



ESCUELA DE INGENIERÍA MAZATLÁN



INGENIERÍA EN PROCESOS INDUSTRIALES

MANUAL DE PRÁCTICAS PARA LABORATORIO DE SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS

MANUAL DE HIDRÁULICA BÁSICA

17 PRÁCTICAS PARA HIDRÁULICA NIVEL BÁSICO

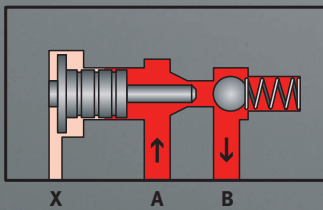
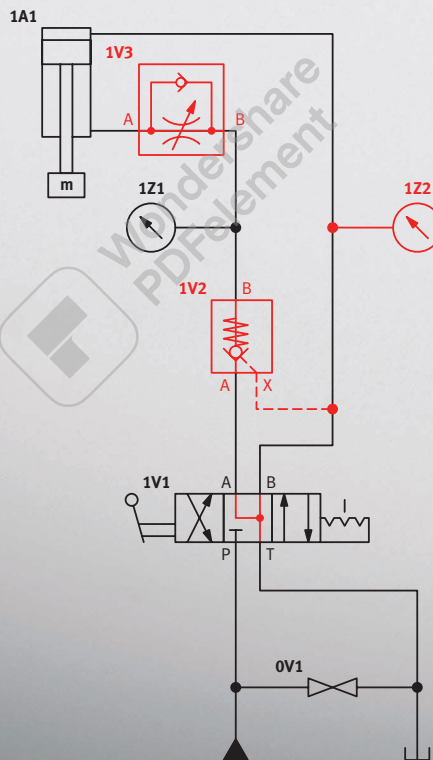
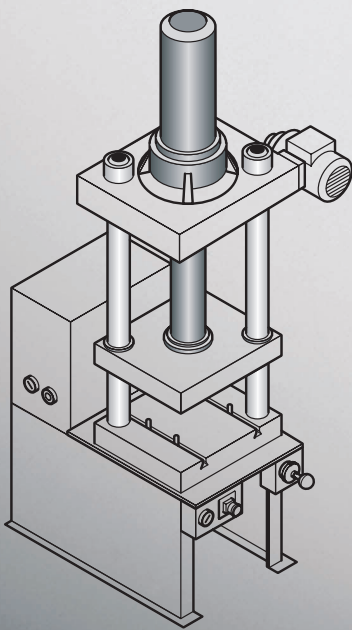
Hidráulica Nivel básico

FESTO

Manual de trabajo
TP 501



Con CD-ROM



Referencia: 551145
Datos actualizados en: 09/2011
Autores: Renate Aheimer, Frank Ebel, Annabella Zimmermann
Artes gráficas: Doris Schwarzenberger
Maquetación: 09/2011, Frank Ebel, Susanne Durz

© Festo Didactic GmbH & Co. KG, D-73770 Denkendorf, Alemania, 2013
Internet: www.festo-didactic.com
E-mail: did@de.festo.com

El comprador adquiere un derecho de utilización limitado sencillo, no excluyente, sin limitación en el tiempo, aunque limitado geográficamente a la utilización en su lugar / su sede.

El comprador tiene el derecho de utilizar el contenido de la obra con fines de capacitación de los empleados de su empresa, así como el derecho de copiar partes del contenido con el propósito de crear material didáctico propio a utilizar durante los cursos de capacitación de sus empleados localmente en su propia empresa, aunque siempre indicando la fuente. En el caso de escuelas / universidades y centros de formación profesional, el derecho de utilización aquí definido también se aplica a los escolares, participantes en cursos y estudiantes de la institución receptora.

En todos los casos se excluye el derecho de publicación, así como la inclusión y utilización en Intranet e Internet o en plataformas LMS y bases de datos (por ejemplo, Moodle), que permitirían el acceso a una cantidad no definida de usuarios que no pertenecen al lugar del comprador.

Los derechos de entrega a terceros, multicopiado, procesamiento, traducción, microfilmación, traslado, inclusión en otros documentos y procesamiento por medios electrónicos requieren de la autorización previa y explícita de Festo Didactic GmbH & Co. KG.

Importante

Se sobreentiende que el uso de términos en género masculino (por ejemplo, estudiante, instructor, etc.) incluye también los correspondientes términos de género femenino. Se prescinde de la alusión explícita a los dos géneros únicamente con el fin de no complicar la formulación de las frases y facilitar la lectura.

Contenido

Utilización debida _____	V
Prólogo _____	VI
Introducción _____	VIII
Indicaciones de seguridad y utilización _____	IX
Conjunto didáctico: Hidráulica, nivel básico (TP 500) _____	XI
Conjunto didáctico: Hidráulica, nivel básico (TP 501) _____	XII
Atribución de los ejercicios en función de objetivos didácticos _____	XIV
Equipo didáctico _____	XVII
Atribución de componentes y tareas _____	XIX
Informaciones para el instructor _____	XX
Estructura de los ejercicios _____	XXI
Denominación de los componentes _____	XXII
Contenido del CD-ROM: _____	XXII

Ejercicios y soluciones

Ejercicio 1: Equipamiento de un puesto de trabajo de hidráulica _____	3
Ejercicio 2: Puesta en funcionamiento de una prensa hidráulica de dos columnas _____	13
Ejercicio 3: Medición de la línea característica de la bomba _____	21
Ejercicio 4: Medición de la línea característica de apertura de una válvula limitadora de presión _____	33
Ejercicio 5: Descarga de una máquina de producción de papel _____	41
Ejercicio 6: Abrir un horno de templado _____	51
Ejercicio 7: Abrir y cerrar la compuerta de una caldera _____	59
Ejercicio 8: Cálculo de un equipo de montaje _____	69
Ejercicio 9: Clasificación de cajas de transporte _____	73
Ejercicio 10: Medición de la línea característica de una válvula reguladora de caudal _____	83
Ejercicio 11: Ajuste de la velocidad del movimiento de una plataforma elevadora _____	93
Ejercicio 12: Optimización del funcionamiento de una máquina estampadora _____	103
Ejercicio 13: Equiparación de la velocidad de avance y de retroceso _____	115
Ejercicio 14: Bloquear movimientos involuntarios de retroceso _____	123
Ejercicio 15: Corrección de la inclinación de una cinta de transporte _____	133
Ejercicio 16: Aplicación de contrafuerza al cerrar una compuerta _____	139
Ejercicio 17: Carga y descarga de contenedores _____	145

Ejercicios y hojas de trabajo

Ejercicio 1: Equipamiento de un puesto de trabajo de hidráulica _____	3
Ejercicio 2: Puesta en funcionamiento de una prensa hidráulica de dos columnas _____	13
Ejercicio 3: Medición de la línea característica de la bomba _____	21
Ejercicio 4: Medición de la línea característica de apertura de una válvula limitadora de presión _____	33
Ejercicio 5: Descarga de una máquina de producción de papel _____	41
Ejercicio 6: Abrir un horno de templado _____	51
Ejercicio 7: Abrir y cerrar la compuerta de una caldera _____	59
Ejercicio 8: Cálculo de un equipo de montaje _____	69
Ejercicio 9: Clasificación de cajas de transporte _____	73
Ejercicio 10: Medición de la línea característica de una válvula reguladora de caudal _____	83
Ejercicio 11: Ajuste de la velocidad del movimiento de una plataforma elevadora _____	93
Ejercicio 12: Optimización del funcionamiento de una máquina estampadora _____	103
Ejercicio 13: Equiparación de la velocidad de avance y de retroceso _____	115
Ejercicio 14: Bloquear movimientos involuntarios de retroceso _____	123
Ejercicio 15: Corrección de la inclinación de una cinta de transporte _____	133
Ejercicio 16: Aplicación de contrafuerza al cerrar una compuerta _____	139
Ejercicio 17: Carga y descarga de contenedores _____	145



Utilización debida

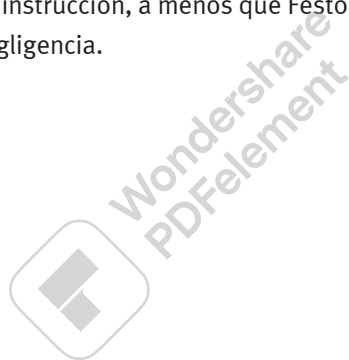
El equipo didáctico correspondiente al nivel básico de hidráulica deberá utilizarse únicamente cumpliendo las siguientes condiciones:

- Utilización apropiada y convenida en cursos de formación y perfeccionamiento profesional
- Utilización en perfecto estado técnico

Los componentes del conjunto didáctico cuentan con la tecnología más avanzada actualmente disponible y cumplen las normas de seguridad. A pesar de ello, si se utilizan indebidamente, es posible que surjan peligros que pueden afectar al usuario o a terceros o, también, provocar daños en el sistema.

El sistema para la enseñanza de Festo Didactic ha sido concebido exclusivamente para la formación y el perfeccionamiento profesional en materia de sistemas y técnicas de automatización industrial. La empresa u organismo encargados de impartir las clases y/o los instructores deben velar por que los estudiantes/aprendices respeten las indicaciones de seguridad que se describen en el presente manual.

Festo Didactic excluye cualquier responsabilidad por lesiones sufridas por el instructor, por la empresa u organismo que ofrece los cursos y/o por terceros, si la utilización del presente conjunto de aparatos se realiza con propósitos que no son de instrucción, a menos que Festo Didactic haya ocasionado dichos daños premeditadamente o con extrema negligencia.



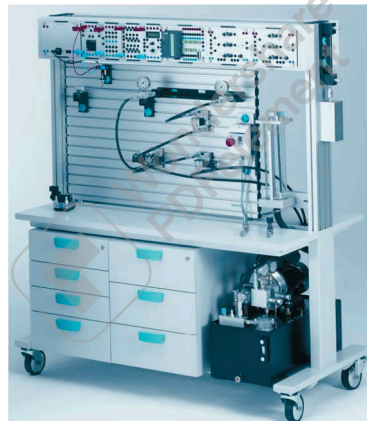
Prólogo

El sistema de enseñanza en materia de sistemas y técnica de automatización industrial de Festo se rige por diversos planes de estudios y exigencias que plantean las profesiones correspondientes. En consecuencia, los equipos didácticos están clasificados según los siguientes criterios:

- Conjuntos didácticos de orientación tecnológica
- Mecatrónica y automatización de procesos de fabricación
- Automatización de procesos continuos y técnica de regulación
- Robótica móvil
- Equipos didácticos híbridos

El sistema para enseñanza de la técnica de automatización se actualiza y amplía regularmente, a la par que avanzan los métodos utilizados en el sector didáctico y se introducen nuevas tecnologías en el sector industrial.

Los equipos didácticos técnicos abordan los siguientes temas: neumática, electroneumática, hidráulica, electrohidráulica, hidráulica proporcional, controles lógicos programables, sensores, electrotecnia, electrónica y actuadores eléctricos.



Los equipos didácticos tienen una estructura modular, por lo que es posible dedicarse a aplicaciones que rebasan lo previsto por cada uno de los equipos didácticos individuales. Por ejemplo, es posible trabajar con controles lógicos programables para actuadores neumáticos, hidráulicos y eléctricos.

Todos los conjuntos didácticos incluyen lo siguiente:

- Hardware (equipos técnicos)
- Material didáctico
- Seminarios

Hardware (equipos técnicos)

El hardware incluye componentes y equipos industriales que han sido adaptados para fines didácticos. La selección de componentes de los equipos didácticos y su ejecución se realiza específicamente según los proyectos previstos para cada nivel.

Material didáctico

Los medios relacionados con cada tema se clasifican en teachware (material didáctico) y software. El «teachware» orientado hacia la práctica, incluye lo siguiente:

- Libros técnicos y libros de enseñanza (publicaciones estándar para la adquisición de conocimientos de carácter fundamental).
- Manuales de trabajo (con ejercicios prácticos, informaciones complementarias y soluciones modelo)
- Diccionarios, manuales, publicaciones técnicas (profundizan los temas técnicos)
- Transparencias para proyección y vídeos (para crear un entorno de estudio ilustrativo y activo)
- Pósters (para la representación esquematizada de temas técnicos)

El software incluye programas para las siguientes aplicaciones:

- Programas didácticos digitales (temas de estudio preparados didácticamente, aprovechando diversos medios digitalizados)
- Software de simulación
- Software de visualización
- Software para la captación de datos de medición
- Software para diseño de proyectos y construcción
- Software de programación para controles lógicos programables

Los medios de estudio y enseñanza se ofrecen en varios idiomas. Fueron concebidos para la utilización en clase, aunque también son apropiados para el estudio autodidacta.

Seminarios

Los contenidos que se abordan mediante los equipos didácticos se completan mediante una amplia oferta de seminarios para la formación y el perfeccionamiento profesional.

¿Tiene alguna sugerencia o desea expresar una crítica en relación con el presente manual?

Envíe un e-mail a: did@de.festo.com

Los autores y Festo Didactic están interesados en conocer su opinión.

Introducción

El presente manual de trabajo forma parte del sistema para la enseñanza en materia de sistemas y técnica de automatización industrial de Festo Didactic GmbH & Co. KG. El sistema constituye una sólida base para la formación y el perfeccionamiento profesional de carácter práctico. Los conjuntos didácticos TP 501 y TP 502 únicamente contienen sistemas de control hidráulicos.

El equipo didáctico básico TP 501 es apropiado para adquirir conocimientos básicos en materia de técnicas de control de sistemas hidráulicos. El estudiante adquiere conocimientos físicos básicos relacionados con la hidráulica así como sobre el funcionamiento y la utilización de componentes hidráulicos. Con los componentes pueden configurarse sistemas de control hidráulicos sencillos. El nivel avanzado TP 502 es apropiado para profundizar conocimientos en materia de técnicas de control de sistemas hidráulicos. Con los componentes pueden configurarse sistemas de control hidráulicos más avanzados.

El presente manual permite adquirir conocimientos de física relacionados con la hidráulica así como sobre los esquemas de distribución hidráulicos más importantes. Los ejercicios abordan los siguientes temas:

- Obtención de líneas características de los componentes.
- Comparación de la utilización de diversos componentes.
- Montaje de sistemas en función de diversos esquemas de distribución básicos.
- Aplicación de las ecuaciones básicas de hidráulica.

Para el montaje de los sistemas de control deben cumplirse las siguientes condiciones técnicas:

- Un puesto de trabajo Learnline o Learntop-S con un panel de prácticas perfilado de Festo Didactic. El panel perfilado tiene 14 ranuras en T paralelas a una distancia de 50 milímetros.
- Un unidad hidráulica (tensión de funcionamiento de 230 V, 50 Hz, con presión de funcionamiento de 6 MPa (60 bar) y caudal de 2 l/min).
- Una unidad de alimentación eléctrica con anticortocircuitaje (entrada: 230 V, 50 Hz; salida: 24 V, máx. 5 A) para el sensor de caudal.
- Cables de seguridad de laboratorio

Para llevar a cabo los 17 ejercicios y solucionar las tareas únicamente se necesitan los componentes del conjunto didáctico TP 501. La teoría necesaria para el entendimiento del presente manual consta en el manual de estudio.

- Hidráulica, nivel básico

Además, se ofrecen hojas de datos correspondientes a todos los componentes (cilindros, válvulas, etc.).

Indicaciones de seguridad y utilización



Informaciones generales

- Los estudiantes únicamente podrán trabajar con los equipos en presencia de un instructor.
- Lea detenidamente las hojas de datos correspondientes a cada uno de los componentes y, especialmente, respete las respectivas indicaciones de seguridad.
- Los fallos que podrían mermar la seguridad no deberán ocasionarse durante las clases y deberán eliminarse de inmediato.
- Utilice equipos de protección individual adecuados, como p. ej. zapatos de seguridad y guantes de protección.

Parte mecánica

- Manipule los componentes de la estación únicamente si está desconectada.
- Monte todos los componentes fijamente sobre la placa perfilada.
- Los detectores de posiciones finales no deberán accionarse frontalmente.
- ¡Peligro de accidente durante la localización de fallos!
Para accionar los detectores de posiciones finales, utilice una herramienta (por ejemplo, un destornillador).
- Efectúe el montaje de todos los componentes de tal manera que pueda acceder fácilmente a los interruptores y a los empalmes.
- Respete las indicaciones sobre el posicionamiento de los componentes.
- Efectúe el montaje de los cilindros con su respectiva protección.

Sistema eléctrico

- Únicamente deberá utilizarse baja tensión (de máximo 24 V DC).
- Las conexiones eléctricas únicamente deberán conectarse y desconectarse sin tensión.
- Utilizar únicamente cables eléctricos provistos de conectores de seguridad.
- Al desconectar los cables, únicamente tire de los conectores de seguridad, nunca de los cables.

Sistema hidráulico

- Limite la presión del sistema a 6 MPa (60 bar).
La presión máxima admisible de todos los aparatos del conjunto didáctico es de 12 MPa (120 bar).
- ¡Peligro de accidente al conectar la bomba hidráulica!
Los cilindros pueden avanzar o retroceder de modo incontrolado.
- El cilindro únicamente deberá ponerse en movimiento si está montada la tapa protectora.
- Todas las válvulas, los aparatos y los tubos flexibles tienen acoplamientos rápidos autoobturadores.

- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión!
Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme
Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.
- Montaje según el esquema hidráulico
 - Al efectuar el montaje, la bomba hidráulica y la fuente de alimentación eléctrica deben estar desconectadas.
 - Antes de la puesta en funcionamiento, verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Puesta en funcionamiento
 - Ponga en funcionamiento los cilindros únicamente si están provistos de su tapa protectora.
 - Primero conecte la fuente de alimentación eléctrica y, a continuación, la bomba hidráulica.
- Desmontaje de la parte hidráulica
 - Antes de efectuar el desmontaje, asegúrese que el sistema no esté bajo presión.
 - Primero desconecte la bomba hidráulica y, a continuación, la fuente de alimentación eléctrica.
- Si se efectúa el desmontaje de los acoplamientos bajo presión, se mantiene la presión debido al funcionamiento de la válvula antirretorno. Esa presión puede reducirse mediante la unidad de descarga.

Técnicas de fijación

Las placas de montaje de los equipos están dotadas con las variantes de fijación A, B o C:

- Variante A: sistema de fijación por enclavado
Para componentes ligeros, no sometidos a cargas (por ejemplo, válvulas distribuidoras, sensores). Los componentes se montan grapándolos simplemente en las ranuras de panel perfilado. Para desmontar los componentes debe accionarse la leva azul.
- Variante B: sistema de fijación por giro
Componentes medianamente pesados sometidos a cargas bajas (por ejemplo, cilindros hidráulicos o neumáticos). Estos componentes se sujetan al panel perfilado mediante tornillos con cabeza de martillo. Para sujetar o soltar los componentes se utilizan las tuercas moleteadas de color azul.
- Variante C: sistema de fijación por atornillamiento
Para componentes que soportan cargas altas o componentes que no se retiran con frecuencia del panel perfilado (por ejemplo, válvula de cierre con unidad de filtro y regulador). Estos componentes se fijan mediante tornillos de cabeza cilíndrica y tuercas en T.

Accesorios indispensables

Para evaluar los resultados obtenidos en los ejercicios llevados a cabo con el sensor de caudal se necesita un multímetro digital.

Con el multímetro digital se mide la intensidad de salida del sensor de caudal.

Para medir los tiempos de avance y de retroceso del cilindro hidráulico se necesita un cronómetro.

Conjunto didáctico: Hidráulica, nivel básico (TP 500)

El equipo didáctico TP 500 incluye una gran cantidad de material didáctico y, también, seminarios. El presente equipo didáctico incluye exclusivamente unidades de control hidráulicas. Los componentes individuales del equipo didáctico TP 500 también pueden formar parte del contenido de otros equipos didácticos.

Componentes principales del TP 500

- Mesa de trabajo fija con panel perfilado de Festo Didactic
- Conjuntos de equipos didácticos y componentes individuales (por ejemplo, cilindros, válvulas, aparatos de medición)
- Instalaciones de laboratorio completas

Material didáctico

El material didáctico del equipo didáctico TP 500 incluye un manual de estudio y un manual de trabajo. El manual de estudio explica la teoría relacionada con la hidráulica. El manual de trabajo incluye las hojas de ejercicios, las soluciones y un CD-ROM. Cada manual de trabajo se entrega con las hojas de ejercicios y de trabajo correspondientes a cada tarea a resolver.

El equipo didáctico se entrega con hojas de datos correspondientes a los componentes del hardware.

Material didáctico	
Manual de estudio	Hidráulica, nivel básico
Manual de trabajo	Hidráulica, nivel básico (TP 501) Hidráulica, nivel básico (TP 502)
Juego de transparencias	Fundamentos de la hidráulica
Programa de simulación	FluidSIM® Hidráulica
Programa de estudio digitalizado	WBT (curso a través de la red): Hidráulica

Cuadro general de los medios correspondientes al equipo didáctico TP 500

El equipo didáctico TP 500 incluye el software correspondiente al programa de estudio digital de hidráulica. FluidSIM® H facilita la preparación de las clases. El programa permite configurar sistemas de control hidráulicos y realizar simulaciones. El programa de estudio digitalizado permite adquirir conocimientos básicos sobre sistemas de control hidráulicos. Recurriendo a ejemplos de aplicación industrial real, el estudiante adquiere conocimientos básicos sobre la hidráulica y sobre el funcionamiento de componentes hidráulicos.

El material didáctico se ofrece en varios idiomas. Los materiales didácticos disponibles constan en los catálogos y en Internet.

Conjunto didáctico: Hidráulica, nivel básico (TP 501)

■ Componentes

- El estudiante conocerá la construcción y funcionamiento de una bomba hidráulica.
- El estudiante conocerá los parámetros más importantes relacionados con una bomba hidráulica.
- El estudiante podrá explicar cómo se produce la presión en sistemas de control hidráulicos.
- El estudiante conocerá la relación existente entre el caudal de la bomba y la presión de funcionamiento.
- El estudiante conocerá la construcción y la utilización de válvulas limitadoras de presión.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula limitadora de presión.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de un cilindro de simple efecto.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de un cilindro de doble efecto.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de 2/2 vías.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de 3/2 vías.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de 4/2 vías.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de 4/3 vías.
- El estudiante conocerá el efecto que tienen las diversas variantes de posiciones centrales de válvulas de 4/3 vías.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de antirretorno.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de estrangulación y antirretorno.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de antirretorno desbloqueable.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula reguladora de caudal.

■ Esquemas de distribución

- El estudiante podrá poner en funcionamiento de modo seguro sistemas de control hidráulicos.
- El estudiante podrá utilizar un cilindro de simple efecto.
- El estudiante conocerá la diferencia entre la estrangulación de alimentación y la estrangulación de escape.
- El estudiante podrá comparar esquemas de distribución con válvulas reguladoras de caudal en el tramo de alimentación y en el de escape.
- El estudiante sabrá cómo utilizar una válvula reguladora de caudal para ajustar la velocidad de los movimientos de un actuador.
- El estudiante podrá dar ejemplos de aplicaciones con válvulas reguladoras de caudal.
- El estudiante conocerá la diferencia entre una válvula reguladora de caudal y una válvula de estrangulación y antirretorno.
- El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de un circuito de derivación.
- El estudiante conocerá la influencia que las superficies del émbolo tienen en las presiones, fuerzas, velocidades y en los tiempos de los movimientos.
- El estudiante podrá utilizar correctamente válvulas de antirretorno desbloqueables.
- El estudiante sabrá cómo aprisionar un cilindro de doble efecto.
- El estudiante podrá comparar esquemas de distribución con y sin contrafuerza.
- El estudiante conocerá la diferencia entre una solución con aplicación de contrafuerza, la utilización de una válvula de estrangulación y antirretorno y una válvula limitadora de presión.
- El estudiante podrá utilizar cilindros de doble efecto con cargas cambiantes.

■ Mediciones y cálculos

- El estudiante podrá trazar e interpretar la línea característica de una bomba hidráulica.
- El estudiante podrá medir el caudal en un sistema de control hidráulico.
- El estudiante podrá trazar e interpretar la línea característica de una válvula limitadora de presión.
- El estudiante podrá trazar e interpretar la línea característica de una válvula reguladora de presión.
- El estudiante podrá determinar los tiempos de avance y retroceso de un cilindro de simple efecto y podrá calcular las presiones y las fuerzas correspondientes.
- El estudiante podrá determinar los tiempos de avance y retroceso de un cilindro de doble efecto y podrá calcular las presiones y las fuerzas correspondientes.
- El estudiante podrá calcular los tiempos de avance de émbolos.
- El estudiante podrá calcular el rendimiento de válvulas de 4/3 vías considerando diversas posiciones centrales.



Atribución de los ejercicios en función de objetivos didácticos

Ejercicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Objetivo didáctico																	
El estudiante conocerá la construcción y funcionamiento de una bomba hidráulica.	•																
El estudiante conocerá los parámetros más importantes de una bomba hidráulica.	•																
El estudiante podrá explicar cómo se produce la presión en sistemas de control hidráulicos.	•																
El estudiante conocerá la construcción y la utilización de válvulas limitadoras de presión.		•															
El estudiante podrá poner en funcionamiento de modo seguro sistemas de control hidráulicos.		•															
El estudiante podrá trazar e interpretar la línea característica de una bomba hidráulica.			•														
El estudiante podrá medir el caudal en un sistema de control hidráulico.			•														
El estudiante conocerá la relación entre caudal de la bomba y presión de funcionamiento.			•														
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula limitadora de presión.				•													
El estudiante podrá trazar e interpretar la línea característica de una válvula limitadora de presión.				•													
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de un cilindro de simple efecto.					•												
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de 2/2 vías.					•												
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de antirretorno.					•												
El estudiante podrá utilizar un cilindro de simple efecto.					•												
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de 3/2 vías.						•											
El estudiante podrá determinar los tiempos de avance y retroceso de un cilindro de simple efecto y podrá determinar las presiones y las fuerzas correspondientes.						•											
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de un cilindro de doble efecto.							•										
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de 4/2 vías.								•									

Ejercicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
El estudiante podrá determinar los tiempos de avance y retroceso de un cilindro de doble efecto y podrá calcular las presiones y las fuerzas correspondientes.							•										
El estudiante podrá utilizar un cilindro de doble efecto.							•										
El estudiante podrá calcular las fuerzas que aplica un cilindro de doble efecto.								•									
El estudiante podrá calcular los tiempos de avance de émbolos.								•									
El estudiante explicará el funcionamiento de aplicaciones con válvulas reguladoras de caudal.									•								
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de estrangulación y antirretorno.									•								
El estudiante conocerá la diferencia entre la estrangulación de alimentación y la estrangulación de escape.									•								
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula reguladora de caudal.										•							
El estudiante podrá trazar e interpretar la línea característica de una válvula reguladora de presión.										•							
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de 4/3 vías.											•						
El estudiante conocerá el significado de las variantes posibles de posiciones centrales de válvulas.											•						
El estudiante sabrá cómo utilizar una válvula reguladora de caudal para ajustar la velocidad de los movimientos de un actuador.											•						
El estudiante podrá comparar esquemas de distribución con válvulas reguladoras de caudal en el tramo de alimentación y en el de escape.											•						
El estudiante conocerá la diferencia entre una válvula reguladora de caudal y una válvula de estrangulación y antirretorno.												•					
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de un circuito de derivación.													•				
El estudiante conocerá la influencia que las superficies del émbolo tienen en las presiones, fuerzas, velocidades y en los tiempos de los movimientos.														•			

Ejercicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Objetivo didáctico																	
El estudiante conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de antirretorno desbloqueable.														•			
El estudiante podrá utilizar una válvula de antirretorno desbloqueable en un sistema de control.														•	•		
El estudiante podrá calcular el rendimiento de válvulas de 4/3 vías considerando diversas posiciones centrales.															•		
El estudiante sabrá cómo aprisionar un cilindro de doble efecto.																•	
El estudiante podrá comparar esquemas de distribución con y sin contrafuerza.																•	
El estudiante conocerá la diferencia entre una solución con aplicación de contrafuerza, la utilización de una válvula de estrangulación y antirretorno y una válvula limitadora de presión.																•	
El estudiante podrá utilizar cilindros de doble efecto con cargas cambiantes.																	•

Equipo didáctico

El equipo didáctico básico de hidráulica (TP 501) es apropiado para adquirir conocimientos básicos en materia de técnicas de control de sistemas hidráulicos. El equipo contiene todos los componentes necesarios para alcanzar los objetivos didácticos definidos, y puede ampliarse indistintamente mediante componentes de otros equipos didácticos.

■ Conjunto didáctico: Hidráulica, nivel básico (TP 501), referencia 573035

Denominación	Referencia	Cantidad
Válvula reguladora de caudal de 2 vías	544338	1
Válvula de 4/2 vías con palanca manual, con reposición por muelle	544342	1
Válvula manual de 4/3 vías con posición central a descarga (AB > T) y enclavamiento	544344	1
Válvula manual de 4/3 vías con centro cerrado y enclavamiento	544343	1
Válvula de cierre	152844	1
Cilindro diferencial 16/10/200, con tapa protectora	572746	1
Válvula de estrangulación y antirretorno	152843	1
Válvula limitadora de presión	544335	1
Manómetro	152841	3
Sensor de caudal	567191	1
Peso de 9 kg para cilindro diferencial	152972	1
Motor hidráulico	152858	1
Válvula de antirretorno, 0,6 MPa (6 bar) de presión de apertura	548618	1
Válvula de antirretorno, desbloqueable	544339	1
Conector en T	152847	1
Distribuidor cuádruple, con manómetro	159395	2

Símbolos de los componentes

Componente	Símbolo gráfico	Componente	Símbolo gráfico
Válvula reguladora de caudal de 2 vías		Manómetro	
Válvula de 4/2 vías con palanca manual, con reposición por muelle		Sensor de caudal	ISO 1219-1 EN 60617-7 24V (RD) q 0-10V (BK) 0V (BU)
Válvula manual de 4/3 vías con posición central a descarga (AB > T) y enclavamiento		Motor hidráulico	
Válvula manual de 4/3 vías con centro cerrado y enclavamiento		Válvula de antirretorno, 0,6 MPa (6 bar) de presión de apertura	
Válvula de cierre		Válvula de antirretorno, desbloqueable	
Cilindro diferencial 16/10/200		Conector en T	
Válvula de estrangulación y antirretorno		Distribuidor cuádruple, con manómetro	
Válvula limitadora de presión		Peso de 9 kg para cilindro diferencial	

Atribución de componentes y tareas

Equipo didáctico TP 501

Indicaciones

Las ejercicios desde 1 hasta 8 son tareas que deben resolverse teóricamente, trabajando con las hojas de datos o realizando cálculos.

Prever el tiempo necesario para realizar el montaje.

En los ejercicios 5, 6, 11, 14 y 16 se utiliza el cilindro en posición vertical, atornillado a la columna perfilada por su lado ancho. Adicionalmente se aplica carga en el cilindro mediante un peso.

También deberá montarse la tapa protectora para el peso.

Ejercicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Válvula reguladora de caudal de 2 vías										1	1	1	1				
Válvula de 4/2 vías					1	1	1		1			1	1			1	
Válvula de 4/3 vías, centro sin carga														1	1		1
Válvula de 4/3 vías, centro cerrado											1			1			
Válvula de cierre		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cilindro diferencial 16/10/200					1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1
Válvula de estrangulación y antirretorno		1	1		1	1	1		1			1		1		1	1
Válvula limitadora de presión		1	1	1						1	1	1				1	1
Manómetro			1	1	1	1	1		2	2	2	2	2	2	2		2
Sensor de caudal			1	1													
Peso de 9 kg para cilindro diferencial					1	1					1			1		1	
Motor hidráulico			1	1													
Válvula de antirretorno, 0,6 MPa (6 bar) de presión de apertura					1	1											
Válvula de antirretorno, desbloqueable														1	1		
Conector en T					1								1	1	1		
Distribuidor cuádruple, con manómetro		2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2

■ Accesorios indispensables

Ejercicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Componente																	
Tubo flexible de 600 mm.		3	2	4	2	2	2		2	5	5	5	6	5	7	5	7
Tubo flexible de 1.000 mm.		2	3	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	3	2
Tubo flexible de 1.500 mm.					2	2	2		2		2	2	2				
Tapa para el peso de 9 kg					1	1					1			1		1	
Multímetro digital			1	1													
Unidad de alimentación de corriente eléctrica, 24 V DC			1	1													
Bomba hidráulica		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1

Informaciones para el instructor

Objetivos didácticos

El objetivo didáctico general del manual de trabajo es el de enseñar el funcionamiento básico de sistemas hidráulicos y, además, el montaje real en la placa perfilada según los correspondientes esquemas de distribución. La interacción directa entre la teoría y la práctica asegura un rápido y sostenible progreso de los estudios. Los objetivos detallados constan en la lista anterior correspondiente. Los objetivos didácticos concretos e individuales están relacionados con cada ejercicio específico.

Duración aproximada

El tiempo necesario para desarrollar los ejercicios depende de los conocimientos previos de los alumnos. Con aprendices/estudiantes del sector de metal-mecánica o electricidad, la duración es de aproximadamente dos semanas. Con operarios con nivel de capacitación de oficiales o estudiantes de mayor nivel, la duración es de aproximadamente una semana.

Componentes del equipo didáctico

El manual de estudio, el manual de trabajo, la colección de ejercicios y los componentes se corresponden. Para resolver los 17 ejercicios se necesitan los componentes del equipo didáctico TP 501.

Las tareas de todos los ejercicios pueden solucionarse montando los componentes en una placa perfilada de mínimo 700 mm de ancho.

Las normas

En el presente manual de trabajo se aplican las siguientes normas:

- ISO 1219-1: Técnica de fluidos, símbolos gráficos y esquemas de distribución
- ISO 1219-2: Técnica de fluidos, símbolos gráficos y esquemas de distribución
- EN 60617-7: Símbolos gráficos utilizados en esquemas de distribución
- EN 81346-2: Sistemas industriales, equipos y productos industriales; principios aplicados para la estructuración e identificación de referencias

Identificación de las soluciones propuestas.

Los textos con las soluciones y las informaciones complementarias en las representaciones gráficas aparecen en color rojo.

Identificaciones utilizadas en la colección de ejercicios

Las partes que deben completarse en los textos aparecen marcadas con líneas o con celdas sombreadas en las tablas.

Las gráficas que deben completarse están identificadas mediante un fondo matricial.

Sugerencias para las clases

Aquí se ofrecen informaciones adicionales sobre cada componente y sobre los sistemas de control. Estas informaciones no aparecen en la colección de ejercicios.

Soluciones

Las soluciones que se ofrecen en el presente manual de trabajo se obtuvieron llevando a cabo mediciones de prueba. Por lo tanto, los resultados obtenidos por el instructor pueden ser diferentes.

Especialidades de estudio

A continuación se establece una relación entre las especialidades técnicas / profesiones y los temas incluidos en el manual «Fundamentos de hidráulica».

Profesión	Tema
Electrónico especializado en técnicas de automatización	Analizar y adaptar sistemas de control
	Efectuar el montaje de equipos y comprobar su seguridad
Mecánico industrial	Instalación y puesta en funcionamiento de sistemas de control.
Mecatrónico	Analizar flujos de energía y transmisión de datos en módulos eléctricos, neumáticos e hidráulicos
	Crear sistemas parciales de mecatrónica

Estructura de los ejercicios

La estructura metódica es la misma para todos los 17 ejercicios. Los ejercicios están estructurados de la siguiente manera:

- Título
- Objetivos didácticos
- Descripción de la tarea a resolver
- Esquema de situación
- Tareas a resolver
- Medios auxiliares
- Hojas de ejercicios

El manual del instructor contiene las soluciones de las 17 tareas incluidas en el manual de ejercicios.

Denominación de los componentes

Los componentes incluidos en los esquemas de distribución están denominados de acuerdo con la norma ISO 1219-2. Todos los componentes incluidos en un circuito llevan el mismo número principal de identificación. Dependiendo del componente específico, se agregan letras de identificación. Si un circuito incluye varios componentes iguales, éstos están numerados correlativamente.

Cilindros: 1A1, 2A1, 2A2, ...
Válvulas: 1V1, 1V2, 1V3, 2V1, 2V2, 3V1, ...
Señales de entrada: 1S1, 1S2, ...
Accesorios: 0Z1, 0Z2, 1Z1, ...

Contenido del CD-ROM

El manual de trabajo está incluido en el CD-ROM adjunto en forma de archivo de formato pdf. El CD-ROM se incluye en calidad de material didáctico complementario.

Estructura del contenido del CD-ROM:

- Instrucciones de utilización
- Imágenes
- Esquemas de distribución FluidSIM®
- Presentaciones

Instrucciones de utilización

Instrucciones para la utilización apropiada de los componentes incluidos en el equipo didáctico. Estas instrucciones son útiles al efectuar el montaje y poner en funcionamiento los componentes respectivos.

Imágenes

Mediante fotografías y representaciones gráficas se muestran aplicaciones industriales reales. Estas imágenes pueden aprovecharse para entender mejor la tarea a resolver en cada ejercicio. Además, pueden utilizarse para ampliar y completar la presentación de proyectos.

Esquemas de distribución FluidSIM®

En esta carpeta se incluyen los esquemas de distribución FluidSIM® correspondientes a todos los ejercicios.

Presentaciones

En esta carpeta se incluyen presentaciones resumidas de los componentes incluidos en el equipo didáctico. Pueden utilizarse, por ejemplo, para incluirlas en las presentaciones sobre proyectos.

Contenido

Ejercicios y soluciones

Ejercicio 1: Equipamiento de un puesto de trabajo de hidráulica	3
Ejercicio 2: Puesta en funcionamiento de una prensa hidráulica de dos columnas	13
Ejercicio 3: Medición de la línea característica de la bomba	21
Ejercicio 4: Medición de la línea característica de apertura de una válvula limitadora de presión	33
Ejercicio 5: Descarga de una máquina de producción de papel	41
Ejercicio 6: Abrir un horno de templado	51
Ejercicio 7: Abrir y cerrar la compuerta de una caldera	59
Ejercicio 8: Cálculo de un equipo de montaje	69
Ejercicio 9: Clasificación de cajas de transporte	73
Ejercicio 10: Medición de la línea característica de una válvula reguladora de caudal	83
Ejercicio 11: Ajuste de la velocidad del movimiento de una plataforma elevadora	93
Ejercicio 12: Optimización del funcionamiento de una máquina estampadora	103
Ejercicio 13: Equiparación de la velocidad de avance y de retroceso	115
Ejercicio 14: Bloquear movimientos involuntarios de retroceso	123
Ejercicio 15: Corrección de la inclinación de una cinta de transporte	133
Ejercicio 16: Aplicación de contrafuerza al cerrar una compuerta	139
Ejercicio 17: Carga y descarga de contenedores	145





Ejercicio 1

Equipamiento de un puesto de trabajo de hidráulica

■ Objetivos didácticos

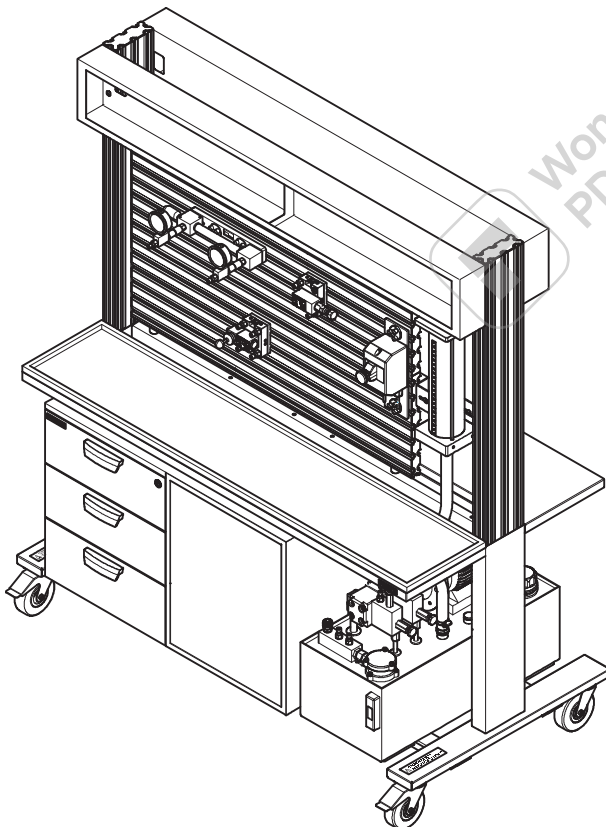
Una vez realizado este ejercicio, habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- El estudiante conoce la construcción y funcionamiento de una bomba hidráulica.
- El estudiante conoce los parámetros más importantes relacionados con una bomba hidráulica.
- El estudiante puede seleccionar una bomba hidráulica apropiada.

■ Descripción de la tarea a resolver

En el taller de estudios se instalará un nuevo puesto de trabajo con equipos hidráulicos. El equipo incluye componentes del tamaño NG 4. La presión máxima deberá ser de 6 MPa (60 bar). En el taller se dispone de la toma necesaria de 230 V. Deberá seleccionarse la bomba hidráulica apropiada.

■ Esquema de situación



Puesto de trabajo de hidráulica

■ Tareas a resolver

1. Describa la construcción y el funcionamiento de bombas hidráulicas.
2. Calcule el caudal de una bomba hidráulica.
3. Calcule el grado de eficiencia de una bomba hidráulica.
4. Seleccione una bomba hidráulica apropiada.

■ Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica

1. Construcción y funcionamiento de bombas hidráulicas

Información

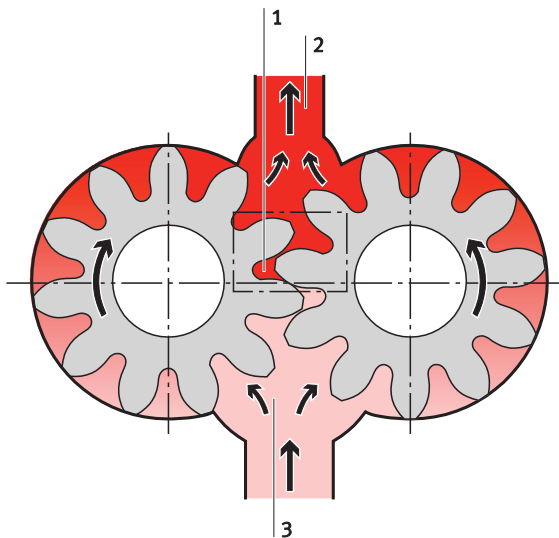
Las bombas hidráulicas funcionan de acuerdo al principio de «aspiración y expulsión». Considerando el volumen de expulsión, es posible diferenciar entre tres tipos básicos de bombas hidráulicas:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| • Bombas de funcionamiento constante | el volumen de expulsión no cambia |
| • Bombas ajustables | posibilidad de ajustar el volumen de expulsión |
| • Bombas regulables | regulación del volumen en función de la presión, el caudal y la potencia |

Una bomba hidráulica genera un caudal volumétrico (pero no genera presión). El caudal volumétrico generado por la bomba (expresado en l/min) depende del volumen expulsado por cada giro y por las revoluciones de la bomba.

Únicamente se produce una presión si se interpone una resistencia al caudal (por ejemplo, resistencia al flujo, resistencia de carga, válvula limitadora de presión). La presión se expresa en unidades de MPa o bar.

a) Describa el funcionamiento de una bomba de engranajes.



Bomba de engranajes: dibujo en sección; 1: Compresión del líquido, 2: Cámara de presión, 3: Cámara de aspiración

Las bombas de engranajes son bombas de funcionamiento constante, ya que no cambia el volumen expulsado, determinado por el espacio existente entre los dientes del sistema de engranajes.

Principio de funcionamiento de una bomba de engranajes:

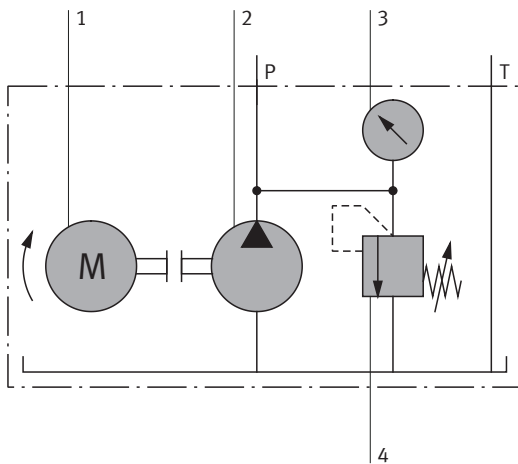
- Una de las ruedas dentadas está unida a un sistema de accionamiento que se encarga del giro de la otra rueda dentada.
- Se produce un vacío en la cámara de aspiración debido al aumento del volumen ocasionado por la salida de un diente del espacio que le corresponde.
- El líquido sometido a presión llena las cámaras entre los dientes y fluye a lo largo del cuerpo de la bomba hacia la cámara de presión.
- Al engranar los dientes de los rodillos, se expulsa el líquido sometido a presión hacia el tubo de salida.

Sugerencias para las clases

En el espacio entre los dientes, entre la cámara de aspiración y la cámara de expulsión, el líquido se comprime. Este líquido fluye hacia la cámara de presión a través de una ranura. Este flujo es necesario porque la compresión del aceite aprisionado provocaría picos de presión que ocasionarían ruidos y la avería de la bomba.

El aceite de fuga de la bomba depende del espacio entre el cuerpo, las puntas y las superficies laterales de los dientes, de la sobreposición de los dientes, de la viscosidad del aceite y de las revoluciones de la bomba.

b) Denomine los símbolos y explique brevemente el funcionamiento de los componentes.



Sistema hidráulico: símbolos

1. Motor eléctrico con un sentido de giro

Unidad de accionamiento de bombas hidráulicas

2. Bomba hidráulica

Bomba de caudal constante. El caudal depende de las revoluciones del motor y del volumen desplazado en cada giro.

3. Manómetro

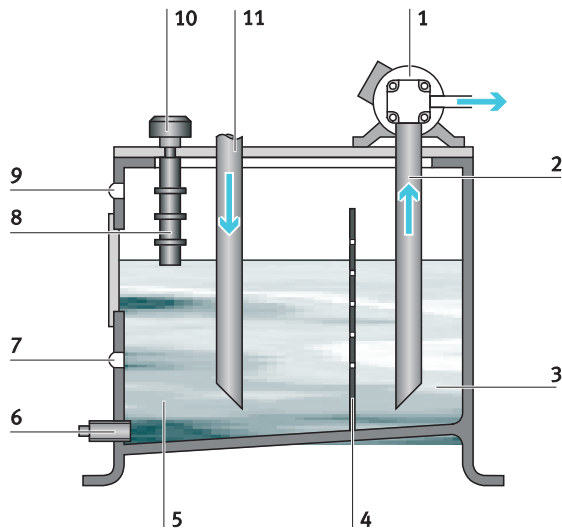
Indica la presión con un determinado margen de tolerancia.

4. Válvula limitadora de presión

Válvula limitadora de presión regulable, sin conexión de fuga de aceite.

La válvula empieza a abrir el paso a partir de una determinada presión que se ajustó previamente.

c) En la fig. anterior, atribuya a cada componente de la bomba hidráulica el número que corresponda.



Sistema hidráulico: esquema

Nº de componente:	Denominación de componentes
6	Tornillo de escape
3	Cámara de aspiración
2	Tubo de aspiración
10	Alimentación con filtro de aire
4	Chapa de estabilización del caudal
8	Filtro de entrada
9	Indicador de nivel; nivel máximo de llenado
7	Indicador de nivel; nivel mínimo de llenado
1	Motor y bomba
11	Retorno
5	Cámara de retorno

2. Cálculo del caudal de una bomba hidráulica

Información

El volumen de expulsión V (también llamado volumen de transporte o volumen de elevación) es el parámetro que se utiliza para definir el tamaño de la bomba. Este parámetro define el volumen del líquido que transporta la bomba con cada giro (o, respectivamente, con cada movimiento de elevación).

El volumen de líquido transportado por minuto se denomina caudal volumétrico q (caudal bombeado o caudal de transporte). Este caudal depende del volumen de expulsión V y de las revoluciones n de la bomba:

$$q = n \cdot V$$

- Calcule el caudal volumétrico de una bomba hidráulica.

Valores conocidos

Revoluciones	$n = 1.450 \text{ rpm}$
Volumen de expulsión	$V = 2,8 \text{ cm}^3$ (por giro)

Incógnita

Caudal volumétrico q en l/min

Cálculo

$$q = n \cdot V = 1450 \text{ min}^{-1} \cdot 2,8 \text{ cm}^3 = 4060 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} = 4,06 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} = 4,06 \text{ l/min}$$

3. Cálculo del grado de eficiencia de una bomba hidráulica

Información

Una bomba transforma la potencia mecánica en potencia hidráulica. Esa transformación implica pérdidas de potencia. Esa pérdida se expresa a través del grado de eficiencia.

La potencia hidráulica útil P_{hyd} de una bomba hidráulica depende de la presión de funcionamiento p y del caudal volumétrico efectivo q_{eff} . Fórmula para calcular la potencia útil:

$$P_{\text{hyd}} = p \cdot q_{\text{eff}}$$

El grado de eficiencia volumétrica expresa la relación entre el caudal volumétrico efectivo y el caudal volumétrico teórico (calculado) de la bomba.

$$\eta_{\text{vol}} = \frac{q_{\text{eff}}}{q_{\text{th}}}$$

$$q_{\text{th}} = V_{\text{th}} \cdot n$$

$$q_{\text{eff}} = V_{\text{th}} \cdot n \cdot \eta_{\text{vol}}$$

- Calcule el grado de eficiencia de una bomba hidráulica.

Valores conocidos

Revoluciones

$$n = 1.450 \text{ rpm}$$

Volumen de expulsión

$$V = 6,5 \text{ cm}^3 \text{ (por giro)}$$

Caudal volumétrico efectivo

$$q_{\text{eff}} = 8,6 \frac{\text{l}}{\text{min}} \text{ con } 100 \text{ bar}$$

Incógnita

Grado de eficiencia η_{vol}

Cálculo

$$q_{\text{th}} = 6,5 \text{ cm}^3 \cdot 1450 \text{ min}^{-1} = 9,4 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$\eta_{\text{vol}} = \frac{q_{\text{eff}}}{q_{\text{th}}} = \frac{8,6 \frac{\text{l}}{\text{min}}}{9,4 \frac{\text{l}}{\text{min}}} = 0,92 = 92 \%$$

4. Selección de una bomba hidráulica

Información

A continuación se ofrece datos técnicos resumidos correspondientes a tres bombas hidráulicas.

Seleccione la bomba que cumpla las siguientes condiciones:

- Motor de accionamiento con tensión nominal de 230 V
- Frecuencia: 50 Hz
- Caudal con revoluciones nominales: 2,2 l/min
- Peso sin aceite: máx. 20 kg

Informaciones generales	HA-5L-230-50	HA-5L-110-60	HA-20L-400-50
Dimensiones			
Largo	580 mm	580 mm	580 mm
Ancho	300 mm	300 mm	300 mm
Alto	180 mm	180 mm	180 mm
Peso			
Bomba vacía	19 kg	19 kg	19 kg
Bomba con aceite	24 kg	24 kg	29 kg

Sistema eléctrico	HA-5L-230-50	HA-5L-110-60	HA-20L-400-50
Motor	Corriente alterna monofásica	Corriente alterna monofásica	Corriente alterna trifásica
Potencia nominal	650 W	550 W	550 W
Tensión nominal	230 V	110 V	400 V
Frecuencia	50 Hz	60 Hz	50 Hz
Revoluciones nominales	1.320 rpm	1.680 rpm	1.390 rpm
Clase de protección	IP 20	IP 20	IP 20
Tiempo de utilización	50 %	50 %	100 %

Sistema hidráulico	HA-5L-230-50	HA-5L-110-60	HA-20L-400-50
Medio	Aceite mineral. Recomendado: 22 cSt (mm ² /s)		
Construcción de la bomba	Bomba de corona dentada exterior		
Caudal volumétrico	1,6 cm ³	1,6 cm ³	1,6 cm ³
Caudal en función de las revoluciones nominales	2,2 l/min	2,7 l/min	2,2 l/min
Presión de funcionamiento	0,5 -6 MPa (5-60 bar)		
Ajuste	Manual		
Manómetro, margen de indicación	0 -10 MPa (0-100 bar)		
Manómetro: clase de calidad	1,6		
Volumen del depósito de aceite	aprox. 5 l	aprox. 5 l	aprox. 10 l
Filtro de retorno, grado de filtración	90 µm		
Conexión	Un acoplamiento por P y otro por T, un acoplamiento para el tubo del depósito, una conexión para el depósito calibrado de evacuación.		

– ¿Qué bomba hidráulica seleccionó usted? Explique su elección.

La bomba hidráulica apropiada es la HA-5L-230-50. Esta bomba cumple las siguientes condiciones:

- Motor de accionamiento con tensión nominal de 230 V
- Frecuencia: 50 Hz
- Caudal con revoluciones nominales: 2,2 l/min
- Peso sin aceite: máx. 20 kg



Ejercicio 2

Puesta en funcionamiento de una prensa hidráulica de dos columnas

■ Objetivos didácticos

Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

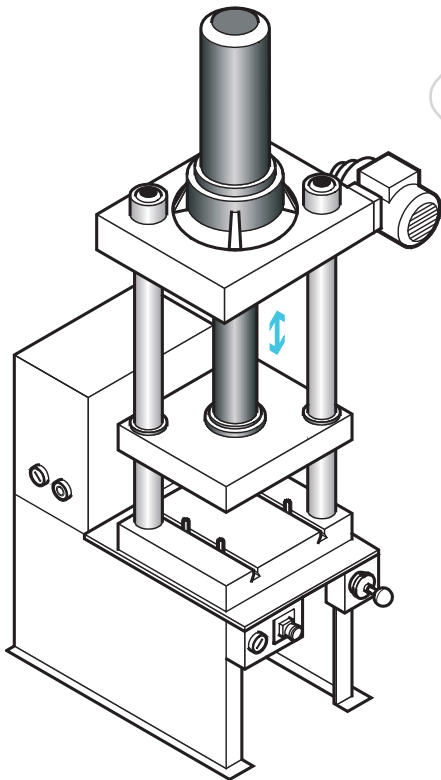
- Conocerá la construcción y la utilización de válvulas limitadoras de presión.
- Podrá poner en funcionamiento de modo seguro sistemas de control hidráulicos.

■ Descripción de la tarea a resolver

Al resolver las tareas, pero también cuando se realizan trabajos de mantenimiento reales en la planta, los equipos se ponen en funcionamiento a baja presión. A continuación se va aumentando la presión hasta alcanzar la presión máxima. Se procede de esta manera por razones de seguridad. Para limitar la presión y aumentarla paulatinamente a continuación, se puede utilizar una válvula limitadora de presión o un circuito de recirculación en la bomba. Siendo baja la presión, es posible detectar posibles fugas que pueden surgir después de sustituir algún componente del equipo hidráulico.

La prensa ya está montada y, a continuación, deberá ponerse en funcionamiento por primera vez.

■ Esquema de situación



Prensa hidráulica de dos columnas

■ Condiciones generales

En este ejercicio no se tienen en cuenta los sistemas de seguridad que son indispensables en aplicaciones reales (por ejemplo, mando bimanual, rejilla de protección).

■ Tareas a resolver

1. Describa la construcción y el funcionamiento de válvulas limitadoras de presión.
2. Estudie las secuencias que deben respetarse durante la puesta en funcionamiento.
3. Infórmese sobre la forma de ajustar válvulas limitadoras de presión.
4. Complete el esquema de distribución hidráulico.
5. Confeccione una lista de componentes.
6. Efectúe el montaje según el esquema.
7. Compruebe la configuración del sistema de control.



Control visual

En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

■ Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H

1. Construcción y utilización de válvulas limitadoras de presión.

a) ¿Qué función tienen las válvulas limitadoras de presión?

Con estas válvulas se ajusta y se limita la presión en instalaciones hidráulicas. La presión de funcionamiento se determina en la entrada (P) de la válvula.

b) ¿Qué tipos de válvulas limitadoras de presión existen?

Las válvulas limitadoras de presión pueden ser válvulas de asiento o válvulas de corredera. Cuando están en posición normal, un muelle de compresión

- presiona una junta contra la conexión de entrada o bien
- desplaza una corredera sobre el empalme que conecta con el depósito.

c) ¿Con qué fin se utilizan válvulas limitadoras de presión en instalaciones hidráulicas?

Las válvulas limitadoras de presión se utilizan con los siguientes fines:

- **Válvulas de seguridad**

Se denomina válvula de seguridad a la válvula limitadora de presión que, por ejemplo, está montada en una bomba con el fin de evitar sobrecargas. Esta válvula está ajustada al valor correspondiente de la presión máxima de la bomba. La válvula de seguridad se abre en casos de emergencia. Por lo general está precintada.

- **Válvulas de contrapresión**

Las válvulas de contrapresión actúan en contra de la inercia de la masa mediante una carga de tracción. La válvula debe estar con la presión compensada y la conexión del depósito debe admitir carga.

- **Válvulas de freno**

Las válvulas de freno evitan picos de presión que pueden surgir debido a las fuerzas de inercia de las masas cuando se cierra repentinamente la válvula distribuidora.

- **Válvulas de secuencia**

Esta válvula se abre las conexiones que llevan hacia otras unidades consumidoras si la presión supera la presión previamente ajustada.

Las válvulas de secuencia suelen ser válvulas de corredera limitadoras de presión compensada. Una carga que se aplica en la conexión del depósito no incide en las condiciones que deben cumplirse para que esta válvula abra el paso.

2. Puesta en funcionamiento

Información

Procedimiento para la puesta en marcha (circuito de recirculación de la bomba)

1. Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
2. Tratándose de sistemas de control electrohidráulicos, conecte la tensión de funcionamiento de 24 V DC.
3. Ponga en marcha la bomba hidráulica.
4. Cierre lentamente la válvula de cierre hasta que obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa.
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación.
5. Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
6. Cierre completamente la válvula de cierre y resuelva la tarea.

Procedimiento para la puesta en marcha (circuito con válvula limitadora de presión)

1. Abra completamente la válvula limitadora de presión.
2. Conecte la tensión de funcionamiento de 24 V DC.
3. Ponga en marcha la bomba hidráulica.
4. Cierre lentamente la válvula limitadora de presión hasta que obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa.
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación.
5. Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
6. Cierre la válvula limitadora de presión hasta obtener la presión de limitación necesaria.

3. Ajuste de válvulas limitadoras de presión

Información

Forma de proceder con circuitos de recirculación de la bomba

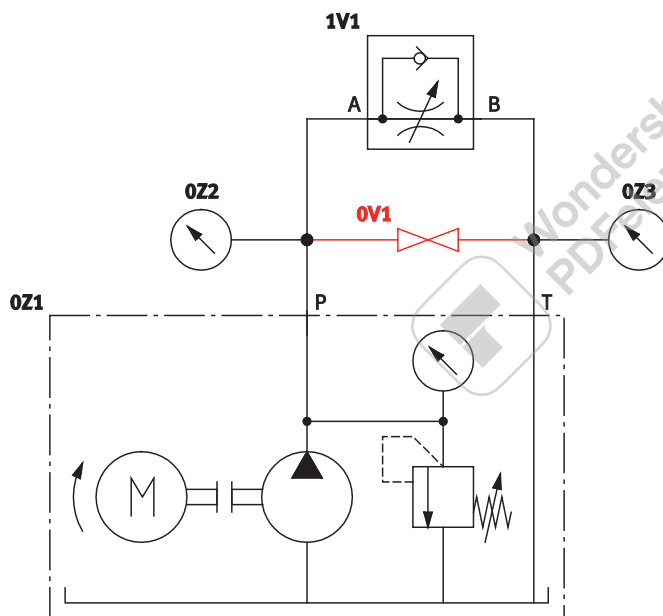
1. Abra la válvula de cierre.
2. Ponga en marcha la bomba hidráulica.
3. Cierre la válvula de cierre. Todo el caudal fluye a través de la válvula limitadora de presión de la bomba hidráulica. El ajuste momentáneo de la presión de limitación se muestra en el manómetro.
4. Modifique el valor y ajústelo abriendo o cerrando la válvula limitadora de presión hasta obtener la presión de limitación prevista (por ejemplo, 5 MPa).

Forma de proceder con un circuito con válvula limitadora de presión

1. Abra la válvula limitadora de presión.
2. Cierre la válvula de cierre.
3. Ponga en marcha la bomba hidráulica.
4. Todo el caudal de la bomba fluye a través de la válvula limitadora de presión. El ajuste momentáneo de la presión de limitación se muestra en el manómetro.
5. Modifique el valor y ajústelo abriendo o cerrando la válvula limitadora de presión hasta obtener la presión de limitación prevista (por ejemplo, 5 MPa).
6. Abra la válvula de cierre.

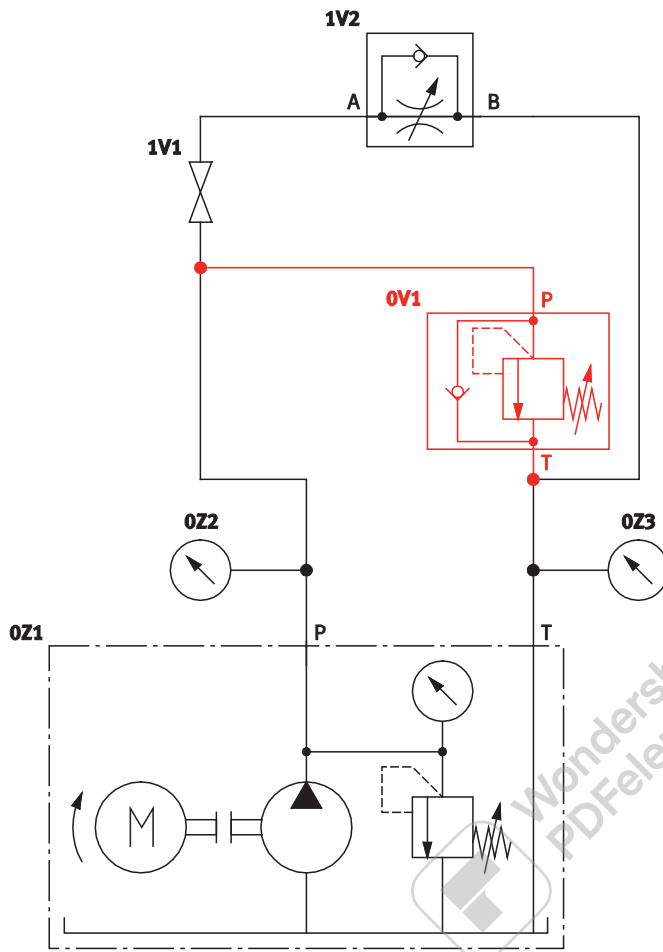
4. Esquema de distribución hidráulico

- a) Complete el esquema hidráulico correspondiente a la primera puesta en funcionamiento (recirculación de la bomba).

**Sugerencias para las clases**

La válvula de cierre OV1 se utiliza para controlar la circulación en la bomba. Esta forma de puesta en funcionamiento es válida en todos los ejercicios.

- b) Complete el esquema hidráulico correspondiente a la segunda puesta en funcionamiento (con válvula limitadora de presión).



Sugerencias para las clases

La válvula limitadora de presión OV1 se utiliza para ajustar la presión de funcionamiento. Se supone que la válvula limitadora de presión de la bomba hidráulica es una válvula precintada. La presión de funcionamiento no puede ajustarse o modificarse con esta válvula limitadora de presión.

5. Confección de una lista de los equipos necesarios

La documentación completa de un proyecto debe incluir el esquema de distribución y, además, la lista de componentes.

- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1V1	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	0V1	Válvula de cierre
2	—	Tubo flexible de 600 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	OZ2, OZ3	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	OZ1	Bomba hidráulica

Lista de componentes. Montaje con recirculación de la bomba

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1V2	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1V1	Válvula de cierre
1	0V1	Válvula limitadora de presión
3	—	Tubo flexible de 600 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	OZ2, OZ3	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	OZ1	Bomba hidráulica

Lista de componentes. Montaje con válvula limitadora de presión

6. Montaje del sistema de control (circuito de recirculación de la bomba)

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.
- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

7. Comprobación la configuración del sistema de control (circuito de recirculación de la bomba)

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Cierre completamente el estrangulador de la válvula reguladora 1V1.
- Abra la válvula de cierre 0V1 y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre hasta que obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa.
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre y con la válvula limitadora de presión ajuste una presión límite de 5 MPa en la bomba hidráulica.
- Abra el estrangulador medio giro. El aceite hidráulico fluye hacia la conexión del depósito a través de la válvula reguladora.

Importante

Antes de realizar el desmontaje del sistema, abra completamente la válvula estranguladora.

Ejercicio 3

Medición de la línea característica de la bomba

■ Lernziele

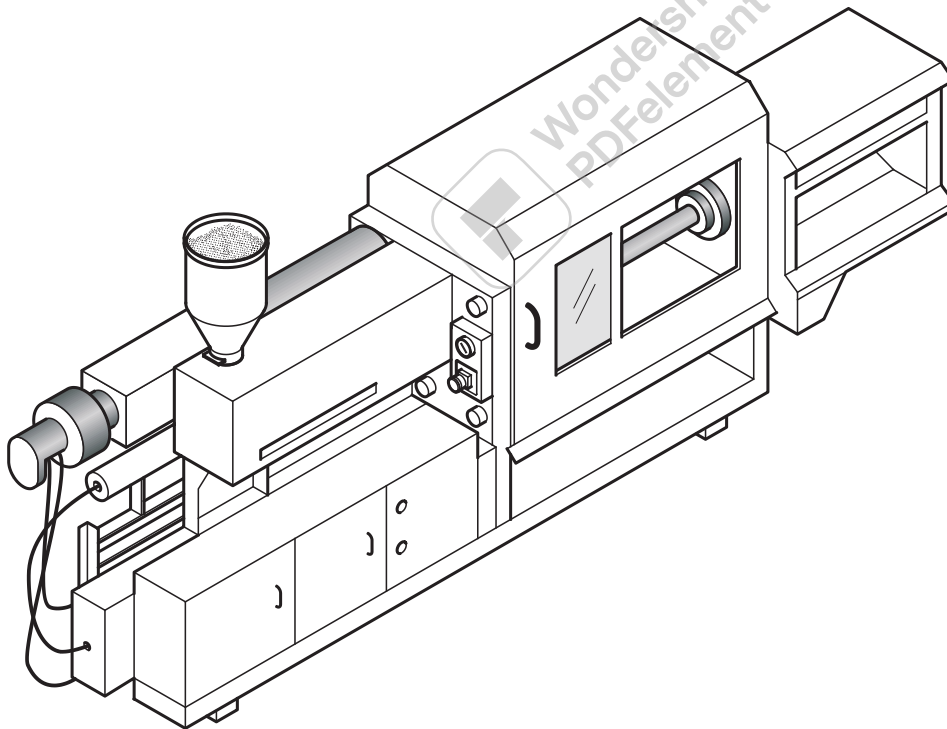
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Podrá trazar e interpretar la línea característica de una bomba hidráulica.
- Podrá medir el caudal en un sistema de control hidráulico.
- Conocerá la relación existente entre el caudal de la bomba y la presión de funcionamiento.

■ Descripción de la tarea a resolver

En una máquina de fundición por inyección, un motor hidráulico acciona el husillo principal. El movimiento de avance del carro provisto de la herramienta está a cargo de un cilindro hidráulico. El operario constató que el motor hidráulico no alcanza las revoluciones apropiadas durante el proceso. Para excluir la posibilidad de un fallo en la bomba hidráulica deberá medirse la línea característica de la bomba.

■ Esquema de situación



Máquina de inyección de plásticos

Tareas a resolver

1. Infórmese sobre el significado del caudal y averigüe cómo se mide el caudal.
2. Calcule el caudal de un motor hidráulico.
3. Confeccione el esquema de distribución hidráulico.
4. Confeccione una lista de componentes.
5. Efectúe el montaje según el esquema.
6. Compruebe la configuración del sistema de control.
7. Obtenga la línea característica de la bomba hidráulica.
8. Interprete la línea característica de la bomba hidráulica.

**Control visual**

En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Instrucciones de utilización
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H



1. Medición del caudal

Información

Caudal

Se entiende por caudal el volumen de líquido que fluye a través de un tubo en un determinado tiempo.

Ejemplo

Para llenar un cubo de 10 litros colocado debajo de un grifo de agua, transcurre un minuto. En ese caso, el caudal (a través del grifo) es de 10 l/min.

En hidráulica, el caudal se identifica con la letra q . Es válido lo siguiente:

$$q = \frac{V}{t}$$

q Caudal [m³/s]

V Volumen [m³]

t Tiempo [s]

Medición del caudal

La manera más sencilla de medir el caudal es utilizando un depósito y un cronómetro.

Para mediciones continuas se recomienda el uso de contadores de turbina o de aletas. Estos aparatos miden el número de giros y lo convierte en magnitudes de caudal. Los giros son proporcionales al caudal.

Con un flotador se puede medir el caudal de acuerdo al nivel. Otra posibilidad consiste en utilizar un diafragma de medición. La caída de presión que se mide en el diafragma es el criterio para determinar el caudal (la caída de presión es proporcional al caudal). La viscosidad de líquido apenas interfiere en el resultado de la medición obtenido mediante un diafragma.

Motores hidráulicos

Los motores hidráulicos son parte del sistema de accionamiento. Los motores hidráulicos son actuadores. Estos actuadores convierten energía hidráulica en energía mecánica y provocan movimientos giratorios (actuador rotativo). Si el movimiento giratorio está limitado a un determinado ángulo, se trata de motores basculantes.

Por regla general, la construcción de los motores hidráulicos es idéntica a la de bombas hidráulicas.

Tipos de motores hidráulicos:

- Motores constantes el volumen de admisión no cambia
- Motores regulables el volumen de admisión puede regularse

Los parámetros característicos de los motores hidráulicos son iguales a los de las bombas. Sin embargo, en el caso de los motores hidráulicos se emplea el término técnico de volumen de admisión en vez de volumen de expulsión, utilizado en relación con las bombas hidráulicas. El volumen de admisión de motores hidráulicos se expresa en cm^3 por giro. Además se indica el margen de revoluciones de funcionamiento eficiente del motor. En el caso de motores hidráulicas se utiliza la siguiente fórmula para calcular el volumen de admisión:

$$p = \frac{M}{V}$$

$$q = n \cdot V$$

p	Presión	[Pa, MPa]
M	Momento de giro	[Nm]
V	Desplazamiento geométrico, volumen de admisión	[cm^3]
q	Caudal	[dm^3/min]
n	Revoluciones	[rpm]

Para calcular el caudal necesario se recurre al volumen de admisión y a las revoluciones.

2. Cálculo del caudal

- a) Para realizar la medición del caudal se utilizará un motor con volumen de admisión de $V = 8,2 \text{ cm}^3$.

Se medirán las revoluciones del motor. Indique la fórmula para calcular el caudal de la bomba.

$$q = \frac{8,2 \text{ cm}^3 \cdot n}{\text{min}}$$

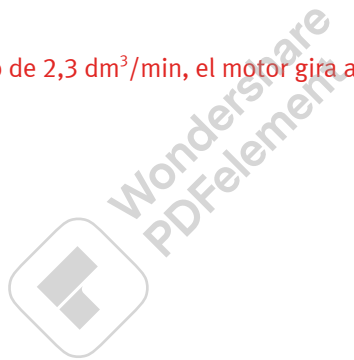
Siendo $n = 1 \text{ min}^{-1}$

$$q = 8,2 \text{ cm}^3 \cdot 1 \text{ min}^{-1} = 0,0082 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} = 0,0082 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

- b) ¿A qué velocidad el motor gira si la bomba tiene un rendimiento de $2,3 \text{ dm}^3/\text{min}$?

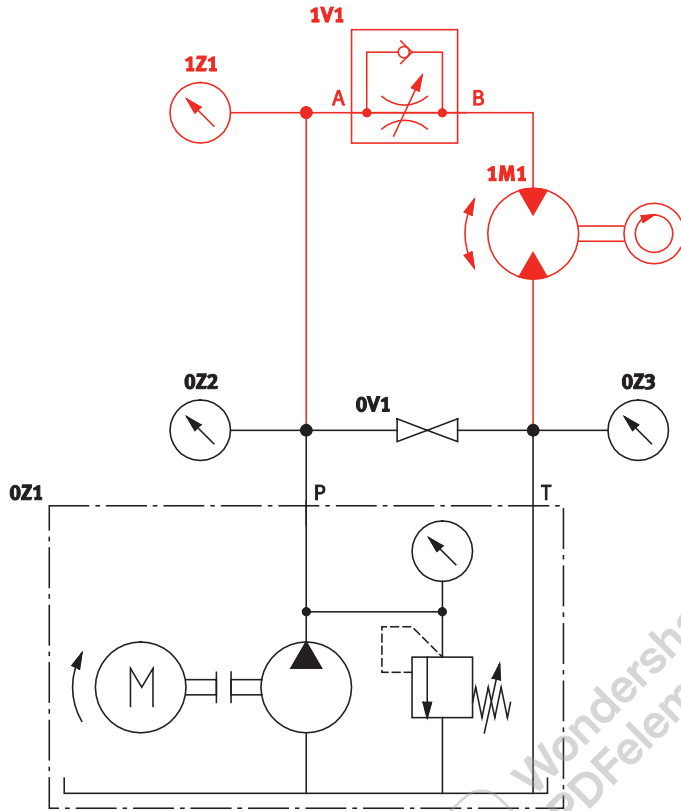
$$n = \frac{q}{V} = \frac{2,3 \text{ dm}^3}{8,2 \text{ cm}^3 \text{ min}} = 280,5 \text{ min}^{-1}$$

Si la bomba tiene un rendimiento de $2,3 \text{ dm}^3/\text{min}$, el motor gira a 280,5 rpm.



3. Esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico para medir la línea característica de la bomba.



4. Confección de una lista de los equipos necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1V1	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1Z1	Manómetro
1	1M1	Motor hidráulico
1	—	Sensor de caudal conectado al motor hidráulico
1	0V1	Válvula de cierre
2	—	Tubo flexible de 600 mm.
3	—	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	0Z2, 0Z3	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	0Z1	Bomba hidráulica

Importante

Para realizar las mediciones son necesarios:

- 1 fuente de alimentación de 24 V DC, máximo 4,5 A
- 1 multímetro digital

5. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión!
Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme.
Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.

- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

6. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Cierre completamente el estrangulador de la válvula reguladora 1V1.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Conecte la tensión de funcionamiento de 24 V DC al sensor de caudal.

Importante

Consulte los datos necesarios en el manual de instrucciones del sensor.

- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre hasta que obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa.
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre y con la válvula limitadora de presión ajuste una presión de funcionamiento de 6 MPa en la bomba hidráulica.

7. Obtención de la línea característica

Ejecución

Abra completamente el estrangulador de la válvula reguladora 1V1. Cerrando lentamente la válvula se ajusta la presión (lectura de la presión en el manómetro 1Z1).

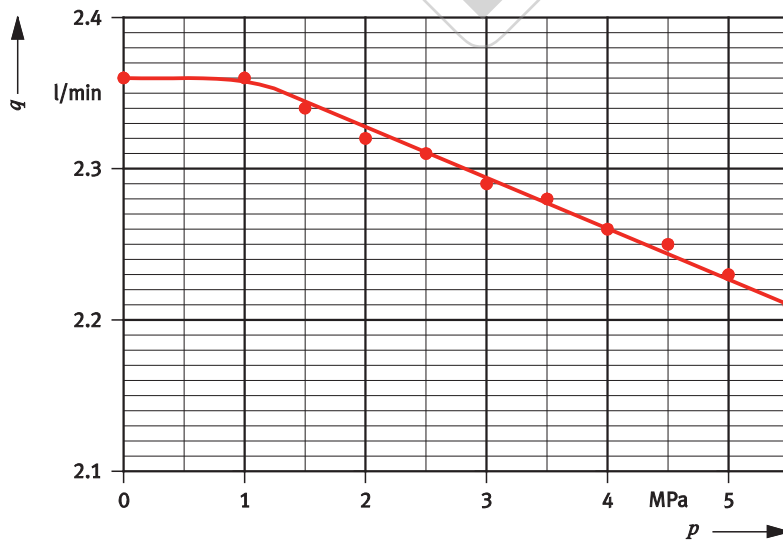
a) Ajuste los valores de presión indicados y apunte en la tabla los caudales medidos.

Presión del sistema p [MPa]	Caudal q [l/min]
0	2,36
1,0	2,36
1,5	2,34
2,0	2,32
2,5	2,31
3,0	2,29
3,5	2,28
4,0	2,26
4,5	2,25
5,0	2,23
5,5	2,21

Importante

Antes de realizar el desmontaje del sistema, abra completamente la válvula estranguladora.

b) Incluya los valores medidos para obtener la línea característica de la bomba.



Línea característica de la bomba

8. Obtención de la línea característica

Información

La línea característica del caudal en función de la presión se llama línea característica de la bomba. Esta línea característica indica que el caudal efectivo (q_{eff}) disminuye en la medida en que aumenta la presión. Para obtener el caudal real (q_w), deben considerarse adicionalmente las fugas de aceite (q_l) de la bomba.

La bomba debe tener necesariamente una fuga mínima para mantener el efecto de lubricación.

Información que ofrece la línea característica de la bomba:

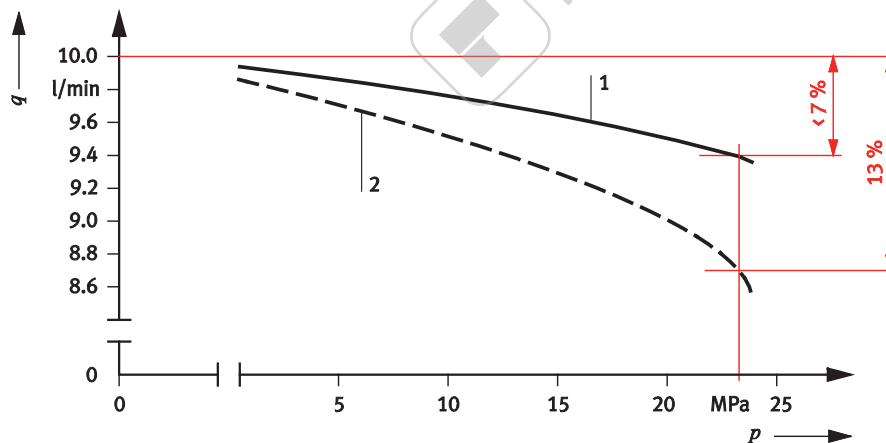
Con $p = 0$, la bomba genera el caudal total q .

Con $p > 0$, la bomba genera un caudal q menor debido a la fuga de aceite.

El transcurso de la línea característica informa sobre el grado de eficiencia volumétrica (η_{vol}) de la bomba.

Para utilizar una bomba hidráulica correctamente deben conocerse los parámetros y las líneas características correspondientes. Únicamente así es posible comparar diversas bombas y seleccionar la más apropiada en cada caso.

- a) Compare las líneas características de una bomba hidráulica nueva con las líneas correspondientes de una bomba usada.



Líneas características de las bombas. 1: Bomba nueva 2: Bomba usada

En la gráfica se aprecian las líneas características de una bomba nueva (de perfecto funcionamiento) y de otra usada (defectuosa). En el caso de la bomba usada, el caudal disminuye mucho más al aumentar la presión de funcionamiento.

- b) Calcule el grado de eficiencia volumétrica de la bomba hidráulica nueva. Para ello, recurra a los valores según la línea característica de la bomba.

Las fugas de la bomba ascienden a un 6.0% con 23,0 MPa. Se obtiene lo siguiente:

$$q(p = 0 \text{ MPa}) = 10,0 \text{ dm}^3/\text{min}$$

$$q(p = 23,0 \text{ MPa}) = 9,4 \text{ dm}^3/\text{min} \quad (q_L = 0,6 \text{ dm}^3/\text{min})$$

$$\eta_{vol} = \frac{9,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}}{10,0 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}} = 0,94$$

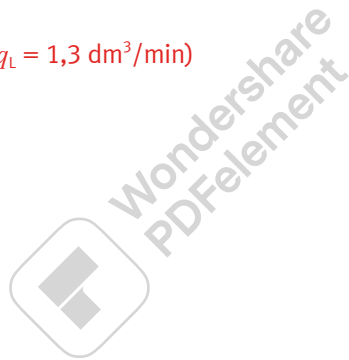
- c) Calcule el grado de eficiencia volumétrica de la bomba hidráulica usada. Para ello, recurra a los valores según la línea característica de la bomba.

Las fugas de la bomba ascienden a un 13 % con 23,0 MPa. Se obtiene lo siguiente:

$$q(p = 0 \text{ bar}) = 10,0 \text{ dm}^3/\text{min}$$

$$q(p = 23,0 \text{ MPa}) = 8,7 \text{ dm}^3/\text{min} \quad (q_L = 1,3 \text{ dm}^3/\text{min})$$

$$\eta_{vol} = \frac{8,7 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}}{10,0 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}} = 0,87$$





Ejercicio 4

Medición de la línea característica de apertura de una válvula limitadora de presión

■ Objetivos didácticos

Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

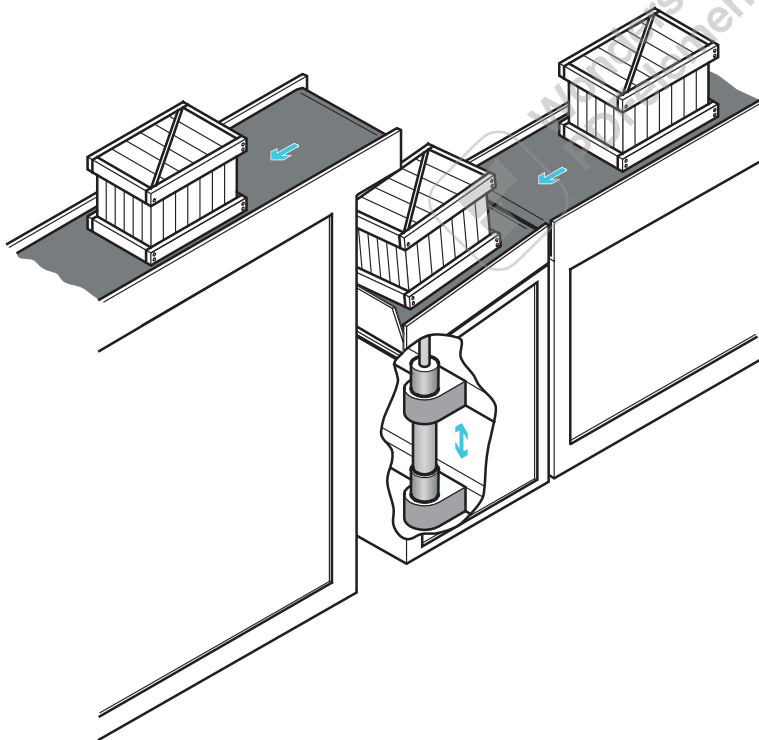
- Conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula limitadora de presión.
- Podrá trazar e interpretar la línea característica de una válvula limitadora de presión.

■ Descripción de la tarea a resolver

En una fábrica se producen productos nuevos. Por lo tanto, el sistema elevador debe elevar ahora cajas más pesadas. Se pudo observar que la velocidad de elevación es más lenta con las cajas más pesadas.

Recurriendo a la línea característica presión/caudal de la válvula limitadora de presión deberá comprobarse con qué presión se inicia la derivación del caudal de la bomba.

■ Esquema de situación



Sistema de elevación de cajas

Tareas a resolver

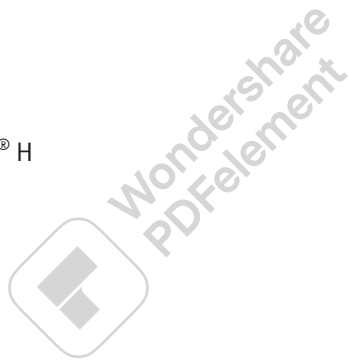
1. Describa la construcción y el funcionamiento de una válvula limitadora de presión.
2. Confeccione el esquema de distribución hidráulico.
3. Confeccione una lista de componentes.
4. Efectúe el montaje según el esquema.
5. Compruebe la configuración del sistema de control.
6. Obtenga la línea característica de la válvula limitadora de presión.

**Control visual**

En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Instrucciones de utilización
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H

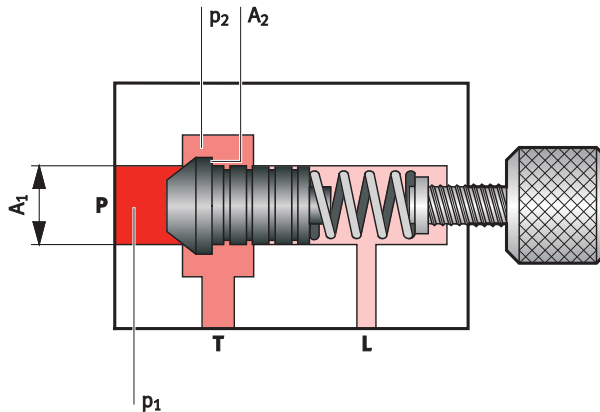


1. Construcción y funcionamiento de una válvula limitadora de presión

Información

Con estas válvulas se ajusta y se limita la presión en instalaciones hidráulicas. La presión de funcionamiento se determina en la entrada (P) de la válvula.

- Describa el funcionamiento de la válvula limitadora de presión.



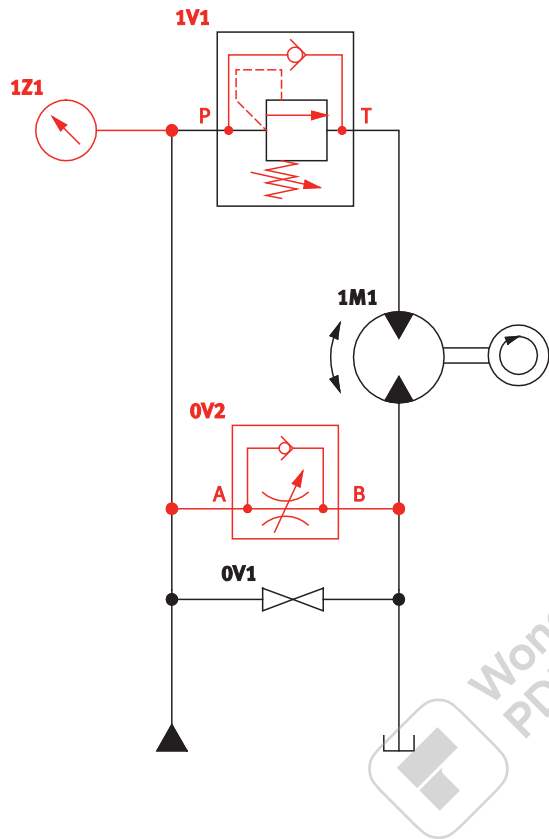
Válvula limitadora de presión: dibujo en sección

Principio de funcionamiento de una válvula limitadora de presión:

- La presión de entrada p_1 actúa sobre la superficie del elemento actuador de la válvula y genera una fuerza $F = p_1 \cdot A_1$
- Es posible regular la fuerza del muelle que presiona dicho elemento sobre el asiento de la válvula.
- Si la fuerza generada por la presión de entrada es superior a la fuerza del muelle, la válvula empieza a abrirse. De esta manera, parte del caudal fluye hacia el depósito. Si aumenta más la presión, se abre la válvula hasta que la totalidad del caudal proveniente de la bomba fluye hacia el depósito.
- La resistencia que se produce en la salida (causada por el tubo hacia el depósito, el filtro de retorno, etc.) actúa sobre la superficie A_2 . La fuerza que se produce de esa manera debe sumarse a la fuerza del muelle.

2. Esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico para medir la línea característica de apertura. Complete el esquema de distribución. Identifique los componentes y complete las denominaciones de las conexiones.

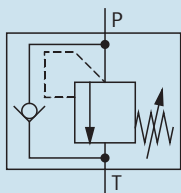


Sugerencias para las clases

La presión puede ajustarse de manera más sencilla con la válvula de estrangulación y antirretorno OV2 que consta en el esquema. Si procede, pida a los estudiantes que completen el esquema de distribución agregando la válvula.

Válvula limitadora de presión incluida en el equipo didáctico

La válvula de antirretorno montada en el sistema se abre cuando el caudal fluye desde la conexión T hacia la conexión P. Por lo tanto, el caudal se desvía y no atraviesa la válvula limitadora de presión. No es necesario montar un bypass externo.



3. Confección de una lista de los equipos necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1V1	Válvula limitadora de presión
1	1Z1	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1M1	Motor hidráulico
1	—	Sensor de caudal conectado al motor hidráulico
1	0V1	Válvula de cierre
4	—	Tubo flexible de 600 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	0Z2, 0Z3	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	0Z1	Bomba hidráulica

Importante

Para realizar las mediciones son necesarios:

- 1 fuente de alimentación de 24 V DC, máximo 4,5 A
- 1 multímetro digital

4. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión!
Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme.
Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.

- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

5. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Abra completamente la válvula limitadora de presión 1V1.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Conecte la tensión de funcionamiento de 24 V DC al sensor de caudal.

Importante

Consulte los datos necesarios en el manual de instrucciones del sensor.

- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 6 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico.

6. Obtención de la línea característica

Ejecución

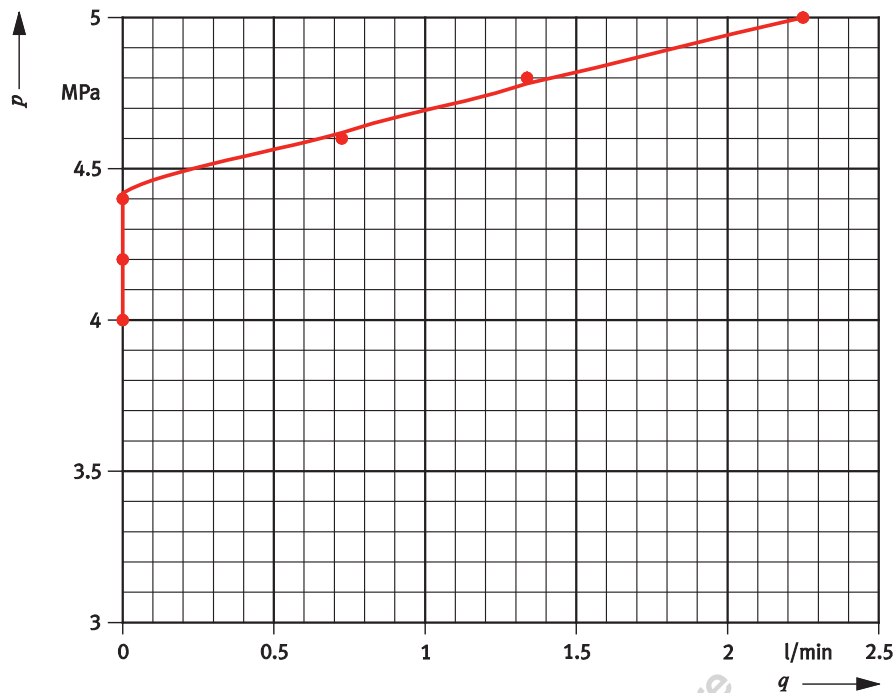
La válvula limitadora de presión 1V1 se mantiene cerrada hasta que en el manómetro 1Z1 se indique una presión de 5 MPa (50 bar). A continuación se abre completamente la válvula de cierre 0V1.

Las presiones que constan en la tabla se regulan cerrando paso a paso la válvula de cierre 0V1, pudiéndose leer los caudales correspondientes. Al mismo tiempo debe observarse a partir de qué presión empieza a abrirse la válvula limitadora de presión.

a) Incluya en la tabla los valores medidos.

Presión del sistema p [MPa]	Caudal q [l/min]
4,0	0
4,2	0
4,4	0
4,6	0,72
4,8	1,34
5,0	2,25

b) Incluya los valores medidos en el diagrama. Explique el resultado.



Todas las válvulas limitadoras de presión se abren a una determinada presión, empezando la derivación del caudal. En este caso, la diferencia entre la presión máxima y la presión de apertura es de 0,4 MPa (4 bar). Una vez que se alcanza la presión máxima ajustada previamente, todo el caudal de la bomba fluye hacia el depósito a través de la válvula limitadora de presión.

Información

Al reducirse el paso a través de la válvula reguladora, aumenta la presión delante de ella. La válvula limitadora de presión se abre debido a este aumento de presión, produciéndose así la división del caudal. Esta derivación tiene como consecuencia que el caudal necesario para obtener las revoluciones o la velocidad de giro necesarias fluya hacia el actuador, mientras que el excedente fluya hacia el depósito a través de la válvula limitadora de presión. El excedente de caudal fluye a máxima presión a través de la válvula limitadora, lo que provoca una gran pérdida de energía.

Ejercicio 5

Descarga de una máquina de producción de papel

■ Objetivos didácticos

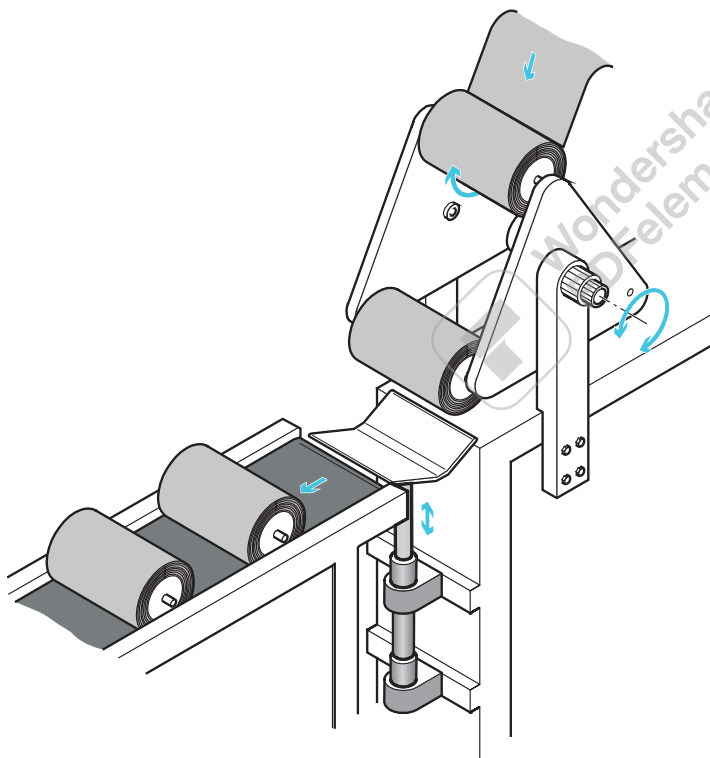
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Conocerá la construcción y el funcionamiento de un cilindro de simple efecto.
- Sabrá cómo utilizar un cilindro de simple efecto.

■ Descripción de la tarea a resolver

Al final de la máquina se enrolla el papel. Los rollos de papel se retiran mediante un sistema de descarga. El accionamiento del sistema de descarga está a cargo de cilindros sumergibles.

■ Esquema de situación



Retirada de rollos de papel al final de la máquina de producción

■ Descripción del proceso

1. Al conectar la bomba hidráulica, el caudal fluye directamente hacia el cilindro. El cilindro retrocede.
2. Una válvula manual de 2/2 vías está montada en la derivación hacia el depósito. Esta válvula está normalmente cerrada. Accionando la válvula manual de 2/2 vías, el cilindro avanza.
3. Una válvula de antirretorno evita que el aceite vuelva a fluir hacia la bomba.

■ Condiciones generales

Para solucionar esta tarea, efectúe el montaje del cilindro en posición vertical en el lado ancho de la columna perfilada. A continuación, cuelgue un peso del cilindro. Recubra el peso con una tapa apropiada. Al efectuar el montaje del cilindro, la conexión superior necesariamente debe estar conectada al depósito.

■ Tareas a resolver

1. Describa la construcción y el funcionamiento de un cilindro de simple efecto.
2. Describa la construcción y el funcionamiento de una válvula manual de 2/2 vías.
3. Describa el funcionamiento de una válvula de antirretorno.
4. Explique el significado de la denominación de las conexiones de válvulas. Explique la función de dichas conexiones.
5. Complete el esquema de distribución hidráulico.
6. Complete la lista de componentes.
7. Efectúe el montaje según el esquema.
8. Compruebe la configuración del sistema de control.
9. Describa el funcionamiento del sistema de control.



Control visual

En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

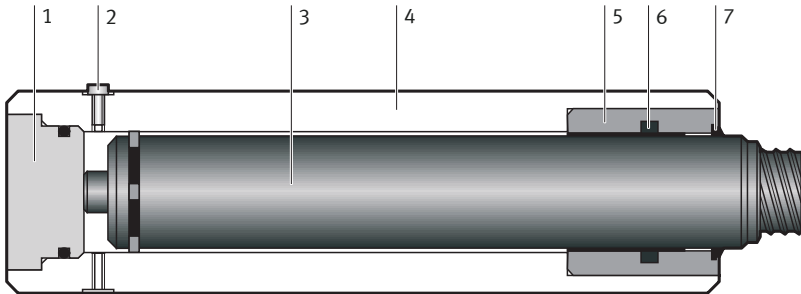
■ Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H

1. Construcción y funcionamiento de un cilindro de simple efecto

Información

El cilindro hidráulico convierte energía hidráulica en energía mecánica. Este cilindro ejecuta movimientos lineales. Por esta razón también se llama motor lineal.



Cilindro hidráulico de simple efecto: dibujo en sección. 1: Base del cilindro. 2: Tornillo de escape. 3: Vástago. 4: Camisa del cilindro. 5: Guía del vástago. 6: Junta del vástago. 7: Rascador de suciedad

a) Describa el funcionamiento del cilindro de simple efecto.

En un cilindro de doble simple únicamente puede aplicarse presión hidráulica en una de las superficies del émbolo. Por ello, estos cilindros pueden ejecutar un trabajo sólo en un sentido.

Principio de funcionamiento de este tipo de cilindros:

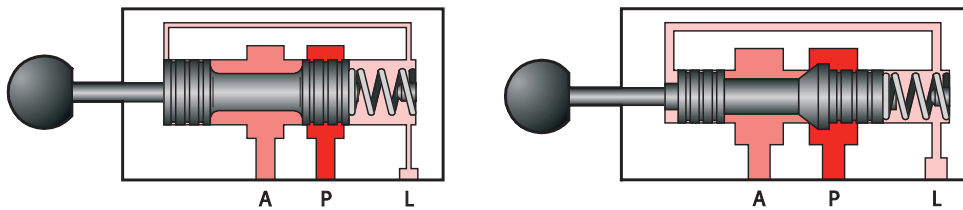
- El líquido sometido a presión fluye hacia la cámara del cilindro del lado del émbolo. La contrafuerza genera presión (carga) que actúa sobre el émbolo. Cuando se supera esa contrafuerza, el émbolo avanza hacia la posición final delantera.
- Durante el movimiento de retroceso, la cámara del émbolo está unida al depósito a través del conducto y de la válvula de vías, mientras que la válvula de vías bloquea el conducto de presión. El movimiento de retroceso se produce por el propio peso del cilindro, por efecto de un muelle o por un peso. Las fuerzas (el peso) deben superar la fricción dentro del cilindro, en los tubos y en las válvulas. Además deben desplazar el líquido hacia el tubo de salida.

b) Indique en qué aplicaciones se utilizan cilindros de simple efecto.

Los cilindros de simple efecto se utilizan siempre que únicamente se necesita ejecutar un trabajo hidráulico en un solo sentido.

- Elevación, fijación, descenso de piezas.
- Elevadores hidráulicos.
- Plataformas elevadoras con mecanismo de cizalla.
- Plataformas elevadoras en general.

2. Construcción y funcionamiento de una válvula manual de 2/2 vías



Válvulas manuales de 2/2 vías: dibujos en sección

- a) Describa la construcción y el funcionamiento de las válvulas manuales de 2/2 vías aquí mostradas.

Dependiendo de su construcción, se diferencia entre válvulas de asiento y válvulas de corredera.

Válvulas de corredera

Estas válvulas únicamente deben superar las fuerzas de fricción y la fuerza del muelle. Las fuerzas originadas por la aplicación de presión se compensan mediante las superficies opuestas. La corredera debe montarse previendo cierta holgura. Esta holgura tiene como consecuencia la presencia de un flujo constante de fuga. Por ello, la cámara del lado del muelle debe estar conectada con el depósito.

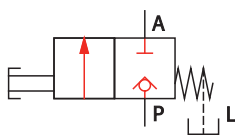
Válvulas de asiento

En las válvulas de asiento se aplica presión sobre una bola, un bolillo o, con menos frecuencia, un disco que hace las veces de elemento de cierre. Este tipo de válvulas bloquean el paso herméticamente.

Funcionamiento

Las válvulas de 2/2 vías tienen una conexión de utilización (A) y una conexión de presión (P). Estas válvulas controlan el caudal cerrando y abriendo el paso. La cámara del lado del muelle está conectada (conexión L) con el depósito.

- b) Complete el símbolo correspondiente a la válvula manual de 2/2 vías (válvula de asiento).



Válvula manual de 2/2 vías: símbolo

Sugerencias para las clases

La representación gráfica no está normalizada.

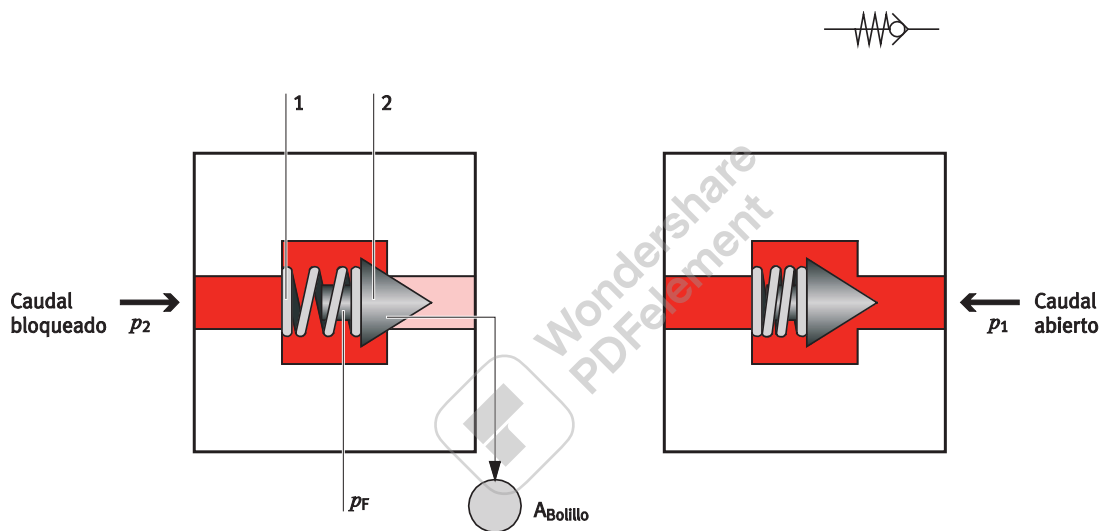
3. Funcionamiento de una válvula de antirretorno

Información

Las válvulas de cierre bloquean el caudal en un sentido y abren el paso en el sentido opuesto. Considerando que el bloqueo debe ser completamente hermético, estas válvulas siempre son válvulas de asiento. Su funcionamiento es el siguiente:

Un elemento de bloqueo (por lo general una bola o un bolillo) se presiona contra la correspondiente superficie de asiento. El caudal en el sentido de flujo puede abrir la válvula separando el elemento de bloqueo de su asiento.

Si se aplica una presión p_1 sobre el bolillo de bloqueo, éste se separa de su asiento y abre el paso, suponiendo que la válvula no tiene un muelle. Para que el elemento de bloqueo se separe de su asiento debe superarse la contrapresión p_2 .



Válvula de antirretorno con muelle. Dibujo en sección. 1: Muelle de compresión. 2: Bolillo de bloqueo

- La válvula que se muestra aquí es una válvula de antirretorno con muelle. ¿Qué presión p_1 debe aplicarse para que la válvula abra el paso?

Además de la contrapresión p_2 , también el muelle aplica una fuerza sobre el bolillo de bloqueo. Se abre el paso si se cumple la siguiente condición:

$$p_1 > p_2 + p_F$$

En relación con la fuerza que aplica el muelle es válido lo siguiente:

$$p_F = \frac{F_{\text{Muelle}}}{A_{\text{Bolillo}}}$$

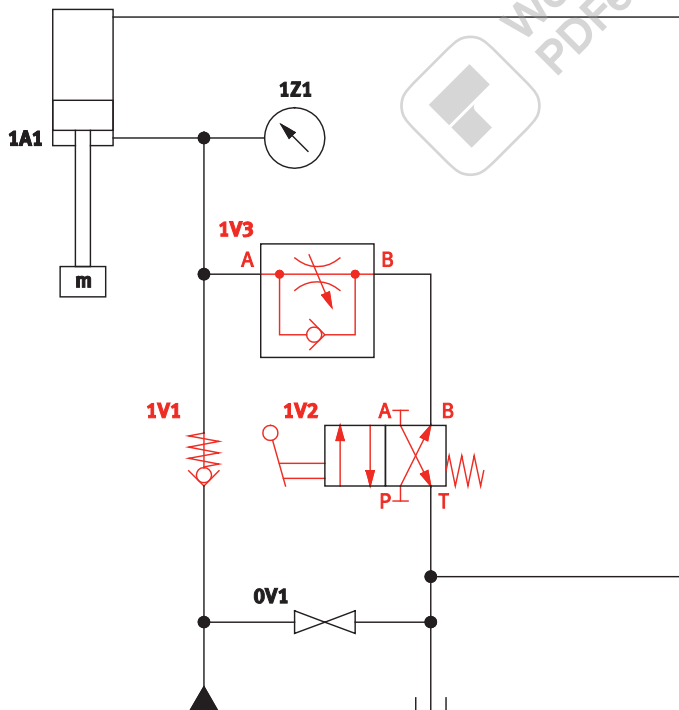
4. Denominación de las conexiones de válvulas

- Explique el significado de las siguientes denominaciones y describa el funcionamiento correspondiente.

Denominación	Significado / Funcionamiento
P	Conexión de presión
T	Conexión de reflujo
A	Conexión de utilización
B	Conexión de utilización
X	Alimentación de aceite de control
y	Reflujo de aceite
L	Conexión de aceite de fuga

5. Esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico.



Importante

El equipo didáctico no incluye una válvula manual de 2/2 vías. Al montar el sistema según el esquema, utilice una válvula manual de 4/2 vías. Las conexiones de la válvula manual de 4/2 vías que no se utilizan deberán cerrarse mediante tapas autosellantes.

El equipo didáctico no incluye un cilindro de simple efecto. Al montar el sistema según el esquema, utilice un cilindro de doble efecto. Establezca una conexión entre la conexión del lado del émbolo y el depósito.

Antes de realizar el desmontaje del sistema, abra completamente la válvula estranguladora 1V3.

6. Confección de una lista de los equipos necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
1	—	Peso de 9 kg para cilindro
1	1Z1	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V3	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1V2	Válvula manual de 4/2 vías
1	1V1	Válvula antirretorno con tubo flexible
1	0V1	Válvula de cierre
2	—	Tubo flexible de 600 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.500 mm.
1	—	Conector en T
2	—	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

7. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Para solucionar esta tarea, efectúe el montaje del cilindro en posición vertical en el lado ancho de la columna perfilada. A continuación, cuelgue un peso del cilindro. Recubra el peso con una tapa apropiada. Es indispensable que conecte la conexión del lado del émbolo al depósito.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.
- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

8. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Abra completamente la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 5 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico. La presión puede ajustarse cuando el cilindro se encuentra en su posición final.

9. Descripción de las secuencias del sistema de control

- a) Describa detalladamente cada uno de los pasos.

Posición inicial

La bomba hidráulica está desconectada. La estrangulación de la válvula 1V3 está abierta. La válvula manual de 4/2 vías 1V2 no está activada (paso cerrado entre la conexión B y la conexión T). El vástago del cilindro 1A1 está extendido.

Paso 1-2

La bomba hidráulica está conectada. El vástago del cilindro 1A1 retrocede. Una vez que el vástago del cilindro 1A1 alcanza su posición final superior, la bomba hidráulica vuelve a desconectarse. La válvula de antirretorno 1V1 evita que el vástago descienda.

Paso 2-3

Accionando la válvula manual de 4/2 vías 1V2 (paso abierto desde la conexión B hacia la conexión T) el vástago del cilindro 1A1 vuelve a avanzar. El peso desciende.

- b) Describa cuál es la función de la válvula de antirretorno 1V1.

Con la válvula de antirretorno 1V1 se evita que se produzcan un reflujos del líquido hacia la bomba. La presión de reflujos se produce cuando se desconecta la bomba y el cilindro sigue sometido a una carga.

- c) ¿Qué se puede ajustar con la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3?

Con la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3 se ajusta la velocidad del descenso del cilindro 1A1.

Importante

Antes de desmontar el sistema deberá abrirse completamente la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3.

Al desmontar la válvula de antirretorno 1V1, desacople primer el lado de la válvula y, a continuación, el lado del tubo flexible.



Ejercicio 6

Abrir un horno de templado

■ Objetivos didácticos

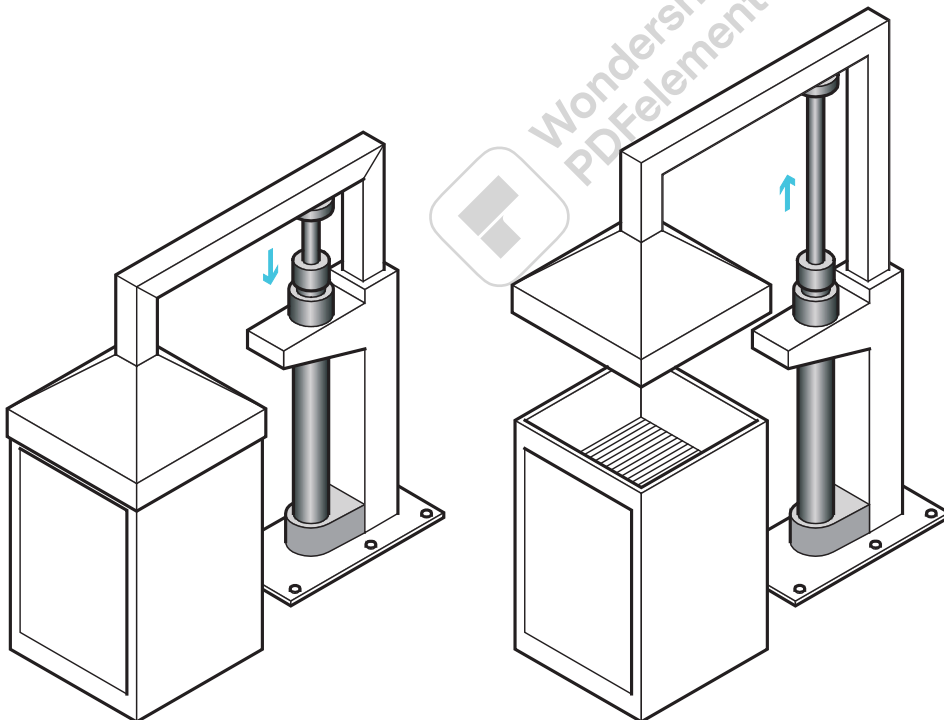
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de 3/2 vías.
- Podrá determinar los tiempos de avance y retroceso de un cilindro de simple efecto y podrá calcular las presiones y las fuerzas correspondientes.

■ Descripción de la tarea a resolver

La tapa de bloqueo de un horno de templado deberá abrirse mediante un cilindro de simple efecto. El accionamiento del cilindro está a cargo de una válvula de 3/2 vías. Si la bomba hidráulica está desconectada, el cilindro deberá permanecer en su posición final. Deberá montarse un peso de 9 kg a modo de carga que actúa sobre el cilindro.

■ Esquema de situación



Tapa de un horno de templado

■ Descripción del proceso

1. Accionando la válvula manual de 3/2 vías, el cilindro retrocede.
2. Reponiendo la posición normal de la válvula manual de 3/2 vías, el cilindro avanza.
3. Es posible ajustar la velocidad del movimiento de avance del cilindro.
4. Una válvula de antirretorno evita que el aceite vuelva a fluir hacia la bomba.

■ Condiciones generales

Para solucionar esta tarea, efectúe el montaje del cilindro en posición vertical en el lado ancho de la columna perfilada. A continuación, cuelgue un peso del cilindro. Recubra el peso con una tapa apropiada. Al efectuar el montaje del cilindro, la conexión superior necesariamente debe estar conectada al depósito.

■ Tareas a resolver

1. Describa el funcionamiento de la válvula manual de 3/2 vías.
2. Complete el esquema de distribución hidráulico.
3. Complete la lista de componentes.
4. Efectúe el montaje según el esquema.
5. Compruebe la configuración del sistema de control.
6. Describa el funcionamiento del sistema de control.
7. Mida la presión y el tiempo durante los movimientos de avance y retroceso.



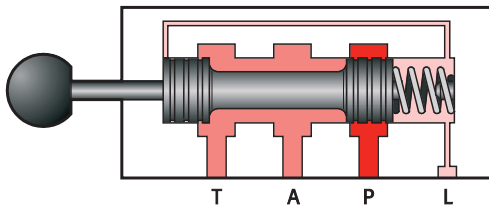
Control visual

En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

■ Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H

1. Funcionamiento de una válvula manual de 3/2 vías



Válvula manual de 3/2 vías: dibujo en sección

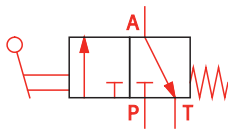
a) Describa el funcionamiento de una válvula manual de 3/2 vías.

Las válvulas de 3/2 vías tienen una conexión de utilización (A) y una conexión de presión (P), una conexión hacia el depósito (T) y una conexión para el aceite de fuga (L). Esta válvula controla el caudal pudiendo asumir las siguientes posiciones:

- Posición normal: La conexión P está bloqueada. Paso abierto entre A y T.
- Válvula accionada: Conexión T bloqueada, paso abierto desde P hacia A

Las válvulas de 3/2 vías también pueden estar abiertas en posición normal (con paso abierto desde P hacia A).

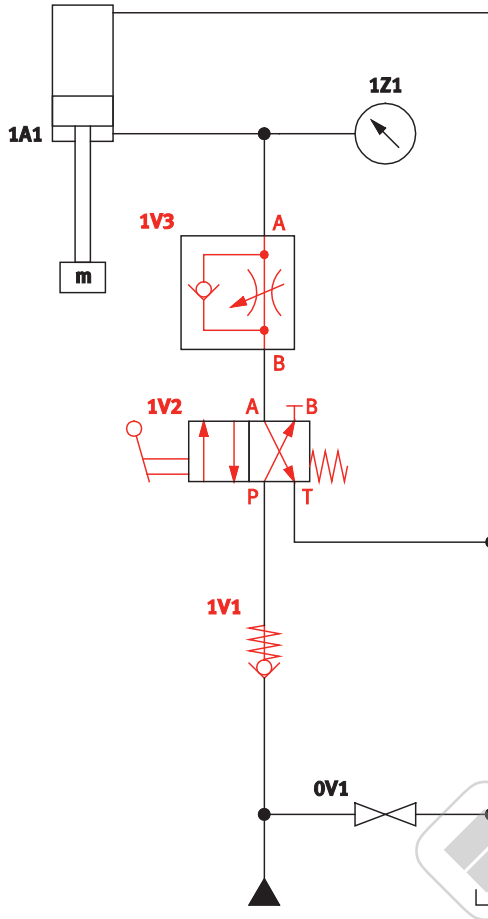
b) Complete el símbolo de una válvula manual de 3/2 vías.



Válvula manual de 3/2 vías: símbolo

2. Esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico.



Importante

En vez de una válvula de 3/2 vías se utiliza una válvula de 4/2 vías sin utilizar una de sus conexiones. Las conexiones de la válvula manual de 4/2 vías que no se utilizan deberán cerrarse mediante tapas autosellantes.

3. Confección de una lista de los equipos necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
1	—	Peso de 9 kg para cilindro
1	1Z1	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V3	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1V2	Válvula manual de 4/2 vías
1	1V1	Válvula antirretorno con tubo flexible
1	0V1	Válvula de cierre
2	—	Tubo flexible de 600 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.500 mm.
2	—	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

4. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Para solucionar esta tarea, efectúe el montaje del cilindro en posición vertical en el lado ancho de la columna perfilada. A continuación, cuelgue un peso del cilindro. Recubra el peso con una tapa apropiada. Es indispensable que conecte la conexión del lado del émbolo al depósito.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.

- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

5. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Cierre completamente la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3. A continuación, abra la válvula un medio giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 5 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico.

6. Descripción de las secuencias del sistema de control

- Describa detalladamente cada uno de los pasos.

Posición inicial

La bomba hidráulica está conectada. La estrangulación de la válvula 1V3 está abierta. La válvula manual de 4/2 vías 1V2 no está activada (paso abierto entre la conexión A y la conexión T). El vástago del cilindro 1A1 está extendido.

Paso 1-2

La válvula manual de 4/2 vías 1V2 está activada (paso abierto entre la conexión P y la conexión A). El vástago del cilindro 1A1 retrocede.

Paso 2-3

Accionando la válvula manual de 4/2 vías 1V2 (paso abierto desde la conexión A hacia la conexión T) el vástago del cilindro 1A1 vuelve a avanzar. El peso desciende.

7. Medición de la presión y del tiempo de avance

Ejecución

Cambie lentamente la posición de la válvula manual de 4/2 vías. El vástago del cilindro 1A1 retrocede lentamente. Al cambiar lentamente la posición de la válvula no se abre de inmediato toda la sección. Por lo tanto, el caudal proveniente de la bomba fluye de manera estrangulada hacia el cilindro. Una vez que la válvula recupera su posición normal, el vástago retrocede hacia su posición final inferior.

a) Determine los valores necesarios y apúntelos en la tabla.

Sentido del movimiento	Presión [MPa]	Tiempo [s]
Avance	0,8	1,1
Retroceso	0	1,4

b) Calcule la presión que aplica el peso.

Parámetros necesarios para realizar el cálculo:

Carga ocasionada por el peso:

$$F_G = 90 \text{ N}$$

Superficie del émbolo en el lado del vástago:

$$A_{PR} = 1,2 \text{ cm}^2$$

$$\text{presión ocasionada por la carga: } p_L = \frac{F_G}{A_{PR}} = \frac{90 \text{ N}}{1,2 \text{ cm}^2} = 75 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 0,75 \text{ MPa}$$

Resistencia hidráulica = presión durante el movimiento – presión ocasionada por la carga

$$p_{Res} = 0,8 \text{ MPa} - 0,75 \text{ MPa} = 0,05 \text{ MPa}$$

La presión de remanso es considerablemente menor que la resistencia hidráulica. El cilindro puede moverse únicamente si se cumple esta condición. La magnitud de la presión de remanso depende de las resistencias hidráulicas. Habiendo un flujo hacia el depósito, estas resistencias son mínimas.

- c) Calcule la velocidad de avance y la velocidad de retroceso del cilindro.

Parámetros necesarios para realizar el cálculo:

Carrera: $s = 200 \text{ mm}$

Caudal proveniente de la bomba: $q = 2 \text{ l/min}$

Velocidad de retroceso

$$v_{\text{rtr}} = \frac{q}{A_{\text{PR}}} = \frac{2 \frac{\text{l}}{\text{min}}}{1,2 \text{ cm}^2} = \frac{2000 \text{ cm}^3}{60 \text{ s} \cdot 1,2 \text{ cm}^2}$$

$$v_{\text{rtr}} = 27,78 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0,28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Tiempo de retroceso

$$t_{\text{rtr}} = \frac{s}{v_{\text{rtr}}} = \frac{0,2 \text{ m}}{0,28 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,71 \text{ s}$$

Importante

Antes de desmontar el sistema deberá abrirse completamente la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3.

Al desmontar la válvula de antirretorno 1V1, desacople primer el lado de la válvula y, a continuación, el lado del tubo flexible.

Ejercicio 7

Abrir y cerrar la compuerta de una caldera

■ Objetivos didácticos

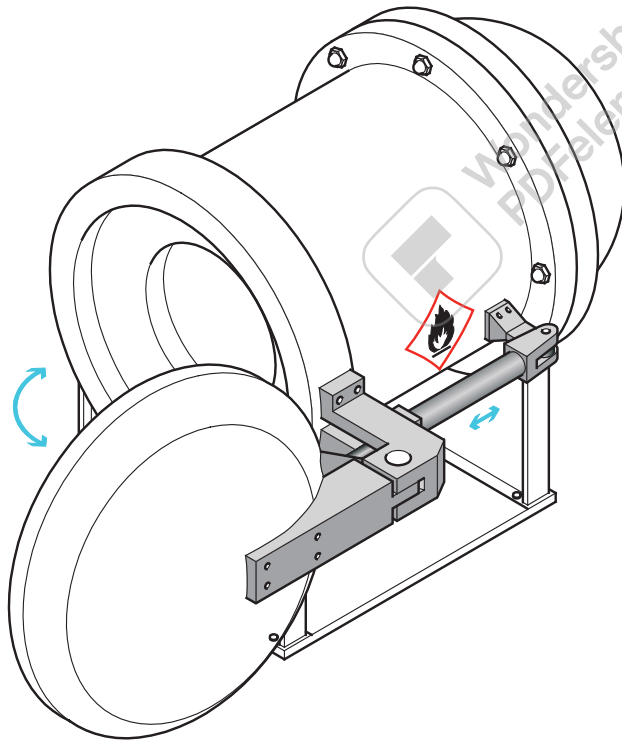
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Conocerá la construcción y el funcionamiento de un cilindro de doble efecto.
- Conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de 4/2 vías.
- Podrá determinar los tiempos de avance y retroceso de un cilindro de doble efecto y podrá calcular las presiones y las fuerzas correspondientes.

■ Descripción de la tarea a resolver

Para abrir y cerrar la compuerta de una caldera se utiliza un cilindro de doble efecto. El accionamiento del cilindro está a cargo de una válvula de 4/2 vías.

■ Esquema de situación



Caldera

■ Descripción del proceso

1. Accionando la válvula manual de 4/2 vías, el cilindro avanza.
2. Reponiendo la posición normal de la válvula manual de 3/2 vías, el cilindro retrocede.

■ Tareas a resolver

1. Describa la construcción y el funcionamiento de un cilindro de doble efecto.
2. Describa el funcionamiento de la válvula manual de 4/2 vías.
3. Complete el esquema de distribución hidráulico.
4. Confeccione una lista de componentes.
5. Efectúe el montaje según el esquema.
6. Compruebe la configuración del sistema de control.
7. Mida la presión de remanso, la presión durante el movimiento y el tiempo necesario para la ejecución del movimiento.
8. Calcule los tiempos de avance y retroceso y compare los resultados del cálculo con los tiempos medidos.



Control visual

En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

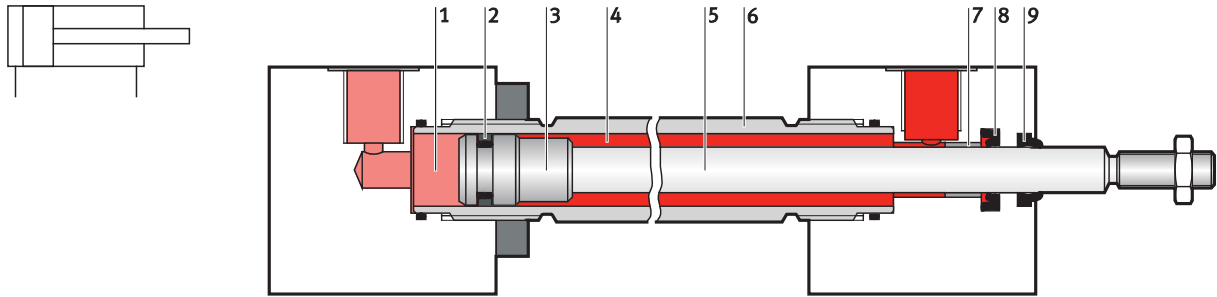
■ Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H

1. Construcción y funcionamiento de un cilindro de doble efecto

Información

En un cilindro de doble efecto puede aplicarse presión hidráulica en ambas superficies del émbolo. Por ello, estos cilindros pueden ejecutar un trabajo en ambos sentidos



Cilindro de doble efecto: símbolo y dibujo en sección

a) En la fig. anterior, atribuya a cada componente del cilindro el número que corresponda.

Pieza	Denominación
6	Camisa del cilindro
3	Émbolo
1	Cámara del lado del émbolo
5	Vástago
4	Cámara del lado del vástago
7	Banda de guía
8	Junta del vástago
9	Anillo rascador
2	Junta del émbolo

b) Describa el funcionamiento de un cilindro de doble efecto.

Principio de funcionamiento de un cilindro de doble efecto:

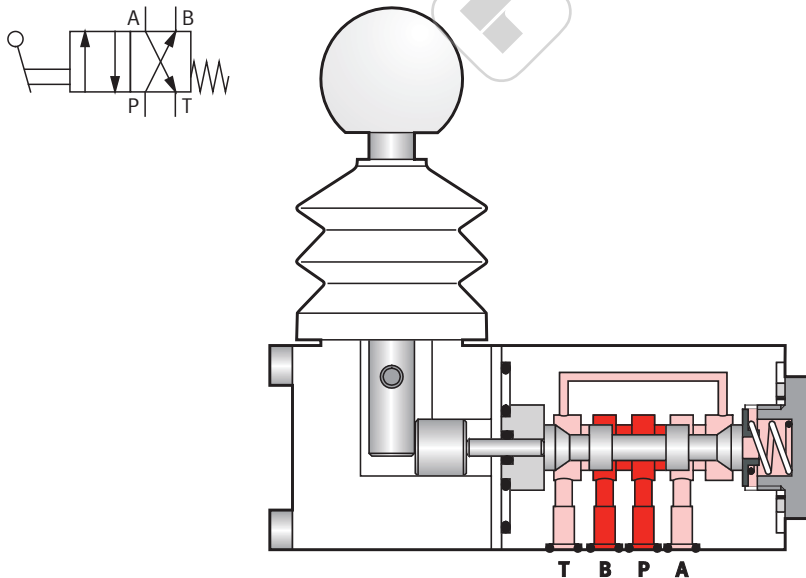
- El líquido sometido a presión fluye hacia la cámara del cilindro del lado del émbolo. En esta cámara aumenta la presión, aplicándose una fuerza en la superficie del émbolo. Si esta fuerza supera la fuerza de la fricción estática, el émbolo avanza. La presión alcanza el nivel de presión de funcionamiento una vez que el émbolo avanzó completamente.
- Cuando el cilindro retrocede, el líquido sometido a presión entra en la cámara del lado del vástago. El émbolo retrocede y el líquido sometido a presión se evacúa de la cámara del lado del émbolo.

c) ¿Qué diferencias deben tenerse en cuenta cuando avanza y retrocede el cilindro?

Cuando el cilindro avanza debe tenerse en cuenta que el aceite contenido en la cámara del lado del vástago debe desplazarse hacia el depósito. Cuando el cilindro retrocede, el líquido sometido a presión entra en la cámara del lado del vástago. El vástago retrocede y el aceite sometido a presión se evacúa de la cámara del lado del émbolo.

Tratándose de cilindros de doble efecto con un vástago, las fuerzas obtenidas al avanzar y al retroceder son diferentes ($F = p \cdot A$) debido a la diferencia entre las superficies (en el lado del émbolo y en el lado del vástago). Por lo tanto, las velocidades son diferentes aunque el caudal sea el mismo.

2. Funcionamiento de una válvula manual de 4/2 vías



Válvula manual de 4/2 vías: símbolo y dibujo en sección

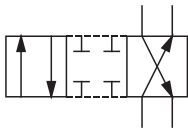
- a) Describa el funcionamiento de una válvula manual de 4/2 vías.

La válvula manual de 4/2 vías tiene dos conexiones de utilización (A y B), una conexión de presión (P) y una conexión hacia el depósito (T).

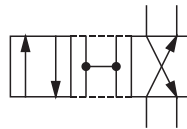
Posición normal: Los pasos desde P hacia B y desde A hacia T están abiertos

Válvula accionada: Los pasos desde P hacia A y desde B hacia T están abiertos

- b) Describa qué efecto tienen las posiciones intermedias de las válvulas manuales de 4/2 vías que se muestran a continuación.



Posiciones intermedias de la 4/2 vías:
sobreposición positiva



Posición intermedia de la 4/2 vías:
sobreposición negativa

Cuando se elige una válvula, deben considerarse sus posiciones intermedias. Por esta razón se indican detalladamente en el símbolo. Considerando que no se trata de posiciones en el sentido estricto de la palabra, el recuadro correspondiente en el símbolo aparece con líneas punteadas.

Si la sobreposición es positiva, todas las conexiones están cerradas durante breves instantes cuando se activa la válvula.

Si la sobreposición es negativa, todas las conexiones están abiertas durante breves instantes cuando se activa la válvula.

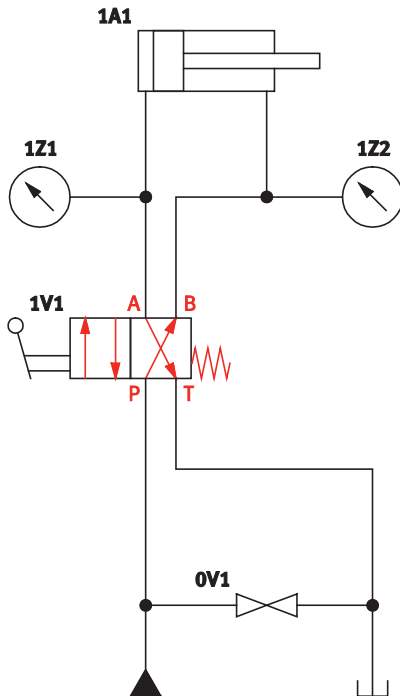
- c) Indique posibles aplicaciones para una válvula manual de 4/2 vías.

Aplicaciones de válvulas de 4/2 vías:

- Accionamiento de cilindros de doble efecto
- Accionamiento de motores de giro en sentido horario y antihorario
- Accionamiento de dos circuitos

3. Esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico de la compuerta de la caldera.



4. Confección de una lista de los componentes necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V2	Válvula manual de 4/2 vías
1	0V1	Válvula de cierre

Prueba de funcionamiento

Cantidad	Identificación	Denominación
2	—	Tubo flexible de 600 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.500 mm.
2	—	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Confección de la lista de componentes (continuación)

5. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión!
Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme.
Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.
- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

6. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 5 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico.

7. Medición de la presión de remanso, de la presión durante el movimiento y del tiempo

Ejecución

Antes de medir las presiones y el tiempo, es recomendable hacer avanzar y retroceder el vástago varias veces para evacuar el aire que posiblemente contenga la cámara del lado del vástago debido a los ejercicios realizados anteriormente.

- Determine los valores necesarios y apúntelos en la tabla.

Sentido del movimiento	Presión durante el movimiento [MPa]	Presión de remanso [MPa]	Tiempo del movimiento [s]
Avance	2,5	0	1,1
	2,0	0	1,2
	2,5	0	1,1
Retroceso	16	5	0,8
	14	5	0,9
	16	5	0,8

Sugerencias para las clases

Para medir la presión durante el movimiento y la presión de remanso deberán utilizarse sensores de presión. Los manómetros reaccionan lentamente, por lo que los resultados de las mediciones pueden ser incorrectos.

8. Cálculo de los tiempos de avance y retroceso

- a) Calcule la relación entre las superficies del cilindro, la velocidad de avance y el tiempo de avance.

Parámetros necesarios para realizar el cálculo

Superficie en el lado del émbolo: $A_P = 2,0 \text{ cm}^2$

Superficie del émbolo en el lado del vástago: $A_{PR} = 1,2 \text{ cm}^2$

Carrera: $s = 200 \text{ mm}$

Caudal proveniente de la bomba: $q = 2 \text{ l/min}$

Relación entre las superficies

$$\alpha = \frac{A_P}{A_{PR}} = \frac{2 \text{ cm}^2}{1,2 \text{ cm}^2} = 1,667$$

Velocidad en avance

$$v_{adv} = \frac{q}{A_P} = \frac{2 \frac{\text{l}}{\text{min}}}{2 \text{ cm}^2} = \frac{2000 \text{ cm}^3}{60 \text{ s} \cdot 2 \text{ cm}^2}$$

$$v_{adv} = 16,67 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Tiempo de avance

$$t_{adv} = \frac{s}{v_{adv}} = \frac{0,2 \text{ m}}{0,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,2 \text{ s}$$

- b) Calcule la velocidad y el tiempo de retroceso. Determine la relación entre las velocidades y los tiempos.

Parámetros necesarios para realizar el cálculo

Superficie en el lado del émbolo:	A_p	= 2,0 cm ²
Superficie del émbolo en el lado del vástago:	A_{PR}	= 1,2 cm ²
Carrera:	s	= 200 mm
Caudal proveniente de la bomba:	q	= 2 l/min

Velocidad de retroceso

$$v_{rtr} = \frac{q}{A_{PR}} = \frac{2 \frac{l}{min}}{1,2 \text{ cm}^2} = \frac{2000 \text{ cm}^3}{60 \text{ s}}{1,2 \text{ cm}^2}$$

$$v_{rtr} = 27,78 \frac{cm}{s} = 0,28 \frac{m}{s}$$

Tiempo de retroceso

$$t_{rtr} = \frac{s}{v_{rtr}} = \frac{0,2 \text{ m}}{0,28 \frac{m}{s}} = 0,7 \text{ s}$$

Relación entre las velocidades

$$\frac{v_{adv}}{v_{rtr}} = \frac{0,17 \frac{m}{s}}{0,28 \frac{m}{s}} = 0,6$$

Relación entre los tiempos

$$\frac{t_{adv}}{t_{rtr}} = \frac{1,2 \text{ s}}{0,7 \text{ s}} = 1,7$$

La relación entre los tiempos de los movimientos corresponde a la relación α entre las superficies del cilindro. Según los datos incluidos en la ficha técnica, la relación es de 1:1,64. La relación entre las velocidades corresponde a valor inverso de la relación entre las superficies.

Ejercicio 8

Cálculo de un equipo de montaje

■ Objetivos didácticos

Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Podrá calcular las fuerzas que aplica un cilindro de doble efecto.
- Podrá calcular los tiempos de avance de émbolos.

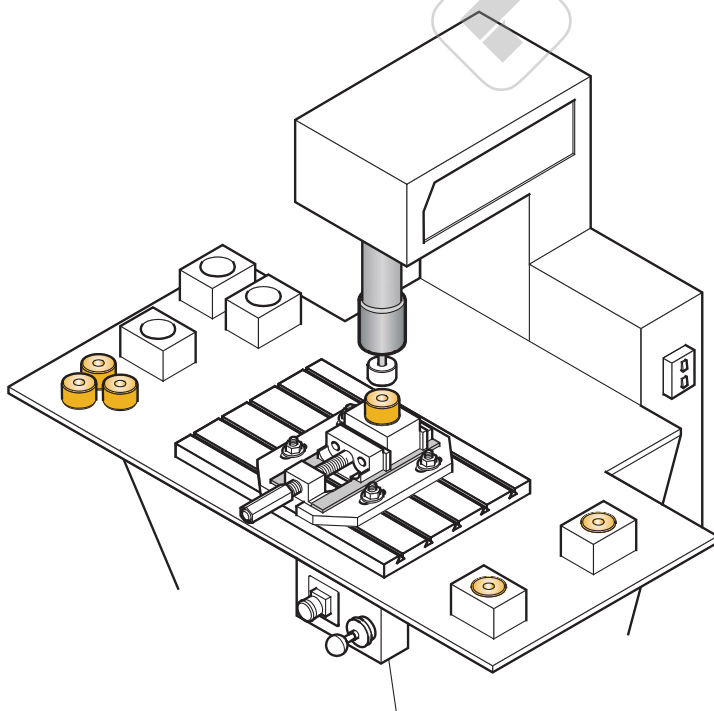
■ Descripción de la tarea a resolver

En sistema de montaje se unen piezas. Recurriendo a los datos disponibles deberá determinarse la fuerza que debe aplicar el cilindro para introducir una pieza dentro de la otra.

Deberá tenerse en cuenta que si bien se dispone de la presión a aplicar sobre la pieza, también hay una presión que actúa en sentido contrario, es decir, sobre el lado del vástago ocasionada por las resistencias existentes en las tuberías y por la válvula de vías. Esta contrapresión disminuye la presión disponible para aplicar la fuerza necesaria sobre la pieza.

El caudal se mantiene constante mediante una válvula reguladora de caudal. Conociendo la carrera del cilindro se obtiene el tiempo necesario para ejecutar la operación de montaje.

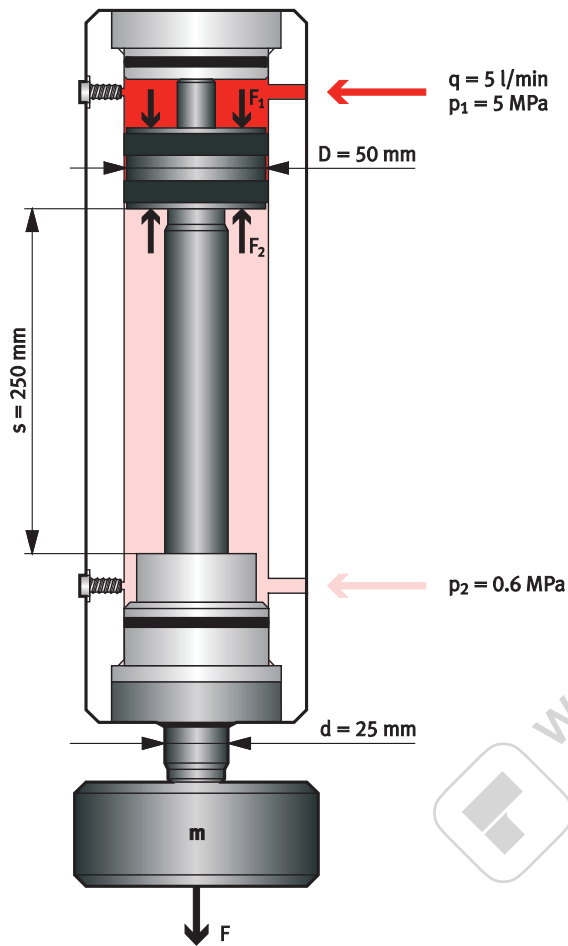
■ Esquema de situación



Máquina de montaje

Tareas a resolver

1. Recurriendo a los parámetros conocidos, calcule la fuerza que aplica la máquina de montaje sobre la pieza.
2. Calcule el tiempo que dura la operación de montaje.



Esquema de funcionamiento

1. Cálculo de la fuerza aplicada sobre la pieza

- Recurriendo a los parámetros conocidos, calcule la fuerza del émbolo, la contrafuerza y la fuerza disponible para ejecutar la operación de montaje.

Fuerza del émbolo

$$F_1 = A_p \cdot p_1 = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot p_1$$

$$F_1 = \frac{\pi}{4} \cdot 50^2 \text{ mm}^2 \cdot 50 \text{ bar}$$

$$F_1 = \frac{\pi}{4} \cdot 50^2 \text{ mm}^2 \cdot 50 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$$

$$F_1 = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{50^2 \text{ mm}^2 \cdot 50 \text{ kp}}{100 \text{ mm}^2}$$

$$F_1 = 981,75 \text{ kp} = 9817,5 \text{ N} = 9,8 \text{ kN}$$

Contrafuerza

$$F_2 = A_{PR} \cdot p_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p_2$$

$$F_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (50^2 - 25^2) \text{ mm}^2 \cdot 6 \text{ bar}$$

$$F_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (50^2 - 25^2) \text{ mm}^2 \cdot 6 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$$

$$F_2 = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1875 \text{ mm}^2 \cdot 6 \text{ kp}}{100 \text{ mm}^2}$$

$$F_2 = 88,36 \text{ kp} = 883,6 \text{ N} = 0,9 \text{ kN}$$

Fuerza disponible para el montaje

$$F = F_1 - F_2 = 9,8 \text{ kN} - 0,9 \text{ kN} = 8,9 \text{ kN}$$

2. Cálculo del tiempo de la operación de montaje a presión

- Recurriendo a los parámetros conocidos, calcule el tiempo de la operación de montaje.

Tiempo de la operación de montaje

$$t = \frac{V}{q} = \frac{A_p \cdot s}{q} = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot s}{q}$$

$$t = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{50^2 \text{ mm}^2 \cdot 250 \text{ mm}}{5 \frac{\text{l}}{\text{min}}}$$

$$t = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{5^2 \text{ cm}^2 \cdot 25 \text{ cm}}{\frac{5000 \text{ cm}^3}{60 \text{ s}}}$$

$$t = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{625 \text{ cm}^3 \cdot 60 \text{ s}}{5000 \text{ cm}^3} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{625 \cdot 60}{5000} \text{ s}$$

$$t = 5,89 \text{ s} \approx 6 \text{ s}$$



Ejercicio 9

Clasificación de cajas de transporte

■ Objetivos didácticos

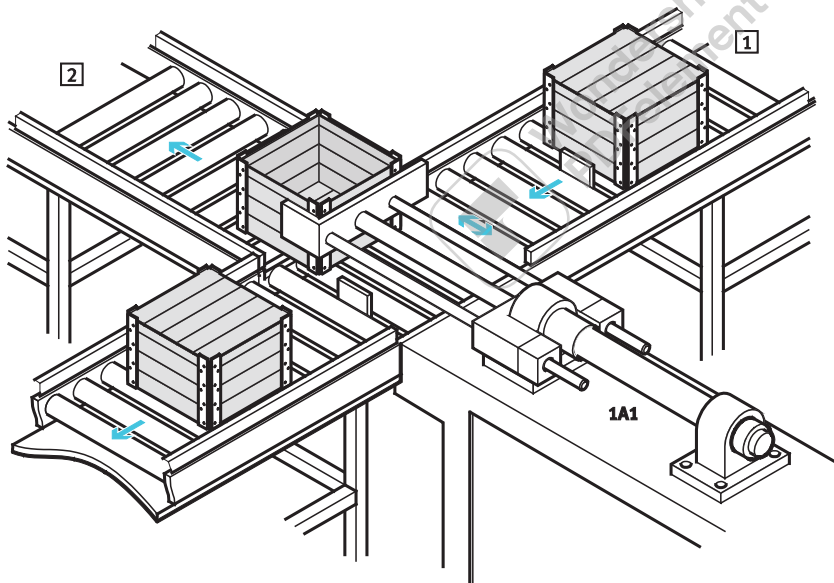
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Explicar el funcionamiento de aplicaciones con válvulas reguladoras de caudal.
- Conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de estrangulación y antirretorno.
- Conocerá la diferencia entre la estrangulación de alimentación y la estrangulación de escape.

■ Descripción de la tarea a resolver

Un cilindro de doble efecto se encarga de retirar cajas de una cinta de transporte para colocarlas en otra cinta. El accionamiento del cilindro está a cargo de una válvula manual de 4/2 vías. Es posible ajustar la velocidad de avance del cilindro. No se regula la velocidad de retroceso. La presión de mide delante del cilindro y delante de la válvula de vías.

■ Esquema de situación



Cinta de transporte de cajas

■ Descripción del proceso

1. Una caja abierta se detiene en la posición de desvío.
2. Al accionar la válvula de 4/2 vías avanza el vástago del cilindro desviando una caja abierta desde la cinta de transporte 1 hacia la cinta de transporte 2.
3. Al cambiar de posición la válvula manual de 4/2 vías, el vástago del cilindro retrocede hacia su posición final trasera.

■ Tareas a resolver

1. Describa el funcionamiento de válvulas reguladoras de caudal.
2. Describa la construcción y el funcionamiento de una válvula de estrangulación y antirretorno.
3. Complete el esquema de distribución hidráulico.
4. Confeccione una lista de componentes.
5. Efectúe el montaje según el esquema.
6. Compruebe la configuración del sistema de control.
7. Describa el funcionamiento del sistema de control.
8. Mida el tiempo que transcurre cuando el cilindro de doble efecto ejecuta sus movimientos.



Control visual

En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

■ Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H

1. Aplicaciones de válvulas reguladoras de caudal

a) ¿Con qué fin se utilizan válvulas reguladoras de caudal y cómo se disminuye el caudal?

Las válvulas reguladoras se utilizan para disminuir la velocidad de un cilindro o para reducir las revoluciones de un motor. Considerando que las dos magnitudes dependen del caudal, debe reducirse el caudal. Sin embargo, el caudal siempre es el mismo si se utiliza una bomba de funcionamiento constante.

Reducir del caudal que fluye hacia el actuador:

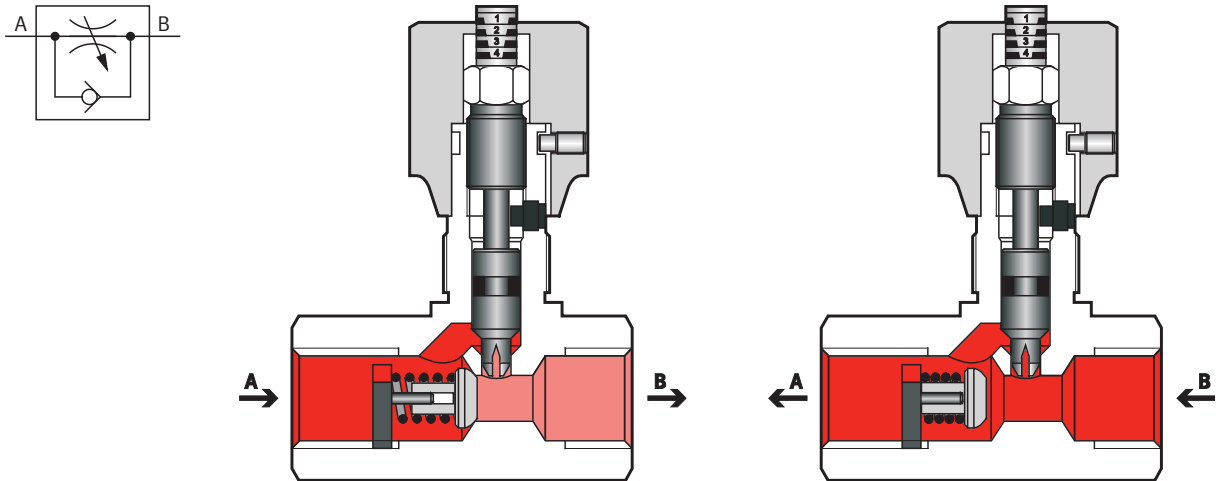
- Al reducirse el paso a través de la válvula reguladora, aumenta la presión delante de ella.
- La válvula limitadora de presión se abre debido a este aumento de presión, produciéndose así la división del caudal.
- Esta derivación tiene como consecuencia que el caudal necesario para obtener las revoluciones o la velocidad de giro necesarias fluya hacia el actuador, mientras que el excedente fluya hacia el depósito a través de la válvula limitadora de presión.
- El excedente de caudal que está sometido a la presión máxima, se evacúa a través de la válvula limitadora de presión.

b) ¿Cómo se clasifican las válvulas reguladoras de caudal?

Tipos de válvulas reguladoras de caudal:

- Válvulas de control de caudal
- Válvulas de regulación de caudal propiamente dichas

2. Construcción y funcionamiento de una válvula de estrangulación y antirretorno



Válvula de estrangulación y antirretorno: símbolo y dibujos en sección

- a) Describa la construcción de una válvula de estrangulación y antirretorno.

Las válvulas de estrangulación y antirretorno con efecto de estrangulación únicamente en un sentido son una combinación de válvula de estrangulación y válvula de antirretorno.

La válvula de estrangulación controla el caudal en un sentido de movimiento en función de la carga. En sentido abierto está completamente abierto el paso, por lo que el movimiento de retroceso puede realizarse aprovechando la totalidad del caudal proveniente de la bomba.

- b) Describa el funcionamiento de una válvula de estrangulación y antirretorno.

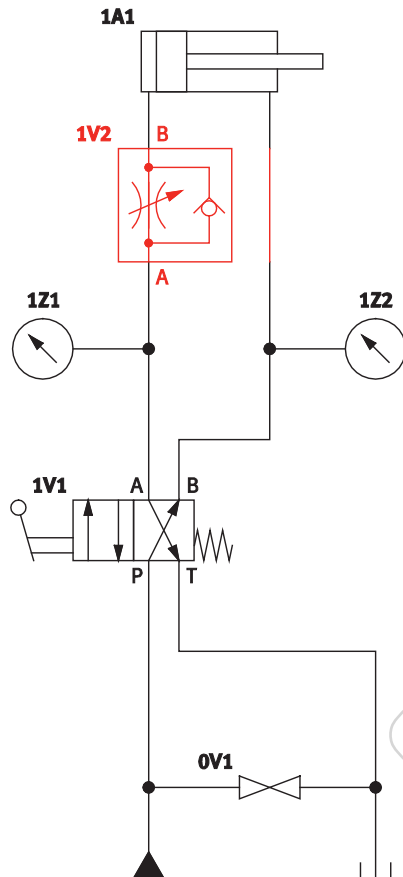
El caudal del líquido sometido a presión se estrangula en el sentido de flujo desde A hacia B. Al igual que en el caso de una válvula de estrangulación, se produce una derivación del caudal. De esta manera se reduce el caudal que fluye hacia el actuador, por lo que también disminuye la velocidad.

En sentido contrario (desde B hacia A) no se estrangula el caudal por que el bolillo de bloqueo de la válvula de antirretorno está separado de su asiento, por lo que el paso está abierto completamente.

En las válvulas de estrangulación y antirretorno regulables es posible ampliar o reducir la sección de paso.

3. Esquema de distribución hidráulico. Válvula de estrangulación y antirretorno en el circuito de alimentación.

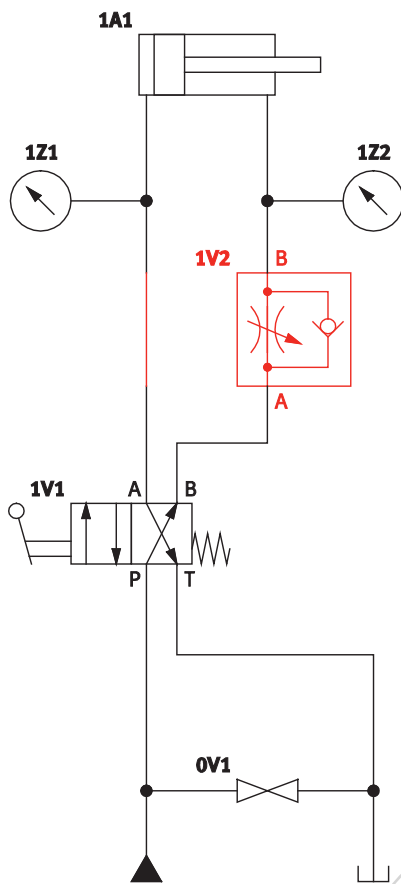
- a) Complete el esquema de distribución hidráulico de la estación de clasificación de piezas. Monte la válvula de estrangulación y antirretorno en el circuito de alimentación del cilindro (en el lado del émbolo).



Importante

Realice las mediciones correspondientes a la estrangulación del caudal de alimentación. Al concluir las mediciones, modifique el montaje del sistema.

- b) Complete el esquema de distribución hidráulico de la estación de clasificación de piezas. Monte la válvula de estrangulación y antirretorno en el circuito de descarga del cilindro (en el lado del vástago).



4. Confección de una lista de los componentes necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V2	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1V1	Válvula manual de 4/2 vías
1	0V1	Válvula de cierre
2	–	Tubo flexible de 600 mm.
2	–	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	–	Tubo flexible de 1.500 mm.
2	–	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	–	Bomba hidráulica

5. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.
- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

6. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Utilizando la válvula de limitación de presión de la bomba hidráulica, ajuste la presión de funcionamiento según los valores indicados en la tabla.

7. Descripción de las secuencias del sistema de control

- Describa detalladamente cada uno de los pasos.

Posición inicial

La bomba hidráulica está conectada. La estrangulación de la válvula 1V2 está abierta. La válvula manual de 4/2 vías 1V2 no está activada (paso abierto desde la conexión P hacia la conexión B). El vástago del cilindro 1A1 está retraído.

Paso 1-2

La válvula manual de 4/2 vías 1V2 está activada (paso abierto entre la conexión P y la conexión A). El vástago del cilindro 1A1 avanza.

Paso 2-3

Accionando la válvula manual de 4/2 vías 1V2 (paso abierto desde la conexión A hacia la conexión T) el vástago del cilindro 1A1 retrocede.

8. Medición de los tiempos de avance y retroceso de un cilindro de doble efecto

a) Mida los tiempos correspondientes y apúntelos en la tabla.

Estrangulación de la alimentación

p_{1z1} = Presión delante de la válvula de estrangulación

p_{1z1} [MPa]	Tiempo del movimiento [s]
5	5,1
4	1,2
3	1,2
2	1,2
1	1,2

Estrangulación la evacuación

p_{1z1} = Presión de funcionamiento

p_{1z2} = Presión delante de la válvula de estrangulación

p_{1z1} [MPa]	p_{1z2} [MPa]	Tiempo del movimiento [s]
5	7,2	16
4	6,2	1,2
3	4,5	1,2
2	3,0	1,2
1	1,3	1,2

- b) Determine la influencia que tiene la forma de montaje de la válvula de estrangulación y antirretorno.

Montaje en el circuito de alimentación

Debido al aumento de la presión, la válvula de estrangulación y antirretorno provoca la derivación del caudal proveniente de la bomba. Se ajusta el caudal necesario para el cilindro. El excedente de caudal de máxima presión se evacúa a través de la válvula limitadora de presión.

De esta manera se produce una pérdida considerable de energía que provoca el calentamiento del aceite y de los aparatos.

Montaje en el circuito de evacuación

La válvula de estrangulación y antirretorno permite se obtenga la presión necesaria para la derivación del caudal debido a la menor superficie en el lado del vástago. De esta manera se obtiene una multiplicación de la presión en el lado del vástago sin carga en el cilindro. La multiplicación de la presión se reduce mediante una carga con efecto de compresión. La multiplicación de la presión aumenta mediante una carga con efecto de tracción.



Ejercicio 10

Medición de la línea característica de una válvula reguladora de caudal

■ Objetivos didácticos

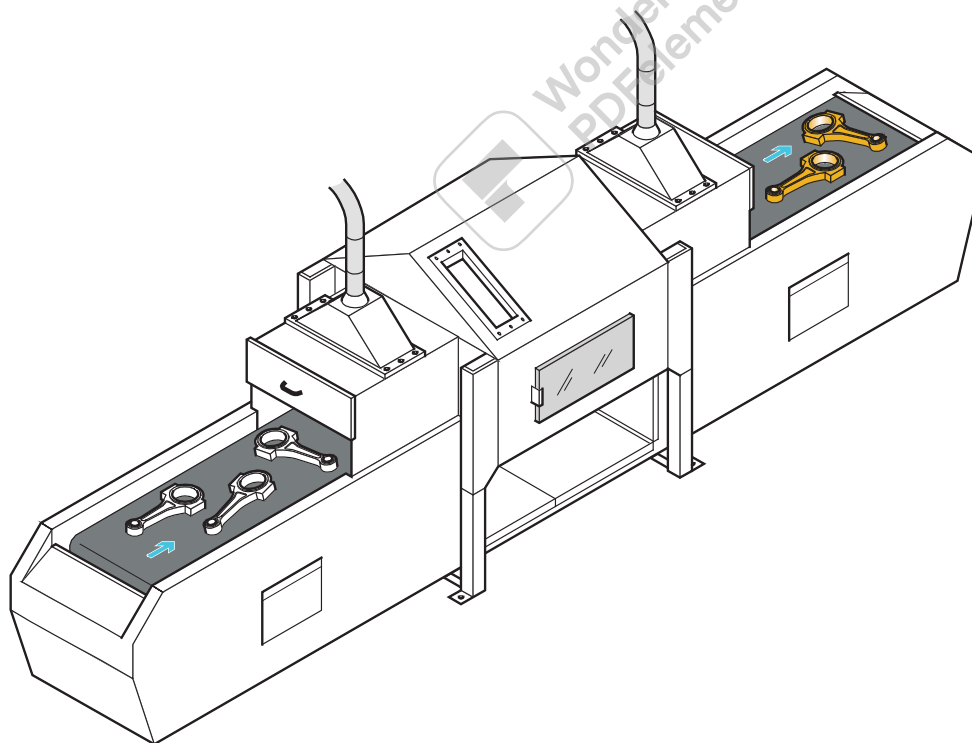
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula reguladora de caudal.
- Podrá trazar e interpretar la línea característica de una válvula reguladora de presión.

■ Descripción de la tarea a resolver

Una cinta de transporte sinfín transporta piezas a través de una cabina de aplicación de pintura. El accionamiento de la cinta está a cargo de un motor hidráulico con engranaje angular. Debido a un cambio de los productos, ahora es necesario que la cinta transporte piezas de diversos pesos a través de la cabina de aplicación de pintura. A pesar de los diferentes pesos de las piezas, el movimiento de la cinta deberá permanecer constante. Deberá analizarse si la solución consiste en el montaje de una válvula reguladora de caudal.

■ Esquema de situación



Cabina de aplicación de pintura

Tareas a resolver

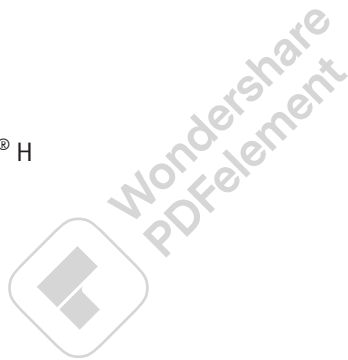
1. Describa la construcción y el funcionamiento de una válvula reguladora de presión.
2. Complete el esquema de distribución hidráulico.
3. Confeccione una lista de componentes.
4. Efectúe el montaje según el esquema.
5. Compruebe la configuración del sistema de control.
6. Mida el caudal en función de la carga y de la presión de entrada.

**Control visual**

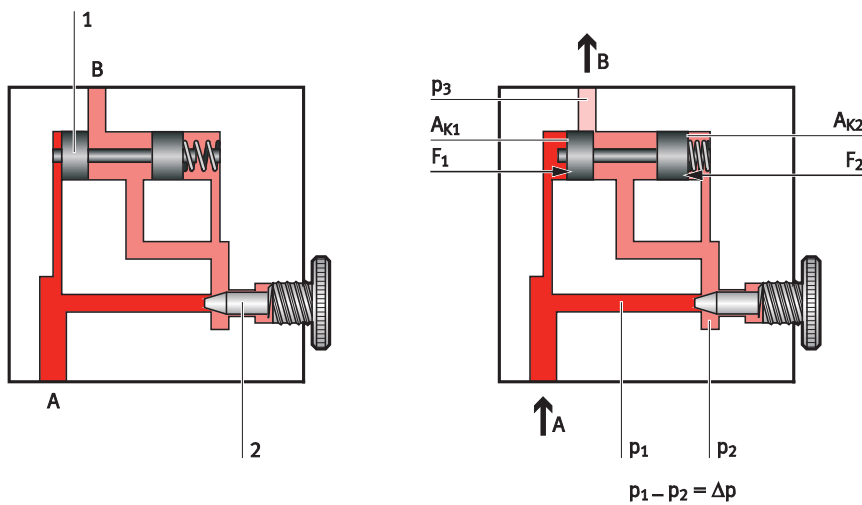
En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Instrucciones de utilización
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H



1. Construcción y funcionamiento de una válvula reguladora de caudal



Válvula reguladora de caudal de 2 vías: dibujos en sección.

1: Estrangulador regulador (con presión compensada). 2: Estrangulador de ajuste

a) Describa la construcción y el funcionamiento de una válvula reguladora de presión.

Tal como se explicó antes en relación con las válvulas de estrangulación, existe una relación entre la diferencia de presión Δp y el caudal q :

$$\Delta p \sim q$$

Si es necesario que el caudal que fluye hacia la unidad consumidora se mantenga constante aunque cambien las cargas, debe mantenerse constante la diferencia de presión Δp regulando la zona de estrangulación. Por esta razón, la válvula reguladora de caudal tiene un estrangulador (2) que permite ajustar el caudal (estrangulador de ajuste) y otro estrangulador (1) (estrangulador de regulación). Los dos estranguladores cambian la resistencia en función de las presiones aplicadas en la entrada o, respectivamente, en la salida de la válvula para que se mantenga constante la diferencia de presión en el estrangulador de ajuste (2). La derivación del caudal se debe a la resistencia total de los dos estranguladores y a la resistencia ofrecida por la válvula limitadora de presión.

La válvula está abierta en su posición normal. Si fluye el caudal a través de esta válvula, se obtiene la presión de entrada p_1 delante del estrangulador de ajuste. En el estrangulador de ajuste se produce una caída de presión Δp , es decir: $p_2 < p_1$. Para que se mantenga el equilibrio en el estrangulador de regulación debe montarse un muelle en el lado F_2 . Con este muelle se consigue una diferencia de presión constante utilizando el estrangulador de ajuste. Si la unidad consumidora aplica una carga en la salida de la válvula, el estrangulador de regulación reduce esa resistencia de manera equivalente al aumento de la carga.

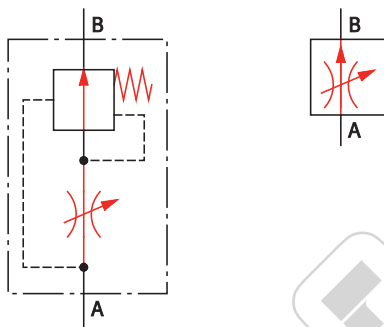
En funcionamiento sin carga, el estrangulador de regulación se mantiene en equilibrio con la ayuda del muelle. La válvula aplica una resistencia determinada que se ajusta con el estrangulador de ajuste en función del caudal.

Si la presión p_3 aumenta en la salida de la válvula, también aumenta la presión p_2 . De esta manera cambia la diferencia de presión a través del estrangulador de ajuste. Al mismo tiempo la presión p_2 actúa sobre la superficie del lado del émbolo A_{K2} . La fuerza correspondiente y la fuerza del muelle actúan sobre el estrangulador de regulación. Este estrangulador se mantiene abierto hasta que se recupera el equilibrio entre las fuerzas F_1 y F_2 , es decir, hasta que la diferencia de presión en el estrangulador de ajuste recupera su valor original.

Si disminuye la presión p_3 en la salida de la válvula, aumenta la diferencia de presión Δp . De esta manera también disminuye la presión que actúa sobre el lado del émbolo A_{K2} , por lo que la fuerza F_1 supera a la fuerza F_2 . Ahora se vuelve a cerrar el estrangulador de regulación hasta que se recupera el equilibrio entre F_1 y F_2 .

En las válvulas reguladoras de caudal de 2 vías, al igual que en las válvulas de estrangulación, el excedente de caudal se evacúa hacia el depósito a través de la válvula limitadora de presión.

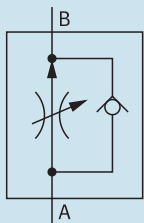
b) Complete el símbolo de la válvula reguladora de caudal.



Válvula reguladora de caudal de 2 vías: símbolos. Izquierda: símbolo detallado. Derecha: símbolo simplificado

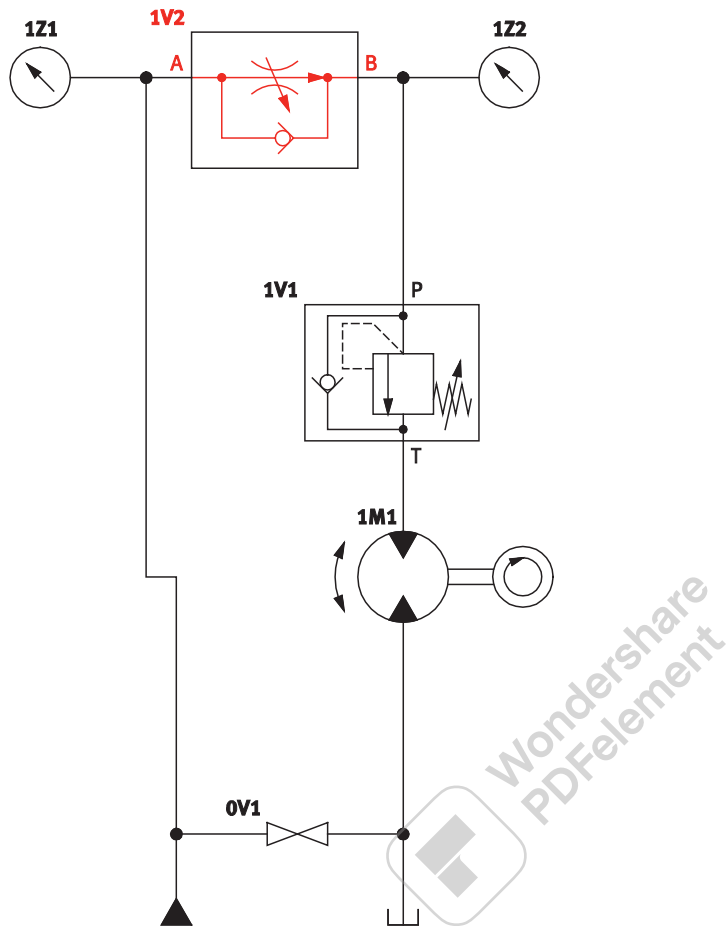
Sugerencias para las clases

Diferencia en comparación con la válvula reguladora de 2 vías incluida en el conjunto didáctico: la válvula de antirretorno montada en el sistema se abre cuando el caudal fluye desde la conexión B hacia la conexión A. Por lo tanto, el caudal se desvía y no atraviesa la válvula reguladora de 2 vías. No es necesario montar un bypass externo.



2. Esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico de la estación de la cabina de aplicación de pintura.



3. Confección de una lista de los componentes necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1V2	Válvula reguladora de caudal de 2 vías
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula limitadora de presión
1	1M1	Motor hidráulico
1	–	Sensor de caudal conectado al motor hidráulico
1	0V1	Válvula de cierre
5	–	Tubo flexible de 600 mm.
2	–	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	–	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	–	Bomba hidráulica

Importante

Para realizar las mediciones son necesarios:

- 1 fuente de alimentación de 24 V DC, máximo 4,5 A
- 1 multímetro digital

4. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.

- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

5. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Cierre completamente la válvula reguladora de 2 vías 1V2. A continuación, abra la válvula efectuando aproximadamente dos giros.
- Abra completamente la válvula limitadora de presión 1V1.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Conecte la tensión de funcionamiento de 24 V DC al sensor de caudal.

Importante

Consulte los datos necesarios en el manual de instrucciones del sensor.

- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Utilizando la válvula de limitación de presión de la bomba hidráulica, ajuste la presión según los valores indicados en la tabla.
- Utilizando la válvula de limitación de presión 1V1, ajuste la presión según los valores indicados en la tabla.
- Ajuste el caudal necesario de 2 l/min con la válvula reguladora de caudal de 2 vías 1V2.

6. Mediciones

Ejecución

La presión que aplica la carga se modifica con la válvula limitadora de presión 1V1 de acuerdo con los valores previamente definidos. Para efectuar la segunda parte de las mediciones debe abrirse completamente la válvula limitadora de presión 1V1. La presión del sistema se modifica utilizando la válvula limitadora de presión de la bomba hidráulica. A continuación es posible trazar la línea característica de la presión en función del caudal correspondiente a la válvula reguladora de caudal.

a) Mida los valores y apúntelos en la tabla.

p_{1z1} Presión delante de la válvula

p_{1z2} Presión detrás de la válvula

q_{VRC} Caudal que fluye a través de la válvula reguladora de 2 vías

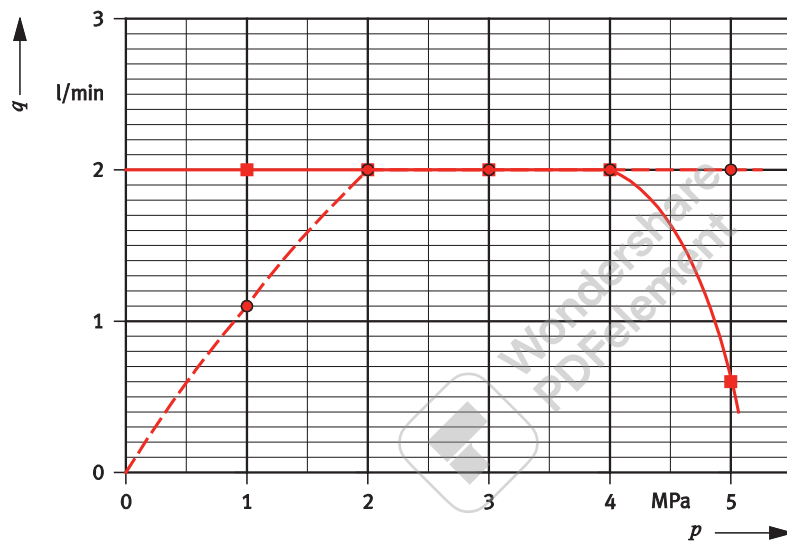
p_{1z1} [MPa]	p_{1z2} [MPa]	q_{VRC} [l/min]
5	1	2,0
5	2	2,0
5	3	2,0
5	4	2,0
5	5	0,58

Variación de la presión de carga

p_{1z1} [MPa]	p_{1z2} [MPa]	q_{VRC} [l/min]
5	1	2,0
4	1	2,0
3	1	2,0
2	1	2,0
1	1	1,1

Variación de la presión de entrada

b) Dibuje la línea característica.



- Presión de carga
- Presión de entrada

- c) Explique el resultado de sus mediciones. ¿Cómo se explica el comportamiento de la válvula reguladora de caudal?

La válvula reguladora de caudal es apropiada para ajustar una velocidad constante aunque varíen la presión de carga y la presión de entrada.

Explicación

El estrangulador regulador incluido en la válvula reguladora de caudal compensa la presión para que se mantenga constante la diferencia de presión. De esta manera se obtiene un caudal constante que se puede ajustar con un estrangulador de ajuste. Cabe anotar, sin embargo, que para que funcione el estrangulador regulador es necesario disponer de una determinada presión mínima.



Ejercicio 11

Ajuste de la velocidad del movimiento de una plataforma elevadora

■ Objetivos didácticos

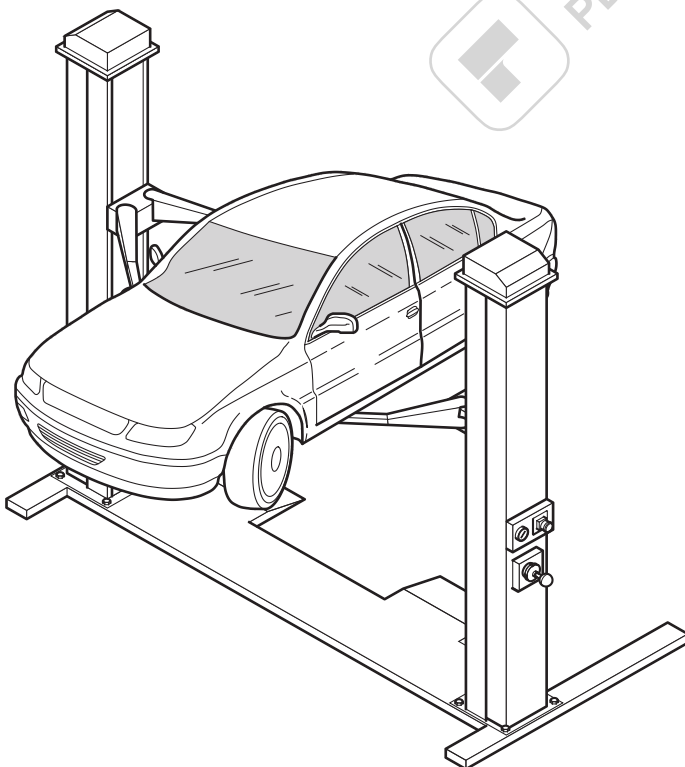
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de 4/3 vías.
- Conocerá el significado de las variantes posibles de posiciones centrales de válvulas.
- Sabrá cómo utilizar una válvula reguladora de caudal para ajustar la velocidad de los movimientos de un actuador.
- Podrá comparar esquemas de distribución con válvulas reguladoras de caudal en el tramo de alimentación y en el de escape.

■ Descripción de la tarea a resolver

Posibilidad de ajustar diversas alturas en una plataforma elevadora de automóviles. Los movimientos de elevación y descenso de la plataforma están a cargo de un cilindro hidráulico. El movimiento deberá ejecutarse sin tirones y a una velocidad constante a pesar de que la plataforma debe cargar el gran peso del automóvil. Para ajustar la velocidad deberá utilizarse una válvula reguladora de caudal. La válvula deberá montarse de tal manera que la presiones en el sistema no sean demasiado altas.

■ Esquema de situación



Plataforma elevadora

Tareas a resolver

1. Describa la construcción y el funcionamiento de una válvula de 4/3 vías.
2. Complete el esquema de distribución hidráulico.
3. Confeccione una lista de componentes.
4. Efectúe el montaje según el esquema.
5. Compruebe la configuración del sistema de control.
6. Mida la velocidad del vástago del cilindro.

**Control visual**

En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

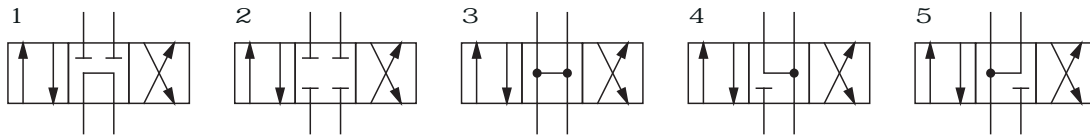
Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H



1. Construcción y funcionamiento de una válvula de 4/3 vías.

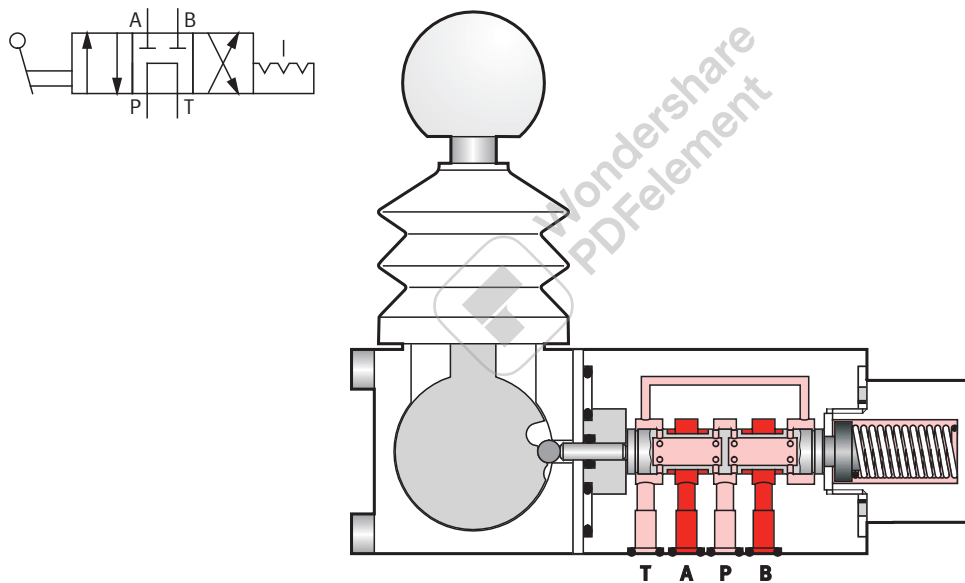
a) Denomine las posiciones centrales de la válvula de 4/3 vías que se muestra a continuación.



Válvulas de 4/3 vías, diversas posiciones centrales: símbolos

- 1 : Centro a recirculación
- 2 : Centro cerrado
- 3 : Centro H
- 4 : Centro con descarga de utilizaciones
- 5 : Centro a derivación

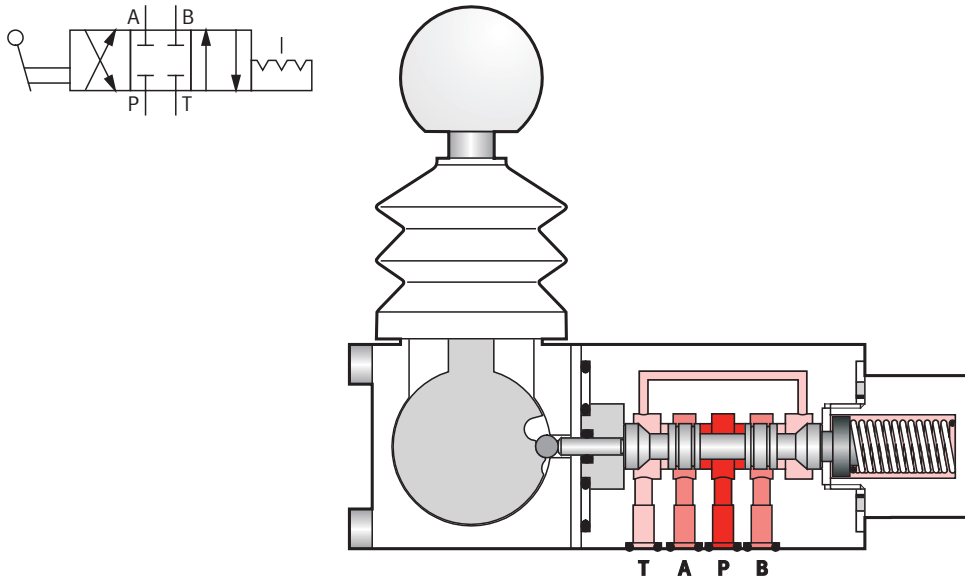
b) ¿Qué debe tenerse en cuenta al utilizar una válvula manual de 4/3 vías con centro en recirculación?



Válvula manual de 4/3 vías, centro a recirculación: símbolo y dibujo en sección

Esta válvula se puede utilizar con una sola cadena de control porque estando en posición central la bomba funciona en modo de recirculación sin presión.

c) ¿Qué debe tenerse en cuenta al utilizar una válvula manual de 4/3 vías con centro cerrado?



Válvula manual de 4/3 vías, centro cerrado: símbolo y dibujo en sección

Si se utilizan varias cadenas de control, es posible utilizar varias válvulas de 4/3 vías con centro cerrado para controlar cada una de las cadenas. Si es necesario que el sistema listo para funcionar conmute a recirculación, deberá utilizarse adicionalmente una válvula de 2/2 vías.

3. Confección de una lista de los componentes necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
1	—	Peso de 9 kg para cilindro
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula manual de 4/3 vías, centro cerrado
1	1V2 (no procede)	Válvula limitadora de presión
1	1V3 (1V2)	Válvula reguladora de caudal de 2 vías
1	0V1	Válvula de cierre
5	—	Tubo flexible de 600 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.500 mm.
2	0Z1	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

4. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Para solucionar esta tarea, efectúe el montaje del cilindro en posición vertical en el lado ancho de la columna perfilada. A continuación, cuelgue un peso del cilindro. Recubra el peso con una tapa apropiada. Es indispensable que conecte la conexión del lado del émbolo al depósito.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.

- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

5. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Abra completamente la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 5 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico.
- Ajuste la válvula de 2 vías reguladora de caudal de tal manera que el vástago avance durante aproximadamente 5 segundos. Durante las series de medición no se cambia la posición de la válvula reguladora de 2 vías.
- Con la válvula limitadora de presión ajuste una contrafuerza de 1 MPa. El ajuste únicamente puede llevarse a cabo mientras el cilindro avanza.

Importante

Antes de desmontar el sistema deberá verificarse si los aparatos de medición de la presión indican que la presión es igual a cero.

6. Mediciones

- a) Válvula reguladora de caudal en el circuito de alimentación, con contrafuerza.
Mida los valores correspondientes y apúntelos en la tabla.

Valores a medir:

- t_{av} Tiempo de avance del cilindro
 p_{1Z1} Presión aplicada por el cilindro
 p_{1Z2} Presión de remanso del cilindro
 p_{0Z1} Presión en el sistema

Carga y contrafuerza	p_{0Z1} [MPa]	p_{1Z1} [MPa]	p_{1Z2} [MPa]	t_{av} [s]
Con y sin elemento contrafuerza	5	0	0	0,6
Con carga y con contrafuerza	5	1	1	5

- b) Válvula reguladora de caudal en el circuito de evacuación.
Mida los valores correspondientes y apúntelos en la tabla.

Valores a medir:

- t_{av} Tiempo de avance del cilindro
 p_{1Z1} Presión aplicada por el cilindro
 p_{1Z2} Presión de remanso del cilindro
 p_{0Z1} Presión en el sistema

Carga y contrafuerza	p_{0Z1} [MPa]	p_{1Z1} [MPa]	p_{1Z2} [MPa]	t_{av} [s]
Con carga	5	8	5	5

c) Describa lo que observó.

Sin contrafuerza, el vástago avanza debido a la fuerza que aplica la carga. El avance se produce repentinamente. Con contrafuerza se obtiene la misma velocidad con o sin carga. Sin embargo, si se utiliza la válvula reguladora de caudal para aplicar contrafuerza y si dicha válvula está montada en el circuito de evacuación, se producen presiones muy altas en el circuito de evacuación. En muchos casos no es admisible que el sistema funcione con presiones tan altas.

Por lo tanto, la solución apropiada consiste en regular el caudal en el circuito de alimentación y aplicar una contrafuerza con una válvula limitadora de presión montada en el circuito de evacuación.



Ejercicio 12

Optimización del funcionamiento de una máquina estampadora

■ Objetivos didácticos

Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

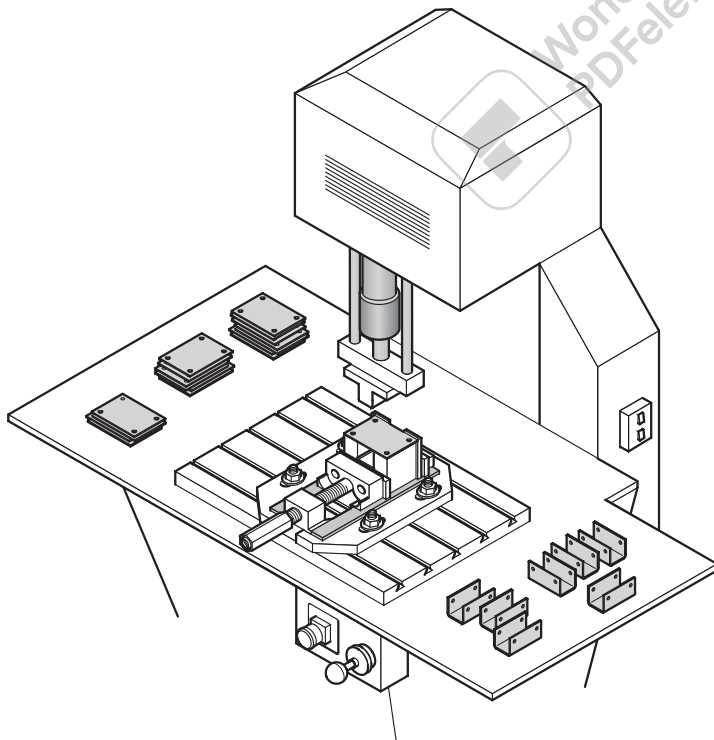
- Conocerá la diferencia entre una válvula reguladora de caudal y una válvula de estrangulación y antirretorno.

■ Descripción de la tarea a resolver

La máquina se utiliza para estampar rótulos. La duración de los ciclos de avance de la lámina a través de la estampadora puede regularse. Dependiendo de la velocidad de avance debe modificarse el movimiento descendente del sello estampador. El movimiento de retroceso siempre debe ser rápido.

Para regular la velocidad se utiliza una válvula de estrangulación y antirretorno. Para evitar que el peso del sello estampador provoque el avance del vástago se utiliza una válvula limitadora de presión que aplica una contrafuerza. El cambio del sentido del movimiento está a cargo de una válvula de 4/2 vías.

■ Esquema de situación



Máquina estampadora

■ Condiciones generales

En la máquina estamadora se simula con una válvula limitadora de presión (a modo de válvula que aplica una contrafuerza).

■ Tareas a resolver

1. Complete el esquema de distribución hidráulico.
2. Complete la lista de componentes.
3. Efectúe el montaje según el esquema.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Mida la presión y la velocidad de avance del cilindro.
6. Modifique el esquema de distribución hidráulico.
7. Modifique la lista de componentes.
8. Efectúe el montaje según el esquema.
9. Compruebe la configuración del sistema de control.
10. Mida la presión y la velocidad de avance del cilindro.
11. Evalúe los resultados de las mediciones.



Control visual

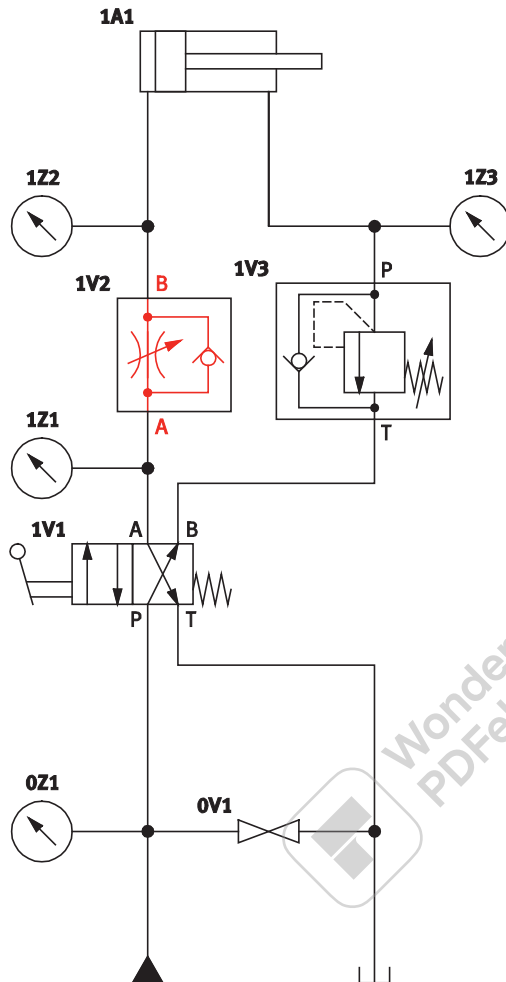
En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

■ Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H

1. Esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico de la estampadora.



2. Confección de una lista de los componentes necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
3	1Z1, 1Z2, 1Z3	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula manual de 4/2 vías
1	1V2	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1V3	Válvula limitadora de presión
1	0V1	Válvula de cierre
5	–	Tubo flexible de 600 mm.
2	–	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	–	Tubo flexible de 1.500 mm.
2	–	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	–	Bomba hidráulica

3. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.

- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

4. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 5 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico.
- Ajuste la válvula de estrangulación y antirretorno de tal manera que el vástago del cilindro 1A1 avance en aproximadamente 5 segundos hasta su posición final delantera cuando conmuta la válvula manual de 4/2 vías 1V1. Durante las series de medición no se cambia la posición de la válvula de estrangulación y antirretorno.
- La presión de entrada de 1 MPa que debe ajustarse con la válvula limitadora de presión 1V2 según lo indicado en la tabla (lectura de la presión con el manómetro 1Z3) únicamente puede ajustarse mientras el vástago avanza.
- La presión p_{1Z1} se ajusta con la válvula limitadora de presión una vez que conmutó la válvula manual de 4/2 vías y cuando el vástago se encuentra en su posición final delantera.

Importante

Antes de desmontar el sistema deberá verificarse si los aparatos de medición de la presión indican que la presión es igual a cero.

5. Mediciones

- Mida los valores y apúntelos en la tabla.

p_{1z1} Presión delante de la válvula de estrangulación y antirretorno

p_{1z2} Presión detrás de la válvula de estrangulación y antirretorno

p_{1z3} Presión en la válvula de contrafuerza

t_{adv} Tiempo de avance del cilindro

p_{1z1} [MPa]	p_{1z2} [MPa]	p_{1z3} [MPa]	t_{adv} [s]
5	0,75	1	5,0
4	0,75	1	6,0
3	0,75	1	8,1
2	0,75	1	12,6
1	0,75	1	49,3

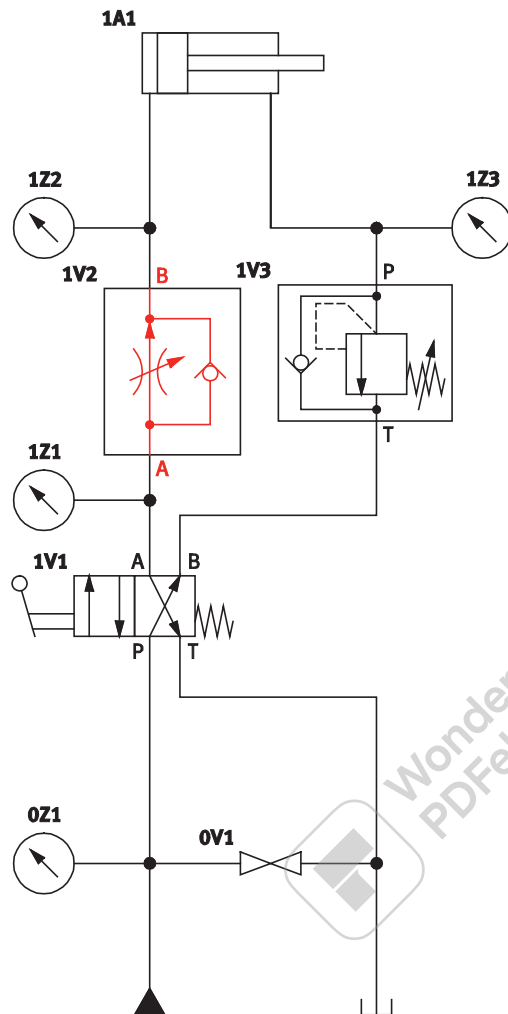
Variación de la presión de entrada

p_{1z1} [MPa]	p_{1z2} [MPa]	p_{1z3} [MPa]	t_{adv} [s]
5	0,2	1	5,0
5	1,6	2	5,8
5	2,2	3	6,9
5	2,8	4	8,1
5	3,5	5	11,0

Variación de la presión de contrafuerza

6. Modificación del esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico modificado de la estampadora.



7. Modificación de la lista de los componentes necesarios

- Modifique la lista de componentes adaptándola al sistema modificado. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula manual de 4/2 vías
1	1V2	Válvula reguladora de caudal de 2 vías
1	1V3	Válvula limitadora de presión
1	0V1	Válvula de cierre
5	–	Tubo flexible de 600 mm.
2	–	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	–	Tubo flexible de 1.500 mm.
2	–	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	–	Bomba hidráulica

8. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.

- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

9. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 5 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico.
- Ajuste la válvula reguladora de caudal de 2 vías de tal manera que el vástago del cilindro 1A1 avance en aproximadamente 5 segundos hasta su posición final delantera cuando conmuta la válvula manual de 4/2 vías 1V1. Durante las series de medición no se cambia la posición de la válvula reguladora de caudal.
- La presión de entrada de 1 MPa que debe ajustarse con la válvula limitadora de presión 1V2 según lo indicado en la tabla (lectura de la presión con el manómetro 1Z3) únicamente puede ajustarse mientras el vástago avanza.
- La presión p_{1Z1} se ajusta con la válvula limitadora de presión una vez que conmutó la válvula manual de 4/2 vías y cuando el vástago se encuentra en su posición final delantera.

Importante

Antes de desmontar el sistema deberá verificarse si los aparatos de medición de la presión indican que la presión es igual a cero.

10. Mediciones

- Mida los valores y apúntelos en la tabla.

p_{1z1} Presión delante de la válvula reguladora de caudal

p_{1z2} Presión detrás de la válvula reguladora de caudal

p_{1z3} Presión en la válvula de contrafuerza

t_{adv} Tiempo de avance del cilindro

p_{1z1} [MPa]	p_{1z2} [MPa]	p_{1z3} [MPa]	t_{adv} [s]
5	0,75	1	5,0
4	0,75	1	5,1
3	0,75	1	5,1
2	0,75	1	5,1
1	0,75	1	9,7

Variación de la presión de entrada

p_{1z1} [MPa]	p_{1z2} [MPa]	p_{1z3} [MPa]	t_{adv} [s]
5	0,75	1	5,1
5	1,4	2	5,1
5	2,2	3	5,0
5	2,8	4	5,0
5	3,4	5	5,0

Variación de la presión de contrafuerza

11. Evaluación de los resultados de medición

- a) Explique el resultado de sus mediciones. ¿Qué diferencias pudo observar en el comportamiento del sistema de control?

Utilizando una válvula de estrangulación y antirretorno la velocidad es menor, tanto al disminuir la presión de entrada como al aumentar la contrapresión.

Utilizando una válvula reguladora de caudal no cambia la velocidad.

- b) Explique el comportamiento del sistema de control.

La válvula de estrangulación únicamente cambia la sección de paso. De esta manera se obtiene una determinada velocidad de flujo que depende de la diferencia de presión delante y detrás del tramo de estrangulación. Por lo tanto, el caudal que atraviesa la zona de estrangulación depende tanto de la presión de alimentación como de la presión de la carga.

La válvula reguladora de caudal contiene un estrangulador regulador, por lo que la diferencia de presión se mantiene constante. En ese caso, el caudal no depende de la presión de alimentación y tampoco de la presión de la carga.

Sugerencias para las clases

Las válvulas estranguladoras (válvulas de estrangulación y antirretorno) actúan en función de la carga.

Las válvulas reguladoras de caudal funcionan independientemente de la carga.



Ejercicio 13

Equiparación de la velocidad de avance y de retroceso

■ Objetivos didácticos

Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

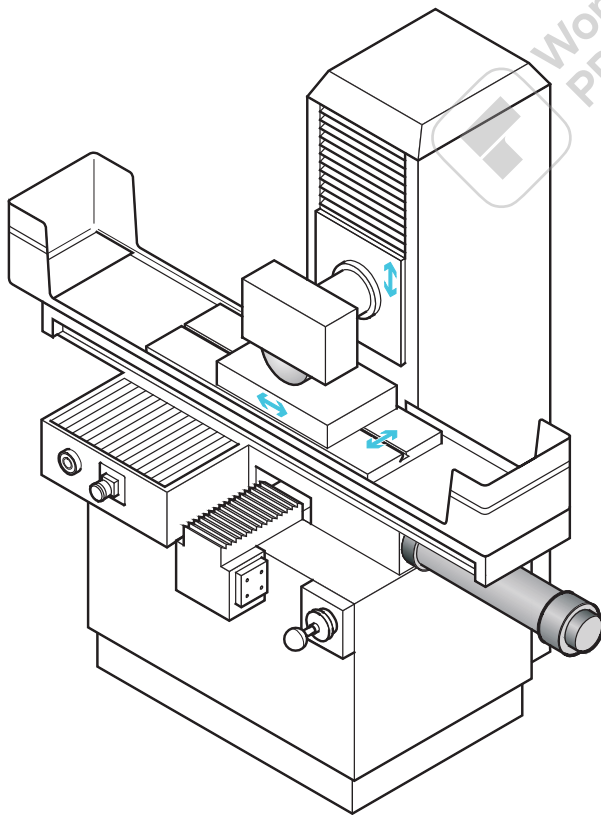
- Conocerá la construcción y el funcionamiento de un circuito de derivación.
- Conocerá la influencia que las superficies del émbolo tienen en las presiones, fuerzas, velocidades y en los tiempos de los movimientos.

■ Descripción de la tarea a resolver

El accionamiento del tablero de una máquina lijadora está a cargo de un cilindro hidráulico. Considerando que la velocidad debe ser la misma en ambos sentidos, el sistema de control hidráulico debe configurarse de tal manera que se compense diferencia del volumen en las dos cámaras del cilindro.

Se propone la instalación de un circuito de derivación con una válvula de 3/2 vías y el uso de una válvula reguladora de caudal para ajustar la velocidad.

■ Esquema de situación



Máquina lijadora

Tareas a resolver

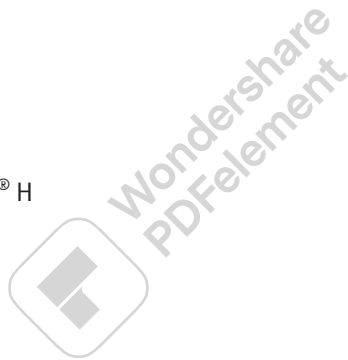
1. Complete el esquema de distribución hidráulico.
2. Revise la lista de componentes.
3. Efectúe el montaje según el esquema.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Mida la presión generada durante el movimiento y la presión de remanso, así como el tiempo durante los movimientos de avance y retroceso.
6. Calcule las relaciones entre las superficies, el tiempo y las fuerzas.
7. Proponga soluciones para obtener velocidades de avance y de retroceso iguales de cilindros.

**Control visual**

En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

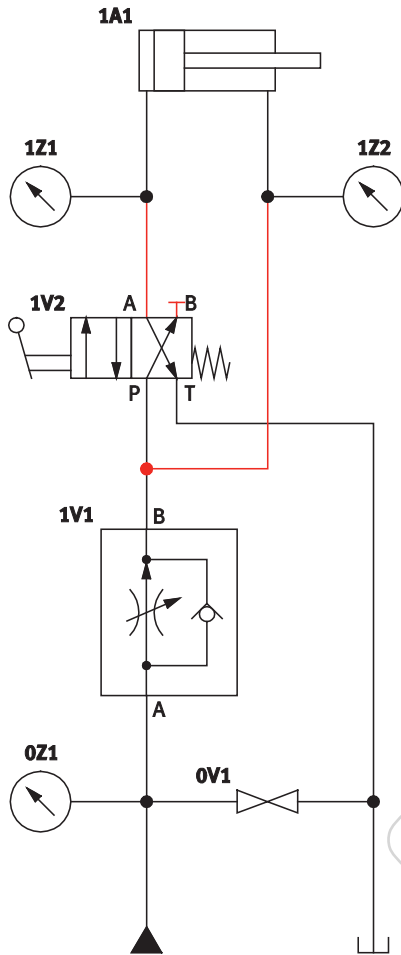
Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H



1. Esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico de la máquina lijadora.



2. Revise la lista de componentes

- Compruebe si la lista de componentes está completa.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V2	Válvula manual de 4/2 vías
1	1V1	Válvula reguladora de caudal de 2 vías
1	0V1	Válvula de cierre
1	–	Conector en T
6	–	Tubo flexible de 600 mm.
2	–	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	–	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	–	Bomba hidráulica

3. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión!
Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme.
Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.

- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

4. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 5 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico.
- Ajuste la válvula reguladora de caudal de 2 vías de tal manera que el vástago del cilindro 1A1 avance en aproximadamente 2 segundos cuando conmuta la válvula manual de 4/2 vías 1V1. Durante las series de medición no se cambia la posición de la válvula reguladora de 2 vías.

Importante

Antes de desmontar el sistema deberá verificarse si los aparatos de medición de la presión indican que la presión es igual a cero.

5. Mediciones

- Mida los valores y apúntelos en la tabla.

p_{1Z1} Presión en la cámara del cilindro del lado del émbolo

p_{1Z2} Presión en la cámara del cilindro del lado del vástago

Sentido del movimiento	Presión de movimiento p_{1Z1} [MPa]	Presión de remanso p_{1Z2} [MPa]	Duración del movimiento t [s]
Avance	0,5	0,75	2,6
Retroceso	0,1	0	3,8

Tabla de valores

6. Cálculo:

- Recurriendo a los parámetros conocidos, calcule los valores buscados.

Dimensiones del cilindro:

Superficie en el lado del émbolo: $A_p = 2,0 \text{ cm}^2$

Superficie en el lado del vástago: $A_{PR} = 1,2 \text{ cm}^2$

Carrera: $s = 0,2 \text{ m}$

- a) Relación entre las superficies

$$\alpha = \frac{A_p}{A_{PR}} = \frac{2 \text{ cm}^2}{1,2 \text{ cm}^2} = 1,67 \approx 1,7$$

- b) Relación entre los tiempos

$$\frac{t_{adv}}{t_{tr}} = \frac{2,6 \text{ s}}{3,8 \text{ s}} = 0,684$$

- c) Relación entre las fuerzas

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_p \cdot p_{1Z1}}{A_{PR} \cdot p_{1Z2}} = \frac{2 \text{ cm}^2 \cdot 0,5 \text{ MPa}}{1,2 \text{ cm}^2 \cdot 0,75 \text{ MPa}} = 1,11 < \alpha$$

d) Caudal en avance

– Lado del émbolo

$$q_P = A_P \cdot \frac{s}{t_{adv}} = 2 \text{ cm}^2 \cdot \frac{20 \text{ cm}}{2,6 \text{ s}}$$

$$q_P = 15,38 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 923 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \approx 0,9 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

– Lado del vástago

$$q_{PR} = A_{PR} \cdot \frac{s}{t_{adv}} = 1,2 \text{ cm}^2 \cdot \frac{20 \text{ cm}}{2,6 \text{ s}}$$

$$q_{PR} = 9,23 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 554 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \approx 0,55 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

e) Caudal en retroceso

– Lado del vástago

$$q_{PR} = A_{PR} \cdot \frac{s}{t_{trr}} = 1,2 \text{ cm}^2 \cdot \frac{20 \text{ cm}}{3,8 \text{ s}}$$

$$q_{PR} = 6,32 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 379 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \approx 0,38 \frac{\text{l}}{\text{min}} = q_{FCV}$$

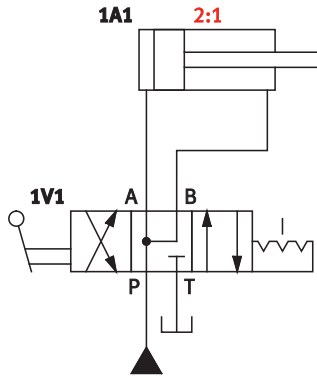
Sugerencias para las clases

Para demostrar las diferencias del tiempo de retroceso se puede modificar el sistema de control de tal manera que se obtenga un sistema de control estándar para cilindros de doble efecto.

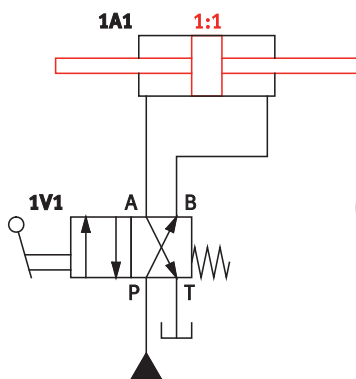
Deberá determinarse la diferencia de la fuerza que aplica el cilindro al avanzar con y sin circuito de derivación.

7. Soluciones para obtener velocidades de avance y de retroceso iguales

- Analizando los siguientes esquemas, ¿qué condiciones deben cumplirse para que la velocidad de avance y la velocidad de retroceso sean iguales?



Según este esquema, las velocidades son iguales si la relación entre las superficies del lado del émbolo y del lado del vástago es de 2:1.



Según este esquema, las velocidades son iguales si se utiliza un cilindro de doble efecto.

Ejercicio 14

Bloquear movimientos involuntarios de retroceso

■ Objetivos didácticos

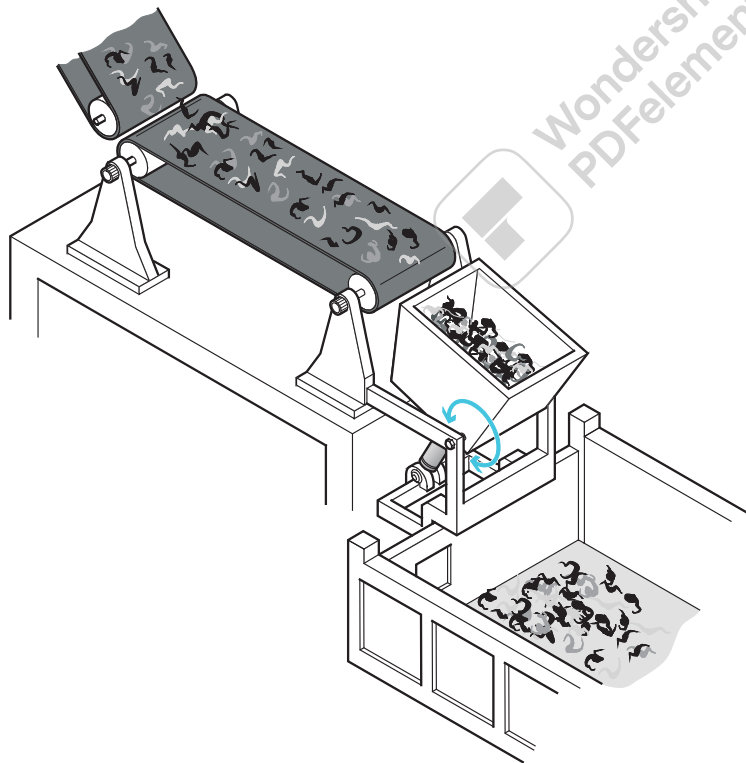
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Conocerá la construcción y el funcionamiento de una válvula de antirretorno desbloqueable.
- Podrá utilizar una válvula de antirretorno desbloqueable en un sistema de control.

■ Descripción de la tarea a resolver

Transporte de virutas metálicas hacia un depósito basculante. Una vez que el depósito está lleno, ejecuta un giro para verter la viruta en el contenedor de un camión. El accionamiento del cilindro de doble efecto está a cargo de una válvula de 4/3 vías. El vástago del cilindro está extendido durante la operación de llenado del depósito. Para poder desconectar la bomba hidráulica durante la operación de llenado es necesario que el vástago del cilindro no retroceda (debido a las fugas en la válvula).

■ Esquema de situación



Depósito basculante

■ Descripción del proceso

1. Accionando la válvula manual de 4/3 vías (paso abierto desde P hacia B y desde A hacia T) el cilindro avanza.
2. Si la válvula de 4/3 vías conmuta a su posición central, el vástago mantiene su posición actual.
3. Accionando la válvula manual de 4/3 vías (paso abierto desde P hacia A y desde B hacia T) el cilindro retrocede.

■ Tareas a resolver

1. Describa el funcionamiento de una válvula de antirretorno desbloqueable.
2. Optimice el esquema de distribución hidráulico.
3. Corrija la lista de componentes.
4. Efectúe el montaje según el esquema.
5. Compruebe la configuración del sistema de control.
6. Describa el funcionamiento del sistema de control.



Control visual

En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

■ Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H

1. Construcción y funcionamiento de una válvula de antirretorno desbloqueable.



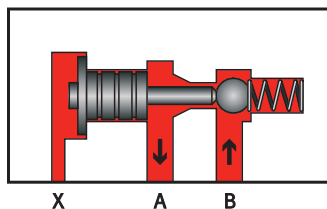
Válvula de antirretorno desbloqueable: dibujos en sección. Izquierda: Paso abierto desde A hacia B. Derecha: Paso bloqueado desde B hacia A.

- a) Describa el funcionamiento de una válvula de antirretorno desbloqueable.

Las válvulas de antirretorno abren el paso desde A hacia B y bloquean el paso desde B hacia A. En las válvulas de antirretorno desbloqueables es posible abrir el paso en el sentido normalmente bloqueado separando la bola de su asiento.

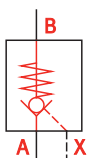
- b) Describa cómo se abre el paso en el sentido normalmente bloqueado.

Principio de funcionamiento: Si debe abrirse el paso desde B hacia A, es necesario separar la bola de su asiento mediante un émbolo de desbloqueo. Sobre este émbolo se aplica presión a través de la conexión de control X. Con el fin de desbloquear la válvula de modo fiable, es necesario que la superficie del émbolo de desbloqueo sea mayor que la superficie de la bola de bloqueo. En la práctica la relación entre las superficies suele ser de aproximadamente 3:1.



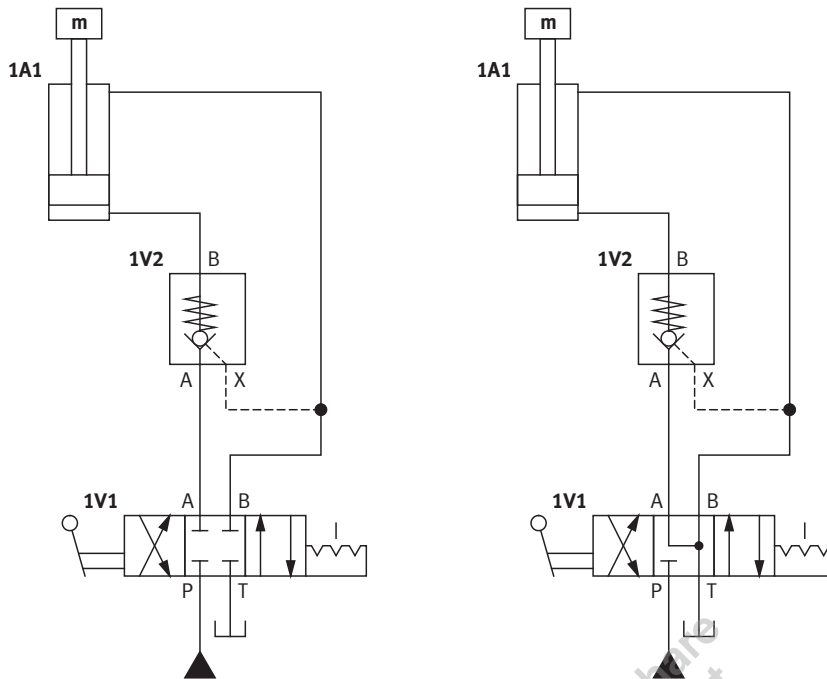
Válvula antirretorno desbloqueable: dibujo en sección. Paso abierto desde B hacia A.

- c) Complete el símbolo de una válvula de antirretorno desbloqueable.



Válvula de antirretorno desbloqueable: símbolo

- d) ¿Qué debe tenerse en cuenta cuando se utilizan válvulas de antirretorno desbloqueables? Compare los dos esquemas de distribución.



Válvula de antirretorno desbloqueable: esquemas de distribución

Una válvula de antirretorno desbloqueable en posición desbloqueada únicamente se cierra si el aceite puede fluir hacia el depósito a través de la conexión de control X. Por esta razón es necesario que al utilizar una válvula de antirretorno desbloqueable se disponga de una válvula de 4/3 vías con una posición central específica.

Centro cerrado

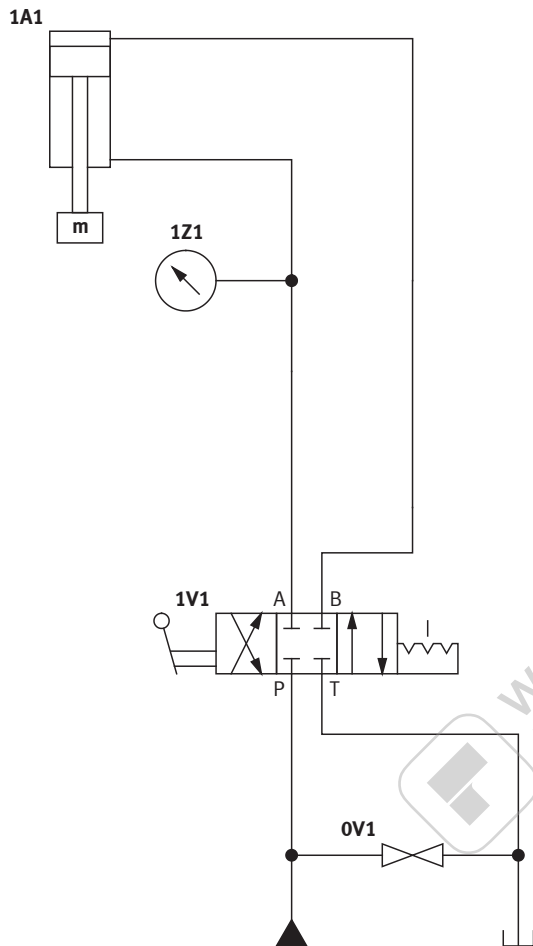
La válvula de antirretorno desbloqueable no puede cerrar el paso de inmediato ya que estando bloqueada la conexión X, la presión únicamente puede evacuar a través de la fuga de la válvula de vías.

Centro con descarga de utilizaciones (centro a descarga)

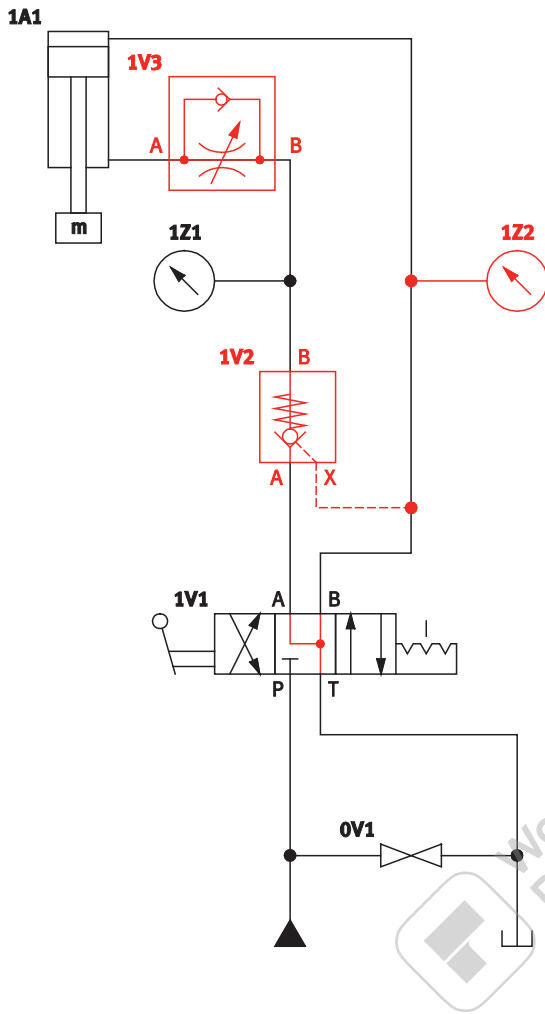
Considerando que en esta posición central A y B están conectados a T y la conexión P está bloqueada, se produce una descarga en la conexión de control X y también en la conexión B de la válvula de antirretorno. De esta manera la válvula de antirretorno bloquea de inmediato.

2. Esquema de distribución hidráulico

- a) El depósito basculante se controla de acuerdo con el esquema de distribución mostrado antes. Sin embargo, se constató que el vástago del cilindro no se mantiene en su posición final debido a la fuerza que aplica la carga. Optimice el esquema de distribución hidráulico del depósito basculante.



b) Complete el esquema de distribución hidráulico optimizado del depósito basculante.



3. Confección de una lista de los componentes necesarios

- Corrija o complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
1	—	Peso de 9 kg para cilindro
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula de 4/3 vías con palanca manual, centro a descarga
1	1V2	Válvula de antirretorno, desbloqueable
1	1V3	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	0V1	Válvula de cierre
1	—	Conector en T
5	—	Tubo flexible de 600 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.500 mm.
2	—	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

4. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Para solucionar esta tarea, efectúe el montaje del cilindro en posición vertical en el lado ancho de la columna perfilada. A continuación, cuelgue un peso del cilindro. Recubra el peso con una tapa apropiada. Es indispensable que conecte la conexión del lado del émbolo al depósito.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.

- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

Sugerencias para las clases

En el caso de los racores rápidos es posible que surja un problema al abrir la conexión B. En cada operación de acoplamiento debe evacuarse aceite detrás de la válvula de la boquilla. En ese caso el aceite no puede evacuarse porque la válvula de antirretorno está herméticamente cerrada.

Solución:

- Aplicar una pequeña presión de aproximadamente 0,5 MPa en la conexión X. La válvula de antirretorno se desbloquea.
- En estas condiciones puede efectuarse sin problemas la conexión en B.

5. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Cierre completamente la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3. A continuación, abra la válvula un medio giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 5 Mpa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico.

Importante

Antes de desmontar el sistema deberá verificarse si los aparatos de medición de la presión indican que la presión es igual a cero.

6. Descripción de las secuencias del sistema de control

- a) Describa detalladamente cada uno de los pasos.

Posición inicial

El vástago del cilindro 1A1 está retraído. La válvula de antirretorno 1V2 está en posición de bloqueo. El vástago del cilindro no se mueve a pesar de la fuerza que aplica la carga.

Paso 1-2

La válvula manual de 4/3 vías 1V1 está activada (paso abierto entre la conexión P y la conexión B). La válvula de antirretorno desbloqueable 1V2 abre el paso a través de la conexión de control X. El vástago del cilindro 1A1 avanza.

Paso 2-3

La válvula manual de 4/3 vías 1V1 conmuta (paso abierto desde P hacia A). El vástago del cilindro 1A1 retrocede.

- b) ¿Qué función cumple la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3?

La válvula de estrangulación y antirretorno 1V3 hace las veces de contrafuerza. Además permite regular la velocidad del descenso del cilindro 1A1. A modo de alternativa puede utilizarse una válvula limitadora de presión.





Ejercicio 15

Corrección de la inclinación de una cinta de transporte

■ Objetivos didácticos

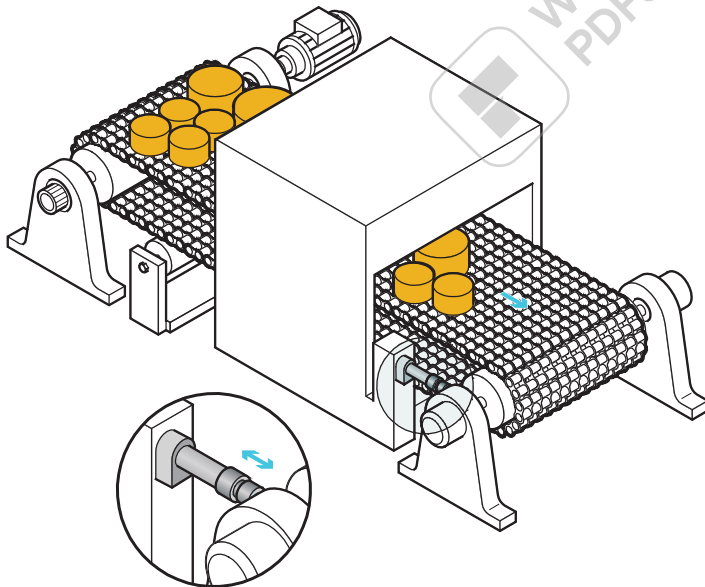
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Podrá utilizar una válvula de antirretorno desbloqueable en un sistema de control.
- Podrá calcular el rendimiento de válvulas de 4/3 vías considerando diversas posiciones centrales.

■ Descripción de la tarea a resolver

Una cadena de transporte de acero alimenta piezas a un horno de secado. Para que la cadena no se desvíe debe poderse regular su inclinación mediante un equipo de tracción. El rodillo de acero tiene en un lado un apoyo fijo, mientras que el ángulo del alojamiento del lado opuesto puede modificarse mediante un cilindro de doble efecto. Es necesario disponer constantemente de energía hidráulica. Para reducir el consumo de energía deberá activarse la función de recirculación sin presión si la válvula no está activada. El equipo tensor aplica ininterrumpidamente una contrafuerza en el cilindro. Con una válvula de antirretorno desbloqueable deberá evitarse que retroceda lentamente el vástago del cilindro debido a las fugas en la válvula de vías.

■ Esquema de situación



Cadena de transporte de acero

■ Descripción del proceso

1. La función de recirculación se activa con una válvula manual de 4/2 vías.
2. Accionando la válvula manual de 4/3 vías (paso abierto desde P hacia A y desde B hacia T) el cilindro avanza.
3. Si la válvula de 4/3 vías conmuta a su posición central, el vástago mantiene su posición actual.
4. Accionando la válvula manual de 4/3 vías (paso abierto desde P hacia B y desde A hacia T) el cilindro retrocede.

■ Tareas a resolver

1. Complete el esquema de distribución hidráulico.
2. Confeccione una lista de componentes.
3. Efectúe el montaje según el esquema.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Calcule el rendimiento.



Control visual

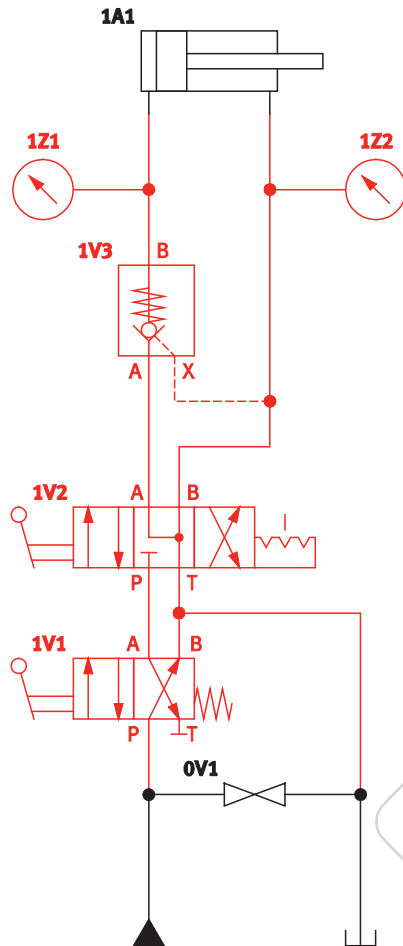
En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

■ Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H

1. Esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico del sistema de corrección del ángulo de avance de la cadena de transporte.



2. Confección de una lista de los componentes necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la denominación y la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula manual de 4/2 vías
1	1V2	Válvula de 4/3 vías con palanca manual, centro a descarga
1	1V3	Válvula de antirretorno, desbloqueable
1	0V1	Válvula de cierre
5	–	Tubo flexible de 600 mm.
3	–	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	–	Tubo flexible de 1.500 mm.
1	–	Conector en T
2	–	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	–	Bomba hidráulica

3. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.
- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

4. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 5 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico.

5. Cálculo del rendimiento

a) Mida la presión en el sistema.

Válvula manual de 4/3 vías	Símbolos de válvulas	Presión del sistema p_{0z1} [MPa]
Conexión P bajo presión		5,0
Conexión P sin presión		0,3

b) Calcule el rendimiento del sistema de accionamiento.

$$P_{DR} = \frac{P \cdot q}{\eta}$$

Parámetros necesarios para realizar el cálculo:

P_{DR} Potencia de accionamiento necesaria

p Presión proveniente de la bomba: máximo 5,0 MPa

q Caudal proveniente de la bomba: constante de 2 l/min

η Grado de eficiencia de la bomba: aprox. 0,7

Rendimiento: conexión P de la válvula manual de 4/3 vías bajo presión

$$P_{DR} = \frac{5 \text{ MPa} \cdot 2 \frac{\text{l}}{\text{min}}}{0,7} = \frac{50 \text{ kp} \cdot 2 \text{ dm}^3}{0,7 \text{ cm}^2 \cdot 60 \text{ s}} = \frac{50 \cdot 10 \text{ N} \cdot 2 \cdot 1000 \text{ cm}^3}{0,7 \text{ cm} \cdot 60 \text{ s}}$$

$$P_{DR} = \frac{50 \cdot 2}{0,7 \cdot 60} \cdot 10000 \frac{\text{Ncm}^3}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}} = \frac{50 \cdot 2}{0,7 \cdot 60} \cdot 100 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 238,1 \text{ W}$$

Rendimiento: conexión P de la válvula manual de 4/3 vías sin presión

$$P_{DR} = \frac{0,3 \text{ MPa} \cdot 2 \frac{\text{l}}{\text{min}}}{0,7} = \frac{3,0 \cdot 2}{0,7 \cdot 60} \cdot 100 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 14,3 \text{ W}$$

Comentario

Sistemas de control a recirculación se utiliza principalmente si el accionamiento de un cilindro o de un motor está a cargo de una bomba de funcionamiento constante. Con posición de centro a circulación, el aceite fluye casi sin presión hacia el depósito. De este modo el calentamiento es mínimo.

Esta sistema de control tiene la desventaja que estando en posición central no se pueden utilizar otros circuitos hidráulicos.

En las válvulas con bloque de la conexión P, el caudal proveniente de la bomba se evacúa hacia el depósito con máxima presión. De esta manera se produce un fuerte calentamiento del aceite (= pérdida de energía).

Ejercicio 16

Aplicación de contrafuerza al cerrar una compuerta

Objetivos didácticos

Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

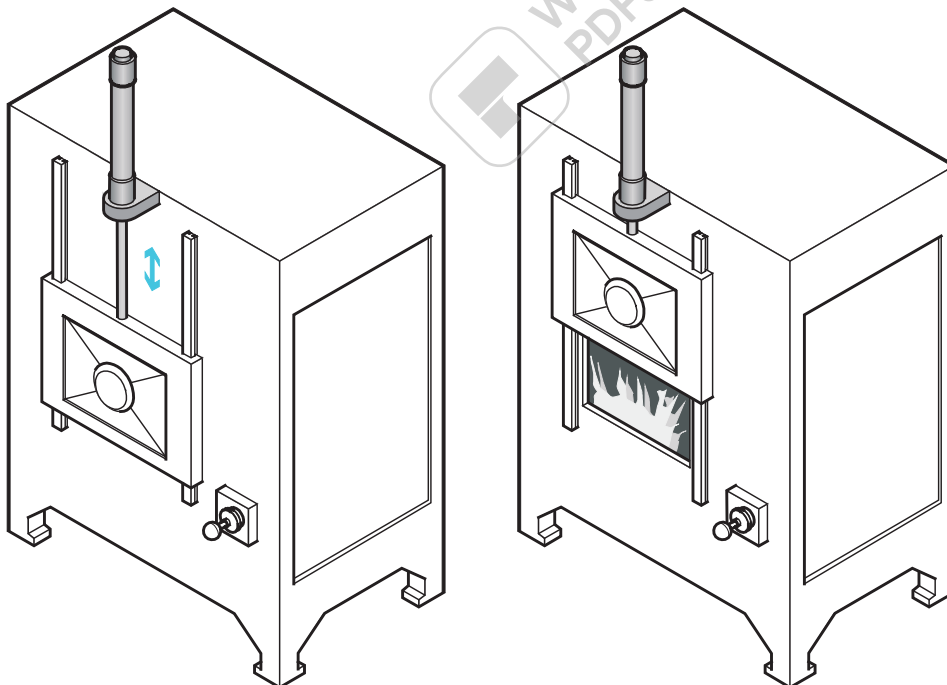
- Sabrá cómo aprisionar un cilindro de doble efecto.
- Podrá comparar esquemas de distribución con y sin contrafuerza.
- Conocerá la diferencia entre una solución con aplicación de contrafuerza, la utilización de una válvula de estrangulación y antirretorno y una válvula limitadora de presión.

Descripción de la tarea a resolver

Para abrir y cerrar la compuerta se utiliza un cilindro de doble efecto. La compuerta deberá cerrarse realizando un movimiento constante y sin tirones. Deberá poderse regular la velocidad. La velocidad se ajusta con una válvula de estrangulación y antirretorno.

Para evitar que el peso de la compuerta provoque el avance del vástago se utiliza una válvula limitadora de presión que aplica una contrafuerza.

Esquema de situación



Compuerta

■ Descripción del proceso

1. Accionando la válvula manual de 4/2 vías (paso abierto desde P hacia A y desde B hacia T) el cilindro avanza.
2. Al conmutar la válvula manual de 4/2 vías (paso abierto desde P hacia B y desde A hacia T) el cilindro retrocede.

■ Tareas a resolver

1. Complete el esquema hidráulico
2. Confeccione una lista de componentes.
3. Efectúe el montaje según el esquema.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Mida el tiempo que transcurre cuando el cilindro avanza.



Control visual

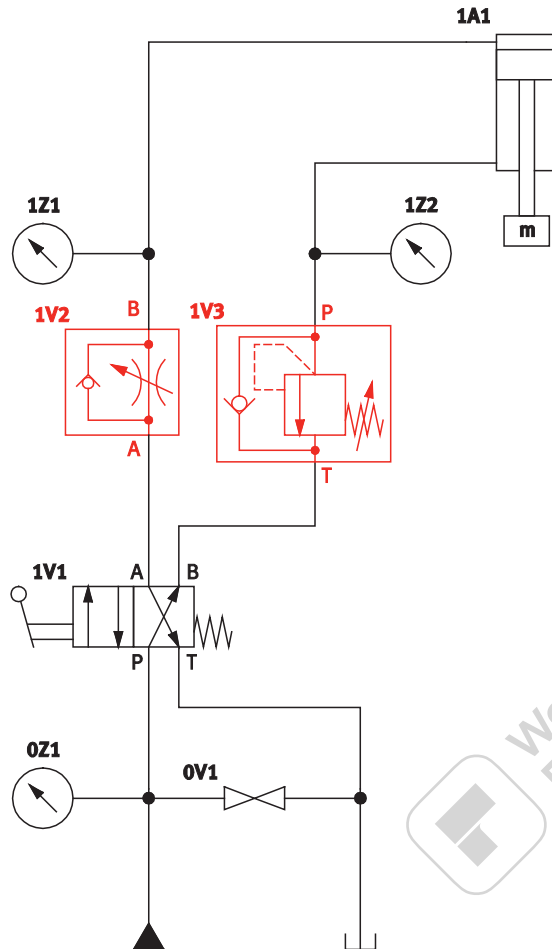
En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

■ Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H

1. Esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico del sistema de control de la compuerta. (Contrafuerza con válvula limitadora de presión)



2. Confección de una lista de los componentes necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
1	—	Peso de 9 kg para cilindro
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula manual de 4/2 vías
1	1V2	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1V3	Válvula limitadora de presión
1	0V1	Válvula de cierre
3	—	Tubo flexible de 600 mm.
3	—	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	—	Tubo flexible de 1.500 mm.
2	—	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

3. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Para solucionar esta tarea, efectúe el montaje del cilindro en posición vertical en el lado ancho de la columna perfilada. A continuación, cuelgue un peso del cilindro. Recubra el peso con una tapa apropiada. Es indispensable que conecte la conexión del lado del émbolo al depósito.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.

- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

4. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 5 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico.
- Con la válvula limitadora de presión ajuste una contrafuerza de 1 MPa. El ajuste únicamente puede llevarse a cabo mientras el cilindro avanza.

Importante

Antes de desmontar el sistema deberá verificarse si los aparatos de medición de la presión indican que la presión es igual a cero.

5. Mediciones

- a) Realice las mediciones y apunte los resultados en la tabla.

Valores a medir:

p_{0z1} Presión del sistema

p_{1z1} Presión aplicada por el cilindro

p_{1z2} Presión de remanso

t_{adv} Tiempo de avance del cilindro

Carga y contrafuerza	p_{0z1} [MPa]	p_{1z1} [MPa]	p_{1z2} [MPa]	t_{adv} [s]
Con carga y sin elemento contrafuerza	5	0	0	0,9
Con carga y con contrafuerza	5	0,2	1	4,6

- b) Explique los resultados de la medición.

El vástago avanza debido a la fuerza que aplica la carga. Sin contrafuerza, el movimiento se produce repentinamente y de manera descontrolada. La velocidad de avance es continua gracias a la contrafuerza. El émbolo del cilindro queda aprisionado debido a la contrapresión hidráulica.

El recomendable prever una contrapresión sin importar si el esquema prevé una carga. De esta manera es posible adaptar la contrapresión según la carga.

La válvula limitadora de presión evita que se genere una presión demasiado alta en el lado del vástago debido a la multiplicación de la presión.

Ejercicio 17

Carga y descarga de contenedores

■ Objetivos didácticos

Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

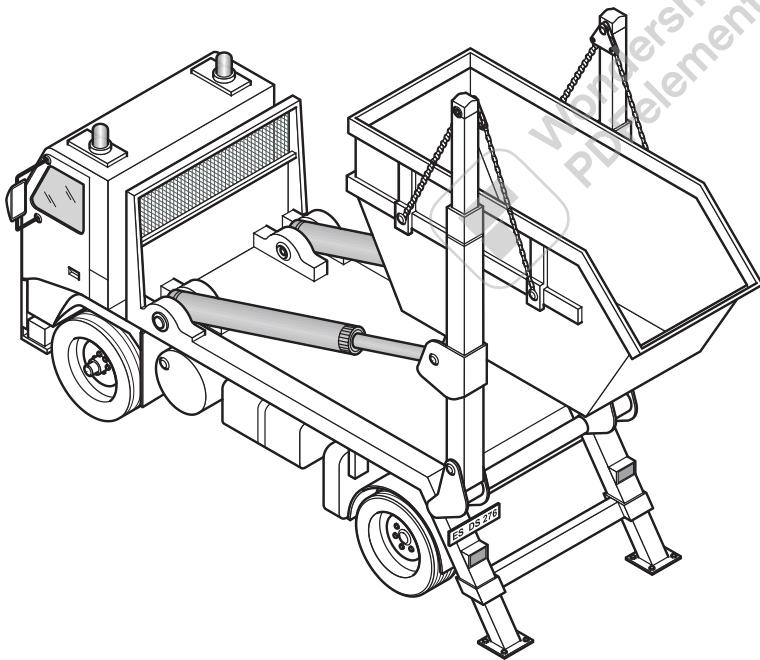
- Podrá utilizar cilindros de doble efecto con cargas cambiantes.

■ Descripción de la tarea a resolver

Para depositar el contenedor en el suelo o para cargarlo sobre el camión se utilizan dos cilindros de doble efecto. Los cilindros se someten a cargas cambiantes: carga de tracción al colocar el contenedor en el suelo; carga de compresión al colocarlo sobre el camión.

Los movimientos deberán ejecutarse de modo lento y continuo. Por ello es necesario que los émbolos de los cilindros queden aprisionando aplicando presión hidráulica en ambas cámaras.

■ Esquema de situación



Carga y descarga del contenedor

■ Descripción del proceso

1. Accionando la válvula manual de 4/3 vías (paso abierto desde P hacia A y desde B hacia T) el cilindro avanza.
2. Si la válvula de 4/3 vías conmuta a su posición central, el vástago mantiene su posición actual.
3. Accionando la válvula manual de 4/3 vías (paso abierto desde P hacia B y desde A hacia T) el cilindro retrocede.

■ Tareas a resolver

1. Complete el esquema de distribución hidráulico.
2. Confeccione una lista de componentes.
3. Efectúe el montaje según el esquema.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Evalúe el esquema de distribución.



Control visual

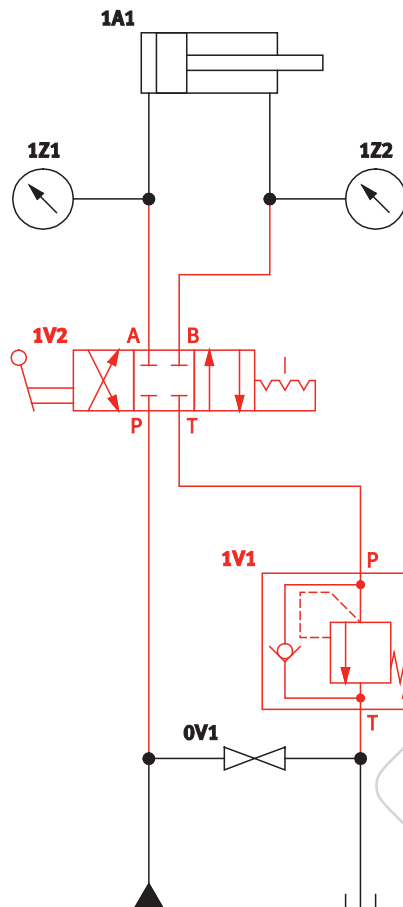
En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.

■ Medios auxiliares

- Hojas de datos
- Manual de estudio: Hidráulica
- Software de simulación FluidSIM® H

1. Esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico del sistema de control de los movimientos de carga y descarga del contenedor.



Sugerencias para las clases

En la realidad, los movimientos de carga y descarga del contenedor se controlan con válvulas proporcionales. Con estas válvulas de regulación continua es posible controlar mejor los movimientos rápidos y lentos.

Considerando que el conjunto didáctico únicamente contiene una válvula limitadora de presión, en el esquema se optó por una variante con contrapresión.

2. Confección de una lista de los componentes necesarios

- Complete la lista de componentes. Incluya la denominación y la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Denominación
1	1A1	Cilindro de doble efecto
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V2	Válvula manual de 4/3 vías, centro cerrado
1	1V1	Válvula limitadora de presión
1	0V1	Válvula de cierre
5	–	Tubo flexible de 600 mm.
3	–	Tubo flexible de 1.000 mm.
2	–	Placa distribuidora cuádruple, con manómetro
1	–	Bomba hidráulica

3. Montaje del sistema de control

Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de tubos flexibles
 - ¡Nunca acoplar o desacoplar si la bomba está en funcionamiento o si el sistema está bajo presión! Las conexiones deben establecerse sin presión.
 - Colocar el acoplamiento tipo zócalo verticalmente sobre el empalme. Evite ladear el acoplamiento en relación con el empalme.
- Selección y montaje de los tubos flexibles
 - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que se disponga suficiente espacio para compensar modificaciones de la longitud que pueden originarse debido a la presión.
 - Evite esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.
 - No doble los tubos flexibles más del radio mínimo admisible de 51 mm.
 - Al efectuar el montaje, no provoque torsiones en los tubos flexibles.
 - Ponga cuidado en no doblar los tubos flexibles.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

4. Comprobación la configuración del sistema de control

Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en funcionamiento la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre. En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ajuste una presión de 5 MPa en la válvula limitadora de presión del equipo hidráulico.
- Con la válvula limitadora de presión ajuste una contrafuerza de 1 MPa. El ajuste únicamente puede llevarse a cabo mientras el cilindro ejecuta un movimiento.

Importante

Antes de realizar el desmontaje del sistema, abra la válvula limitadora de presión.

Antes de desmontar el sistema deberá verificarse si los aparatos de medición de la presión indican que la presión es igual a cero.

5. Evaluación

- a) Describa lo que observó.

Válvula limitadora de presión completamente abierta

Al activar la válvula de vías 1V1, el cilindro avanza y retrocede a máxima velocidad.

Cerrar lentamente la válvula limitadora de presión

A medida en que se cierra la válvula limitadora de presión 1V1, los movimientos del cilindro se tornan más lentos. La contrapresión se puede leer en los manómetros 1Z1 y 1Z2.

- b) ¿Cómo se consigue aprisionar hidráulicamente el émbolo del cilindro?

El aprisionamiento desde ambos lados se obtiene mediante la contrapresión generada con la válvula limitadora de presión. Al ajustar la contrapresión deberá tenerse en cuenta la relación entre las superficies del émbolo del cilindro.

