Plano de funcionamiento

El esquema del circuito muestra el flujo de señales y al relación entre los elementos del mando y las conexiones de aire a presión. En el esquema del circuito no se indica la disposición física y mecánica del mando.

Esquema del circuito

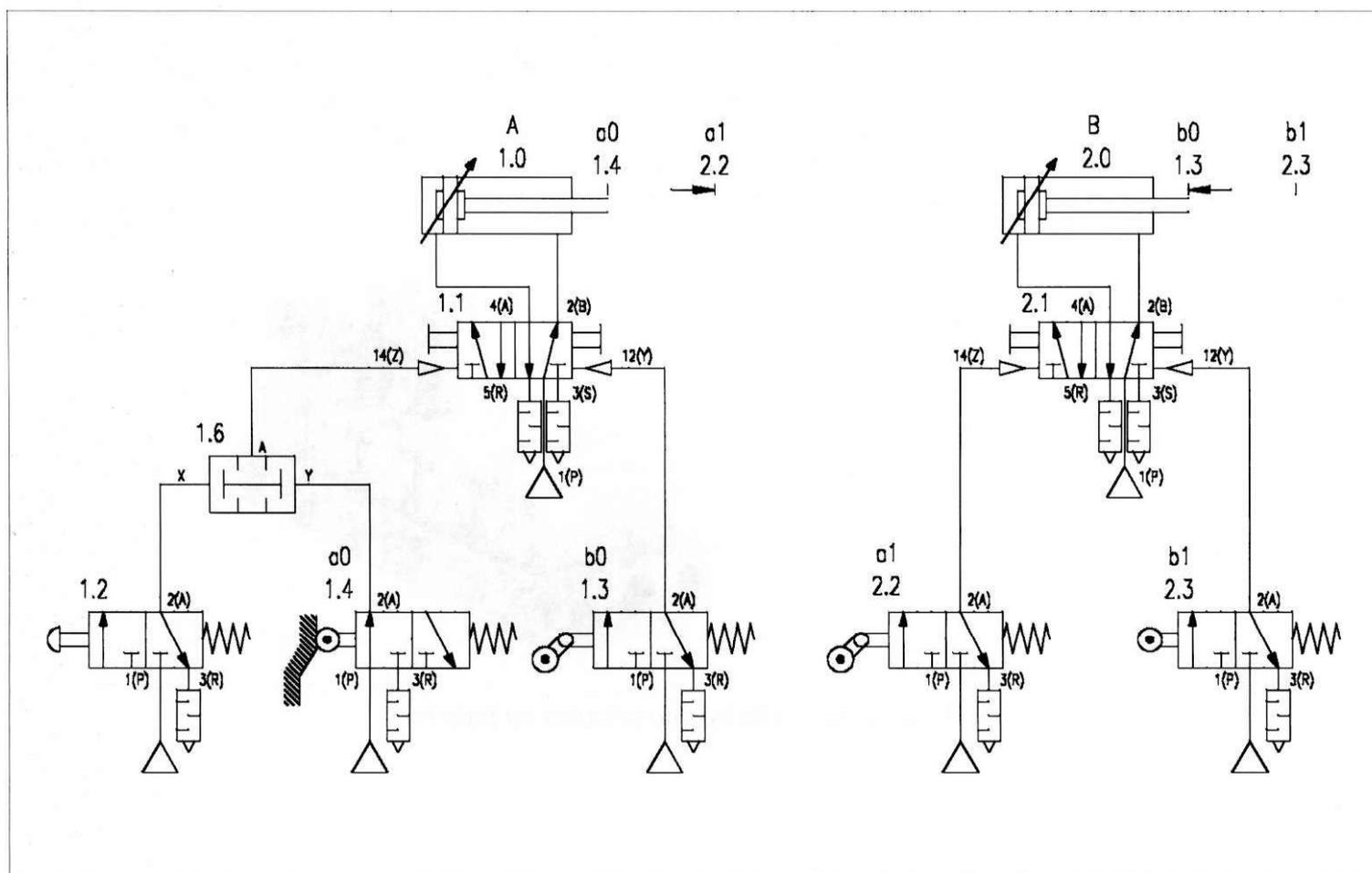


Figura 6.13: Ejemplo del esquema de un circuito

El esquema del circuito siempre es dibujado de tal manera que el flujo de la energía esté representado desde abajo hacia arriba. El esquema consta de varios niveles: fuente de energía, entrada de señales, procesamiento de señales, elementos de mando y elementos de accionamiento. La ubicación de los interruptores de final de carrera es marcada en el elemento de accionamiento. El esquema incluye la identificación de elementos, conductos y conexiones según el sistema de numeración. Esta identificación de los componentes permite atribuir los elementos a la máquina que es objeto del control y permite la lectura del esquema del circuito.

### 6.4 Perspectivas de desarrollo

La válvula de vías es un componente importante para la transmisión de la potencia desde el procesador hacia el actuador lineal o rotativo. Muchas de las características del actuador dependen del tamaño y del tipo de la válvula de vías. El desarrollo de válvulas de vías manifiesta tener las siguientes tendencias:

- Montaje de placas de conexión y de regletas colectoras con conexiones conjuntas de alimentación y evacuación de aire a presión
- Servopilotaje para menor consumo de energía en el accionamiento
- Válvulas multifuncionales, modificación de las características de las válvulas mediante variantes de discos y de juntas
- Materiales nuevos, especialmente plásticos; métodos de fundición a presión
- Integración de varias válvulas en un terminal de válvulas con control electrónico (PLC) integrado y/o conexión a un bus de campo.
- Montaje de la válvula de vías sobre el cilindro

Las válvulas montadas en serie utilizan la misma conexión de alimentación de aire a presión (en el centro) y, además, la misma conexión para la evacuación del aire (en el extremo). Los escapes de aire pueden contar, cada uno, con una tubería o, en caso de ser necesario, puede instalarse un sistema de conductos conjuntas. El montaje de unidades compactas y rígidas es apropiada para su inclusión en un armario de distribución.

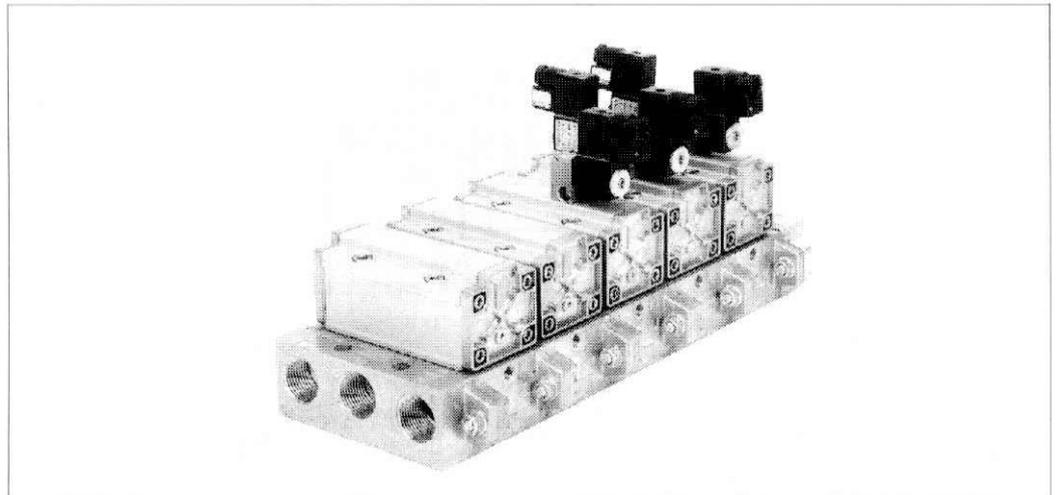


Figura 6.14: Montaje de válvulas en batería

En la neumática, el concepto de subsistema se refiere a una combinación de actuadores y válvulas. El ejemplo más sencillo de un subsistema sería el de la combinación de un cilindro y una válvula de vías. Los submódulos se caracterizan por tener tan sólo una conexión para la operación de accionamiento. Un subsistema puede contener varios cilindros y varias válvulas para ejecutar una función especial en calidad de elemento de accionamiento lineal.

## 6.5 Versiones especiales y subsistemas

Muchos procesos ejecutan movimientos de avance en círculo. Con ese fin se recurre a platos divisores. La sección de trabajo de un plato divisor está constituida por un cilindro neumático con bloque de mando de aire a presión, el cual se encarga de controlar los ciclos de los movimientos.

Plato divisor

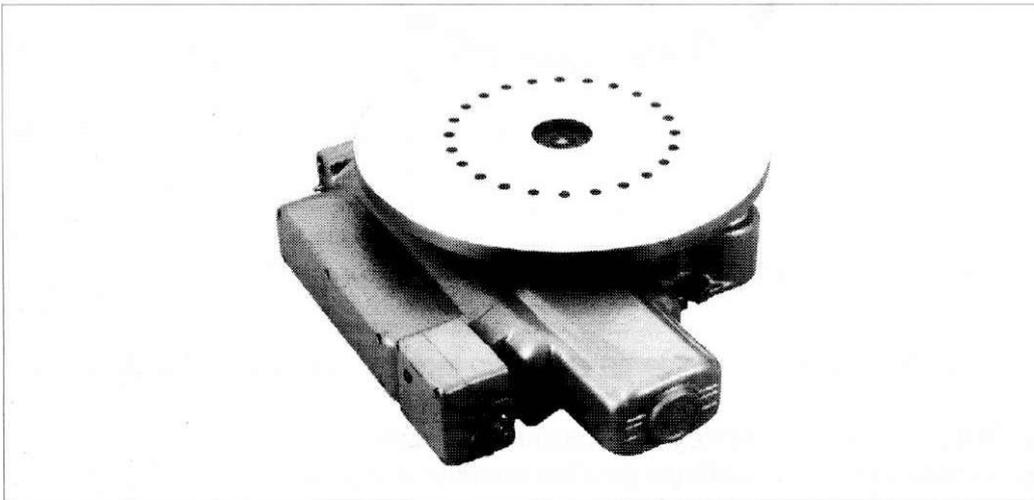


Figura 6.15: Plato divisor

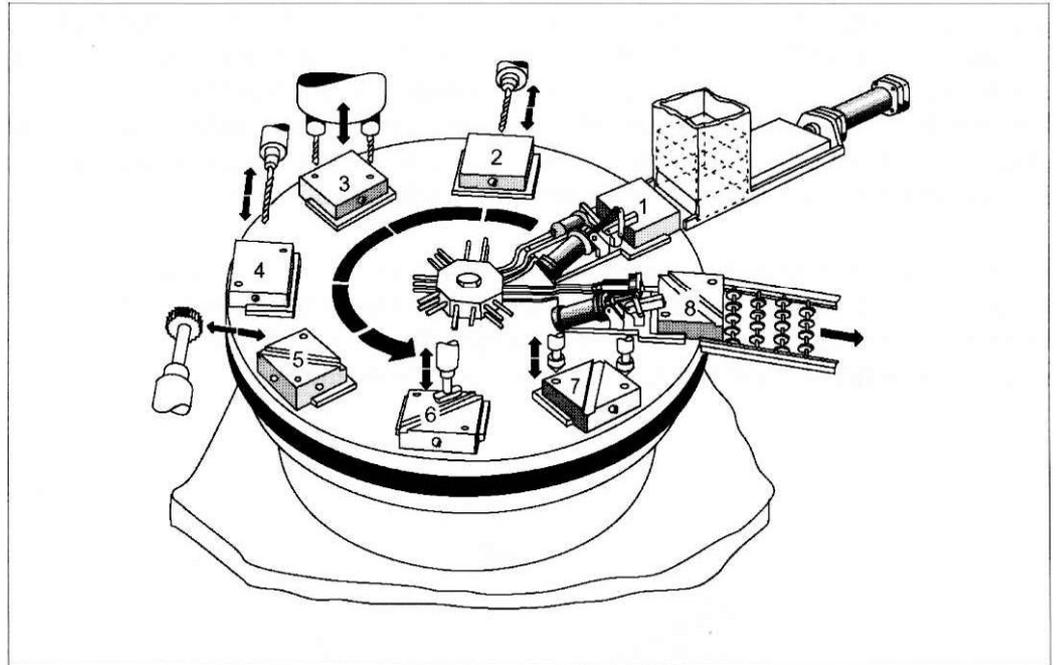


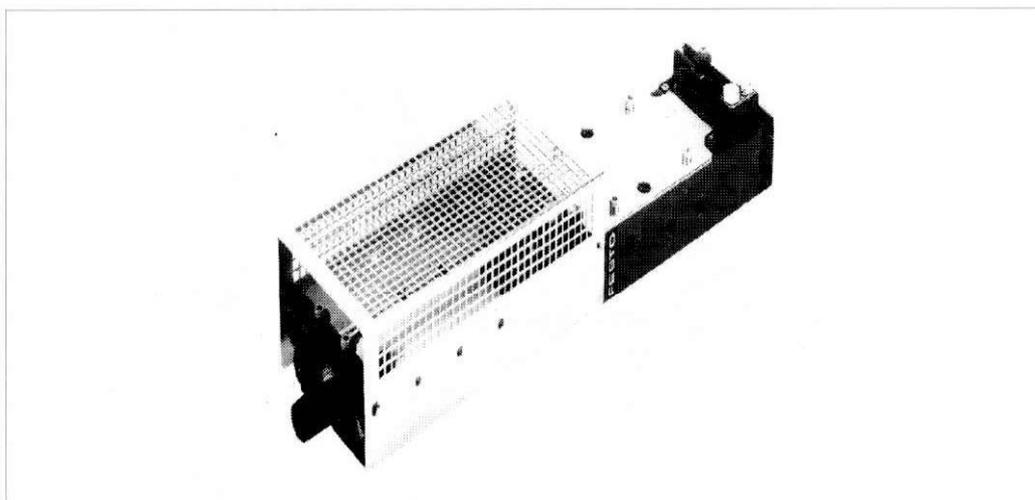
Figura 6.16: Ejemplo de aplicación con plato divisor

La estación de trabajo incluida en el cuadro incluye una serie de funciones:

- Plato divisor: entrega intermitente de piezas
- Estación 1: Entrega, posicionamiento y sujetar
- Estación 2 - 7: Mecanizado
- Estación 8: Expulsión de la pieza

Un plato divisor permite ejecutar diversos procesos de trabajo secuenciales. La operación de entrega debidamente regulada se efectúa una sola vez, y la operación de expulsión, que puede ser regulada o sin regular, también sólo se realiza una vez, independientemente de la cantidad de estaciones de mecanizado instaladas en el plato divisor.

Los platos divisores se prestan para efectuar trabajos de giro intermitente en equipos automáticos de montaje, embalaje y taladrado.



Unidad neumática de avance intermitente

Figura 6.17: Unidad neumática de avance intermitente

En el siguiente cuadro se muestra una unidad de avance intermitente. Esta instalación es utilizada para hacer avanzar cintas, láminas, barras, piezas perfiladas y tubos de metal, de plástico, de madera o de productos textiles. Las unidades de avance intermitente pueden desplazar el material tirando de él o empujándolo. Estos equipos funcionan en cualquier posición ya que el material es sujetado mediante pinzas. La velocidad del avance, su longitud, la fuerza de sujeción y la fuerza del avance pueden regularse sin escalonamientos.

El material que es transportado puede tener un ancho de hasta 200 mm. La exactitud del movimiento de avance oscila entre 0,02 hasta 0,05 mm.

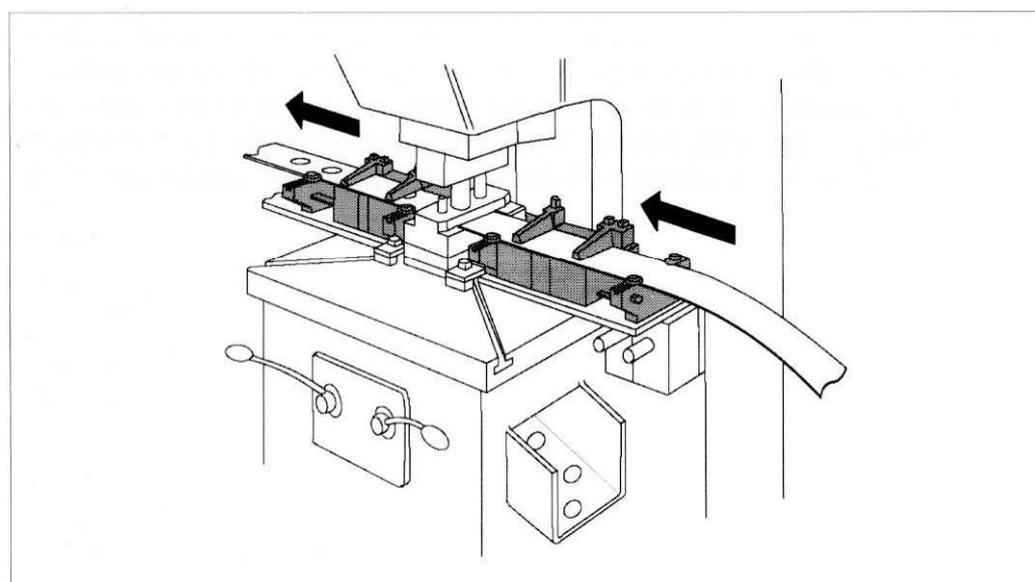


Figura 6.18: Unidad neumática de avance intermitente

Unidad de avance  
óleo-neumática

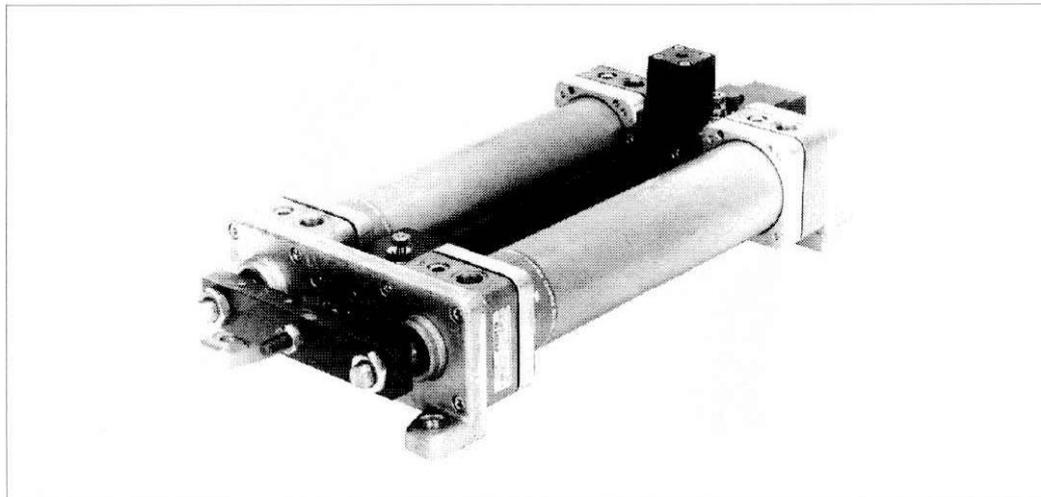


Figura 6.19: Unidad de avance óleo-neumática

Esta unidad es utilizada en aquellos casos en los que es necesario contar con una velocidad constante a pesar de que la carga externa varíe.

Los cilindros neumáticos, el cilindro hidráulico y el bloque de control del aire forman una unidad compacta. El cilindro hidráulico está unido a los cilindros neumáticos mediante un puente.

El cilindro hidráulico procura una velocidad constante del movimiento de avance. La velocidad puede regularse con las unidades de estrangulación del cilindro hidráulico.

Durante la operación de avance constante puede conmutarse a avance rápido. El bloque de control del aire a presión recibe entonces una señal neumática que permite puentear la unidad de estrangulación respectiva del cilindro hidráulico. Mientras que esté puesta dicha señal, el movimiento de la unidad de avance es rápido. El movimiento de avance rápido también puede ser invertido.