



# INGENIERÍA DE FLUIDOS

## Práctica de laboratorio 1:

# MONTAJE DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS

### 1. OBJETO DE LA PRÁCTICA

Su propósito genérico es servir de introducción práctica a los sistemas de accionamiento neumáticos mediante el montaje en banco de distintos tipos básicos de circuitos neumáticos para el accionamiento controlado de cargas, y la comprobación de las posibilidades de operación conseguidas en cada caso. La práctica se realiza en el *Banco Neumático* disponible en el laboratorio del Área de Mecánica de Fluidos de la EPSIG. Como objetivos específicos se tienen:

- Conocer la nomenclatura y símbolos de la normativa CETOP (Comité Europeo de Transmisiones Oleohidráulicas y Neumáticas), sobre los componentes y circuitos de los sistemas oleohidráulicos y neumáticos.
- Plantear el funcionamiento básico de instalaciones neumáticas simples, considerando aspectos tales como: las variables físicas de interés, los órdenes de magnitud de esas variables, los elementos básicos disponibles, los modos de combinación de los elementos para obtener el efecto útil deseado, etc.
- Presentar formal y funcionalmente los circuitos básicos que se pueden montar en el banco disponible, observando en cada caso las distintas posibilidades de operación así como sus limitaciones.
- Introducir las técnicas de diseño y adaptación de circuitos neumáticos para distintos tipos de aplicaciones prácticas.

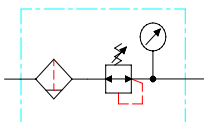
### 2. INSTALACIÓN Y ELEMENTOS DISPONIBLES

Para la realización de la práctica se dispone de dos bancos de pruebas independientes, de carácter didáctico. Cada uno de ellos consta de un panel provisto con unas ranuras o raíles sobre los que se han de fijar los componentes de cada circuito. Cada panel recibe el aire comprimido desde la red del edificio a través de un acondicionador con regulador de presión, manómetro y válvula de bloqueo manual del aire. Bajo las mesas de trabajo se encuentran los elementos disponibles para el montaje de los circuitos, agrupados en cajones.

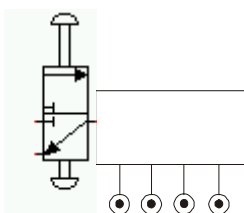
A continuación se enumeran los elementos básicos disponibles para esta práctica; incluyéndose los símbolos normalizados y una breve descripción funcional de cada uno.



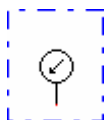
**Fuente de presión:** representa la toma donde se tiene disponible el aire comprimido. Es una toma perteneciente a la red de aire comprimido del edificio, que a su vez es alimentada en modo intermitente por un compresor.



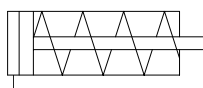
**Unidad de tratamiento de aire:** es un conjunto de elementos que incluye un filtro, un manómetro y un regulador de presión para fijar la presión de trabajo desde 0 bar hasta la máxima presión que nos suministre el compresor.



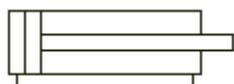
**Distribuidor:** este elemento, que va conectado con la unidad de acondicionamiento, permite disponer de varias tomas rápidas para la conexión simultánea de distintos elementos del circuito.



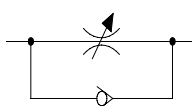
**Manómetro:** medidor de la presión local del fluido.



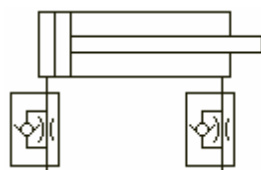
**Actuador lineal de simple efecto:** avance del vástago por suministro de aire comprimido a cámara circular y retroceso por resorte interno.



**Actuador lineal de doble efecto:** avance y retroceso por suministro de aire comprimido a las cámaras circular y anular respectivamente.

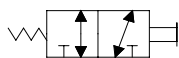


**Regulador de caudal:** este elemento limita el caudal que se dirige hacia un actuador mediante la imposición de una pérdida de carga, regulable. Un antirretorno en paralelo permite el paso libre del aire en el otro sentido.

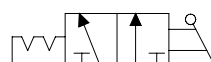


**Actuador lineal de doble efecto con regulación de velocidad:** actuador con válvulas reguladoras de caudal con antirretornos dispuestas en ambos puertos de entrada/salida de aire, para la regulación independiente de las velocidades de avance y el retroceso.

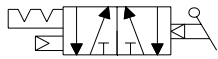
**Válvulas direccionales:** este tipo de válvulas controlan la dirección de circulación del aire. El banco dispone de varios tipos de estas válvulas, residiendo las diferencias entre ellas en el número de vías y en el accionamiento de las mismas.



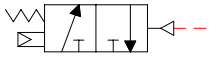
Válvula **3/2** normalmente cerrada o normalmente abierta accionada por pulsador y retorno por muelle.



Válvula **3/2** accionada por selector con enclavamiento



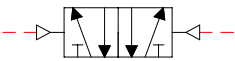
Válvula **5/2** accionada por selector con enclavamiento.



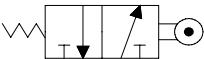
Válvula **3/2** normalmente cerrada accionada por pilotaje neumático y retorno por muelle (monoestable).



Válvula **5/2** accionada por pilotaje neumático y retorno por muelle (monoestable).

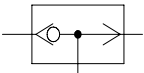


Válvula **5/2** accionada por pilotaje neumático (biestable).

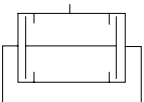


Válvula **3/2** accionada por rodillo y retorno por muelle. Estas válvulas están situadas en los finales de carrera de los cilindros de doble efecto.

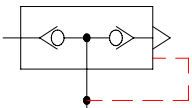
### **Otras válvulas:**



**Válvula selectora de circuito (válvula "O"):** válvula con dos posibles entradas y una salida; en la salida se transmite el aire de la entrada que se encuentra a mayor presión. Se puede interpretar como una válvula que efectúa la función lógica "O": se comunica señal de presión a la salida si existe señal de presión en cualquiera de las dos entradas.



**Válvula de simultaneidad (válvula "Y"):** válvula con dos posibles entradas y una salida; en la salida se transmite el aire de la entrada que se encuentra a menor presión. Se puede interpretar como una válvula que efectúa la función lógica "Y": se comunica señal de presión a la salida si existe señal de presión en las dos entradas simultáneamente.



**Válvula de escape rápido:** variante de la válvula selectora que, en el caso de llegar aire a presión por la toma que correspondería a la salida en una selectora normal, libera directamente ese aire a la atmósfera. Esta válvula se emplea para conseguir un retroceso más rápido de los actuadores lineales, pues permite que el aire de retorno se escape sin apenas pérdidas de carga.

Además de los elementos indicados, para construir los circuitos también se dispone de tubos flexibles de poliuretano, de 4 mm de diámetro y con distintas longitudes, así como de tapones y también de elementos de unión o ramificación de tubos (son uniones de tres puertos).

## **3. MONTAJE DE CIRCUITOS**

Para montar cada circuito sobre el panel de trabajo se han de seguir los pasos:

- i) Interrumpir la llegada de aire comprimido al panel, mediante la válvula de bloqueo de entrada (en la unidad de admisión y acondicionamiento de aire).

- ii) Seleccionar los componentes del circuito que se desea montar, entre el conjunto de elementos disponibles en las cajoneras de elementos de cada banco. Para facilitar su identificación, cada elemento dispone de una etiqueta con su símbolo. También los conectores de las válvulas llevan grabados unos caracteres de identificación de cada puerto de entrada/salida.
- iii) Situar y fijar los componentes en los raíles del panel de trabajo, mediante las correspondientes pinzas o anclajes.
- iv) Situar el vástago de los cilindros en la posición de avance o retroceso según corresponda.
- v) Unir los elementos del circuito mediante los tubos flexibles, insertando cada extremo en las correspondientes tomas de entrada/salida de aire de cada componente. Se ha prestar atención a que los tubos queden bien sujetos en los conectores de las válvulas, para evitar fugas de aire e incluso que se pueda soltar algún tubo una vez que el circuito ya esté en operación. Así mismo, en caso necesario se habrán de taponar aquellas salidas de aire no deseadas que puedan quedar en el circuito (conexiones en T, extremos de conductos no utilizados, etc.).
- vi) Abrir el mando de paso del aire comprimido al circuito, y maniobrar convenientemente las válvulas según el modo de operación previsto para el circuito.

Una vez finalizada la operación del circuito se ha proceder a su desmontaje, comenzando por el bloqueo de paso de aire comprimido al panel mediante la válvula general de paso. Para retirar los tubos de poliuretano de los conectores de cada elemento, se ha de presionar simultáneamente sobre la corona exterior de dichos conectores.

## 4. TRABAJO A REALIZAR

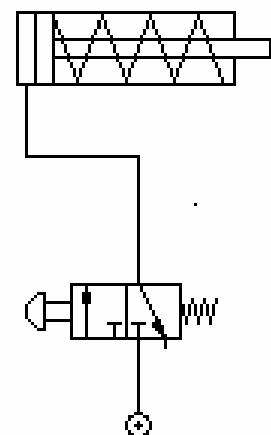
Durante la práctica se habrán de analizar y construir los circuitos básicos indicados a continuación, agrupados en nueve categorías diferentes y ordenados según un grado creciente de dificultad. En cada caso se habrá de seguir el procedimiento de montaje mostrado en el apartado anterior. Una vez montado el circuito y comprobado que funcione según lo previsto, se responderá a las cuestiones planteadas en el texto descriptivo que acompaña a cada circuito en este guión.

### 4.1. Mando directo

#### a) Mando directo de un cilindro de simple efecto.

¿Varía la velocidad de avance y retroceso al modificar el valor de la presión en el regulador de presión de entrada?  
 ¿Por qué? ¿Ocurriría lo mismo si se tratara de un circuito de oleohidráulica?

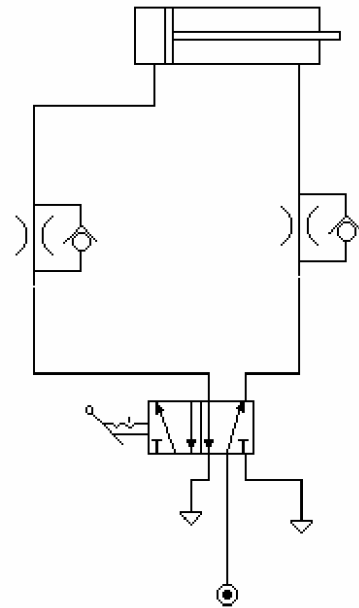
¿Cómo se puede controlar la velocidad de avance y de retroceso manteniendo constante la presión de entrada?



**b) Mando directo de cilindros de doble efecto.**

En este caso los cilindros incorporan reguladores de velocidad en ambos sentidos de desplazamiento.

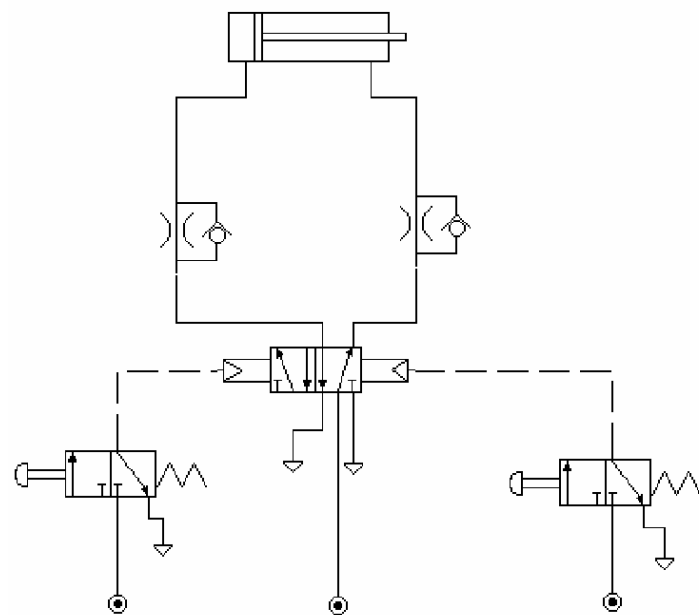
¿Por qué en Neumática se utilizan válvulas de 5 tomas, mientras que en Oleohidráulica se acostumbra a representar válvulas de 4 tomas?



**4.2. Mando indirecto**

**a) Mando indirecto de cilindros de doble efecto con válvulas biestables.**

Se tiene mando indirecto cuando el estado de activación de las válvulas distribuidoras principales está a su vez controlado mediante pilotajes neumáticos. Muy habitualmente estas señales de pilotaje no son continuas, sino que consisten en meros pulsos de presión, de muy corta duración. Para mantener el estado de activación de las válvulas principales incluso después de desaparecer la señal de pilotaje se emplean las denominadas *válvulas biestables*, que son válvulas con “memoria”, es decir, no modifican su estado hasta que no reciben un pulso de presión en el pilotaje del estado contrario.



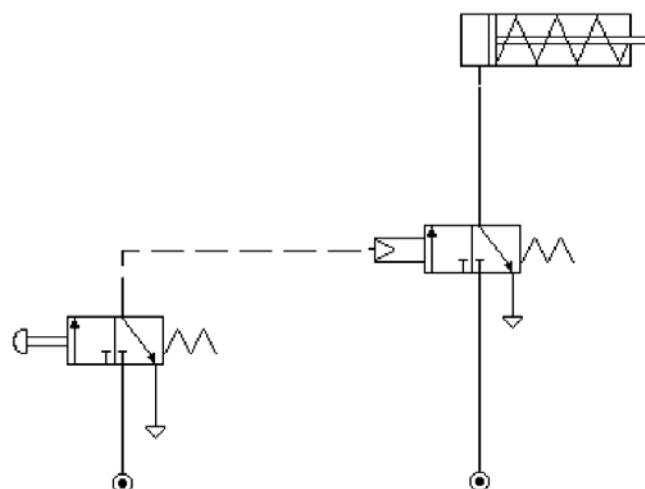
En el circuito de la figura de se desea mantener a voluntad al cilindro en cada uno de los dos fines de carrera. Ello se consigue con una válvula biestable 5/2, que recibe pulsos de pilotaje de mando indirecto desde las válvulas 3/2 de pulsador manual.

¿Qué ocurriría si ambas líneas de pilotaje recibieran la misma presión a la vez? ¿Por qué? ¿Y si las presiones de las líneas de pilotaje fueran diferentes?

**b) Mando indirecto de cilindros de simple efecto, con válvula monoestable.**

En este circuito la válvula principal es *monoestable*, es decir, en cuanto se anula la presión del único pilotaje de esta válvula, su estado siempre va a ser el que imponga el muelle de la válvula.

¿Qué ventajas representa la utilización del mando indirecto tal y como se muestra en la figura?

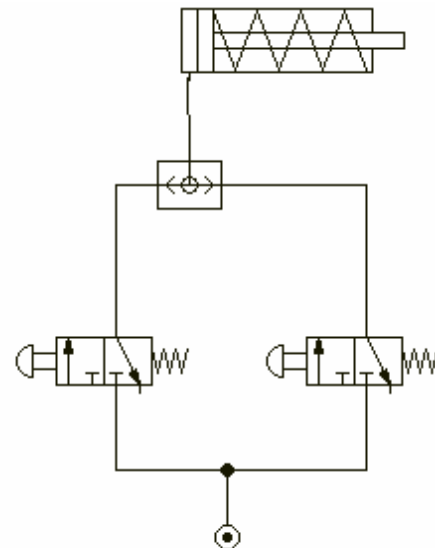


c) Mando de un cilindro de simple efecto con válvula selectora (función lógica "O") desde dos puntos diferentes.

¿Cuándo puede interesar utilizar una válvula selectora de circuito?

¿Cómo se consigue que retorne el cilindro?

Si se conectan señales de presión diferentes por cada lado de la válvula selectora, ¿cuál actuaría sobre el cilindro?

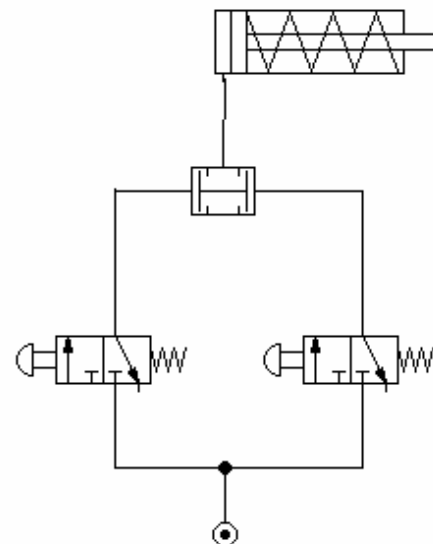


d) Mando condicional de un cilindro de simple efecto (función lógica "Y"), con condiciones desde dos puntos diferentes.

Esta función se puede realizar utilizando una válvula de simultaneidad. Si las señales de presión que vinieran por cada lado de la válvula de simultaneidad fueran diferentes, ¿cuál actuaría sobre el cilindro?

Constrúyase un circuito funcionalmente equivalente sin utilizar la válvula de simultaneidad (función lógica "Y"). Señálese las ventajas e inconvenientes de dicho circuito.

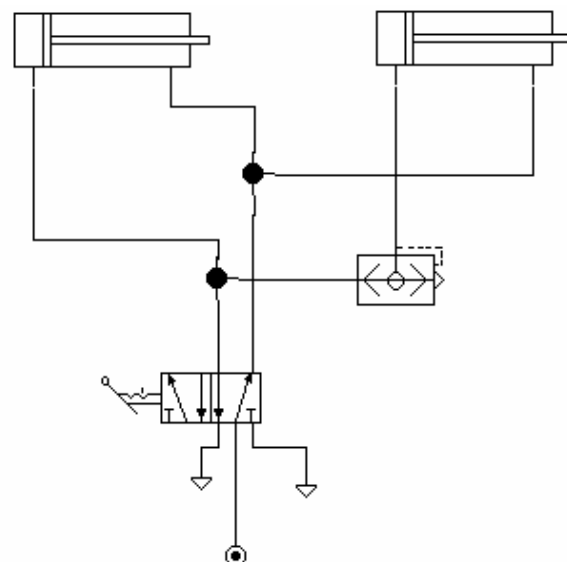
Dibuje un circuito equivalente para un actuador de doble efecto.



e) Retorno rápido de cilindro mediante válvula de escape rápido.

¿Cuál es el efecto de la válvula de escape rápido en el circuito de la figura?

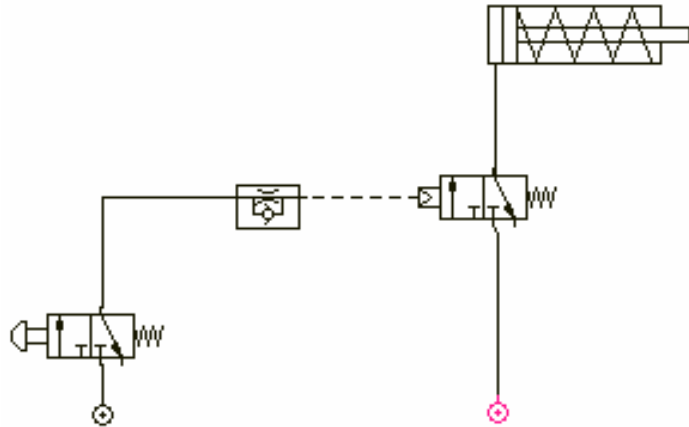
¿Se podría pensar en utilizar un elemento similar en un circuito oleohidráulico?



### 4.3. Mando con dependencia temporal.

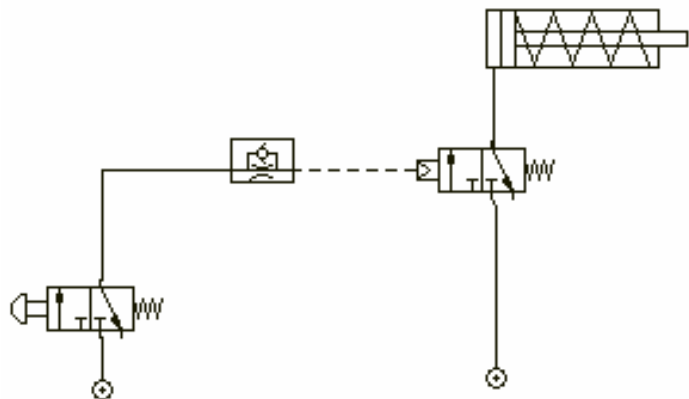
En los circuitos neumáticos es sencillo conseguir una dependencia temporal del movimiento de los actuadores o de la actuación de las válvulas gracias a la compresibilidad del aire, pues se necesita un cierto tiempo para cambiar la presión de un volumen fijo. La temporización (es decir, el retardo en tener lugar un cambio en el modo de operación del circuito) se puede conseguir insertando acumuladores en las líneas, o, también, mediante la imposición de una resistencia aerodinámica creada, por ejemplo, con un regulador de caudal.

a) Temporización a la conexión. En el circuito de la figura se puede retrasar la señal de mando de avance del cilindro, señal dada por una válvula de pulsado manual; el retardo conseguido depende del grado de cierre de la válvula reguladora de caudal.

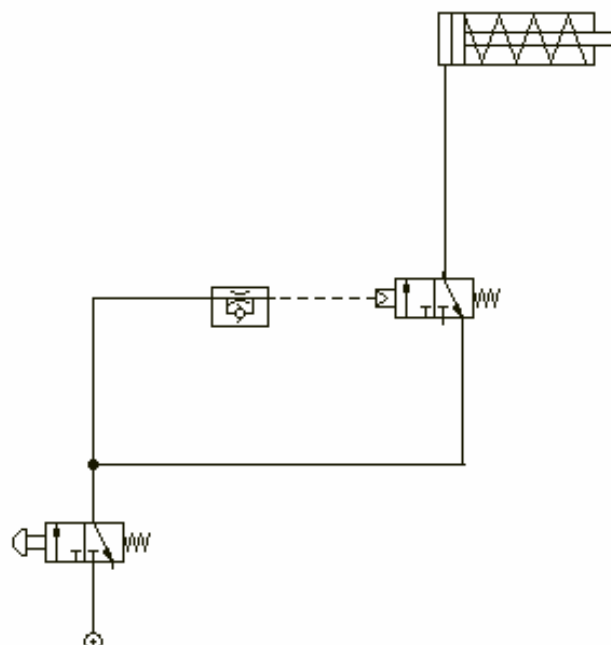


¿Cómo se podría conseguir el efecto de temporización utilizando un depósito o acumulador en vez de una válvula reguladora de caudal?

b) Temporización a la desconexión. En este caso se ha invertido la posición del antirretorno asociado a la válvula estranguladora, con lo que se consigue retrasar la señal de retroceso del actuador.



c) Impulso a la conexión. Si la señal de presión se conecta a una válvula monoestable normalmente abierta y pilotada por la misma señal, no habrá presión a la salida de la misma. Sin embargo, si se retrasa su pilotaje, el aire comprimido puede pasar hasta que sea efectivo el pilotaje después de la temporización. Se consigue así el avance y el retroceso consecutivo del cilindro, con un único pulso de la válvula de mando. (Nota: la válvula pilotada de la figura no está disponible en el banco. Elíjase entre las existentes otra que realice la misma función).

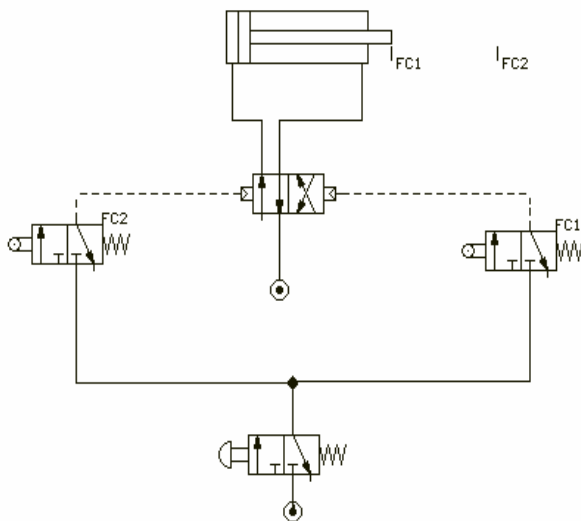
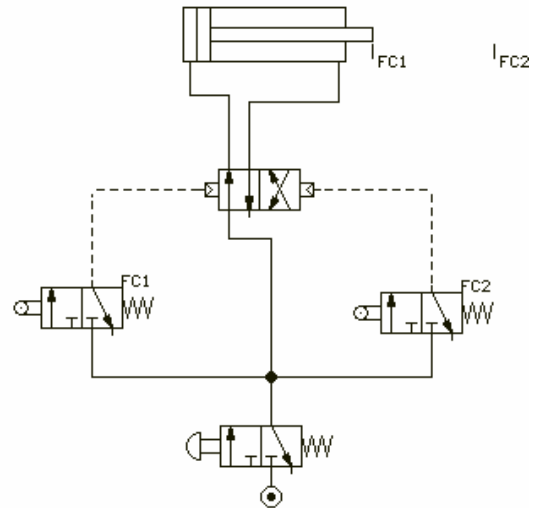


¿Cómo se puede conseguir el avance completo del cilindro?

### 4.4. Automatismos

En este banco se pueden realizar movimientos automáticos de cilindros de dos formas: mediante temporización, con las técnicas del apartado anterior, y mediante sensores de final de carrera de los actuadores. En concreto se dispone de válvulas direccionales 3/2 de acción mecánica, que conmutan cuando durante el movimiento del cilindro el extremo de su vástago alcanza la posición de la válvula, presionando sobre un rodillo. La utilización de la temporización exige un ajuste preciso para la válvula de regulación de caudal, que no es necesario con los finales de carrera.

a) Movimientos cíclicos de cilindros con fines de carrera. El circuito de la figura (a la derecha) cuenta con las válvulas designadas como FC1 y FC2, dispuestas en sendos extremos de la carrera del cilindro, que permiten el paso de un pulso de presión cuando el extremo del vástago se posiciona sobre ellas. Esos pulsos controlan el estado de la válvula principal, que es biestable,



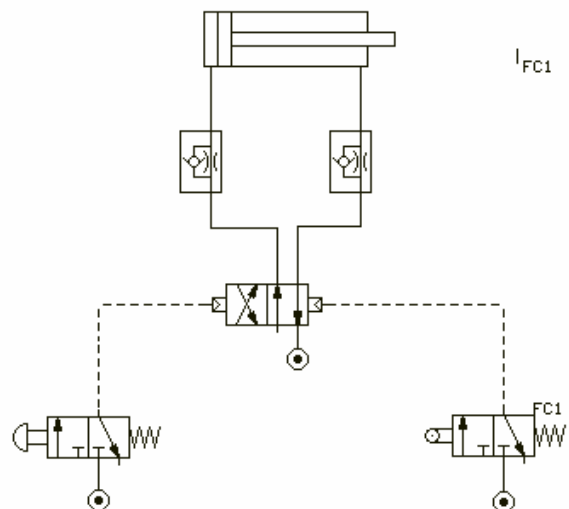
de modo que se consigue que el cilindro avance y retroceda indefinidamente mientras no se interrumpa el suministro de aire comprimido con la válvula direccional manual.

Con el circuito anterior el cilindro se puede detener en cualquier posición a lo largo de su carrera. Sin embargo, normalmente se prefiere obligar a que, tras darse la orden de parada, el cilindro continúe su

movimiento hasta alcanzar un final de carrera. Esta condición se consigue con el circuito de la izquierda. ¿Cómo se habría de modificar el circuito para que el cilindro siempre se pare en el estado de retroceso completo (es decir, en la posición de FC1)?.

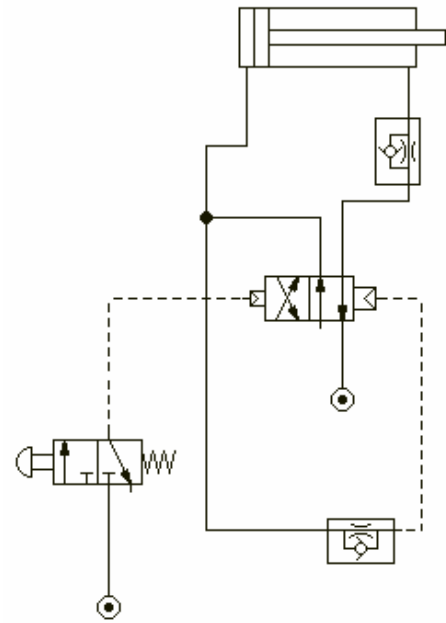
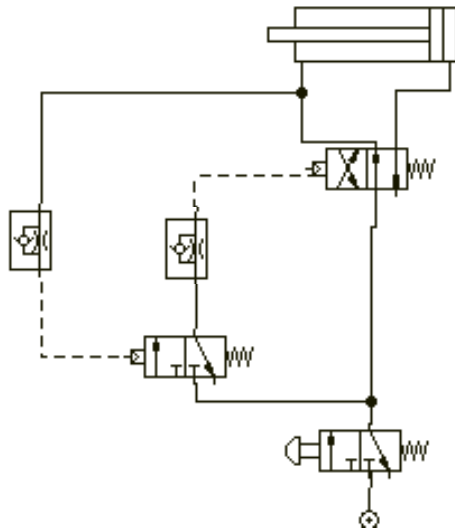
En el circuito de la derecha cada pulsado de la válvula manual da lugar al avance y retorno automático de un cilindro, utilizando el final de carrera FC1.

¿Qué ocurre si la válvula de mando manual se mantiene pulsada cuando el cilindro alcanza el final de carrera? Modifíquese este circuito para asegurar que el cilindro retroceda tras llegar a FC1, aunque aún siga activada la válvula de mando manual.



**b) Movimientos cíclicos de cilindros con temporización.**

Con el circuito de la figura, a cada pulso de la válvula de mando manual le corresponde un ciclo de avance y retroceso. La extensión de la carrera es tanto mayor cuanto mayor sea el grado de estrangulamiento en la línea de pilotaje de la válvula biestable. Si el grado de estrangulamiento es suficientemente grande también se puede imponer un tiempo de espera entre avance y retroceso.

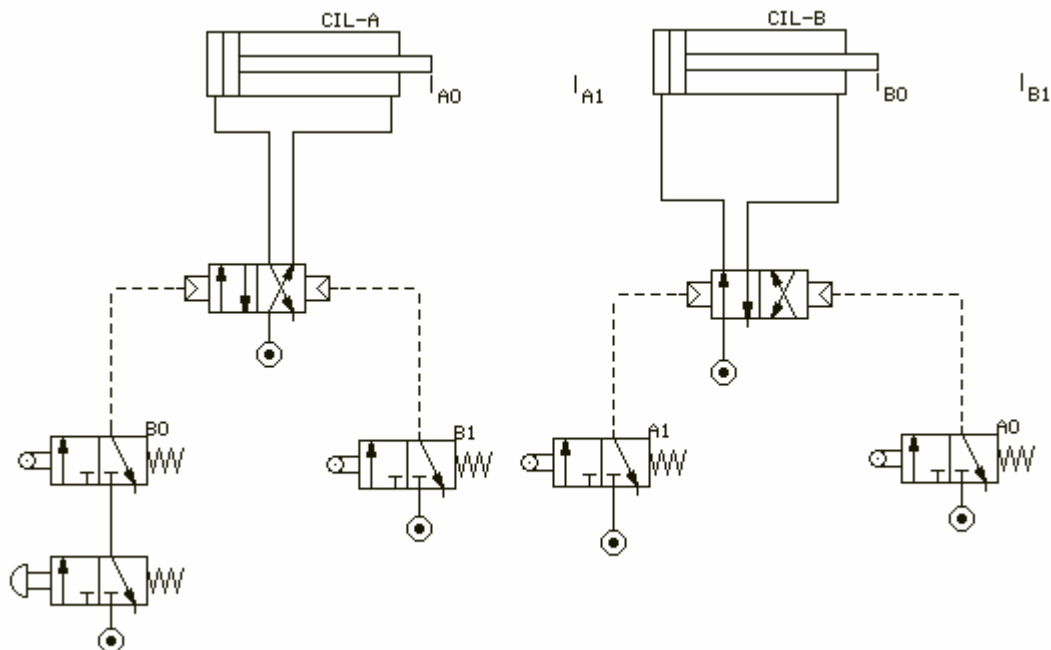


Con el circuito de la izquierda se puede conseguir una sucesión continua de avances y retrocesos mientras se tenga activada la válvula direccional manual. Como en el caso anterior, el grado de estrangulamiento de las válvulas reguladoras de caudal permite variar la longitud de la carrera, y también se pueden intercalar tiempos de espera en cada cambio de sentido.

Si tuviera que elegir entre temporización o la utilización de finales de carrera para movimientos automatizados, ¿qué elegiría? Cite ventajas e inconvenientes de cada tipo de sistema.

**4.5. Secuencias**

Con las distintas técnicas descritas en los apartados anteriores resulta sencillo automatizar movimientos de varios cilindros, según una determinada secuencia de avances y



retrocesos. El caso más simple a considerar es el de dos cilindros, A y B, que han de realizar la secuencia de movimientos **A+**, **B+**, **A-**, **B-**, donde el signo + representa el movimiento de avance y el signo – el de retroceso. Ésa es la secuencia conseguida con el circuito anterior, que emplea una válvula biestable para cada cilindro más cuatro válvulas 3/2 de fin de carrera, situadas en cada extremo de la carrera de ambos cilindros. Cuando se accionan las válvulas de fin de carrera (por ser pisadas por el correspondiente vástago), éstas dejan pasar presión a una de las líneas de pilotaje de las válvulas biestables, concretamente a la que active el siguiente movimiento de la secuencia.

En el circuito anterior, que incorpora la secuencia **A+**, **B+**, **A-**, **B-**, cuando las válvulas biestables reciben una nueva señal de pilotaje siempre se ha desactivado ya la señal de pilotaje opuesta. Sin embargo esa condición ya no se cumpliría para secuencias con otros órdenes de movimientos (por ejemplo **A+**, **A-**, **B+**, **B-**) si simplemente se probase a cambiar las líneas de pilotaje sobre el circuito anterior, con lo que el circuito no funcionaría. Para asegurar que las válvulas biestables no reciban señales de pilotaje opuestas a la vez, para esta otra secuencia resulta necesario forzar a que se desactiven las señales de pilotaje antiguas. Ello se puede conseguir mediante:

- i) Por temporización, mediante la técnica de impulso a la conexión, es decir, a la manera del circuito c) del apartado 4.3.
- ii) Con una nueva válvula biestable 4/2 (ó 5/2) que esté controlada por los pulsos de los fines de carrera que den lugar a conflicto, y cuyas salidas permitan alimentar o aislar según convenga a las señales de pilotaje de las válvulas biestables principales.

Estúdiese la aplicación de ambos métodos para conseguir la secuencia de movimientos **A+**, **A-**, **B+**, **B-**.

## 5. FINALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

Al acabar la práctica se desmontarán todas las conexiones realizadas, dejando los componentes en los correspondientes cajones bajo la mesa de trabajo.

El desarrollo completo de la práctica incluye la realización de un breve informe en el que se describan los circuitos montados y su funcionamiento, y se dé respuesta a las preguntas suscitadas en este guión para cada circuito.