

## Tareas

## Pruebas preliminares

## Tarea de construcción

Primero monta solo la bomba manual del modelo funcional. Esta se compone de un cilindro neumático y una válvula de retención. (La válvula de retención permite que el aire fluya en una sola dirección, pero no de vuelta. En otros modelos aprenderemos más sobre este componente.)

**¡Atención!** ¡Los cilindros neumáticos solo pueden someterse a presión o tracción, pero no a flexión o cizallamiento! Por lo tanto, ¡no doble el pistón azul o rojo del cilindro! Esto podría volver permeable el cilindro y, por lo tanto, inutilizable.

## Tarea temática

Realiza las siguientes pruebas:

1. Coloca una manguera en la salida en punta de la válvula de retención. Acciona la bomba y siente con la mano cómo sale aire de la manguera cuando el cilindro es presionado hacia abajo.
2. Tapa el extremo de la manguera con el dedo. Siente cómo se enlentece el movimiento de bombeo. ¿Por qué sucede esto exactamente?
3. Repite la prueba 2 doblando la manguera en lugar de tapándola. De este modo, ¡has creado una válvula sencilla! Deja pasar el aire comprimido (manguera libre) o lo bloquea (manguera doblada).

## Tarea experimental

Conecta el extremo libre de la manguera alternativamente a una de las dos conexiones de un cilindro neumático «de doble efecto» (con biela azul, sin resorte de retorno incorporado). El cilindro se denomina «de doble efecto» porque este puede recibir aire comprimido por sus conexiones en ambos lados y, de este modo, la biela puede desplegarse o retraerse.

Sostén el cilindro libremente en la mano por ambos extremos (base y extremo de la biela). Realiza los siguientes experimentos:

1. Bombea y permite que el cilindro se despliegue. Siente la magnitud de la fuerza obtenida de esta manera.
2. Desconecta la manguera, bombea y permite que el cilindro vuelva a retraerse.
3. Repite estas pruebas y tapa con la mano la conexión del cilindro abierta en cada caso. ¿Qué ves? ¿Cuál es el motivo?

Tareas

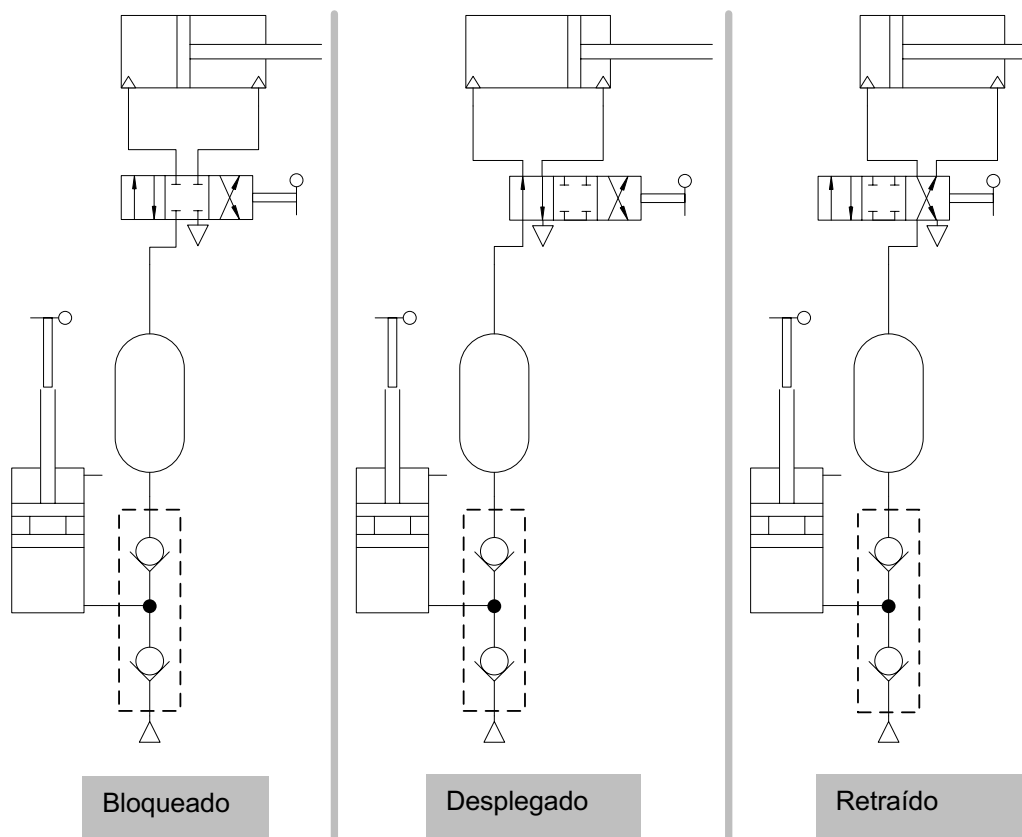
Control de un cilindro mediante una válvula

Tarea de construcción

Ahora monta el modelo funcional por completo. Los elementos son:

1. La **bomba manual** ya montada.
2. Un **acumulador** de aire comprimido. Este constituye un depósito para el aire comprimido (similar a un condensador o una batería para la energía eléctrica).
3. Una **válvula manual neumática**. El aire comprimido llega a su conexión superior y, en función de la posición de la válvula rotativa azul, será dirigido a la salida izquierda o derecha.
4. Un **cilindro de doble efecto** (con biela azul), que está conectado desde sus dos conexiones a las conexiones izquierda y derecha de la válvula manual por una manguera para cada lado.

«Conecte» («cablee») el modelo siguiendo el manual de instrucciones. Al igual que en la electricidad, en la neumática hay también símbolos gráficos para los componentes neumáticos individuales y esquemas de conexiones para el montaje completo:



Los tres esquemas de conexión corresponden a los estados del modelo en función de la posición de la válvula manual. Explicamos los símbolos gráficos mediante el dibujo que se muestra a la izquierda, titulado «Bloqueado».

- a) El cilindro izquierdo es el de la bomba manual. El accionamiento manual está representado por el símbolo de la palanca en el émbolo del cilindro. La conexión inferior del cilindro va a la válvula de retención fischertechnik.
- b) La válvula de retención está representada por el cuadro rayado. En este componente fischertechnik hay, en verdad, *dos* válvulas de retención eficientes: La inferior permite el ingreso (al cilindro) de aire del exterior (a través del pequeño orificio en la base) pero no su salida. La superior permite que el aire comprimido por el cilindro salga solo en dirección del sistema, pero no de vuelta. El acceso del aire de entrada está representado por el pequeño triángulo en el esquema de conexiones.

Las válvulas de retención suelen estar montadas realmente como indica el símbolo gráfico: Una esfera es presionada (mediante la fuerza del resorte) en un alojamiento y, de este modo, lo tapa. El aire solo puede fluir por la válvula en la dirección en que la esfera (contra el resorte) es empujada hacia afuera del alojamiento. En la dirección contraria, esta bloqueará el paso. Por lo tanto, no malinterpretes el símbolo gráfico como una «flecha» que indica la dirección en la que puede fluir el aire – en verdad, esta puede fluir solo exactamente en la dirección opuesta.

El hecho de que esta válvula sea accionada con la mano, es representado por el símbolo de la palanca. (También hay válvulas con retorno automático por medio de un resorte, con accionamiento de la «palanca» mediante un componente móvil de una máquina o con accionamiento mediante aire comprimido de otras válvulas para el montaje de circuitos neumáticos más grandes.)

- c) El aire comprimido es conducido al acumulador de presión a través de la manguera, donde podrá almacenarse y conservarse.
- d) De allí es conducido a la válvula manual neumática. Esta válvula tiene, en realidad, tres posiciones: En la posición central, todas las conexiones están bloqueadas. Si se gira la palanca azul hacia la izquierda o derecha, el aire comprimido será conducido (desde su conexión de manguera ubicada en la parte superior central) hacia una de las dos salidas (laterales). Sin embargo, como hemos aprendido, el «aire de salida» debe poder volver a salir (al igual que la corriente eléctrica también debe retornar por un segundo conducto). De manera que lo importante es: La otra conexión respectiva se conecta con la del aire de salida (en la válvula manual fischertechnik, esta es la conexión inferior hasta entonces no utilizada). A continuación trataremos con detalle el símbolo gráfico de la válvula.
- e) Las dos salidas de la válvula están conectadas a las dos conexiones del cilindro de trabajo. Entonces, mientras bombeemos aire comprimido, podremos desplegar o retraer voluntariamente el cilindro girando la válvula o fijarlo en la posición deseada.

El esquema de conexiones de la válvula se corresponde gráficamente con su modo de funcionamiento. La válvula manual posee cuatro conexiones o «vías» (para el aire

de entrada, ambas salidas y – ¡imprescindible! – para el aire de salida). Puede adoptar tres posiciones de interruptor (izquierda, derecha y la posición central que cierra todas las conexiones). Por ello es que se trata de una «válvula de 4/3 vías» – cuatro conexiones, tres posiciones de interruptor.

Cada posición de interruptor es representada simplemente en un recuadro, en el cual flechas o líneas indican qué conexiones están empalmadas en cada posición de interruptor o cerradas (en este caso, en la posición central). Entonces, los tres recuadros – uno para cada posición de interruptor – representan las opciones de conexión que ofrece la válvula. En los tres esquemas de conexiones «bloqueado», «retraído» y «desplegado» están representadas como activas las respectivas posiciones de interruptor y también la correspondiente posición del cilindro de trabajo. De este modo, se dibujan las conexiones empalmadas de la válvula en aquel recuadro del símbolo gráfico que se corresponde con la posición estándar (por ejemplo: el estado de reposo de una máquina).

El pequeño triángulo en el esquema de conexiones representa nuevamente la vinculación de la salida del aire de la válvula de este circuito con el aire ambiente libre.

### Tarea temática

1. Experimenta con el modelo. Bombea, gira la válvula neumática y observa cómo trabaja el cilindro.
2. Coloca la válvula de tal modo que el cilindro se retraiga. Bombea sin accionar la válvula. Deja de bombear y acciona únicamente la válvula. ¿Cuántas «elevaciones» del cilindro puedes lograr con el aire comprimido almacenado en el acumulador sin seguir bombeando?
3. Sigue el recorrido del aire comprimido desde la bomba a través del acumulador, la válvula y el cilindro, así como la dirección del «aire de salida» del cilindro a través de la válvula hacia el exterior. Realice esto para los esquemas de conexiones en las tres posiciones de interruptor de la válvula.
4. Puedes dejar abierta una pequeña porción de manguera o bloquearla doblando o presionando. De esta manera, una manguera ya es una válvula: Tiene dos conexiones (ambos extremos de la manguera) y dos posiciones de interruptor (abierto y cerrado). Es, entonces, una válvula de 2/2 vías. ¡Dibuja el esquema de conexiones de una válvula de este tipo!

### Tarea experimental

1. ¿Cómo se comporta el modelo cuando conviertes la manguera en impermeable doblándola?
  - a) La manguera entre la bomba y el acumulador.
  - b) La manguera entre el acumulador y la válvula.
  - c) Una de las dos mangueras de la válvula al cilindro, en combinación con las posiciones de interruptor de la válvula (tres posiciones de la válvula y dos mangueras dan como resultado  $3 \cdot 2 = 6$  combinaciones experimentales).

Experimenta bastante con esto y anota sistemáticamente tus observaciones.

2. ¿Cómo se comporta el modelo cuando doblas la manguera con fuerza pero no por completo? (Este tema, la «estrangulación» del caudal de aire comprimido, lo trataremos en detalle en otras tareas y modelos.)

## Modelo funcional – Experiencia con aire comprimido

Stefan Falk

### Tema

Producir aire comprimido con una bomba artesanal y descubrir su modo de funcionamiento en un cilindro neumático. Control de un cilindro neumático mediante una válvula.

### Objetivo de aprendizaje

- El aire comprimido permite el despliegue y la retracción de un cilindro neumático.
- Sin embargo, la limitación del aire de salida lo impide, por lo que debe poder salir por el otro lado del cilindro.
- Las válvulas de retención permiten que el aire comprimido circule solo en una dirección y pueden ser utilizadas, entre otras cosas, para montar una bomba de aire comprimido.
- Las válvulas controlan la entrada y salida de aire comprimido y, de este modo, pueden controlar los cilindros.

### Tiempo necesario

45 min.

## Hoja de soluciones Pruebas preliminares

### Ejemplo de solución de tarea temática

**Tarea temática n.º 2:** La dificultad del bombeo aumenta a medida que se bombea cada vez más aire en la manguera. De este modo, el aire comprimido se compacta (se comprime) y el resultado es «aire comprimido». El volumen de la manguera actúa como un acumulador de aire comprimido (el aire que fluye a presión aumenta la presión en la manguera del mismo modo que la carga eléctrica que fluye aumenta la tensión en un condensador). Cuanta mayor presión se genere, mayor será la fuerza que volverá a empujar el cilindro de bombeo hacia arriba. Esto se debe a que la presión del aire y, por lo tanto, la fuerza de la presión que actúa desde el interior sobre el pistón, mueve el pistón hasta que la presión interna iguala la presión del aire ejercida desde el exterior (o el pistón alcanza un tope mecánico).

### Evaluación de la tarea experimental

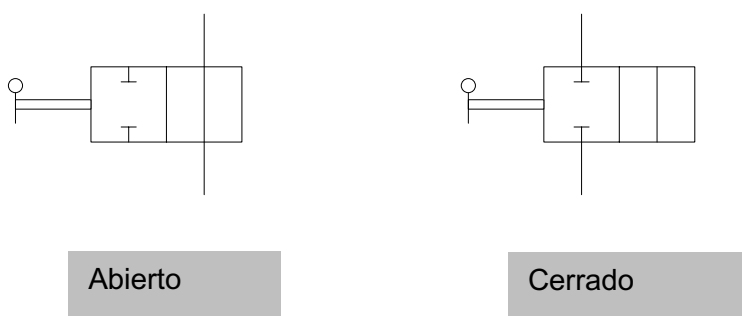
**Tarea experimental n.º 3:** Si impide que salga el aire del lado del cilindro en que no se ha suministrado (bombeado) aire comprimido, ya no podrá desplazar el cilindro hasta el final. El aire del lado cerrado se comprimirá cada vez más y se generará contrapresión. Entre la presión de la bomba y la de la mitad cerrada del cilindro, la junta de pistón del cilindro se fija en la posición en que las fuerzas resultantes se neutralizan entre sí. **Conclusiones importantes:** Para mover el cilindro, el «aire de salida» debe poder salir del lado del cilindro en que no se ha suministrado aire comprimido. **Es decir que no alcanza con bombear aire en el cilindro – ¡este debe poder volver a salir por el lado opuesto!**

Hoja de soluciones

## Control de un cilindro mediante una válvula

Ejemplo de solución de tarea temática

**Tarea temática n.º 4:** Una porción de manguera utilizada como válvula de 2/2 vías tiene dos posiciones de interruptor. Por lo tanto, necesitamos dos recuadros para el símbolo gráfico. Cada recuadro debe representar dos conexiones. Una posición de interruptor debe bloquear ambas conexiones, otra debe acoplarlas.



Se prescindió de las flechas en el recuadro para la posición de interruptor conectada, ya que sin el contexto del esquema de conexiones completo no es posible definir en qué dirección fluirá el aire por la válvula y porque la manguera tampoco presenta limitaciones estructurales en este sentido (el aire puede simplemente fluir en ambas direcciones).

### Evaluación de la tarea experimental

**Tarea experimental n.º 1:** a) y b) conducen a la interrupción del sistema, ya que se impide el suministro de aire comprimido. Si en c) se bloquea el paso de aire comprimido al cilindro, este no se moverá. Si en c) se bloquea el aire de salida del cilindro, este se moverá hasta que la contrapresión generada sea igual a la presión del aire de entrada.

**Tarea experimental n.º 2:** La «estrangulación» del aire en general hace que el sistema funcione más lento – el cilindro se mueve más lentamente que sin esta limitación. Sin embargo, se pueden distinguir dos casos – esto será tratado en detalle en tareas posteriores:

- a) Si se estrangula mucho el *aire de entrada*, el cilindro se moverá *bruscamente*. Esto se debe a que la presión del aire primero debe superar la fricción estática del émbolo del cilindro. Una vez superado esto, se mueve el émbolo del cilindro. Al mismo tiempo, sin embargo, este aumenta con ello el volumen disponible. Por lo tanto, con la misma cantidad de aire disminuye la presión – hasta que el cilindro aplica una fuerza menor a la de su rozamiento por deslizamiento. De esta manera, se detiene nuevamente. Este procedimiento se repite hasta que el cilindro llega a uno de sus topes (extremos).



- b) Si, por el contrario, se estrangula el *aire de salida*, el cilindro queda «atrapado» por la presión de ambos lados y se mueve de forma mucho más uniforme.

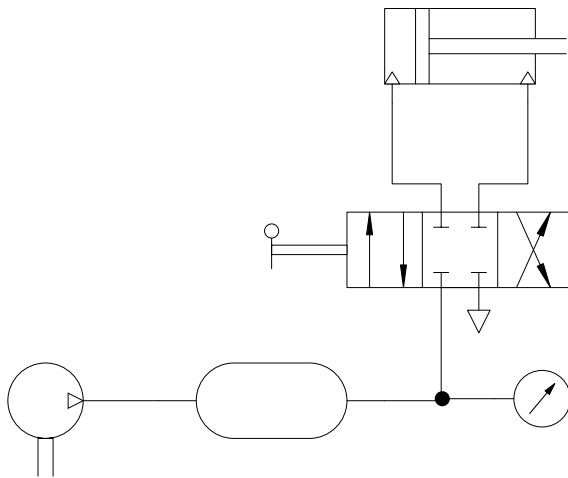
Neumática

Tareas

## Generación de aire comprimido y medición de la presión

### Tarea de construcción

Monta el modelo funcional ampliado Primero deja de lado la válvula reguladora de caudal (la pieza negra pequeña con la perilla azul). Por el momento, permite que el aire de salida de la válvula se dirija directamente al exterior. Entonces, realice las conexiones siguiendo el siguiente esquema:



El elemento de la izquierda representa el compresor. Su suministro de energía no está representado adicionalmente. También es nuevo el símbolo gráfico del manómetro a la derecha del acumulador de aire.

Neumática

## Tarea temática

**El compresor** genera aire comprimido de manera similar a nuestra bomba manual artesanal. Sin embargo, este es accionado de forma eléctrica y supera la bomba manual en varios aspectos:

- Este suministra aire comprimido de manera constante, siempre que esté conectado al suministro de energía (en el compresor fischertechnik es indiferente la forma en que se conecte a la tensión continua de 9 V).
- Puede generar una presión de aire de hasta 0,8 bares.
- Bombea un mayor volumen de aire en el mismo tiempo que podría hacerlo la bomba manual. El «caudal» de un compresor se mide generalmente en litros de aire por minuto (L/min).

**El manómetro** es el dispositivo medidor de aire comprimido, más precisamente: Para la diferencia de presión entre su conexión y el aire ambiente. El aire ambiente en la superficie terrestre tiene una presión de aproximadamente 1 bar; el compresor genera, en cambio, una presión de alrededor de 0,8 bares mayor.

La presión es la relación entre fuerza y superficie. En las unidades estandarizadas del SI, sería la fuerza en *newton* (N) en relación con la superficie en m<sup>2</sup>. La unidad de presión establecida por el SI es el *pascal*:

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

*Bar* es otra unidad también utilizada y tiene una relación sencilla con el *pascal*:

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100.000 \text{ Pa} = 100.000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 100.000 \frac{\text{N}}{100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm}} = 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

Como aproximadamente 10 N es la fuerza (más precisamente, son 9,81 N) que pesa 1 kg de masa en la superficie terrestre, un *bar* corresponde aproximadamente a la fuerza por peso de 1 kg por cm<sup>2</sup>.

Realiza las siguientes tareas:

1. Coloca la válvula neumática en la posición central (todas las conexiones cerradas). Enciende el compresor. ¿Cuánta presión indica el manómetro?
2. Apaga el compresor. ¿Cómo evoluciona luego la presión medida? ¿Por qué sucede esto?
3. Enciende nuevamente el compresor. Despliega y retrae el cilindro accionando la válvula manual. Compara subjetivamente (una medición precisa no es necesaria) la fuerza que aplica el cilindro con la que podría alcanzarse con la bomba manual.
4. Despliega y retrae el cilindro repetidamente. Compara subjetivamente qué tan rápido puede desplegarse y retraerse el cilindro utilizando el compresor en lugar de la bomba manual. ¿Cómo se comporta el aire comprimido medido durante el experimento?
5. Retrae el cilindro y deja bombear el compresor hasta que la presión indicada por el manómetro ya no aumente. Entonces apaga el compresor y despliega y retrae el cilindro varias veces. ¿Cuántas elevaciones puedes lograr de este modo (compara el resultado con la respectiva tarea de la bomba manual)?

## Neumática

## Tarea experimental

1. También podemos verificar sistemáticamente la permeabilidad del sistema completo. Realiza para cada posición de la válvula
  - a) posición central (bloqueado)
  - b) posición para el cilindro desplegado (¿Son relevantes las fugas en el disco del cilindro?) y
  - c) posición para el cilindro retraído (¿Son relevantes las fugas en el disco y en la salida del pistón?)

el siguiente procedimiento: Enciende el compresor y déjalo bombear hasta que la presión ya no aumente. Anota esta presión para el punto de inicio = 0 segundos. Luego de desconectar el compresor, lee en intervalos constantes (por ejemplo: cada diez segundos) la presión que indica el manómetro y regístrala en una tabla.

2. Representa las tres medidas en un único gráfico de presión/tiempo (el tiempo en el eje x, la presión en el eje y). ¿Dónde se producen las mayores pérdidas de presión y dónde las menores?

## Neumática

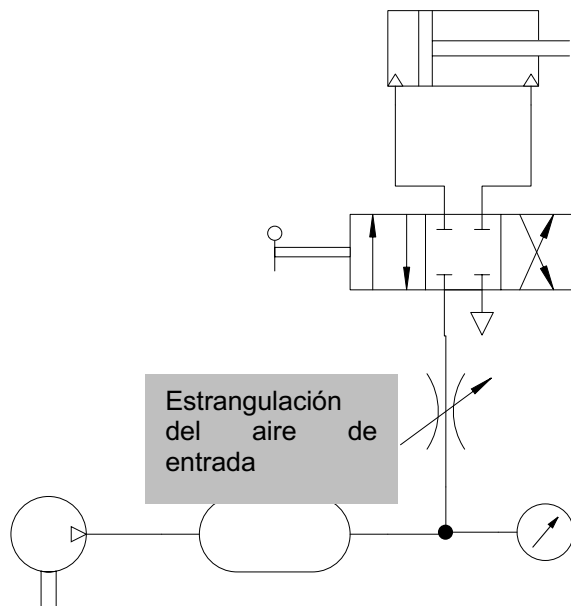
### Tareas

## Permitir que los cilindros trabajen lentamente

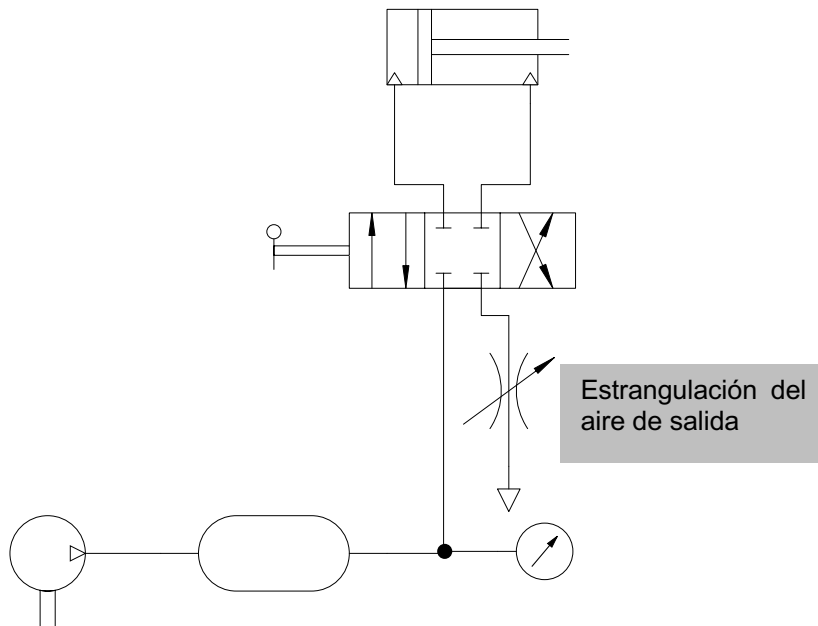
### Tarea de construcción

La neumática de aplicación industrial suele funcionar con presiones de entre 6 y 8 bares. Esto permite que los cilindros neumáticos se desplieguen con gran potencia cuando sea necesario – y muy rápido. A menudo se requiere un movimiento potente pero lento y controlado. Un movimiento demasiado rápido podría dañar las piezas de la máquina, los elementos de trabajo o incluso a las personas. Esto lo logramos a través de la *estrangulación* del caudal de aire comprimido – Para que circule menos aire a través de la manguera o el tubo, simplemente estrechamos el diámetro del conducto. Ahora hay dos lugares donde podemos estrangular el caudal de aire comprimido en un cilindro:

- Lo más lógico parece ser estrangular el caudal de *aire de entrada*: Hacemos que el aire comprimido ingrese más lentamente al cilindro (el símbolo gráfico de la válvula reguladora de caudal ajustable se corresponde gráficamente con la forma en que efectivamente se construyen estas válvulas, aunque en la neumática industrial no se utilicen mangueras aplastadas para ello).



- Sin embargo, también podemos estrangular el *aire de salida*: Permitimos que el aire de entrada ingrese al cilindro sin limitaciones, pero impedimos que el aire de salida escape rápidamente por el otro extremo del cilindro mediante la estrangulación.



¡Hagamos la prueba! Añade la válvula reguladora de caudal al modelo funcional ampliado. Es fácil de utilizar: Pasa una manguera por el medio de ella y luego puedes enroscar un tornillo al girar el mango azul. Este hace presión sobre la manguera y, de este modo, puedes ajustar finamente el diámetro «sobrante» de la manguera presionada. De esta manera, comprobaremos la estrangulación tanto del aire de entrada como del aire de salida.

### Tarea temática

1. **Estrangulación del aire de entrada:** Coloca la válvula reguladora de caudal en la manguera desde el acumulador hasta la válvula, es decir, donde ingresa el aire de entrada a la válvula (la válvula reguladora de caudal también puede introducirse simplemente en la manguera sin ningún refuerzo adicional). Estrangula considerablemente el caudal de aire para poder ver su efecto con claridad. ¡Permite que el cilindro se despliegue o se retraiga y observa atentamente! ¿Qué ves? ¿Qué cambia si colocas algo pesado delante del cilindro retraído sobre la placa de construcción y, ante una considerable estrangulación del caudal de aire, es empujado por el cilindro que se despliega?
2. **Estrangulación del aire de salida:** Retira la válvula reguladora de caudal de la manguera del aire de entrada. En su lugar, conecta una manguera a la cuarta conexión de la válvula manual no utilizada hasta el momento (escape del aire de salida) y pásalo por la válvula reguladora de caudal. Vuelve a estrangular considerablemente el caudal de aire para maximizar el efecto. ¿Cómo se comporta ahora el cilindro? Repite ahora la prueba con la carga pesada.
3. ¿Cuál es la **conclusión** de ambas pruebas?

Neumática

### Tarea experimental

1. ¿Qué tan lento puedes hacer trabajar al cilindro sin que se detenga?
2. ¿Qué puede observarse cuando se estrangula al extremo el caudal de aire de salida?

Neumática

Hoja de soluciones

## Generación de aire comprimido y medición de la presión

### Ejemplo de solución de tarea temática

**Tarea temática n.º 1:** El compresor puede generar una presión de aproximadamente 0,8 – 1,0 bares. Si es significativamente menor, posiblemente haya una fuga. Entonces verifique:

- ¿Las mangueras están conectadas correctamente?
- ¿La pieza en T está ajustada a la conexión del manómetro?
- ¿La pieza en T está bien cerrada con un tapón P?
- ¿Es posible que una válvula o un cilindro tengan una fuga?
- ¿Funciona otro compresor?

La búsqueda de errores puede simplificarse si descartas de presión partes del montaje simplemente desconectando la respectiva manguera.

**Tarea temática n.º 4:** El cilindro debe poder retraerse y desplegarse con mayor frecuencia por unidad de tiempo que con la bomba manual.

Debería poder observarse que la presión medida por el manómetro desciende brevemente siempre que se mueve un cilindro, ya que habiendo suficiente presión, el aire fluye a una mayor velocidad en el cilindro de la que puede suministrar el compresor. Cuando el cilindro ha alcanzado su posición final, se restablecerá la presión normal.

### Evaluación de la tarea experimental

**Tareas experimentales n.º 1 y 2:** Mediante dispersiones de la permeabilidad de los componentes neumáticos, relacionadas con la producción, pueden obtenerse diferentes resultados. Normalmente, la presión se mantiene por más tiempo con la válvula cerrada (posición central), menos tiempo con el cilindro desplegado y aún menos con el cilindro retraído por la fuga adicional por la salida del pistón. Diferentes cilindros pueden ser diversamente permeables.



Neumática

Hoja de soluciones

## Permitir que los cilindros trabajen lentamente

### Ejemplo de solución de tarea temática

**Tarea temática n.º 1:** La estrangulación del caudal de aire de entrada hace que el cilindro trabaje bruscamente en pequeños pasos. Esto se debe a que la presión del aire primero debe superar la fricción estática del émbolo del cilindro. Una vez superado esto, se mueve el émbolo del cilindro. Al mismo tiempo, sin embargo, este aumenta con ello el volumen disponible. Por lo tanto, con la misma cantidad de aire disminuye la presión – hasta que el cilindro aplica una fuerza menor a la de su rozamiento por deslizamiento. De esta manera, se detiene nuevamente. Este procedimiento se repite hasta que el cilindro llega a uno de sus topes (extremos). Este efecto se agrava cuando se aplican fuerzas mayores. **Por ello, la estrangulación del aire de entrada suele ser inadecuada.**

**Tarea temática n.º 2:** Al estrangular el caudal de aire de entrada, la mitad ventilada del cilindro permanece bajo presión. Esto hace que el disco del cilindro quede «atrapado» entre dos volúmenes de presión. Esto conduce a un movimiento considerablemente más delicado y menos brusco. También se verá menos perturbado por fuerzas externas, ya que el émbolo del cilindro se encuentra sujeto por una fuerza relativamente grande. **La estrangulación del aire de salida conduce a un movimiento más uniforme del cilindro.**

**Tarea temática n.º 3:** La conclusión es: **¡La estrangulación del aire de salida es la forma correcta de limitar el caudal de aire!**

### Evaluación de la tarea experimental

**Tarea experimental n.º 1:** El cilindro trabaja tan lentamente debido a la estrangulación del aire de salida que necesita varias veces 10 segundos para elevarse por completo. Con mayor precisión, se puede llegar incluso al rango de los minutos.

**Tarea experimental n.º 2:** Ante una estrangulación cercana a la impermeabilidad, es perceptible la demora hasta que puede salir el caudal suficiente aire de salida y, de este modo, la contrapresión es lo suficientemente baja como para que el cilindro pueda superar su fricción estática. Luego de conmutar la válvula, el cilindro se detiene por un instante antes de comenzar a moverse.

## Modelo funcional ampliado - Compresor, manómetro, estrangulación del aire de salida

Stefan Falk

### Tema

Generamos aire comprimido mediante un compresor accionado de forma eléctrica, medimos la presión del aire con un manómetro y nos abocamos con más detalle a la estrangulación del caudal de aire comprimido.

### Objetivo de aprendizaje

- Los compresores generan aire comprimido en funcionamiento continuo.
- Un manómetro es un dispositivo medidor para la presión del aire (o gases en general). Este nos brinda valiosa información sobre el funcionamiento de las estructuras neumáticas.
- Para que los cilindros trabajen lentamente, se estrangula su caudal de aire de salida. La estrangulación del aire de entrada es inadecuada.

### Tiempo necesario

Dos hojas de tareas, cada una 45 min.

Neumática

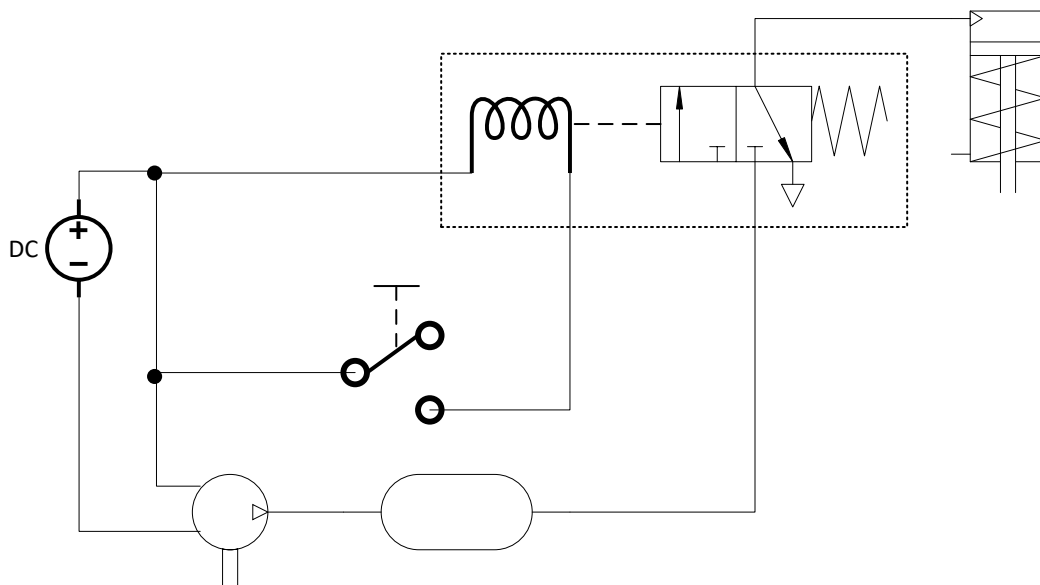
Tareas

Barrera electroneumática con cilindro de simple efecto

Tarea de construcción

Monta la barrera como indica el manual de instrucciones. Utiliza como cilindro el cilindro «de simple efecto» (con pistón rojo y resorte de retorno incorporado). Para el montaje, presta atención a los siguientes puntos:

- La barrera debe funcionar con suavidad. No montes los dos cojinetes de los ejes, que llevan el eje de giro de la barrera, demasiado ajustados (tirantes), sino deja el suficiente espacio como para que la barrera pueda moverse suavemente. El eje debe «alinearse» – los tres módulos de rodamientos por los que pasa deben estar alineados con precisión.
- Al montar el cilindro, presta atención a no cargarlo, en lo posible, en sentido transversal y doblarlo. Presta atención a la dirección en la que apunta la ranura de la horquilla de articulación inferior. Conecta el cilindro simultáneamente al eje superior y a la horquilla de articulación o conéctalo primero a la horquilla de articulación y luego conduce el eje por el cilindro y el cojinete de eje superior.
- Para que el pulsador fischertechnik entre en contacto al ser presionado, debes utilizar sus dos conexiones superiores.
- La conexión superior de la válvula magnética es la de alimentación de aire comprimido, la lateral es la boca de salida, que, en función de la posición de interruptor de la válvula, se conecta con el aire comprimido o el aire de salida.
- La polaridad de las conexiones eléctricas de la válvula magnética es irrelevante; funciona igual en ambos sentidos de circulación de la corriente como el compresor fischertechnik.



## Neumática

El suministro de energía (a la izquierda en el esquema de conexiones) también está aquí señalado, ya que es necesario para las conexiones al pulsador y a la válvula magnética.

La válvula magnética (en el marco punteado del esquema de conexiones) es una válvula de 3/2 vías: 3 vías (aire de entrada, boca de salida y aire de salida) con dos posiciones de interruptor. Sin embargo, esta se acciona por un electroimán. Cuando el imán recibe corriente, «atrae la válvula» y cambia de paso entre la entrada y la salida. Si no tiene corriente, bloquea el aire de entrada y, en su lugar, conecta la boca de salida con el aire de salida (este retorno automático está representado por el resorte en el esquema de conexiones). El aire de salida no tiene conexión propia en nuestra válvula magnética, pero lógicamente está presente la boca del aire de salida – sin esta, no funcionaría.

El cilindro de simple efecto solo necesita una entrada de aire comprimido para funcionar. Este puede desplegarse con aire comprimido, pero al ventilarse, regresará automáticamente a la posición inicial por acción del resorte de retorno incorporado (sin embargo, solo mediante la fuerza del resorte). Puede utilizarse en cualquier lugar donde se requiera una mayor fuerza solo en la dirección de despliegue y, para ello, solo es necesaria una entrada de aire comprimido.

Esta es una ventaja de la utilización de la válvula magnética, ya que se trata de una única válvula de 3/2 vías. Para controlar un cilindro de doble efecto con estas válvulas magnéticas, se necesitarían dos – una por cada entrada del cilindro.

## Tarea temática

1. Pruebe el modelo de forma exhaustiva. ¿Qué funciona bien? ¿Qué no te agrada?
2. Describe por qué el cilindro de este modelo debe estar articulado en ambos extremos.

## Tarea experimental

1. Monta una válvula reguladora de caudal en la manguera entre la válvula magnética y el cilindro. ¿Qué puedes regular con ella?
2. En lugar de eso, monta la válvula reguladora de caudal entre el acumulador y la válvula magnética. ¿Qué puedes regular ahora con ella?
3. Cierra la segunda salida del cilindro (del lado del resorte) con un tapón P. ¿Qué cambia?
4. Utiliza las dos conexiones inferiores del pulsador en lugar de las dos superiores. ¿Qué cambia?

## Barrera con cilindro de simple efecto - Cilindro de simple efecto, válvula magnética

Stefan Falk

*El modelo de barrera de esta hoja de tareas será también utilizado en hojas de tareas posteriores. Se recomienda, en lo posible, no desmontarlo.*

### Tema

Aplicaremos neumática en un modelo real – una barrera artesanal. Así conoceremos el cilindro de simple efecto y la válvula electromagnética. En otras tareas haremos modificaciones sobre la barrera – por lo tanto, lo ideal sería no desmontar el modelo.

### Objetivo de aprendizaje

- Conocer el modo de funcionamiento y las áreas de aplicación de un cilindro de simple efecto
- Establecer la conexión entre la electricidad y la neumática mediante el pulsador y la válvula magnética

### Tiempo necesario

45 min o más, dependiendo de la velocidad de montaje y el entusiasmo por experimentar.

Neumática

Hoja de soluciones

## Cilindro de simple efecto, válvula magnética

### Ejemplo de solución de tarea temática

**Tarea temática n.º 1:** La barrera se abre y se cierra de manera eficaz, en tanto todo se haya montado correctamente y con precisión. Si no se acciona el pulsador, está cerrada; accionando el pulsador, puede abrirse. En cuanto se suelta el pulsador, la barrera vuelve a cerrarse.

Sería poco atractivo que el movimiento de la barrera sea demasiado rápido y «a golpes».

**Tarea temática n.º 2:** El centro de la articulación giratoria del extremo inferior del cilindro describe un movimiento circular alrededor del eje de giro de la barrera cuando esta se mueve. El émbolo del cilindro no solo se moverá en la dirección longitudinal del cilindro, sino también se desviará en sentido transversal. Para no doblarse y que el modelo funcione son necesarias las articulaciones giratorias en ambos extremos (el módulo de articulación en el extremo inferior y el cojinete del cilindro en un eje en el extremo superior).

### Evaluación de la tarea experimental

**Tarea experimental n.º 1:** De esta manera, estrangularemos tanto el caudal de aire de entrada como de salida del cilindro. La barrera se mueve más lento. El efecto de la estrangulación puede ser diferente en las dos direcciones de movimiento, ya que el retorno se produce únicamente con la fuerza del resorte.

**Tarea experimental n.º 2:** Ahora la válvula reguladora de caudal solo funcionará cuando el cilindro esté conectado con el aire de entrada (estrangulado). El aire de salida, por el contrario, puede fluir sin limitaciones a través de la válvula al exterior del cilindro. Por lo tanto, solo el movimiento ascendente de la barrera se ralentiza; el cierre es igualmente rápido en comparación con la variante sin la válvula reguladora de caudal.

**Tarea experimental n.º 3:** El tapón no tiene ningún o casi ningún efecto. Conclusión: La salida del pistón del cilindro de simple efecto no es, intencionalmente, del todo permeable.

De este modo se logra una mayor ligereza del cilindro, de modo que la fuerza del resorte de retorno sea suficiente para que el cilindro regrese. Sin embargo, en esta conexión del cilindro no es posible reducir el aire de salida. La conexión de manguera delantera del cilindro de simple efecto no tiene un uso práctico más allá del relativo a la producción.

**Tarea experimental n.º 4:** Así, damos vuelta la señal del pulsador – la «invertimos». La válvula magnética ahora recibe electricidad precisamente cuando el pulsador *no* está accionado. En este caso, la barrera está normalmente abierta y solo cuando y entretanto se accione el pulsador, se cerrará (por acción del resorte de retorno).

Neumática

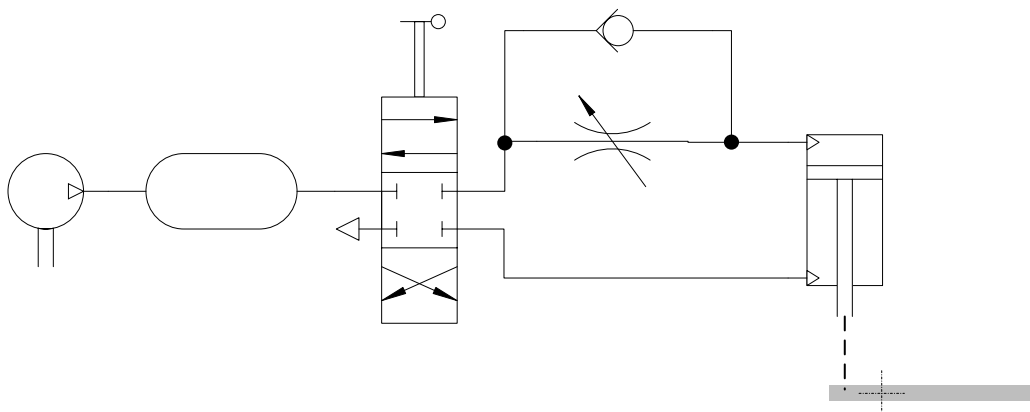
Tareas

## Estrangulación en un cilindro de doble efecto en una sola dirección

### Tarea de construcción

Utiliza como modelo básico la barrera montada en la tarea previa o vuelve a montarla siguiendo el manual de instrucciones. Sin embargo, utiliza esta vez un cilindro de doble efecto (con pistón azul, sin resorte de retorno) y la válvula manual en lugar de la válvula magnética. Debemos accionar ambos lados del cilindro y una única válvula magnética solo alcanzaría para uno de ellos.

A través de esta tarea queremos lograr que la barrera se cierre lentamente (para que nadie que se encuentre por debajo sea golpeado) pero se abra rápidamente. Como ya hemos aprendido, la estrangulación del aire de salida es el camino correcto. Conecte de la siguiente manera:



Utilizaremos una válvula reguladora de caudal en la manguera entre la válvula y el extremo superior del cilindro de la barrera. Al cerrar la barrera se retrae el cilindro y el aire de salida de su conexión superior en el modelo de barrera debe estrangularse.

El problema: El aire de entrada debe poder ingresar sin limitación al cilindro para que la barrera pueda elevarse rápidamente. Esto lo resolvemos mediante la válvula de retención conocida de la bomba manual. Esta permite que el aire comprimido circule en una dirección (sin limitación) y bloquea completamente el paso en la dirección opuesta – del mismo modo que un diodo permite que la corriente eléctrica circule en una sola dirección.

Conectamos la válvula de retención paralelamente a la válvula reguladora de caudal. Advertimos nuevamente que no debes malinterpretar el pequeño triángulo en el esquema de conexiones como una flecha que indica la dirección en la que fluye el aire. Lo que sucede es lo contrario: En el esquema de conexiones, el aire puede circular desde el cilindro a través de la válvula de retención pero en la dirección contraria – cuando el aire de salida sale del cilindro en la retracción – se bloquea el

## Neumática

paso. Por lo tanto, el aire de salida debe atravesar lentamente la válvula reguladora de caudal, mientras que el aire de entrada ingresa rápidamente al cilindro.

### Tarea temática

1. Experimenta con el modelo. Prueba estrangulando el aire con diferente intensidad y observa cómo, sin embargo, se enlentece siempre solo el movimiento descendente de la barrera pero no su apertura.
2. ¿Qué sucede si monta la válvula de retención al revés (pero igualmente paralela a la válvula reguladora de caudal)?

### Tarea experimental

1. ¿Qué deberíamos añadir si quisiéramos regular también la apertura de la barrera con una segunda válvula reguladora de caudal y una segunda válvula de retención pero independientemente de la intensidad de regulación del movimiento de cierre?
2. Si no contamos con dos válvulas de retención pero sí al menos con dos válvulas reguladoras de caudal, podemos conectar la segunda válvula reguladora de caudal, como ya hemos aprendido, a la boca del aire de salida de la válvula manual (alternativamente, esto puede simularse doblando la manguera). Completa el esquema de conexiones como corresponda y describe cómo funcionan ahora las dos válvulas reguladoras de caudal.



## Barrera con cilindro de doble efecto - Estrangulación en un cilindro de doble efecto en una sola dirección

Stefan Falk

*Para esta tarea utilizaremos nuevamente el modelo de «barrera» que ya fue montado para la tarea previa.*

### Tema

Representaremos cómo puede regularse el movimiento de un cilindro de doble efecto en una sola dirección o en ambas direcciones con diferente intensidad.

### Objetivo de aprendizaje

- Al conectar una válvula reguladora de caudal y una válvula de retención en paralelo puede lograrse que la válvula reguladora de caudal tenga relevancia en una sola dirección y en la otra simplemente pueda eludirse gracias a la válvula de retención.
- Así, el aire comprimido solo puede estrangularse en una dirección de circulación, mientras que en la otra dirección fluye prácticamente libre.
- De esta manera, podemos estrangular el caudal de aire de salida de uno de los lados del cilindro, cuyo aire de entrada, por el contrario, ingresa sin ninguna limitación al cilindro. Logramos una estrangulación dependiente de la dirección.

### Tiempo necesario

45 min si la barrera de la tarea previa no fue desmontada.

Hoja de soluciones

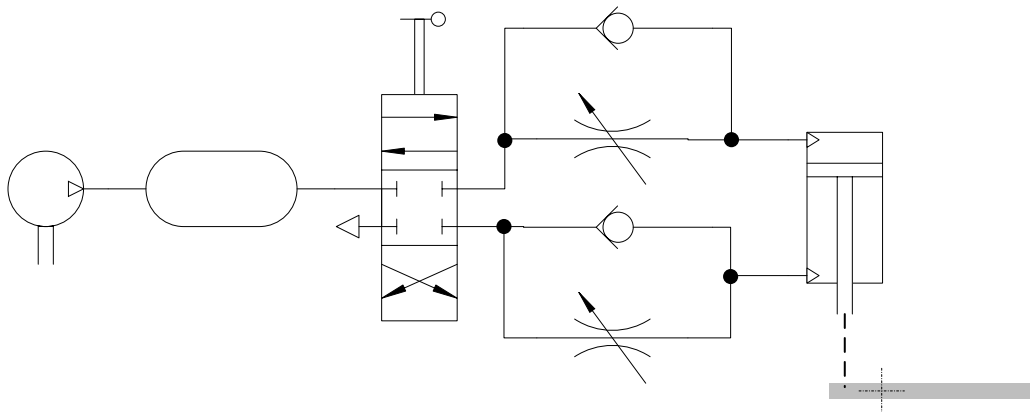
## Barrera con cilindro de doble efecto - Estrangulación en un cilindro de doble efecto en una sola dirección

### Ejemplo de solución de tarea temática

**Tarea temática n.º 2:** Así, al abrir la barrera se estrangularía el caudal de aire de entrada pero no el aire de salida. El efecto sería que la barrera se abre lenta pero bruscamente (ya que es el aire de entrada y no el de salida el que se estrangula). Sin embargo, se cerraría rápidamente. Como ya hemos aprendido, la estrangulación del aire de salida es la variante adecuada.

### Evaluación de la tarea experimental

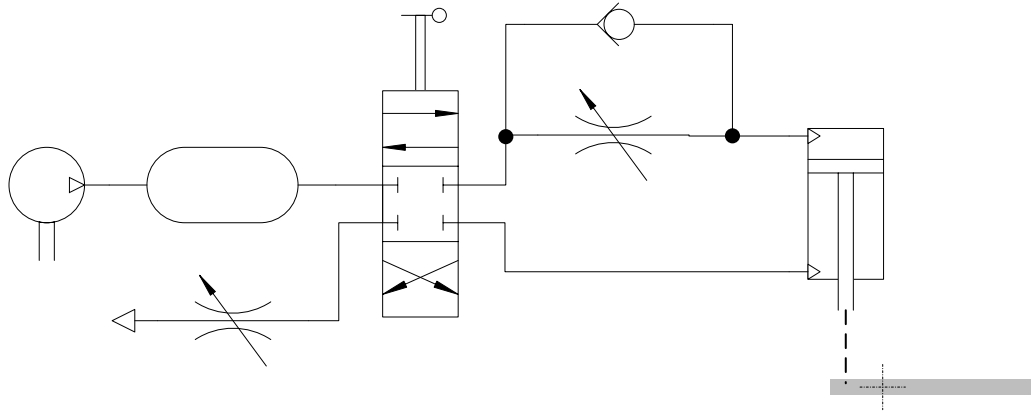
**Tarea experimental n.º 1:** También habría que instalar una conexión paralela en la otra conexión del cilindro entre la válvula reguladora de caudal y la válvula de retención.



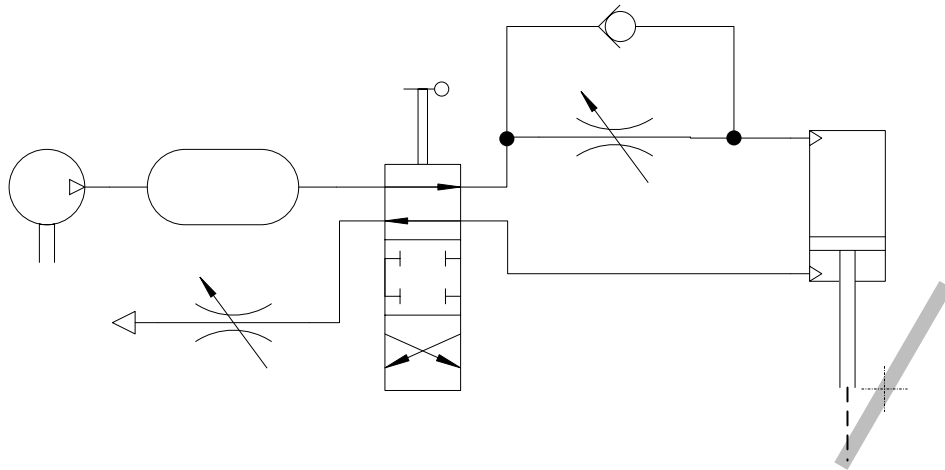
Las dos válvulas de retención deben instalarse de tal modo que estrangulen el respectivo caudal de aire de salida pero no de entrada.

**Tarea experimental n.º 2:** La segunda válvula reguladora de caudal se instalaría de la siguiente manera:

Neumática

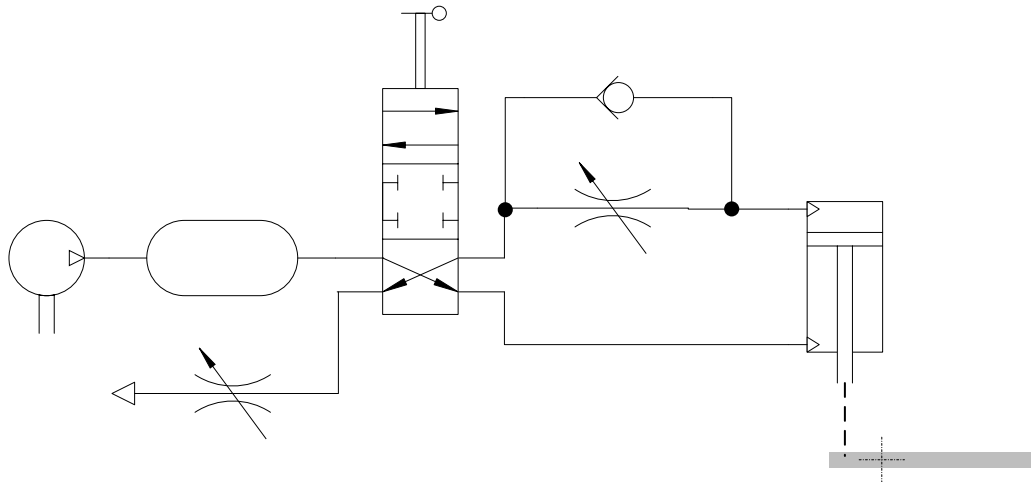


Al abrir la barrera, es decir, al desplegarse el cilindro hacia abajo, el aire de entrada al cilindro no estaría estrangulado debido a la válvula de retención, pero sí el aire de salida en la conexión inferior – véase la siguiente posición de la válvula:



Al cerrar la barrera, funcionan ambas válvulas reguladoras de caudal conectadas en serie:

Neumática



Sin embargo, en este caso funciona fundamentalmente la válvula reguladora de caudal, que estrangula más el aire. Es decir que a partir de esta conexión se puede regular más el cierre que la apertura de la barrera, pero no a la inversa. De así desearlo, la combinación de válvula reguladora de caudal/válvula de retención debería estar conectada a la otra conexión del cilindro.

Neumática

Tareas

## Generar y trabajar con presión negativa

### Tarea de construcción

1. Prueba preliminar: En un montaje libre, conecta la ventosa mediante una manguera a la conexión en la base de un cilindro de simple efecto. Haz que alguien extraiga el pistón del cilindro y sostén una pieza plana pequeña debajo de la ventosa. Puedes sujetar la pieza por un tiempo hasta que haya ingresado tanto aire por las fugas en la ventosa y el cilindro que la presión negativa ya no sea suficiente.
2. Monta el modelo de manipulador de presión negativa como indica el manual de instrucciones.

### Tarea temática

1. ¿Cuánto tiempo puede sujetar la ventosa una pequeña pieza?
2. Intenta que se sujeten piezas de diferente peso. ¿Qué es lo más pesado que puede sujetarse?

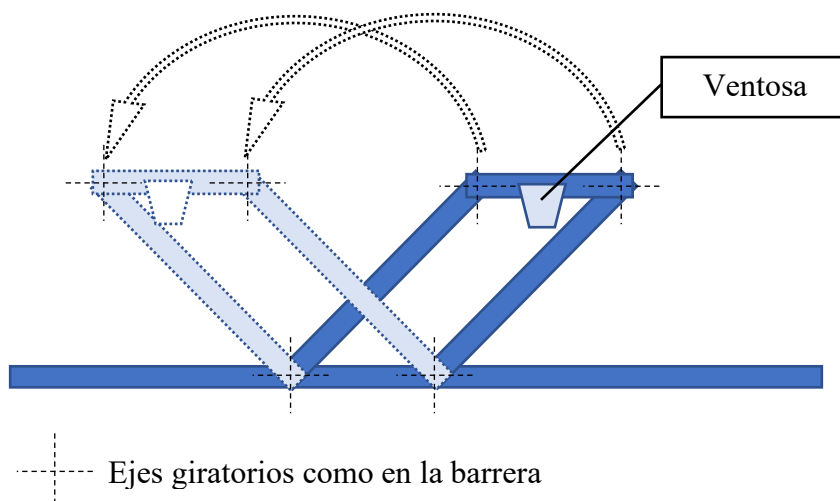
### Tarea experimental

Nota: Estas tareas son opcionales y pueden demandar mucho tiempo.

1. Intenta hacer que la ventosa se mueva utilizando el resto de los componentes disponibles.
2. Intenta generar el movimiento mediante la válvula manual y el cilindro neumático.

Sugerencias sobre cómo podría realizarse el movimiento:

- Desplazamiento a lo largo de un eje u otra guía.
- Giro mediante el montaje de un componente giratorio. Este puede estar en posición horizontal o vertical; otras variantes son posibles mediante la colocación de la ventosa en distintas direcciones.
- Un «mecanismo articulado paralelo» con las ventajas de que la ventosa siempre apunta hacia abajo y con un único movimiento pueden lograrse tanto la elevación como el desplazamiento.



## Manipulador de presión negativa - Generar y trabajar con presión negativa

Stefan Falk

*En caso de no contar con tiempo suficiente, para este modelo puede simplemente utilizar la válvula manual neumática en lugar del pulsador y la válvula magnética.*

### Tema

Generamos una presión de aire *inferior* a la del ambiente y la aplicamos en un manipulador de aspiración.

### Objetivo de aprendizaje

- Un cilindro accionado mecánicamente al igual que la bomba manual artesanal puede generar no solo presión positiva sino también presión negativa en la otra conexión.
- Con él y una ventosa flexible adecuada pueden sostenerse, elevarse y moverse piezas livianas con superficie plana.

Esta técnica tiene aplicación industrial, por ejemplo, en el envasado de piezas pequeñas. Las piezas, por ejemplo, provenientes de un depósito o que llegan a una cinta transportadora, son cogidas por el manipulador de aspiración e introducidas en el paquete. Esto puede realizarse con una alta velocidad de ciclos, de modo que pueden manipularse muchas piezas en poco tiempo.

### Tiempo necesario

45 min para la construcción y las tareas temáticas. Otros 45 min para las tareas experimentales constructivas opcionales o más, en función del esfuerzo de las construcciones deseadas.

Neumática

Hoja de soluciones

## Generar y trabajar con presión negativa

Ejemplo de solución de tarea temática

**Tarea temática n.º 1:** Deberían poder lograrse unos segundos, siempre y cuando la pieza a elevar no sea muy pesada y su superficie no sea rugosa.

**Tarea temática n.º 2:** Al menos los discos de madera incluidos, pero también, por ejemplo, un componente fischertechnik con superficie plana, pueden ser sujetados.

Evaluación de la tarea experimental

Para introducir el movimiento de la ventosa hay infinidad de opciones. La creatividad de los estudiantes puede dar lugar a soluciones distintas pero básicamente funcionales.

Neumática

Tareas

## Motor de aire comprimido electroneumático

### Tarea de construcción

Monta el modelo de motor de aire comprimido como indica el manual de instrucciones.

Notas al respecto:

- Al igual que en el modelo de la barrera, en este modelo el cilindro también debe estar articulado en ambos extremos. En el extremo superior, asume esta función el pequeño eje. En el extremo inferior, es importante el módulo de articulación. Monta el cilindro con la articulación firmemente sobre la placa de construcción.
- Para un correcto funcionamiento, las piezas oscilantes deben montarse con la suficiente rigidez. No olvides la riostra en la viga oscilante y despliega la biela vertical con dos riostras fischertechnik conectadas entre sí.
- El eje de las piezas giratorias debe colocarse con precisión. Para ello es necesario que los tres cojinetes de los ejes (los componentes rojos 15 con perforación) estén «alineados», es decir, dispuestos precisamente en línea y no inclinados. A tal fin, es conveniente que las ranuras de los componentes inferiores estén en dirección de los ejes, ya que, entonces, se garantiza que el cojinete de eje se asiente con precisión en sentido transversal al eje.
- Es importante ajustar la posición del disco de conmutación y del pulsador. El pulsador debe ser accionado por el disco de conmutación de manera eficaz al girar y el disco también debe estar colocado correctamente en la dirección de giro para que el cilindro reciba o ventile el aire comprimido en el momento indicado.

### Tarea temática

1. Experimenta con diferentes ángulos de giro en los cuales pueda asentarse el disco. Encuentra la posición en que mejor funciona el motor.
2. Cuenta cuántos giros por minuto logra hacer el motor en marcha al ralentí.
3. ¿Por qué es necesario el volante de inercia?
4. Frena el motor en el acoplamiento de encastre en el extremo del eje de salida con los dedos de tal modo que el motor todavía funcione. ¿Con cuántos giros por minuto funciona ahora?



## Motor de aire comprimido electroneumático

Stefan Falk

### Tema

Construimos un motor de aire comprimido que funciona de forma similar a una máquina de vapor.

### Objetivo de aprendizaje

- En el modelo funcional de motor de aire comprimido, la combinación de diversas disciplinas conduce al éxito: Neumática, electricidad y mecánica/cinemática.
- Solo la correcta interacción de todas las ramas conduce a la solución.

### Tiempo necesario

45 min.

Hoja de soluciones

**Motor de aire comprimido electroneumático****Ejemplo de solución de tarea temática**

**Tarea temática n.º 3:** Sin el volante de inercia puede suceder que el motor no pueda superar los «puntos muertos» del movimiento de la excéntrica. Estos son los puntos en los que la manivela se encuentra completamente arriba o completamente abajo. En estas posiciones, el cilindro y la mecánica no pueden ceder el par de giro porque la fuerza necesaria para ello debería ir en sentido transversal a la biela. El volante de inercia se encarga de que el motor supere estos puntos muertos hasta que puedan volver a transmitirse fuerza y par de giro. El volante de inercia es, por lo tanto, un «acumulador mecánico de energía», que absorbe la energía cinética (energía de rotación) al encender el motor y vuelve a alimentar en el «punto muerto». Aquí tiene especial importancia el peso sobre el borde externo del volante de inercia: A mayor peso, mayor es la «capacidad de almacenamiento» del acumulador de energía.

## Mesa elevadora de tijera - Plataforma elevadora neumática

Stefan Falk

*Este modelo es relativamente complejo en cuanto a su montaje. En función de su experiencia con fischertechnik, prevea tiempo suficiente. Además, serán necesarios elementos adecuados para usar como peso, así como también una regla o cinta métrica para realizar todas las tareas.*

### Tema

Construimos una plataforma elevadora – la llamada «elevadora de tijera» – y la hacemos funcionar de forma neumática. Dos evoluciones posteriores ofrecen mayor fuerza o altura de elevación con poco esfuerzo de reforma.

### Objetivos de aprendizaje

- La mecánica de la elevadora de tijera y la diligencia necesaria para su montaje preciso,
- el aumento de la fuerza realizable mediante el emparejamiento paralelo de dos cilindros neumáticos,
- el aumento de la distancia de deslizamiento mediante la yuxtaposición de dos cilindros neumáticos,
- la comprensión de la relación mecánica en un engranaje con cambios de velocidades no uniformes.

### Tiempo necesario

90 min.

Hoja de soluciones

## Plataforma elevadora neumática

### Ejemplo de solución de tarea temática

**Tarea temática n.º 3. a):** La fuerza de ambos cilindros se suma; la fuerza total es de exactamente el doble que la de un cilindro. La presión es definida como fuerza sobre superficie:

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

Donde F es la fuerza y A es la superficie efectiva del disco del cilindro. La fuerza es, entonces, producto de la presión y la superficie:

$$F = p \cdot A$$

Por lo tanto, si ante la misma presión duplicamos la superficie mediante la conexión en paralelo de los dos cilindros, se duplica también la fuerza:

$$p \cdot 2A = 2 \cdot F$$

b) La elevación no se modifica, ya que el recorrido de los cilindros es el mismo que el de un cilindro.

**Tarea temática n.º 4. a):** La fuerza permanece invariable, ya que la superficie efectiva de los cilindros no se ha modificado. En este sentido, la disposición tiene el mismo efecto que la utilización de un cilindro más largo.

b) el recorrido es el doble de largo. La elevación ha aumentado pero menos del doble.

c) En la posición inferior de la plataforma elevadora, una pequeña extensión del recorrido produce un gran cambio en la elevación. Sin embargo, en la posición superior se produce un recorrido igual pero solo un leve cambio en la elevación (pero se necesita una fuerza de elevación mayor).

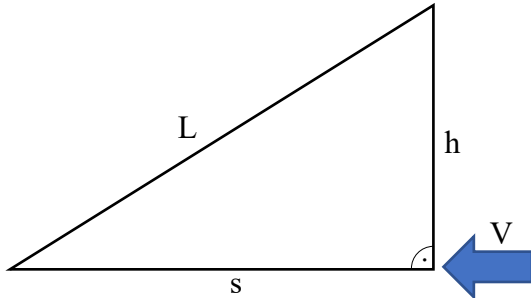
**Tarea temática n.º 5:** La plataforma elevadora, como la hemos montado, se detiene abruptamente cuando los cilindros alcanzan su tope. Si hay material o personas sobre la plataforma elevadora, podrían resbalar o caer (por eso sería útil una barandilla adecuada o algo similar en la superficie de la plataforma elevadora). La estrangulación tiene como efecto una velocidad menor, manteniendo la fuerza que puede soportar la plataforma elevadora.

Una evolución sería la *amortiguación final*. Se trata de una amortiguación que se hace efectiva poco antes de llegar al tope. De este modo, podemos combinar una velocidad alta con un movimiento final suave. Véase la referencia para obtener más información [2].

Neumática

Evaluación de la tarea experimental

La relación entre el recorrido y la elevación puede calcularse de la siguiente manera:



L es el largo de la viga, cuyo extremo inferior está separado de los cilindros; s es el largo de la proyección de L sobre el plano; h es la elevación (en este caso, medido desde el plano). L, s y h forman un triángulo rectángulo.

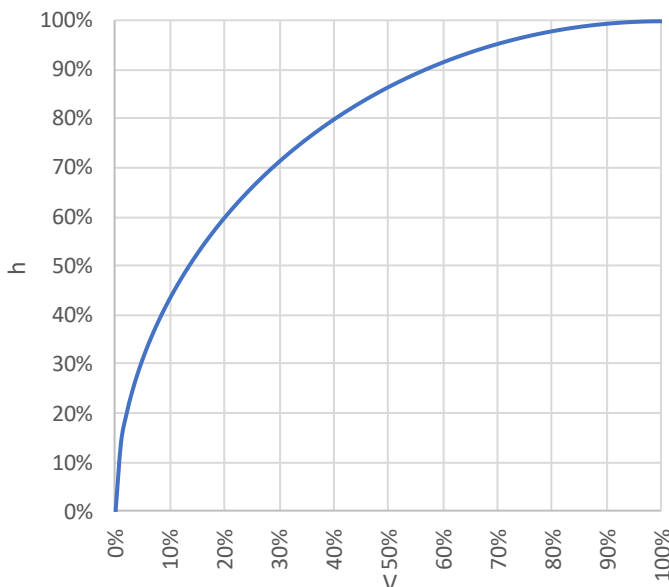
V es el recorrido de desplazamiento de los cilindros, como punto cero partiendo de una posición en la que la viga se encuentra sobre el plano (sin embargo, en la realidad no alcanzable debido a las limitaciones mecánicas). Entonces, tenemos:

$$s = L - V$$

$$L^2 = s^2 + h^2$$

$$h = \sqrt{L^2 - s^2} = \sqrt{L^2 - (L - V)^2} = \sqrt{L^2 - (L^2 - 2LV + V^2)} = \sqrt{2LV - V^2}$$

Esto da como resultado la siguiente progresión cualitativa:



## Modelo de proyecto - Juego de mesa de presión negativa

Stefan Falk

*Este modelo es relativamente complejo en cuanto a su montaje. En función de su experiencia con fischertechnik, prevea tiempo suficiente.*

### Tema

Este modelo presenta la neumática con una complejidad mayor – una unidad de posicionamiento neumático que también puede ser utilizada como un juego.

### Objetivo de aprendizaje

- Técnicas de construcción de la ingeniería mecánica
- Conversión de un movimiento lineal en giratorio
- Introducción adecuada de aire comprimido en una pieza mecánica giratoria

### Tiempo necesario

Este modelo es complejo en cuanto a su construcción y requerirá de varias unidades de tiempo de, por ejemplo, 45 min.

Neumática

Tareas

## Juego de mesa de presión negativa

### Tarea de construcción

Monta el modelo de proyecto como indica el manual de instrucciones. Presta atención a que toda la mecánica sea estable pero de funcionamiento suave. Observa especialmente los siguientes detalles de construcción:

1. El cilindro neumático utilizado para el giro está articulado en ambos (!) extremos. Si estuviera fijo en uno de los extremos, se torcería. La biela estaría sometida a grandes fuerzas de flexión y podría doblarse o romperse. Las juntas herméticas del cilindro podrían dañarse. La máquina no funcionaría. Recuerde: *¡Los cilindros neumáticos solo pueden someterse a tracción o presión, pero nunca a «cizallamiento», es decir, a una fuerza transversal al recorrido!*
2. Sería inteligente llevar las mangueras al cilindro de elevación por el *centro* de la corona giratoria. De este modo, se torcerán un poco pero ante una alimentación «desde afuera» debería reservarse una mayor cantidad de manguera y espacio para que las mangueras pudieran seguir el movimiento. Sin embargo: Sin elementos especiales no se puede girar la pieza correspondiente de forma indeterminada en una dirección. En esta máquina, el movimiento de giro tiene lugar solo en un ángulo lo suficientemente grande, de modo que no surgen complicaciones.
3. Para que el cilindro de elevación pueda funcionar con suavidad, no debe quedar «atrapado» entre los dos soportes laterales. Esto puede ajustarse desplazando con precisión los soportes por la ranura del disco de giro.

### Tarea temática

1. Deja que el sistema primero oscile solo entre ambas posiciones finales del cilindro neumático.
  - a) ¿Cómo podría ejecutarse la tarea de mover una pieza mecánica con precisión entre dos posiciones finales mediante el accionamiento de un motor eléctrico?
  - b) Por el contrario, ¿de qué puede prescindirse en el accionamiento mediante un cilindro neumático y cuál sería una ventaja del control neumático en este caso?
2. Ahora observa la posición central en la que se encuentra el manipulador sobre el centro de la superficie de apoyo.
  - a) ¿Cuál es el problema de utilizar un cilindro neumático en este caso?
  - b) ¿Qué medios constructivos que hayamos conocido en las tareas anteriores podrían utilizarse para lograr una mayor precisión en la posición central?

### Tarea experimental

1. Intenta lograr la posición central con la mayor precisión posible.
  - a) ¿Qué puedes modificar para facilitar esto?
  - b) ¿De qué modo «adquieres» esta mejora?
2. Juega a «Las torres de Hanói» con la máquina. En este juego hay tres discos superpuestos en la primera bandeja, siempre el más pequeño sobre el

## Neumática

siguiente de mayor tamaño (de este modo, el más grande de todos abajo y el más pequeño arriba). La tarea consiste en llevar la pila completa de discos a la tercera bandeja, desplazando un disco tras otro de tal modo que en ningún momento del proceso quede un disco más grande sobre uno más pequeño. La bandeja central puede utilizarse como depósito provisional. Aunque no hay tres discos de diferente tamaño entre los componentes, sí hay tres «piezas de trabajo» de distinto color. Estas tienen una superficie plana (a diferencia de, por ejemplo, monedas) y, por lo tanto, son adecuadas para utilizar en nuestro manipulador de presión negativa. Así, define una secuencia «correcta», por ejemplo, para que en ningún momento deba quedar una pieza más oscura sobre una más clara, o simplemente etiqueta las piezas con «1», «2» y «3».

- a) ¿En qué orden deben transportarse las piezas y desde dónde hacia dónde para resolver la tarea?
- b) ¿Podría lograrse también con una pila de 4, 5, ... piezas ordenadas por tamaño?



Neumática

Hoja de soluciones

## Juego de mesa de presión negativa

### Ejemplo de solución de tarea de construcción

Aquí se presenta una construcción ejemplificativa para resolver la tarea. Esta solución debe utilizar en lo posible pocos componentes fischertechnik y exclusivamente actuales. Por favor, añadir fotos. Finalmente, se crea un archivo de diseño y se adjunta (en su caso, al final, por el coordinador) y se genera una lista de componentes (anexo).

### Ejemplo de solución de tarea temática

#### Tarea temática n.º 1:

- a) En caso de un accionamiento eléctrico, debería instalarse una desconexión en posiciones finales (por ejemplo: con un pulsador en cada posición final).
- b) La desconexión en posiciones finales no es necesaria en el cilindro neumático; está, por así decirlo, «incorporada». El cilindro tiene topes naturales en ambas posiciones finales. Por lo tanto, puede prescindirse del gran esfuerzo que conlleva el circuito y de la colocación de pulsadores en las posiciones finales. La ventaja es la sencillez de la construcción y el bajo consumo de materiales (siempre y cuando se cuente con el compresor).

#### Tarea temática n.º 2:

- a) Un cilindro neumático sin más medidas solo puede regular de forma aproximada una posición central.
- b) Una posibilidad serían los *cilindros multiposición*, como los conocimos en el modelo de «mesa elevadora de tijera». Por lo tanto, se podrían colocar dos cilindros neumáticos sucesivos, de modo que se pueda lograr reproducir con precisión la posición central cuando solo uno de ellos se despliegue.

### Evaluación de la tarea experimental

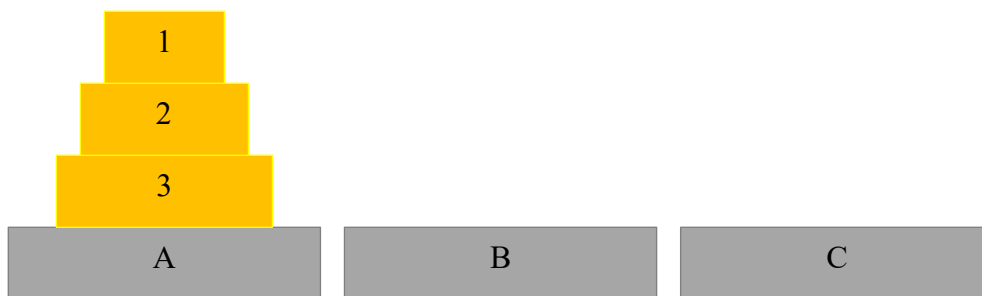
#### Tarea experimental n.º 1:

- a) Para el movimiento de giro, puedes aumentar la estrangulación del caudal de aire de salida del cilindro. De este modo, trabaja más lentamente y tú puedes lograr la posición deseada con mayor precisión.
- b) La desventaja es que el movimiento será en general más lento. Esto puede conducir a un rendimiento menor de las máquinas de producción (como «piezas trabajadas por unidad de tiempo»).

#### Tarea experimental n.º 2:

- a) Identifiquemos a las bandejas con A, B y C y a las piezas de trabajo ordenadas según la claridad con 1, 2 y 3 (para simplificar, puedes etiquetar las piezas de trabajo también con números). La posición inicial se vería de la siguiente manera:

Neumática



Luego, los discos deben ser colocados de la siguiente manera: 1 → C, 2 → B, 1 → B, 3 → C, 1 → A, 2 → C, 1 → C.

b) De hecho, ¡esto funciona para *cualquier cantidad* de discos con solo tres bandejas! El algoritmo para resolverlo puede describirse así:

1. Mueve toda la pila de discos excepto el de más abajo al depósito provisional.
2. Mueve el disco «más grande» ahora liberado al destino.
3. Mueve toda la pila de discos del almacén provisional al destino (sobre el disco allí ubicado).

En tanto la «pila completa de discos» incluya más de un disco, aplique exactamente el mismo proceso («recursivo») y utilice la bandeja que quedó vacía en el paso anterior como depósito provisional.

Para un número indeterminado  $n$  de discos sobre la bandeja se requieren en total

$$2^n - 1$$

pasos para la completa resolución de la tarea. Por lo tanto, para tres discos necesitamos

$$2^3 - 1 = 8 - 1 = 7$$

siete pasos.