

Vimos en la unidad anterior cómo podíamos aprovechar la energía de los fluidos para ejercer grandes fuerzas.

En esta unidad veremos diferentes circuitos neumáticos e hidráulicos que nos permiten materializar esa energía en casos concretos.

Módulo III (Optativo)

Bloque III
Unidad 9

Índice

Índice	2
1.- Introducción.....	3
1.1 Descripción de la unidad didáctica.....	3
1.2 Conocimientos previos	3
1.3 Objetivos didácticos	3
2.- Circuitos Neumáticos Manuales.....	4
2.1 Control de un cilindro de simple efecto	4
2.2 Control de un cilindro de simple efecto regulando la velocidad de salida	4
2.3 Control de un cilindro de simple efecto regulando la velocidad de entrada y salida	5
2.4 Accionamiento de un cilindro de simple efecto desde dos puntos indistintamente	6
2.5 Accionamiento de un cilindro de simple efecto desde dos puntos simultáneamente.....	7
2.6 Accionamiento de un cilindro de doble efecto.....	8
3. Circuitos automáticos y semiautomáticos	8
3.1 Accionamiento a distancia de un cilindro de simple efecto.....	8
3.2 Accionamiento a distancia de un cilindro de doble efecto	10
3.3 Accionamiento manual de la salida de un cilindro de simple efecto y retorno automático10	
3.4 Accionamiento automático de un cilindro de simple efecto	11
4. Circuitos hidráulicos.....	13
4.1 Accionamiento de cilindros hidráulicos	13
4.2 Accionamiento de un cilindro hidráulico de doble efecto	14
4.3 Accionamiento de un cilindro hidráulico de doble efecto con parada intermedia	14
5. Simulación	16
6. Aplicaciones de circuitos neumáticos e hidráulicos.	16
6.1 Frenos hidráulicos en los vehículos	16
6.2 Volquete de camiones y remolques	16
6.3 Accionamiento de los brazos de una excavadora.	16
6.4 Gato elevador hidráulico.	17
7. Actividades	18
7.1 Actividades Propuestas.....	18
7.2 Actividades Complementarias	18
7.3 Ejercicios de autoevaluación.....	18
8. Solucionarios.....	20
8.1 Soluciones de las actividades propuestas	20
8.2 Soluciones de las Actividades Complementarias	21
8.3 Soluciones de los Ejercicios de Autoevaluación	22
9. Glosario	23
10. Bibliografía y recursos	23

1.- Introducción

1.1 Descripción de la unidad didáctica

Vimos en la unidad anterior cómo podíamos aprovechar la energía de los fluidos para ejercer grandes fuerzas

En esta unidad veremos diferentes circuitos neumáticos e hidráulicos que nos permiten materializar esa energía en casos concretos.

1.2 Conocimientos previos

Para abordar esta unidad deberás repasar tus conocimientos sobre:

- Neumática
- Representaciones gráficas

1.3 Objetivos didácticos

Con los conocimientos que adquieras en esta unidad deberías:

- Ser capaz de proyectar circuitos simples.
- Poder representar esquemáticamente los circuitos neumáticos con los que trabajes.

2.- Circuitos Neumáticos Manuales

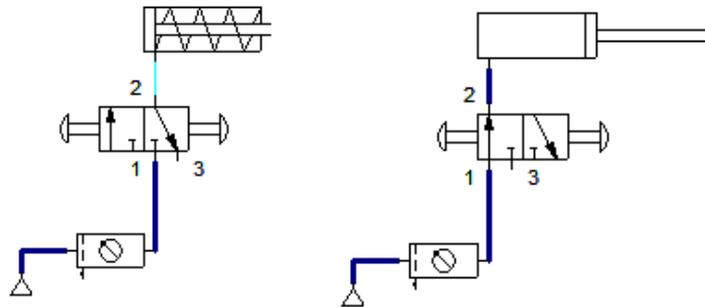
En ellos toda la operación del actuador se realiza con la intervención del operador.

2.1 Control de un cilindro de simple efecto

Colocamos el cilindro de simple efecto.

Para controlarlo incluimos una válvula 3/2 con accionamiento mediante pulsador en sus dos posiciones. El accionamiento podría ser cualquiera de los que conocemos (pedal, rodillo, muelle...)

Alimentamos a través de la unidad de mantenimiento. En muchas representaciones de circuitos, por simplificar, no dibujamos la unidad de mantenimiento y únicamente ponemos una toma de aire que suponemos ya está acondicionada.

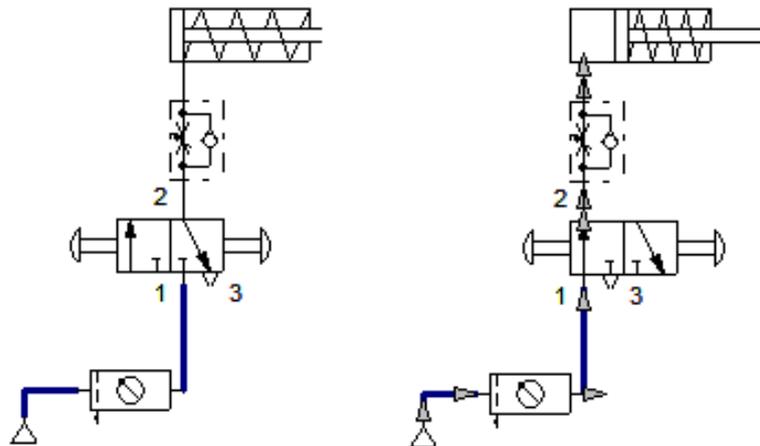


Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

En la posición de la izquierda la válvula está cerrada, no llega presión al cilindro y el vástago permanece retraído por la fuerza del muelle. Al desplazar la válvula hacia la izquierda llega presión a la cámara del cilindro y hace que el émbolo se desplace y salga el vástago.

2.2 Control de un cilindro de simple efecto regulando la velocidad de salida

A partir del circuito anterior colocamos un regulador de caudal unidireccional en la tubería de alimentación del cilindro.

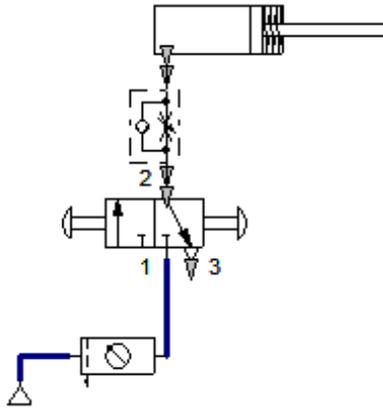


Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

Al extraer presión del cilindro no actúa el antirretorno, por lo que sale el aire rápidamente del cilindro a través de él y el vástago se retrae muy rápidamente (figura derecha).

Cuando hacemos llegar presión al cilindro, el regulador unidireccional regula el paso del fluido por lo que el cilindro sale lentamente (figura izquierda)

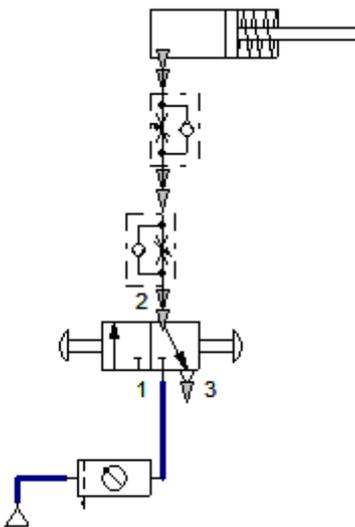
Si invertimos la posición del regulador de caudal controlamos la velocidad de retroceso del vástago en lugar de la de salida.



Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

2.3 Control de un cilindro de simple efecto regulando la velocidad de entrada y salida

Al circuito anterior le añadimos otro regulador unidireccional en serie con el anterior para controlar la velocidad de salida del aire del cilindro y, por tanto, la velocidad de retroceso.



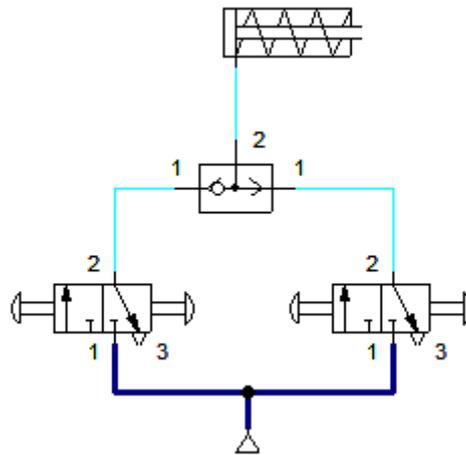
Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

2.4 Accionamiento de un cilindro de simple efecto desde dos puntos indistintamente

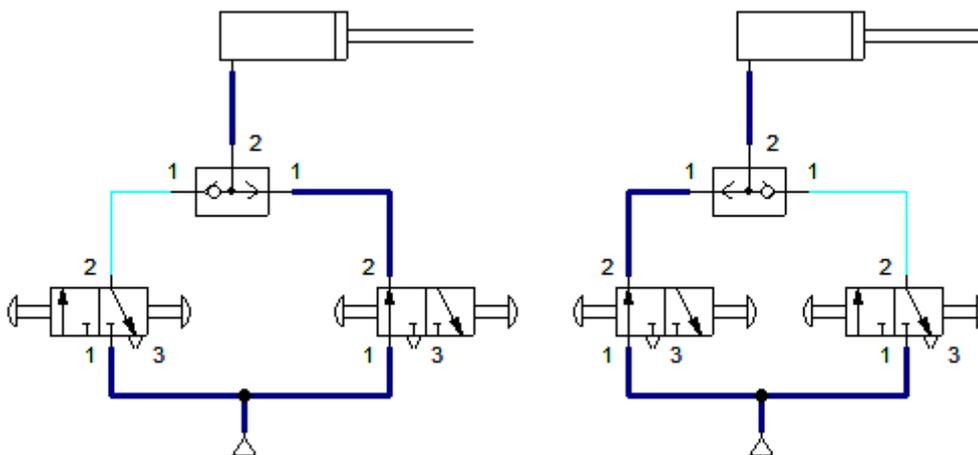
Tenemos dos válvulas distribuidoras que alimentan al cilindro a través de una de secuencia o válvula "O".

Si las dos válvulas están cerradas, no llega presión al cilindro y el vástago permanece recogido.

Si alguna de las dos está abierta, la presión llega al cilindro a través de la válvula "O".



Vástago retraído

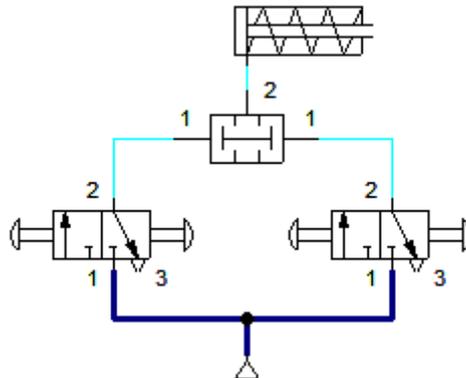


Vástago extendido

Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

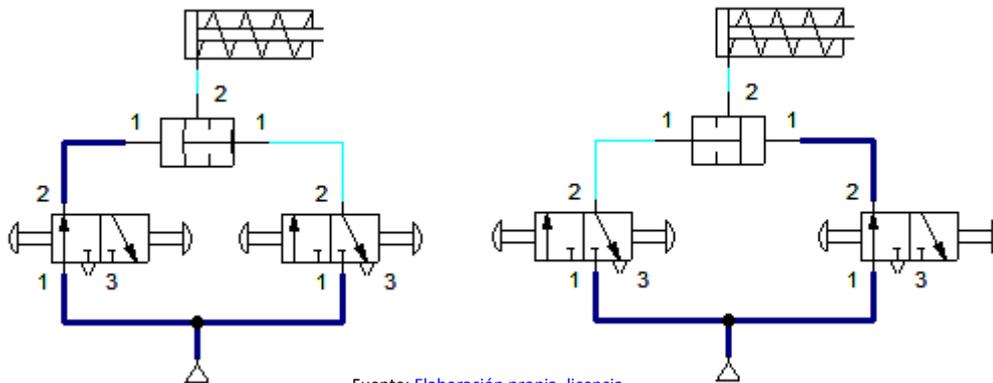
2.5 Accionamiento de un cilindro de simple efecto desde dos puntos simultáneamente.

En este caso unimos las dos válvulas distribuidoras con una válvula de simultaneidad. Ésta sólo deja pasar el fluido si están abiertas las dos distribuidoras.



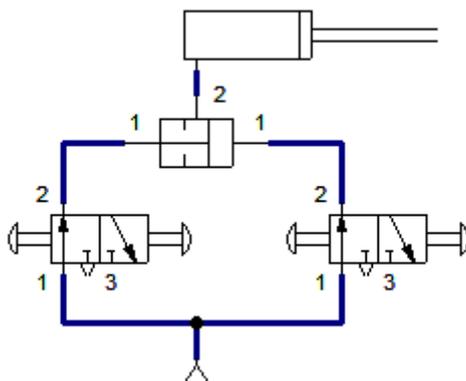
Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

Las dos distribuidoras están cerradas y no llega presión a la válvula “Y”.



Fuente: [Elaboración propia, licencia](#)

Una de las distribuidoras está abierta y la otra cerrada. Llega presión a la válvula “Y” pero esta no permite el paso del aire comprimido.

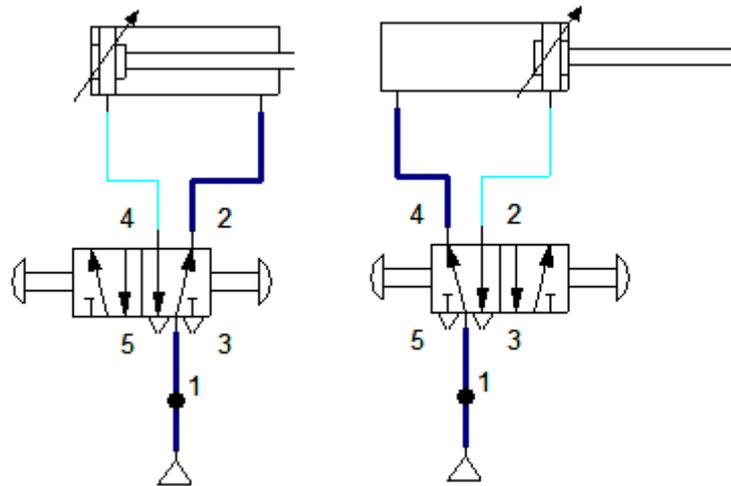


Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

Las dos distribuidoras abiertas, llega presión a la válvula “Y” por los dos lados y permite el paso del aire comprimido, haciendo que el vástago salga.

2.6 Accionamiento de un cilindro de doble efecto

Para accionar los cilindros de doble efecto tenemos que alimentar el cilindro, tanto en el movimiento de avance como en el de retroceso. Por ello será necesario que utilicemos válvulas distribuidoras de 4 o 5 vías. En nuestro caso utilizaremos las de 5 vías.



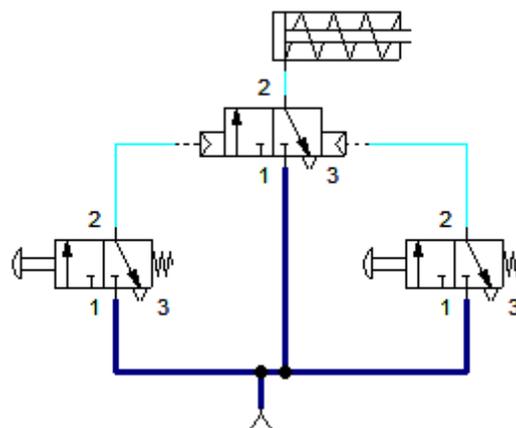
Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

3. Circuitos automáticos y semiautomáticos

En ellos hay alguno de los movimientos del cilindro que se ejecutan sin intervención del operador de manera automática.

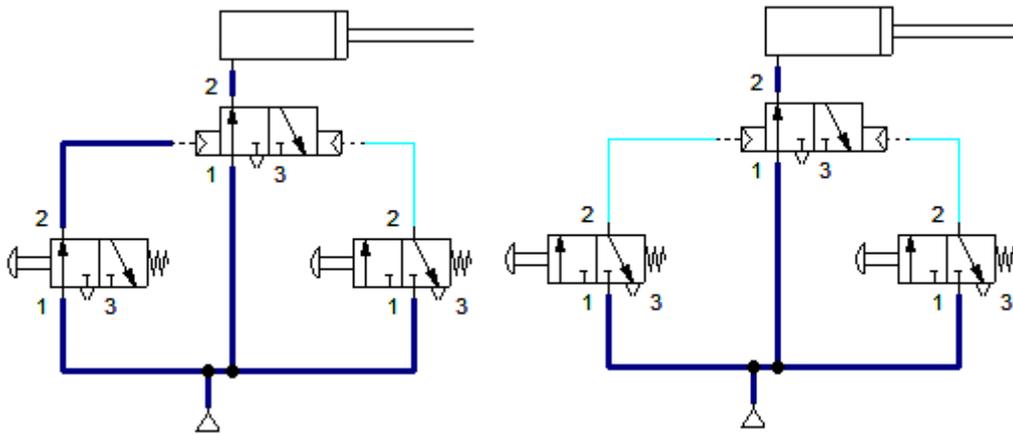
3.1 Accionamiento a distancia de un cilindro de simple efecto

Introducimos una válvula distribuidora pilotada neumáticamente para gobernar el cilindro y otras dos distribuidoras auxiliares que controlan ésta. Las auxiliares tienen retorno por muelle, de esta manera al activarlas dejan pasar la presión, ésta pilota la principal y mueve el cilindro.



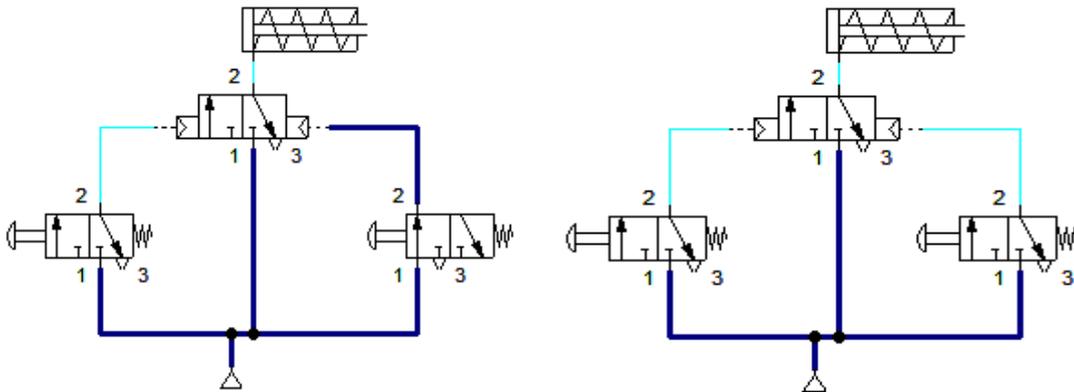
Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

En la posición inicial no pasa presión hasta la distribuidora principal, por lo que ésta mantiene su posición. Como estaba en posición de cerrado el cilindro no sale.



Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

Al pulsar la válvula de la izquierda, damos presión a la principal por la izquierda, se mueve a la derecha y pasa a posición de abierta, por ello el cilindro sale. Al soltar la válvula izquierda dejamos de presionar a la principal pero esta no se mueve, porque por la derecha no presionamos.

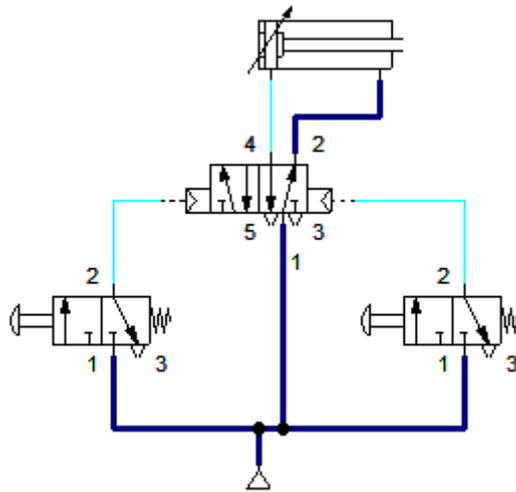


Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

Al presionar la de la derecha pilotamos la principal por la derecha, al no haber presión a la izquierda se mueve hacia allí y pasa a posición de cierre, escapando el aire por el escape y retrocediendo el vástago.

3.2 Accionamiento a distancia de un cilindro de doble efecto

El esquema es similar al anterior sustituyendo el cilindro de simple efecto por uno de doble y la válvula 3/2 por una 5/2 ó 4/2.



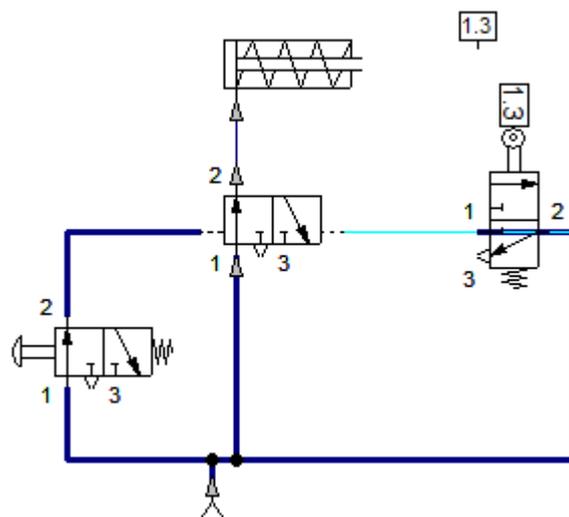
Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

3.3 Accionamiento manual de la salida de un cilindro de simple efecto y retorno automático

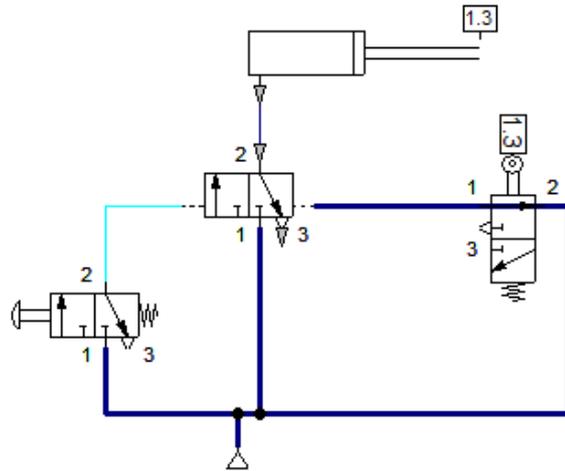
En este caso pulsaremos una válvula para que el vástago salga y ésta automáticamente retrocederá al llegar al final de su recorrido.

Para hacerlo incorporamos una válvula distribuidora accionada por rodillo. Al llegar al final del recorrido el vástago activa esta válvula y haremos que pilote la válvula principal.

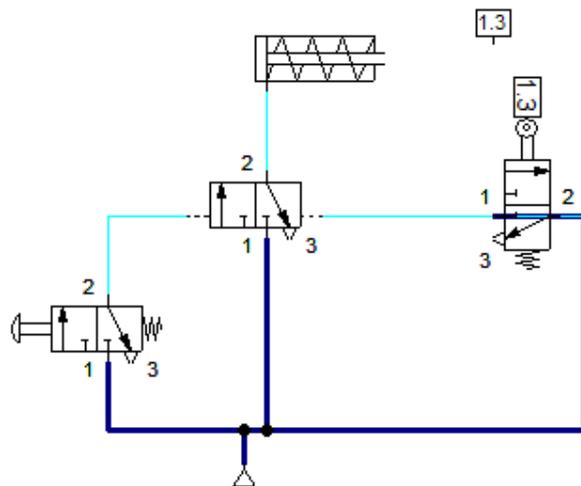
Al presionar la válvula que gobierna la salida, presionamos el pilotaje de la principal, la principal se desplaza y deja pasar aire comprimido al émbolo. Éste empieza a salir.



Al llegar al final de su recorrido, el vástago acciona el rodillo de la válvula que gobierna la entrada del vástago. Comunica presión a la válvula principal y la mueve, ya que no hay presión en el otro lado.



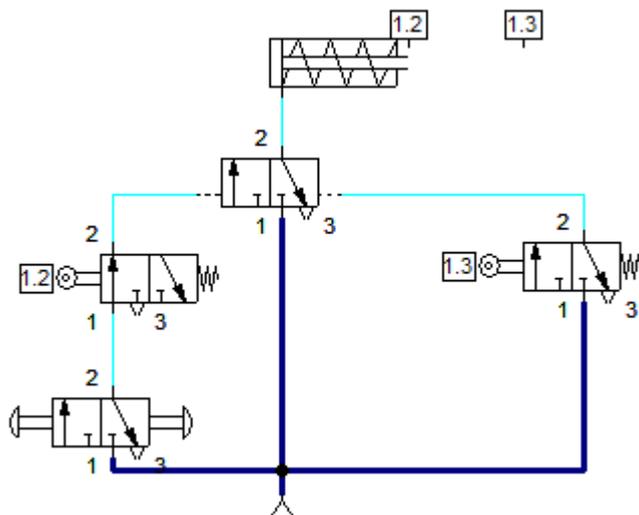
Esto permite que el aire salga del cilindro y éste se recoja debido a la fuerza del muelle.



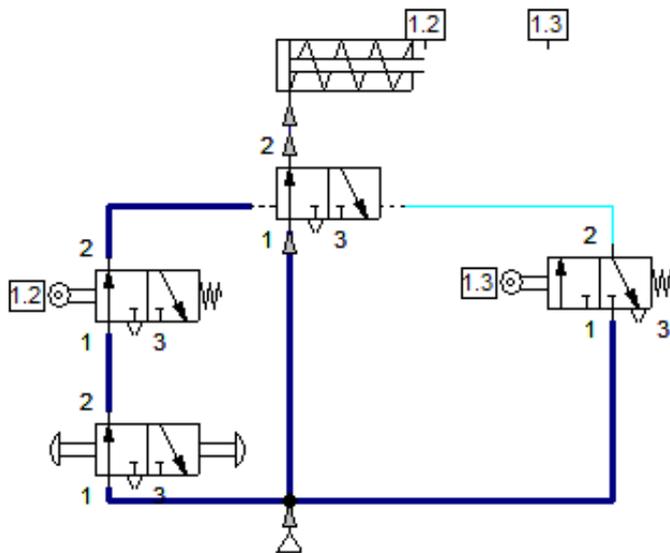
Fuente: Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim

3.4 Accionamiento automático de un cilindro de simple efecto

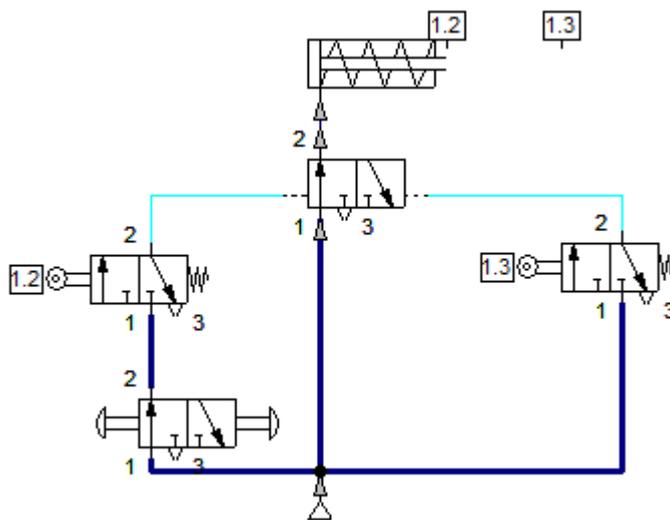
Arrancamos el sistema y el cilindro está automáticamente entrando y saliendo al final de cada una de las carreras de avance o retroceso.



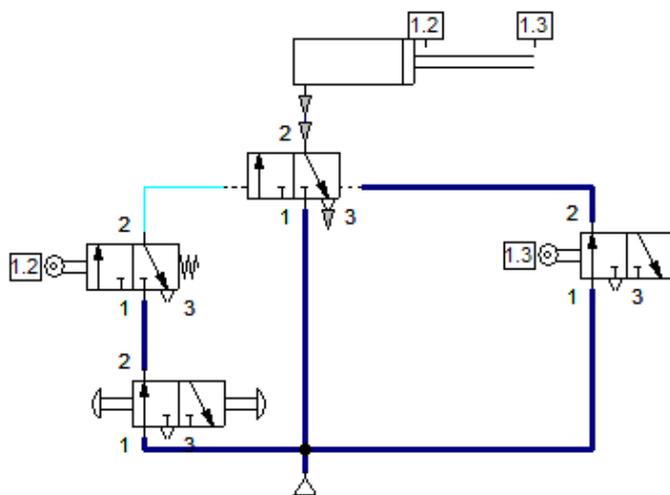
En la posición inicial la válvula de accionamiento de la instalación impide el paso del aire comprimido.



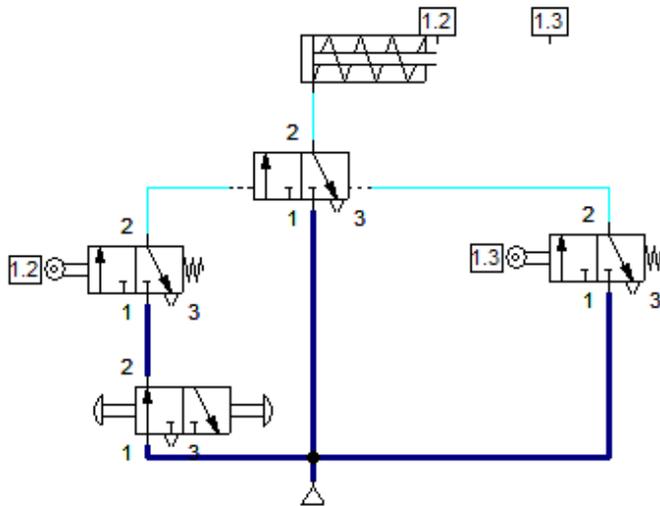
Al activar la válvula de accionamiento, el aire atraviesa 1.2 y presiona la izquierda de la principal haciendo que se mueva y salga el vástago.



Al empezar a salir el vástago deja de presionar 1.2 y pasa a posición de cierre. Esto hace que dejemos de presionar a la principal.



Al finalizar su recorrido el vástago



Al terminar el recorrido de retroceso del vástago, presiona sobre el rodillo 1.2 y volvemos a la posición de la figura 2 repitiéndose el ciclo hasta que lo interrumpamos con la válvula de accionamiento manual.

Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

4. Circuitos hidráulicos

Son muy similares a los neumáticos, siendo su fundamento el mismo.

Las principales diferencias son:

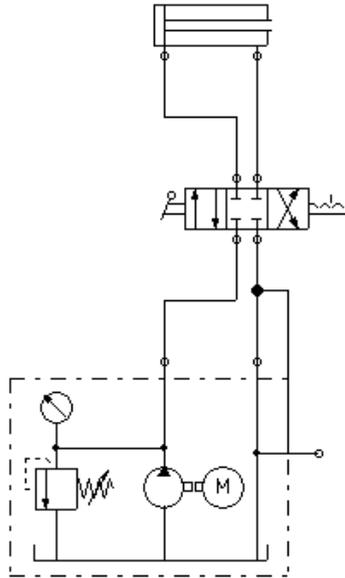
- Al utilizar aceite hidráulico en lugar de aire comprimido no podemos realizar el escape a la atmósfera, por lo que los circuitos son cerrados en lugar de abiertos, devolviendo el aceite a un depósito.
- Al ser el aceite un líquido, no podemos almacenar energía a base de presión, por eso la bomba siempre tiene que estar funcionando, independientemente de si lo hacen los actuadores o no.
- Al ser incompresible el fluido podemos parar los actuadores en posiciones intermedias sin que varíe su posición. Debido a esto, usamos válvulas con tres posiciones para suministrar aceite a presión, dejar salir el aceite o cerrar la válvula para mantener la posición.

4.1 Accionamiento de cilindros hidráulicos

Los circuitos son similares a los que vimos en el apartado 3 para un cilindros neumáticos, diferenciándose únicamente en la parte compresor/unidad de mantenimiento que sustituimos por el conjunto depósito/bomba y el escape del aire comprimido que sustituimos por un circuito de retorno al depósito.

4.2 Accionamiento de un cilindro hidráulico de doble efecto

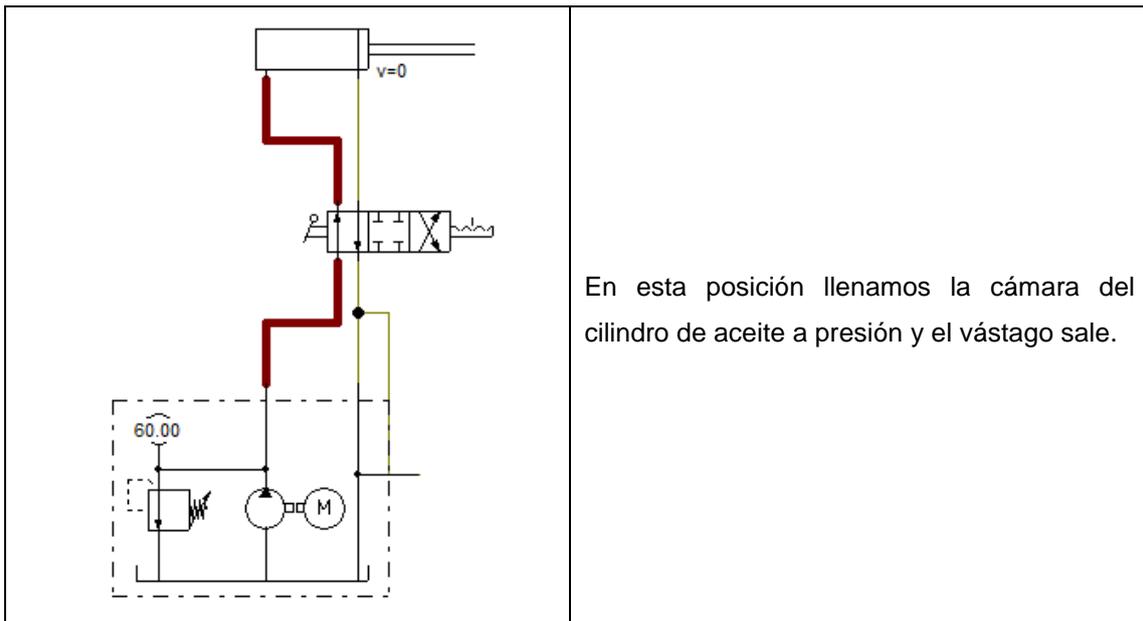
Como ejemplo vemos el circuito hidráulico similar al que vimos en el apartado 2.5 para un cilindro neumático.

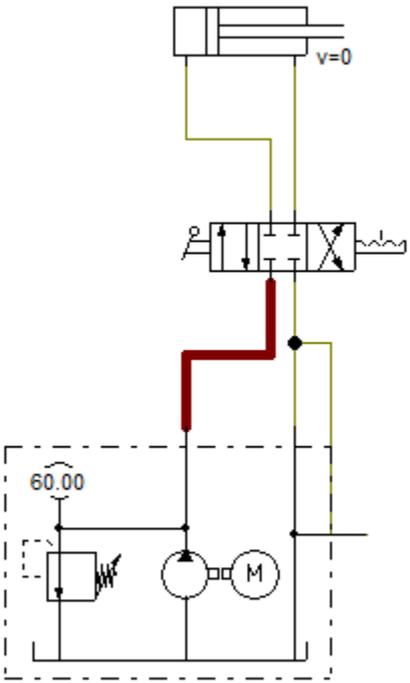
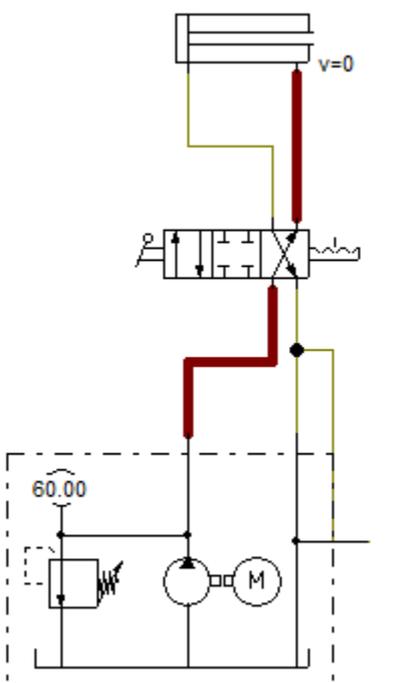


Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

4.3 Accionamiento de un cilindro hidráulico de doble efecto con parada intermedia

Debido a la incompresibilidad del aceite hidráulico, es posible detener en una posición intermedia el cilindro sin que varíe su posición debido a variaciones de la carga. En neumática esto no sería posible, ya que si cambia la carga variaría la presión y el aire se comprimiría más o menos variando su volumen y, por tanto, la posición del émbolo.



	<p>En esta posición el aceite retorna al depósito vaciando la cámara del cilindro y el vástago entra.</p>
	<p>El aceite de la cámara está confinado en ella y el cilindro permanece en esa posición.</p>

Fuente: [Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim](#)

5. Simulación

Para practicar el diseño de circuitos y ver como varía su comportamiento en función de las características de los mismos (caudales, presiones,..) puedes probar con diferentes programas de simulación.

En internet puedes encontrar versiones demo con las que practicar. En todos ellos tienes una biblioteca de componentes que debes ir colocando y uniendo sobre la pantalla principal.

Entre los programas que puedes encontrar destacamos:

- **Fluidsim** de Festo, que puedes encontrar en los centros pertenecientes a la Junta de Castilla y León. Existe la versión para neumática y para hidráulica.
- **Pneusim**, más limitado que el anterior.

6. Aplicaciones de circuitos neumáticos e hidráulicos.

6.1 Frenos hidráulicos en los vehículos

Se basan en el principio de Pascal. El pedal del freno está unido a un pequeño émbolo. La fuerza que ejercemos sobre el pedal genera una presión en el circuito que hace que las pastillas de freno se cierren sobre el disco presionando éste. La fuerza de rozamiento es la que hace detener el movimiento de las ruedas.

6.2 Volquete de camiones y remolques

Debido a la gran fuerza a realizar utilizamos circuitos hidráulicos. El esquema sería similar al del apartado 4.2 accionamiento de un cilindro hidráulico de simple efecto.

En el momento de la descarga accionamos una válvula que permite el paso del aceite hidráulico al émbolo de simple efecto y el volquete sube. Para bajar movemos la válvula y el aceite sale del émbolo debido al peso del propio volquete.

6.3 Accionamiento de los brazos de una excavadora.

En este caso utilizaremos sistemas hidráulicos y los cilindros serán de doble efectos para poder efectuar fuerza en los dos sentidos de movimiento del vástago.

El circuito de cada uno de los brazos será el del control de un cilindro de doble efecto con parada en posición intermedia. Las válvulas de control están accionadas por las diferentes palancas con las que manejamos la excavadora. En la actualidad las válvulas de accionamiento manual se están sustituyendo por electroválvulas que permiten una mayor limpieza, al alejar el aceite de la cabina, y una mayor precisión.

6.4 Gato elevador hidráulico.

Está formado por dos cilindros hidráulicos de diferente área, uno, el de área mayor, en el lado del vehículo y otro, el de área menor, en el del mecánico.

La fuerza ejercida por el mecánico sobre el cilindro pequeño es amplificada por el grande. Como contraprestación debido a la conservación del volumen del aceite, los desplazamientos generados en el émbolo del mecánico son minimizados en el del vehículo.

Para ir elevando el vehículo y que no baje cuando dejemos de hacer fuerza en el lado del operario, ponemos una válvula antirretorno. De esta manera pasa aceite hacia el lado del vehículo para elevarlo pero no a la inversa.

Para bajar el vehículo es preciso tener un circuito alternativo que permita vaciar el aceite del cilindro del lado del vehículo.

Ejemplo:

Calcula la fuerza realizada y el caudal de aire consumido por un cilindro de simple efecto que tiene un área de émbolo de 10 cm^2 , un área del vástago de 5 cm^2 , una carrera de 20 cm , la presión de aire suministrada es de 6 bar , y realizamos 10 movimientos por minuto. Suministramos aire para realizar la salida del émbolo.

$$F_{\text{avance}} = p \cdot S = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 0.001 \text{ m}^2 = 600 \text{ N}$$

$$F = 6 \text{ kp/cm}^2 \cdot 10 \text{ cm}^2 = 60 \text{ kp}$$

$$Q = V \cdot n^\circ \text{ ciclos} \cdot p = 10 \text{ cm}^2 \cdot 20 \text{ cm} \cdot 10 \text{ ciclos/min} \cdot 6 = 12000 \text{ cm}^3/\text{min} = 12 \text{ l/min}$$

7. Actividades

7.1 Actividades Propuestas

- AP 1** Si queremos elevar mediante un gato hidráulico un vehículo de 20 T, y el émbolo del lado del vehículo es de 200 cm^2 , el del lado del mecánico de 2 cm^2 . ¿Cuál es la fuerza mínima que tiene que tener el mecánico para poder elevarlo?
- AP 2** Analiza los brazos de una retroexcavadora y explica los circuitos que debe tener.
- AP 3** Tenemos dos cilindros hidráulicos conectados, uno tiene un área de 1 cm^2 y el otro de 150 cm^2 . ¿Cuánto se mueve el cilindro de área grande si el pequeño se desplaza 15 cm?
- AP 4** Enumera las diferencias entre un circuito neumático y uno hidráulico.
- AP 5** Calcula el peso máximo a levantar con un gato hidráulico si sus cilindros tienen un diámetro de 1cm y de 25 cm y ejercemos sobre el cilindro pequeño una fuerza de 80 kg.
- AP 6** Realiza el esquema del circuito para abrir y cerrar la puerta de un almacén desde dentro y desde fuera de éste si la puerta está accionada neumáticamente.
- AP7** Calcular la velocidad de salida de un cilindro cuyo émbolo tiene un área de 100 cm^2 si el caudal de fluido suministrado es de 2l/s.

7.2 Actividades Complementarias

- AC 1** Diseña un circuito neumático que nos permita aplastar las latas de refresco generadas en un bar.
- AC 2** Analiza los martillos neumáticos utilizados en obras públicas y explica su funcionamiento.
- AC 3** Realiza un listado con aplicaciones neumáticas que conozcas.
- AC 4** Analiza una prensa hidráulica y explica su sistema de seguridad.

7.3 Ejercicios de autoevaluación

- EA 1 Para operar una excavadora utilizaré circuitos**
- Neumáticos.
 - Hidráulicos.
 - Da igual emplear unos u otros.
- EA 2 En una sala en la que es preciso mantener la limpieza se usan circuitos.**
- Neumáticos.
 - Hidráulicos.
 - Da igual emplear unos u otros.

- EA 3 Los circuitos hidráulicos son más.....que los neumáticos**
- a) *Rápidos*
 - b) *Lentos*
 - c) *Igual de rápidos*
- EA4 Para poder parar un cilindro hidráulico en una posición intermedia necesito una válvula**
- a) *3/2*
 - b) *3/3*
 - c) *5/2*
 - d) *Ninguna de las anteriores*
- EA 5 Mediante un regulador de caudal unidireccional regulamos la velocidad de.....del vástago.**
- a) *Salida*
 - b) *Entrada*
 - c) *Entrada y salida*
 - d) *Entrada o salida, dependiendo de cómo lo coloque.*
- EA 6 El número mínimo de válvulas para controlar un cilindro hidráulico de doble efecto es....**
- a) *Dos*
 - b) *Tres*
 - c) *Una*
 - d) *Ninguna de las anteriores*
- EA 7 Para aumentar la velocidad de salida de un vástago tenemos que aumentar**
- a) *La presión*
 - b) *El caudal*
 - c) *La presión y el caudal*
 - d) *La presión o el caudal.*
- EA 8 Si quiero un dispositivo de seguridad en el que sea preciso accionar dos válvulas a la vez para que el sistema funcione, incorporaré....**
- a) *Una válvula de simultaneidad*
 - b) *Una válvula antirretorno*
 - c) *Una válvula de secuencia*
 - d) *Ninguna de las anteriores*
- EA 9 Para poder accionar un elemento neumático desde dos puntos distintos de manera indiferente tenemos que incorporar al circuito...**
- a) *Una válvula de simultaneidad*
 - b) *Una válvula antirretorno*
 - c) *Una válvula de secuencia*
 - d) *Ninguna de las anteriores*

8. Solucionarios

8.1 Soluciones de las actividades propuestas

Solución AP 1

$$P_{\text{vehículo}} = 20000 \text{ kg}/100 \text{ cm}^2 = 100 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

Como la presión en el circuito hidráulico es constante en todo él, aplicamos el principio de Pascal.

$$F = P \cdot S = 100 \text{ kg}/\text{cm}^2 \cdot 2 \text{ cm}^2 = 200 \text{ kg}$$

Solución AP 2

Debido a que tiene dos brazos cada uno de ellos, tiene que tener un circuito para mandar su cilindro correspondiente. Además tenemos otro circuito para controlar el movimiento del cazo y otro para el giro de todo el sistema.

Los cuatro circuitos utilizan cilindros de doble efecto para ejercer fuerza en los dos sentidos de movimiento.

Solución AP 3

Como el volumen es constante el producto del área por el desplazamiento lo será.

$$S_1 \cdot d_1 = S_2 \cdot d_2$$

$$d_2 = 1 \text{ cm}^2 \cdot 15 \text{ cm} / 150 \text{ cm}^2 = 0.1 \text{ cm}$$

Solución AP 4

Circuitos Neumáticos	Circuitos Hidráulicos
Utilizan aire	Usan aceite hidráulico
Son abiertos	Son cerrados
Compresor funcionamiento no continuo	Bomba funciona continuamente
Movimiento frente a variaciones de carga	Posición fija aunque varíe la carga
Más rápidos pero soportan menos carga	Más lentos pero soportan grandes cargas
No son contaminantes	Es preciso reciclar el aceite
No precisa mantenimiento del fluido	Regularmente hay que cambiar el aceite

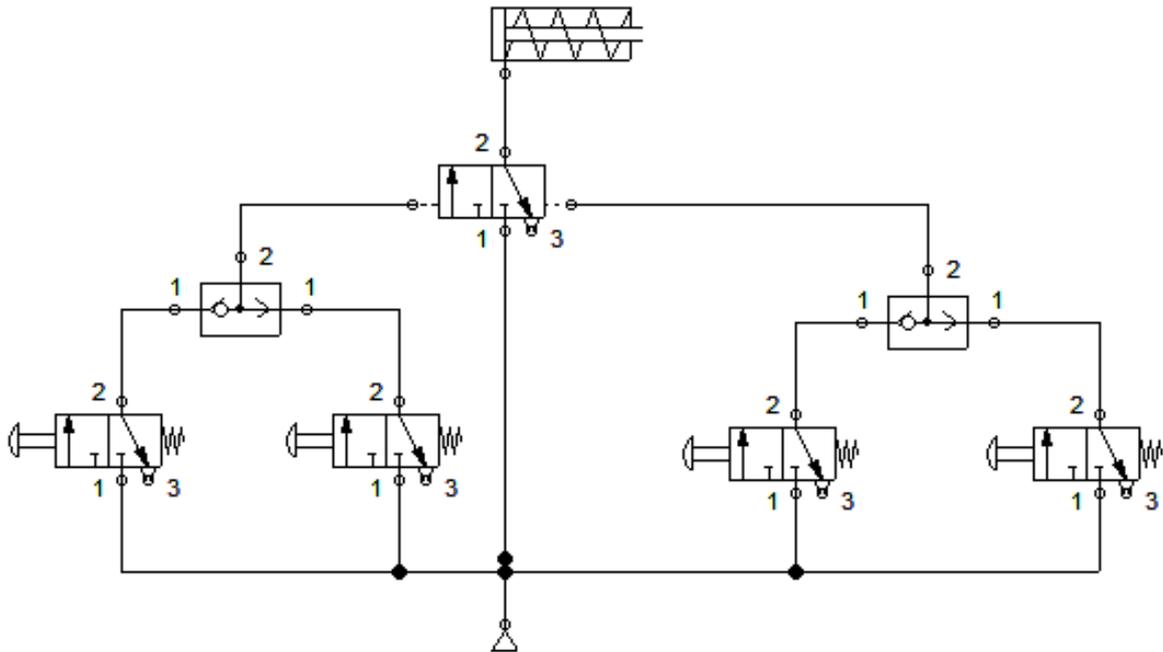
Solución AP 5

$$F_1 / S_1 = F_2 / S_2$$

$$F_1 = 80 \text{ kg} / 1 \text{ cm} \cdot 25 \text{ cm} = 2000 \text{ kg}$$

Solución AP 6

Al tener dos puntos de accionamiento indistinto para abrir y otros dos para cerrar, tenemos que tener una válvula distribuidora principal que es movida por la presión que le llega de dos válvulas "O", alimentadas por dos distribuidoras para abrir y dos para cerrar.



Fuente: Elaboración propia, licencia Festo/Fluidsim

Solución AP 7

$$Q = V/t = S \cdot l / t = S \cdot v$$

$$V = 2 \text{ l/s} / 100 \text{ cm}^2 = 2 \text{ dm}^3/\text{s} / 1 \text{ dm}^2 = 2 \text{ dm/s} = 0.2 \text{ m/s}$$

8.2 Soluciones de las Actividades Complementarias

Solución AC 1

Habría que diseñar una prensa accionada por un cilindro de simple efecto con fuerza suficiente para aplastarlas.

Solución AC 4

El circuito está formado por un cilindro de simple efecto y dos válvulas distribuidoras unidas mediante una válvula de simultaneidad. Debido a esta válvula es preciso activar las dos válvulas a la vez, esto hace que las dos manos estén sobre los mandos y, por tanto, protegidas.

8.3 Soluciones de los Ejercicios de Autoevaluación

Solución EA 1 Para operar una excavadora utilizaré circuitos

b) *Hidráulicos.*

Solución EA 2 En una sala en la que es preciso mantener la limpieza se usan circuitos.

a) *Neumáticos.*

Solución EA 3 Los circuitos hidráulicos son más.....que los neumáticos

b) *Lentos*

Solución EA 4 Para poder parar un cilindro hidráulico en una posición intermedia necesito una válvula

b) *3/3*

Solución EA 5 Mediante un regulador de caudal unidireccional regulamos la velocidad de.....del vástago.

d) *Entrada o salida, dependiendo de cómo lo coloque.*

Solución EA 6 El número mínimo de válvulas para controlar un cilindro hidráulico de doble efecto es....

c) *Una*

Solución EA 7 Para aumentar la velocidad de salida de un vástago tenemos que aumentar

b) *El caudal*

Solución EA 8 Si quiero un dispositivo de seguridad en el que sea preciso accionar dos válvulas a la vez para que el sistema funcione incorporaré....

a) *Una válvula de simultaneidad*

Solución EA 9 Para poder accionar un elemento neumático desde dos puntos distintos de manera indiferente tenemos que incorporar al circuito....

c) *Una válvula de secuencia*

9. Glosario

Émbolo. Parte móvil de un cilindro neumático o hidráulico que lo divide en dos partes.

Vástago. Cilindro unido al émbolo que atraviesa una de las tapas del cilindro neumático y con el que ejercemos fuerza.

10. Bibliografía y recursos

Imágenes del simulador Fluidsim de Festo