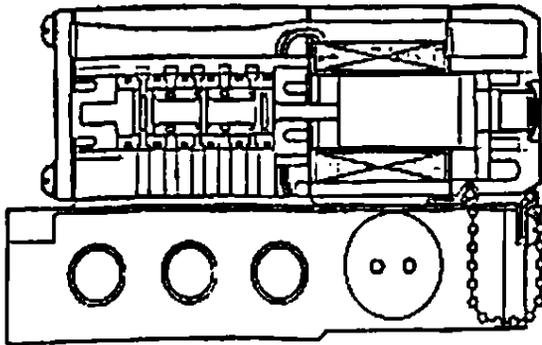


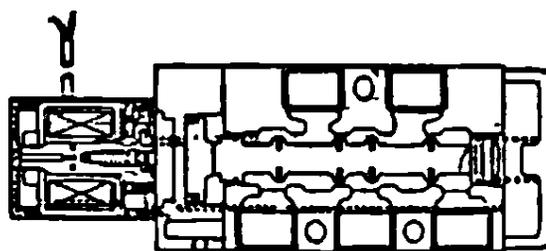
**Figura 8.19** Válvula de tipo de asiento vertical de retorno por resorte y accionamiento por solenoide de 3/2.

Las electroválvulas de accionamiento directo emplean la fuerza electromagnética de una solenoide para mover el vástago o el tirador (figura 8.20).



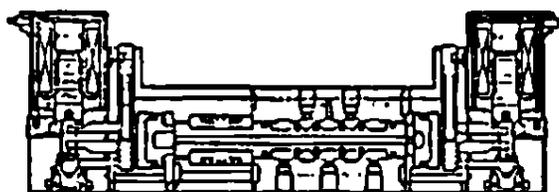
**Figura 8.20** Electroválvula de accionamiento directo de 5/2 con retorno por resorte

Para limitar el tamaño del solenoide, las válvulas más grandes están provistas de accionamiento indirecto por solenoide.



**Figura 8.21** Electroválvula monoestable de 5/2 con tirador con juntas de material elastómero.

La válvula de 5/3 tiene una tercera posición (central) a la que retorna, por medio de resortes, cuando se desexcitan (figura 8.22) los dos solenoides.



**Figura 8.22** Electroválvula de 5/3 accionada por piloto con centro cerrado y centrado por resorte.

## 8.4 Montaje de válvulas

### 8.4.1 Conexión directa

El método más común para conectar una válvula es roscar directamente los racores en los orificios roscados de la válvula. Este método requiere un racor para cada entrada de cilindro, piloto, vía y entrada de presión, un silenciador por cada salida de escape. Todas las válvulas mostradas anteriormente son de este tipo excepto la de la figura 8.20 que está montada sobre placa base individual.

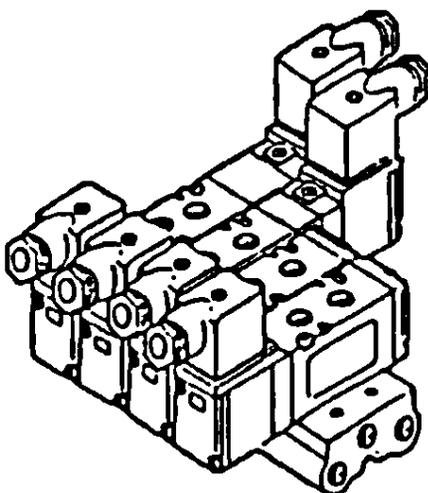
### 8.4.2 Bloques de válvulas

Los bloques de válvulas tienen vías de entrada de presión comunes para un cierto número de válvulas. Las salidas de utilización se conectan separadamente para cada válvula.

La figura 8.23 muestra un bloque de válvulas con cuatro válvulas de funciones diferentes: una de 5/3, una biestable y dos de tipo monoestable de la misma serie.

Un bloque de válvulas debe de pedirse para alojar el número deseado de válvulas, no es posible la extensión posterior, pero las posiciones sin ocupar se pueden obturar utilizando un accesorio de cierre.

Con cinco o más válvulas, se recomienda suministrar la presión y montar los silenciadores, en ambos extremos.



**Figura 8.23** Bloque de válvulas.

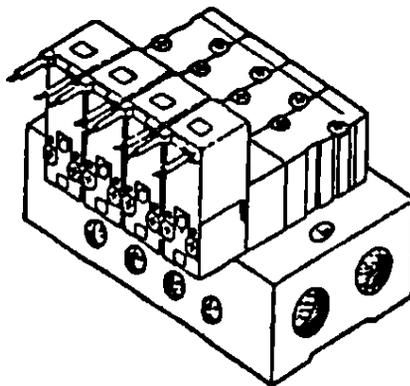
### 8.4.3 Placas bases

Las válvulas con todas sus vías en una cara están diseñadas para ser montadas con juntas de estanqueidad sobre una placa base, a la que se realizan todas las conexiones externas. Ello permite retirar y sustituir rápidamente una válvula sin trastocar todo el sistema. Generalmente, una válvula montada sobre una base tiene una capacidad de caudal ligeramente mejor que una válvula normal del mismo tipo. La figura 8.20 muestra una válvula montada sobre placa base.

### 8.4.4 Placas bases múltiples

De forma análoga a los bloques de válvulas, las bases subordinadas múltiples proporcionan suministro y escape a cierto número de válvulas por vías comunes. También las salidas de utilización son obtenidas a partir de la placa base.

También las placas bases múltiples se deben de solicitar para el número de válvulas deseado y pueden obturarse de la misma manera que los bloques de válvulas.



**Figura 8.24** Placa base múltiple

### 8.4.5 Placas bases acopladas

Las placas bases acopladas son conjuntos de placas bases individuales que permiten su interconexión en una sola unidad. Este sistema presenta la ventaja de permitir la extensión o reducción de la unidad según se altere el sistema, sin que los componentes existentes sean afectados. Si se requiere, existe también, la opción de obturar las posiciones usadas.

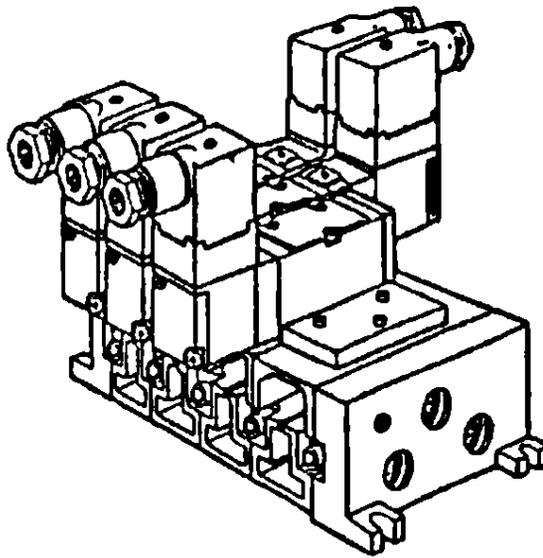


Figura 8.25 Placa base acoplada con tres válvulas y una posición obturada.

### 8.5. Calculo del tamaño de la válvula

Las dimensiones de los orificios no indican la capacidad de caudal de la válvula. La selección del tamaño de la válvula depende del caudal unitario deseado y de la caída de presión permisible en la misma.

Los fabricantes proporcionan información sobre la capacidad de caudal de las válvulas. Normalmente la capacidad de caudal se indica como "caudal standard"  $Q$  en

litros de aire libre por minuto a una presión de entrada de 6 bares y a una presión de salida de 5 bares, o bien con un factor de caudal, Cv o Kv o con la sección de caudal equivalente "S". Estos factores requieren, fórmulas para definir el caudal bajo condiciones de presión diferentes.

Un factor Cv de 1, indica la capacidad de paso de caudal de un galón USA de agua por minuto, con una caída de presión de 1 libra por pulgada.

Un factor Kv de 1, indica la capacidad de paso de caudal de 1 litro de agua por minuto con una caída de presión de 1 bar.

La sección de caudal equivalente "S" de una válvula es la sección, en mm<sup>2</sup>, de un orificio en un diafragma que cree la misma relación que entre presión y caudal.

Los tres métodos requieren una fórmula para calcular el caudal de aire bajo determinadas condiciones de presión. Las fórmulas son las siguientes:

$$Q = 400 \cdot C_v \cdot \sqrt{(p_2 + 1.013) \cdot \Delta p} \cdot \sqrt{\frac{273}{273 + \theta}}$$

$$Q = 17.64 \cdot K_v \cdot \sqrt{(p_2 + 1.013) \cdot \Delta p} \cdot \sqrt{\frac{273}{273 + \theta}}$$

$$Q = 22.2 \cdot S \cdot \sqrt{(p_2 + 1.013) \cdot \Delta p} \cdot \sqrt{\frac{273}{273 + \theta}}$$

- Donde
- Cv, kv = Coeficiente del caudal
  - S = Sección de caudal equivalente en mm<sup>2</sup>
  - Q = Caudal unitario standard en l/min
  - P<sub>2</sub> = Presión de salida necesaria para mover una carga (bares)
  - Δp = Caída de presión permisible (bares)
  - θ = Temperatura del aire en °C

**Ejemplo 1.** Encontrar el consumo medio por minuto de un cilindro de doble efecto con un diámetro de 80 mm y una carrera de 400 mm con 12 carreras por minuto y una presión de trabajo de 6 bares.

Hacer referencia a la tabla 7.3 que se muestra a continuación y observar que un cilindro con diámetro de 80 y una carrera de 100 mm utiliza 3.5 litros por carrera así que,

$3.5 \times 12$  (número de carreras por minuto)  $\times 2$  (carrera de ida y vuelta)  $\times 4$  (carrera de 400 mm) = 336 l/min.

Diám émbolo mm	Presión de trabajo en bar					
	2	3	4	5	6	7
20	0.09	0.13	0.16	0.19	0.22	0.25
25	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
32	0.24	0.33	0.40	0.48	0.56	0.64
40	0.38	0.51	0.64	0.75	0.88	1.00
50	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60
63	0.95	1.25	1.55	1.87	2.20	2.50
80	1.50	2.00	2.55	3.00	3.50	4.00
100	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40

(Tabla 7.3 Consumo teórico de aire en cilindros de doble efecto para diámetros desde 20 mm hasta 100 mm, en litros estándar para cada 100 mm de carrera)

Esta cifra no está relacionada de modo alguno con el tamaño de la válvula.

En la sección 4, en el párrafo titulado "Rendimiento térmico y global" encontramos un consumo eléctrico de 0.12 – 0.15 m<sup>3</sup>n/min/kw que proporciona la producción de 120...150 l/min con una presión de trabajo de 7 bares suponiendo que 1 kw hr cuesta 5 pesos, para producir 1 m<sup>3</sup>n, se necesitan aproximadamente 8 kw. Entonces el coste de 1 m<sup>3</sup>n/min es

$$\frac{5 \text{ pesos} \cdot 8 \text{ kw}}{\text{kw hr} \cdot 60 \text{ min/hr}} = 0.66 \text{ pesos/m}^3$$

En el ejemplo 1:336 l/min cuesta 12 pesos por hora.

**Ejemplo 2.** Un cilindro de 80 mm de diámetro con una longitud de carrera de 400 mm tiene una presión de trabajo media de 6 bares. La caída de presión máxima permisible es de 1 bar. Si se necesita una velocidad del cilindro de 500 mm/s, ¿cuál es el coeficiente de caudal mínimo de la válvula?

Para encontrar el coeficiente de caudal (Cv) se utiliza la siguiente fórmula:

$$Cv = \frac{Q}{400 \cdot \sqrt{(p_2 + 1.013) \cdot \Delta p}}$$

Q = Caudal unitario en l/min de aire libre

P<sub>2</sub> = Presión de salida necesaria para mover una carga (bar)

p = Caída de presión permisible

El caudal unitario necesario par calcular el tamaño de la válvula se encuentra en la tabla 7.4: 1461 l/min.

$$Cv = \frac{1461}{400 \cdot \sqrt{(5 + 1.013) \cdot 1}} = 1.489$$

## 8.6 Válvulas auxiliares

### 8.6.1 Válvulas anti-retorno

Una válvula anti-retorno permite que el aire libre fluya en un sentido y cierre herméticamente el otro. Estas válvulas se llaman también válvulas de retención. Las válvulas anti-retorno están incorporadas en los controladores de velocidad y en los accesorios autosellantes; etc.

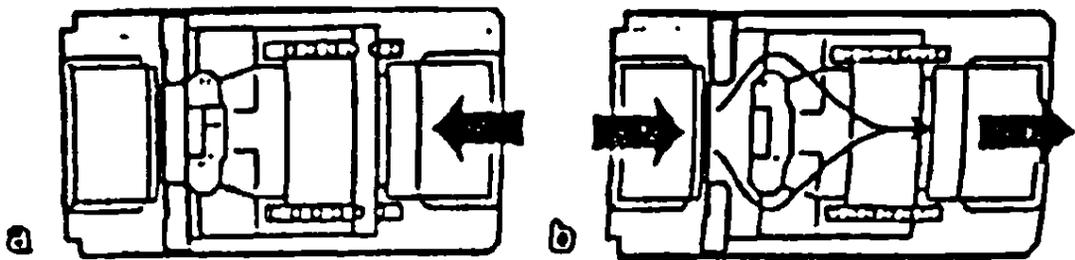
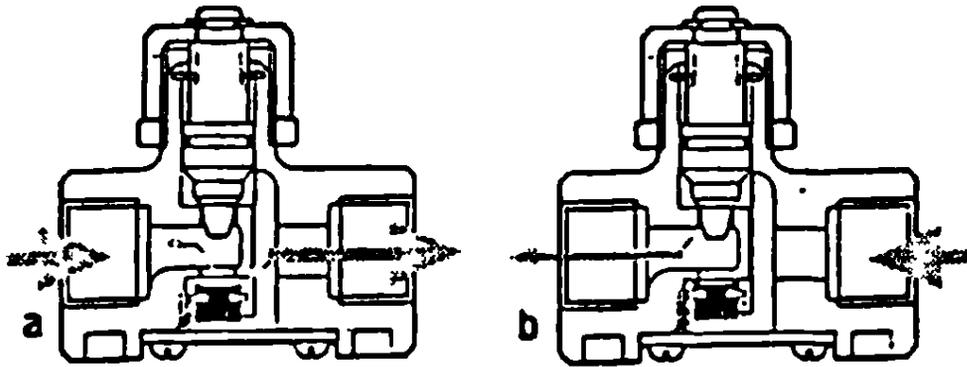


Figura 8.26 Válvula anti-retorno

### 8.6.2 Controladores de velocidad

Un controlador de velocidad consiste en una válvula de retención y una estrangulación variable en un alojamiento.

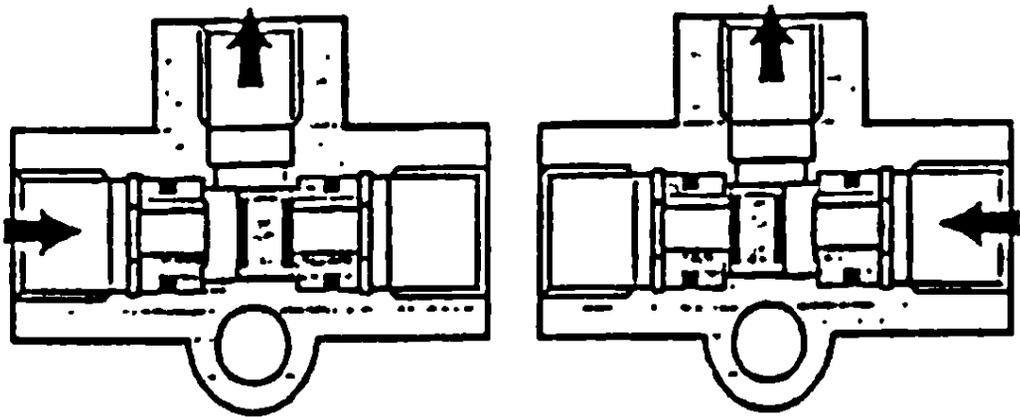
La figura 8.27 ilustra un ejemplo típico con la indicación del flujo. En a, el aire fluye libremente al cilindro; en b, fluye hacia atrás, hacia la salida de escape de la válvula con un flujo restringido.



**Figura 8.27** Controlador de velocidad

### 8.6.3 Válvula selectora de circuito (suma)

Se trata de una válvula con tres orificios, dos entradas de señal de presión y una salida. La salida se producirá cuando exista cualquiera de las dos entradas de la señal. Si solamente hay señal en una de las entradas, el émbolo de doble efecto impide que la presión de la señal salga a escape por el lado opuesto (figura 8.28).



**Figura 8.28** Válvula selectora de circuito

### 8.6.4 Válvula de escape rápido

Este componente permite una máxima velocidad de carrera de ida del émbolo realizando el escape del cilindro directamente desde su orificio, con una gran capacidad de caudal, en lugar de hacerlo por el tubo y la válvula.

Es disco de goma cierra el orificio de escape (en la parte inferior) mientras que el aire de suministro fluye al cilindro. Cuando la válvula de control direccional, conectada al orificio de entrada (en la parte superior) se invierte, la tubería de suministro es evacuada y la presión del cilindro eleva el disco. Se cierra entonces el orificio de entrada y se abre automáticamente el orificio de escape.

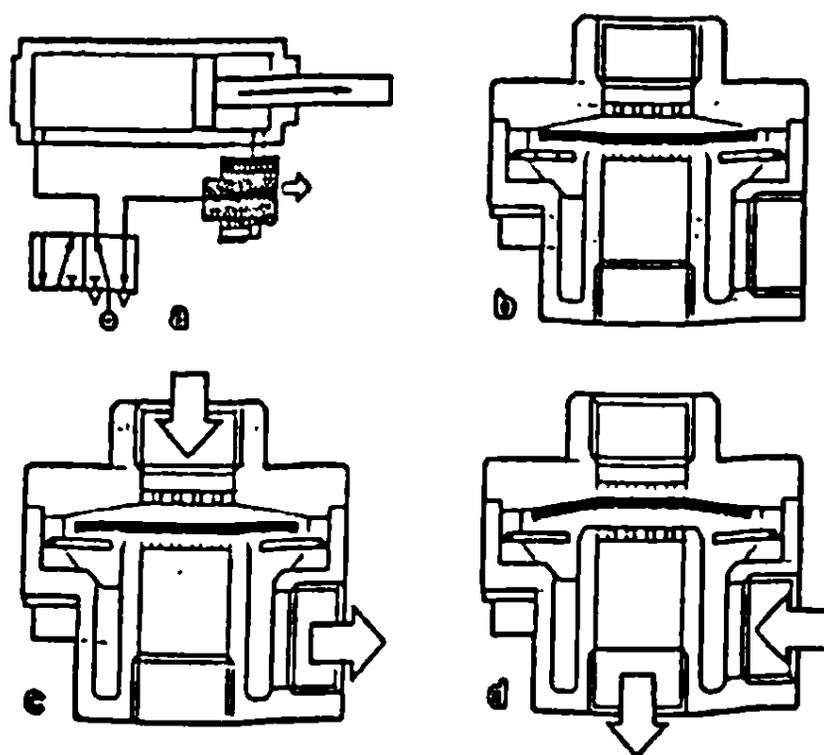


Figura 8.29 Válvula de escape rápido.

- a: Conexión, b: Sin presión o cilindro bajo presión,
- c: Flujo hacia el cilindro, Evacuación.

# CAPÍTULO 9

## SÍMBOLOS Y NORMAS DE LA NEUMÁTICA

### 9.1 Símbolos y descripción de los componentes

Para desarrollar sistemas neumáticos es necesario recurrir a símbolos uniformes que representan elementos y esquemas de distribución. Los símbolos deben informar sobre las siguientes propiedades:

- Tipo de accionamiento.
- Cantidad de conexiones y denominación de dichas conexiones.
- Cantidad de posiciones
- Funcionamiento
- Representación simplificada del flujo

La ejecución técnica del elemento no se refleja en el símbolo abstracto.

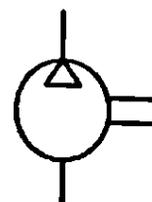
Los símbolos aplicados en la neumática corresponden a la norma industrial DIN ISO 1219 “Símbolos de sistemas de la técnica de fluido”. A continuación se ofrece una lista

de los símbolos más importantes. En el manual de estudio TP102 se presenta una lista más detallada.

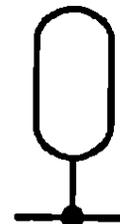
Los símbolos que se refieren al sistema de alimentación de aire a presión pueden representar componentes individuales o una combinación de varios elementos. En este caso se indica una conexión conjunta para todos los elementos, con lo que la fuente de aire a presión pueden estar representada por un solo símbolo simplificado.

**Abastecimiento**

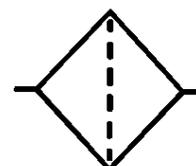
Compresor  
con volumen de desplazamiento constante



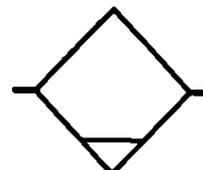
Acumulador  
con conexión en T

**Unidad de mantenimiento**

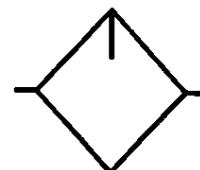
Filtro                      Separación y  
   filtrado de partículas de suciedad



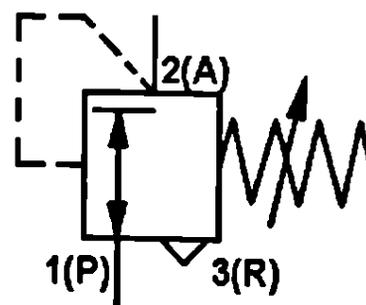
Separador de agua con accionamiento manual



Lubricador                Adición de pequeñas  
   Cantidades de aceite al aire



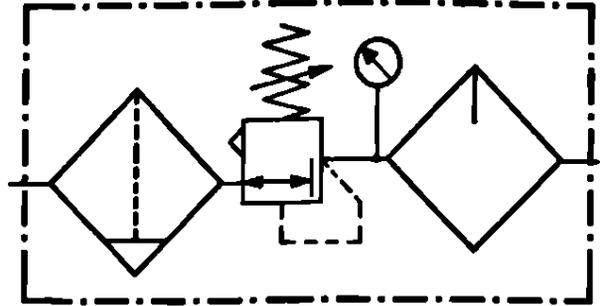
Regulador de presión  
   Válvula reguladora de presión  
   con agujero de aceite al aire



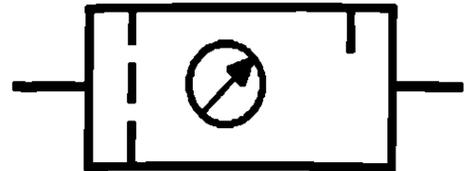
**Figura 9.1** Símbolos para la sección de alimentación de energía

**Símbolos combinados**

Unidad de mantenimiento  
compuesta por filtro, válvula  
reguladora de presión,  
manómetro y lubricador



Esquema simplificado de una  
unidad de mantenimiento



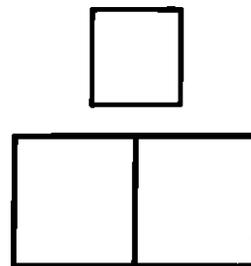
Alimentación de presión



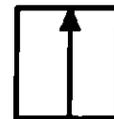
**Figura 9.1** (Continuación) Símbolos para la sección de alimentación de energía

Las posiciones de conmutación son  
representadas mediante cuadrados.

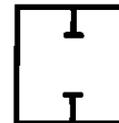
La cantidad de cuadrados corresponde a la  
cantidad de posiciones de conmutación.



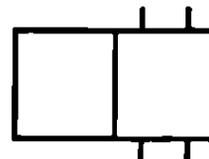
Posición de paso abierto.



Posición de bloqueo.



Las conexiones son agregadas a los  
cuadrados y representan el estado inactivo.



**Figura 9.2** Símbolos de vías: Símbolos de conmutación

Las válvulas de vías son representadas indicándose la cantidad de conexiones, la cantidad de posiciones y la dirección del paso de aire. Las entradas y las salidas de una válvula están debidamente señalizadas para evitar equivocaciones al efectuar las conexiones.

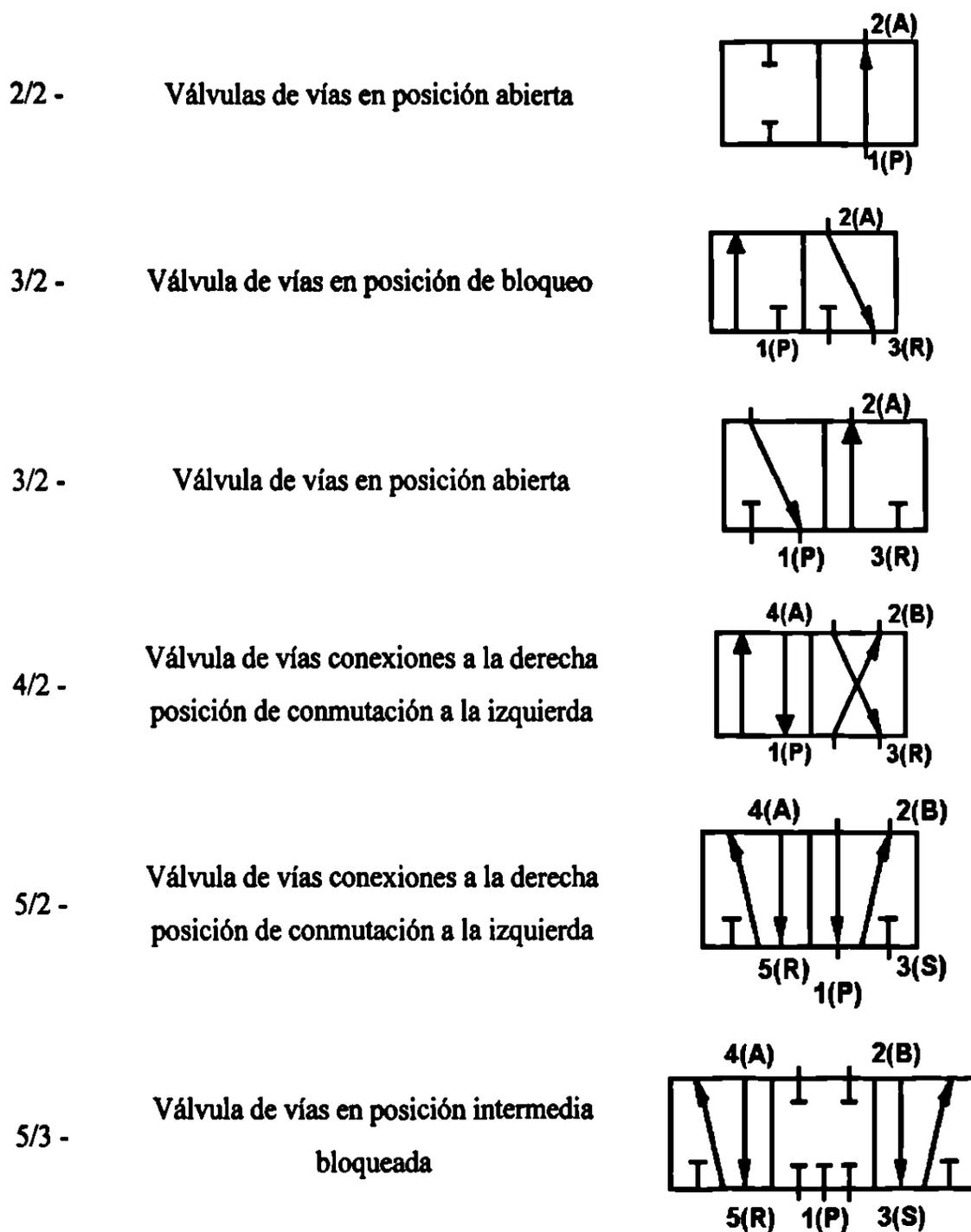


Figura 9.3 Válvulas de vías: Conexiones y posiciones

Las conexiones de las válvulas de vías pueden estar señalizadas con letras o, aplicando la norma DIN ISO 5599, con números. En la lista que se incluye a continuación se pueden utilizar ambos métodos.

Taladro o conexión	DIN ISO 5599	Letras
Conexión de aire a presión	1	P
Escape de aire	3, 5	R, S
Salidas	2, 4	A, B
Conexiones de mando		X, Y, Z
Conexión de aire a presión de 1 hacia 2	12	
Conexión de aire a presión de 1 hacia 4	14	
Cancela salida de señal	10	
Aire auxiliar del mando	81, 91	Pz

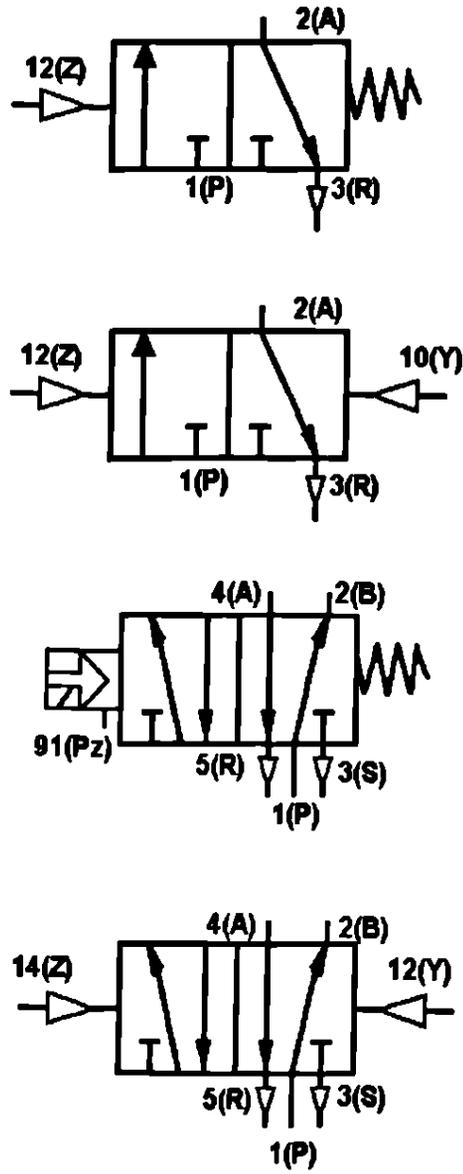


Figura 9.4 Ejemplos de denominación

## **Tipos de accionamiento**

Los tipos de accionamiento de válvulas neumáticas dependen de las exigencias que plantee el sistema. Los tipos de accionamiento pueden ser los que se indican a continuación:

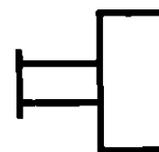
- **Accionamiento mecánico**
- **Accionamiento neumático**
- **Accionamiento eléctrico**
- **Combinación de tipos de accionamiento**

Los símbolos utilizados para representar los tipos de accionamiento están contenidos en la norma DIN 1219.

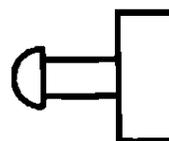
Tratándose de válvulas de vías, es necesario considerar su tipo básico de accionamiento y sus características de reposición. Los símbolos correspondientes son colocados, normalmente, en ambos lados de los bloques que indican las posiciones. Los tipos de accionamiento adicionales, tales como el accionamiento manual auxiliar, son indicados por separado.

**Accionamiento manual**

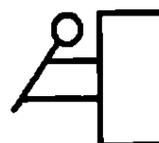
General



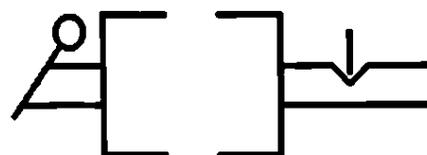
Por pulsador



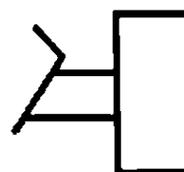
Por palanca



Por palanca con enclavamiento



Por pedal

**Accionamiento mecánico**

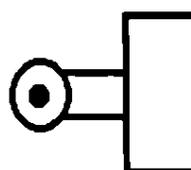
Recuperación por muelle



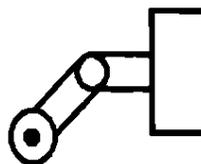
Centrado por muelle



Por rodillo

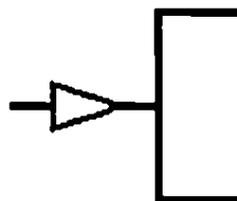


Por rodillo con retorno en vacío

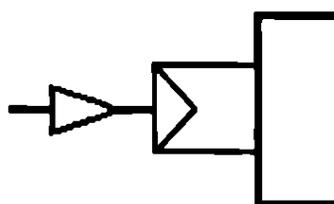


### Accionamiento neumático

Accionamiento directo  
(aplicación de presión)

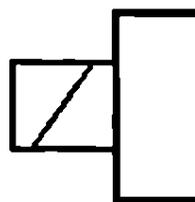


Accionamiento indirecto  
(válvula auxiliar servopilotada)



### Accionamiento eléctrico

Con una bobina



Con doble bobina



### Accionamiento combinado

Doble bobina con válvula auxiliar y  
Accionamiento manual auxiliar



Figura 9.5 (continuación) Tipos de accionamiento

## La válvula de antirretorno y sus variantes

La válvula de antirretorno es utilizada como elemento básico en muchas variantes. Las válvulas de antirretorno pueden estar equipadas con muelles de reposición o pueden prescindir de ellos. Tratándose de una válvula equipada con muelle de reposición es necesario que la fuerza de la presión sea mayor que la fuerza del muelle para abrir el paso.

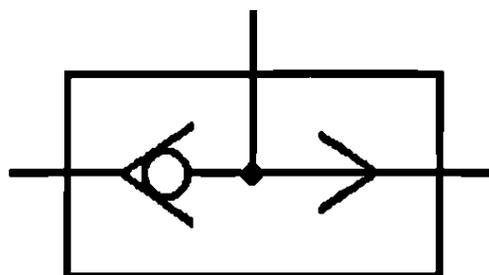
Válvula de antirretorno



Válvula de antirretorno, con muelle

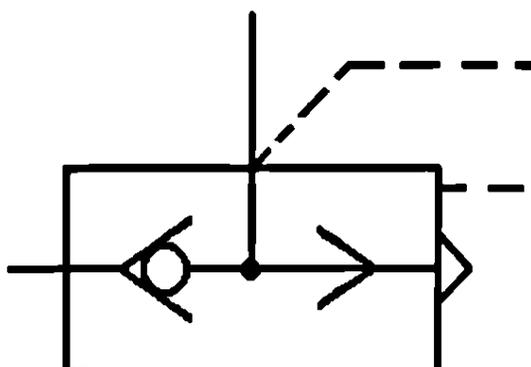


Válvula selectora, función O



Válvula de simultaneidad, función Y

Válvula de escape rápido



**Figura 9.6** Válvula de antirretorno y sus variantes

## Válvulas de estrangulación

La mayoría de las válvulas de estrangulación son ajustables y permiten reducir el caudal en una o en ambas direcciones. Si se instala paralelamente una válvula de antirretorno, la estrangulación solo actúa en una dirección. Si el símbolo de estrangulación lleva una flecha, ello significa que es posible regular el caudal. La flecha no se refiere a la dirección del flujo.

Válvula de estrangulación, regulable



Válvula de estrangulación y antirretorno

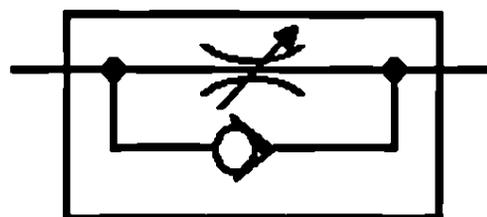


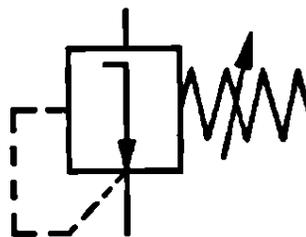
Figura 9.7 Válvulas de estrangulación

## Válvulas de presión

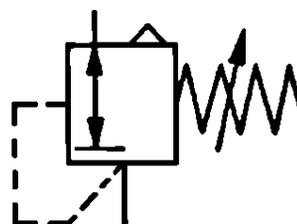
Las válvulas de presión tienen la función de intervenir en la presión de un sistema neumático parcial ó completo. Las válvulas de presión suelen ajustarse en función de la fuerza de un muelle. Según su aplicación, puede distinguirse entre las siguientes versiones.

- Válvula de presión sin escape
- Válvula de presión con escape
- Válvula de secuencia.

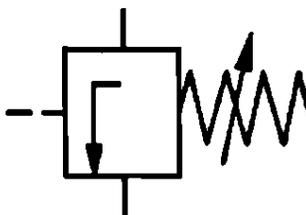
Válvula reguladora de presión,  
regulable, sin escape



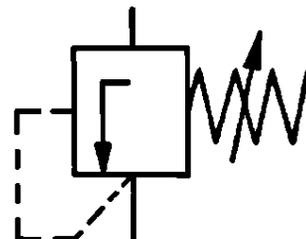
Válvula reguladora de presión,  
regulable, con escape



Válvula de secuencia  
conducto de alimentación exterior



Válvula de secuencia  
conducto de alimentación directo



Válvula de secuencia  
Combinación

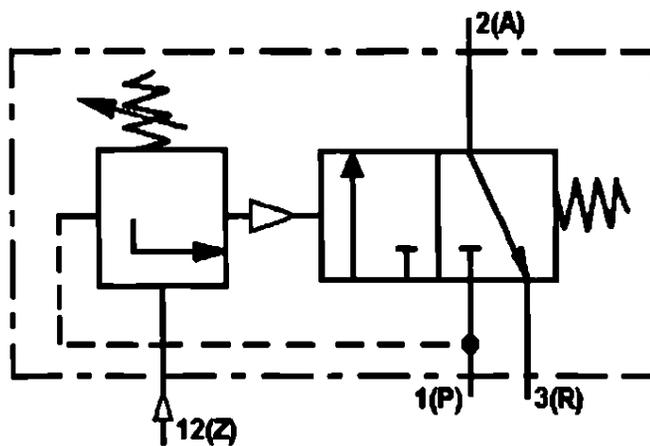


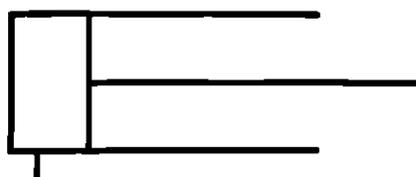
Figura 9.8 Válvulas de presión

El símbolo representa a las válvulas de presión como válvulas de una posición, con una vía de flujo y con la salida abierta o cerrada. En el caso de las válvulas reguladoras de presión, el paso está siempre abierto. Las válvulas de secuencia se mantienen cerradas hasta que la presión ejercida sobre el muelle alcance el valor límite que se haya ajustado.

### **Elementos de accionamiento giratorio**

Los elementos de accionamiento giratorio son clasificados según motores con movimiento giratorio continuo y según motores pivotantes con un ángulo de giro limitado. Los motores neumáticos alcanzan regímenes de revoluciones muy elevados que pueden ser constantes o ajustables. En el caso de las unidades con limitación del ángulo de giro, éste puede ser fijo o ajustable; la amortiguación puede efectuarse en función de la carga o de la velocidad del movimiento pivotante.

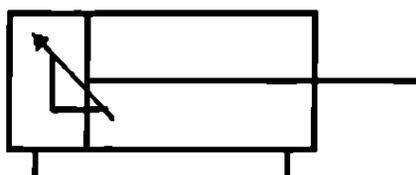
Actuador lineal de acción simple



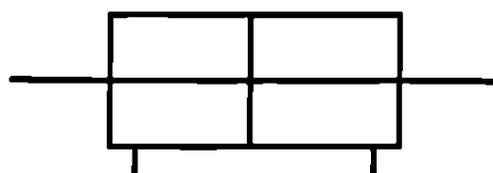
Actuador lineal de acción doble



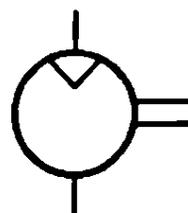
Actuador lineal de acción doble con amortiguamiento en un extremo



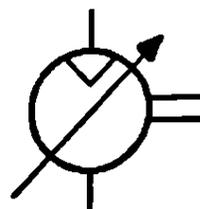
Actuador lineal de doble acción y con doble barra



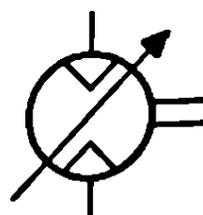
Motor neumático de caudal constante, con un sentido de giro



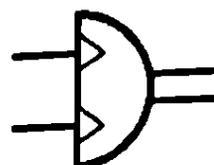
Motor neumático de caudal variable, con un sentido de giro



Motor neumático de caudal variable, con dos sentidos de giro



Actuador giratorio limitado



**Figura 9.9** Movimiento rotativo

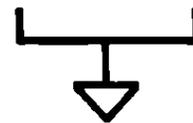
Con los elementos antes descritos puede combinarse una gran variedad de accesorios

Escape

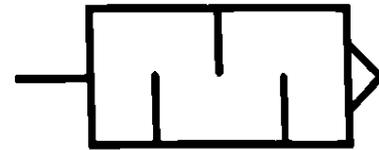
No recuperable



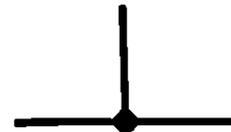
Recuperable



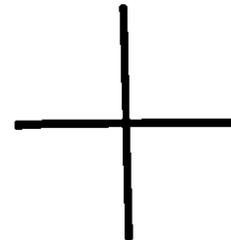
Silenciador



Unión de conductos



Cruce de conductos



Manómetro



Indicador óptico

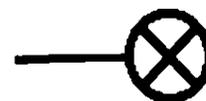


Figura 9.10 Símbolos auxiliares

## **9.2 Seguridad**

Hasta la actualidad aún no existe norma que establezca el nivel de seguridad exigido para sistemas neumáticos. Para que, no obstante, los sistemas neumáticos sean seguros, es necesario recurrir a normas y reglamentos válidos para otras especialidades.

A continuación se incluye un extracto de las normas VDI 3229 “Normas técnicas para máquinas – herramienta y otros equipos de fabricación” que se refieren al tema de la seguridad:

### **Inactivación del mando**

En el caso de producirse una inactivación del mando o al desconectarlo, los operadores no deberán correr peligro alguno.

### **Interruptor del paro de emergencia**

Los sistemas neumáticos equipados con varios cilindros deberán llevar un interruptor de emergencia. Según las características de construcción y de servicio, deberá establecerse si la función de PARO DE EMERGENCIA

- Provoca que el sistema pase a presión cero,
- Si todos los cilindros pasan a posición normal ó
- Si todos los cilindros quedan bloqueados en su posición instantánea.

**Estas tres posibilidades también pueden combinarse entre sí.**

### **Criterios de seguridad para sistemas neumáticos de sujeción**

**Al usar sistemas neumáticos de sujeción es recomendable acatar las siguientes directivas:**

**Los elementos de mando de sistemas neumáticos de sujeción deberían estar concebidos de tal manera que no puedan ser activados involuntariamente. Con ese fin, pueden adoptarse las siguientes medidas:**

- **Unidades de conmutación manual recubiertas o bloqueadas, ó**
- **Bloqueos para el mando**

**Para evitar accidentes en las manos, cuidados por sistemas de sujeción, deben adoptarse diversas medidas de precaución. Estas pueden ser, concretamente, las siguientes:**

- **Ubicar cilindros de sujeción fuera de la zona de avance,**
- **Utilizar cilindros de seguridad que aplican la fuerza máxima una vez que han sujetado la pieza, ó**
- **Utilizar sistemas de mando bimanuales.**

**Las máquinas equipadas de sistemas neumáticos de sujeción tienen que estar concebidas de tal manera que el husillo o la unidad de avance puedan ser activados solo cuando concluye la operación de sujeción. Estas condiciones se obtienen recurriendo a los siguientes elementos:**

- **Convertidores de presión ó**
- **Válvulas de secuencia**

En caso de producirse una caída de presión, el sistema de sujeción no deberá abrir si no ha concluido la operación de mecanizado de la pieza. Con ese fin, puede recurrirse a los siguientes elementos:

- Válvulas de retención
- Acumuladores de aire comprimido

### Contaminación del medio ambiente

Los sistemas neumáticos pueden contaminar el medio ambiente de dos maneras:

- Ruidos ocasionados por los escapes de aire.
- Nieblas de aceite: se trata de nieblas ocasionadas por aceite en el compresor o por aceite agregado al aire en la unidad de mantenimiento. Esta niebla de aceite contamina al medio ambiente al descargarse el aire.

En consecuencia, es necesario adoptar las medidas apropiadas para evitar un nivel de ruido demasiado elevado en los puntos de escape de aire. Con ese fin, puede recurrirse a los siguientes elementos:

- Silenciadores para escape de aire

Los silenciadores disminuyen el nivel de ruidos en los puntos de descarga de aire de las válvulas. Su función consiste en disminuir la velocidad del aire. Esta característica puede significar una disminución de la velocidad del vástago de un cilindro.

Otra solución es la de regular la resistencia al flujo de aire en los silenciadores de estrangulación. De este modo es posible regular la velocidad de los cilindros y los tiempos de conmutación de las válvulas.

Otra posibilidad de reducir el nivel de ruidos consiste en guiar el aire de escape de varias válvulas hacia un silenciador grande a través de un colector de escapes.

El aire de escape de sistemas neumáticos contiene una niebla de aceite que suele permanecer en el medio ambiente finamente pulverizado durante un tiempo prolongado, con lo que puede afectar las vías respiratorias. El daño ocasionado al medio ambiente es tanto mayor, cuantos más motores neumáticos y cilindros de grandes dimensiones se utilicen.

Cuando se efectúen trabajos de mantenimiento o, en general, cuando se utilicen sistemas neumáticos, deberá procederse con sumo cuidado al desconectar y volver a conectar las tuberías que conducen aire a presión. La energía de la presión contenida en los tubos flexibles y rígidos es liberada velozmente. La presión es tan grande, que las tuberías se mueven incontroladamente, poniendo en peligro a los operadores.

Si el aire de escape contiene partículas de suciedad, puede dañarse la vista de las personas expuestas a dichas partículas.

# CAPÍTULO 10

## CIRCUITOS BÁSICOS

### 10.1 Introducción

Los circuitos básicos son conexiones de válvulas que realizan ciertas funciones. Existe un número limitado de funciones elementales de las que se componen Incluso los circuitos más sofisticados.

Estas funciones tienen la capacidad de:

- Controlar un cilindro
- Accionar otra válvula
  - Para control remoto desde un panel.
  - Para cambiar por otra la función de una válvula.
  - Para enclavamientos de seguridad, etc.

Este último tipo de función se denomina también una función lógica. Existen cuatro funciones lógicas básicas:

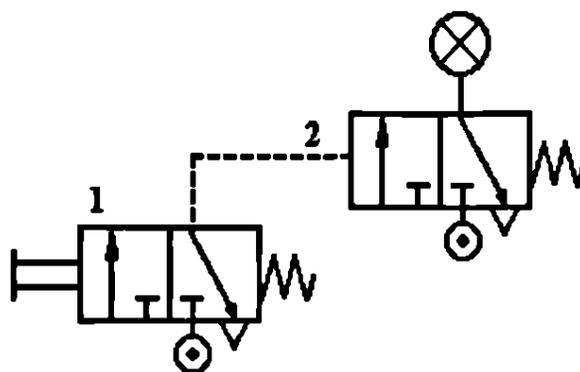
- Identidad ('SI')
- Negación o Inversión (-NO-)
- AND o función suma
- OR o función producto

No se tratará aquí de los métodos lógicos de conexión, pero se utilizarán los términos puesto que describen claramente las funciones con una sola palabra.

## 10.2 Funciones elementales

### 10.2.1 Amplificación del caudal

Un cilindro grande necesita un caudal de aire grande. Se puede evitar tener que accionar manualmente una válvula grande con capacidad de caudal suficiente, utilizando una válvula grande de accionamiento neumática pilotándola con una válvula más pequeña de accionamiento manual. Esta función se denomina “amplificación del caudal”. Se combina a menudo con control remoto: la válvula grande está cerca del cilindro, pero la pequeña puede encontrarse en un panel, para poder acceder fácilmente a ella.

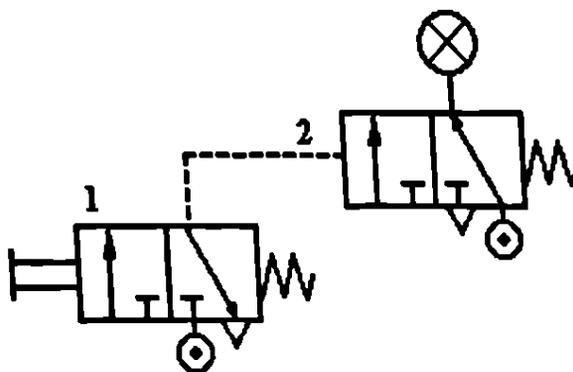


**Figura 10.1** Amplificación del caudal o control indirecto de una válvula.

### 10.2.2 Inversión de la señal

El método Indicado en la figura 10.1. se puede utilizar también para cambiar la función de una válvula desde su posición normalmente abierta a normalmente cerrada o viceversa.

Si la válvula 1 en la figura 10.2. está activada, la presión sobre la salida de la válvula 2 desaparece y reaparece cuando se desactiva la válvula 1.



**Figura 10.2** Inversión de la señal: si se activa la válvula 1 la presión sobre la salida de la válvula 2 desaparece y reaparece cuando se suelta la válvula 1.

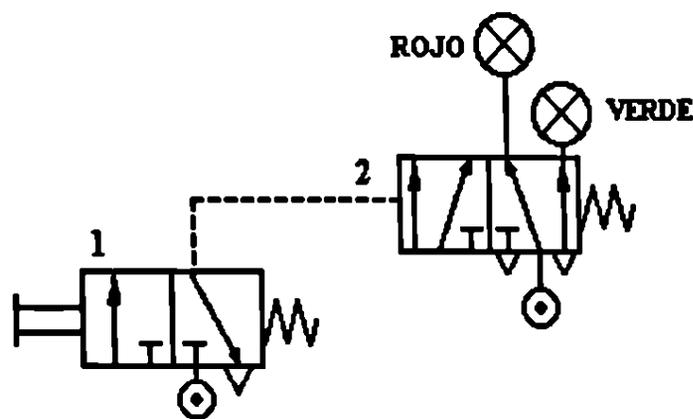
### 10.2.3 Selección

La selección se alcanza convirtiendo una función de 3/2 a 5/2

La válvula de mando 1 es una pequeña válvula de 3/2 accionada manualmente; la válvula 2, accionada indirectamente, es una válvula de 5/2 con una capacidad de caudal suficiente para accionar un cilindro de doble efecto. En esta función se realiza también la amplificación del caudal.

Una posición del interruptor de palanca presuriza el punto indicado como verde mientras que la otra presuriza el rojo.

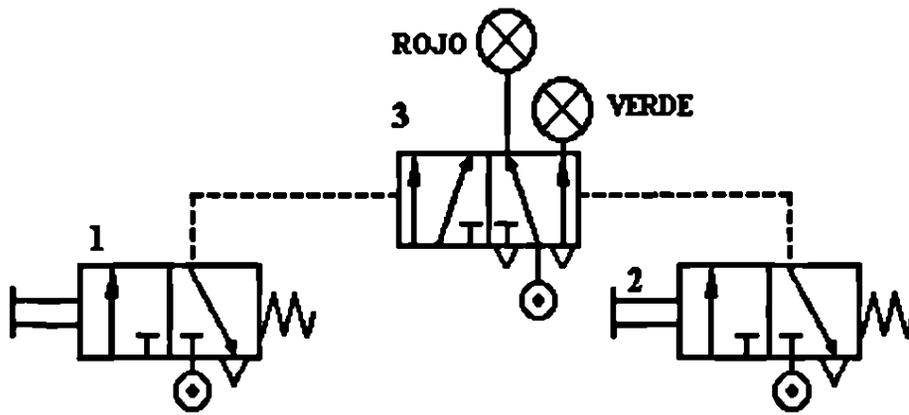
La misma función se utiliza también para realizar la selección entre dos circuitos: una de las vías de utilización de la válvula de 5/2 suministra por ejemplo, aire a un circuito automático, mientras que la otra suministra las válvulas para el control manual. Esto asegura que no puede tener lugar un accionamiento automático durante el accionamiento manual ni a la inversa.



**Figura 10.3** Selección entre dos circuitos con una válvula monoestable de 3/2 accionada manualmente

#### 10.2.4 Función de memoria

Una función muy común es perpetuar el accionamiento momentáneo de una válvula manteniendo su señal hasta que otra señal momentánea la desconecta permanentemente.



**Figura 10.4** Paso de rojo a verde por medio de la válvula de accionamiento manual o mecánico 1 y de verde a rojo con la válvula 2 (las válvulas 1 y 2 proporcionan señales momentáneas).

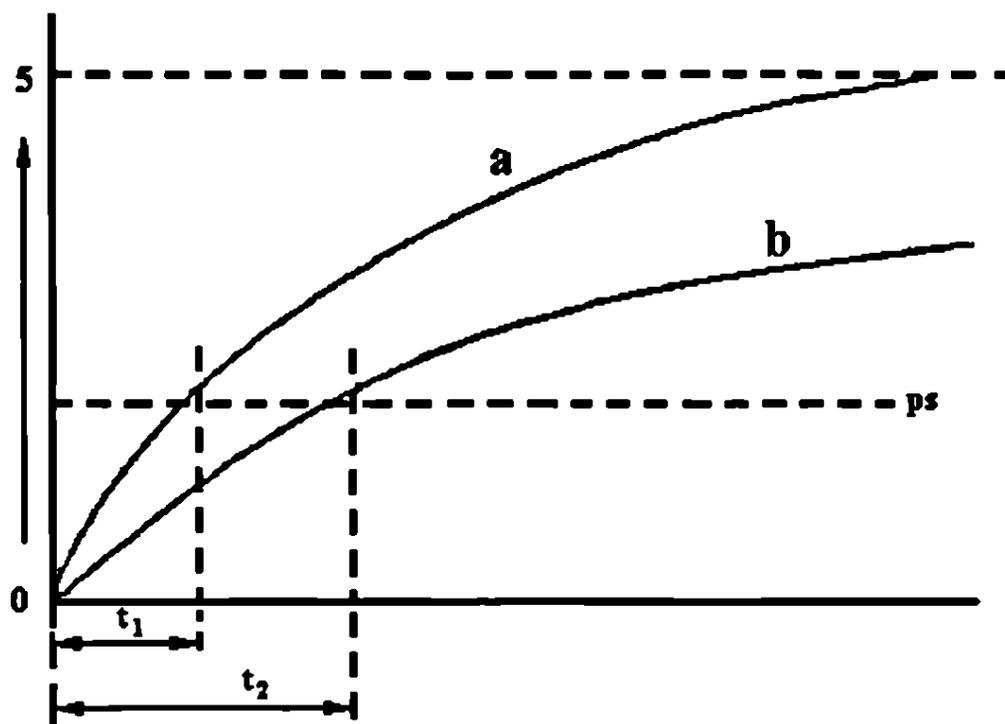
### 10.3 Funciones de tiempo

Una temporización neumática se basa en el tiempo necesario para cambiar la presión de un volumen fijo, mediante el paso de un caudal de aire por un orificio.

Si, con un volumen y orificio determinados, se alcanza la curva característica presión/tiempo a de la figura 10.5, un mayor volumen a llenar, o un orificio de paso más estrecho, la cambia a b.

En el caso de la característica a, la temporización para accionar una válvula con una presión de pilotaje  $p_s$  será  $t_1$  con b se incrementará a  $t_2$ .

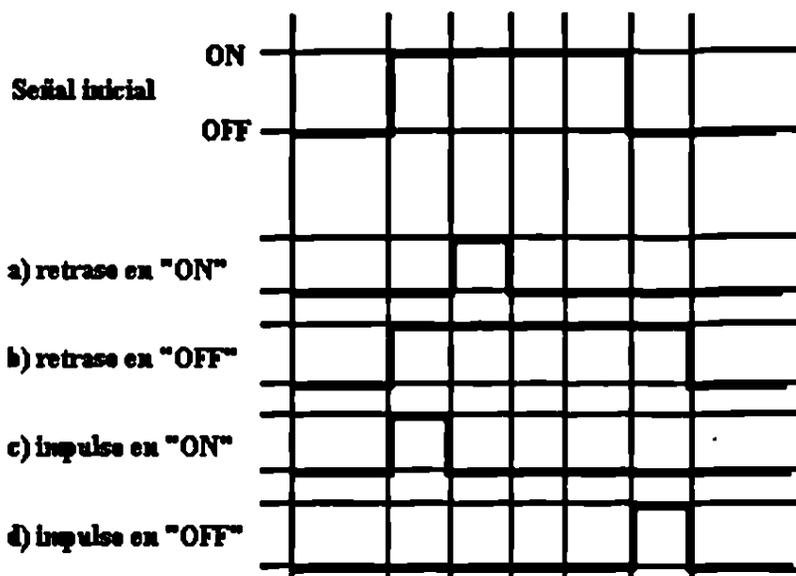
En la práctica, el volumen a presurizar está conectado con la entrada de pilotaje de una válvula de retomo muelle y se utiliza un “controlador de velocidad” (restringidor de caudal más válvula anti-retorno) para variar el orificio de paso; su válvula anti-retorno permite un caudal ilimitado en sentido contrario y por lo tanto un tiempo de reinicialización breve.



**Figura 10.5** Relación presión/tiempo del aire comprimido que fluye por un orificio en un volumen.

Existen cuatro funciones distintas de tiempo:

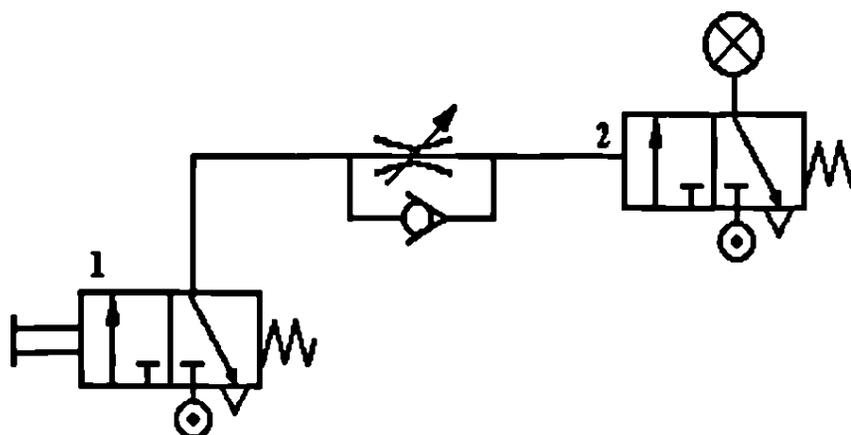
1. Temporización a la CONEXIÓN de una señal de presión
2. Temporización a la DESCONEXIÓN de una señal de presión
3. Un impulso de presión a la conexión
4. Un impulso de presión a la desconexión



**Figura 10.6** Las cuatro funciones de temporización

### 10.3.1 Temporización a la conexión

La figura 10.7 ilustra cómo se puede retrasar una señal de presión. La señal en el orificio de salida (A) de la válvula 2 aparece un tiempo de determinado después del accionamiento de la válvula 1. Esto es debido a la válvula de restricción de caudal.



**Figura 10.7** Temporización a la conexión

### 10.3.2 Temporización a la desconexión

El retraso en la vuelta a la posición normal de una válvula se obtiene como se ha descrito anteriormente, pero en vez de limitar el flujo de aire hacia el orificio piloto de la válvula b, se restringe su escape.

La figura 10.8 muestra una temporización para la desconexión de una señal. Tras el accionamiento de la válvula 1, se enciende inmediatamente el indicador, pero tras soltar la válvula, el indicador se queda encendido durante un período de tiempo regulable.

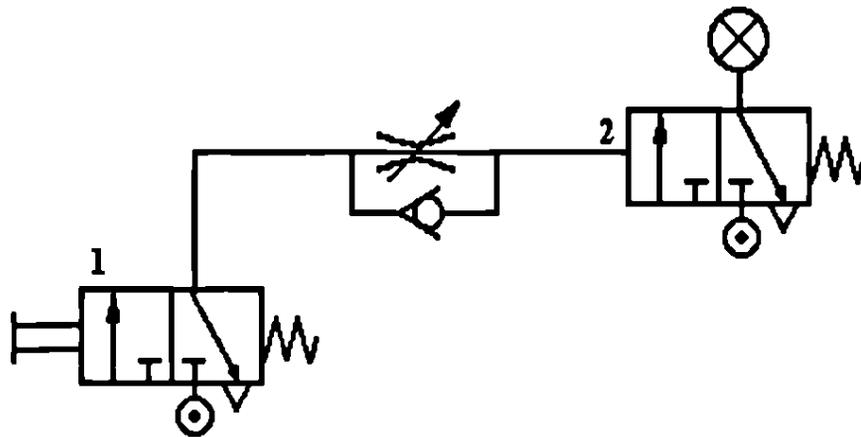
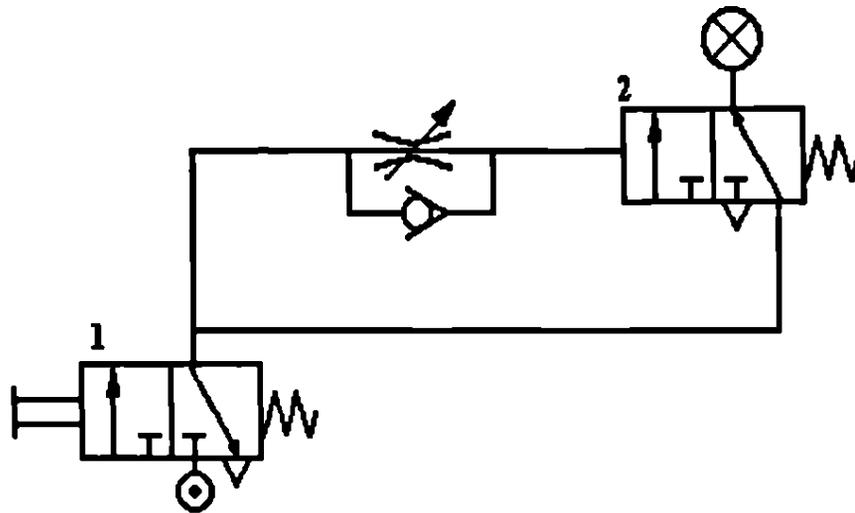


Figura 10.8 Temporización a la desconexión

### 10.3.3 Impulso de presión a la conexión

Si una señal desde una válvula pasa por una válvula normalmente abierta pero pilotada por la misma señal, no habrá presión a la salida de la última válvula. Sin embargo, si se retrasa su pilotaje, la señal puede pasar hasta que el pilotaje se produzca después de la temporización. La consecuencia es una señal de presión de duración regulable en la salida de una válvula normalmente abierta.

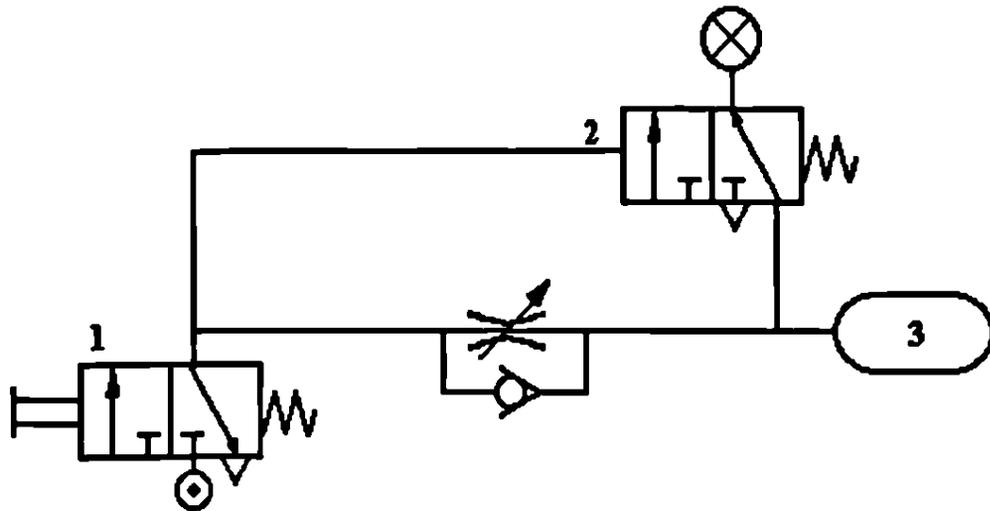
En la figura 10.9 aparece una señal de duración regulable en la salida de la válvula normalmente abierta 2, cuando la válvula 1 está accionada.



**Figura 10.9** Impulso de conexión

#### 10.3.4 Impulso a la desconexión de una válvula

Cuando la señal temporizada de presión debe aparecer después de que la señal inicial se haya desconectado, la presión para producido debe de proceder de otra fuente. El método que se utiliza es accionar al mismo tiempo una válvula 2 normalmente abierta de 3/2 y presurizar un volumen 3 con la señal inicial. Cuando se descarga la válvula 1, la válvula 2 alcanza su posición normal, conectando el volumen con su salida. La señal de presión desde el volumen desaparece tras un breve período regulable por medio de un controlador de velocidad



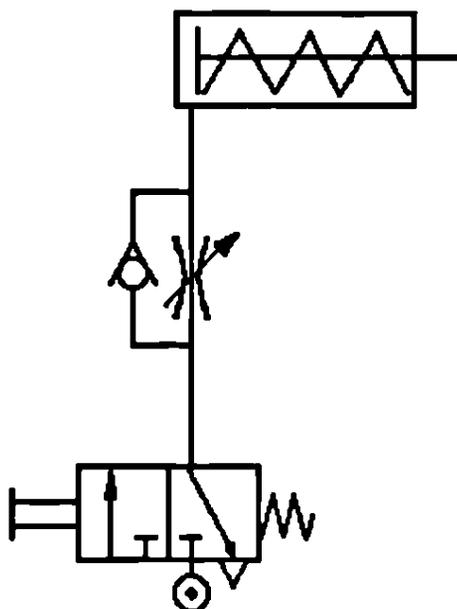
**Figura 10.10** Impulso de presión al desaparecer una señal

## 10.4 Control del cilindro

### 10.4.1 Control Manual de un cilindro de simple efecto con accionamiento directo y control de velocidad

Si un cilindro de simple efecto está conectado a una válvula de 3/2 de accionamiento manual, éste sale cuando se acciona la válvula y retoma cuando la válvula se libera. Este es llamado “control directo”. En el caso de un cilindro grande, se aplica la amplificación del caudal como indicado en la figura 10.1.

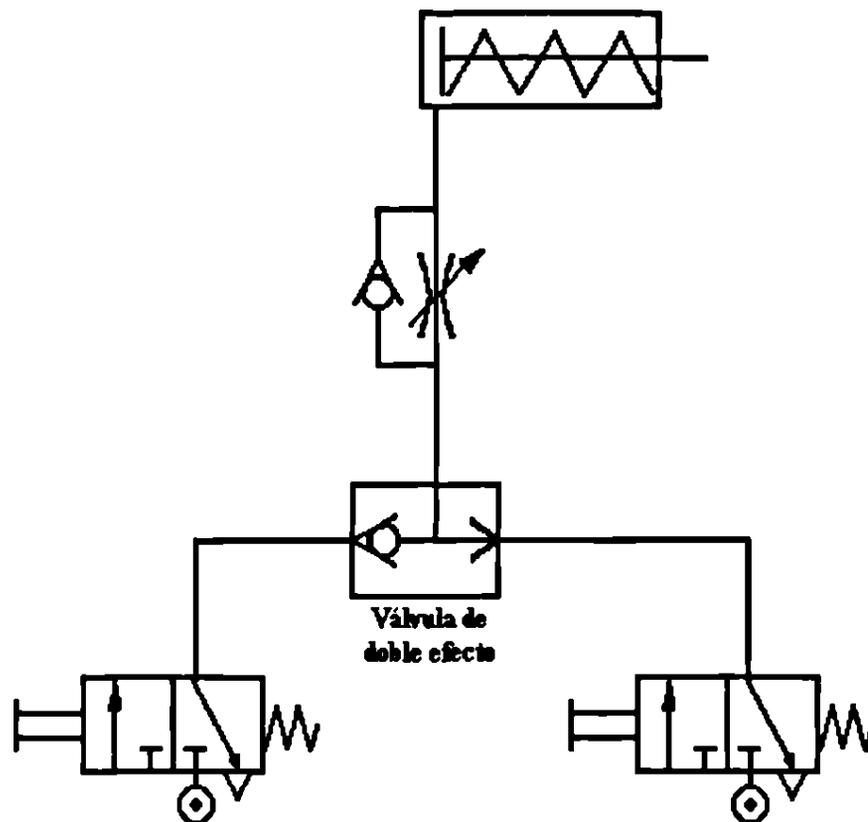
La única forma de regular la velocidad de la carrera de ida del émbolo de un cilindro de simple efecto es reducir el caudal de entrada en sí mismo. La velocidad de la carrera de retorno, por medio del resorte, es raramente limitada en la práctica.



**Figura 10.11** Control directo de un cilindro de simple efecto

#### 10.4.1.1 Control desde dos puntos: Función OR

Un cilindro o una válvula pueden ser accionados de dos maneras distintas, por ejemplo manualmente o por medio de una señal del circuito automático. Si las salidas de dos válvulas de 3/2 están interconectadas con un empalme de T, el aire procedente de una de las válvulas sale por el escape de la otra. La utilización de una válvula selectora de circuito evita el problema.



**Figura 10.12** Accionamiento de un cilindro de simple efecto desde dos puntos

#### 10.4.1.2 Enclavamiento: Función AND (Y)

En algunos casos, para permitir una operación determinada, es necesario que se cumplan dos condiciones. Un ejemplo típico podría ser el de una prensa neumática que se puede accionar sólo si está cerrada una puerta de seguridad y si se acciona la válvula manual. Para controlar la puerta de seguridad, se usa una válvula de 3/2 accionada mecánicamente. La entrada de la válvula de accionamiento manual está conectada con su salida, así que solamente tendremos señal cuando ambas válvulas estén accionadas simultáneamente.

En el caso de que las señales procedentes de cada una de las dos válvulas tengan también otro uso, como se muestra en el esquema "b" de la figura mediante los dos

indicadores de color. se puede realizar la función AND (Y) mediante una válvula de 3/2 de accionamiento neumático: Una de las señales la alimenta y la otra la pilotea.

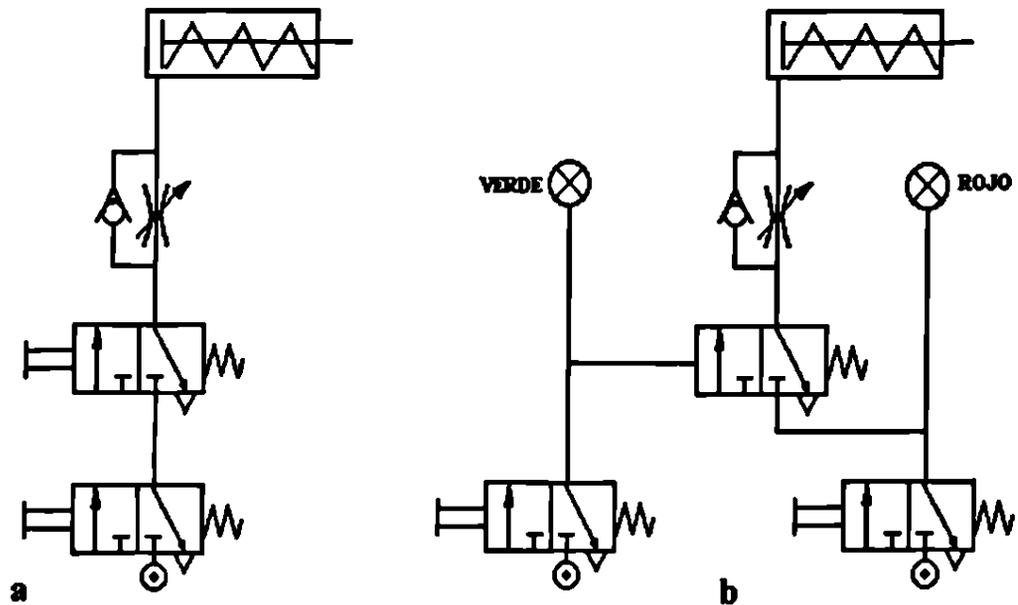
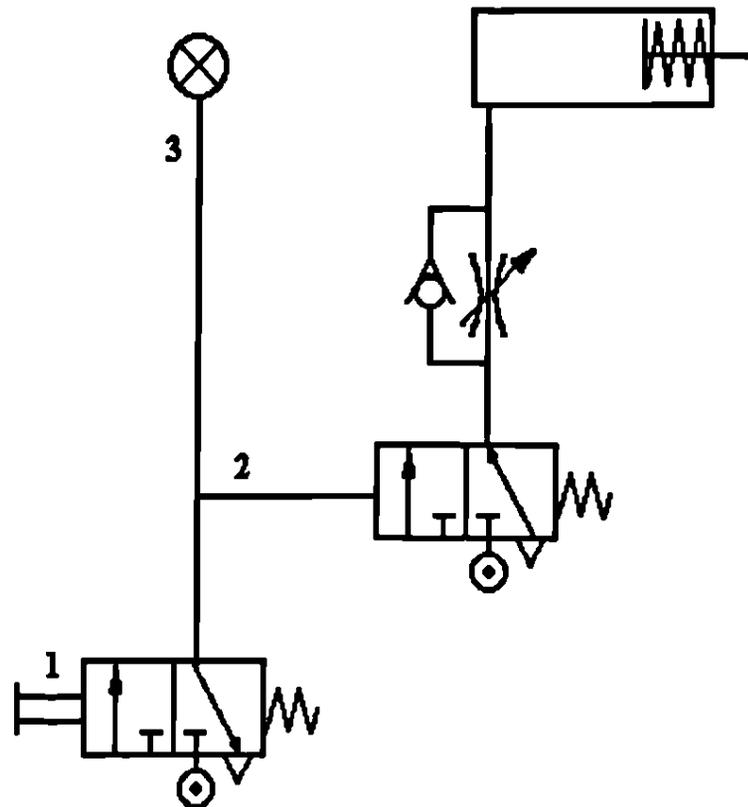


Figura 10.13 Enclavamiento de seguridad, función AND

#### 10.4.1.3 Funcionamiento inverso: Función (NOT)

Enclavamientos mecánicos, topes para productos sobre transportadores y situaciones similares pueden requerir el accionamiento de un cilindro para el bloqueo. El desbloqueo se produce mediante el accionamiento de una válvula. Para este tipo de aplicación, se pueden usar válvulas normalmente abiertas. Si se requiere que la misma señal que provoca el desbloqueo debe también dar señal a cualquier otro dispositivo, simbolizado por el indicador 3 en la figura. 10.14, tiene que usarse, una señal de inversión procedente de otra válvula independiente, de accionamiento neumático y normalmente abierta (válvula 2), que es accionada por la válvula normalmente cerrada



**Figura 10.14** Inversión de señal: el cilindro retrocede mientras la válvula 1 esté accionada.

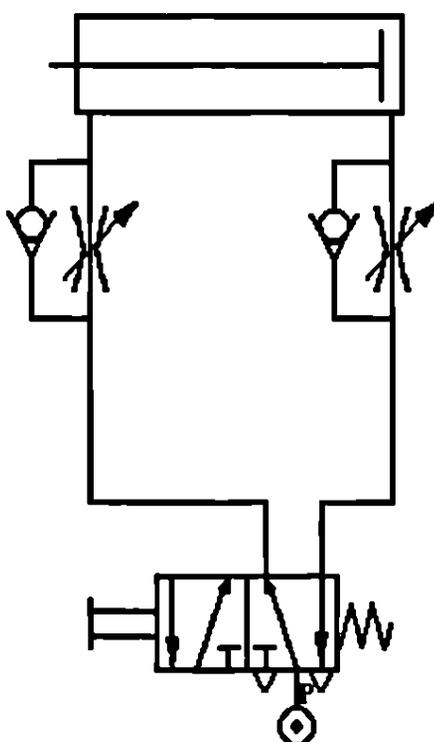
## 10.4.2 Cilindro de doble efecto

### 10.4.2.1 Control directo

La única diferencia entre el accionamiento de un cilindro de doble efecto y uno de simple efecto es que se ha de usar una válvula de 5/2 en lugar de la de 3/2. En su posición normal, la utilización B, está conectada con la entrada de presión P.

Esta vía de utilización ha de estar conectada a la cámara delantera del cilindro si queremos que éste en su posición normal esté metido.

Para un control Independiente de la velocidad en ambas direcciones, hay acoplados “controladores de velocidad” (restringidor de caudal y válvula anti-retorno) en ambas conexiones del cilindro. Su orientación es la opuesta a la de los cilindros de simple efecto ya que es el escape de aire el que es restringido. Esto proporciona un movimiento más estable y positivo que la restricción del aire de entrada. En lugar de suministrar solamente la energía necesaria para mover el émbolo, se añade una carga adicional mediante una contra-presión en la cámara que se vacía; esta contrapresión aumentará si aumenta la velocidad, compensando las variaciones en la carga.



**Figura 10.15** Control directo de un cilindro de doble efecto

#### 10.4.2.2 Mantenimiento de las posiciones finales

En la mayoría de los casos, un cilindro tiene que mantener su posición incluso después de que la señal de mando haya desaparecido. Esto requiere la función

“memoria” de la figura 10.4. Una válvula biestable mantendrá su posición hasta que aparezca la señal de pilotaje contraria.

En la figura 10.16, la carrera de salida de un cilindro de doble efecto es iniciada con la válvula 1, y la de retorno con la válvula 2. La válvula 3 mantiene su posición y por tanto también la del cilindro.

La válvula 3 sólo será accionada cuando solamente una de las dos válvulas manuales no tenga salida de presión. Si ambas vías de pilotaje reciben señal al mismo tiempo, el tirador mantiene su posición anterior ya que presiones iguales actuando sobre áreas iguales no pueden anular la anterior señal.

Este fenómeno se conoce como “señales permanentes” y es uno de los mayores problemas en el diseño de circuitos.

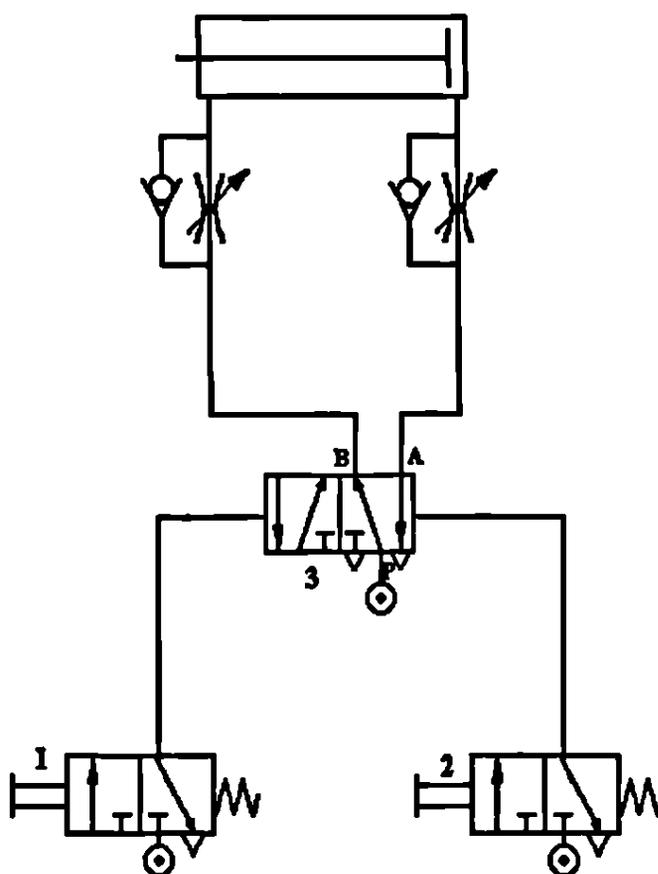


Figura 10.16 Mantenimiento de las posiciones de un cilindro de doble efecto.

### 10.4.3 Detección de las posiciones finales.

#### 10.4.3.1 Retorno automático

La válvula 2 en el circuito de la figura 10.16 puede ser sustituida por una válvula de accionamiento por rodillo de palanca, situada en el punto final de la carrera de salida del cilindro (carrera positiva). El cilindro entonces, conmuta él mismo la válvula 3 y así retrocede automáticamente. A esto nos referimos como reciprocidad del cilindro.

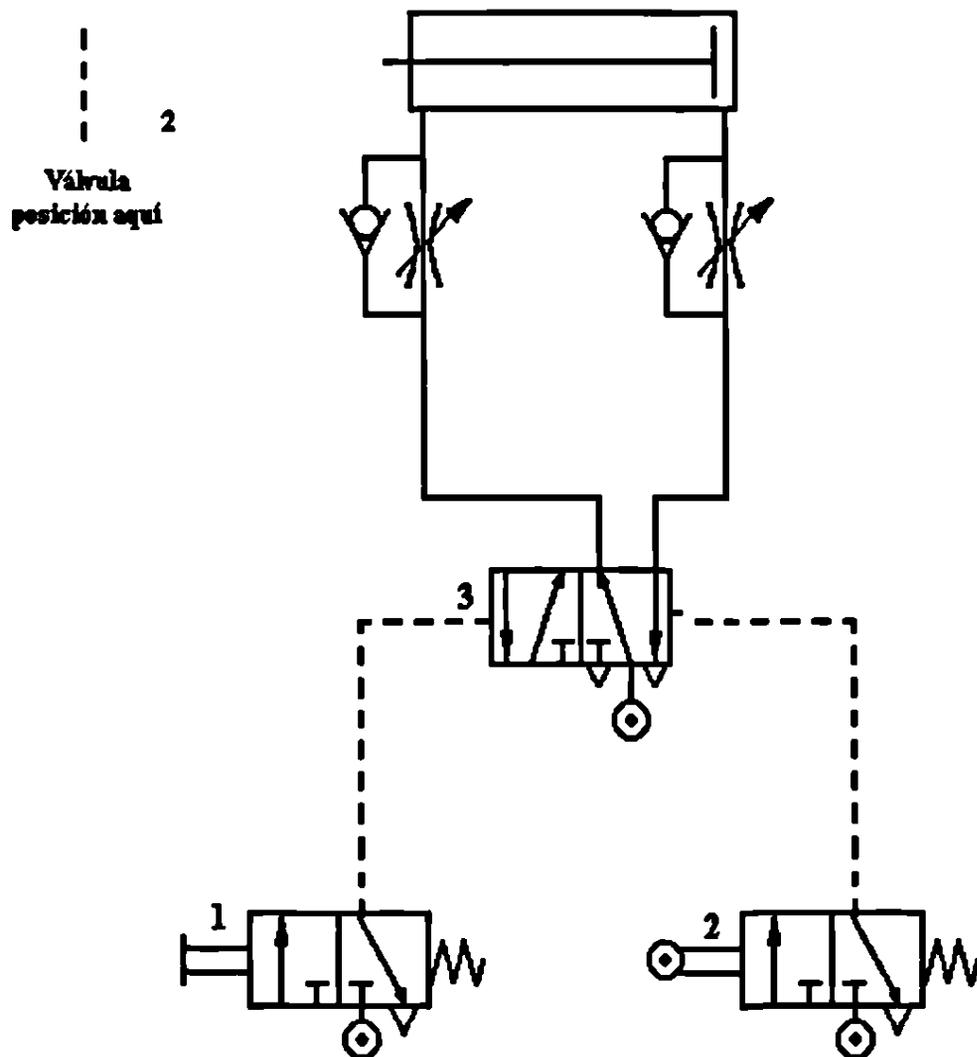
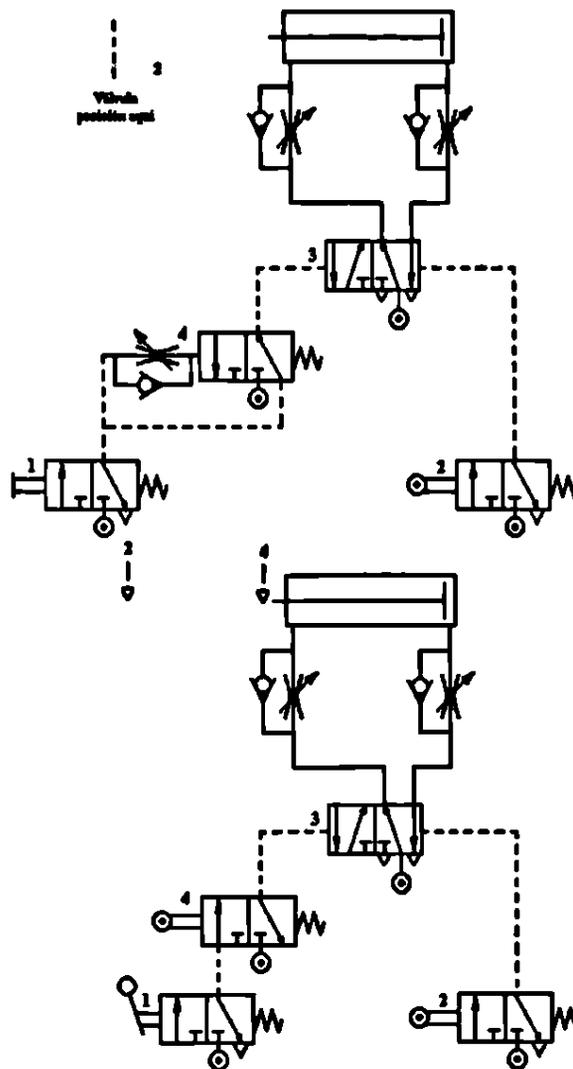


Figura 10.17 Retorno automático de un cilindro

Aparecerá un problema si la válvula 1 no está desactivada cuando el cilindro alcanza el final de su carrera; el cilindro no retrocedería. La válvula 2 es incapaz de conmutar la válvula 3 mientras permanezca la señal opuesta procedente de la válvula 1. una válvula biestable sólo puede ser conmutada mediante una señal de pilotaje, cuando ha desaparecido la señal de pilotaje opuesta.

Si el cilindro debe retroceder incondicionalmente tan pronto como alcance el punto final de la carrera, una solución simple sería transformar la señal de la válvula manual en un impulso (señal momentánea). Esto sería una combinación de las dos funciones elementales de las figuras 10.9 y 10.17.



**Figura 10.18** Retorno automático de un cilindro incluso con una señal permanente

### 10.4.3.2 Carreras repetitivas (repetición indefinida de la carrera)

Mediante la detección en ambos extremos de la carrera mediante válvulas accionadas por rodillo de palanca y usándolas para conmutar la válvula principal 2, el cilindro será "recíproco" (el mismo produce las señales para su propio control de movimiento). Con una válvula biestable de accionamiento manual conectada en serio con la válvula accionada por rodillo de palanca 4 (un final de carrera), el cilindro parará de realizar ciclos repetitivos si desactivamos en 1, pero lo hará después de volver siempre a su posición de vástago dentro (posición negativa o posición).

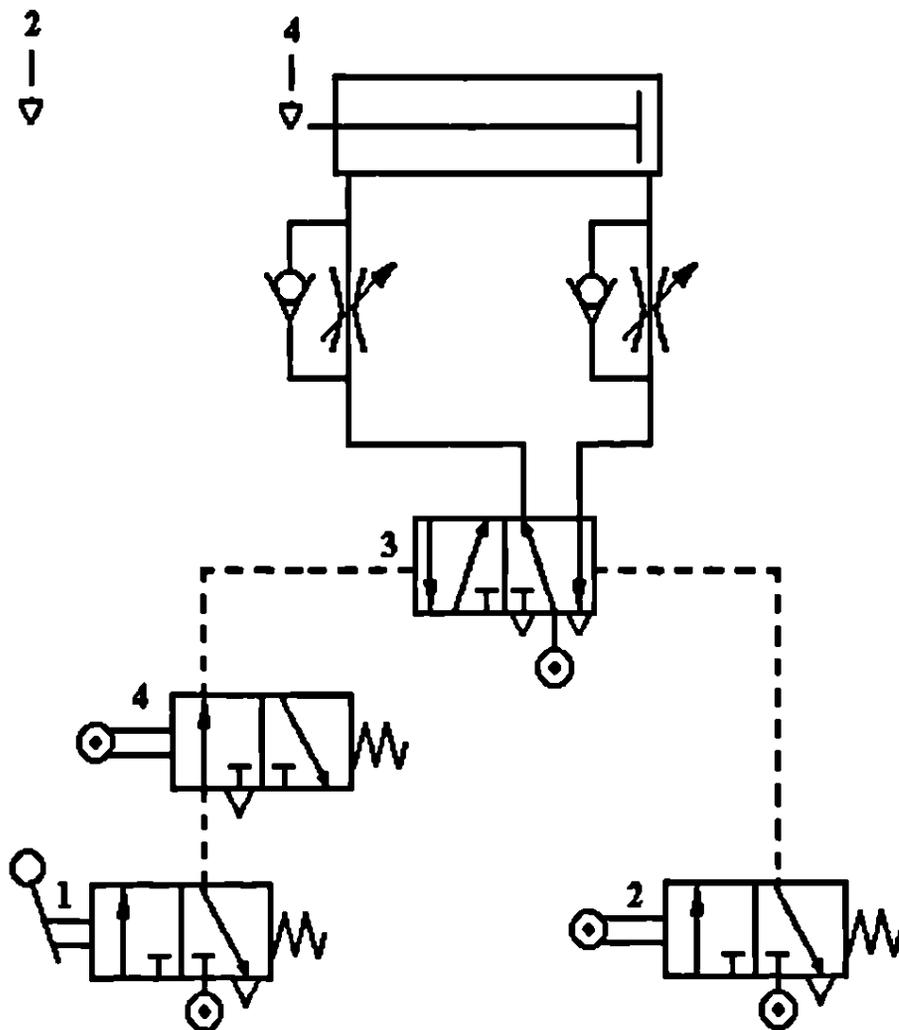


Figura 10.19 Repetición de carrera de forma cíclica mientras la válvula 1 permanezca accionada.

## **10.5 Control de secuencia**

### **10.5.1 Cómo describir una secuencia**

Unas pocas reglas nos ayudarán para la descripción de un ciclo de movimientos de una forma extremadamente breve pero precisa.

A cada actuador se le asigna una letra mayúscula. Si su posición al inicio de ciclo, a partir de las cuales se dibuja el diagrama de circuito, es la de dentro o posición negativa, se dice que él está en “menos”; si su posición al inicio es la de fuerza o posición positiva, decimos que está en posición “más” Las señales de presión para conmutar las válvulas de control direccional son llamados “comandos” para distinguirlos de otras señales. Un comando para mover el cilindro “A”, su código será un simple “A+”. Evidentemente, “A-“ es el comando para hacer retroceder al cilindro A.

### **10.5.2 Secuencia de dos cilindros**

Con estos códigos, nosotros podemos escribir una secuencia de dos cilindros, por ejemplo con:

A+, B+, A-, B-

No puede haber dudas acerca de la secuencia de movimientos.

Ahora llega la cuestión de ver de donde salen estos comandos. La respuesta es bastante simple: de las válvulas de rodillos de palanca que detectan los puntos finales de la carrera. Ellos también necesitan un código; éste estará confeccionado de una forma bastante lógica.

Como la posición inicial “menos” es llamada “cero”. Es obvio codificar con “ $a_0$ ” la válvula que detecta la posición inicial del cilindro “A”; la posición opuesta es entonces llamada “ $a_1$ ”. Para mayor claridad, las señales son siempre codificadas con letras minúsculas. Las posiciones de detección son designadas mediante un índice.

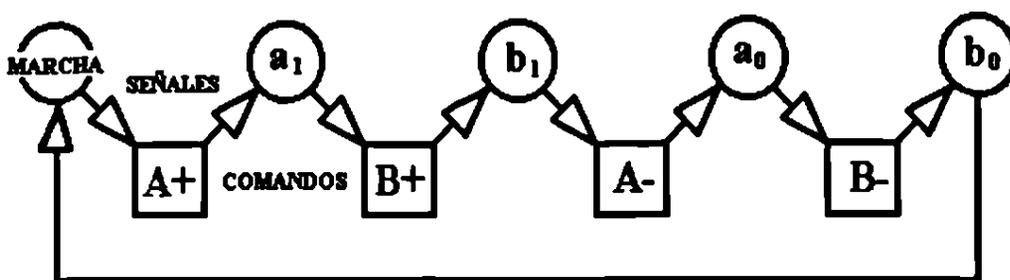
De todo ello, resulta obvio que la finalización de un comando (...+) estará señalizado por la señal de presión que nosotros “convertiremos” como código “ $a_1$ ”, etc. Con estos códigos podemos escribir la solución para la secuencia mencionada con anterioridad tal y como sigue:

$$A+ \rightarrow a_1 \rightarrow b+ \rightarrow b_1 \rightarrow A- \rightarrow a_0 \rightarrow B- \rightarrow b_0$$

También necesitamos una válvula de accionamiento manual para arrancar y finalizar la secuencia. Está situada en línea prioritaria para el primer comando A+. Cuando la secuencia necesite continuar entonces la válvula depuesta en marcha deberá permanecer abierta, pero si el circuito es desactivado a mitad de ciclo, éste continuará hasta que todos los movimientos de la secuencia hayan sido completados y el ciclo vuelva a su posición inicial.

Esto significa que la última señal;  $b_0$ , ha aparecido pero es incapaz de pasar a través de la válvula de puesta en marcha. Esta es otra aplicación de la función elemental “AND” (Y) de la figura 10.13. El comando A+ necesita ambas señales: “ $b_0$ ” y “ $s_t$ ” (start). Esto se escribe en álgebra normal “ $s_t \bullet b_0$ ”.

Nos podremos referir a esto como un “circuito cerrado”. La secuencia de señales y comandos es como sigue:



**Figura 10.20** Secuencia de señales y comandos de un circuito cerrado

La misma secuencia de este diagrama de bloques está dibujada como circuito neumático en la figura 10.21, con símbolos ISO. Como tenemos ahora codificadas las válvulas de finales de carrera de acuerdo con su posición, no es necesario dibujar el circuito como un mapa con éstas mostradas en sus emplazamientos físicos reales, cerca de los cilindros, o indicándolas con números como en las figuras 10.17 y 10.18.

La norma es dibujar todos los cilindros en la parte superior, directamente debajo de ellos, sus correspondientes válvulas principales de mando y debajo de ellas, las válvulas que proporcionan las señales de final de carrera. En circuitos más sofisticados, podrá haber válvulas adicionales en un nivel intermedio entre las válvulas principales y las de señal. Este es el caso de la figura 10.21 con la válvula de puesta en marcha “ $s_1$ ”.

### 10.5.3 Ciclo único, ciclo continuo

Este tipo de válvula usada para poner en marcha una secuencia es lo que determina la diferencia entre los 2 ciclos: si es una válvula monoestable y nosotros la accionamos, se realizará un ciclo único. En el caso de una válvula biestable, el ciclo se repetirá continuamente hasta que desconectemos la válvula. No importa cuando lo hagamos, el circuito siempre completaría el ciclo y entonces pararía.

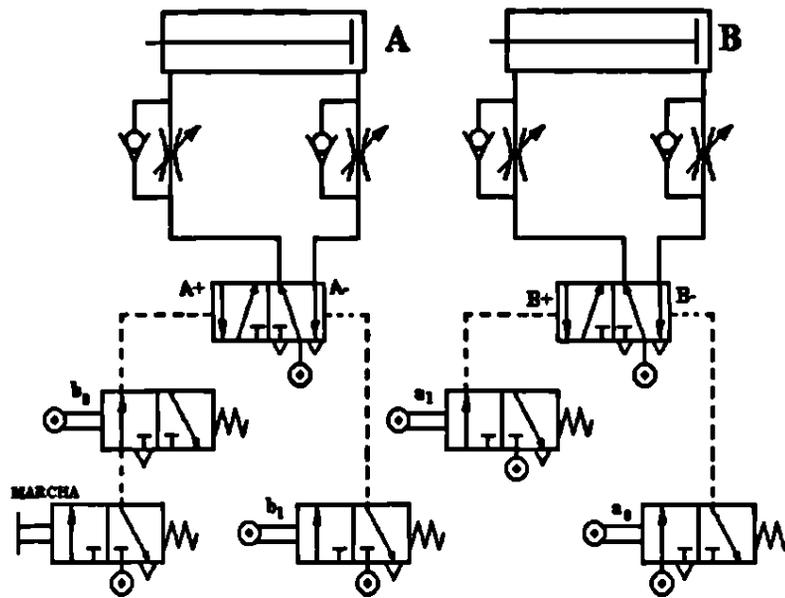


Figura 10.21 Circuito para la secuencia A+, B+, A-, B-

## 10.6 Comandos opuestos

### Eliminación con una señal de corta duración

#### 10.6.1 Anclaje. Control de presión

Los cilindros de simple efecto de carrera corta son utilizados a menudo para sujeción. Si bien casi todos ellos pueden llevar incorporados detectores para control eléctrico, esto no da suficiente seguridad. ¿La parte que debe ser mecanizada está suficientemente amarrada para aguantar las fuerzas ejercidas sobre ella durante el mecanizado? La única señal fiable es la que nos indica que hay suficiente presión detrás del émbolo. Para esto se emplean las válvulas secuenciales. Estas permiten al operador ajustar la presión mínima requerida para un amarre seguro.

La presión que han de detectar es la presión de amarrado del cilindro. Por eso la entrada de pilotaje debe ser conectada con una r a la vía de alimentación del cilindro; la

señal de salida pondrá en marcha la operación de mecanizado (cilindro "B"). El cilindro tiene que retroceder inmediatamente después de que la operación haya finalizado, por ejemplo, el final de carrera, válvula  $b_1$ , proporciona esta información.

Aquí nos encontramos un problema: B es incapaz de retroceder mientras el cilindro de amarre "A" esté presurizado pero, por otro lado, éste no debe retroceder y soltar el amarre antes de que el dispositivo mecanizado haya vuelto a su posición Inicial. Podemos, de nuevo, utilizar el cilindro básico de la figura 10.9 para resolver este problema transformando la señal permanente de la válvula secuencial en una señal de corta duración. El ciclo es arrancado manualmente, pero en la práctica el operador insertará un componente para ser mecanizado y entonces mantendrá el pulsador accionado hasta que el trabajo está completado.

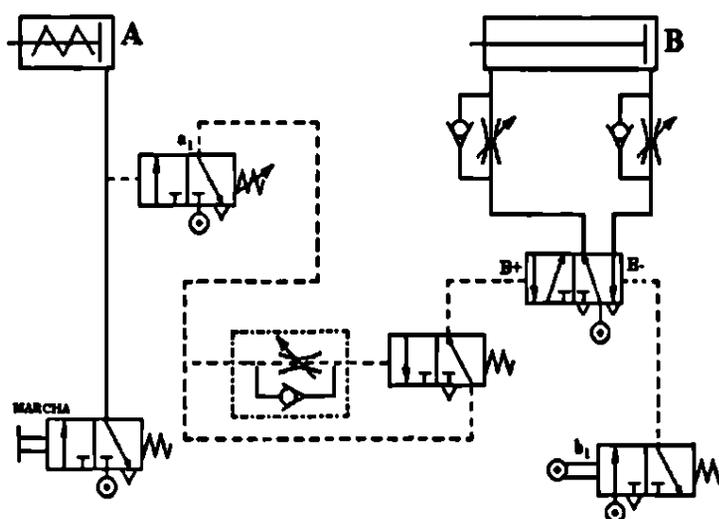
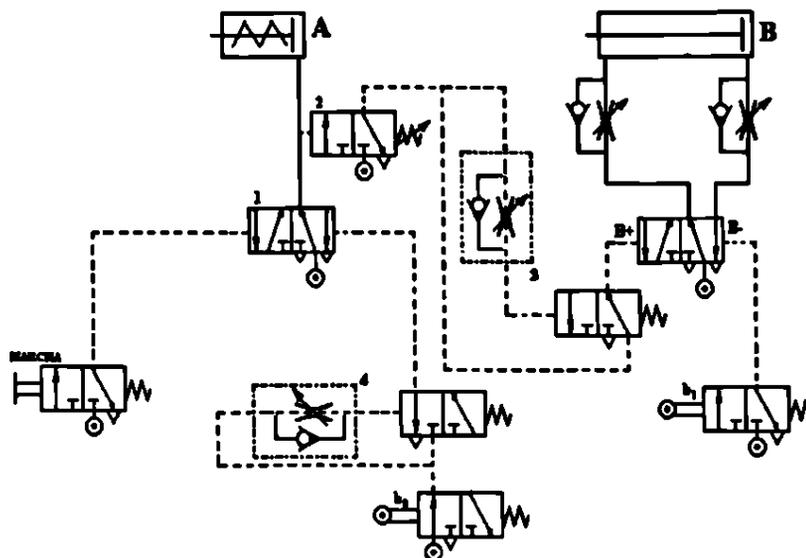


Figura 10.22 Circuito para amarrado y mecanizado

De cualquier forma, hay una imperfección: si el operador suelta el pulsador después de que el mecanizado haya comenzado, la mordaza se abrirá. Tenemos que prevenir esto. La solución es "memorizar" la señal de arranque manual con el circulo de la figura 10.16. Para la función de la válvula 1, usaremos una válvula que detecte la posición inicial del cilindro B, la válvula " $b_0$ ". Pero esta válvula está accionada en la posición inicial, cuando se ha producido el amarre y tiene que salir B. Esto significa que hay otra

“señal permanente” que tendremos que eliminar haciendo de ella una señal de corta duración. Esto nos da como resultado el circuito de la figura 10.23.



**Figura 10.23** Amarrado y mecanizado con enclavamiento adicional

### 10.6.2 Sistema de cascada

Debemos admitir que la forma en que hemos eliminado las señales permanentes en el ejemplo anterior puede ser el mejor método. Debe haber una solución más simple y fiable.

La verdadera solución es poner a escape todas las señales permanentes que se puedan “solapar”. No mediante montajes temporizados sino con el accionamiento de una válvula de selección como en el circuito de la figura 10.3. El problema es conocer dónde ha de estar puesta cada válvula y cómo debe ser conmutada y conectada.

Existe un procedimiento simple para el diseño de circuitos secuenciales llamado “Sistema Cascada”. El ciclo es dividido en dos o más grupos. Para posteriores

explicaciones supondremos que hay sólo dos grupos. Cada uno tiene una línea de suministro procedente de la válvula de selección.

La división de los grupos, por ejemplo del ciclo “A+, B+, A-, B-”, se realiza de la siguiente manera:

Observando cada comando, de izquierda a derecha, podemos subdividir los comandos en grupos; la regla será que en cada grupo sólo se podrá incluir un comando de cada actuador, bien sea + o -. En nuestro caso sería:

A+, B+	B-, A.
Grupo I	Grupo II

Este principio es igualmente aplicable para ciclos más largos. Cuando se tiene tres o más grupos, no es necesario arrancar el ciclo con un nuevo grupo: el fin de ciclo pueda estar en medio de un grupo. La válvula de puesta en marcha y parada está, simplemente, colocada en línea con el primer comando del ciclo. Algunas veces tiene que trasladarse para encontrar el menor número de grupos.

Las demás reglas serán explicadas en el siguiente diagrama de bloques.

1. Primera válvula principal que debe ser accionada por el grupo I.
2. Todas las válvulas de fin de carrera del grupo I, excepto la que detecta que el último movimiento del grupo ha finalizado.
3. Todos los comandos de las válvulas principales del grupo I son alimentados desde la “línea de grupo”
4. El detector del final de la última carrera del grupo I conmuta la válvula de selección; la “línea de grupo I” se pone a escape y la del grupo II es alimentada con presión.
5. Válvula principal del cilindro que realiza la primera carrera del grupo II.

6. Todas las válvulas de fin de carrera que proporcionan los comandos del grupo II, excepto la última.
7. Todos los comandos del grupo II, proporcionados por las válvulas de fin de carrera están alimentados desde la línea de grupo II.
8. El detector de la última carrera del grupo II vuelve a conmutar la válvula de selección a su posición anterior.

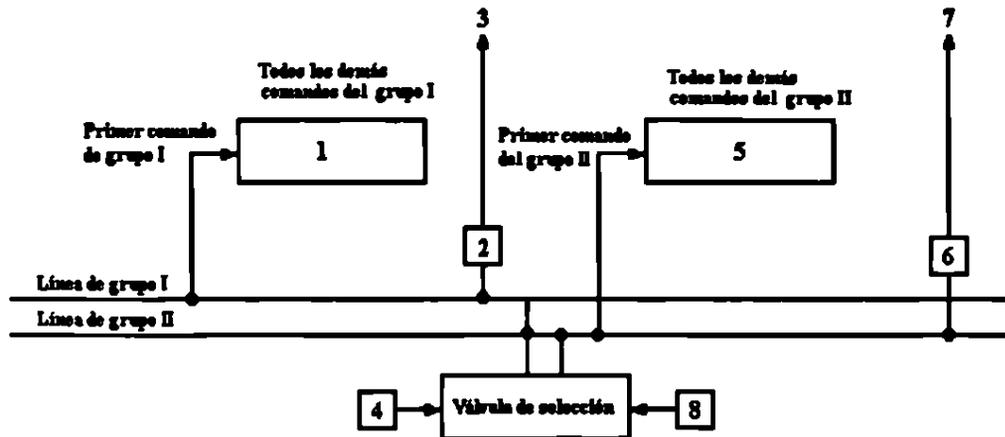


Figura 10.24 Reglas

Los pasos del circuito son ahora bastante fáciles. El interruptor de puesta en marcha y parada está siempre insertado en línea con el primer comando del ciclo. En el ejemplo anterior el ciclo termina al finalizar un grupo. Pero éste no es siempre el caso y, como se ha mencionado, no es necesario.

Esto se demostrará con un ejemplo: el ciclo dado as:

$A+ B+ A- C- D+ D- B- C+$

Si comenzamos a subdividir desde el principio de ciclo, obtenemos tres grupos de la forma:

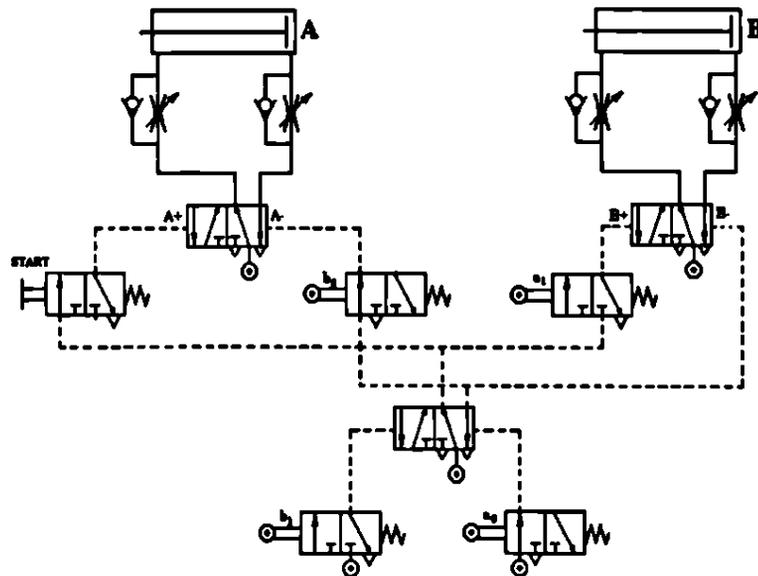
$A + B + A - C - D + D - B - C +$

Es mejor subdividirlo comenzando un paso más tarde:

$A + B + A - C - D + D - B - C +$

y obtenemos solamente dos grupos. La válvula de cascada será conmutada primero mediante “a<sub>1</sub>” y volverá a su posición inicial mediante d<sub>1</sub>. La válvula de puesta en marcha y parada estará en la conexión que va desde c<sub>1</sub> la entrada del comando A+.

Recuerde que los finales de carrera accionados en la posición de reposo del sistema deberán ser dibujados con sus símbolos en dicha posición.



**Figura 10.25** Dos cilindros en cascada

# CAPÍTULO 11

## CASO PRÁCTICO

### **Dobladora de Lámina**

Esta dobladora esta diseñada en base a un sistema neumático y funciona según los siguientes pasos:

1. Entra la lámina y es prensada con una aplanadora la cual consta de tres pistones los cuales usan o tienen determinada presión o fuerza para sujetar la lámina.
2. Entra un seguro como sistema de seguridad para que no tenga movimiento alguno la prensa, antes de ser doblada la lámina
3. Entra la dobladora la cual es accionada por 2 pistones. Estos tienen la capacidad para levantar la dobladora y doblar la lámina.
4. Ya doblada la lámina, regresa la dobladora a su estado inicial, sale el seguro y regresan los pistones que están aplanando la lámina.

Todo esto lo hace en 7 segundos, tomando en cuenta el tiempo que se tarda en acomodar la lámina y sacarla de la máquina. Existen diferentes puntos que fueron tomados en cuenta para el diseño mecánico como para el diseño neumático así como los ciclos por minuto que se necesitan para sacar cierta producción en un tiempo determinado.

A continuación se muestran los cálculos realizados para la selección de los cilindros así como la utilización de válvulas y el consumo de aire.

Esta máquina será instalada en una empresa (INFRISA) la cual se dedica a la fabricación de refrigeradores industriales y congeladoras comerciales.

- Presión de Aire

La presión de línea es de  $7 \text{ kg/cm}^2$

Se trabajará con equipo neumático marca SMC.

Primero se hará la selección de los cilindros que servirán como aplanadora o prensa.

### **Datos del Cilindro**

Tipo de cilindro: Series CQ2 marca SMC según catálogo

$\phi = 63 \text{ mm}$

Carrera= 75 mm

Presión de línea =  $7 \text{ kg/cm}^2$

1 cm = 10 mm

**Solución:**

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi(60 \text{ cm})^2}{4}$$

$$A = 31.172 \text{ cm}^2$$

Cálculo de la fuerza del cilindro

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}} \quad \left( P = \frac{F}{A} \right)$$

$$F = PA$$

$$F = \left( 7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) (31.172 \text{ cm}^2)$$

$$F = 218.2 \text{ kgf}$$

Para sujetar la lámina se utilizarán 3 cilindros por lo tanto:

$$218.2 \text{ kgf} \times 3$$

$$\underline{654.62 \text{ kgf}}$$

654.62 kgf es la fuerza suficiente para sujetar la lámina y no tenga ningún movimiento.

Ahora veamos el consumo de aire que tendrán los 3 cilindros.

**Datos:**

$$Q_{cil} \text{ [lts/min]}$$

$$\phi = 63 \text{ mm}$$

$$L = 75 \text{ mm}$$

$$P = 7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\# \text{ ciclos x minuto} = 8 \text{ ciclos/min}$$

$$1 \text{ lts} = 1000 \text{ cm}^3$$

**Solución:**

$$Q_{cil} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \left( \frac{P_{atm} + P_{man}}{P_{atm}} \right) \cdot \frac{\# \text{ ciclos}}{\text{min}} (2)$$

$$Q_{cil} = \frac{\pi(6.3\text{cm})^2}{4} \cdot (7.5\text{cm}) \left( \frac{1 \text{ kg}}{\text{cm}^2} + 7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) \cdot (8)(2)$$

$$Q_{cil} = (31.172\text{cm}^2)(7.5\text{cm})(8) \left( 8 \frac{\# \text{ ciclos}}{\text{min}} \right) (2)$$

$$Q_{cil} = \left( 29925.55 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \right) \left( \frac{1 \text{ lts}}{1000 \text{ cm}^3} \right)$$

$$Q_{cil} = 29.92 \text{ lts/min}$$

Este es el consumo que tendrá cada cilindro según los ciclos por minuto.

Lo anterior fueron los cálculos para los cilindros que se van a utilizar como prensa.

A continuación se hará el cálculo para los cilindros que actuarán para doblar la lámina, en cuanto al cilindro que servirá como sistema de seguridad no se toma mucho en cuenta ya que es un cilindro pequeño, al último se mostrarán los cálculos de éste y se concluirá que su consumo es despreciable.

Cálculos para los cilindros que doblarán la lámina.

**Datos:**

El cilindro seleccionado será: Series C95 Marca SMC

$$\phi = 80 \text{ mm}$$

$$L = 400 \text{ mm}$$

$$P = 7 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi(8.0\text{cm})^2}{4}$$

$$A = 50.26\text{cm}^2$$

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

$$F = PA$$

$$F = \left(7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)(50.26\text{cm}^2)$$

$$F = 351.85 \text{ kgf}$$

Como son 2 cilindros la fuerza es proporcional

$$F = (351.85 \text{ kgf}) (2)$$

$$\underline{F = 7036.716 \text{ kgf}}$$

### Consumo de Aire del cilindro

$$\phi = 80 \text{ mm}$$

$$L = 400 \text{ mm}$$

$$P = 7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\# \text{ ciclos x minuto} = 8 \text{ ciclos/min}$$

### Solución:

$$Q_{\text{cil}} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \left( \frac{P_{\text{atm}} + P_{\text{man}}}{P_{\text{atm}}} \right) \cdot \frac{\# \text{ ciclos}}{\text{min}} (2)$$

$$Q_{\text{cil}} = \frac{\pi (8.0 \text{ cm})^2}{4} \cdot (40 \text{ cm}) \left( \frac{1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + 7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \right) \cdot (8)(2)$$

$$Q_{\text{cil}} = (2010.62 \text{ cm}^2) (8) \left( 8 \frac{\# \text{ ciclos}}{\text{min}} \right) (2)$$

$$Q_{\text{cil}} = \left( 257359.27 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \right) \left( \frac{1 \text{ lts}}{1000 \text{ cm}^3} \right)$$

$$Q_{\text{cil}} = 257.359 \text{ lts/min}$$

Para cada 1 HP un compresor teóricamente entrega 4.5 CFM (pies cúbicos por minuto)

Conversión a litros por minuto

$$\left( \frac{4.5 \text{ pies}^3}{\text{min}} \right) \left( \frac{(12 \text{ plg})^3}{(1 \text{ pie})^3} \right) \left( \frac{(2.54 \text{ cm})^3}{(1 \text{ plg})^3} \right) \left( \frac{1 \text{ mL}}{1 \text{ cm}^3} \right) \left( \frac{1 \text{ lts}}{1000 \text{ mL}} \right)$$

$$4.5 \text{ CFM} = 127.42 \text{ lts/min}$$

1HP entrega 127.42 lts/min

Para la aplanadora se usaron 3 cilindros. El consumo fue de

$$(1) \quad Q_{\text{cil}} = (29.92 \text{ lts/min})(3)$$

$$Q_{\text{cil}} = (89.76 \text{ lts/min})$$

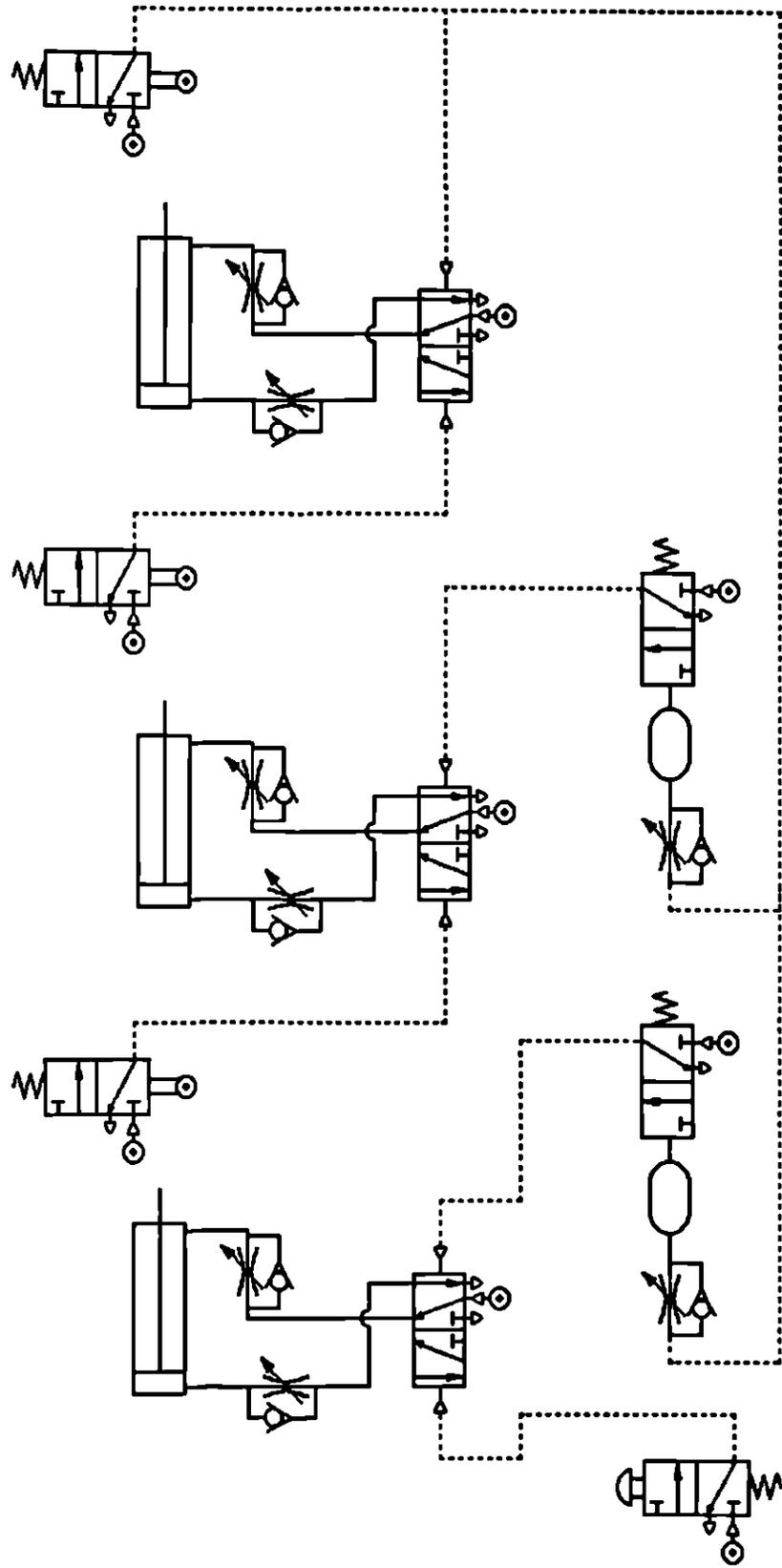
$$(2) \quad Q_{\text{cil}} = (257.359 \text{ lts/min})(2)$$

$$\underline{Q_{\text{cil}} = 514.72 \text{ lts/min}}$$

El consumo total será de 604.47 lts/min

Como por cada HP entrega 127.42 lts/min con un compresor arriba de 5 HP será suficiente para hacer funcionar la máquina sin ningún problema.

# CIRCUITO BÁSICO DE OPERACIÓN PARA LA MÁQUINA DOBLADORA DE LÁMINA



## Diagrama de secuencia

### Datos:

Cilindro A = Prensa

Cilindro B = Seguro

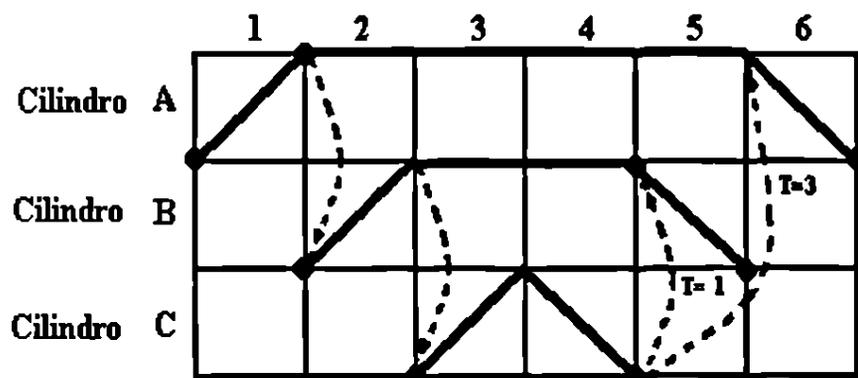
Cilindro C = Dobladora

T = Tiempo en segundos

Secuencia de los cilindros

A → | B → | C → | C ← | B ← | A ←

A+, B+ C+, C-, B-, A-



# **CAPÍTULO 12**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **16.1 Conclusiones**

Esperamos que en esta Tesis se haya logrado el objetivo principal de proporcionar a los alumnos una información básica completa sobre los sistemas neumáticos.

Otro de los objetivos es que el contenido de esta Tesis pudiera ser utilizado como apoyo en la materia de Potencia Fluida.

## 16.2 Recomendaciones

Para el cálculo y diseño de los sistemas neumáticos se recomienda tomar en cuenta las normas siguientes:

DIN ISO1219	Especificaciones sobre componentes neumáticos.
DIN ISO 40700	Normas para simbología lógica en neumática.
DIN ISO 40719	Normas para la elaboración de planos eléctricos de control que pueden emplearse en la neumática.
DIN ISO 6431, DIN 24335	Especificaciones para cilindros de doble efecto

# BIBLIOGRAFÍA

**Introducción a la Neumática**

**Manual del Usuario**

Festo Dicactic

**Neumática**

S.M.C. Internacional training

**Neumática**

Festo Dicactic

# LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
3.1	Sistema neumático básico	10
4.1	Unidades y escalas para la medición de presión	19
4.2	Recipiente que contiene un gas	20
4.3	Depósito con un gas aplicando calor	23
4.4	Venturímetro	26
4.5	Diagrama presión contra gasto	30
5.1	Tipos de compresores	35
5.2	Compresor de émbolo de una sola etapa	36
5.3	Compresor de émbolo de dos etapas	36
5.4	Compresor de diafragma	37
5.5	Compresor de paleta	38
5.6	Compresor de tornillo	39
5.7	Compresor axial	40
5.8	Compresor radial	41
5.9	Diagrama de caudal	42
5.10	Caudal	43
5.11	Presión	45
5.12	Accionamiento	45
5.13	Regulación por apertura de la aspiración	47
5.14	Regulación intermitente	49
5.15	Acumulador	50
5.16	Principio de un post-refrigerador refrigerado por aire	53
5.17	Principio de un post-enfriador por agua	53
5.18	Principio del secador de aire por absorción	55

5.19	Principio del secador de aire por absorción regenerado por pérdida de calor	56
5.20	Principio del secador de aire por refrigeración	58
5.21	Típico filtro de línea	59
5.22	Típica configuración de línea principal con final en línea muerta.	60
5.23	Conducto principal en anillo	61
5.24	Salidas de aire (a) y agua (b)	62
5.25	Purga automática de flotador	63
5.26	Purga automática motorizada	64
5.27	Nomograma para el cálculo del tamaño del diámetro de la tubería de los conductos principales	67
5.28	Ejemplo de conexión por inserción	71
5.29	Ejemplo de conexión por presión, tipo de codo	72
5.30	Ejemplo de conexión autoestanca	73
6.1	Típico Filtro separador y purga automática opcional	76
6.2	Filtro micrónico típico	76
6.3	Definición esquemática de 7 grados de filtraje	79
6.4	Principio del regulador de presión	82
6.5	Función de descarga	83
6.6	Principio de regulador de caudal compensado	84
6.7	Regulador de presión completamente compensado	85
6.8	Regulador de presión piloteado internamente	86
6.9	Regulador - filtro	87
6.10	Diagrama de caudal / presión	88
6.11	Lubricador proporcional	90
6.12	Unidad de mantenimiento y símbolo	92
6.13	Unidad de Mantenimiento de R 1/8"	93
7.1	Cilindro de simple efecto del tipo "normalmente dentro	95
7.2	Cilindro de doble efecto	96
7.3	Partes componentes de un cilindro de doble efecto con amortiguación neumática	97

7.4	<b>Principio de amortiguación por aire</b>	<b>98</b>
7.5	<b>Principio del doble vástago</b>	<b>99</b>
7.6	<b>Aplicación típica de un cilindro de doble vástago</b>	<b>99</b>
7.7	<b>Principio del cilindro tándem</b>	<b>100</b>
7.8	<b>Dos tipos de cilindros multiposicionales</b>	<b>101</b>
7.9	<b>Cilindro con unidad de bloqueo.</b>	<b>102</b>
7.10	<b>Cilindro de vástagos paralelos.</b>	<b>102</b>
7.11	<b>Principio del cilindro plano</b>	<b>103</b>
7.12	<b>Vástago antigiro</b>	<b>104</b>
7.13	<b>Varios métodos de fijación del cilindro</b>	<b>104</b>
7.14	<b>Junta flotante</b>	<b>105</b>
7.15	<b>Fuerzas teóricas de cilindros neumáticos con diámetros desde 2.5 hasta 30 mm (series de la izquierda y superiores) y desde 32 hasta 300 mm. (Series a la derecha e inferiores) para presiones de trabajo de 10.7 y 5 bares.</b>	<b>107</b>
7.16	<b>Composición de fuerzas para una determinada carga</b>	<b>108</b>
7.17	<b>Consumo teórico de aire en los cilindros</b>	<b>112</b>
7.18	<b>Cilindro sin vástago con fijación magnética entre el émbolo y el carro</b>	<b>119</b>
7.19	<b>Cilindro sin vástago con acoplamiento mecánico</b>	<b>119</b>
7.20	<b>Unidad deslizante típica</b>	<b>120</b>
7.21	<b>Cilindro de vástago hueco con conexión estática para aplicaciones de vacío.</b>	<b>121</b>
7.22	<b>Pinza neumática de apertura angular</b>	<b>122</b>
7.23	<b>Unidad de giro de piñón – cremallera</b>	<b>123</b>
7.24	<b>Unidad de giro por paleta</b>	<b>123</b>
7.25	<b>Formulario de los momentos de inercia para elementos de distintas formas</b>	<b>126</b>
7.26	<b>Parada de los brazos y las masas en giro</b>	<b>127</b>
7.27	<b>Representación de la velocidad angular</b>	<b>127</b>
7.28	<b>Energía máxima en velocidad media y final</b>	<b>128</b>

8.1	Varios tipos de válvulas y métodos de cierre hermético	131
8.2	Principales tipos de válvula de vástago vertical.	132
8.3	Válvula de asiento vertical accionada mecánicamente	133
8.4	Válvula de asiento vertical equilibrada de 3/2	134
8.5	Válvula de tirador con juntas tóricas en el tirador que cruzan las aperturas del cilindro.	135
8.6	Válvula de tirador con juntas fijadas en el cuerpo de la válvula	135
8.7	Válvula con tirador de anillo ovalado	136
8.8	Principio de la válvula de tirador sin juntas	136
8.9	Válvula de corredera plana de 5/2	137
8.10	Sección de una válvula de disco y disco para función de 4/3 con centro cerrado.	138
8.11	Principales accionamientos mecánicos.	139
8.12	Cuidado con los rodillos de palanca y excéntricas	139
8.13	Principales accionamientos manuales monoestables	140
8.14	Accionamientos manuales biestables	140
8.15	Válvula de 3/2 accionada por aire con retomo por muelle, asistido por retorno por aire.	141
8.16	Válvula de 3/2 accionada por aire con retomo por resorte de aire	142
8.17	Válvula biestable de 5/2 (accionada por doble pilotaje neumática).	143
8.18	Accionamiento mecánico indirecto	144
8.19	Válvula de tipo de asiento vertical de retorno por resorte y accionamiento por solenoide de 3/2.	145
8.20	Electroválvula de accionamiento directo de 5/2 con retorno por resorte	145
8.21	Electroválvula monoestable de 5/2 con tirador con juntas de material elastómero.	145
8.22	Electroválvula de 5/3 accionada por piloto con centro cerrado y centrado por resorte.	146
8.23	Bloque de válvulas.	147
8.24	Placa base múltiple	148

8.25	<b>Placa base acoplada con tres válvulas y una posición obturada.</b>	<b>149</b>
8.26	<b>Válvula anti-retorno</b>	<b>153</b>
8.27	<b>Controlador de velocidad</b>	<b>154</b>
8.28	<b>Válvula selectora de circuito</b>	<b>154</b>
8.29	<b>Válvula de escape rápido.</b>	<b>155</b>
9.1	<b>Símbolos para la sección de alimentación de energía</b>	<b>158</b>
9.2	<b>Símbolos de vías: Símbolos de conmutación</b>	<b>159</b>
9.3	<b>Válvulas de vías: Conexiones y posiciones</b>	<b>160</b>
9.4	<b>Ejemplos de denominación</b>	<b>162</b>
9.5	<b>(continuación) Tipos de accionamiento</b>	<b>164</b>
9.6	<b>Válvula de antirretorno y sus variantes</b>	<b>166</b>
9.7	<b>Válvulas de estrangulación</b>	<b>167</b>
9.8	<b>Válvulas de presión</b>	<b>168</b>
9.9	<b>Movimiento rotativo</b>	<b>170</b>
9.10	<b>Símbolos auxiliares</b>	<b>171</b>
10.1	<b>Amplificación del caudal o control indirecto de una válvula.</b>	<b>177</b>
10.2	<b>Inversión de la señal: si se activa la válvula 1 la presión sobre la salida de la válvula 2 desaparece y reaparece cuando se suelta la válvula 1.</b>	<b>178</b>
10.3	<b>Selección entre dos circuitos con una válvula monoestable de 3/2 accionada manualmente</b>	<b>179</b>
10.4	<b>Paso de rojo a verde por medio de la válvula de accionamiento manual o mecánico 1 y de verde a rojo con la válvula 2 (las válvulas 1 y 2 proporcionan señales momentáneas).</b>	<b>180</b>
10.5	<b>Relación presión/tiempo del aire comprimido que fluye por un orificio en un volumen.</b>	<b>181</b>
10.6	<b>Las cuatro funciones de temporización</b>	<b>182</b>
10.7	<b>Temporización a la conexión</b>	<b>182</b>
10.8	<b>Temporización a la desconexión</b>	<b>183</b>
10.9	<b>Impulso de conexión</b>	<b>184</b>
10.10	<b>Impulso de presión al desaparecer una señal</b>	<b>185</b>

10.11	Control directo de un cilindro de simple efecto	186
10.12	Accionamiento de un cilindro de simple efecto desde dos puntos	187
10.13	Enclavamiento de seguridad, función AND	188
10.14	Inversión de señal: el cilindro retrocede mientras la válvula 1 esté accionada.	189
10.15	Control directo de un cilindro de doble efecto	190
10.16	Mantenimiento de las posiciones de un cilindro de doble efecto.	191
10.17	Retorno automático de un cilindro	192
10.18	Retorno automático de un cilindro incluso con una señal permanente	193
10.19	Repetición de carrera de forma cíclica mientras la válvula 1 permanezca accionada.	194
10.20	Secuencia de señales y comandos de un circuito cerrado	197
10.21	Circuito para la secuencia A+, B+, A-, B-	198
10.22	Circuito para amarrado y mecanizado	199
10.23	Amarrado y mecanizado con enclavamiento adicional	200
10.24	Reglas	202
10.25	Dos cilindros en cascada	203

# LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
4.1	Unidades y escalas para la medición de presión	15
4.2	Unidades no métricas	16
4.3	Gramos de agua por metro cúbico para diferentes temperaturas	28
5.1	Longitudes de tubería equivalentes para accesorios del conducto principal.	68
5.2	Especificaciones de las tuberías de gas estándar de acero al carbono (SGP)	69
5.3	Manguera forrada de tela	70
6.1	Definición y aplicaciones típicas de las siete calidades del aire	81
7.1	Coefficiente de carga a 5 bar de presión de trabajo y coeficientes	109
7.2	Masa en kg para cilindros desde diámetro 25 a 100 mm, con coeficiente de carga de 85% y 5 bar de presión de trabajo	110
7.3	Consumo teórico de aire en cilindros de doble efecto para diámetros desde 20 mm hasta 100 mm, en litros estándar por cada 100 mm de carrera	114
7.4	Consumo de aire en cilindros de doble efecto en 1/100 mm de carrera, corregidos para compensar las pérdidas por cambios adiabáticos	116

# APÉNDICE A

## DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

### TÉCNICOS

Las definiciones enlistadas aquí se relacionan con el contenido de este manual en el cual usamos dichos términos.

**Desplazamiento.-** El volumen de fluido descargado por un compresor en un tiempo específico, normalmente expresado en pies<sup>3</sup> por minuto.

**Absoluta.-** Una medida que tiene como 0 su punto de partida o básico, la completa ausencia de entidad medida.

**Actuador.-** Un aparato para convertir energía neumática en energía mecánica. Un motor o un cilindro.

**Actuador Lineal.-** Un aparato para convertir energía neumática en movimiento lineal. Un cilindro o un vástago.

**Actuador Rotatorio.-** Un aparato para convertir energía neumática en movimiento rotatorio. Un motor neumático.

**Área Anular.-** El área de un anillo frecuentemente se refiere al área efectiva del lado del vástago del pistón de un cilindro, por ejemplo, el área del pistón menos el área de la sección transversal del vástago.

**Atmósfera.-** Una medida de presión igual a 14.7 psi.

**Caballos de Fuerza (HP).-** La potencia requerida para levantar 550 libras, un pie en un segundo o 33,000 libras un pie en un minuto. Los caballos de fuerza son igual a 746 watts o 42.4 Unidades Térmicas Británicas por minuto.

**Caída de Presión.-** Una diferencia en presión entre cualquiera de dos puntos de un sistema o de un componente.

**Calor.-** La forma de energía que tiene la capacidad de crear calor o de aumentar la temperatura de una sustancia. Cualquier energía que es desperdiciada o usada para resistir la fricción es convertida en calor. El calor es medido por calorías o por las Unidades Térmicas Británicas (BTU'S). Un BTU es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit.

**Cartucho.-** El elemento reemplazable de un filtro de fluido.

**Cilindro.-** Un aparato que convierte potencia neumática en fuerza mecánica lineal y rotatoria. Este normalmente consiste en un elemento movable tal como un pistón y el vástago. Operando dentro del cuerpo del cilíndrico.

**Cilindro de Acción Sencilla.-** Un cilindro en el cual la energía neumática puede producir empuje o movimiento en una dirección solamente. (Puede ser regresado mecánicamente o por gravedad).

**Cilindro Diferencial.-** Cualquier cilindro en el cual las dos áreas opuestas de los pistones no son iguales.

**Cilindro de Doble Acción.-** Un cilindro en el cual la fuerza del fluido pueda ser aplicada al elemento movable en cualquier dirección.

**Circuito.-** Un arreglo de componentes interconectados para desempeñar una función específica dentro de un sistema.

**Circuito de Centro Abierto.-** Uno en el cual el aire fluye libremente a través del sistema y de regreso al depósito es neutral.

**Circuito de Centro Cerrado.-** Uno en el cual el flujo a través del sistema está obstaculizado en neutral y la presión es mantenida al máximo ajuste de control de presión.

**Clasificación en Micrones.-** El tamaño de las partículas que un filtro detendrá.

**Colador.-** Un filtro tosco.

**Componente.-** Unidad neumática sencilla.

**Compresibilidad.-** El cambio en volumen de una unidad de volumen de fluido cuando está sujeta a una unidad de cambio en presión.

**Control.-** Un aparato usado para regular las funciones de un componente neumático.

**Control Manual.-** Un control actuado por un operador. Por ejemplo una palanca o un pedal de pie de control para válvulas direccionales.

**Control Mecánico.-** Cualquier control actuado por uniones, engranes, tornillos, levas y otros elementos mecánicos.

**Convertidor de Torsión.-** Un acoplamiento de fluido rotatorio que sea capaz de multiplicar la torsión.

**Depósito.-** Un recipiente para almacenar el aire a presión.

**Descargar.-** Soltar el flujo (normalmente al ambiente), para evitar que se imponga presión en el sistema o parte del sistema.

**Fuga.-** Fuga interna de aire.

**Desplazamiento.-** La cantidad de fluido que puede pasar a través de un compresor, motor o cilindro en una sola revolución o carrera.

**Desvío.-** Un pasaje secundario para que fluya el flujo.

**Distribuidor.-** Un conductor de fluido que da múltiples orificios para conexiones.

**Eficiencia.-** La eficiencia volumétrica de un compresor es la salida actual en GPM dividida por la salida teórica o designada. La eficiencia total de un sistema hidráulico es la salida de potencia dividida por la potencia de entrada. La eficiencia normalmente es expresada como un porcentaje.

**Émbolo.-** Una parte moldeada en forma cilíndrica la cual tiene un solo diámetro y es usada para transmitir empuje. Un vástago.

**Encerrado.-** Un rectángulo dibujado alrededor de un componente o componentes gráficos para indicar los límites de un ensamble.

**Energía.-** La habilidad o capacidad para hacer un trabajo. Medido en unidades de trabajo.

**Energía Cinética.-** La energía que una substancia o cuerpo tiene en función de la masa y velocidad.

**Enfriador.-** Un intercambiador de calor usado para quitar el calor en un fluido.

**Estrangular.-** Permitir el paso restringido al flujo. Se puede controlar el porcentaje del flujo o crear una deliberada caída de presión.

**Operación Manual.-** Un medio de actuar manualmente un aparato controlado automáticamente.

**Filtro.-** Un aparato el cual su función principal es la retención, por medios porosos, de contaminantes indisolubles del fluido.

**Fluido.-** Es el aire comprimido que se usa.

**Flujo Proporcional.-** En un filtro, la condición en donde parte del flujo pasa a través del elemento filtrador en proporción a la caída de presión.

**Frecuencia.-** El número de veces que sucede una acción en una unidad de tiempo. La frecuencia es la base de todos los sonidos. La frecuencia básica de un motor es igual a la velocidad en revoluciones por segundo multiplicado por el número de cámaras.

**Fuerza.-** Cualquier empuje o jalón medido en unidades de peso. En neumática, la fuerza total es expresada por el producto P (fuerza por unidad de área) y el área de la superficie en el cual la presión actúa-  $F=P \times A$ .

**Intercambiador de Calor.-** Un aparato que transmite el calor a través de una pared conductora de un fluido a otro.

**Línea.-** Un tubo, o una manguera que actúe como conductor de fluido.

**Línea de Presión.-** La línea que lleva el aire que viene de la salida del tanque almacén a la entrada del actuador.

**Medidor de Presión.-** Una escala de presión que ignora la presión atmosférica. Su punto cero es 14.7 psi absoluto.

**Micrón.-** Una millonésima de un metro o más o menos 0.00004 pulgadas.

**Orificio.-** Un término interno o externo de un pasaje en un componente.

**Palanca.-** Un aumento en la fuerza de salida sobre la fuerza de entrada sacrificando la distancia movida. Una ventaja mecánica o multiplicación de fuerza.

**Pasaje.-** Un paso maquinado o perforado conductor de fluido que está dentro o pasa a través de un componente.

**Paso.-** Una restricción, su longitud es pequeña con respecto a la dimensión de su sección cruzada.

**Pistón.-** Una parte moldeada en forma cilíndrica que cabe dentro del cilindro y transmite o recibe movimiento por medio de un vástago conector.

**Porcentaje de Flujo.-** El volumen, masa o peso de un fluido pasando a través de cualquier conductor por unidad de tiempo.

**Presión.-** Fuerza por unidad de área; normalmente expresada en libras por pulgada cuadrada (psi).

**Presión Absoluta.-** La presión arriba del cero absoluto, por ejemplo la suma de la presión medida y presión atmosférica. En vacío el trabajo mencionado es normalmente expresado en milímetros de Mercurio (mm Hg).

**Presión Atmosférica.-** La presión ejercida por la atmósfera en cualquier localización específica. (La presión al nivel del mar es aproximadamente de 14.7 libras por pulgada cuadrada absoluta).

**Presión Excesiva.-** La diferencia entre la presión de rompimiento de una válvula y la presión alcanzada cuando la válvula está pasando el flujo completo.

**Presión Piloto.-** Presión auxiliar usada para actuar o controlar un componente neumático.

**Contra Presión.-** Una presión en serie. Normalmente se refiere a la presión que existe en el lado de descarga de una carga. Esta se suma a la presión requerida para mover la carga.

**Presión de Rompimiento.-** La presión en la cual una válvula actuada por presión empieza a pasar el fluido.

**Punto Muerto.-** La región o banda que no tiene respuesta en donde una señal de error no causará la actuación correspondiente del control variable.

**Recíproco.-** Una oscilación o movimiento de atrás para adelante en línea recta.

**Restricción.-** Una restricción es la longitud de su largo con respecto a la dimensión de su sección cruzada.

**Restricción.-** Un área de sección cruzada reducida en una línea o pasaje que produce una caída de presión.

**Secuencia.-**

1. Ordenar una serie de operaciones o movimientos.
2. Desviar flujo para llevar a cabo una operación o movimiento subsecuentemente.

**Señal.-** Un mandato o indicación de una posición o velocidad deseada.

**Servo Mecanismo (Servo).-** Un mecanismo sujeto a la acción de un aparato de control el cual operará como si éste fuera directamente actuado por el aparato de control, pero capaz de abastecer potencia de salida, las veces que el aparato de control lo indique, ésta potencia siendo derivada de una causa externa e independiente.

**Descompresión.-** El dejar pasar lentamente fluido confinado para reducir la presión del fluido gradualmente.

**Tanque.-** El depósito de aire.

**Torsión.-** Un empuje rotatorio. El esfuerzo o giro, de un motor de fluido, normalmente expresado en pulgadas-libras o libras-pie.

**Trabajo.-** Ejerciendo una fuerza a través de una distancia definida. El trabajo es medido en unidades de fuerza multiplicado por la distancia, por ejemplo, libras-pie.

**Turbina.-** Un aparato rotatorio que es actuador por el impacto de un fluido en movimiento en contra de cuchillas o paletas.

**Vacío.-** Menos presión que la presión atmosférica. Esta es expresada normalmente en pulgadas de Mercurio (m Hg) como se refiere a la existencia de presión atmosférica.

**Válvula.-** Un aparato que controla el fluido. La dirección, la presión o el porcentaje del flujo.

**Válvula de Alivio.-** Una válvula operada por presión la cual desvía el aire, limitando la presión del sistema a un valor máximo predeterminado.

**Válvula de Centro Abierto.-** Una en que todos los orificios están interconectados y se abren entre sí en el centro o en posición neutral.

**Válvula de Centro Cerrado.-** Una en que todos los orificios están obstruidos en el centro o en posición neutral.

**Válvula de Contrabalance.-** Una válvula de control de presión la cual mantiene la contrapresión para evitar que se caiga la carga.

**Válvula de Control de Flujo.-** Una válvula que controla en porcentaje de aire que fluye.

**Válvula de Cuatro Pasos.-** Una válvula direccional que tiene cuatro pasos de flujo.

**Válvula Check.-** Una válvula que permite el fluido de flujo en una sola dirección.

**Válvula Direccional.-** Una válvula, la cual selectivamente dirige y evita el fluido de flujo a los canales deseados.

**Válvula de Dos Pasos.-** Una válvula de control direccional de dos pasos de flujo.

**Válvula de Inversión.-** Una válvula direccional de cuatro pasos usada para regresar un cilindro de doble acción o un motor reversible.

**Válvula Piloto.-** Una válvula auxiliar usada para controlar la operación de otra válvula. La fase controladora de una válvula de dos fases.

**Válvula de Presión Máxima.-** (Véase válvula de alivio).

**Válvula Reductora de Presión.-** Una válvula que limita la presión máxima en su salida sin importar la presión de entrada.

**Válvula de Secuencia.-** Una válvula operada por presión la cual, con su ajuste, desvía el flujo a una línea secundaria mientras detiene una presión mínima predeterminada en la línea principal.

**Válvula Servo Electro-Neumática.-** Una válvula tipo direccional que recibe una señal eléctrica variable o controlada y la cual controla y mide el flujo neumático.

**Vástago.-** Un cilindro de acción sencilla con un émbolo de un diámetro. El émbolo en un cilindro tipo vástago.

**Velocidad.-**

1. La velocidad del flujo a través de una línea neumática. Expresado en pies por segundo (ft/seg) o pulgadas por segundo (pulg/seg).
2. La velocidad de un componente rotatorio medido en revoluciones por minuto.

**Venteo.-** El permitir que se abra una válvula de control de presión al abrir su orificio piloto (conexión venteada) a presión atmosférica.

**Volumen.-**

1. El tamaño del espacio o cámara en unidades cúbicas.
2. Aplicado a la salida de un compresor en CFM (pies cúbicos por minuto).

**APÉNDICE B**

**TABLAS DE SELECCIÓN DE**

**VÁLVULAS, ACTUADORES Y TIMER**

## 4/5 port Air Operated Valve

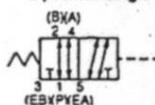
## Series VSA4□40

Large valve capacity  
Rc(PT)3/4: Cv4.44  
Long life (Over 20 million cycles)



## JIS symbol

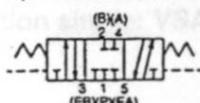
## 2 position single



## 2 position double



## 3 position closed center



## 3 position exhaust center



## Model

Valve model	Body size	Configuration	Port size Rc(PT)	Effective area (mm <sup>2</sup> ) (Cv)	Pilot port Rc(PT)	Weight (1) (kg)
VSA4140-03	1/2	2 position single	3/8	57.0 (3.17)	Rc(PT) 1/8	1.31
VSA4140-04			1/2	68.0 (3.78)	Rc(PT) 1/8	
VSA4140-06			3/4	80.0 (4.44)	Rc(PT) 1/8	
VSA4240-03	1/2	2 position double	3/8	57.0 (3.17)	Rc(PT) 1/8	1.50
VSA4240-04			1/2	68.0 (3.78)	Rc(PT) 1/8	
VSA4240-06			3/4	80.0 (4.44)	Rc(PT) 1/8	
VSA4340-04	1/2	3 position closed center	1/2	68.0 (3.78)	Rc(PT) 1/8	1.73
VSA4340-06			3/4	80.0 (4.44)	Rc(PT) 1/8	
VSA4440-04	1/2	3 position exhaust center	1/2	68.0 (3.78)	Rc(PT) 1/8	1.73
VSA4440-06			3/4	80.0 (4.44)	Rc(PT) 1/8	

Note 1) The table shows the value without sub-plate. With sub-plate: Add 0.6kg for Rc1/2, 1.4kg for Rc3/4.

## Specifications

Max. operating pressure	1.0MPa
Pilot air pressure	0.1 to 1.0MPa
Ambient and fluid temperature	-10 to 60°C (1)
Lubrication	Not required (2)
Impact/Vibration resistance (m/s <sup>2</sup> ) (3)	150/50
Enclosure	Dust proof (Enclosure class 0) (4)

Note 1) Use dry air to prevent condensation when operating at low temperature.

Note 2) Use turbine oil class 1 (ISO VG32) if lubricated.

Note 3) Impact resistance: No malfunction from test using drop impact tester, to axis and right angle directions of main valve, each one time when pilot signal is ON and OFF. (Initial valve)

Vibration resistance: No malfunction from test with 8.3 to 2000Hz 1 sweep, to axis and right angle directions of main valve, such one time when pilot signal is ON and OFF. (Initial valve)

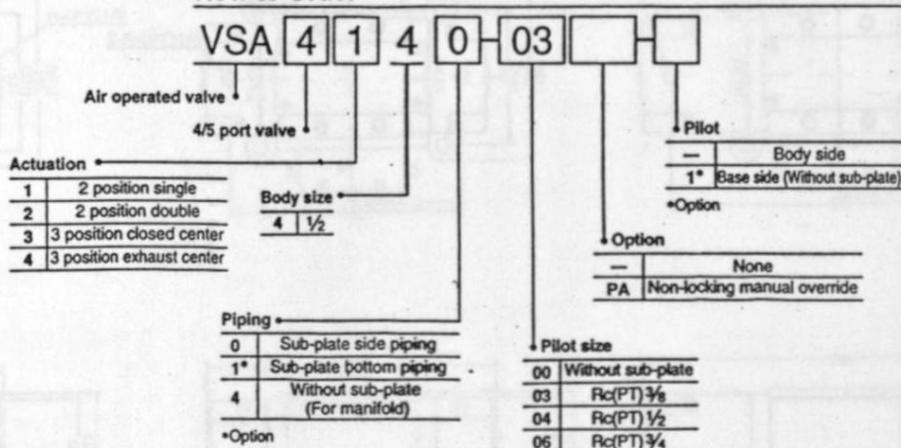
Note 4) As per JIS C0920

- Manifold possible.
- When requiring bottom piping, please specify it.

## Sub-plate Assembly Part No.: VS4040-S-06

•Mounting bolt and gasket are not attached.

## How to Order



## ⚠ Caution

Refer to p.0-33 to 0-36 for Safety Instruction and common precautions.

# Time Delay Valve

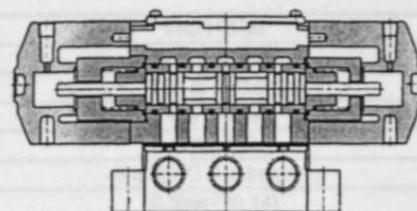
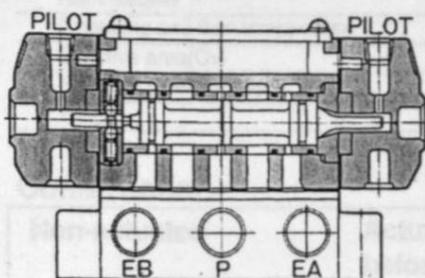
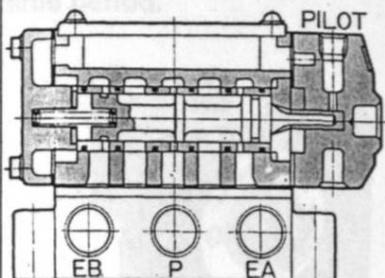
## Construction

2 position single: VSA4140

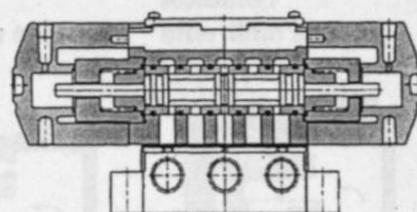
2 position double: VSA4240

3 position closed center: VSA4340

Combination of adjustable orifice and fixed flow allows transmission of a pneumatic signal after a fixed time delay.



3 position exhaust center: VSA4440



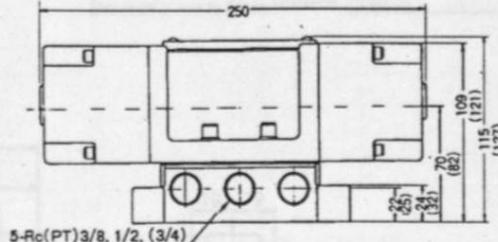
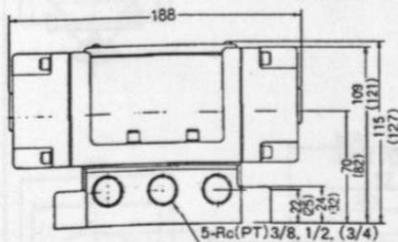
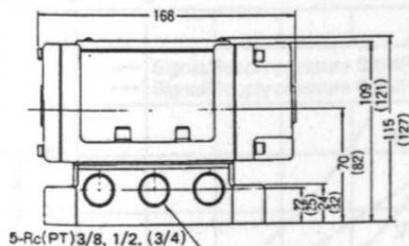
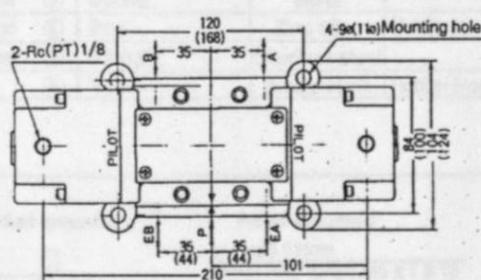
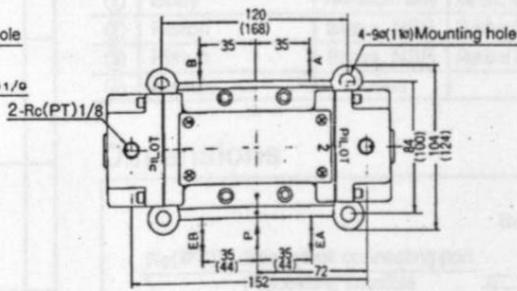
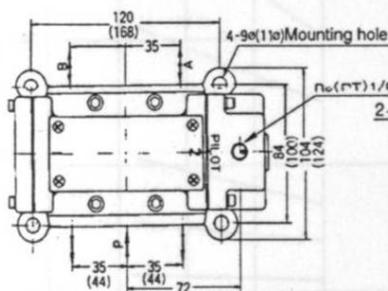
## Dimensions

2 position single: VSA4140

2 position double: VSA4240

3 position closed center: VSA4340

3 position exhaust center: VSA4440



( ) : Value for RC(PT) 3/4