

# Hidráulica

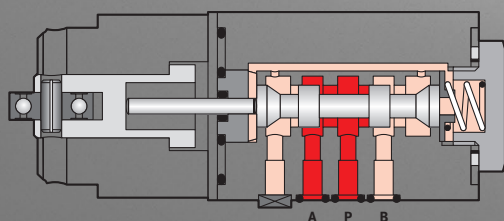
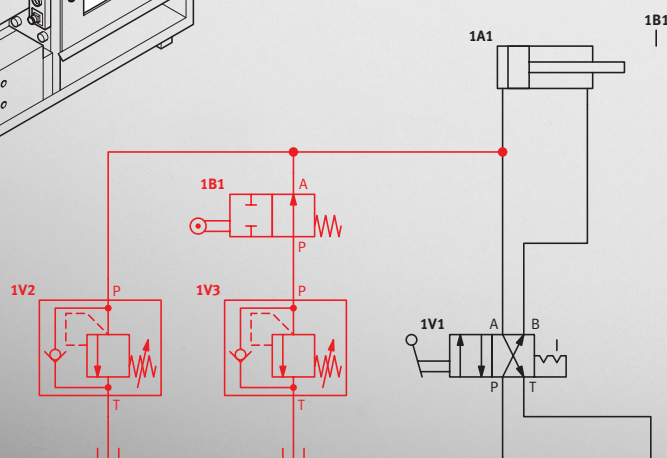
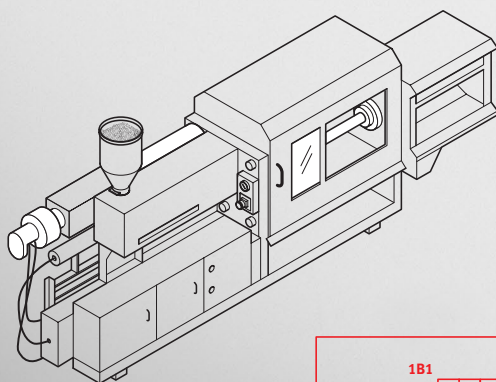
## Nivel avanzado

# FESTO

Manual de trabajo  
TP 502



Con CD-ROM



Referencia: 551148  
Datos actualizados en: 03/2012  
Autores: Renate Aheimer, Frank Ebel, Annabella Zimmermann  
Gráficos: Doris Schwarzenberger  
Maquetación: 03/2012, Frank Ebel, Ralph-Christoph Weber

© Festo Didactic GmbH & Co. KG, D-73770 Denkendorf, 2013

Internet: [www.festo-didactic.com](http://www.festo-didactic.com)

E-Mail: [did@de.festo.com](mailto:did@de.festo.com)

Esta obra y todas sus partes están protegidas por derechos de autor. Sin la expresa autorización de Festo Didactic GmbH & Co. KG queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como su uso indebido y/o exhibición a terceros, especialmente su multicopiado, edición, traducción, microfilmación, inclusión en otros documentos y procesamiento por medios electrónicos. La obra únicamente podrá entregarse a terceros sin haber hecho antes copias de cualquier índole. En caso de una entrega a terceros deberá confirmarse que el receptor reconoce y respeta los derechos que limitan su utilización.

#### **Importante**

Se sobreentiende que el uso de términos en género masculino 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.

# Índice

<b>Utilización debida y convenida</b>	V
<b>Prólogo</b>	VI
<b>Introducción</b>	VIII
<b>Indicaciones de seguridad y utilización</b>	IX
<b>Equipo didáctico hidráulica (TP 500)</b>	XI
Objetivos didácticos, hidráulica, nivel avanzado (TP 502)	XII
Atribución de los ejercicios en función de objetivos didácticos	XIII
Equipo didáctico	XIV
Atribución de componentes y ejercicios	XVI
Informaciones para el instructor	XVIII
Estructura de los ejercicios	XIX
Denominación de los componentes	XX
Contenido del CD-ROM	XX

## Ejercicios y soluciones

Ejercicio 1: Accionamiento del carrete de arrollamiento de manguera (motor hidráulico)	3
Ejercicio 2 – Configuración de un circuito de menor consumo de energía (bypass / derivación)	13
Ejercicio 3 – Elevación de cargas pesadas (distribuidor de flujo)	21
Ejercicio 4 – Optimización del sistema elevador (divisor de flujo y válvulas limitadoras de presión)	29
Ejercicio 5 – Aumento de la velocidad de avance (circuito de derivación)	35
Ejercicio 6 – Reducción de los tiempos de producción (avance rápido)	43
Ejercicio 7 – Movimiento de un cilindro en caso de fallo de la bomba (acumulador hidráulico)	53
Ejercicio 8 – Fijación del cárter de una caja de cambios (fijación con acumulador)	61
Ejercicio 9 – Compensación de mayor demanda de caudal (avance rápido con acumulador)	67
Ejercicio 10 – Utilización de una válvula reguladora en avance y retroceso (circuito rectificador)	75
Ejercicio 11 – Ajuste de la fuerza de apriete (válvula reductora de presión)	83
Ejercicio 12 – Comparación entre diversas válvulas reguladoras de presión (válvula limitadora de presión / válvula reductora de presión)	91
Ejercicio 13 – Fresado de culatas (control secuencial de la presión)	99
Ejercicio 14 – Conmutación de la presión de trabajo de un cilindro (control de niveles de presión)	107
Ejercicio 15 – Bloqueo del eje en voladizo para evitar su descenso involuntario (carga tirante)	113

Ejercicios y hojas de trabajo

Ejercicio 1: Accionamiento del carrete de arrollamiento de manguera (motor hidráulico) \_\_\_\_\_ 3

Ejercicio 2 – Configuración de un circuito de menor consumo de energía (bypass / derivación) \_\_\_\_\_ 13

Ejercicio 3 – Elevación de cargas pesadas (distribuidor de flujo) \_\_\_\_\_ 21

Ejercicio 4 – Optimización del sistema elevador (divisor de flujo y válvulas limitadoras de presión) \_\_\_\_\_ 29

Ejercicio 5 – Aumento de la velocidad de avance (circuito de derivación) \_\_\_\_\_ 35

Ejercicio 6 – Reducción de los tiempos de producción (avance rápido) \_\_\_\_\_ 43

Ejercicio 7 – Movimiento de un cilindro en caso de fallo de la bomba (acumulador hidráulico) \_\_\_\_\_ 53

Ejercicio 8 – Fijación del cárter de una caja de cambios (fijación con acumulador) \_\_\_\_\_ 61

Ejercicio 9 – Compensación de mayor demanda de caudal (avance rápido con acumulador) \_\_\_\_\_ 67

Ejercicio 10 – Utilización de una válvula reguladora en avance y retroceso (circuito rectificador) \_\_\_\_\_ 75

Ejercicio 11 – Ajuste de la fuerza de apriete (válvula reductora de presión) \_\_\_\_\_ 83

Ejercicio 12 – Comparación entre diversas válvulas reguladoras de presión  
(válvula limitadora de presión / válvula reductora de presión) \_\_\_\_\_ 91

Ejercicio 13 – Fresado de culatas (control secuencial de la presión) \_\_\_\_\_ 99

Ejercicio 14 – Conmutación de la presión de trabajo de un cilindro (control de niveles de presión) \_\_\_\_\_ 107

Ejercicio 15 – Bloqueo del eje en voladizo para evitar su descenso involuntario (carga tirante) \_\_\_\_\_ 113

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

## Utilización debida

Condiciones para la utilización del equipo didáctico "Hidráulica", nivel avanzado:

- 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 de manera culposa.

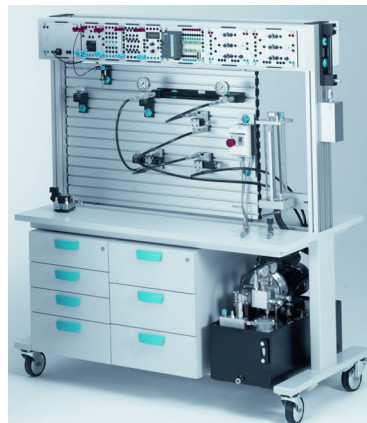
## Prólogo

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](mailto: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 "Hidráulica, nivel básico" TP 501 es apropiado para la formación básica en tecnología de control para hidráulica. Se profundizan los conocimientos sobre fundamentos de hidráulica y sobre el funcionamiento y utilización de otros componentes hidráulicos. Con los componentes pueden configurarse sistemas de control hidráulico sencillos. El equipo de hidráulica del nivel avanzado TP 502 es apropiado para profundizar conocimientos en materia de tecnología de control en sistemas hidráulicos. Con los componentes pueden configurarse sistemas de control hidráulicos más avanzados.

El presente manual permite adquirir conocimientos sobre aspectos físicos y circuitos principales de sistemas hidráulicos. Temas abordados por los ejercicios:

- Obtención de líneas características de diversos componentes.
- Comparación de diversos componentes y sus aplicaciones.
- Configuración de diversos circuitos básicos.
- Aplicación de ecuaciones básicas de la 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).
- Fuente de alimentación con anticortocircuitaje (entrada: 230 V, 50 Hz; salida: 24 V, máx. 5 A) para alimentación del sensor de caudal.
- Cables de seguridad de laboratorio

Para llevar a cabo los 15 ejercicios, se necesitan los componentes de los conjuntos didácticos TP 501 y TP 502. La teoría necesaria para entender los ejercicios consta en el manual titulado

- 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.
- Utilice los equipos eléctricos (por ejemplo, fuentes de alimentación, compresores, aparatos hidráulicos) únicamente en un laboratorio equipado con un sistema de protección contra corriente residual (FI, RCD).
- 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 (gafas protectoras, calzado de seguridad) al trabajar con los equipos hidráulicos.

### 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, tire únicamente 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).
- Temperaturas de aceite superiores a 50 °C. ¡Peligro!  
El aceite hidráulico con temperaturas superiores a 50° C puede ocasionar quemaduras o escaldaduras.
- ¡Peligro de accidente al conectar la bomba hidráulica!  
Los cilindros pueden avanzar o retroceder de modo incontrolado.
- Todas las válvulas, los aparatos y los tubos flexibles tienen acoplamientos hermetizantes.

- Acoplamientos de los 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.
  - Tras desacoplar, compruebe si los racores están cerrados.
- Montaje del circuito 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.
- Montaje del circuito hidráulico
  - 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 de vías, 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. Los tornillos con cabeza de martillo deben girar 90° al ajustarlos.
- 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 de los ejercicios en los que se utiliza un sensor de caudal, se necesita un multímetro digital.

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

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

## Equipo didáctico hidráulica (TP 500)

El equipo didáctico TP 500 incluye una gran cantidad de material didáctico y prevé un ciclo de cursos. El TP 500 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 de la presión)
- Instalaciones de laboratorio completas

### Material didáctico

El material didáctico del equipo didáctico TP 500 incluye un manual de estudio y dos manuales de trabajo. En el manual de estudio se ofrecen informaciones básicas de física y tecnología relacionadas con la hidráulica. Los manuales de trabajo incluyen 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
Manuales de trabajo	Hidráulica, nivel básico (TP 501) Hidráulica, nivel avanzado (TP 502)
Colección de transparencias	Bases teóricas de la hidráulica
Programa de simulación	FluidSIM® Hidráulica
Programa de estudio digital	WBT Hidráulica

Cuadro general de los medios correspondientes al equipo didáctico TP 500

Los programas de software correspondientes al conjunto didáctico TP 500 son FluidSIM® H y el programa de estudio digitalizado interactivo. FluidSIM® H es la parte del programa que el instructor debe utilizar para preparar las clases. Con este programa es posible configurar sistemas de control hidráulico y realizar las simulaciones correspondientes. Este programa didáctico interactivo permite adquirir los conocimientos básicos sobre controles hidráulicos. Los estudiantes adquieren conocimientos básicos de hidráulica y logran entender el funcionamiento de sistemas hidráulicos a través de los ejemplos de aplicaciones industriales reales.

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

## Objetivos didácticos, hidráulica, nivel avanzado (TP 502)

### ■ Componentes

- Construcción y funcionamiento de un motor hidráulico.
- Construcción y funcionamiento de contactores.
- Estructura, funcionamiento y utilización de una válvula reductora de presión

### ■ Esquemas de distribución

- Ajuste del sentido de giro y de la velocidad de rotación de un motor hidráulico
- El estudiante podrá configurar circuitos con bypass.
- Aplicación de un distribuidor para la marcha sincronizada de los dos cilindros.
- Sincronización de movimientos en avance y en retroceso.
- Funcionamiento de un circuito de derivación.
- Funcionamiento de un circuito con avance rápido.
- Confección de un diagrama de espacio - pasos sobre la base de la descripción de las secuencias.
- Instalación de un acumulador de membrana a modo de acumulador volumétrico.
- Avance y retroceso del cilindro en el acumulador después de desconectar la bomba.
- Instalación de un acumulador de membrana a modo de acumulador de presión.
- Instalación de un acumulador de membrana en un circuito de movimientos rápidos.
- Funcionamiento de un circuito rectificador.
- Utilización de una válvula reductora de presión.
- Definición de la presión de un cilindro de doble efecto.
- Decisión entre la aplicación de una válvula limitadora de presión y una válvula reductora de presión.
- Configuración y descripción de un control secuencial con dos cilindros.
- Funcionamiento de un circuito secuencial por presión.
- Funcionamiento de un circuito con niveles de presión.
- Protección para las cargas de tracción

### ■ Mediciones y cálculos

- Cálculo de balances de rendimiento de circuitos hidráulicos a partir de valores medidos.
- Cálculos de fuerzas en el cilindro.

## Atribución de ejercicios en función de objetivos didácticos

Ejercicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Objetivo didáctico															
Construcción y funcionamiento de un motor hidráulico.	x														
Ajuste del sentido de giro y de la velocidad de rotación de un motor hidráulico	x														
El estudiante podrá configurar circuitos con bypass.		x													
Cálculo de balances de rendimiento de circuitos hidráulicos a partir de valores medidos.		x													
Construcción y funcionamiento de contactores.			x	x											
Aplicación de un distribuidor para la marcha sincronizada de los dos cilindros.			x	x											
Sincronización de movimientos en avance y en retroceso.				x											
Funcionamiento de un circuito de derivación.					x										
Cálculos de fuerzas en el cilindro.					x										
Funcionamiento de un circuito con avance rápido.						x									
Confección de un diagrama de espacio - pasos sobre la base de la descripción de las secuencias.						x									
Instalación de un acumulador de membrana a modo de acumulador volumétrico.							x								
Avance y retroceso del cilindro en el acumulador después de desconectar la bomba.							x								
Instalación de un acumulador de membrana a modo de acumulador de presión.								x							
Instalación de un acumulador de membrana en un circuito de movimientos rápidos.									x						
Funcionamiento de un circuito rectificador.										x					
Estructura, funcionamiento y utilización de una válvula reductora de presión											x				
Utilización de una válvula reductora de presión.											x				

Ejercicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Objetivo didáctico</b>															
Definición de la presión de un cilindro de doble efecto.												x			
Decisión entre la aplicación de una válvula limitadora de presión y una válvula reductora de presión.												x			
Configuración y descripción de un control secuencial con dos cilindros.													x		
Funcionamiento de un circuito secuencial por presión.													x		
Funcionamiento de un circuito con niveles de presión.														x	
Protección para las cargas de tracción															x

## Equipo didáctico

Los componentes incluidos en este equipo didáctico de nivel avanzado fueron concebidos para la adquisición de conocimientos básicos en materia de técnica de control hidráulico. Los dos equipos didácticos (TP 501 y TP 502) contienen todos los componentes necesarios para alcanzar los objetivos didácticos definidos, y puede ampliarse indistintamente mediante componentes de otros equipos didácticos del sistema para enseñanza de técnicas de automatización.

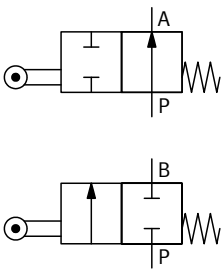

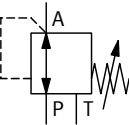

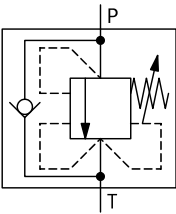

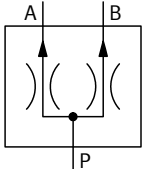
### ■ Equipo de hidráulica, Nivel avanzado (TP 502)

Componente	Referencia	Cantidad
Válvula de 2/2 vías con leva, transformable	544353	1
Válvula reductora de presión de 3 vías	544337	1
Válvula limitadora de presión, nivelada	567237	1
Acumulador de diafragma con bloque de cierre	152859	1
Válvula de antirretorno, 0,6 MPa de presión de apertura	548618	3
Válvula distribuidora de caudal	544340	1
Cilindro diferencial 16/10/200 con tapa protectora	572746	1
Conjunto de montaje para cilindros	544371	1
Distribuidor en T	152847	5

■ Tubos flexibles con acoplamientos rápidos

Denominación	Referencia	Cantidad
Tubo flexible de 600 mm	152960	7
Tubo flexible de 1000 mm	152970	4
Tubo flexible de 1500 mm	159386	2

Símbolos de los componentes

Componente	Símbolo gráfico	Componente	Símbolo gráfico
Válvula de 2/2 vías con leva, transformable		Cilindro diferencial 16/10/200 con tapa protectora	
Válvula reductora de presión de 3 vías		Distribuidor en T	
Válvula limitadora de presión, nivelada		Válvula de antirretorno, presión de apertura de 0,6 MPa	
Válvula distribuidora de caudal			

Componente	Símbolo gráfico
Acumulador de diafragma con bloque de cierre	

## Atribución de componentes y tareas

### Equipo didáctico TP 502

Ejercicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Componente															
Válvula de 2/2 vías con leva, transformable						1	1			1				1	
Válvula reductora de presión de 3 vías											1	1	1		
Válvula limitadora de presión, nivelada				1								1	1	1	1
Acumulador de diafragma con bloque de cierre							1	1	1						
Válvula de antirretorno, 0,6 MPa de presión de apertura			2				1		1	3	1	1	1		1
Válvula distribuidora de caudal			1	1											
Cilindro diferencial 16/10/200 con tapa protectora		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Distribuidor en T		1	5	1		2	1	1	1	6	2	2	2	2	3



## ■ Equipo didáctico TP 501

Ejercicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Componente															
Motor hidráulico	1	1							1						
Válvula de 4/3 vías, manual, posición central a descarga (AB > T), con enclavamiento	1	1			1			1		1					1
Válvula de estrangulación y antirretorno	1	1			1			1	1	1					1
Válvula de cierre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Placa distribuidora de 4 vías con manómetro	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Manómetro		1	2	2	2	1	1	3	1		1	4	2	1	2
Válvula reguladora de caudal de 2 vías		1					1		1	1					1
Cilindro diferencial 16/10/200 con tapa protectora			1	1									1		
Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle			1	2		1	1		1		1		1	1	
Válvula limitadora de presión				1									1	1	
Válvula de antirretorno, 0,6 MPa de presión de apertura										1					
Válvula de 4/3 vías, manual, con centro cerrado y enclavamiento									1			1			
Distribuidor en T										1					

## ■ Tubos flexibles

Ejercicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Componente															
Tubo flexible de 600 mm	5	7	4	7	5	7	5	5	7	5	6	6	7	7	7
Tubo flexible de 1000 mm	1	1	4	5	1	2	3	2	2	2	2	2	5	4	3
Tubo flexible de 1500 mm	1	1	2				1	1	1	1	1		1	1	1

## ■ Accesorios indispensables

Ejercicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Componente															
Multímetro digital	1	1							1						1
Unidad de alimentación de corriente eléctrica, 24 V DC	1	1							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 de sistemas hidráulicos básicos y, además, el montaje del sistema en el panel perfilado. 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. Aprendices del sector de mecánica o electricidad: aproximadamente dos semanas. Operarios con nivel de capacitación de oficiales o estudiantes de mayor nivel: aproximadamente un día.

### Componentes del equipo didáctico

El manual de estudio, el manual de trabajo, la colección de ejercicios y los componentes se corresponden. Para resolver los 15 ejercicios se necesitan los componentes del equipo didáctico TP 502.

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:

- DIN ISO 1219-1: Técnica de fluidos; símbolos gráficos y esquemas de distribución
- DIN ISO 1219-2: Técnica de fluidos; símbolos gráficos y esquemas de distribución
- DIN EN 60617-7: Símbolos gráficos utilizados en esquemas de distribución
- DIN EN 81346-2: Sistemas industriales, equipos, máquinas y productos industriales; principios de estructuración e identificaciones de referencia

### Identificación de las soluciones

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

Las sugerencias contienen informaciones adicionales sobre los procedimientos didácticos, sobre los componentes y sobre los sistemas de control instalados. 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 atribuyen las especialidades (tal como son usuales en centros de formación profesional) al tema didáctico "Hidráulica". Las especialidades que constan en la tabla no pretenden ser exhaustivas.

Profesión	Especialidad de estudio	Tema
Electrónico especializado en técnicas de automatización	3	Analizar y adaptar sistemas de control
	6	Efectuar el montaje de equipos y comprobar su seguridad
Mecánico industrial	6	Instalación y puesta en funcionamiento de sistemas de control.
Mecatrónico	4	Analizar flujos de energía y transmisión de datos en módulos eléctricos, neumáticos e hidráulicos
	7	Crear sistemas parciales de mecatrónica

### Estructura de los ejercicios

La estructura metódica es la misma para todos los 15 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 15 tareas incluidas en el manual de ejercicios.

## Denominación de los componentes

La denominación de los componentes en los esquemas de distribución se ha establecido conforme a la norma DIN-ISO 1219-2. Todos los componentes del circuito se identifican con el mismo número principal. 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, ...
Entrada de señales:	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 las esquemas de distribución FluidSIM®.

Estructura del contenido del CD-ROM:

- Esquemas de distribución FluidSIM®

### Esquemas de distribución FluidSIM®

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

# Índice

## Ejercicios y soluciones

Ejercicio 1: Accionamiento del carrete de arrollamiento de manguera (motor hidráulico) _____	3
Ejercicio 2 – Configuración de un circuito de menor consumo de energía (bypass / derivación) _____	13
Ejercicio 3 – Elevación de cargas pesadas (distribuidor de flujo) _____	21
Ejercicio 4 – Optimización del sistema elevador (divisor de flujo y válvulas limitadoras de presión) _____	29
Ejercicio 5 – Aumento de la velocidad de avance (circuito de derivación) _____	35
Ejercicio 6 – Reducción de los tiempos de producción (avance rápido) _____	43
Ejercicio 7 – Movimiento de un cilindro en caso de fallo de la bomba (acumulador hidráulico) _____	53
Ejercicio 8 – Fijación del cárter de una caja de cambios (fijación con acumulador) _____	61
Ejercicio 9 – Compensación de mayor demanda de caudal (avance rápido con acumulador) _____	67
Ejercicio 10 – Utilización de una válvula reguladora en avance y retroceso (circuito rectificador) _____	75
Ejercicio 11 – Ajuste de la fuerza de apriete (válvula reductora de presión) _____	83
Ejercicio 12 – Comparación entre diversas válvulas reguladoras de presión (válvula limitadora de presión / válvula reductora de presión) _____	91
Ejercicio 13 – Fresado de culatas (control secuencial de la presión) _____	99
Ejercicio 14 – Conmutación de la presión de trabajo de un cilindro (control de niveles de presión) _____	107
Ejercicio 15 – Bloqueo del eje en voladizo para evitar su descenso involuntario (carga tirante) _____	113

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

## Ejercicio 1

### Accionamiento del carrete de arrollamiento de manguera (motor hidráulico)

#### ■ Objetivos didácticos

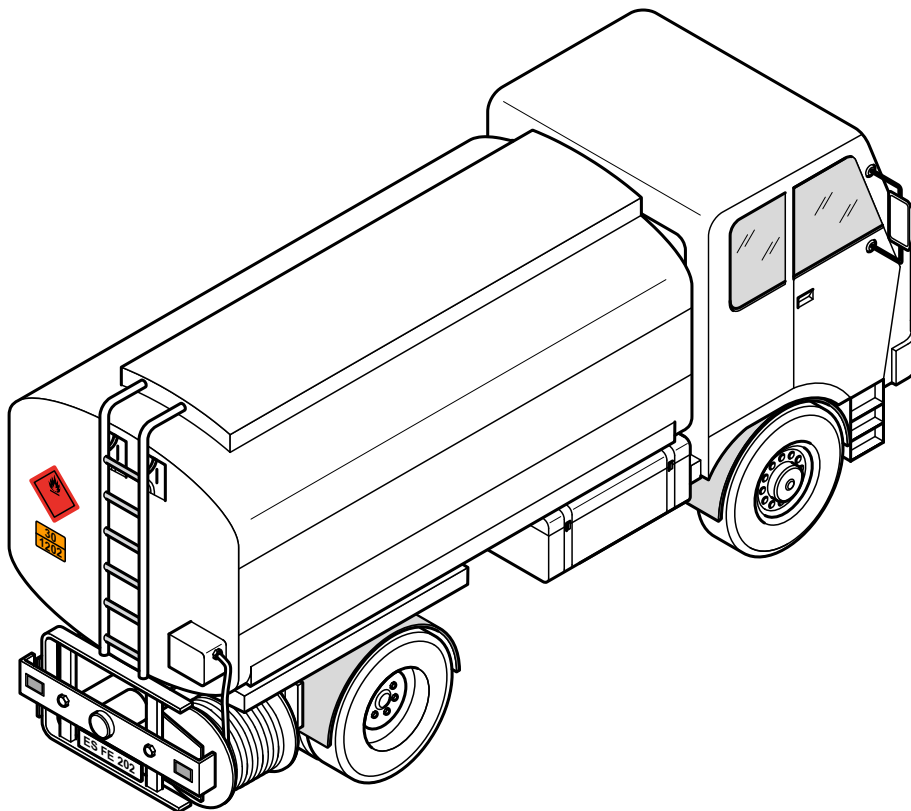
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Construcción y funcionamiento de un motor hidráulico.
- Ajuste del sentido de giro y de la velocidad de rotación de un motor hidráulico

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

El accionamiento de un carrete para la manguera de un camión cisterna de transporte de combustible está a cargo de un motor hidráulico. La manguera deberá desenrollarse, mantenerse desenrollada durante un tiempo largo y, a continuación deberá enrollarse nuevamente. Para ejecutar estas funciones deberá utilizarse una válvula reguladora de 4/3 vías. La velocidad deberá regularse mediante una válvula estranguladora.

#### ■ Plano de situación



Camión cisterna con carrete para la manguera

### ■ Descripción del proceso

Una vez que se realizó el montaje según el esquema de distribución, la válvula de 4/3 vías manual 1V2 deberá ponerse en posición central. A continuación se pone en funcionamiento el equipo hidráulico y se ajusta una presión de 5 MPa (50 bar) en el sistema.

Conmutando la válvula de 4/3 vías a la posición derecha o izquierda se pone en funcionamiento el motor hidráulico. Con la válvula reguladora 1V1 se ajusta el caudal.

### ■ Tareas a resolver

1. El estudiante deberá familiarizarse con la construcción y el funcionamiento del motor hidráulico.
2. Complete la lista de componentes.
3. Realice el montaje del sistema para resolver el ejercicio.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Mida las revoluciones del motor durante 10 segundos y con caudales diferentes. Compare los resultados de la medición con los valores que constan en la hoja de datos del sensor de caudal.
6. Explique el resultado de las mediciones.

### ■ Medios auxiliares

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



### 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.



## 1. Construcción y funcionamiento de un motor hidráulico.

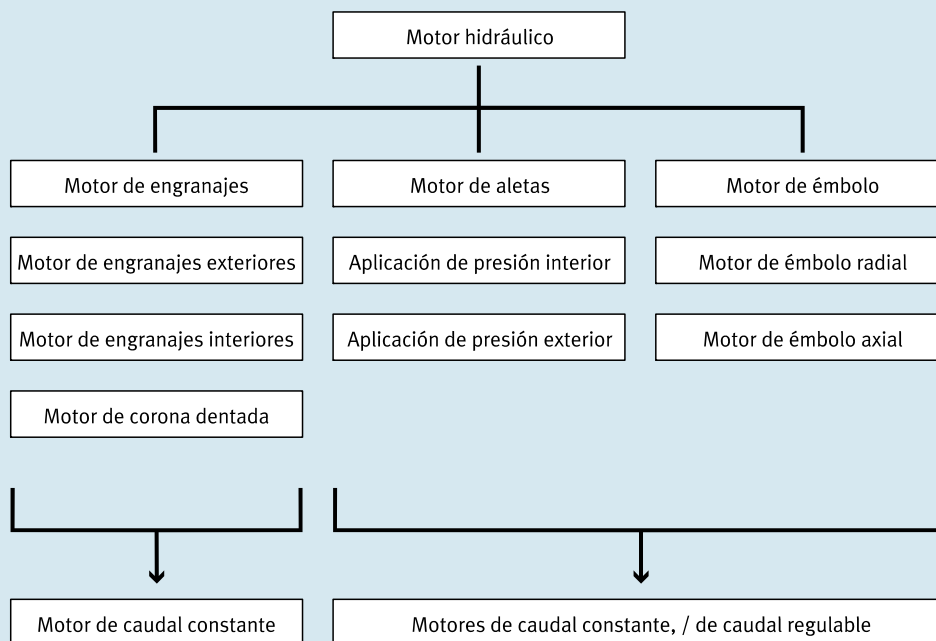
### Información

Los motores hidráulicos suelen tener la misma construcción que las bombas hidráulicas.

Clasificación:

- Motores constantes  
capacidad de absorción constante
- Motores regulables  
capacidad de absorción regulable

Existen numerosas variantes de estos tipos básicos.



Tipos de motores hidráulicos

Los motores hidráulicos son una parte del sistema de accionamiento. Por lo tanto, se trata de actuadores. Los motores hidráulicos convierten energía hidráulica en energía mecánica y generan un movimiento giratorio (actuador giratorio). Si el giro se produce dentro de los márgenes establecidos por un ángulo determinado, se trata de motores oscilantes.

En los motores hidráulicos se aplican los mismos parámetros que en las bombas hidráulicas. Sin embargo, en el caso de los motores hidráulicos se aplica el criterio de capacidad absorción, mientras que en el caso de las bombas hidráulicas se aplica el criterio de expulsión. Los fabricantes de motores hidráulicos indican el volumen de absorción en  $\text{cm}^3$  por giro. Además indican el margen de revoluciones correspondiente al funcionamiento eficiente del motor.

Fórmula de la capacidad de absorción de motores hidráulicos:

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

$$q = n \cdot V$$

$p$	Presión	[Pa]
$M$	Momento de giro	[Nm]
$V$	Desplazamiento geométrico, capacidad de absorción	[cm <sup>3</sup> ]
$q$	Caudal	[dm <sup>3</sup> /min]
$n$	Revoluciones	[min <sup>-1</sup> ]

Conociendo la capacidad de absorción y las revoluciones necesarias, puede calcularse el caudal que necesita el motor.

- a) Un motor con capacidad de absorción de  $V = 10 \text{ cm}^3$  deberá funcionar a  $n = 600$  revoluciones por minuto.  
Calcule el caudal  $q$  que necesita el motor.

$$q = \frac{10 \text{ cm}^3 \cdot 600}{\text{min}} = 6000 \text{ cm}^3/\text{min} = 6 \text{ dm}^3/\text{min} = 6 \text{ l/min}$$

La bomba debe tener una capacidad de  $6 \text{ dm}^3/\text{min}$  para que el motor gire a 600 revoluciones por minuto.

- b) Un motor hidráulico con una capacidad de absorción de  $V = 12,9 \text{ cm}^3$  funciona con un caudal de  $q = 15 \text{ dm}^3/\text{min}$ . Con las revoluciones que así se consiguen, el momento de giro  $M$  es de  $1 \text{ Nm}$ . ¿A qué revoluciones  $n$  gira el motor y cuál es la potencia  $P$ ?

**Calcule las revoluciones  $n$ :**

$$n = \frac{q}{V} = \frac{15 \text{ dm}^3}{12,9 \text{ cm}^3 \text{ min}} = \frac{15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{12,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ min}} = 1163 \text{ rpm}$$

**Calcule la potencia  $P$  expresada en vatios:**

$$P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M = 2 \cdot \pi \cdot 1163 \text{ rpm} \cdot 1 \text{ Nm} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1163 \cdot 1}{60} \cdot \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 122 \text{ W}$$

- c) Calcule el momento de giro entregado si se frena fuertemente el motor, generándose de esta manera una presión de 14 MPa (140 bar). Al realizar este cálculo no considere el grado de eficiencia mecánico-hidráulico y volumétrico.

**Cálculo del momento de giro  $M$  suponiendo una presión de entrada máxima:**

$$M = p \cdot V = 140 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 12,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 140 \cdot 10^5 \cdot 12,9 \cdot 10^{-6} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^3}{\text{m}^2}$$

$$M = 1806 \cdot 10^{-1} \text{ Nm} = 180,6 \text{ Nm}$$

## 2. Completar la lista de componentes

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

Cantidad	Identificación	Componente
1	1M1	Motor hidráulico
1	1V2	Válvula de 4/3 vías, manual, posición central a descarga (AB > T), con enclavamiento
1	1V1	Válvula de estrangulación y antirretorno (alternativa: válvula reguladora de caudal)
1	0V1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	0Z1	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
5	Tubo flexible de 600 mm
1	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm

### Importante

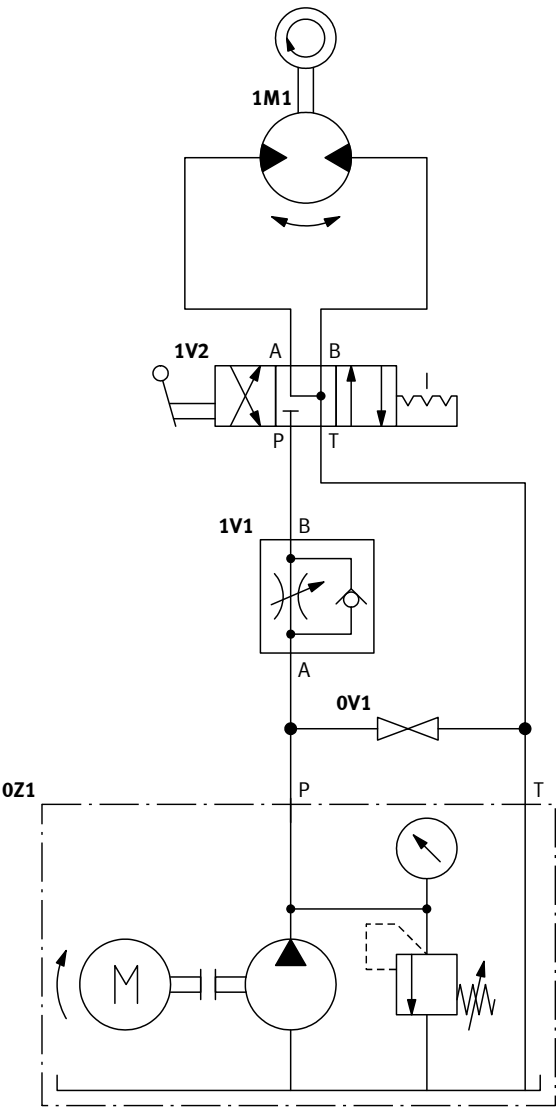
Para realizar las mediciones se necesita lo siguiente:

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

3. Montaje del sistema de control

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

- En la válvula limitadora de presión de sistema hidráulico ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) antes de iniciar el montaje según el esquema.
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión..
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.  
La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Cierre completamente la válvula estranguladora 1V1. A continuación, abra la válvula efectuando medio giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Alimente una tensión eléctrica de 24 V DC al sensor de caudal.

##### Importante

Las informaciones necesarias constan en el manual de instrucciones del sensor.

- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Para hacerlo, cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Conecte el motor hidráulico y compruebe si hay fugas. A continuación vuelva a desconectar el motor.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión límite de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ponga en funcionamiento el motor hidráulico y cerrando o abriendo el estrangulador de la válvula de estrangulación y antirretorno 1V1 ajuste el caudal  $q$  del motor hidráulico.

#### 5. Obtención de los valores de medición

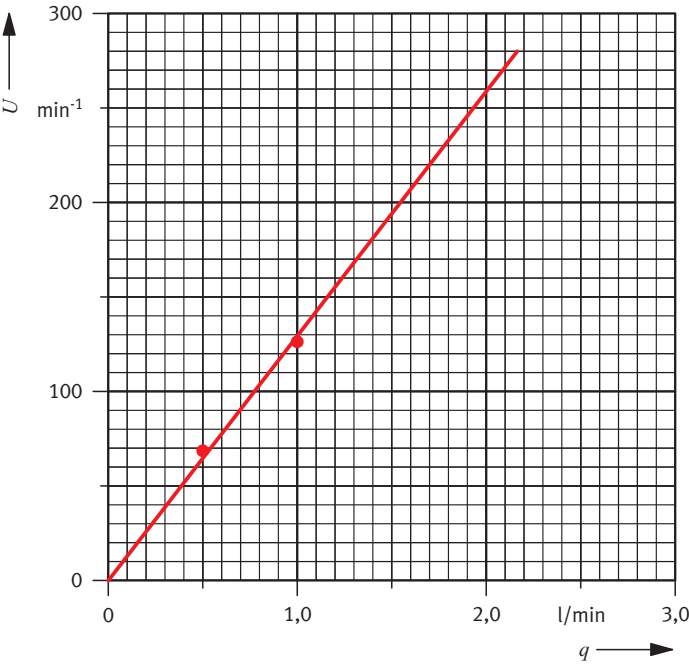
- a) Incluya los valores medidos en la tabla.

##### Importante

Con el fin de minimizar los errores de medición, efectúe cada medición tres veces y calcule el valor promedio.

Caudal $q$ [l/min]	Giro en sentido horario			Giro en sentido antihorario		
	Tiempo para 20 giros [s]		Revoluciones $n$ [rpm]	Tiempo para 20 giros [s]		Revoluciones $n$ [rpm]
	$t_1, t_2, t_3$	$t_{medio}$		$t_1, t_2, t_3$	$t_{medio}$	
0,5	17,8	17,5	68,6	17,6	18,2	65,9
	17,1			18,3		
	17,6			18,7		
1,0	9,7	9,5	126,3	9,4	9,5	126,3
	9,3			9,6		
	9,5			9,5		

b) Recurriendo a los valores que constan en la tabla confeccione la línea característica de las revoluciones en función del caudal.



Línea característica de revoluciones en función del caudal

Sugerencias para las clases

La línea incluida en el diagrama es solamente una referencia visual.

**6. Evalúe los resultados de las mediciones.**

- Explique el resultado de las mediciones.

Al conmutar la palanca manual de la válvula de 4/3 vías cambia el sentido de giro del motor hidráulico.

Al cambiar el ajuste de la estrangulación, cambian las revoluciones del motor hidráulico.

Las rpm del motor hidráulico cambian proporcionalmente al caudal. Duplicando el caudal se duplica la velocidad.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement



## Ejercicio 2

### Configuración de un circuito de menor consumo de energía (bypass / derivación)

#### ■ 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:

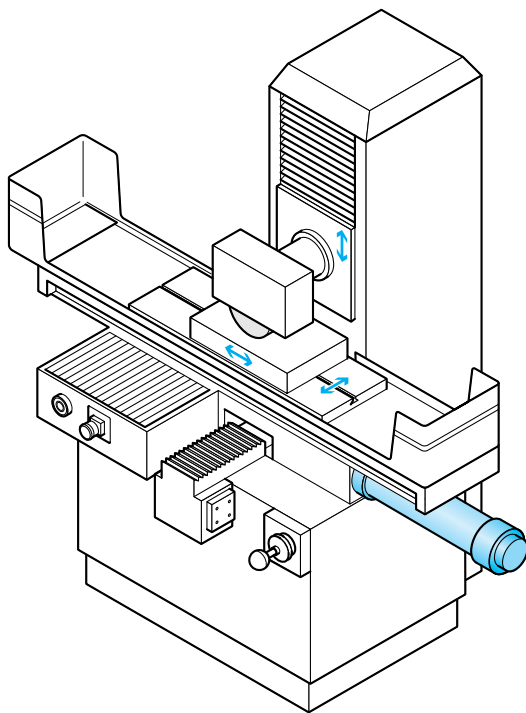
- Configuración de circuitos con bypass.
- Cálculo de balances de rendimiento de circuitos hidráulicos a partir de valores medidos.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Regulación del avance de la mesa de una máquina lijadora. Considerando que la presión de funcionamiento está sujeta a cambios, se admiten ligeras modificaciones de la velocidad de avance. El accionamiento está a cargo de un motor de absorción constante. Deberá configurarse un esquema de bajo consumo de energía utilizando una válvula reguladora de 2 vías.

Deberá determinarse el balance de rendimiento comparando una solución en la que la válvula reguladora de caudal de 2 vías está en el bypass (derivación) con otra en la que la válvula está montada directamente en el conducto de alimentación de la válvula de vías. En ambos casos deberá ajustarse un caudal de 1 l/min en el motor hidráulico y una contra presión de 2 MPa (20 bar).

#### ■ Plano de situación



Máquina lijadora plana

### ■ Descripción del proceso

Una vez que se realizó el montaje según el esquema de distribución hidráulico, la válvula manual de 4/3 vías deberá ponerse en posición central. A continuación se pone en funcionamiento el equipo hidráulico y se ajusta una presión de 5 MPa (50 bar) en el sistema.

El motor hidráulico se pone en funcionamiento conmutando la válvula manual de 4/3 vías (conexión desde A hacia P y desde B hacia T). La válvula reguladora de 2 vías se ajusta de tal manera hasta que el caudal del motor hidráulico es de 1,0 l/min. Con la válvula de estrangulación y antirretorno se ajusta una contrapresión de 2 MPa (20 bar) (lectura en el aparato de medición, justo delante del motor hidráulico).

Deberán apuntarse en la tabla la presión (delante y detrás de la válvula reguladora de caudal de 2 vías) y el caudal.

### ■ Tareas a resolver

1. Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente.
2. Efectúe el montaje, primero con la válvula reguladora de caudal en el conducto de alimentación y, a continuación, en el bypass.
3. Compruebe la configuración del sistema de control.
4. Mida las presiones y los caudales necesarios.
5. Calcule el balance de rendimiento válido en cada caso.
6. Evalúe los resultados de los cálculos.

### ■ Medios auxiliares

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



#### 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.

## 1. Completar la lista de componentes

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

Cantidad	Identificación	Componente
1	1M1	Motor hidráulico
1	1Z1	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V2	Válvula de 4/3 vías, manual, posición central a descarga (AB > T), con enclavamiento
1	1V3	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1V1	Válvula reguladora de caudal de 2 vías
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	OZ1	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
5	Tubo flexible de 600 mm
1	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm
1	Distribuidor en T

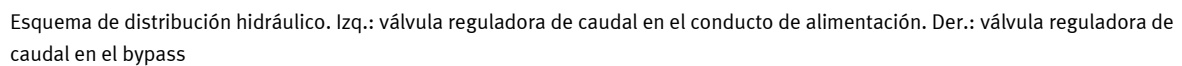
### Importante

Para realizar las mediciones se necesita lo siguiente:

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

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- En la válvula limitadora de presión de sistema hidráulico ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) antes de iniciar el montaje según el esquema.
- Utilice uno después de otro los dos esquemas de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

### 3. Comprobación de la configuración de los dos sistemas 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 caudal 1V1 y la válvula estranguladora 1V3. A continuación, abra las válvulas efectuando medio giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Alimente una tensión eléctrica de 24 V DC al sensor de caudal.

#### Importante

Las informaciones necesarias constan en el manual de instrucciones del sensor.

- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Para hacerlo, cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Conecte el motor hidráulico y compruebe si hay fugas. A continuación vuelva a desconectar el motor.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión límite de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ponga en funcionamiento el motor hidráulico y con las válvulas estranguladoras ajuste los valores deseados en la válvula reguladora 1V1 y en la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3.

#### 4. Obtención de los valores de medición y cálculo del rendimiento de salida

a) Incluya los valores medidos en la tabla.

	Presión delante de la válvula reguladora de caudal [MPa]	Presión detrás de la válvula reguladora de caudal [MPa]	Caudal en la válvula reguladora [l/min]
Válvula reguladora de caudal en el conducto de alimentación	5	2	1,0
Válvula reguladora de caudal en bypass	2	0	1,2

b) Calcule el rendimiento de salida  $P_M$  del motor hidráulico.

$p_m$  Presión delante del motor hidráulico, ajustada a 2 MPa (20 bar).

$q_m$  Caudal a través del motor hidráulico, ajustado a 1 l/min.

$$P_M = p_m \cdot q_m$$

$$P_M = 2 \text{ MPa} \cdot 1,0 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 1,0 \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 2 \cdot 1,0 \frac{10^3 \text{ Nm}}{60 \text{ s}}$$

$$P_M = 33,3 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 33,3 \text{ W}$$

#### 5. Cálculo de balances de rendimiento

a) Calcule el rendimiento de la variante con la válvula reguladora de caudal en el conducto de alimentación.

$p_p$  Presión medida delante de la válvula reguladora de caudal.

$q_p$  Caudal a través de la válvula reguladora de caudal, ajustada a 1 l/min.

$$P_p = p_p \cdot q_p$$

Potencia disipada:

$$P_V = P_p - P_M$$

$$P_p = 5,7 \text{ MPa} \cdot 1,0 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 5,7 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 1,0 \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 57 \cdot 1,0 \frac{10^2 \text{ Nm}}{60 \text{ s}}$$

$$P_p = 95 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 95 \text{ W}$$

$$P_V = 95 - 33,3 = 61,7 \text{ Watt}$$

- b) Calcule el rendimiento de la variante con la válvula reguladora de caudal en el bypass.

$p_p$  Presión medida delante de la válvula reguladora de caudal.

$q_p$  Caudal de la bomba para el motor y la válvula reguladora de caudal. Recorra al valor que consta en la hoja de datos.

$$P_p = 2,1 \text{ MPa} \cdot 2,2 \frac{1}{\text{min}} = 2,1 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,2 \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 21 \cdot 2,2 \frac{10^2 \text{ Nm}}{60 \text{ s}}$$

$$P_p = 77,0 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 77,0 \text{ W}$$

$$P_V = 77 - 33,3 = 43,7 \text{ W}$$

- c) Calcule la potencia disipada a través del bypass.

$p_v$  Presión medida delante de la válvula reguladora de caudal.

$q_v$  Caudal a través de la válvula reguladora de caudal.

$$P_V = p_v \cdot q_v$$

$$P_V = 2,1 \text{ MPa} \cdot 1,2 \frac{1}{\text{min}} = 2,1 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 1,2 \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 21 \cdot 1,2 \frac{10^2 \text{ Nm}}{60 \text{ s}}$$

$$P_V = 42,0 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 42,0 \text{ W}$$

## 6. Evaluación los resultados de los cálculos.

- Evalúe los resultados de los cálculos.

La solución con la válvula reguladora de caudal de 2 vías en el bypass es más favorable en términos de consumo de energía. Según los cálculos, en este caso la potencia disipada es menor. El excedente de caudal se desvía hacia el depósito a través de la válvula reguladora con un valor inferior a la presión de funcionamiento necesaria.

La desventaja de la solución con bypass consiste en que un caudal constante proveniente de la bomba incide directamente en las revoluciones del motor hidráulico.



### Ejercicio 3

#### Elevación de cargas pesadas (distribuidor de flujo)

##### ■ Objetivos didácticos

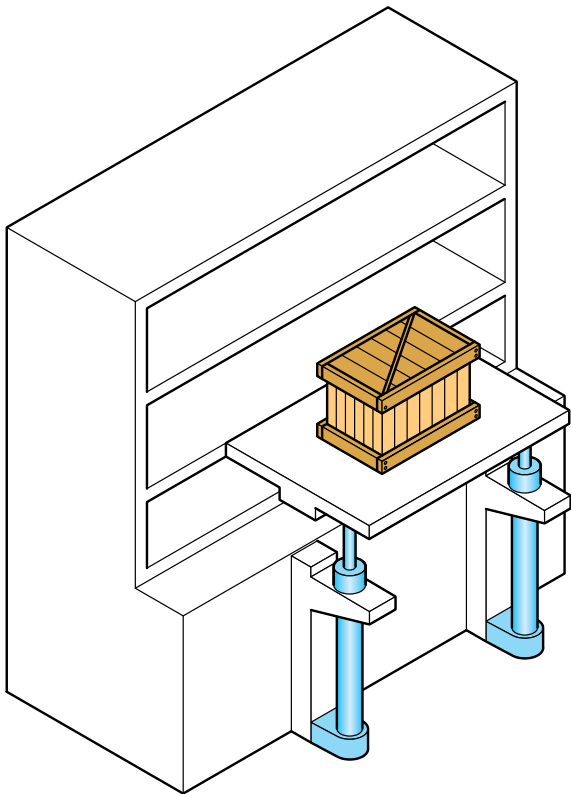
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Construcción y funcionamiento de contactores.
- Aplicación de un distribuidor para la marcha sincronizada de dos cilindros.

##### ■ Descripción de la tarea a resolver

Un sistema elevador de cargas pesadas está equipado con dos cilindros hidráulicos. Para que el sistema funcione correctamente es necesario que los dos vástagos fijados a la mesa avancen a la misma velocidad aunque se aplique una carga desequilibrada. Deberá proponerse un esquema de distribución con una válvula divisora de flujo.

##### ■ Plano de situación



Sistema elevador con dos cilindros hidráulicos

### ■ Descripción del proceso

Para simular una carga desequilibrada se aplica una fuerza sobre uno de los cilindros.

Una vez realizado el montaje de acuerdo con el esquema de distribución, puede ponerse en funcionamiento el sistema. Ajuste de la presión del sistema a 5 MPa (50 bar).

Al accionar la válvula manual de 4/2 vías se ponen en funcionamiento los cilindros.

### ■ Tareas a resolver

1. Estudie la configuración y el funcionamiento de un distribuidor.
2. Complete el esquema de distribución hidráulico.
3. Complete la lista de componentes de la solución con una válvula distribuidora.
4. Realice el montaje del sistema para resolver el ejercicio.
5. Compruebe la configuración del sistema de control.
6. Analice el avance y el retroceso de los cilindros con y sin válvula distribuidora.

### ■ Medios auxiliares

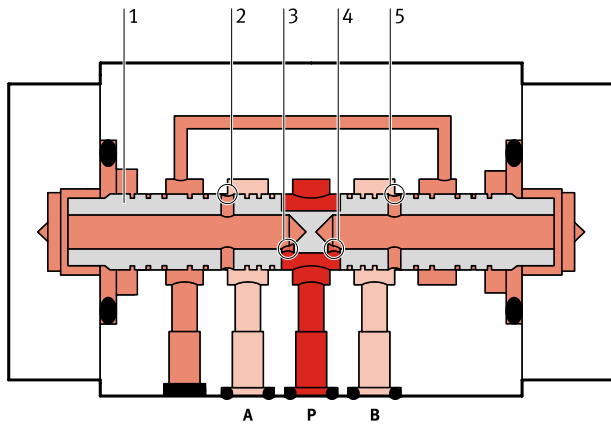
- Hojas de datos
- Instrucciones de utilización
- Manual de estudio: Hidráulica
- Programa de simulación FluidSIM® H



#### 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.

## 1. Construcción y funcionamiento de una válvula distribuidora



Válvula distribuidora – Corte en sección. 1: Émbolo de regulación, 2, 3, 4, 5: Zonas de estrangulación

- Describa el funcionamiento la válvula distribuidora.

La válvula divide el caudal independientemente de la carga en proporción 50:50.

### **Carga simétrica:**

El aceite fluye desde P hacia A y hacia B a través de las cuatro zonas de estrangulación idénticas.

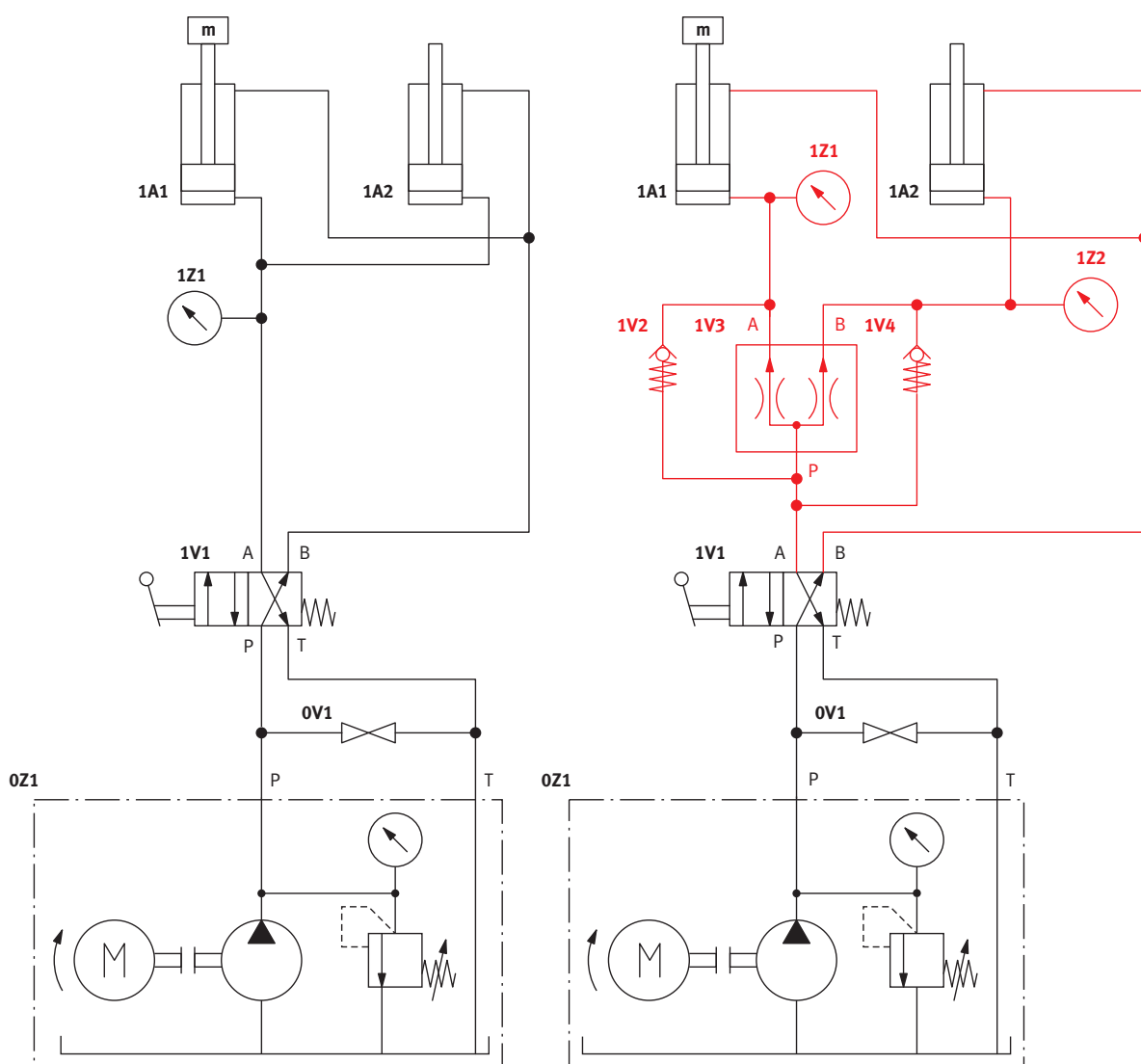
### **Carga asimétrica:**

Si la presión en A es superior a la presión en B, el émbolo (1) avanza hacia la derecha. De esta manera aumenta el tamaño de las secciones de las zonas de estrangulación (2,3), mientras que el tamaño las secciones de las zonas de estrangulación (4, 5) disminuye. La resistencia de P→A disminuye, mientras que la de P→B aumenta. De esta manera se mantienen iguales aproximadamente los caudales. Una vez superada la zona de regulación, ambos caudales disminuyen hasta que se bloquea completamente la alimentación.

## 2. Completar el esquema de distribución hidráulico

- a) Amplíe el esquema de distribución hidráulico del sistema elevador de tal manera que aunque se aplique una carga desigual, el avance de los cilindros sea idéntico.

Incluya los símbolos adicionales en el esquema de distribución. Identifique los componentes e incluya las denominaciones de las conexiones agregadas.



Esquema de distribución hidráulico. Izq.: esquema inicial. Der.: esquema modificado

### 3. Completar la lista de componentes

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

Cantidad	Identificación	Componente
2	1A1, 1A2	Cilindro de doble efecto
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
1	1V3	Válvula distribuidora de caudal
2	1V2, 1V4	Válvula antirretorno
1	0V1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	0Z1	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
4	Tubo flexible de 600 mm
4	Tubo flexible de 1000 mm
2	Tubo flexible de 1500 mm
5	Distribuidor en T

#### 4. Configuración de sistemas de control con y sin válvula divisora de flujo

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

- En la válvula limitadora de presión de sistema hidráulico ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) antes de iniciar el montaje según el esquema.
- Para solucionar la tarea de este ejercicio monte el cilindro que soporta la carga lateralmente, junto a la columna perfilada vertical, mientras que el cilindro sin carga deberá montarse en la misma columna, pero en su lado frontal. Monte las tapas de protección apropiadas.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Compruebe si las tapas protectoras están montadas correctamente en los cilindros.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Para hacerlo, cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión límite de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

## 6. Avance y retroceso de los cilindros

- Describa el comportamiento de los cilindros al avanzar y retroceder con y sin válvula divisora. Evalúe los resultados.

### Sin válvula divisora de flujo

Sin válvula divisora, el cilindro sin carga avanza primero. La carga que soporta ese cilindro es menor. Una vez que el vástago de ese cilindro se encuentra en su posición final, aumenta la presión en el sistema hasta que el segundo cilindro puede superar la resistencia. Entonces avanza el vástago del segundo cilindro (sometido a carga) hasta alcanzar su posición final delantera. A continuación aumenta la presión hasta que se alcanza la presión ajustada previamente con la válvula limitadora de la presión del sistema.

### Con válvula divisora de flujo

Con válvula divisora, los dos cilindros avanzan simultáneamente a pesar de soportar cargas diferentes. La válvula divisora de flujo regula el caudal hacia las unidades consumidoras en función de la presión imperante en el sistema, de manera que los dos vástagos pueden avanzar suavemente de manera simultánea. Únicamente en un primer instante se puede observar un movimiento brusco.

A continuación, primero retrocede el vástago del cilindro con carga, seguido del cilindro con carga.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement



## Ejercicio 4

### Optimización del sistema elevador (divisor de flujo y válvulas limitadoras de presión)

#### ■ Objetivos didácticos

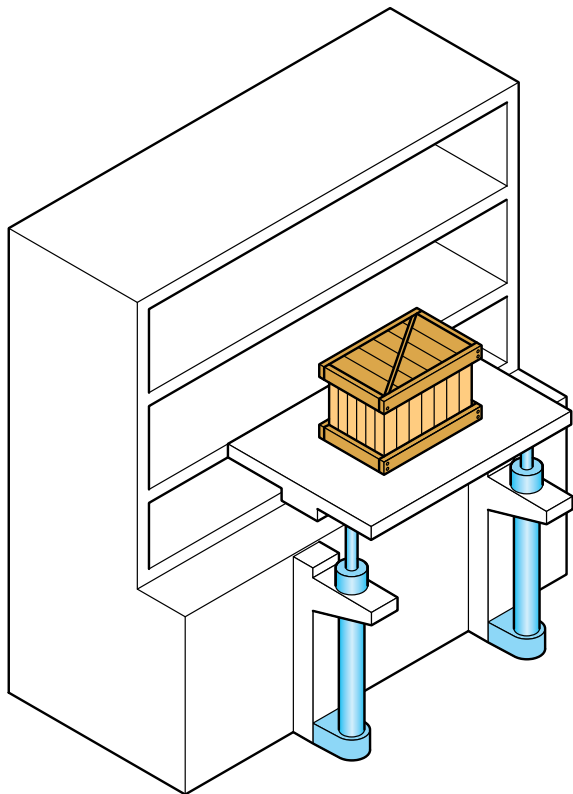
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Construcción y funcionamiento de contactores.
- Aplicación de un distribuidor para la marcha sincronizada de dos cilindros.
- Sincronización de movimientos en avance y en retroceso.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Un sistema elevador de cargas pesadas está equipado con dos cilindros hidráulicos. Para que el sistema funcione correctamente es necesario que los dos vástagos fijados a la mesa avancen y retrocedan a la misma velocidad aunque se aplique una carga desequilibrada. Deberá proponerse un esquema de distribución con una válvula divisora de flujo y con válvulas limitadoras de presión.

#### ■ Plano de situación



Sistema elevador con dos cilindros hidráulicos

#### ■ Tareas a resolver

1. Complete la lista de componentes.
2. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
3. Compruebe la configuración del sistema de control.
4. Analice el avance y el retroceso de los cilindros. Explique el resultado de sus observaciones.

#### ■ Medios auxiliares

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



#### 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.

## 1. Completar la lista de componentes

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

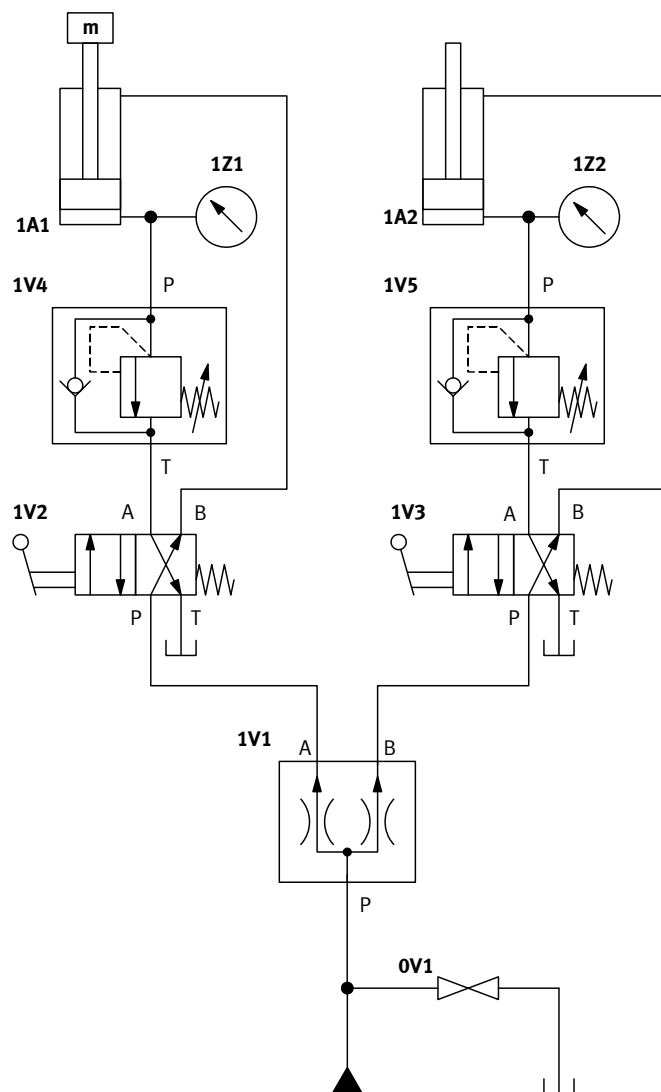
Cantidad	Identificación	Componente
2	1A1, 1A2	Cilindro de doble efecto
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
2	1V2, 1V3	Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
1	1V1	Válvula distribuidora de caudal
2	1V4, 1V5	Válvula limitadora de presión
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
7	Tubo flexible de 600 mm
5	Tubo flexible de 1000 mm
2	Tubo flexible de 1500 mm
1	Distribuidor en T

## 2. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Para solucionar la tarea de este ejercicio monte el cilindro que soporta la carga lateralmente, junto a la columna perfilada vertical, mientras que el cilindro sin carga deberá montarse en la misma columna, pero en su lado frontal. Monte las tapas de protección apropiadas.
- Ajuste una presión de 1,5 MPa (15 bar) en las válvulas limitadoras de presión (contrapresión) antes de montarlas en el sistema.
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

### 3. 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.
- Compruebe si las tapas protectoras están montadas correctamente en los cilindros.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión de funcionamiento de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

#### 4. Avance y retroceso de los cilindros

- Anote el comportamiento de los cilindros al avanzar y retroceder. Evalúe los resultados.

Gracias a las dos válvulas limitadoras de presión 1V4 y 1V5, los dos cilindros retroceden simultáneamente.

La palanca de accionamiento de las dos válvulas manuales de 4/2 vías 1V2 y 1V3 deben estar acopladas entre sí para poder accionar los dos cilindros al mismo tiempo.

##### Importante

El conjunto didáctico únicamente incluye una válvula manual de 4/2 vías. Por lo tanto, deberá utilizar adicionalmente una válvula manual de 4/3 vías.



##### Montaje del sistema de control

Antes de realizar el montaje del sistema de control, abra las dos válvulas limitadoras de presión 1V4 y 1V5. La indicación de los manómetros 1Z1 y 1Z2 baja a cero puesto que no hay presión conectada.

## Ejercicio 5

### Aumento de la velocidad de avance (circuito de derivación)

#### ■ Objetivos didácticos

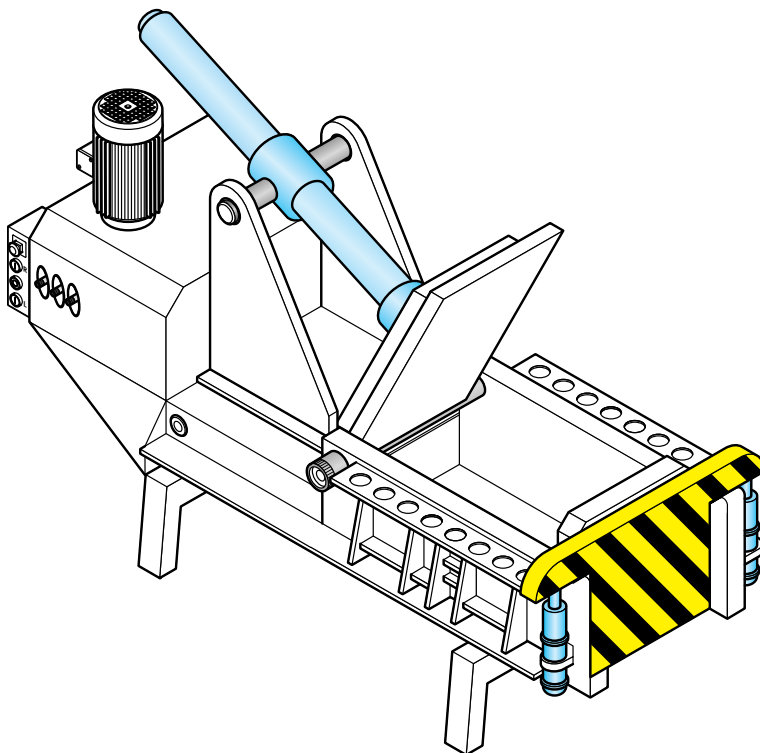
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Funcionamiento de un circuito de derivación.
- Cálculos de fuerzas en el cilindro.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Las mordazas de una prensa de piezas de desguace funcionan con dos cilindros hidráulicos de doble efecto. Al principio del movimiento, cuando la fuerza de prensado aún es pequeña, los cilindros deberán moverse más rápidamente que al final de la operación de prensado, cuando la fuerza necesaria es mayor. Cuando los cilindros avanzan rápidamente al principio deberá aprovecharse el volumen de aceite contenido en el lado del vástago. La velocidad se ajusta con una válvula estranguladora.

#### ■ Plano de situación



Prensa de piezas de desguace

### ■ Descripción del proceso

Una vez que se realizó el montaje según el esquema de distribución, la válvula de 4/3 vías manual deberá ponerse en la posición b. A continuación se pone en funcionamiento el motor hidráulico y la válvula limitadora de la presión del sistema se mantiene cerrada hasta que el presostato indica una presión de 5 MPa (50 bar)

El cilindro se pone en movimiento poniendo la válvula manual de 4/3 vías en la posición a o 0. El émbolo avanza. El caudal se regula con la válvula de estrangulación y antirretorno.

### ■ Tareas a resolver

1. Analice el funcionamiento de un circuito de derivación.
2. Complete la lista de componentes.
3. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Mida la duración de los movimientos y calcule la velocidad de avance.
6. Calcule la relación entre las superficies.
7. Calcule las fuerzas de compresión.
8. Evalúe los resultados.

### ■ Medios auxiliares

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



### 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.



## 1. Circuito de derivación

### Información

En el caso de un circuito de derivación, tanto el lado del émbolo como el lado del vástago de un cilindro están conectados a presión. De esta manera, la velocidad de avance del émbolo es mayor, ya que se produce un flujo desde la cámara del vástago hacia la cámara del émbolo a través de la válvula de vías.

En el caso de un circuito de derivación, la fuerza de avance del cilindro es mejor porque se aplica una contrafuerza en el lado del vástago. Uniendo la cámara del émbolo con la del vástago se aplica la misma presión en ambos lados del émbolo. Considerando la relación de las superficies  $\alpha = 1,64 : 1$  (superficie en el lado del émbolo en relación con la superficie en el lado de vástago), es posible calcular la contrafuerza que se aplica en el lado del vástago. El vástago avanza con fuerza aminorada.

En el caso de cilindros con una relación de superficies  $\alpha = 2 : 1$ , la velocidad de avance y es igual a la de retroceso. Por lo tanto, se trata de un circuito diferencial.

## 2. Completar 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.

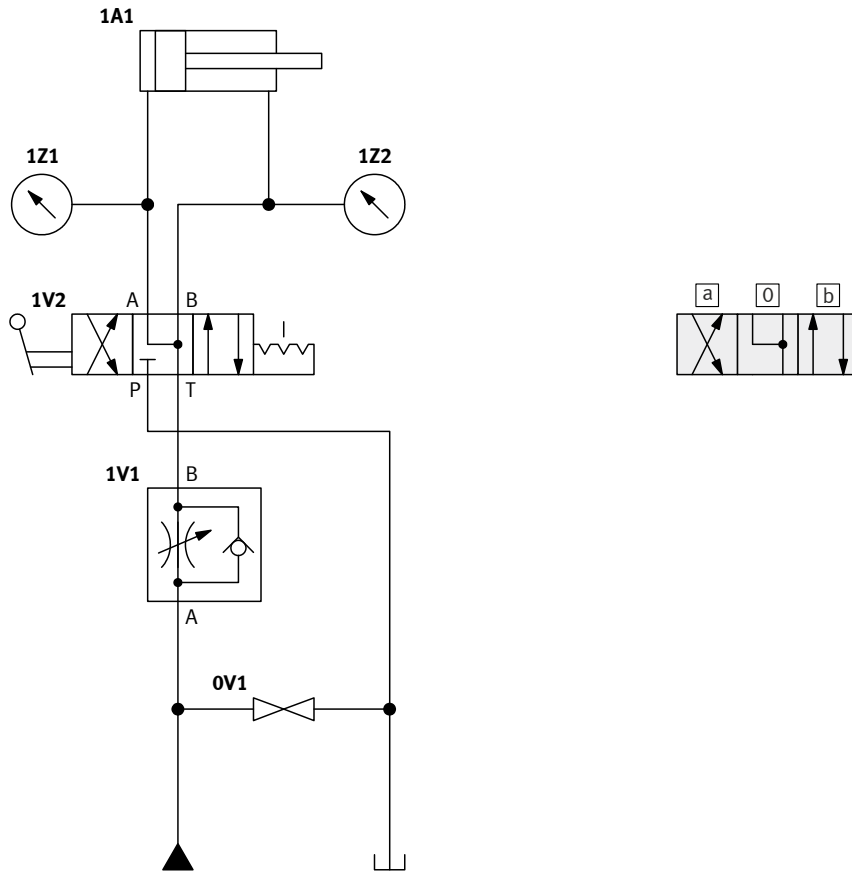
Cantidad	Identificación	Componente
1	1A1	Cilindro de doble efecto
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V2	Válvula de 4/3 vías, manual, posición central a descarga (AB > T), con enclavamiento
1	1V1	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	0V1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
5	Tubo flexible de 600 mm
1	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm

### 3. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Utilice el esquema de distribución.



Posiciones de la válvula – a:  $P \rightarrow B$  y  $A \rightarrow T$ ; 0: P bloqueada, ABT conectadas; b:  $P \rightarrow A$  y  $B \rightarrow T$

- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
  - Compruebe que los tubos flexibles no se doblen.
- 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.
  - Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
  - Cierre completamente la válvula estranguladora 1V1. A continuación, abra la válvula efectuando medio giro.
  - Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
  - Ponga en marcha la bomba hidráulica.
  - Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).
- En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
  - Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión de funcionamiento prevista de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
  - Ejecute varios ciclos completos de control.
  - Utilizando el estrangulador de la válvula de estrangulación y antirretorno 1V1 ajuste los valores necesarios.

#### 5. Medición de la duración de los movimientos y cálculo de la velocidad de avance.

- a) Mida la duración de los movimientos y calcule las velocidades correspondientes. Incluya los resultados en la tabla.

##### Importante

Para ajustar la válvula de estrangulación y antirretorno utilice la escala que se encuentra en el botón giratorio (desde 0 hasta 9).

Con el fin de minimizar los errores de medición, efectúe cada medición tres veces y calcule el valor promedio.

Posición de mando	Avance sin circuito de derivación activo			Avance con circuito de derivación activo			Retroceso		
	a			0			b		
Válvula de estrangulación y antirretorno	Tiempo para un movimiento de avance [s]		Velocidad [m/min]	Tiempo para un movimiento de avance [s]		Velocidad [m/min]	Tiempo para un movimiento de avance [s]		Velocidad [m/min]
	$t_1, t_2, t_3$	$t_{medio}$		$t_1, t_2, t_3$	$t_{medio}$		$t_1, t_2, t_3$	$t_{medio}$	
Boton giratorio: 5 (Medio giro)	1,6	1,7	7,1	0,8	0,8	15,0	0,9	1,1	10,9
	1,6			0,9			1,2		
	1,9			0,7			1,2		
Boton giratorio: 10 (Un giro)	1,1	1,1	10,9	0,5	0,6	20,0	0,7	0,8	15,0
	1,2			0,7			0,7		
	1,0			0,6			1,0		

**Ejemplo de cálculo**Carrera del cilindro  $s = 200 \text{ mm}$ 

Posición a de conmutación y válvula de estrangulación y antirretorno medio giro (escala) abierta.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{200 \text{ mm}}{0,9 \text{ s}} = \frac{0,2 \text{ m}}{0,9 \text{ s}} = 0,22 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \approx 13,3 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

**6. Cálculo de las superficies del lado del émbolo y del lado del vástago**

- Calcule la superficie del lado del émbolo y la del lado del vástago y la relación entre ellas.

Parámetros conocidos:

Diámetro del émbolo:  $d_K = 16 \text{ mm}$ Diámetro del vástago:  $d_{KSt} = 10 \text{ mm}$ **Superficie del émbolo**

$$A_K = \frac{\pi}{4} \cdot 16^2 \text{ mm}^2 = 3,14 \cdot \frac{256}{4} \text{ mm}^2 = 3,14 \cdot 64 \text{ mm}^2 = 201 \text{ mm}^2$$

**Superficie del vástago**

$$A_{KSt} = \frac{\pi}{4} \cdot 10^2 \text{ mm}^2 = 3,14 \cdot \frac{100}{4} \text{ mm}^2 = 3,14 \cdot 25 \text{ mm}^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

**Superficie del anillo del émbolo**

$$A_{KR} = 201,0 - 78,5 = 122,5 \text{ mm}^2$$

**Relación entre la superficie del lado del émbolo y la superficie del lado del vástago**

$$\alpha = \frac{A_K}{A_{KR}} = \frac{201,0 \text{ mm}^2}{122,5 \text{ mm}^2} = 1,64$$

## 7. Cálculo de las fuerzas

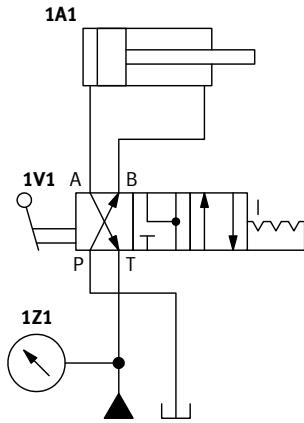
- a) Calcule las fuerzas del cilindro al avanzar y al retroceder y, además, las del circuito de derivación.

### Cilindro en movimiento de avance

$$F_{\text{aus}} = p \cdot A_K$$

Cálculo

$$F_{\text{aus}} = 5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 201 \text{ mm}^2 = 1005 \text{ N}$$

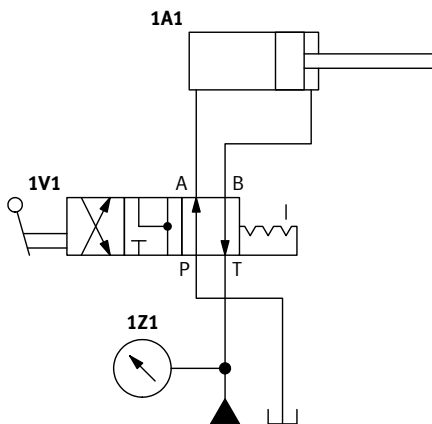


### Cilindro en movimiento de retroceso

$$F_{\text{ein}} = p \cdot A_{KR}$$

Cálculo

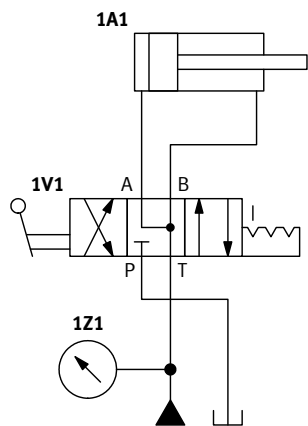
$$F_{\text{ein}} = 5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 122,5 \text{ mm}^2 = 612,5 \text{ N}$$



**Circuito de derivación**  $F_{Um} = F_{aus} - F_{ein}$

Cálculo

$$F_{Um} = 1005 \text{ N} - 612,5 \text{ N} = 392,5 \text{ N}$$



b) Incluya los resultados de los cálculos en la tabla.

	Avance sin circuito de derivación activo	Avance con circuito de derivación	Retroceso
Posición de mando	a	0	b
Fuerza [N]	1005	392,5	617,5

8. Evaluación de los resultados

- Tome apuntes de la evaluación de los resultados obtenidos.

El experimento confirmó las propiedades supuestas de un circuito de derivación. Cuando el cilindro avanza, la velocidad aumenta 1,8 veces mientras que la fuerza disminuye 2,6 veces.

## Ejercicio 6

### Reducción de los tiempos de producción (avance rápido)

#### ■ Objetivos didácticos

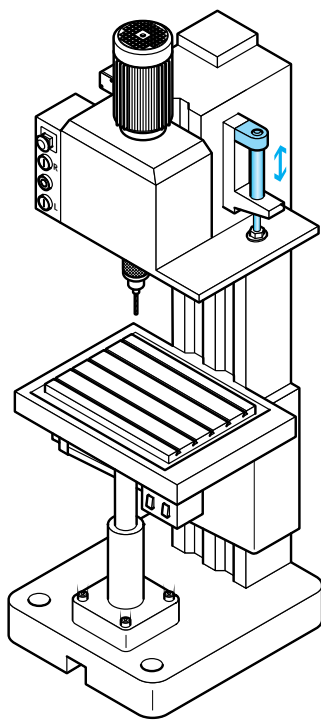
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Funcionamiento de un circuito con avance rápido.
- Confección de un diagrama de espacio - pasos sobre la base de la descripción de las secuencias.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Numerosas máquinas herramienta tienen una función de avance rápido. El taladro deberá avanzar rápidamente hasta la pieza y, a continuación deberá seguir avanzando a menor velocidad durante la operación de taladrado. Con el avance rápido se acortan los tiempos de producción. La velocidad de avance debe ser regulable, considerando el material de la pieza y el diámetro de la broca.

#### ■ Plano de situación



Taladradora

### ■ Descripción del proceso

Para solucionar esta tarea deberá configurarse un esquema con una válvula manual de 4/2 vías. La conmutación de avance rápido a avance lento está a cargo de una válvula de leva de 2/2 vías que se activa mediante una guía montada en el cilindro.

La velocidad de avance se regula mediante una válvula reguladora de 2 vías. Para que el movimiento de retroceso se ejecute a máxima velocidad, es necesario prever una derivación a través de una válvula de antirretorno para puentear la válvula reguladora.

### ■ Tareas a resolver

1. Estudie la configuración y el funcionamiento de una válvula de leva de 2/2 vías.
2. Confeccione el diagrama espacio-pasos.
3. Confeccione el correspondiente esquema GRAFCET.
4. Estudie el diagrama espacio-pasos.
5. Complete el esquema de distribución hidráulico.
6. Complete la lista de componentes.
7. Realice el montaje del sistema para resolver el ejercicio.
8. Compruebe la configuración del sistema de control.
9. Realice las mediciones y apunte los valores en la tabla.
10. Describa el funcionamiento del sistema montado según el esquema de distribución.

### ■ Medios auxiliares

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

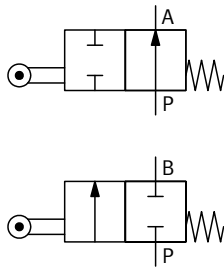


#### Control visual

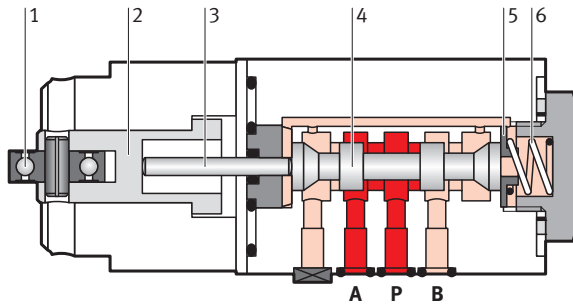
En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.



### 1. Construcción y funcionamiento de una válvula de leva de 2/2 vías



Válvula de leva de 2/2 vías – Símbolo



Válvula de 2/2 vías – Dibujo en sección. 1: Rodamiento de bolas 2: Leva 3: Vástago 4: Émbolo 5: Platillo el muelle 6: Muelle

- Describa el funcionamiento de la válvula de leva de 2/2 vías.

La válvula se utiliza para regular el caudal. Su accionamiento es mecánico. La válvula funciona conectada a la conexión A o B.

Posición normal con conexión en A:  
el muelle (6) aplica presión en el émbolo (4) contra el tope. Conexión P→A .

Posición normal con conexión en B:  
Conexión P→B bloqueada.

Activada con conexión en A:  
el accionamiento se produce mecánicamente aplicando fuerza en el émbolo contra la fuerza del muelle a través del rodamiento, la leva y el vástago. Así se bloquea P→A.

2. Diagrama espacio-pasos

Información

El diagrama espacio-pasos es un diagrama de movimientos. El diagrama espacio-pasos se utiliza para la representación esquemática de la secuencia de movimientos. El diagrama muestra las secuencias del funcionamiento de los componentes. El recorrido se muestra en función de las secuencias de los movimientos.

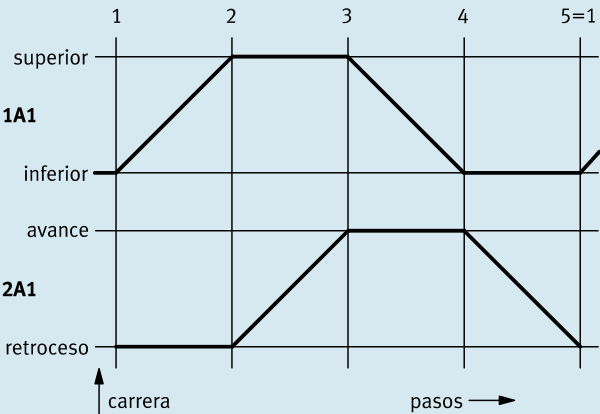
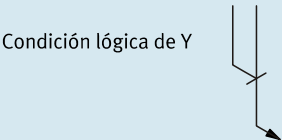
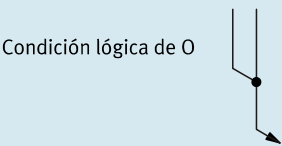
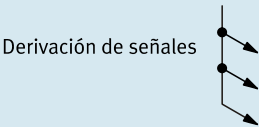
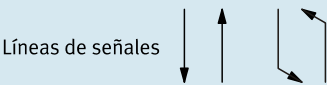


Diagrama espacio-pasos, representación de las líneas funcionales

El diagrama muestra los movimientos ejecutados por los dos cilindros 1A1 y 2A1. En el primer paso avanza el cilindro 1A1. En el segundo paso avanza el cilindro 2A1. En el tercer paso retrocede el cilindro 1A1. En el cuarto paso retrocede el cilindro 2A1. El quinto paso corresponde al primer paso.

En un diagrama de funciones se pueden incluir las líneas funcionales y, además, las líneas de las señales.

Una línea de señal empieza en el elemento transmisor de la señal, y finaliza donde se produce un cambio de estado a raíz de dicha señal. Las flechas en las líneas de señales indica el sentido de flujo de la señal.

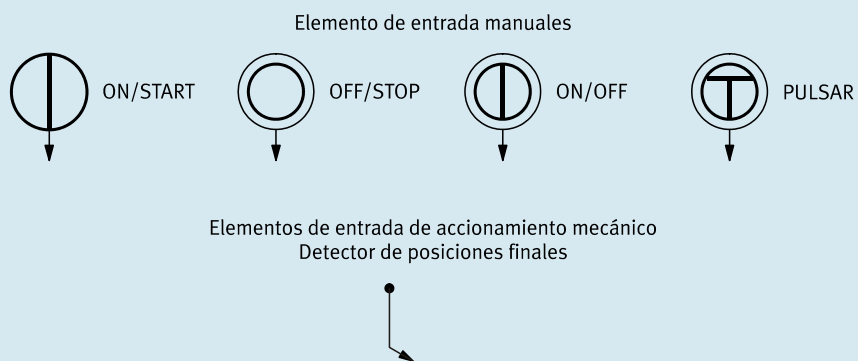


Representación de líneas de las señales

Las derivaciones de señales se representan en el diagrama mediante puntos. Una señal de salida provoca cambios de estado de componentes.

La condición lógica de O se identifica con un punto en el punto de unión de las líneas de señales. Cumpliéndose la condición de O, las señales de salida provocan independientemente entre sí el mismo cambio de estado.

La función lógica de Y se identifica con una línea oblicua en el punto de unión de las señales. Cumpliéndose la función lógica de Y únicamente se produce un cambio de estado si están presentes todas las señales de salida.



Representación de elementos de entrada

Las denominaciones de cada uno de los módulos de entrada se indican en el punto de inicio de cada una de las líneas.

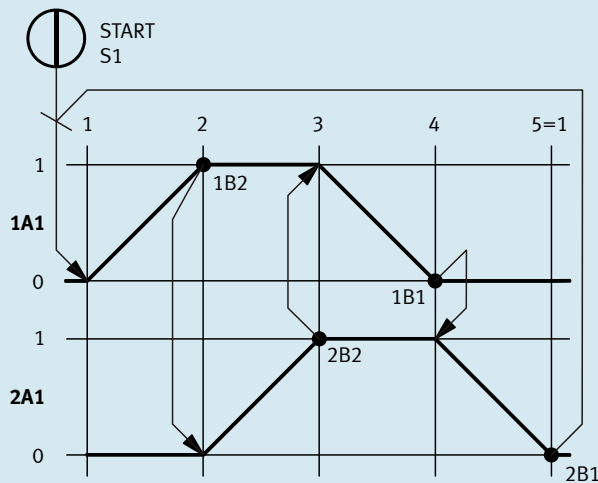
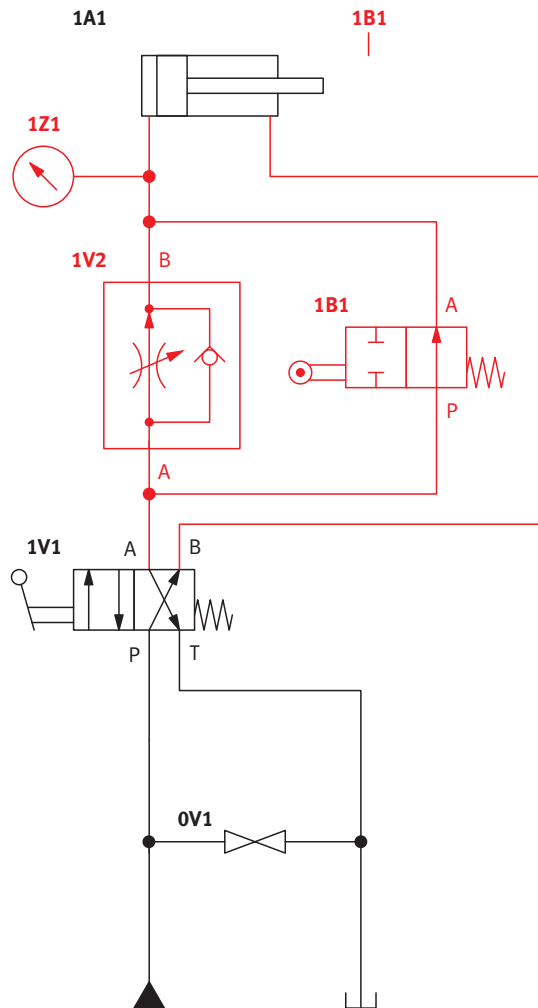


Diagrama espacio-pasos con líneas de funciones y líneas de transmisión de señales

### 3. Completar el esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico del avance del portabrocas.

Incluya los símbolos adicionales en el esquema de distribución. Identifique los componentes e incluya las denominaciones de las conexiones agregadas.



#### 4. Completar 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	Componente
1	1A1	Cilindro de doble efecto
1	1Z1	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
1	1V2	Válvula reguladora de caudal de 2 vías
1	1B1	Válvula de 2/2 vías con leva, transformable
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
7	Tubo flexible de 600 mm
2	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm
2	Distribuidor en T

#### 5. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Monte en el cilindro el módulo de activación de la válvula de leva de 2/2 vías.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión..
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.  
La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

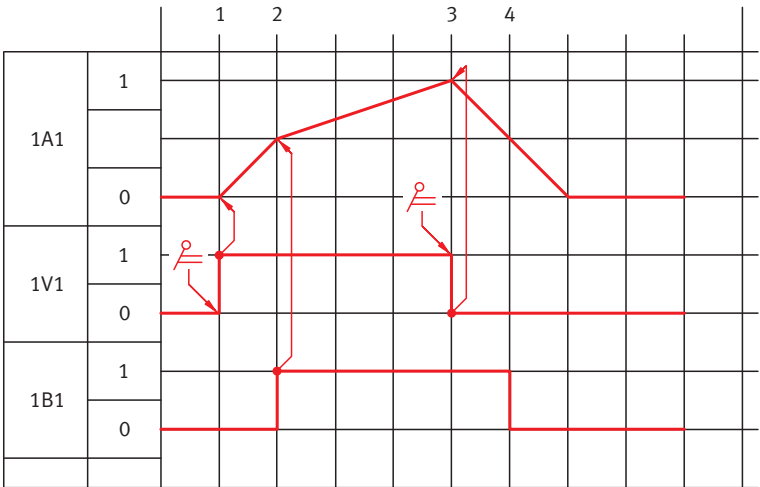
6. Comprobación la configuración del sistema de control

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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente el estrangulador de la válvula reguladora de 2 vías 1V2. A continuación. Abra la válvula efectuando medio giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión de funcionamiento prevista de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ejecute varios ciclos completos de control.
- Ajuste los valores deseados utilizando el estrangulador de la válvula reguladora 1V2.

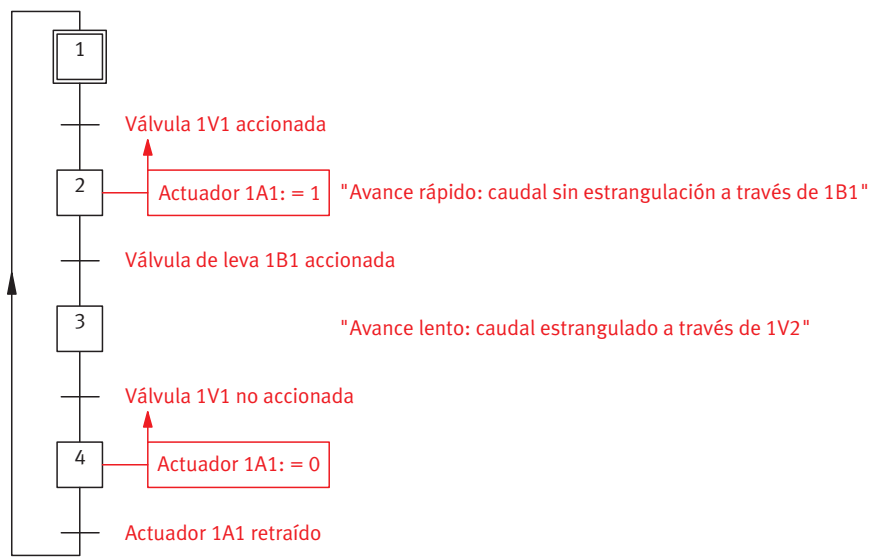
7. Confección del diagrama espacio-pasos

- Confeccione el correspondiente diagrama espacio-pasos.



8. Confeccione el Grafcet para describir las secuencias

- Confeccione el correspondiente esquema GRAFCET.



9. Medición de los tiempos y cálculo de la velocidad del émbolo

- a) Mida los tiempos y apunte los resultados en la tabla.

Válvula reguladora de 2 vías (abierta, giros)	Avance rápido Tiempo para $s_1$ $t_1$ [s]	Velocidad del émbolo $v_1$ [m/min]	Avance Tiempo para $s_2$ $t_2$ [s]	Velocidad del émbolo $v_2$ [m/min]
1/2	0,7	12,9	0,65	4,6
1	0,7	12,9	0,5	6
1 1/2	0,7	12,9	0,4	7,5
2	0,7	12,9	0,25	12

- b) Calcule las velocidades del émbolo y apúntelas en la tabla.

**Importante**

Fórmula para calcular la velocidad:  $v = \frac{s}{t}$

$s_1 = 150 \text{ mm}$

$s_2 = 50 \text{ mm}$

## 10. Descripción del funcionamiento según el esquema

- Describa el funcionamiento del sistema montado según el esquema de distribución.

Para conmutar de avance rápido a avance lento se utiliza la válvula de leva de 2/2 vías. Primer está abierto el paso y el cilindro avanza rápidamente.

Una vez que el cilindro actúa sobre la leva de la válvula de 2/2 vías, se bloquea el paso. En estas condiciones, el flujo se produce únicamente a través de la válvula reguladora de 2 vías.

La velocidad de avance se regula mediante la válvula reguladora de 2 vías. Dependiendo del ajuste de esta válvula cambia el caudal que fluye hacia el lado del émbolo del cilindro.



## Ejercicio 7

### Movimiento de un cilindro en caso de fallo de la bomba (acumulador hidráulico)

#### ■ Objetivos didácticos

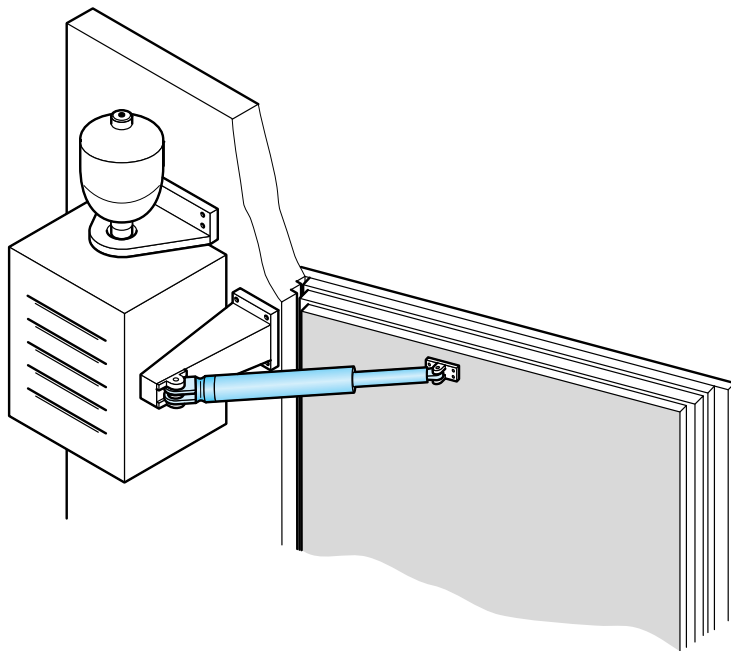
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Instalación de un acumulador de membrana a modo de acumulador volumétrico.
- Avance y retroceso del cilindro en el acumulador después de desconectar la bomba.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Una pesada puerta de una cámara frigorífica se abre y cierra mediante un cilindro hidráulico. Para evitar que se bloquee la puerta estando cerrada en caso de producirse un corte de la corriente eléctrica, deberá incluirse en el sistema un acumulador de membrana. De esta manera se puede seguir abriendo y cerrando la puerta varias veces después del corte de la alimentación de energía. El accionamiento de la puerta está a cargo de una válvula manual de 4/2 vías con reposición por muelle. Esta válvula deberá conectarse de tal manera que el vástago esté extendido si la válvula está en su posición normal.

#### ■ Plano de situación



Puerta de una cámara frigorífica

### ■ Descripción del proceso

Una vez concluido y comprobado el montaje del sistema según el esquema, primero se desconecta el acumulador y, a continuación, se hace lo mismo con la válvula de cierre 0V1. A continuación se pone en funcionamiento el equipo hidráulico y se ajusta una presión de 5 MPa (50 bar) en el sistema. En esas condiciones se puede cargar el acumulador. Después de varios movimientos de avance y retroceso del cilindro, se desconecta el motor hidráulico. Conmutando la válvula 1V3 de 4/2 vías es posible que el cilindro avance y retroceda varias veces después de la desconexión de la alimentación de energía. Durante la ejecución de estos movimientos disminuye lentamente la presión dentro del acumulador. Esta disminución se puede observar en el presostato 1Z1. Antes de desmontar el sistema debe desconectarse el acumulador y, además, el acumulador no debe estar bajo presión.

### ■ Condiciones generales

En este ejercicio no se considera la desconexión de seguridad normalmente necesaria para evitar el aprisionamiento de personas, ya que ese sistema de seguridad funciona con el accionamiento eléctrico del sistema hidráulico.

### ■ Tareas a resolver

1. Compruebe la configuración y el funcionamiento de una válvula de membrana.
2. Complete el esquema de distribución hidráulico.
3. Complete la lista de componentes.
4. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
5. Compruebe la configuración del sistema de control.
6. Compruebe la cantidad de ciclos posibles después de haber desconectado la bomba.

### ■ Medios auxiliares

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



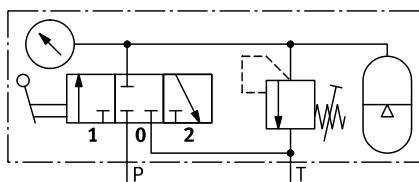
#### Control visual

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

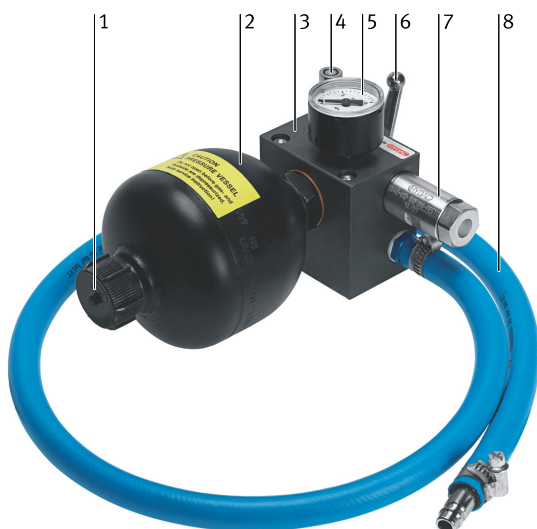
#### Importante

Deberán tenerse en cuenta obligatoriamente las instrucciones de utilización del acumulador. Después de desconectar el sistema de control sólo se podrán desmontar los componentes hidráulicos si antes se retiró la presión del acumulador y después de separar el acumulador del sistema utilizando la válvula de cierre. Para retirar la presión del acumulador se utiliza la válvula que abre el paso hacia el depósito. Esta válvula deberá abrirse lentamente para que la descarga se produzca de manera estrangulada.

## 1. Construcción y funcionamiento de un acumulador de membrana.



Acumulador de membrana – Símbolo



Acumulador de membrana – Partes. 1: Válvula neumática 2: Acumulador de presión 3: Unidad de bloqueo 4: Conexión de presión 5: Presostato, 6: Válvula de 3/3 vías con palanca manual (válvula de cierre) 7: Válvula limitadora de presión 8: Conexión del depósito

### a) Describa el funcionamiento del acumulador de presión

El acumulador de presión (2) se llena a través de la conexión (4) estando abierta la llave de bloqueo (6). De esta manera se comprime el gas separado del aceite hidráulico por la membrana.

Si la presión baja en la conexión (4), se expande nuevamente el gas y desplaza el líquido contenido en el acumulador de presión. El líquido contenido en el acumulador depende del cambio del volumen del gas entre su compresión y expansión máxima.

La presión de funcionamiento se puede leer en el presostato (5). La válvula limitadora de presión (7) evita que se produzca una sobrecarga de presión en el acumulador. La presión del gas se puede modificar con la válvula neumática (1). El control se lleva a cabo con el equipo de comprobación.

Antes de desconectar el acumulador de la red de presión debe accionarse la unidad de bloqueo (3) para descargar. Debe ponerse cuidado en que esté conectado el conducto de retorno (8) cuando el sistema está en funcionamiento.

b) Ofrezca ejemplos de aplicaciones con acumuladores hidráulicos.

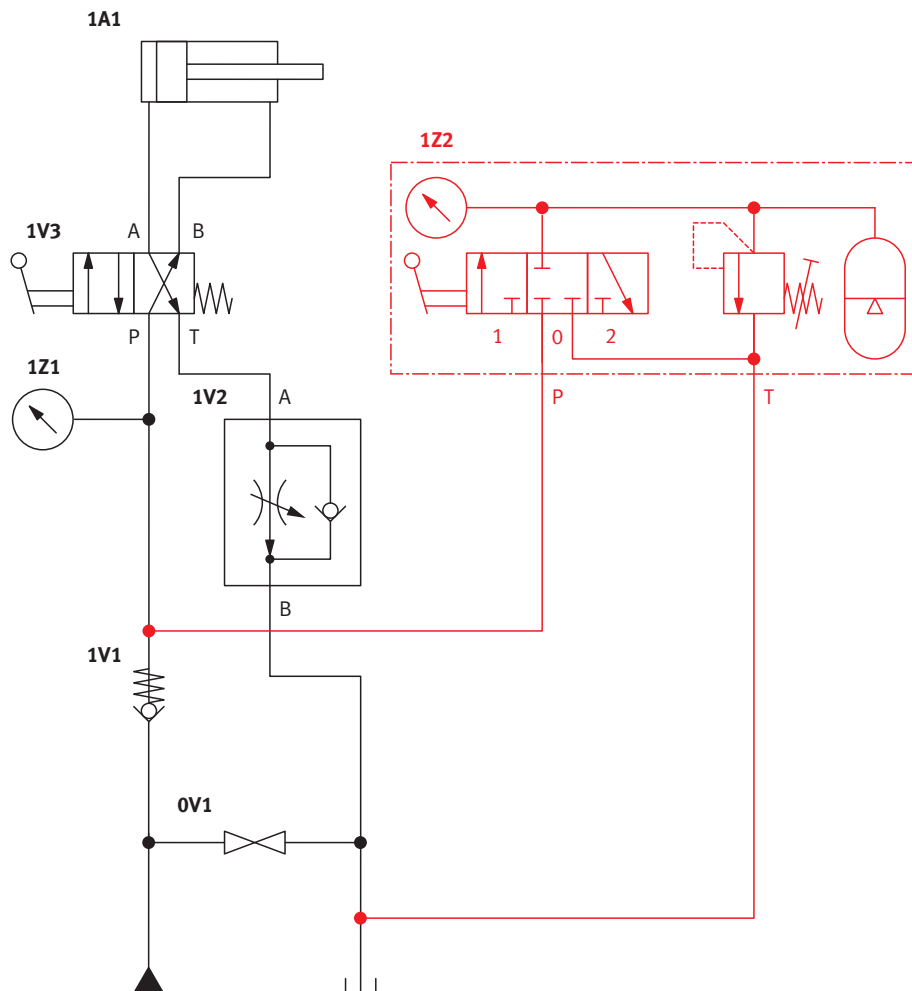
Criterios para la aplicación de acumuladores hidráulicos:

- Compensación de fugas
- Reserva de energía en casos de emergencia
- Compensación de picos de consumo
- Amortiguación de golpes de presión provocados por operaciones de conmutación

## 2. Completar el esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico correspondiente a la puerta de la cámara frigorífica.

Incluya los símbolos adicionales en el esquema de distribución. Identifique los componentes e incluya las denominaciones de las conexiones agregadas.



### 3. Completar 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	Componente
1	1A1	Cilindro de doble efecto
1	1Z1	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V3	Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
1	1V2	Válvula reguladora de caudal de 2 vías
1	1Z2	Acumulador de diafragma con bloque de cierre
1	1V1	Válvula antirretorno
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
5	Tubo flexible de 600 mm
3	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm
1	Distribuidor en T

#### 4. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 5 MPa (50 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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:

- Coloque la palanca del acumulador de membrana en la posición 0.
- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente el estrangulador de la válvula reguladora de 2 vías 1V2. A continuación, abra la válvula efectuando un giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión de funcionamiento de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico utilizando el presostato 1Z1.
- Ejecute varios ciclos de funcionamiento y realice el ajuste de la válvula de 2 vías reguladora de caudal 1V2 según sea necesario.
- Coloque la palanca del acumulador de membrana en la posición 1 para cargarlo.

## 6. Medición y evaluación

- a) Compruebe la cantidad de ciclos posibles después de haber desconectado la bomba.

Presión del acumulador	Abrir	Cerrar
5 MPa (50 bar)	3x	3x

### Importante

Una vez concluida las mediciones y tras desconectar el motor hidráulico, coloque la palanca del acumulador en la posición 2 con el fin de descargarlo. Mueva la palanca lentamente para que la descarga hacia el depósito se produzca de modo estrangulado.

Antes de realizar el montaje, compruebe que el sistema está sin presión. Compruebe las indicaciones en los aparatos de medición de presión.

- b) Apunte las ventajas que ofrece esta solución en comparación con una solución sin acumulador de membrana.

Sin acumulador, la puerta mantiene su posición si se produce un fallo del motor hidráulico. La puerta se bloquea en esa posición.

Con el acumulador de membrana (con presión de 5 MPa, 50 bar) es posible seguir abriendo y cerrando la puerta tres veces. Si la presión hidráulica en el acumulador es mayor, se puede abrir y cerrar la puerta más veces.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement



## Ejercicio 8

### Fijación del cárter de una caja de cambios (fijación con acumulador)

#### ■ 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:

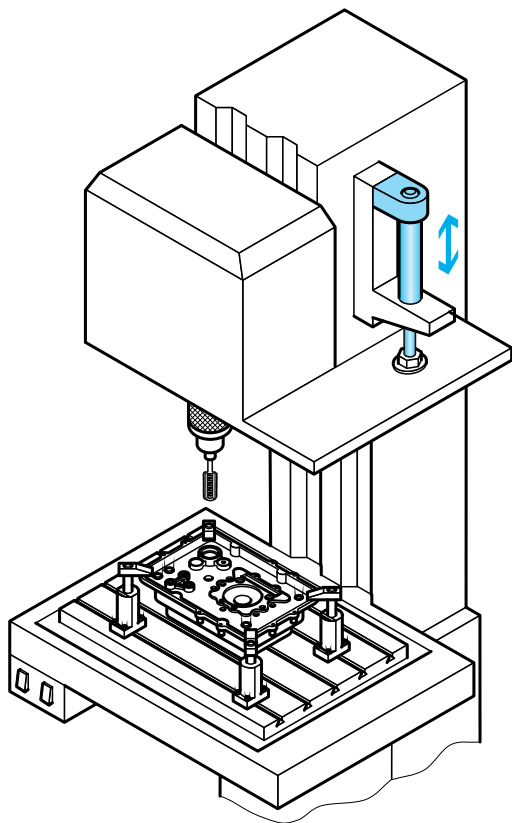
- Instalación de un acumulador de membrana a modo de acumulador de presión.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Fijación hidráulica del cárter de una caja de cambios en una máquina fresadora. Un acumulador de membrana debe alimentar la presión necesaria para fijar el cárter de la caja de cambios durante toda la operación de fresado. Deberá montarse una válvula de estrangulación y antirretorno de tal manera que se cargue rápidamente el acumulador, pero que la descarga sea lenta.

Con el fin de ahorrar energía, la bomba deberá incluir un circuito de derivación.

#### ■ Plano de situación



Fresadora

### ■ Descripción del proceso

Montaje del sistema de acuerdo con el esquema de distribución. Deberá ponerse cuidado en que la válvula manual de 4/3 vías 1V1 utilizada para la derivación del cilindro esté conectada correctamente. La válvula de cierre 0V1 se utiliza para la derivación del caudal de la bomba. Una vez que todas las válvulas se encuentran en sus respectivas posiciones normales, se conecta la bomba hidráulica. En el ejercicio se utiliza un peso para simular la función del cilindro de fijación.

La válvula de estrangulación y antirretorno se abre por una línea de la escala. A continuación se conecta el acumulador. La válvula manual de 4/3 vías (1V1) deberá conmutarse de tal modo que el cilindro avance y que se alimente presión al acumulador. Una vez que el émbolo alcanzó su posición final delantera, la válvula conmuta a posición central. El cilindro mantiene su posición a pesar de la carga. Para descargar la bomba se abre la válvula 0V1, con lo que se obtiene una derivación hacia el depósito.

Para que el cilindro retroceda deberá conmutar nuevamente la válvula manual de 4/3 vías 1V1. La descarga del acumulador se produce lentamente a través de la válvula de estrangulación y antirretorno.

### ■ Tareas a resolver

1. Complete la lista de componentes.
2. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
3. Compruebe la configuración del sistema de control.
4. Observe la presión de fijación y comente el funcionamiento del sistema.

### ■ Medios auxiliares

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



#### 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.

#### Importante

Deberán tenerse en cuenta obligatoriamente las instrucciones de utilización del acumulador. Después de desconectar el sistema de control sólo se podrán desmontar los componentes hidráulicos si antes se retiró la presión del acumulador y después de separar el acumulador del sistema utilizando la válvula de cierre. Para retirar la presión del acumulador se utiliza la válvula que abre el paso hacia el depósito. Esta válvula deberá abrirse lentamente para que la descarga se produzca de manera estrangulada.

## 1. Completar la lista de componentes

- a) 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.

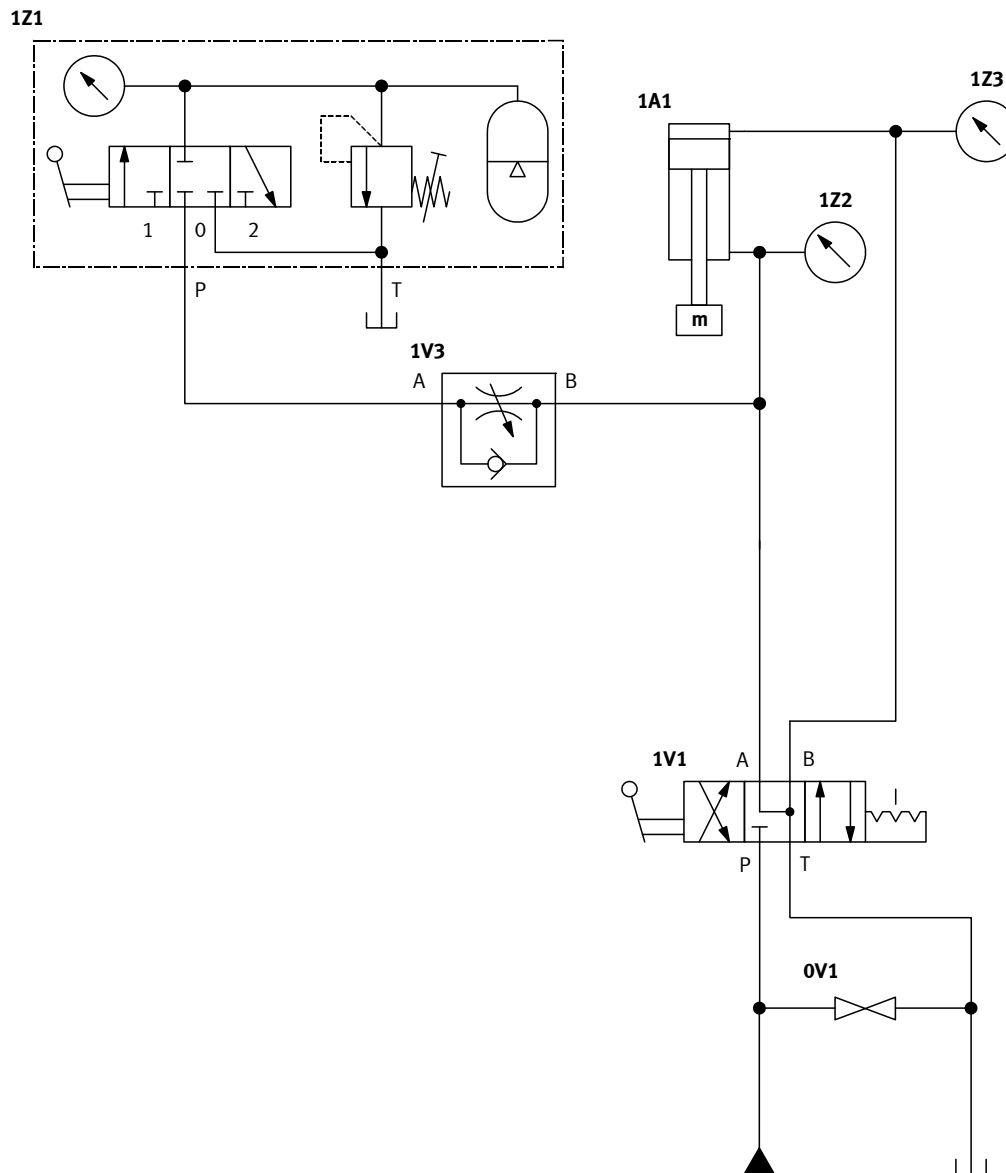
Cantidad	Identificación	Componente
1	1A1	Cilindro de doble efecto
2	1Z2, 1Z3	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula de 4/3 vías, manual, con centro cerrado y enclavamiento
1	1V3	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1Z1	Acumulador de diafragma con bloque de cierre
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
5	Tubo flexible de 600 mm
2	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm
1	Distribuidor en T

## 2. 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.
- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

### 3. Comprobación la configuración del sistema de control

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

- Coloque la palanca del acumulador de membrana en la posición 0.
- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula estranguladora 1V3. A continuación, abra la válvula efectuando medio giro.
- Conmute la válvula de 4/3 vías a su posición central.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión de funcionamiento prevista de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ejecute varios ciclos de funcionamiento y realice el ajuste de la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3 según sea necesario.
- Coloque la palanca del acumulador de membrana en la posición 1 para cargarlo. El acumulador se carga en pocos segundos después de la operación de fijación del cárter de la caja de cambios.

#### 4. Evaluación del funcionamiento del sistema

- Evalúe el funcionamiento del sistema.

El cilindro mantiene la presión en la cámara del vástago porque el acumulador, mientras contenga aceite, compensa la fuga interna de la válvula reguladora. A continuación desciende el vástago.

Con una válvula de 4/3 vías con centro cerrado es posible configurar un circuito de ahorro de energía.

##### **Importante**

Una vez concluido el ejercicio y tras desconectar el motor hidráulico, coloque la palanca del acumulador en la posición 2 con el fin de descargarlo. Mueva la palanca lentamente para que la descarga hacia el depósito se produzca de modo estrangulado.

Antes de realizar el montaje, compruebe que el sistema está sin presión. Compruebe las indicaciones en los aparatos de medición de presión.

## Ejercicio 9

Compensación de mayor demanda de caudal (avance rápido con acumulador)

### ■ Objetivos didácticos

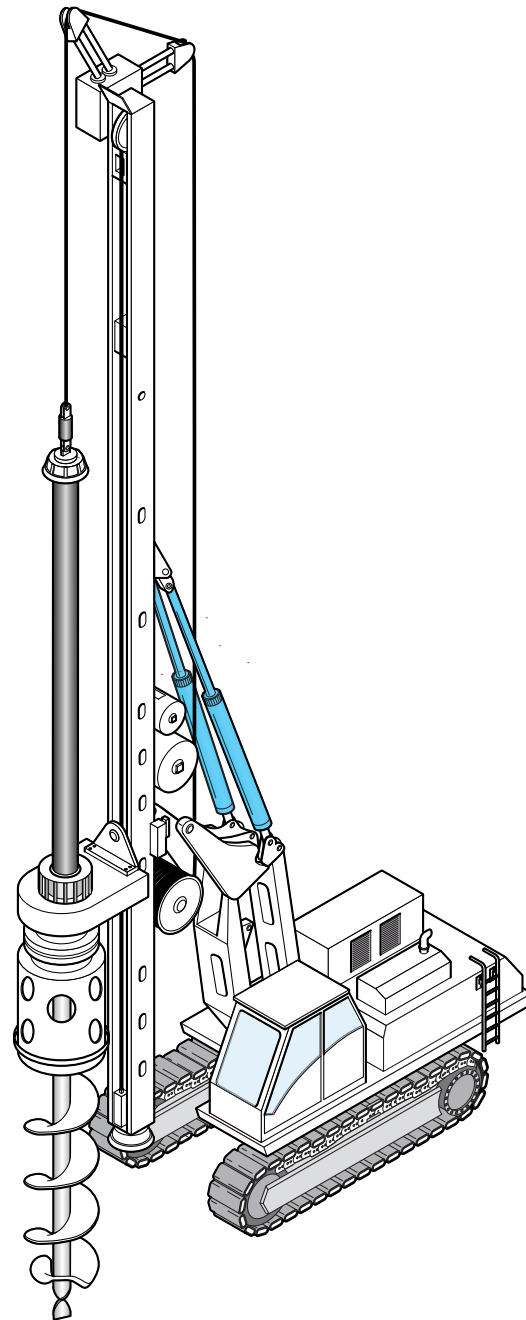
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Instalación de un acumulador de membrana en un circuito de movimientos rápidos.

### ■ Descripción de la tarea a resolver

El giro de la barra de una perforadora está a cargo de un motor hidráulico. Un cilindro hidráulico desciende lentamente y en función de las condiciones del terreno a perforar. La barra de la perforadora deberá retroceder rápidamente. Este movimiento breve de retroceso exige un caudal superior al que puede ofrecer la bomba. Instalando adicionalmente un acumulador se obtiene el caudal necesario.

### ■ Plano de situación



Perforadora

### ■ Descripción del proceso

Una vez realizado el montaje de acuerdo con el esquema de distribución, puede ponerse en funcionamiento el sistema. La presión del sistema debe ajustarse a 5 MPa (50 bar) con la válvula limitadora de presión.

El cilindro deberá avanzar lentamente para que se disponga de suficiente tiempo para cargar el acumulador. Se recomienda abrir medio giro la válvula de estrangulación y antirretorno. La válvula reguladora de caudal deberá ajustarse a 0,5 l/min para que se disponga de suficiente caudal residual para el acumulador.

Para medir los tiempos de retroceso se puede activar y desactivar el acumulador utilizando la palanca de la válvula de bloqueo.

### ■ Tareas a resolver

1. Complete la lista de componentes.
2. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
3. Compruebe la configuración del sistema de control.
4. Mida los tiempos de retroceso y calcule las velocidades de retroceso.
5. Calcule el balance volumétrico del acumulador de membrana.

### ■ Medios auxiliares

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



#### 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.

#### Importante

Deberán tenerse en cuenta obligatoriamente las instrucciones de utilización del acumulador. Después de desconectar el sistema de control sólo se podrán desmontar los componentes hidráulicos si antes se retiró la presión del acumulador y después de separar el acumulador del sistema utilizando la válvula de cierre. Para retirar la presión del acumulador se utiliza la válvula que abre el paso hacia el depósito. Esta válvula deberá abrirse lentamente para que la descarga se produzca de manera estrangulada.



## 1. Completar la lista de componentes

- a) 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	Componente
1	2A1	Cilindro de doble efecto
1	1A1	Motor hidráulico
1	1V1	Válvula reguladora de caudal de 2 vías
1	2V1	Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
1	2V2	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	OZ2	Acumulador de diafragma con bloque de cierre
1	OZ1	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	OV2	Válvula antirretorno
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
7	Tubo flexible de 600 mm
2	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm
1	Distribuidor en T

### Importante

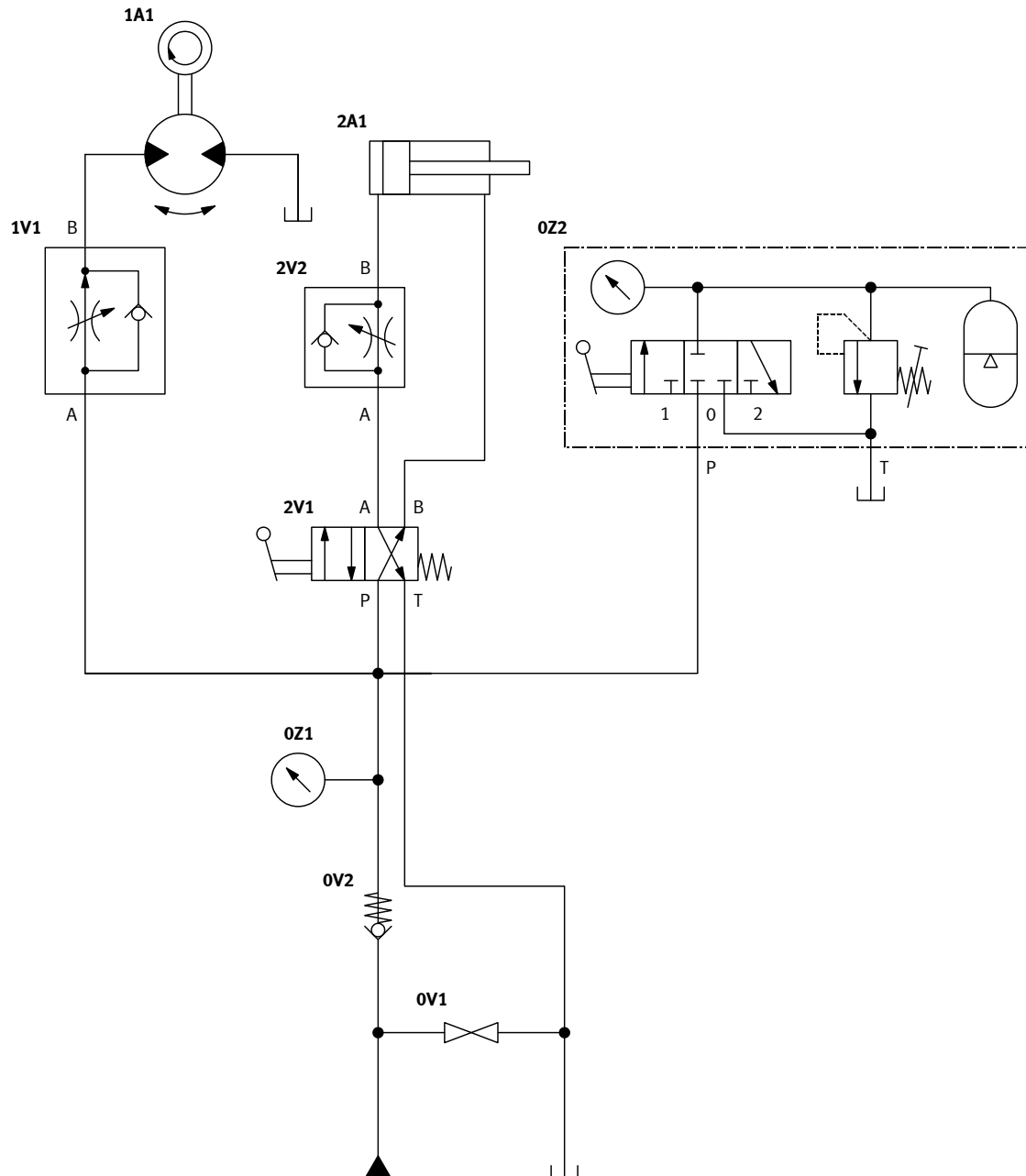
Para realizar las mediciones se necesita lo siguiente:

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

## 2. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 5 MPa (50 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

### 3. Comprobación la configuración del sistema de control

- Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:
- Coloque la palanca del acumulador de membrana en la posición 0.
- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula reguladora de 2 vías 1V1 y la válvula estranguladora 2V2. A continuación, abra las válvulas efectuando un giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión límite de 5 MPa (50 bar) en la bomba hidráulica utilizando el presostato 0Z1.
- Ajuste un caudal de 1 l/min en el motor hidráulico utilizando la válvula reguladora de 2 vías 1V1.
- Ejecute varios ciclos completos de control.
- Coloque la palanca del acumulador de membrana 0Z2 en la posición 1 para cargarlo.

4. Medición del retroceso y cálculo de la velocidad de retroceso

- a) Mida la velocidad de retroceso del émbolo del cilindro con y sin acumulador. Incluya los resultados en la tabla.

**Importante**  
Con el fin de minimizar los errores de medición, efectúe cada medición tres veces y calcule el valor promedio.

Retroceso sin acumulador			Retroceso con acumulador		
Tiempo para una carrera t <sub>0</sub> [s]		Velocidad v <sub>0</sub> [m/min]	Tiempo para una carrera t <sub>1</sub> [s]		Velocidad v <sub>1</sub> [m/min]
t <sub>01</sub> , t <sub>02</sub> , t <sub>03</sub>	t <sub>0medio</sub>		t <sub>11</sub> , t <sub>12</sub> , t <sub>13</sub>	t <sub>1mittel</sub>	
1,1	1,2	10,0	0,4	0,4	30,0
1,4			0,4		
1,1			0,4		

**Importante**  
Una vez concluido el ejercicio y tras desconectar el motor hidráulico, coloque la palanca del acumulador en la posición 2 con el fin de descargarlo. Mueva la palanca lentamente para que la descarga hacia el depósito se produzca de modo estrangulado.  
Antes de realizar el montaje, compruebe que el sistema está sin presión. Compruebe las indicaciones en los aparatos de medición de presión.

- b) Calcule las velocidades correspondientes y apunte los resultados en la tabla.

$$v = \frac{s}{t}$$
 Siendo  $s = 200 \text{ mm}$

Velocidad de retroceso sin acumulador de membrana

$$v_0 = \frac{s}{t_0} = \frac{200 \text{ mm}}{1,2 \text{ s}} = \frac{0,2 \text{ m}}{1,2 \text{ s}} = 0,167 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

**Velocidad de retroceso con acumulador de membrana**

$$v_1 = \frac{s}{t_1} = \frac{200 \text{ mm}}{0,4 \text{ s}} = \frac{0,2 \text{ m}}{0,4 \text{ s}} = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \approx 30 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

**Diferencia de velocidad**

$$\Delta v = v_1 - v_0 = 30 - 10 = 20 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

**5. Calcule el balance volumétrico del acumulador de membrana.****Información**

El acumulador se llena mientras avanza el cilindro. El volumen contenido en el acumulador se consume mientras retrocede el cilindro. Deberá calcularse si las dimensiones del acumulador son apropiadas para esta operación.

- a) Calcule el caudal disponible para llenar el acumulador.

$q_p$  = Caudal de la bomba = 2,2 l/min

$q_m$  = Caudal del motor

$q_z$  = Caudal del cilindro

$q_s$  = Caudal para el acumulador

$$q_s = q_p - q_m - q_z$$

$$q_s = 2,2 \frac{\text{l}}{\text{min}} - 1 \frac{\text{l}}{\text{min}} - 0,5 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 0,7 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

- b) Calcule el volumen que fluye hacia el acumulador mientras el cilindro avanza.

$V_s$  = Volumen del caudal que fluye hacia el acumulador

$t_a$  = Tiempo de avance = 4,8 s

$$V_s = t_a \cdot q_s$$

$$V_s = 4,8 \text{ s} \cdot 0,7 \frac{\text{l}}{\text{min}} = \frac{4,8 \text{ s} \cdot 0,7 \text{ l}}{60 \text{ s}} = \frac{4,8 \cdot 700 \text{ cm}^3}{60} = 56 \text{ cm}^3$$

- c) Calcule el volumen necesario del acumulador durante el movimiento de retroceso.

$V_{KS}$  = Volumen de la cámara del lado del vástago = 24,5 cm<sup>3</sup>

$q_p$  = Caudal de la bomba

$q_m$  = Caudal en el motor

$V_e$  = Volumen de la bomba disponible para que el cilindro retroceda

$t_1$  = Tiempo medido del retroceso

$V_s$  = Volumen entregado por la bomba durante el retroceso

$$V_e = q_p \cdot t_1 = \frac{1200 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \cdot 0,4 \text{ s}}{60} = \frac{1200 \cdot 0,4}{60} \text{ cm}^3$$

$$V_e = \frac{1200 \cdot 0,4}{60} \text{ cm}^3 = \frac{480}{60} \text{ cm}^3 = 8 \text{ cm}^3$$

$$V_s = V_{KS} - V_e = 24,5 \text{ cm}^3 - 8 \text{ cm}^3 = 16,5 \text{ cm}^3$$

- d) Tome nota de los resultados y de sus conclusiones.

Con el acumulador puede aumentarse la velocidad del retroceso del cilindro. Considerando los tiempos cronometrados del retroceso se obtiene que la velocidad de retroceso del cilindro sin acumulador es de 10 m/min y con acumulador es de 30 m/min.

El acumulador se llena durante el movimiento de avance lo suficiente como para acelerar el movimiento de retroceso. Incluso se obtiene una reserva suficiente para que la carrera sea más larga si es necesario.

## Ejercicio 10

### Utilización de una válvula reguladora en avance y retroceso (circuito rectificador)

#### ■ Objetivos didácticos

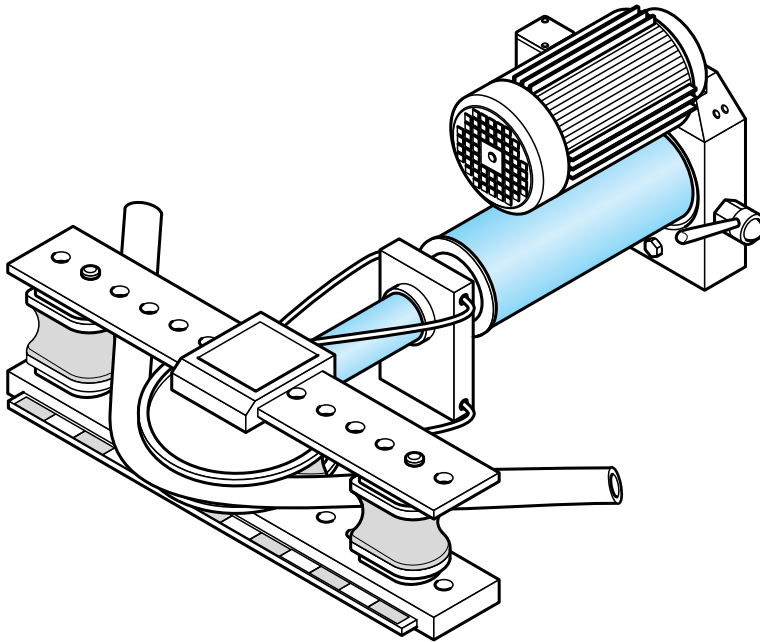
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Funcionamiento de un circuito rectificador.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Deberá desarrollarse una función de avance para una máquina dobladora de tubos y barras de diverso tipo. En esta aplicación es necesario controlar la velocidad del cilindro hidráulico. La velocidad del avance rápido se regula con una válvula estranguladora. Después de un recorrido determinado, el proceso de doblar los tubos debe realizarse independientemente de la carga (movimiento de avance). Con ese fin se utiliza una válvula reguladora de caudal. El retroceso de igual recorrido se controla con la misma válvula reguladora de caudal. El sistema deberá montarse de tal manera que el flujo a través de la válvula reguladora de caudal tenga siempre el mismo sentido, sin importar si el movimiento del cilindro es de avance o retroceso. El movimiento de retroceso hasta la posición inicial puede ejecutarse sin estrangulación.

#### ■ Plano de situación



Máquina dobladora de tubos

### ■ Descripción del proceso

Una vez realizado el montaje de acuerdo con el esquema de distribución, puede ponerse en funcionamiento el sistema. La presión del sistema debe ajustarse a 6 MPa (60 bar) con la válvula limitadora de presión. Al accionar la válvula manual de 4/2 vías se pone en funcionamiento el cilindro.

Durante el movimiento de avance se produce un flujo a través de la válvula reguladora de caudal y otro a través de la válvula de estrangulación y antirretorno. Una vez que el cilindro actúa sobre la leva de la válvula de 2/2 vías, se bloquea un flujo parcial. El émbolo del cilindro puede avanzar únicamente con la velocidad que se ajusta con la válvula reguladora de caudal.

### ■ Tareas a resolver

1. Complete el esquema de distribución hidráulico.
2. Complete la lista de componentes.
3. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Mida la duración de los movimientos y calcule las velocidades correspondientes.
6. Describa el funcionamiento del sistema.

### ■ Medios auxiliares

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



#### Control visual

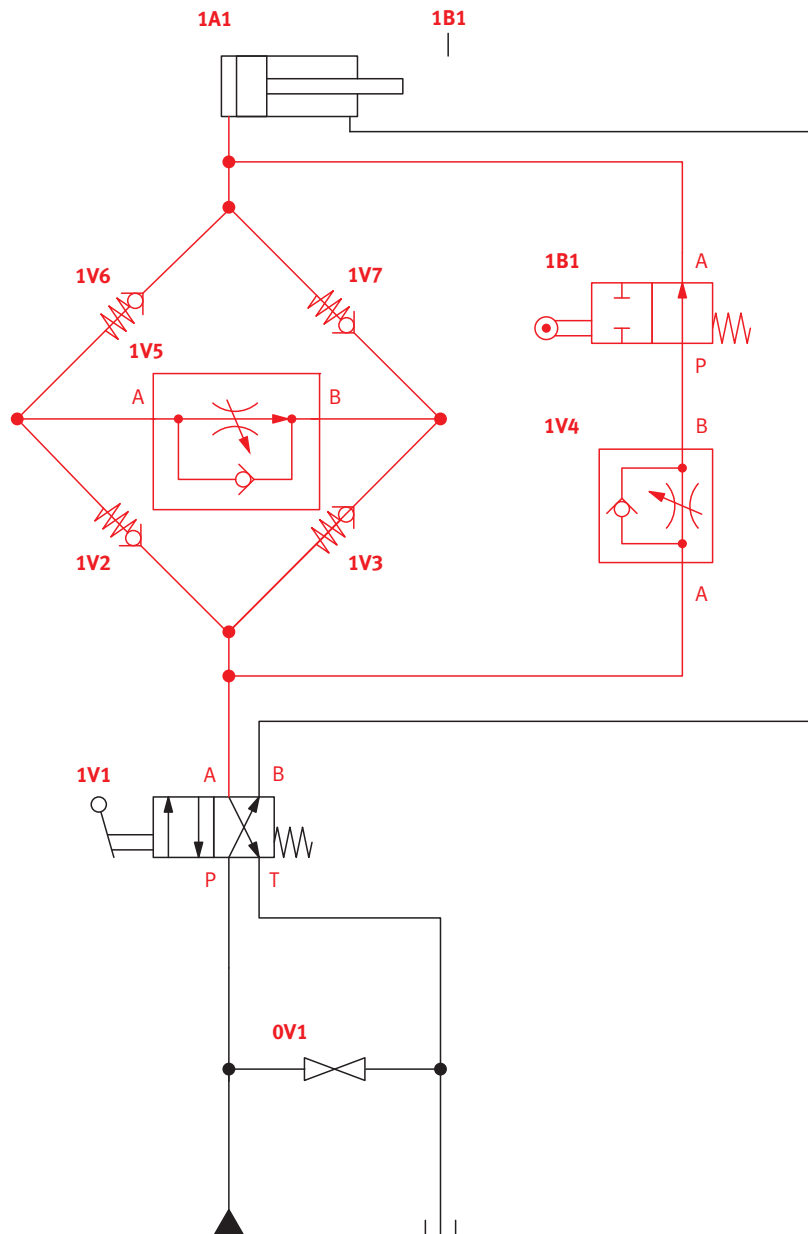
En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.



## 1. Completar el esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico correspondiente a la máquina dobladora de tubos.

Incluya los símbolos adicionales en el esquema de distribución. Identifique los componentes e incluya las denominaciones de las conexiones agregadas.



## 2. Completar la lista de componentes

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

Cantidad	Identificación	Componente
1	1A1	Cilindro de doble efecto
1	1B1	Válvula de 2/2 vías con leva, transformable
1	1V1	Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
1	1V4	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1V3	Válvula reguladora de caudal de 2 vías
4	1V2, 1V3, 1V6, 1V7	Válvula antirretorno
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
5	Tubo flexible de 600 mm
2	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm
6	Distribuidor en T

### 3. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Monte en el cilindro el módulo de activación de la válvula de leva de 2/2 vías.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente el estrangulador de la válvula reguladora de 2 vías 1V5. A continuación. Abra la válvula efectuando medio giro.
- Cierre completamente la válvula estranguladora 1V4. A continuación, abra la válvula efectuando un giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

5. Medición de la duración de los movimientos y cálculo de las velocidades

- Mida los tiempos y calcule las correspondientes velocidades del émbolo, expresadas en metros por segundo. Incluya los resultados en la tabla.

**Importante**  
Para realizar las mediciones efectúe los siguientes ajustes:  
Válvula de estrangulación y antirretorno: abierta un giro completo  
Válvula reguladora de caudal: Abierta medio giro

	Avance rápido de 150 mm de recorrido		Avance de 50 mm de recorrido	
	Tiempo $t_1$ [s]	Velocidad $v_1$ [m/min]	Tiempo $t_1$ [s]	Velocidad $v_1$ [m/min]
Carrera de avance	0,8	9,0	0,6	1,0
Carrera de retroceso	0,5	22,5	0,3	0,6

Velocidad de avance rápido

$$v_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{150 \text{ mm}}{0,8 \text{ s}} = \frac{0,15 \text{ m}}{0,8 \text{ s}} = 0,1875 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$0,1875 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 11,25 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Velocidad de avance de trabajo

$$v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{50 \text{ mm}}{0,6 \text{ s}} = \frac{0,05 \text{ m}}{0,6 \text{ s}} = 0,083 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$0,083 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

## 6. Descripción del funcionamiento según el esquema

- Describa el funcionamiento del sistema.

Cuando el cilindro retrocede, el caudal fluye desde A hacia B a través de la válvula de 2 vías reguladora de caudal. Una vez que se deja de activar la válvula de leva, el caudal fluye sin estrangulación a través de la válvula de estrangulación y antirretorno.

Las válvulas de antirretorno siempre dirigen el flujo hacia la conexión A de la válvula de 2 vías reguladora de caudal, sin importar su origen. Dependiendo de lugar en el que se produce la presión mayor, la correspondiente válvula de antirretorno abre el paso hacia la conexión A de la válvula de 2 vías reguladora de caudal. La válvula de antirretorno bloquea el paso hacia la conexión B de la válvula reguladora de caudal. El caudal únicamente puede fluir desde aquí a través de la válvula de antirretorno que no está sometida a carga.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

## Ejercicio 11

### Ajuste de la fuerza de apriete (válvula reductora de presión)

#### ■ Objetivos didácticos

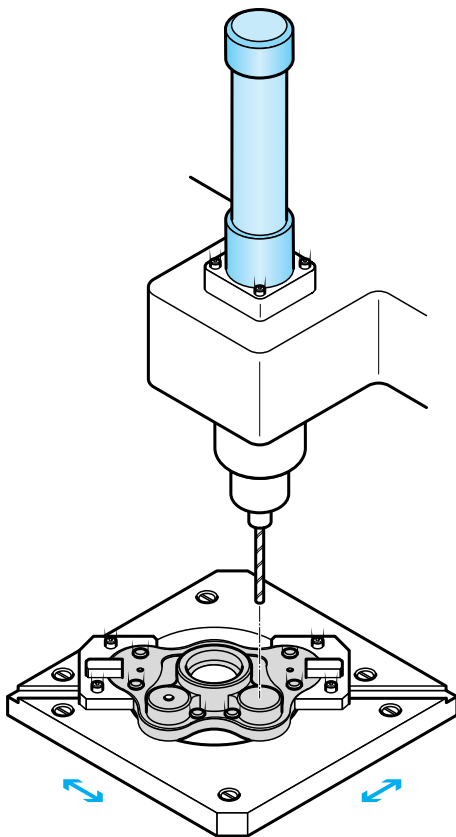
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Estructura, funcionamiento y utilización de una válvula reductora de presión
- Utilización de una válvula reductora de presión.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

En un taladro primero se fijan las piezas hidráulicamente y, a continuación, se ejecuta la operación de taladrar. Es necesario que la fuerza de fijación pueda regularse. Además deberá limitarse esa fuerza a máximo 600 N.

#### ■ Plano de situación



Sistema hidráulico de fijación de piezas en un taladro.

### ■ Descripción del proceso

Una vez que se realizó el montaje del sistema hidráulico según el esquema, se pone en funcionamiento el motor hidráulico y la válvula limitadora de la presión del sistema se mantiene cerrada hasta que el presostato indica una presión de 6 MPa (60 bar).

Cuando conmuta la válvula manual de 4/2 vías con reposición por muelle, avanza el cilindro 1A1 para sujetar la pieza.

### ■ Tareas a resolver

1. Compruebe la configuración y el funcionamiento de una válvula de 3 vías reductora de presión.
2. Complete la lista de componentes.
3. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Calcule la presión necesaria para la operación de fijación de la pieza.
6. Describa el funcionamiento del sistema.

### ■ Medios auxiliares

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

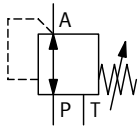


### Control visual

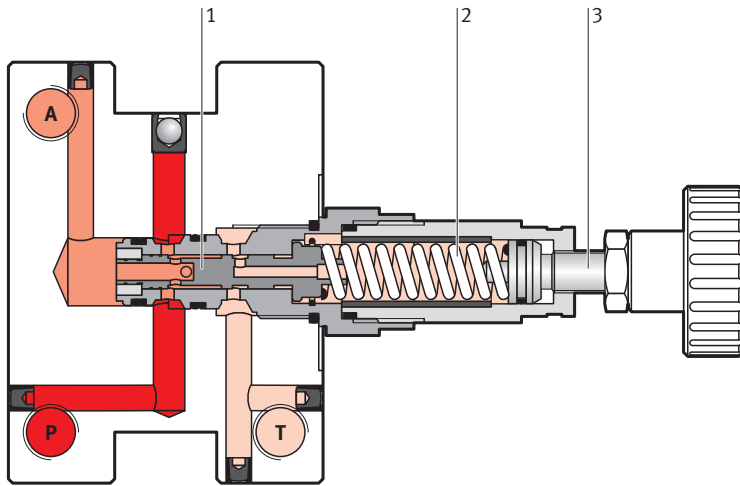
En la hidráulica, realizar un control visual constante de los tubos flexibles y de los componentes es parte de la rutina de seguridad.



## 1. Construcción y funcionamiento de una válvula de 3 vías reductora de presión



Válvula de 3 vías reductora de presión – Símbolo



Dibujo en sección de una válvula de 3 vías reductora de presión. 1: Émbolo 2: Muelle 3: Tornillo de ajuste

- Describa el funcionamiento de una válvula de 3 vías reductora de presión.

Estas válvulas reducen la presión de salida en función de presiones de entrada diversas. La presión de mando se consulta en la salida de la válvula. La válvula de 3 vías reductora de presión tiene la función de mantener constante la presión ajustada en A y compensar así la fluctuación de las presiones de entrada causadas por la carga aplicada por las unidades consumidoras.

La presión en A, aplicada en la superficie del émbolo, actúa en contra de la fuerza del muelle. El émbolo (1) aplica presión contra la fuerza del muelle (2) hasta que se produce un equilibrio. Es posible modificar la fuerza mediante el tornillo de ajuste (3).

Una vez que se obtiene la presión ajustada en A, la posición del émbolo (1) impide una conexión con las conexiones P o T. En estas condiciones, el émbolo (1) se encuentra en posición central.

Si se reduce la presión en (A), el muelle (2) desplaza al émbolo (1) hacia su posición inicial. De esta manera se abre el paso hacia la conexión P, por lo que puede fluir el aceite.

Si aumenta la presión en A, el émbolo (1) continúa desplazándose aplicando fuerza contra el muelle (2). De esta manera se abre el paso hacia la conexión T y se descarga el aceite.

## 2. Completar la lista de componentes

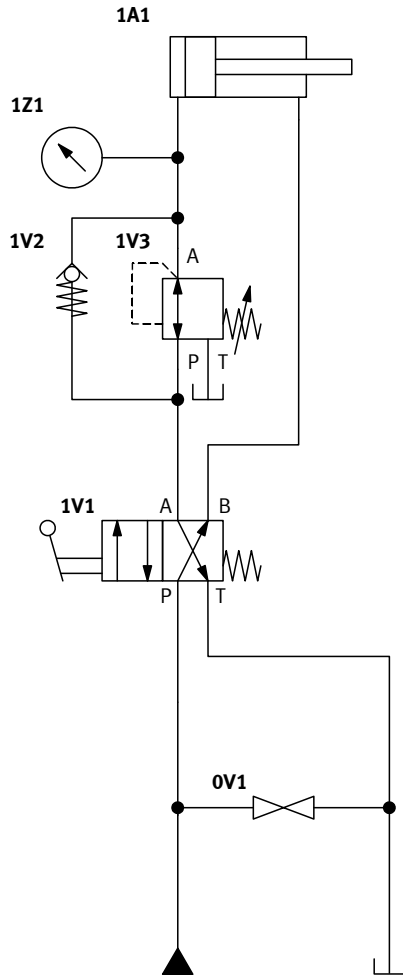
- a) Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Componente
1	1A1	Cilindro de doble efecto
1	1Z1	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
1	1V3	Válvula reductora de presión de 3 vías
1	1V2	Válvula antirretorno
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
6	Tubo flexible de 600 mm
2	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm
2	Distribuidor en T

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.  
La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula reductora de presión. A continuación abra la válvula girando la empuñadura tres vueltas completas.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Una vez que el cilindro avanzó, ajuste la fuerza de fijación máxima de 600 N (antes debe convertirse la fuerza en presión para poder realizar el ajuste).
- Ejecute varios ciclos completos de control.

## 5. Cálculo de la presión de fijación

- Calcule la presión necesaria para la operación de fijación de la pieza.

Diámetro del émbolo:  $d_K = 16 \text{ mm}$

Superficie del émbolo del cilindro:

$$A_K = \frac{\pi}{4} \cdot d_K^2$$

Presión de fijación:

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

$$A_K = \frac{\pi}{4} \cdot 16^2 \text{ mm}^2 = 3,14 \cdot \frac{256}{4} \text{ mm}^2 = 3,14 \cdot 64 \text{ mm}^2 = 201 \text{ mm}^2$$

$$p = \frac{600 \text{ N}}{201 \text{ mm}^2} \cdot \frac{10^6 \text{ mm}^2}{1 \text{ m}^2} = \frac{600}{201} \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{600}{201} \text{ MPa}$$

$$p \approx 3 \text{ MPa}$$

## 6. Descripción del funcionamiento según el esquema

- Describa el funcionamiento del sistema.

Con la válvula de 3 vías de reducción de la presión puede ajustarse la presión de fijación según las características de la pieza. Si el material de la pieza es suave, puede aplicarse una fuerza de sujeción menor y viceversa.

La presión del sistema delante de la válvula de 3 vías reductora de presión puede aprovecharse para una segunda cadena de control.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

## Ejercicio 12

### Comparación entre diversas válvulas reguladoras de presión (válvula limitadora de presión / válvula reductora 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:

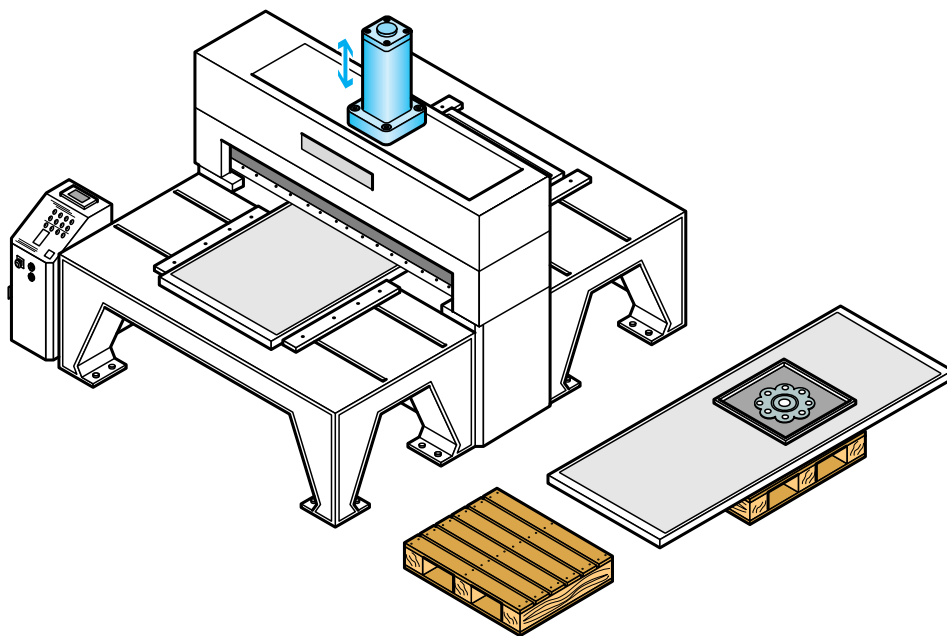
- Definición de la presión de un cilindro de doble efecto.
- Decisión entre la aplicación de una válvula limitadora de presión y una válvula reductora de presión.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Con una prensa se fijan figuras o letras sobre madera o placas de plástico con pegamento. En esta aplicación es necesario ajustar la presión en función del material de la base y del tipo de pegamento utilizado. Además es necesario mantener la presión durante un tiempo prolongado, estando activada la válvula de vías.

Deberán configurarse dos esquemas básicos para compararlos entre sí. En el primer caso deberá utilizarse una válvula de 3 vías reductora de presión para ajustar una menor presión durante la operación. En el segundo caso deberá utilizarse una válvula limitadora de presión montada en el bypass. En ambos casos, el accionamiento está a cargo de una válvula de 4/3 vías.

#### ■ Plano de situación



Prensa de fijación de piezas con pegamento

■ **Tareas a resolver**

1. Complete la lista de componentes.
2. Realice el montaje de los dos sistemas.
3. Revise el montaje de los dos sistemas de control.
4. Realice las mediciones correspondientes y compare la presión del sistema, la presión aplicada durante el movimiento y la presión final.
5. Evalúe los resultados obtenidos con la válvula limitadora de presión y aquellos obtenidos con la válvula reductora de presión.

■ **Medios auxiliares**

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



**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.



### 1. Completar 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.

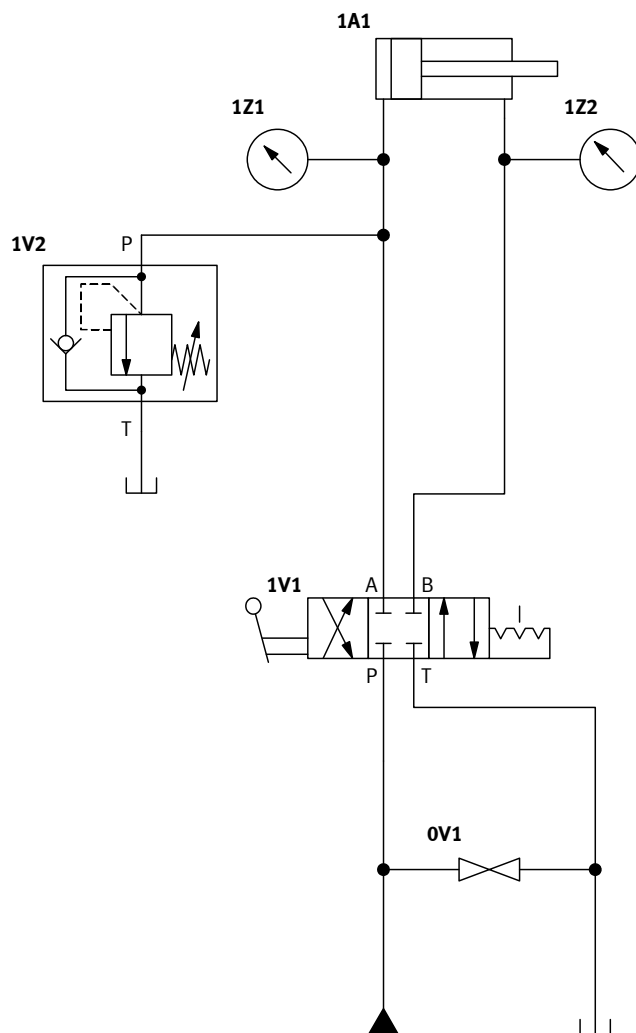
Cantidad	Identificación	Componente
1	1A1	Cilindro de doble efecto
4	OZ1, OZ2, 1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula de 4/3 vías, centro cerrado
1	1V2	Válvula limitadora de presión
1	1V3	Válvula reductora de presión de 3 vías
1	1V2	Válvula antirretorno
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
6	Tubo flexible de 600 mm
2	Tubo flexible de 1000 mm
2	Distribuidor en T

## 2. Montaje de los sistemas de control

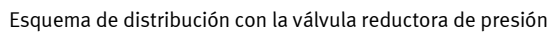
Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Ajuste una presión de 5 MPa (50 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Realice el montaje según los esquemas de distribución.
- Primero realice el montaje de la solución con la válvula limitadora de presión.



Esquema de distribución con válvula limitadora de presión

- Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement



- 95

- Selección y tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión..
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.  
La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

### 3. 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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula limitadora de presión o, según proceda, la válvula reductora de presión. A continuación abra la válvula girando la empuñadura tres vueltas completas.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).

En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.

- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Una vez que avanzó el cilindro ajuste una presión de 3 MPa (30 bar) delante del émbolo 1Z1. Esta presión se ajusta con la válvula limitadora de presión o con la válvula reductora de presión.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

#### 4. Evalúe las tres soluciones

- Evalúe el funcionamiento de las dos soluciones propuestas.

##### **Válvula reductora de presión de 3 vías**

Si se utiliza una válvula reductora de presión, se mantiene la presión del sistema de 5 MPa (50 bar). La presión menor de 3 MPa (30 bar) se aplica únicamente en el cilindro.

De esta manera es posible aprovechar la presión del sistema y la misma bomba hidráulica para el accionamiento de otros actuadores. En ese caso es necesario que el caudal de la bomba sea suficiente.

##### **Válvula limitadora de presión**

Si se utiliza una válvula limitadora de presión con bypass, la presión de todo el sistema se reduce a 3 MPa (30 bar) cuando avanza el cilindro.

La válvula limitadora de presión ofrece una ventaja en esta aplicación: si la operación de fijación con la válvula de vías activa dura más tiempo, la bomba únicamente debe generar la presión necesaria de 3 MPa (30 bar).

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

## Ejercicio 13

### Fresado de culatas (control secuencial de la 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:

- Configuración y descripción de un control secuencial con dos cilindros.
- Funcionamiento de un circuito secuencial por presión.

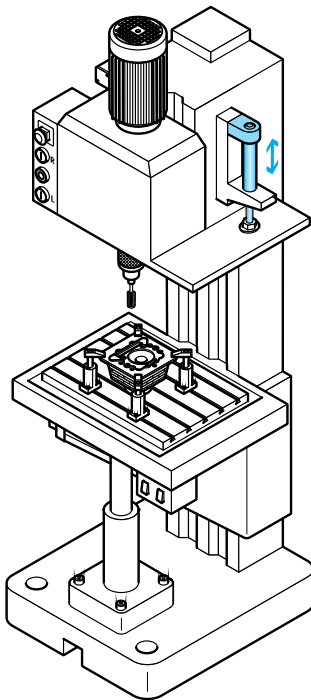
#### ■ Descripción de la tarea a resolver

En una máquina de mecanizado se fresan los cantos de los canales de salida de una culata. La culata se sujeta mediante cilindros hidráulicos. Una vez que se alcanzó la presión de fijación necesaria, el cilindro avanza con la fresadora eléctrica. Una vez concluida la operación de fresado, la fresadora deberá retroceder con su motor eléctrico en funcionamiento. El cilindro de fijación únicamente deberá liberar la pieza si el cilindro con la fresadora retrocedió completamente hasta su posición inicial.

Deberá efectuarse el montaje de un sistema de control secuencial para controlar los movimientos del cilindro de fijación de las piezas y del cilindro de la fresadora. La presión de fijación deberá ser de 2 MPa (20 bar). El cilindro de avance de la fresadora deberá montarse con una contrafuerza.

Los movimientos de retroceso de los cilindros deberá controlarse mediante un circuito de mando secuencial. Una vez que se alcanzó la presión de 3 MPa (30 bar), se activa el retroceso del cilindro de fijación mediante una válvula de secuencia.

#### ■ Plano de situación



Máquina de mecanizado con fresadora

### ■ Descripción del proceso

Una vez que se realizó el montaje del sistema hidráulico según el esquema, se pone en funcionamiento el motor hidráulico y la válvula limitadora de la presión del sistema se mantiene cerrada hasta que el presostato indica una presión de 6 MPa (60 bar). Conmutando la válvula manual de 4/2 vías de reposición por muelle para abrir el paso desde P hacia A, se inicia el funcionamiento de la máquina.

Con esta configuración, primero avanza el cilindro de fijación 1A1 para sujetar la culata mediante un mecanismo de palancas articuladas. Una vez que se alcanzó la presión de fijación necesaria, se abre la válvula de secuencia 2V1 para que pueda avanzar el cilindro 2A1. Para generar una contra presión se utiliza la válvula limitadora de presión 2V2.

Para ajustar la presión de fijación se dispone del tiempo que transcurre mientras que el cilindro avanza. Para poder ajustar exactamente la presión de fijación de 2 MPa (20 bar) deberá unirse la conexión T de la válvula de secuencia 2V1 al depósito de la bomba hidráulica.

### ■ Tareas a resolver

1. Confeccione el diagrama espacio-pasos.
2. Confeccione el correspondiente esquema GRAFCET.
3. Complete la lista de componentes.
4. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
5. Compruebe la configuración del sistema de control.
6. Describa el funcionamiento del sistema.
7. Amplíe el circuito.

### ■ Medios auxiliares

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



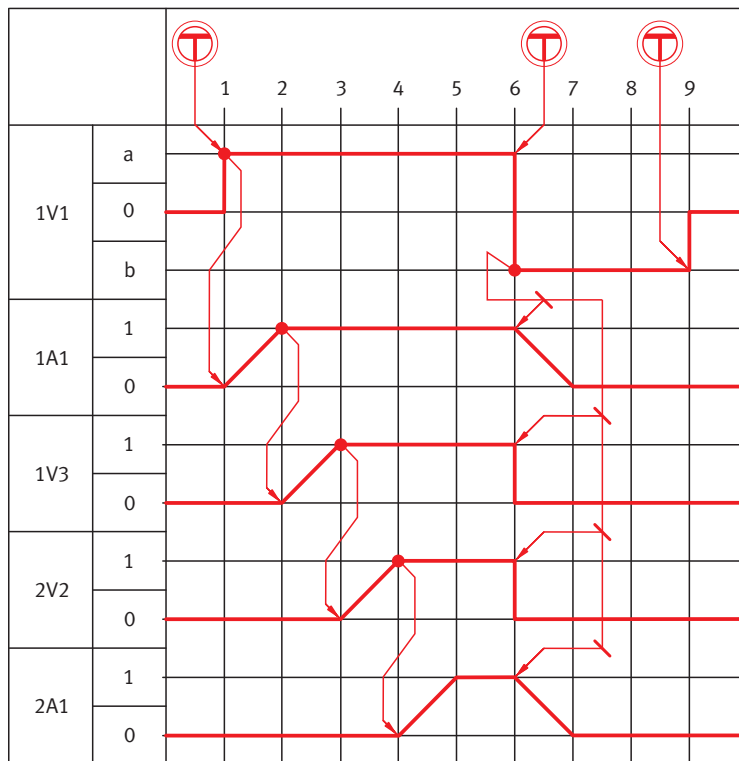
#### Control visual

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



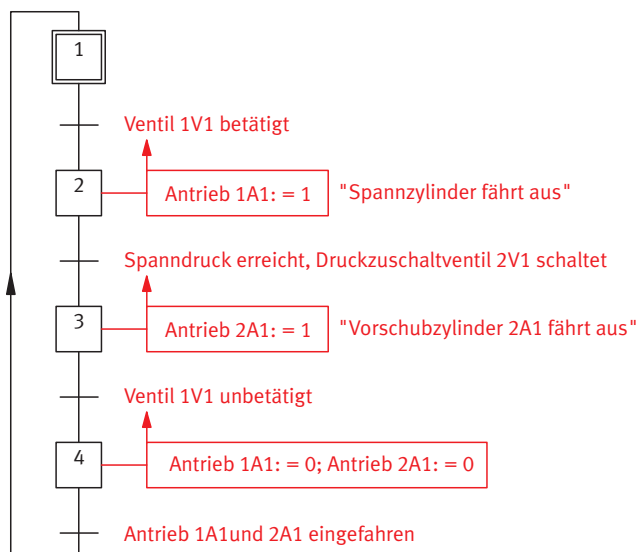
## 1. Confección del diagrama espacio-pasos

- Confeccione el correspondiente diagrama espacio-pasos.



## 2. Confeccione el Grafcet para describir las secuencias

- Confeccione el correspondiente esquema GRAFCET.



### 3. Completar la lista de componentes

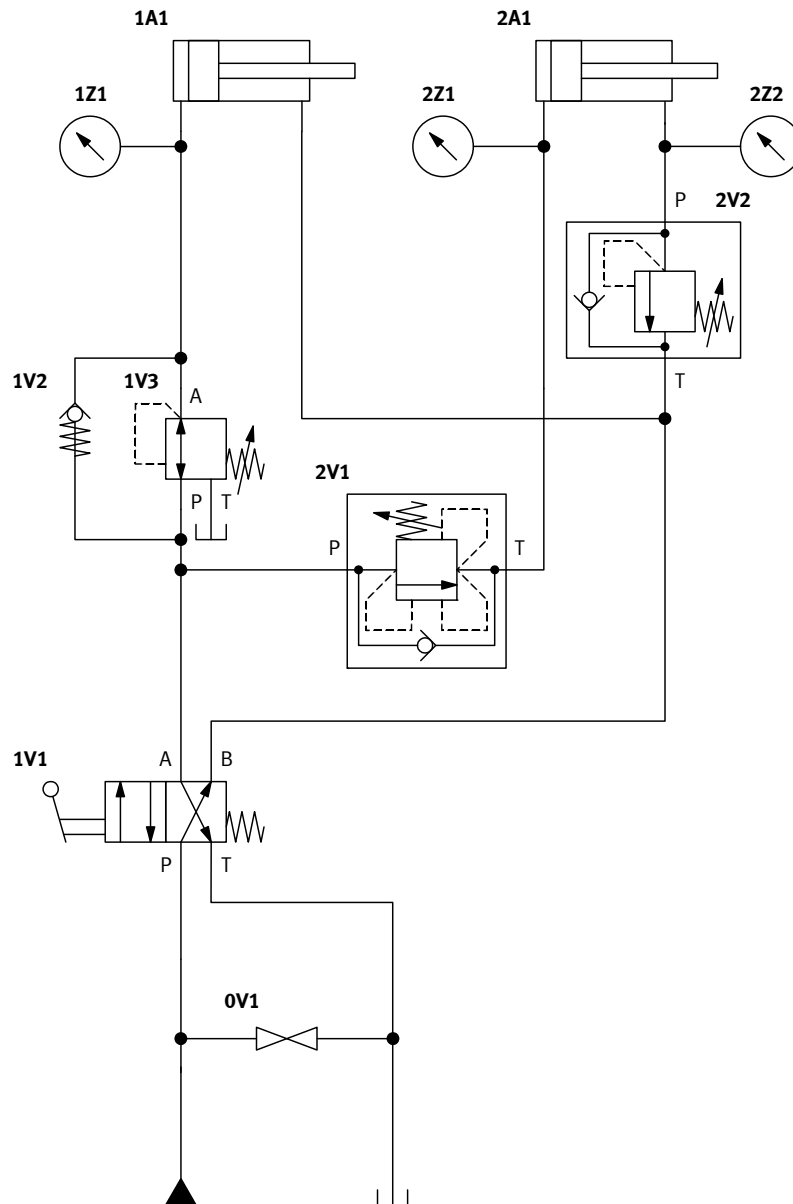
- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Componente
2	A1, 1A2	Cilindro de doble efecto
2	1Z1, 2Z1, 2Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
1	2V1	Válvula limitadora de presión, nivelada
1	2V2	Válvula limitadora de presión
1	1V3	Válvula reductora de presión de 3 vías
1	1V2	Válvula antirretorno
1	1	Válvula de cierre
2	2	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	1	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
7	Tubo flexible de 600 mm
5	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm
2	Distribuidor en T

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Ajuste una presión de 4,5 MPa (45 bar) en la válvula de secuencia 2V1 antes de montarla en el sistema. Para ajustar esa presión, conecte la válvula directamente a la bomba hidráulica (P con P, T con T).
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Compruebe si las tapas protectoras están montadas correctamente en los cilindros.
- Cierre completamente la válvula limitadora de presión 2V2. A continuación, abra la válvula efectuando un giro completo.
- Cierre completamente la válvula reductora de presión 1V3. A continuación abra la válvula girando la empuñadura tres vueltas completas.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 4,5 MPa (45 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Una vez que avanzaron los dos cilindros, ajuste una presión de 2 MPa (20 bar) delante del émbolo del cilindro de fijación 1A1. Esta presión se ajusta con la válvula reductora de presión 1V3.
- Durante la ejecución de los movimientos de los cilindros ajuste una contrapresión de 2 MPa (20 bar) en el lado del émbolo del cilindro de avance 2A1. Esta presión se ajusta con la válvula limitadora de presión 2V2.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

## 6. Descripción del funcionamiento según el esquema

- Describa el funcionamiento del sistema.

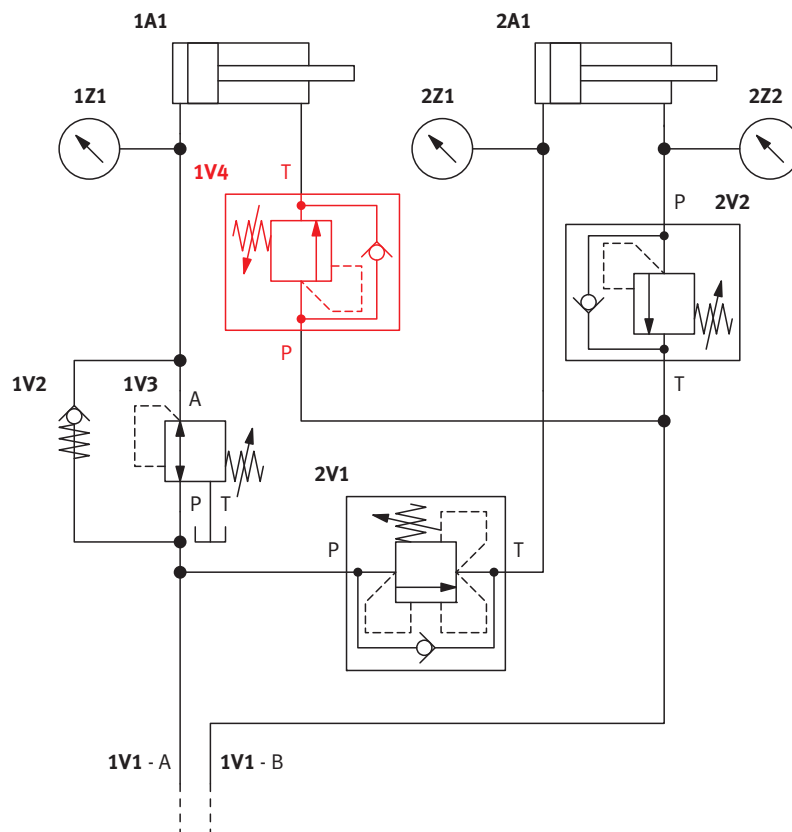
Esta solución no es apropiada para esta aplicación. Aunque primero avanza el cilindro de fijación 1A1 y a continuación lo hace el cilindro de avance 2A1, la secuencia es la misma al retroceder.

## 7. Ampliación del circuito.

- ¿Cómo debe ampliarse el esquema de distribución para que se obtengan las secuencias necesarias de los movimientos?

Deberá montarse una válvula limitadora de presión adicional en el conducto correspondiente al retroceso del cilindro de fijación. La presión deberá ajustarse a 3 MPa (30 bar).

- Incluya la válvula adicional en el esquema de distribución y compruebe el funcionamiento del sistema.



Esquema de distribución (parte ampliada)

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

## Ejercicio 14

### Conmutación de la presión de trabajo de un cilindro (control de niveles de presión)

#### ■ Objetivos didácticos

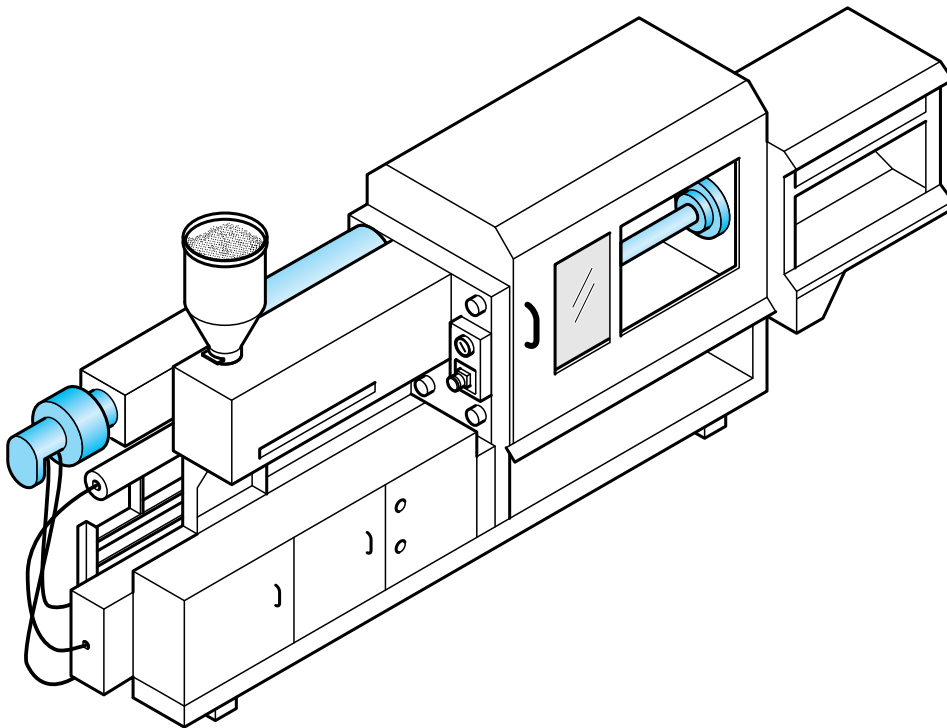
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Funcionamiento de un circuito con niveles de presión.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Para llenar el molde de una máquina de moldeo de piezas de plástico por inyección se aplica una presión relativamente baja (poca fuerza). A continuación se aplica una gran presión (gran fuerza) sobre el material introducido en el molde. Para conmutar la presión de trabajo después de un recorrido determinado del émbolo se utiliza una válvula de 2/2 vías con rodillo detector. Las presiones necesarias se ajustan con dos válvulas limitadoras de presión.

#### ■ Plano de situación



Máquina de moldeo por inyección

### ■ Descripción del proceso

Una vez realizado el montaje de acuerdo con el esquema de distribución, puede ponerse en funcionamiento el sistema. La presión del sistema debe ajustarse a 6 MPa (60 bar) con la válvula limitadora de presión. Al accionar la válvula manual de 4/2 vías se pone en funcionamiento el cilindro. La presión en el lado del émbolo del cilindro aumenta en función de la posición del émbolo hasta alcanzar la presión  $p_1$  de llenado del molde y, a continuación, hasta alcanzar la segunda presión  $p_2$ .

Para ajustar la máxima presión de llenado con la válvula limitadora de presión 1V3 deberá retirarse la válvula de leva. El tiempo que transcurre mientras avanza el émbolo es demasiado corto para ajustar la presión de llenado del molde. Con la válvula de estrangulación y antirretorno se puede ajustar una contrapresión.

### ■ Tareas a resolver

1. Complete la lista de componentes.
2. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
3. Compruebe la configuración del sistema de control.
4. Calcule las presiones correspondientes a las fuerzas que debe aplicar el émbolo.
5. Describa el funcionamiento del sistema.

### ■ Medios auxiliares

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



### 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.



## 1. Completar 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.

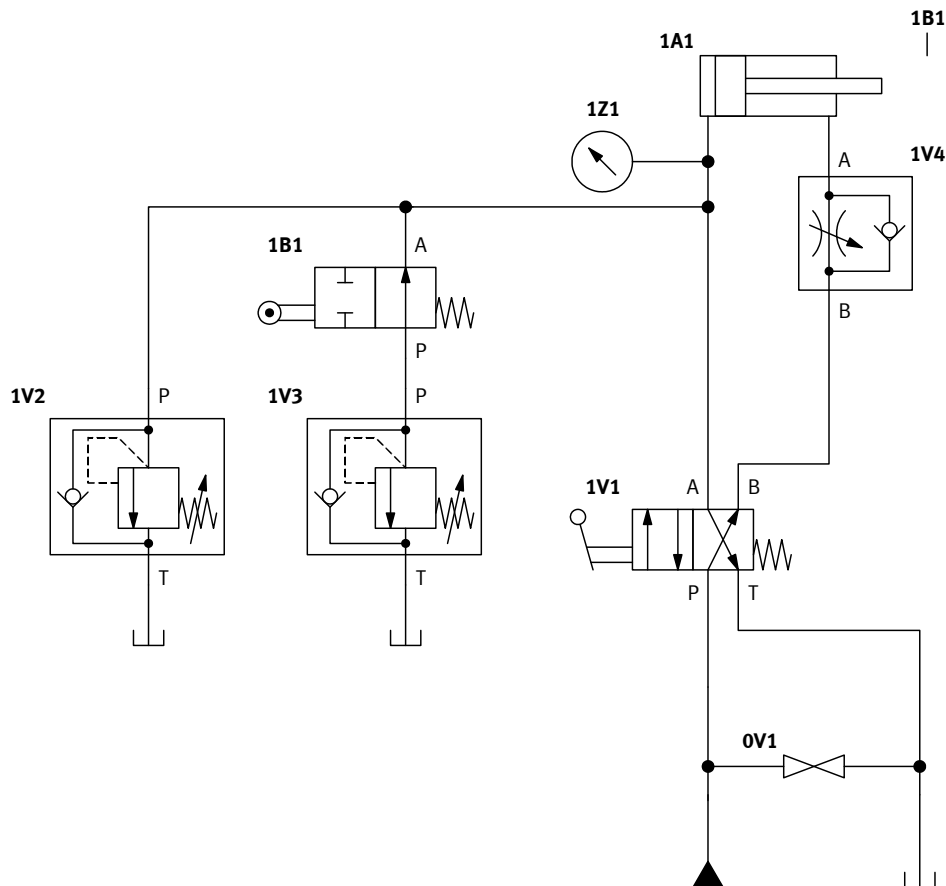
Cantidad	Identificación	Componente
1	1A1	Cilindro de doble efecto
1	1Z1	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
2	1V2, 1V3	Válvula limitadora de presión
1	1V4	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1B1	Válvula de 2/2 vías con leva, transformable
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
7	Tubo flexible de 600 mm
4	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm
2	Distribuidor en T

## 2. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Monte en el cilindro el módulo de activación de la válvula de leva de 2/2 vías.
- Ajuste una presión de 2 MPa (20 bar) en la válvula limitadora de presión 1V3 una presión de 5 MPa (50 bar) en la válvula limitadora de presión 1V2 antes de montarlas en el sistema. Para efectuar los ajustes, conecte las válvulas una después de la otra directamente a la bomba hidráulica (P con P, T con T).
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión..
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.  
La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

### 3. 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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula de estrangulación y antirretorno 1V4. A continuación, abra la válvula efectuando un cuarto de giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).

En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.

- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

### 4. Calcule la presión necesaria para obtener la fuerza que debe aplicar el émbolo.

- a) Calcule la superficie del émbolo del cilindro.

Diámetro del émbolo:  $d_K = 16 \text{ mm}$

Superficie del émbolo del cilindro

$$A_K = \frac{\pi}{4} \cdot d_K^2$$

#### Cálculo de la superficie

$$A_K = \frac{\pi}{4} \cdot 16^2 \text{ mm}^2 = 3,14 \cdot \frac{256}{4} \text{ mm}^2 = 3,14 \cdot 64 \text{ mm}^2 = 201 \text{ mm}^2$$

- b) Calcule las presiones correspondientes a las fuerzas que debe aplicar el émbolo.

Presión de llenado correspondiente a la fuerza del émbolo  $F_1 = 500 \text{ N}$

Segunda presión correspondiente a la fuerza del émbolo  $F_2 = 1000 \text{ N}$

#### Cálculo de la presión

$$p_1 = \frac{500 \text{ N}}{201 \text{ mm}^2} \cdot \frac{10^6 \text{ mm}^2}{1 \text{ m}^2} = \frac{500}{201} \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{500}{201} \text{ MPa} \approx 2,5 \text{ MPa}$$

$$p_2 = \frac{1000 \text{ N}}{201 \text{ mm}^2} \cdot \frac{10^6 \text{ mm}^2}{1 \text{ m}^2} = \frac{1000}{201} \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{1000}{201} \text{ MPa} \approx 5 \text{ MPa}$$

#### 5. Descripción del funcionamiento según el esquema

- Describa el funcionamiento del sistema montado según el esquema de distribución.

La válvula de 2/2 vías con leva desconecta la válvula limitadora de presión 1V3 con baja presión. De este modo aumenta "un nivel" la presión de llenado hasta alcanzar la presión de moldeo.

Las presiones se ajustan con las válvulas limitadoras de presión en función de las fuerzas necesarias.

## Ejercicio 15

### Bloqueo del eje en voladizo para evitar su descenso involuntario (carga tirante)

#### ■ Objetivos didácticos

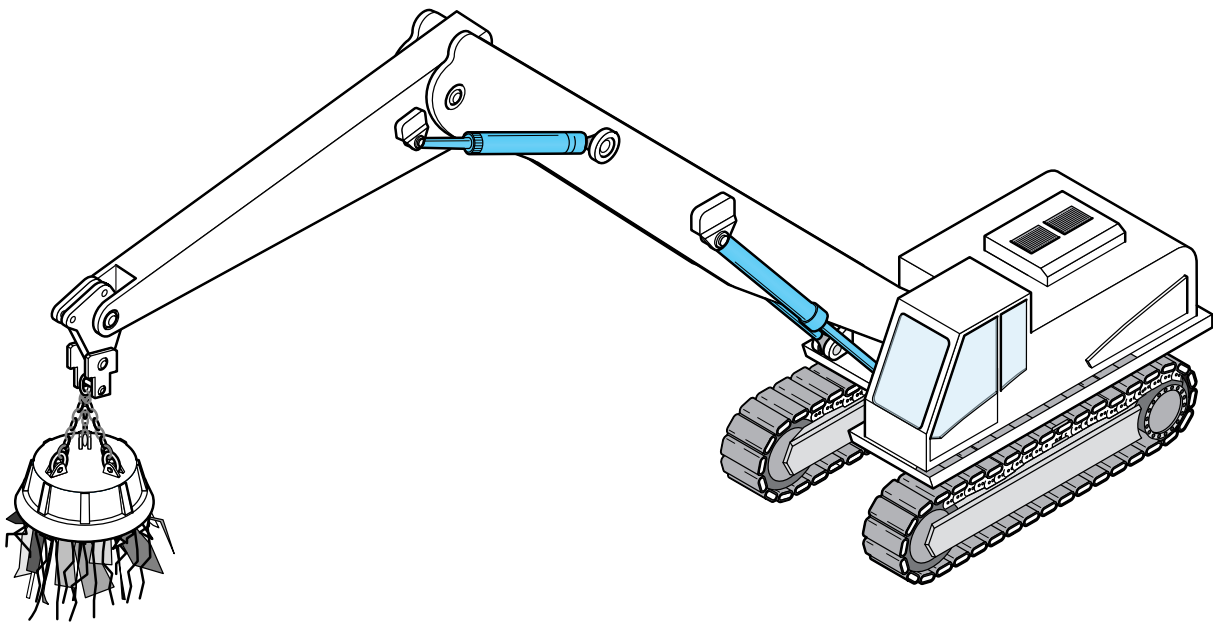
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Protección para las cargas de tracción

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

En una grúa sobre orugas provista de electroimán los movimientos del brazo están a cargo de un cilindro hidráulico. El cilindro soporta cargas que deben compensarse. El cilindro debe poder detenerse en cualquier posición. El circuito hidráulico debe evitar que la carga no descienda involuntariamente. Para que el cilindro avance de manera controlada, debe incluirse una válvula limitadora de presión para aplicar una contrafuerza.

#### ■ Plano de situación



Grúa sobre orugas con electroimán

### ■ Descripción del proceso

Montaje del sistema de acuerdo con el esquema de distribución. Deberá ponerse cuidado en que la válvula manual de 4/3 vías 1V1 utilizada para la derivación del cilindro esté conectada correctamente. Una vez que todas las válvulas se encuentran en sus respectivas posiciones normales, se conecta la bomba hidráulica. Conmutando la válvula de 4/3 vías a la posición derecha o izquierda se pone en funcionamiento el cilindro.

Con la válvula de 2 vías reguladora de caudal se reduce el caudal de tal manera que el cilindro avance en aproximadamente seis segundos. Se puede observar que el cilindro avanza sin control si no se prevé una contrafuerza. A partir de una contrapresión de aproximadamente 0,3 MPa (3 bar) el avance del cilindro es uniforme. La contrapresión necesaria es relativamente baja porque, por un lado, la carga es pequeña y, por el otro, porque en las tuberías de retorno las resistencias son grandes.

### ■ Tareas a resolver

1. Analice el funcionamiento de la válvula de antirretorno desbloqueable.
2. Complete la lista de componentes.
3. Revise el montaje del sistema de control.
4. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
5. Evalúe el funcionamiento del sistema de control.

### ■ Medios auxiliares

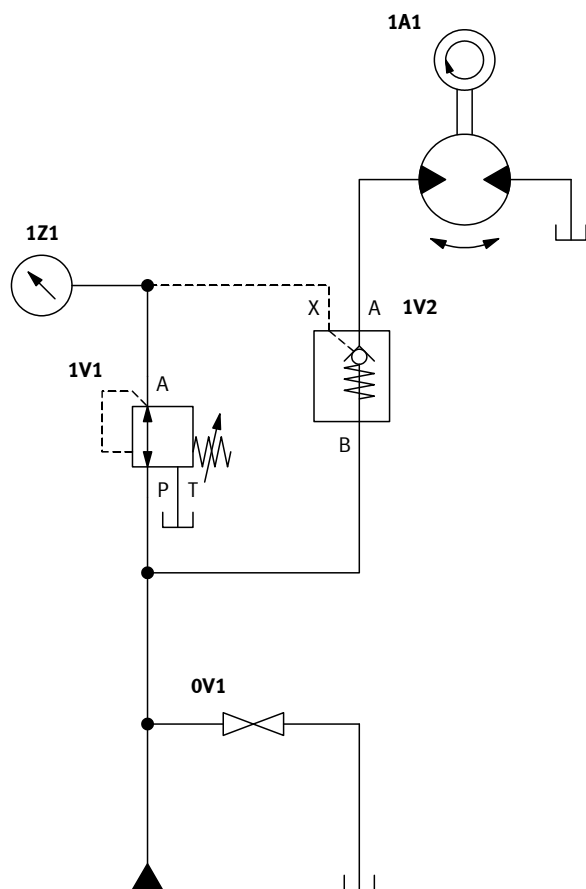
- Hojas de datos
- Instrucciones de utilización
- Manual de estudio: Hidráulica
- Programa de simulación FluidSIM® H



#### 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.

## 1. Analice el funcionamiento de la válvula de antirretorno desbloqueable



Esquema de distribución

- a) Determine la presión de control necesaria para abrir el paso desde B hacia A en la válvula de antirretorno desbloqueable.

**Importante**

Abra la válvula reductora de presión antes de poner en funcionamiento el sistema. Cierre lentamente la válvula reductora de presión hasta que se pone en funcionamiento el motor hidráulico.

Presión en el sistema [MPa]	Presión de control [MPa]	El motor hidráulico se pone en funcionamiento
3	1,1	Sí
4	1,5	Sí
5	1,8	Sí

b) Calcule la relación de las superficies de la conexión de mando y la conexión de trabajo.

Relación entre las superficies

$$\frac{F_X}{F_A} = \frac{1,5}{4,0} = 0,375$$

La superficie del émbolo de control es aproximadamente 2,6 veces más grande que la superficie del cono de cierre.

2. Completar 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	Componente
1	1A1	Cilindro de doble efecto
2	1Z1, 1Z2	Aparato de medición de la presión (manómetro)
1	1V1	Válvula de 4/3 vías, manual, posición central a descarga (AB > T), con enclavamiento
1	0V2	Válvula de estrangulación y antirretorno
1	1V3	Válvula limitadora de presión
1	1V2	Válvula de antirretorno, desbloqueable
1	0V2	Válvula reguladora de caudal de 2 vías
1	0V1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

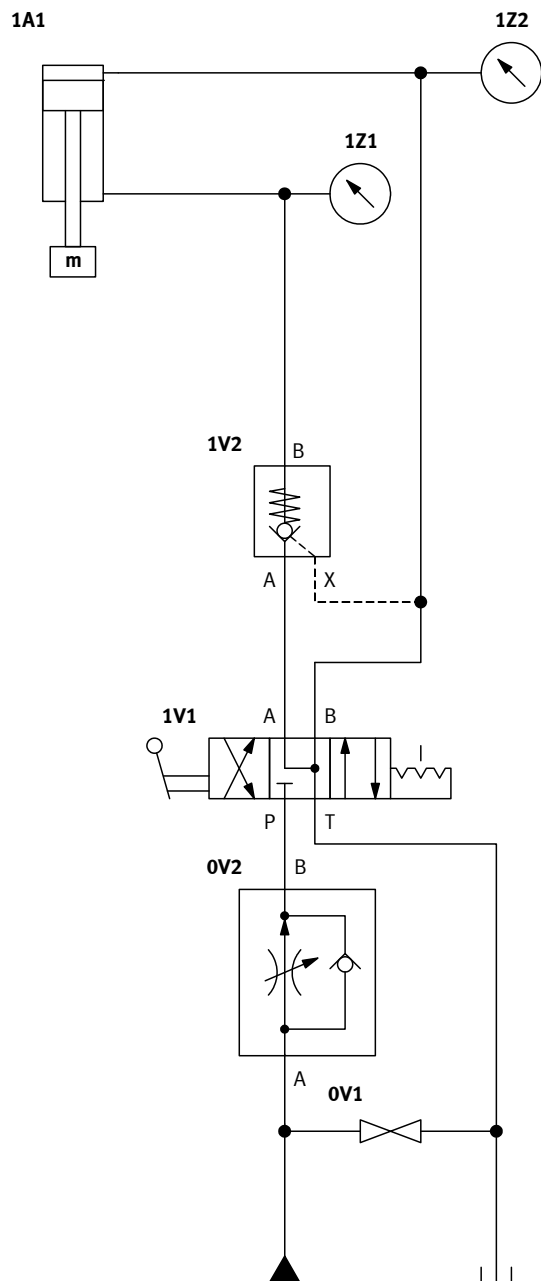
Cantidad	Componente
7	Tubo flexible de 600 mm
3	Tubo flexible de 1000 mm
1	Tubo flexible de 1500 mm
3	Distribuidor en T



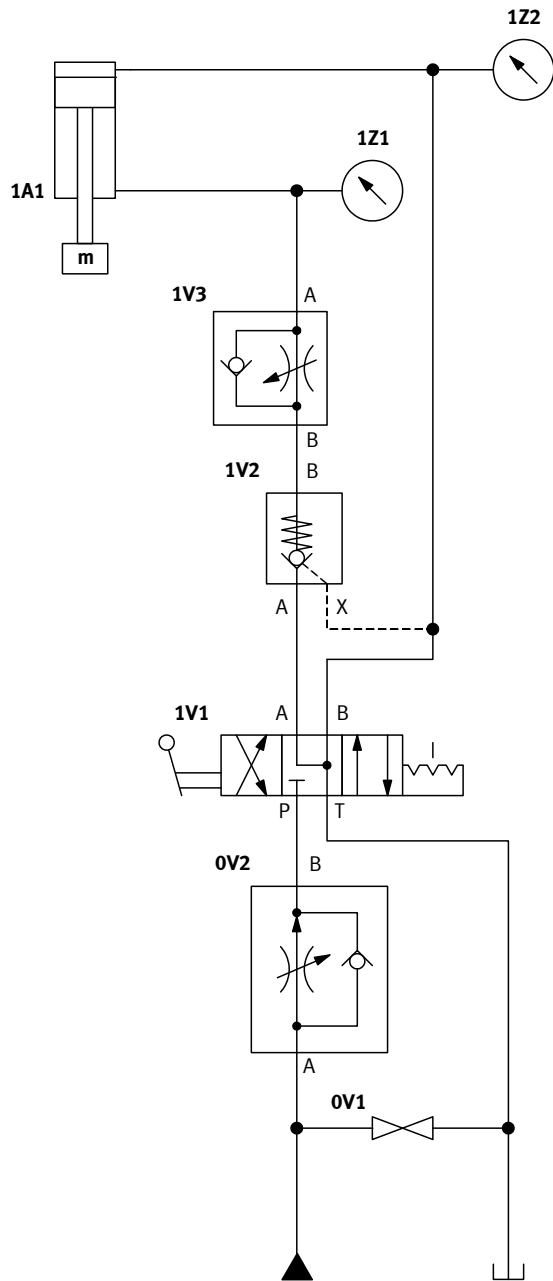
### 3. Montaje del sistema de control

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

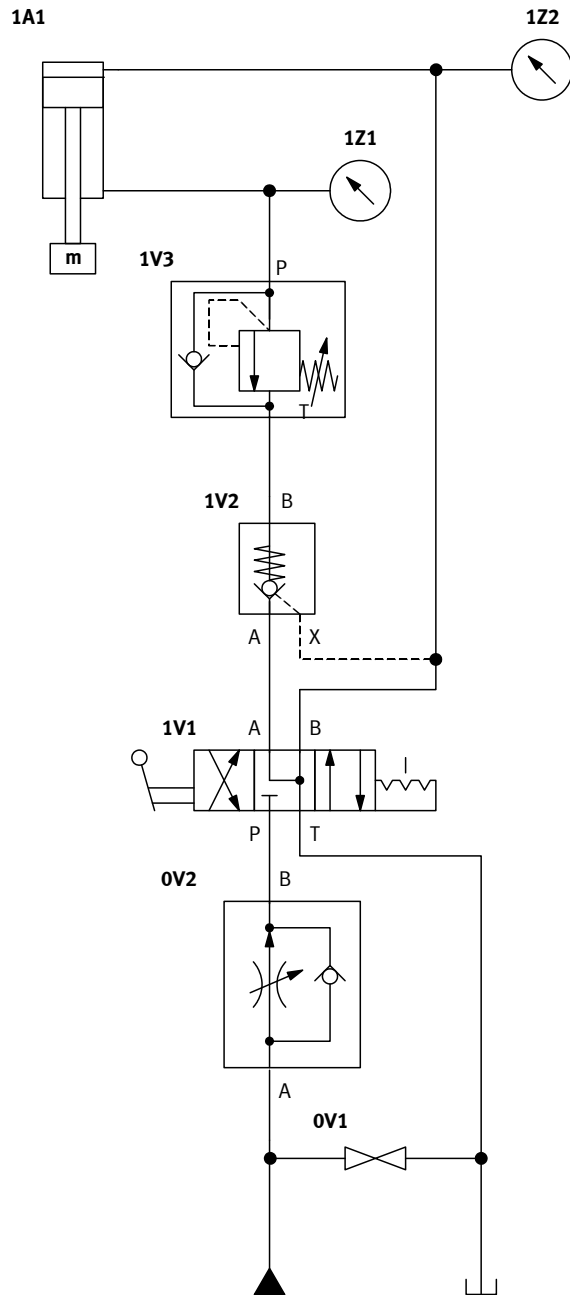
- Ajuste una presión de 5 MPa (50 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Para solucionar esta tarea, efectúe el montaje del cilindro en posición vertical en el lado ancho de la columna perfilada. A continuación, cuelgue un peso del cilindro. Recubra el peso con una tapa apropiada.
- Realice el montaje según los esquemas de distribución.



Solución con válvula antirretorno desbloqueable



Esquema con una válvula antirretorno desbloqueable y una válvula de estrangulación y antirretorno



Solución con una válvula antirretorno desbloqueable y una válvula limitadora de caudal

- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.  
La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula reguladora de 2 vías 0V2. A continuación, abra la válvula efectuando un giro completo.
- Cierre completamente la válvula de estrangulación y antirretorno. A continuación, abra la válvula efectuando un giro completo.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Regule la válvula de estrangulación y antirretorno o la válvula limitadora de presión según sea necesario.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

## 5. Evalúe las tres soluciones

- Evalúe el funcionamiento de las tres soluciones propuestas.

### **Solución con válvula antirretorno desbloqueable**

La válvula de antirretorno desbloqueable asegura el cilindro. Debido a la fuerza de tracción que actúa sobre el cilindro se cierra la válvula de antirretorno, por lo que el émbolo no puede seguir avanzando. De esta manera el cilindro mantiene su posición aunque se produzca una caída de presión en el sistema hidráulico.

Una vez que se aplica presión en la conexión de mando de la válvula de antirretorno desbloqueable, el cilindro puede avanzar. La presión en la conexión de mando de la válvula de antirretorno desbloquea el flujo desde B hacia A. El aceite hidráulico proveniente de la cámara del lado del vástago del cilindro fluye hacia el depósito a través de la válvula limitadora de presión y de la válvula de antirretorno.

Sin presencia de contrafuerza, el vástago avanza debido a la carga. En ese caso, el movimiento se produce bruscamente.

### **Esquema con una válvula antirretorno desbloqueable y una válvula de estrangulación y antirretorno**

Delante de la válvula de estrangulación y antirretorno se genera una alta presión.

### **Solución con una válvula antirretorno desbloqueable y una válvula limitadora de caudal**

Disponiendo de la contrapresión obtenida con la válvula limitadora de presión, la velocidad es la misma con o sin carga.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

# Índice

## Ejercicios y hojas de trabajo

Ejercicio 1: Accionamiento del carrete de arrollamiento de manguera (motor hidráulico) _____	3
Ejercicio 2 – Configuración de un circuito de menor consumo de energía (bypass / derivación) _____	13
Ejercicio 3 – Elevación de cargas pesadas (distribuidor de flujo) _____	21
Ejercicio 4 – Optimización del sistema elevador (divisor de flujo y válvulas limitadoras de presión) _____	29
Ejercicio 5 – Aumento de la velocidad de avance (circuito de derivación) _____	35
Ejercicio 6 – Reducción de los tiempos de producción (avance rápido) _____	43
Ejercicio 7 – Movimiento de un cilindro en caso de fallo de la bomba (acumulador hidráulico) _____	53
Ejercicio 8 – Fijación del cárter de una caja de cambios (fijación con acumulador) _____	61
Ejercicio 9 – Compensación de mayor demanda de caudal (avance rápido con acumulador) _____	67
Ejercicio 10 – Utilización de una válvula reguladora en avance y retroceso (circuito rectificador) _____	75
Ejercicio 11 – Ajuste de la fuerza de apriete (válvula reductora de presión) _____	83
Ejercicio 12 – Comparación entre diversas válvulas reguladoras de presión (válvula limitadora de presión / válvula reductora de presión) _____	91
Ejercicio 13 – Fresado de culatas (control secuencial de la presión) _____	99
Ejercicio 14 – Conmutación de la presión de trabajo de un cilindro (control de niveles de presión) _____	107
Ejercicio 15 – Bloqueo del eje en voladizo para evitar su descenso involuntario (carga tirante) _____	113

Nur für den privaten Gebrauch   For private use only   Solo para uso privado   Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch   For private use only   Solo para uso privado   Usage privé uniquement



## Ejercicio 1

### Accionamiento del carrete de arrollamiento de manguera (motor hidráulico)

#### ■ Objetivos didácticos

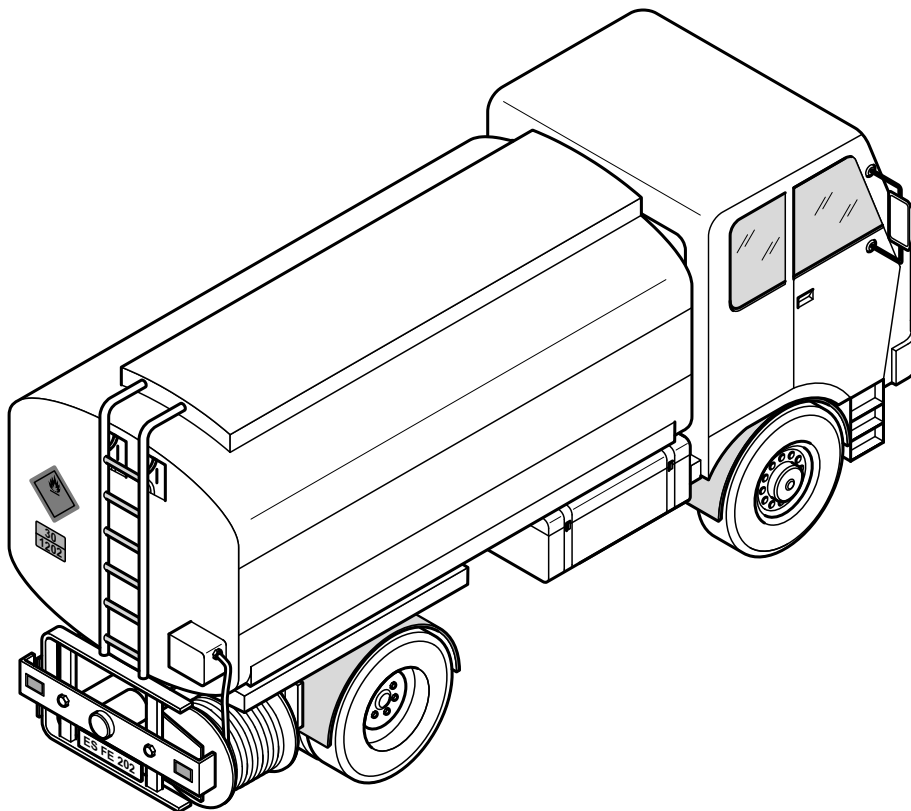
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Construcción y funcionamiento de un motor hidráulico.
- Ajuste del sentido de giro y de la velocidad de rotación de un motor hidráulico

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

El accionamiento de un carrete para la manguera de un camión cisterna de transporte de combustible está a cargo de un motor hidráulico. La manguera deberá desenrollarse, mantenerse desenrollada durante un tiempo largo y, a continuación deberá enrollarse nuevamente. Para ejecutar estas funciones deberá utilizarse una válvula reguladora de 4/3 vías. La velocidad deberá regularse mediante una válvula estranguladora.

#### ■ Plano de situación



Camión cisterna con carrete para la manguera

### ■ Descripción del proceso

Una vez que se realizó el montaje según el esquema de distribución, la válvula de 4/3 vías manual 1V2 deberá ponerse en posición central. A continuación se pone en funcionamiento el equipo hidráulico y se ajusta una presión de 5 MPa (50 bar) en el sistema.

Conmutando la válvula de 4/3 vías a la posición derecha o izquierda se pone en funcionamiento el motor hidráulico. Con la válvula reguladora 1V1 se ajusta el caudal.

### ■ Tareas a resolver

1. El estudiante deberá familiarizarse con la construcción y el funcionamiento del motor hidráulico.
2. Complete la lista de componentes.
3. Realice el montaje del sistema para resolver el ejercicio.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Mida las revoluciones del motor durante 10 segundos y con caudales diferentes. Compare los resultados de la medición con los valores que constan en la hoja de datos del sensor de caudal.
6. Explique el resultado de las mediciones.

### ■ Medios auxiliares

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



### 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.

## 1. Construcción y funcionamiento de un motor hidráulico.

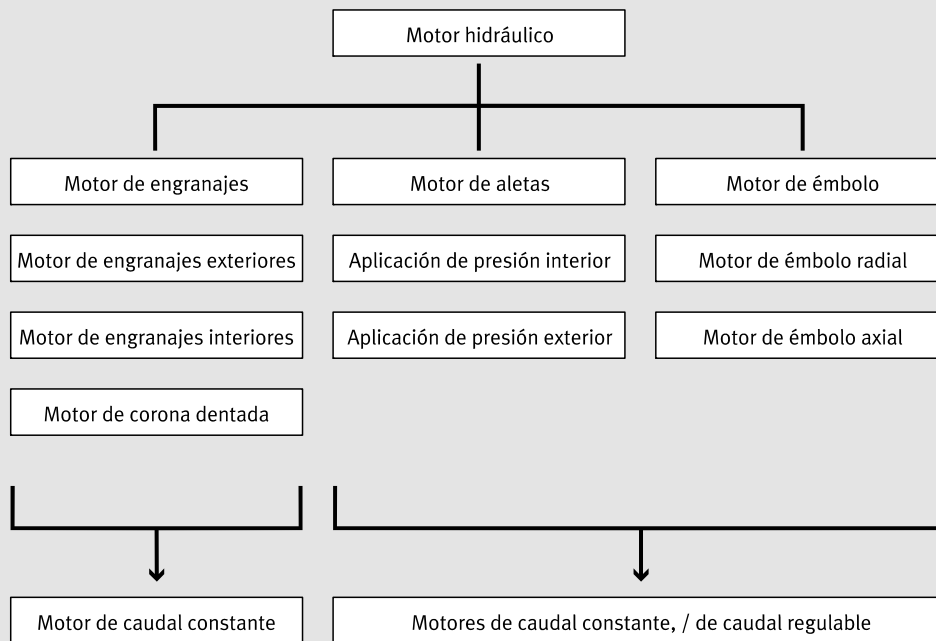
### Información

Los motores hidráulicos suelen tener la misma construcción que las bombas hidráulicas.

Clasificación:

- Motores constantes  
capacidad de absorción constante
- Motores regulables  
capacidad de absorción regulable

Existen numerosas variantes de estos tipos básicos.



Tipos de motores hidráulicos

Los motores hidráulicos son una parte del sistema de accionamiento. Por lo tanto, se trata de actuadores. Los motores hidráulicos convierten energía hidráulica en energía mecánica y generan un movimiento giratorio (actuador giratorio). Si el giro se produce dentro de los márgenes establecidos por un ángulo determinado, se trata de motores oscilantes.

En los motores hidráulicos se aplican los mismos parámetros que en las bombas hidráulicas. Sin embargo, en el caso de los motores hidráulicos se aplica el criterio de capacidad absorción, mientras que en el caso de las bombas hidráulicas se aplica el criterio de expulsión. Los fabricantes de motores hidráulicos indican el volumen de absorción en  $\text{cm}^3$  por giro. Además indican el margen de revoluciones correspondiente al funcionamiento eficiente del motor.

$$q = n \cdot V$$

$p$	Presión	[Pa]
$M$	Momento de giro	[Nm]
$V$	Desplazamiento geométrico, capacidad de absorción	[cm <sup>3</sup> ]
$q$	Caudal	[dm <sup>3</sup> /min]
$n$	Revoluciones	[min <sup>-1</sup> ]

a) Un motor con capacidad de absorción de  $V = 10 \text{ cm}^3$  deberá funcionar a  $n = 600$  revoluciones por minuto.

[illegible][illegible]

- Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

[illegible]

Cantidad	Identificación	Componente
2		Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1		Bomba hidráulica

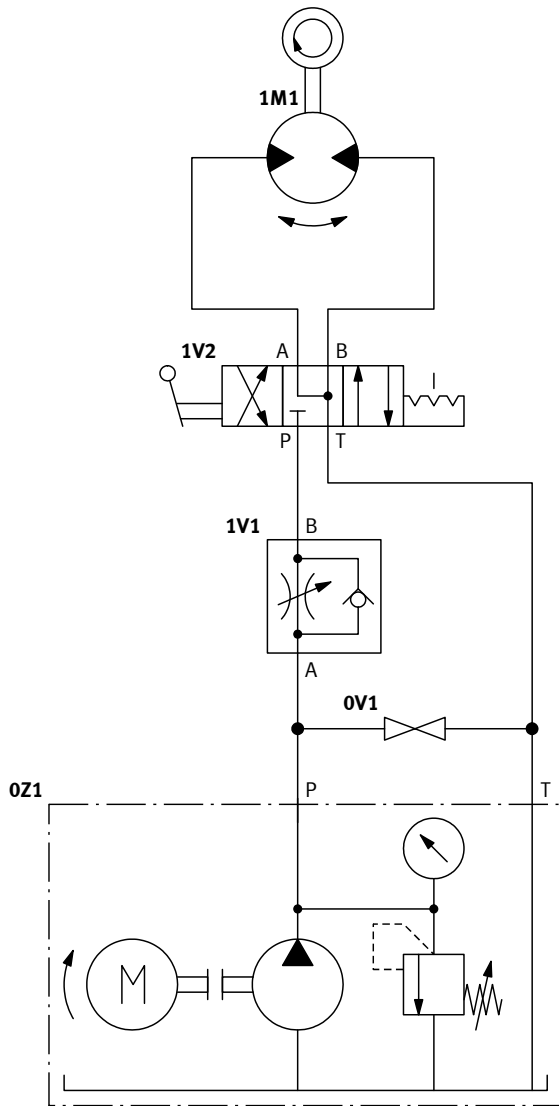
Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm

## 7

### 3. Montaje del sistema de control

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

- En la válvula limitadora de presión de sistema hidráulico ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) antes de iniciar el montaje según el esquema.
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión..
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.  
La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Cierre completamente la válvula estranguladora 1V1. A continuación, abra la válvula efectuando medio giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Alimente una tensión eléctrica de 24 V DC al sensor de caudal.

##### Importante

Las informaciones necesarias constan en el manual de instrucciones del sensor.

- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Para hacerlo, cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Conecte el motor hidráulico y compruebe si hay fugas. A continuación vuelva a desconectar el motor.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión límite de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ponga en funcionamiento el motor hidráulico y cerrando o abriendo el estrangulador de la válvula de estrangulación y antirretorno 1V1 ajuste el caudal  $q$  del motor hidráulico.

#### 5. Obtención de los valores de medición

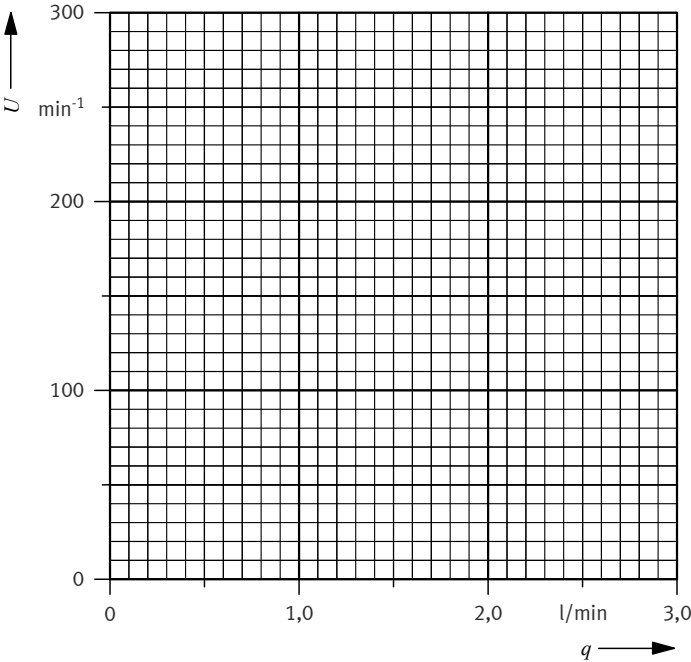
- a) Incluya los valores medidos en la tabla.

##### Importante

Con el fin de minimizar los errores de medición, efectúe cada medición tres veces y calcule el valor promedio.

Caudal $q$ [l/min]	Giro en sentido horario			Giro en sentido antihorario		
	Tiempo para 20 giros [s]		Revoluciones $n$ [rpm]	Tiempo para 20 giros [s]		Revoluciones $n$ [rpm]
	$t_1, t_2, t_3$	$t_{medio}$		$t_1, t_2, t_3$	$t_{medio}$	

b) Recurriendo a los valores que constan en la tabla confeccione la línea característica de las revoluciones en función del caudal.



Línea característica de revoluciones en función del caudal

**Sugerencias para las clases**  
La línea incluida en el diagrama es solamente una referencia visual.



**Nur für den privaten Gebrauch**      **For private use only**      **Solo para uso privado**      **Usage privé uniquement**

- 
- A large grid of graph paper with 20 columns and 10 rows. The grid is composed of small squares, with a slightly larger margin on the left side for writing.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

## Ejercicio 2

### Configuración de un circuito de menor consumo de energía (bypass / derivación)

#### ■ 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:

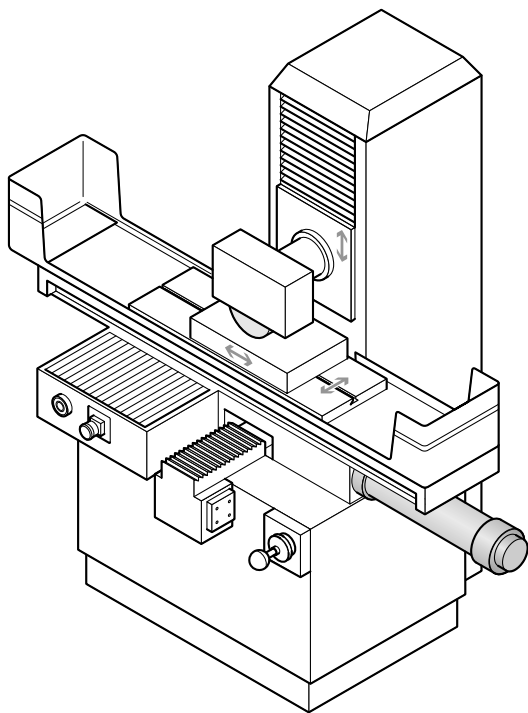
- Configuración de circuitos con bypass.
- Cálculo de balances de rendimiento de circuitos hidráulicos a partir de valores medidos.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Regulación del avance de la mesa de una máquina lijadora. Considerando que la presión de funcionamiento está sujeta a cambios, se admiten ligeras modificaciones de la velocidad de avance. El accionamiento está a cargo de un motor de absorción constante. Deberá configurarse un esquema de bajo consumo de energía utilizando una válvula reguladora de 2 vías.

Deberá determinarse el balance de rendimiento comparando una solución en la que la válvula reguladora de caudal de 2 vías está en el bypass (derivación) con otra en la que la válvula está montada directamente en el conducto de alimentación de la válvula de vías. En ambos casos deberá ajustarse un caudal de 1 l/min en el motor hidráulico y una contra presión de 2 MPa (20 bar).

#### ■ Plano de situación



Máquina lijadora plana

### ■ Descripción del proceso

Una vez que se realizó el montaje según el esquema de distribución hidráulico, la válvula manual de 4/3 vías deberá ponerse en posición central. A continuación se pone en funcionamiento el equipo hidráulico y se ajusta una presión de 5 MPa (50 bar) en el sistema.

El motor hidráulico se pone en funcionamiento conmutando la válvula manual de 4/3 vías (conexión desde A hacia P y desde B hacia T). La válvula reguladora de 2 vías se ajusta de tal manera hasta que el caudal del motor hidráulico es de 1,0 l/min. Con la válvula de estrangulación y antirretorno se ajusta una contrapresión de 2 MPa (20 bar) (lectura en el aparato de medición, justo delante del motor hidráulico).

Deberán apuntarse en la tabla la presión (delante y detrás de la válvula reguladora de caudal de 2 vías) y el caudal.

### ■ Tareas a resolver

1. Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente.
2. Efectúe el montaje, primero con la válvula reguladora de caudal en el conducto de alimentación y, a continuación, en el bypass.
3. Compruebe la configuración del sistema de control.
4. Mida las presiones y los caudales necesarios.
5. Calcule el balance de rendimiento válido en cada caso.
6. Evalúe los resultados de los cálculos.

### ■ Medios auxiliares

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



#### 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.

### 1. Completar la lista de componentes

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

Cantidad	Identificación	Componente
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	OZ1	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

#### Importante

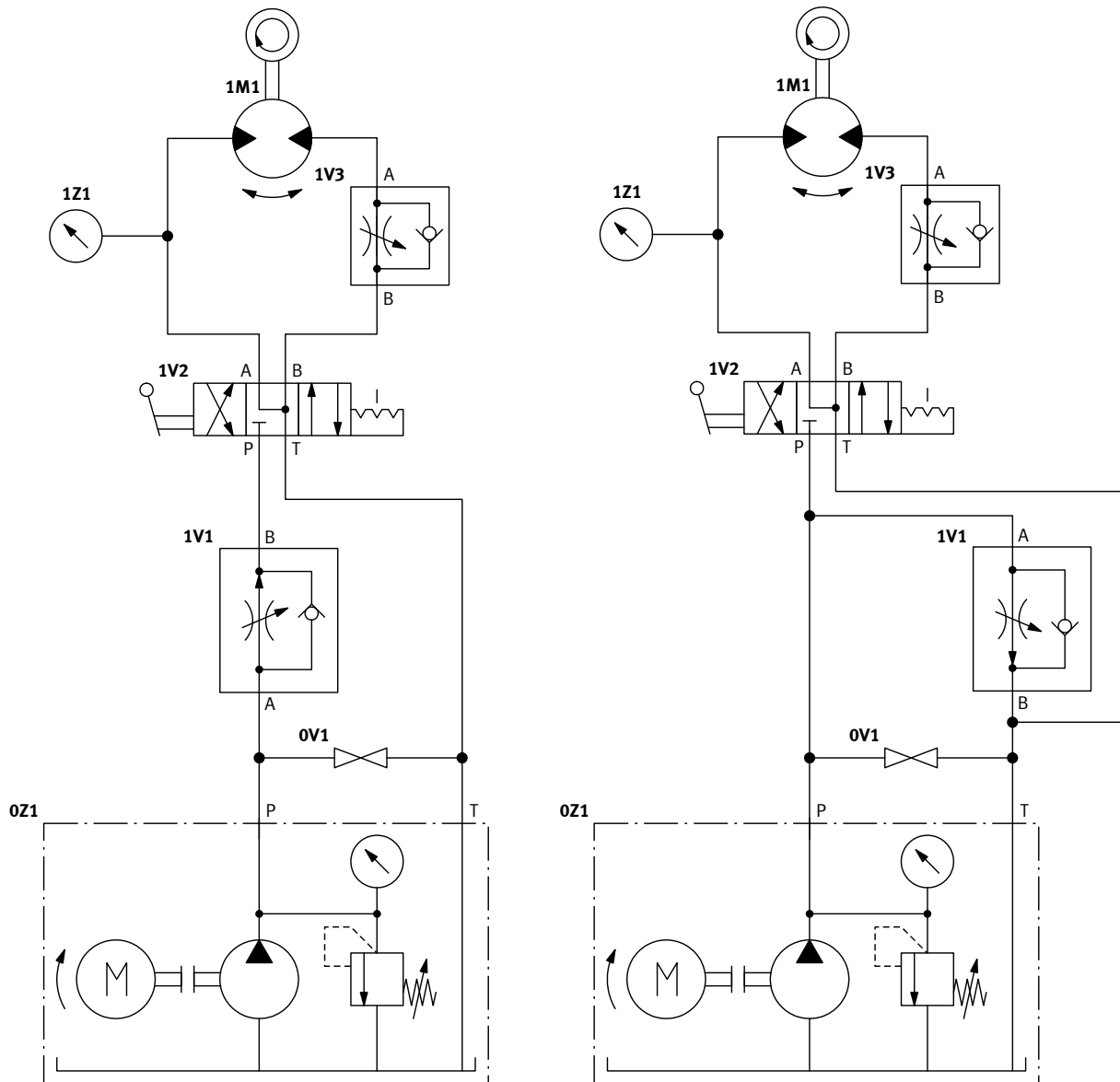
Para realizar las mediciones se necesita lo siguiente:

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

## 2. Montaje de los sistemas de control (válvula reguladora de caudal en el conducto de alimentación / en el bypass)

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

- En la válvula limitadora de presión de sistema hidráulico ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) antes de iniciar el montaje según el esquema.
- Utilice uno después de otro los dos esquemas de distribución.



Esquema de distribución hidráulico. Izq.: válvula reguladora de caudal en el conducto de alimentación. Der.: válvula reguladora de caudal en el bypass

- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

### 3. Comprobación de la configuración de los dos sistemas 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 caudal 1V1 y la válvula estranguladora 1V3. A continuación, abra las válvulas efectuando medio giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Alimente una tensión eléctrica de 24 V DC al sensor de caudal.

#### Importante

Las informaciones necesarias constan en el manual de instrucciones del sensor.

- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Para hacerlo, cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Conecte el motor hidráulico y compruebe si hay fugas. A continuación vuelva a desconectar el motor.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión límite de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ponga en funcionamiento el motor hidráulico y con las válvulas estranguladoras ajuste los valores deseados en la válvula reguladora 1V1 y en la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3.

[illegible]



- $q_p$  Caudal de la bomba para el motor y la válvula reguladora de caudal. Recorra al valor que consta en la hoja de datos.

[illegible]

- $q_v$  Caudal a través de la válvula reguladora de caudal.

[illegible]

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- 
- A large grid of graph paper with 20 columns and 10 rows. The grid is composed of small squares, with a slightly larger margin on the left side for writing.

### Ejercicio 3

#### Elevación de cargas pesadas (distribuidor de flujo)

##### ■ Objetivos didácticos

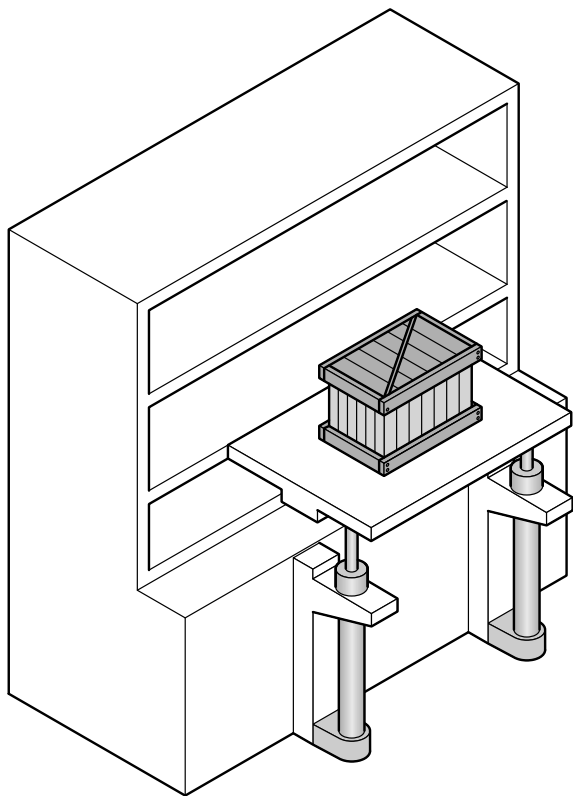
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Construcción y funcionamiento de contactores.
- Aplicación de un distribuidor para la marcha sincronizada de dos cilindros.

##### ■ Descripción de la tarea a resolver

Un sistema elevador de cargas pesadas está equipado con dos cilindros hidráulicos. Para que el sistema funcione correctamente es necesario que los dos vástagos fijados a la mesa avancen a la misma velocidad aunque se aplique una carga desequilibrada. Deberá proponerse un esquema de distribución con una válvula divisora de flujo.

##### ■ Plano de situación



Sistema elevador con dos cilindros hidráulicos

### ■ Descripción del proceso

Para simular una carga desequilibrada se aplica una fuerza sobre uno de los cilindros.

Una vez realizado el montaje de acuerdo con el esquema de distribución, puede ponerse en funcionamiento el sistema. Ajuste de la presión del sistema a 5 MPa (50 bar).

Al accionar la válvula manual de 4/2 vías se ponen en funcionamiento los cilindros.

### ■ Tareas a resolver

1. Estudie la configuración y el funcionamiento de un distribuidor.
2. Complete el esquema de distribución hidráulico.
3. Complete la lista de componentes de la solución con una válvula distribuidora.
4. Realice el montaje del sistema para resolver el ejercicio.
5. Compruebe la configuración del sistema de control.
6. Analice el avance y el retroceso de los cilindros con y sin válvula distribuidora.

### ■ Medios auxiliares

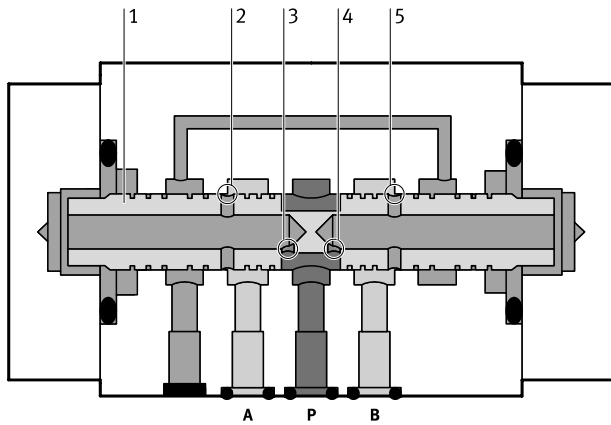
- Hojas de datos
- Instrucciones de utilización
- Manual de estudio: Hidráulica
- Programa de simulación FluidSIM® H



#### 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.

## 1. Construcción y funcionamiento de una válvula distribuidora



Válvula distribuidora – Corte en sección. 1: Émbolo de regulación, 2, 3, 4, 5: Zonas de estrangulación

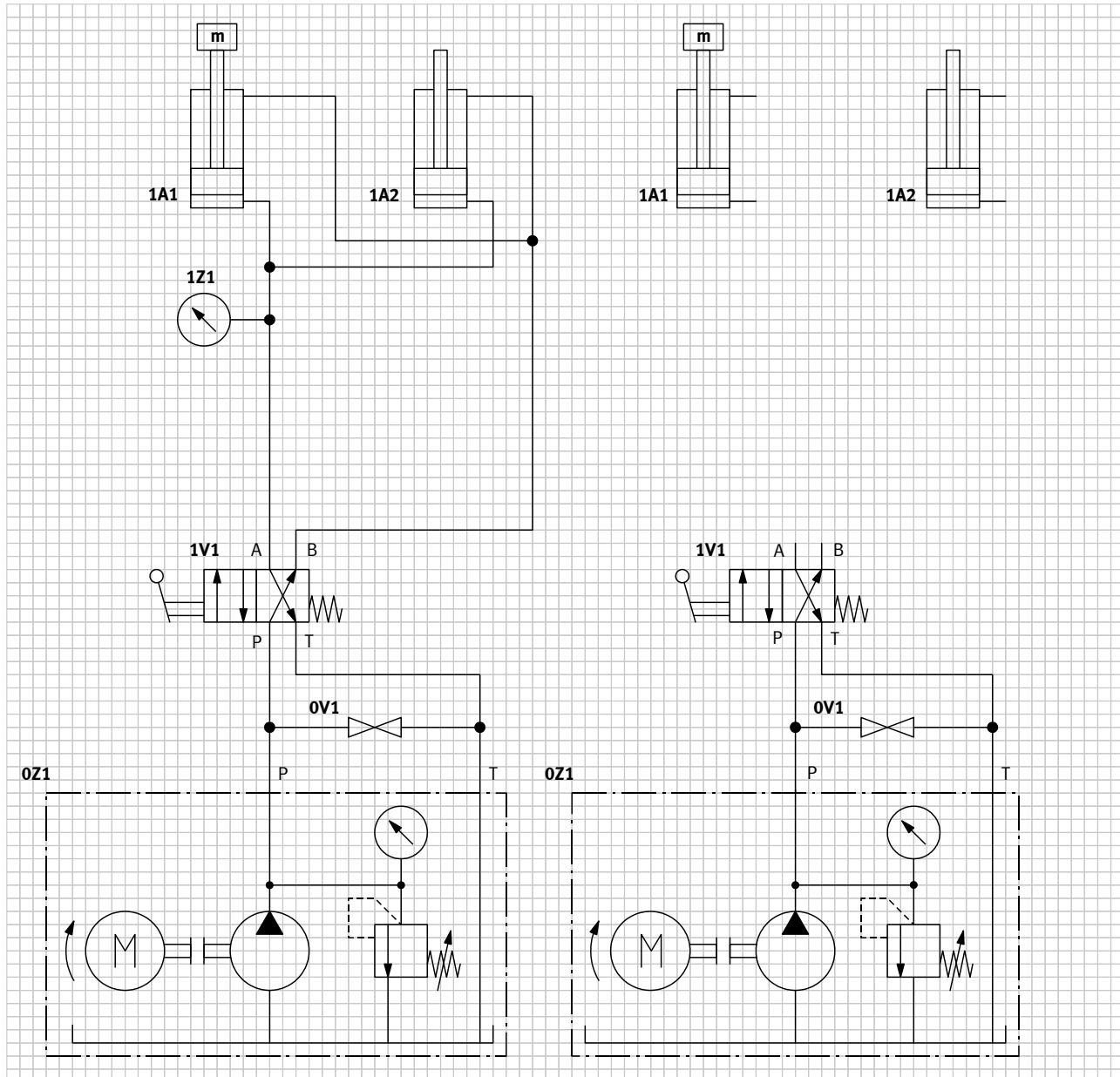
- Describa el funcionamiento la válvula distribuidora.

[illegible]

## 2. Completar el esquema de distribución hidráulico

- a) Amplíe el esquema de distribución hidráulico del sistema elevador de tal manera que aunque se aplique una carga desigual, el avance de los cilindros sea idéntico.

Incluya los símbolos adicionales en el esquema de distribución. Identifique los componentes e incluya las denominaciones de las conexiones agregadas.



Esquema de distribución hidráulico. Izq.: esquema inicial. Der.: esquema modificado

### 3. Completar la lista de componentes

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

Cantidad	Identificación	Componente
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	OZ1	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

#### 4. Configuración de sistemas de control con y sin válvula divisora de flujo

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

- En la válvula limitadora de presión de sistema hidráulico ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) antes de iniciar el montaje según el esquema.
- Para solucionar la tarea de este ejercicio monte el cilindro que soporta la carga lateralmente, junto a la columna perfilada vertical, mientras que el cilindro sin carga deberá montarse en la misma columna, pero en su lado frontal. Monte las tapas de protección apropiadas.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

#### 5. Comprobación la configuración del sistema de control

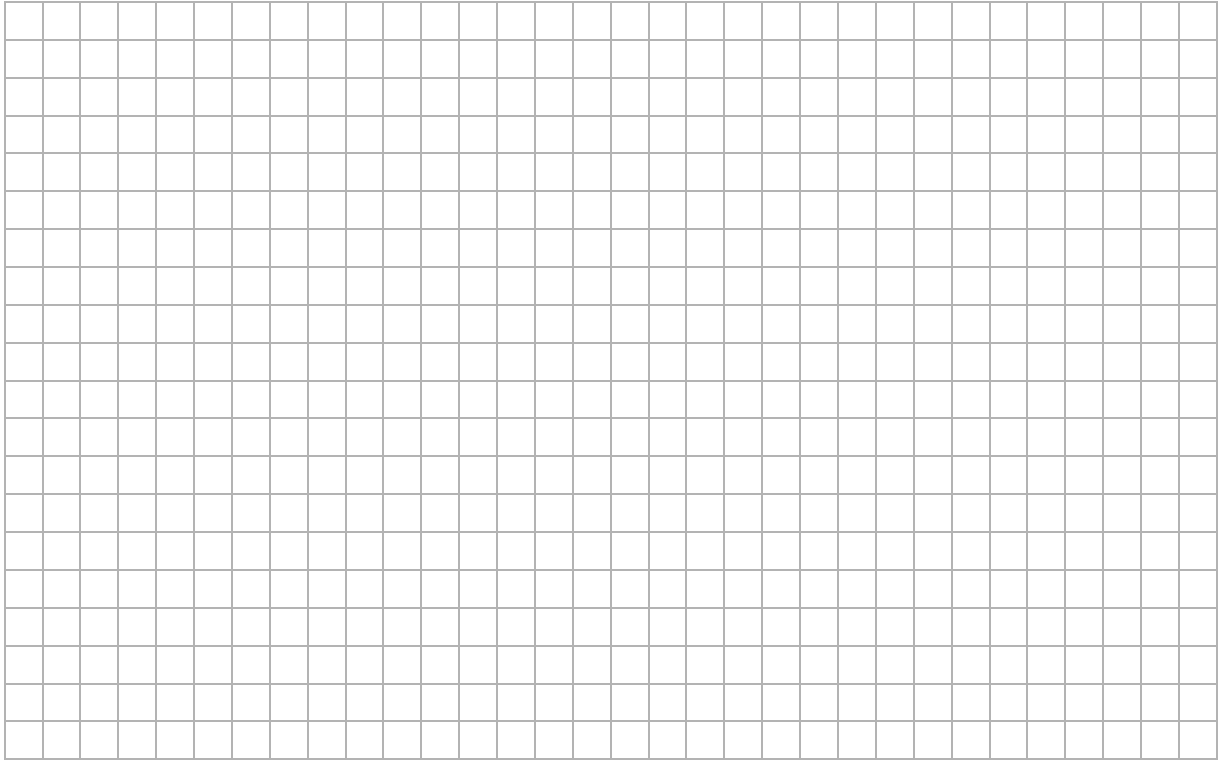
Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Compruebe si las tapas protectoras están montadas correctamente en los cilindros.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Para hacerlo, cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión límite de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ejecute varios ciclos completos de control.



**6. Avance y retroceso de los cilindros**

- Describa el comportamiento de los cilindros al avanzar y retroceder con y sin válvula divisora. Evalúe los resultados.



Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

## Ejercicio 4

### Optimización del sistema elevador (divisor de flujo y válvulas limitadoras de presión)

#### ■ Objetivos didácticos

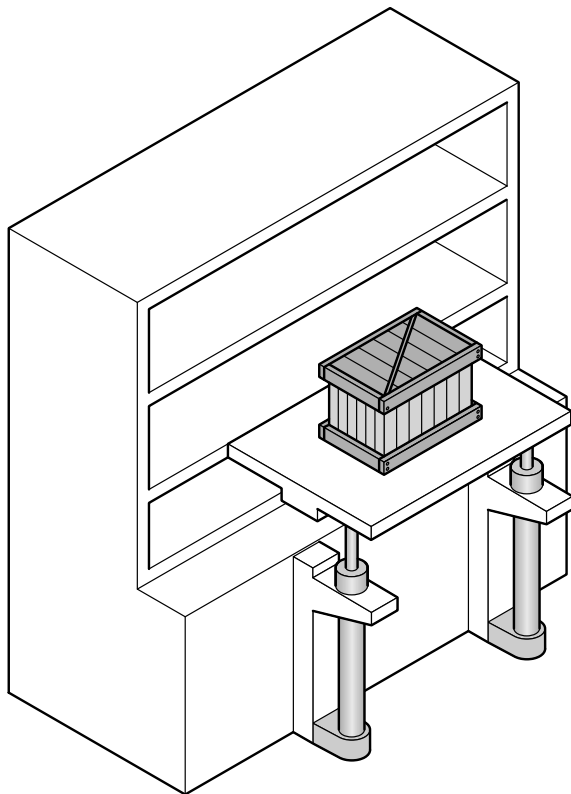
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Construcción y funcionamiento de contactores.
- Aplicación de un distribuidor para la marcha sincronizada de dos cilindros.
- Sincronización de movimientos en avance y en retroceso.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Un sistema elevador de cargas pesadas está equipado con dos cilindros hidráulicos. Para que el sistema funcione correctamente es necesario que los dos vástagos fijados a la mesa avancen y retrocedan a la misma velocidad aunque se aplique una carga desequilibrada. Deberá proponerse un esquema de distribución con una válvula divisora de flujo y con válvulas limitadoras de presión.

#### ■ Plano de situación



Sistema elevador con dos cilindros hidráulicos

■ **Tareas a resolver**

1. Complete la lista de componentes.
2. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
3. Compruebe la configuración del sistema de control.
4. Analice el avance y el retroceso de los cilindros. Explique el resultado de sus observaciones.

■ **Medios auxiliares**

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



**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.

### 1. Completar la lista de componentes

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

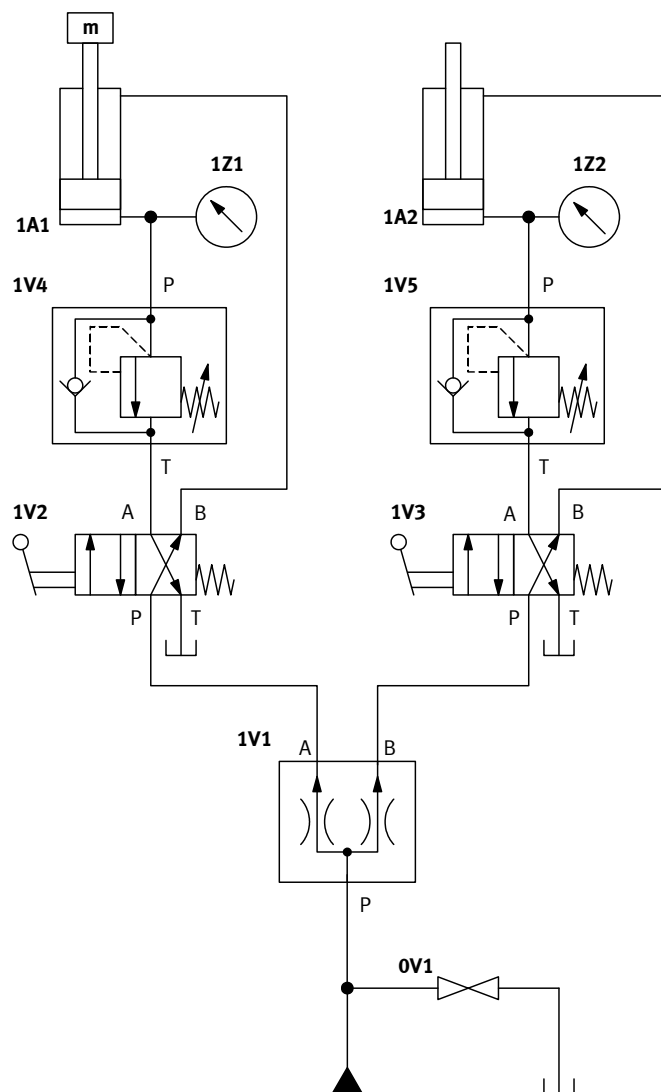
Cantidad	Identificación	Componente
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

## 2. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Para solucionar la tarea de este ejercicio monte el cilindro que soporta la carga lateralmente, junto a la columna perfilada vertical, mientras que el cilindro sin carga deberá montarse en la misma columna, pero en su lado frontal. Monte las tapas de protección apropiadas.
- Ajuste una presión de 1,5 MPa (15 bar) en las válvulas limitadoras de presión (contrapresión) antes de montarlas en el sistema.
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

### 3. 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.
- Compruebe si las tapas protectoras están montadas correctamente en los cilindros.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión de funcionamiento de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- [illegible]

El conjunto didáctico únicamente incluye una válvula manual de 4/2 vías. Por lo tanto, deberá utilizar adicionalmente una válvula manual de 4/3 vías.



Antes de realizar el montaje del sistema de control, abra las dos válvulas limitadoras de presión 1V4 y 1V5. La indicación de los manómetros 1Z1 y 1Z2 baja a cero puesto que no hay presión conectada.



## Ejercicio 5

### Aumento de la velocidad de avance (circuito de derivación)

#### ■ Objetivos didácticos

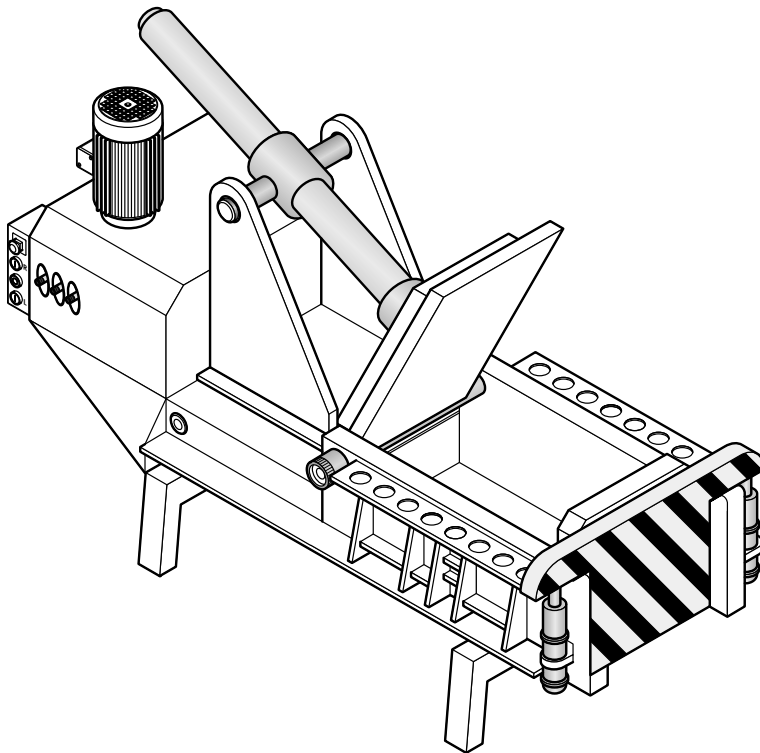
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Funcionamiento de un circuito de derivación.
- Cálculos de fuerzas en el cilindro.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Las mordazas de una prensa de piezas de desguace funcionan con dos cilindros hidráulicos de doble efecto. Al principio del movimiento, cuando la fuerza de prensado aún es pequeña, los cilindros deberán moverse más rápidamente que al final de la operación de prensado, cuando la fuerza necesaria es mayor. Cuando los cilindros avanzan rápidamente al principio deberá aprovecharse el volumen de aceite contenido en el lado del vástago. La velocidad se ajusta con una válvula estranguladora.

#### ■ Plano de situación



Prensa de piezas de desguace

### ■ Descripción del proceso

Una vez que se realizó el montaje según el esquema de distribución, la válvula de 4/3 vías manual deberá ponerse en la posición b. A continuación se pone en funcionamiento el motor hidráulico y la válvula limitadora de la presión del sistema se mantiene cerrada hasta que el presostato indica una presión de 5 MPa (50 bar)

El cilindro se pone en movimiento poniendo la válvula manual de 4/3 vías en la posición a o 0. El émbolo avanza. El caudal se regula con la válvula de estrangulación y antirretorno.

### ■ Tareas a resolver

1. Analice el funcionamiento de un circuito de derivación.
2. Complete la lista de componentes.
3. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Mida la duración de los movimientos y calcule la velocidad de avance.
6. Calcule la relación entre las superficies.
7. Calcule las fuerzas de compresión.
8. Evalúe los resultados.

### ■ Medios auxiliares

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



### 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.

## 1. Circuito de derivación

### Información

En el caso de un circuito de derivación, tanto el lado del émbolo como el lado del vástago de un cilindro están conectados a presión. De esta manera, la velocidad de avance del émbolo es mayor, ya que se produce un flujo desde la cámara del vástago hacia la cámara del émbolo a través de la válvula de vías.

En el caso de un circuito de derivación, la fuerza de avance del cilindro es mejor porque se aplica una contrafuerza en el lado del vástago. Uniendo la cámara del émbolo con la del vástago se aplica la misma presión en ambos lados del émbolo. Considerando la relación de las superficies  $\alpha = 1,64 : 1$  (superficie en el lado del émbolo en relación con la superficie en el lado de vástago), es posible calcular la contrafuerza que se aplica en el lado del vástago. El vástago avanza con fuerza aminorada.

En el caso de cilindros con una relación de superficies  $\alpha = 2 : 1$ , la velocidad de avance y es igual a la de retroceso. Por lo tanto, se trata de un circuito diferencial.

## 2. Completar la lista de componentes

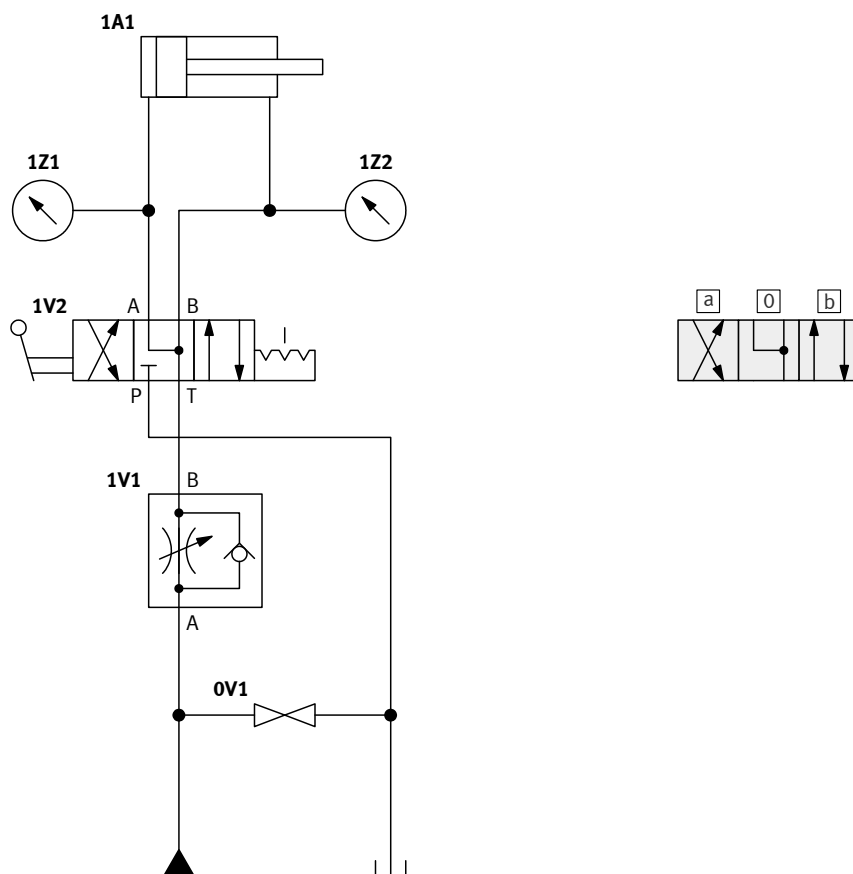
- Complete la lista de componentes. Incluya la cantidad de componentes necesarios en la tabla siguiente. Indique la identificación de los componentes que se incluyen en el esquema.

Cantidad	Identificación	Componente
		Cilindro de doble efecto
		Aparato de medición de la presión (manómetro)
		Válvula de 4/3 vías, manual, posición central a descarga (AB > T), con enclavamiento
		Válvula de estrangulación y antirretorno
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.  
La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
  - Compruebe que los tubos flexibles no se doblen.
- 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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula estranguladora 1V1. A continuación, abra la válvula efectuando medio giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión de funcionamiento prevista de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ejecute varios ciclos completos de control.
- Utilizando el estrangulador de la válvula de estrangulación y antirretorno 1V1 ajuste los valores necesarios.

#### 5. Medición de la duración de los movimientos y cálculo de la velocidad de avance.

- a) Mida la duración de los movimientos y calcule las velocidades correspondientes. Incluya los resultados en la tabla.

##### Importante

Para ajustar la válvula de estrangulación y antirretorno utilice la escala que se encuentra en el botón giratorio (desde 0 hasta 9).

Con el fin de minimizar los errores de medición, efectúe cada medición tres veces y calcule el valor promedio.

Posición de mando	Avance sin circuito de derivación activo		Avance con circuito de derivación activo		Retroceso	
	a		0		b	
Válvula de estrangulación y antirretorno	Tiempo para un movimiento de avance [s]	Velocidad [m/min]	Tiempo para un movimiento de avance [s]	Velocidad [m/min]	Tiempo para un movimiento de avance [s]	Velocidad [m/min]
	$t_1, t_2, t_3$	$t_{medio}$	$t_1, t_2, t_3$	$t_{medio}$	$t_1, t_2, t_3$	$t_{medio}$
Boton giratorio: 5 (Medio giro)						
Boton giratorio: 10 (Un giro)						

Posición a de conmutación y válvula de estrangulación y antirretorno medio giro (escala) abierta.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{200 \text{ mm}}{0,9 \text{ s}} = \frac{0,2 \text{ m}}{0,9 \text{ s}} = 0,22 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \approx 13,3 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Parámetros conocidos:

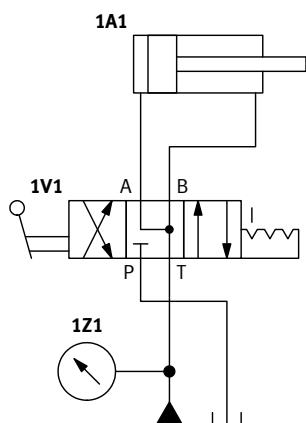
Diámetro del vástago:  $d_{KSt} = 10 \text{ mm}$

[illegible][illegible][illegible]

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- [illegible]

### Cálculo

[illegible]

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

	Avance sin circuito de derivación activo	Avance con circuito de derivación	Retroceso
Posición de mando	a	0	b
Fuerza [N]			

## 8. Evaluación de los resultados

- Tome apuntes de la evaluación de los resultados obtenidos.

[illegible]



## Ejercicio 6

### Reducción de los tiempos de producción (avance rápido)

#### ■ Objetivos didácticos

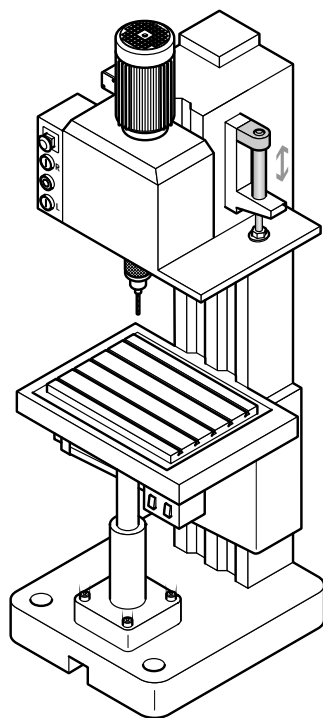
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Funcionamiento de un circuito con avance rápido.
- Confección de un diagrama de espacio - pasos sobre la base de la descripción de las secuencias.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Numerosas máquinas herramienta tienen una función de avance rápido. El taladro deberá avanzar rápidamente hasta la pieza y, a continuación deberá seguir avanzando a menor velocidad durante la operación de taladrado. Con el avance rápido se acortan los tiempos de producción. La velocidad de avance debe ser regulable, considerando el material de la pieza y el diámetro de la broca.

#### ■ Plano de situación



Taladradora

### ■ Descripción del proceso

Para solucionar esta tarea deberá configurarse un esquema con una válvula manual de 4/2 vías. La conmutación de avance rápido a avance lento está a cargo de una válvula de leva de 2/2 vías que se activa mediante una guía montada en el cilindro.

La velocidad de avance se regula mediante una válvula reguladora de 2 vías. Para que el movimiento de retroceso se ejecute a máxima velocidad, es necesario prever una derivación a través de una válvula de antirretorno para puentear la válvula reguladora.

### ■ Tareas a resolver

1. Estudie la configuración y el funcionamiento de una válvula de leva de 2/2 vías.
2. Confeccione el diagrama espacio-pasos.
3. Confeccione el correspondiente esquema GRAFCET.
4. Estudie el diagrama espacio-pasos.
5. Complete el esquema de distribución hidráulico.
6. Complete la lista de componentes.
7. Realice el montaje del sistema para resolver el ejercicio.
8. Compruebe la configuración del sistema de control.
9. Realice las mediciones y apunte los valores en la tabla.
10. Describa el funcionamiento del sistema montado según el esquema de distribución.

### ■ Medios auxiliares

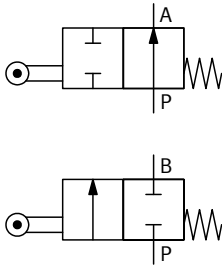
- Hojas de datos
- Instrucciones de utilización
- Manual de estudio: Hidráulica
- Programa de simulación FluidSIM® H



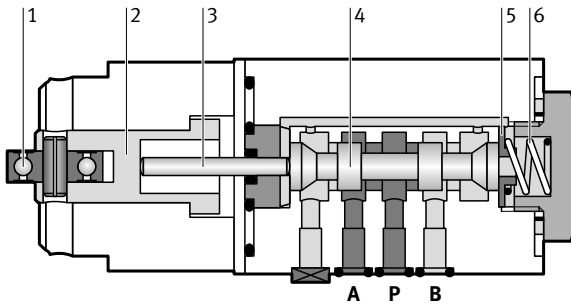
#### Control visual

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

### 1. Construcción y funcionamiento de una válvula de leva de 2/2 vías



Válvula de leva de 2/2 vías – Símbolo



Válvula de 2/2 vías – Dibujo en sección. 1: Rodamiento de bolas 2: Leva 3: Vástago 4: Émbolo 5: Platillo el muelle 6: Muelle

- Describa el funcionamiento de la válvula de leva de 2/2 vías.

A full-page sheet of white graph paper featuring a uniform grid of thin, light gray horizontal and vertical lines. The grid consists of small squares covering the entire area of the page.

2. Diagrama espacio-pasos

Información

El diagrama espacio-pasos es un diagrama de movimientos. El diagrama espacio-pasos se utiliza para la representación esquemática de la secuencia de movimientos. El diagrama muestra las secuencias del funcionamiento de los componentes. El recorrido se muestra en función de las secuencias de los movimientos.

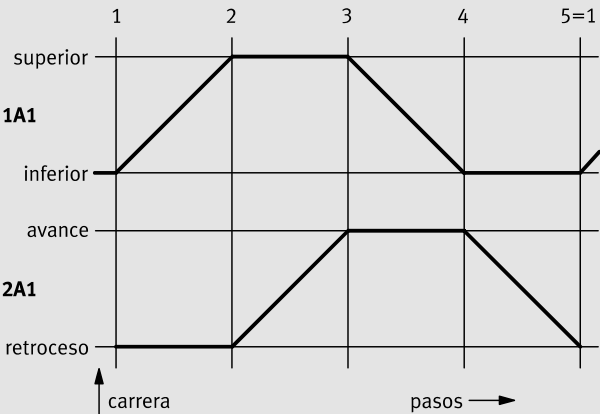
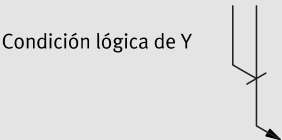
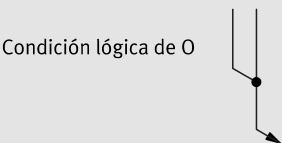
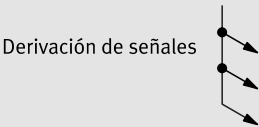
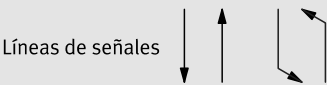


Diagrama espacio-pasos, representación de las líneas funcionales

El diagrama muestra los movimientos ejecutados por los dos cilindros 1A1 y 2A1. En el primer paso avanza el cilindro 1A1. En el segundo paso avanza el cilindro 2A1. En el tercer paso retrocede el cilindro 1A1. En el cuarto paso retrocede el cilindro 2A1. El quinto paso corresponde al primer paso.

En un diagrama de funciones se pueden incluir las líneas funcionales y, además, las líneas de las señales.

Una línea de señal empieza en el elemento transmisor de la señal, y finaliza donde se produce un cambio de estado a raíz de dicha señal. Las flechas en las líneas de señales indica el sentido de flujo de la señal.

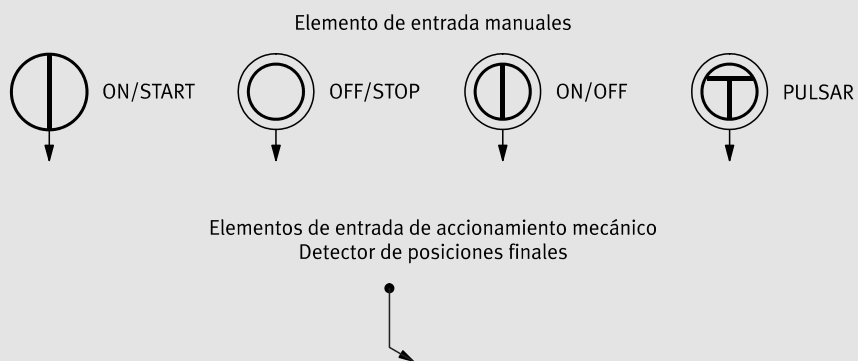


Representación de líneas de las señales

Las derivaciones de señales se representan en el diagrama mediante puntos. Una señal de salida provoca cambios de estado de componentes.

La condición lógica de O se identifica con un punto en el punto de unión de las líneas de señales. Cumpliéndose la condición de O, las señales de salida provocan independientemente entre sí el mismo cambio de estado.

La función lógica de Y se identifica con una línea oblicua en el punto de unión de las señales. Cumpliéndose la función lógica de Y únicamente se produce un cambio de estado si están presentes todas las señales de salida.



Representación de elementos de entrada

Las denominaciones de cada uno de los módulos de entrada se indican en el punto de inicio de cada una de las líneas.

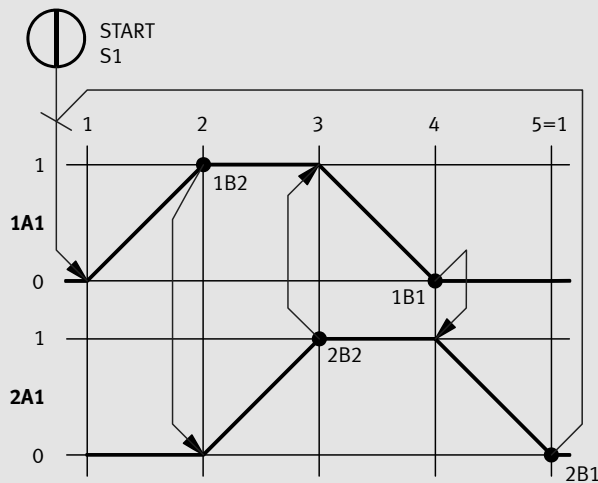
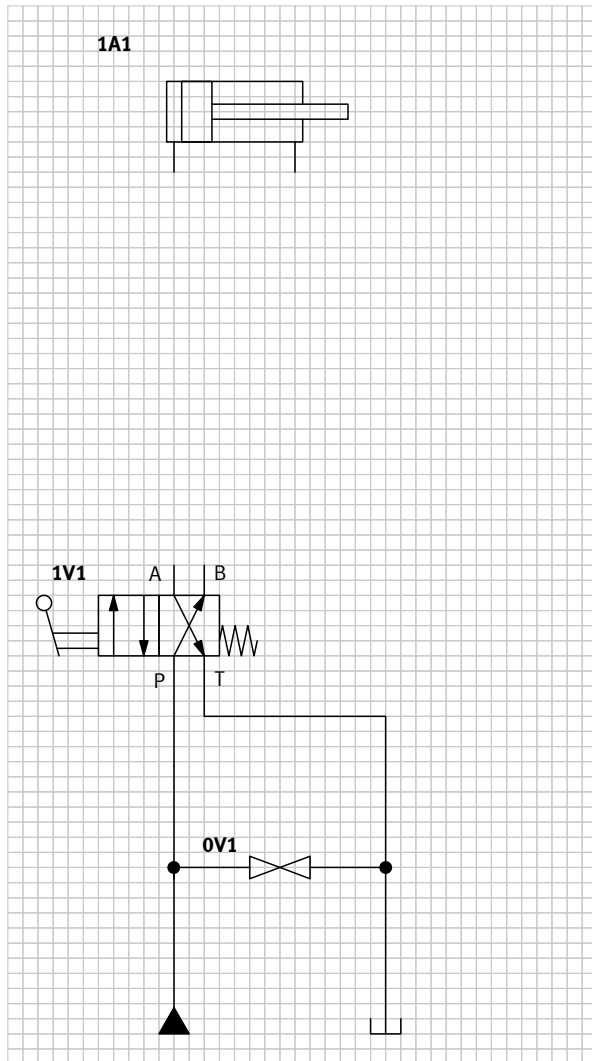


Diagrama espacio-pasos con líneas de funciones y líneas de transmisión de señales

### 3. Completar el esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico del avance del portabrocas.

Incluya los símbolos adicionales en el esquema de distribución. Identifique los componentes e incluya las denominaciones de las conexiones agregadas.



#### 4. Completar 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	Componente
		Cilindro de doble efecto
		Aparato de medición de la presión (manómetro)
		Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
		Válvula reguladora de caudal de 2 vías
		Válvula de 2/2 vías con leva, transformable
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

#### 5. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Monte en el cilindro el módulo de activación de la válvula de leva de 2/2 vías.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión..
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.  
La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente el estrangulador de la válvula reguladora de 2 vías 1V2. A continuación. Abra la válvula efectuando medio giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).

En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.

- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión de funcionamiento prevista de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ejecute varios ciclos completos de control.
- Ajuste los valores deseados utilizando el estrangulador de la válvula reguladora 1V2.

7. Confección del diagrama espacio-pasos

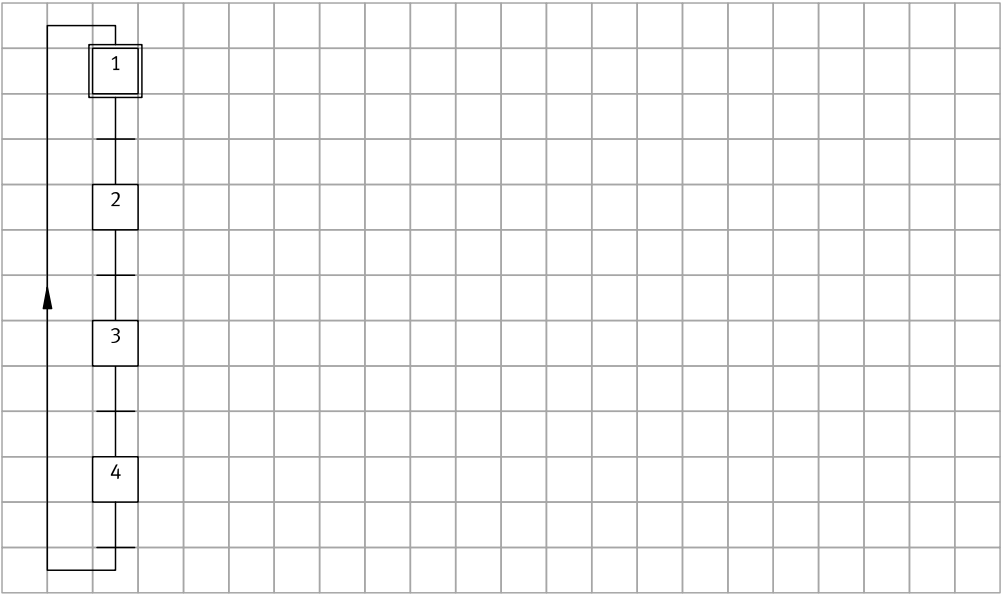
- Confeccione el correspondiente diagrama espacio-pasos.

		1	2	3	4						
1A1	1										
	0										
1V1	1										
	0										
1B1	1										
	0										



8. Confeccione el Grafcet para describir las secuencias

- Confeccione el correspondiente esquema GRAFCET.



9. Medición de los tiempos y cálculo de la velocidad del émbolo

- a) Mida los tiempos y apunte los resultados en la tabla.

Válvula reguladora de 2 vías (abierta, giros)	Avance rápido Tiempo para $s_1$ $t_1$ [s]	Velocidad del émbolo $v_1$ [m/min]	Avance Tiempo para $s_2$ $t_2$ [s]	Velocidad del émbolo $v_2$ [m/min]
1/2				
1				
1 1/2				
2				

- b) Calcule las velocidades del émbolo y apúntelas en la tabla.

**Importante**

Fórmula para calcular la velocidad:  $v = \frac{s}{t}$

$s_1 = 150 \text{ mm}$

$s_2 = 50 \text{ mm}$

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- 
- This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form small squares across the entire surface. There are no margins, text, or other markings on the paper.

## Ejercicio 7

### Movimiento de un cilindro en caso de fallo de la bomba (acumulador hidráulico)

#### ■ Objetivos didácticos

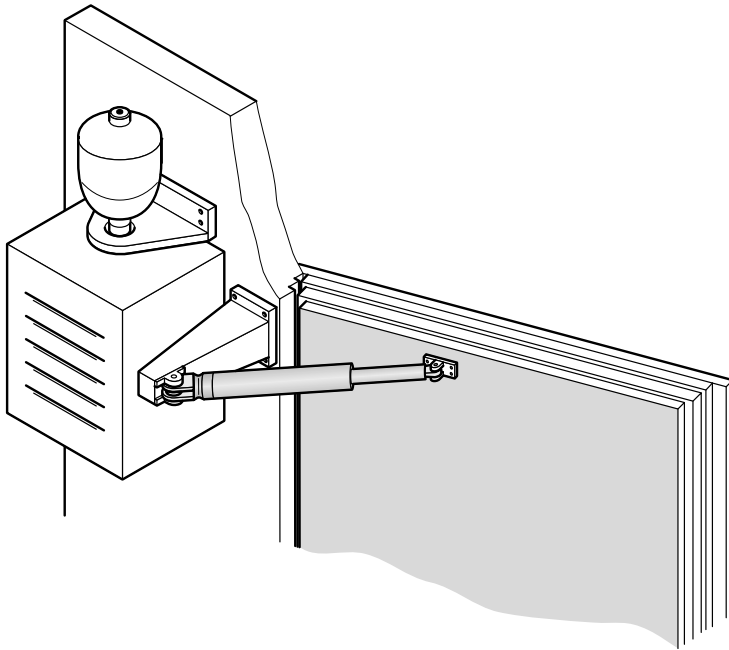
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Instalación de un acumulador de membrana a modo de acumulador volumétrico.
- Avance y retroceso del cilindro en el acumulador después de desconectar la bomba.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Una pesada puerta de una cámara frigorífica se abre y cierra mediante un cilindro hidráulico. Para evitar que se bloquee la puerta estando cerrada en caso de producirse un corte de la corriente eléctrica, deberá incluirse en el sistema un acumulador de membrana. De esta manera se puede seguir abriendo y cerrando la puerta varias veces después del corte de la alimentación de energía. El accionamiento de la puerta está a cargo de una válvula manual de 4/2 vías con reposición por muelle. Esta válvula deberá conectarse de tal manera que el vástago esté extendido si la válvula está en su posición normal.

#### ■ Plano de situación



Puerta de una cámara frigorífica

### ■ Descripción del proceso

Una vez concluido y comprobado el montaje del sistema según el esquema, primero se desconecta el acumulador y, a continuación, se hace lo mismo con la válvula de cierre 0V1. A continuación se pone en funcionamiento el equipo hidráulico y se ajusta una presión de 5 MPa (50 bar) en el sistema. En esas condiciones se puede cargar el acumulador. Después de varios movimientos de avance y retroceso del cilindro, se desconecta el motor hidráulico. Conmutando la válvula 1V3 de 4/2 vías es posible que el cilindro avance y retroceda varias veces después de la desconexión de la alimentación de energía. Durante la ejecución de estos movimientos disminuye lentamente la presión dentro del acumulador. Esta disminución se puede observar en el presostato 1Z1. Antes de desmontar el sistema debe desconectarse el acumulador y, además, el acumulador no debe estar bajo presión.

### ■ Condiciones generales

En este ejercicio no se considera la desconexión de seguridad normalmente necesaria para evitar el aprisionamiento de personas, ya que ese sistema de seguridad funciona con el accionamiento eléctrico del sistema hidráulico.

### ■ Tareas a resolver

1. Compruebe la configuración y el funcionamiento de una válvula de membrana.
2. Complete el esquema de distribución hidráulico.
3. Complete la lista de componentes.
4. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
5. Compruebe la configuración del sistema de control.
6. Compruebe la cantidad de ciclos posibles después de haber desconectado la bomba.

### ■ Medios auxiliares

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



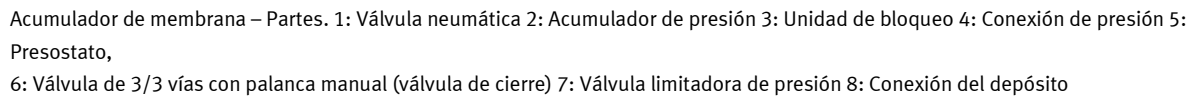
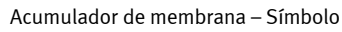
#### Control visual

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

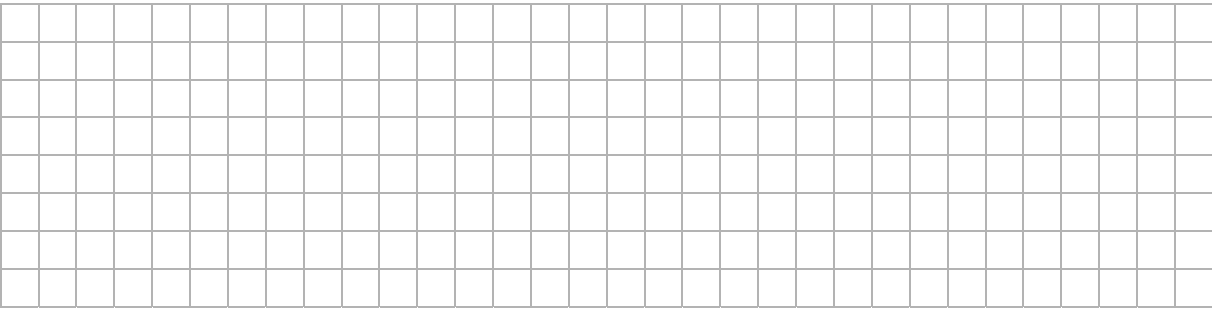
#### Importante

Deberán tenerse en cuenta obligatoriamente las instrucciones de utilización del acumulador. Después de desconectar el sistema de control sólo se podrán desmontar los componentes hidráulicos si antes se retiró la presión del acumulador y después de separar el acumulador del sistema utilizando la válvula de cierre. Para retirar la presión del acumulador se utiliza la válvula que abre el paso hacia el depósito. Esta válvula deberá abrirse lentamente para que la descarga se produzca de manera estrangulada.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

[illegible]

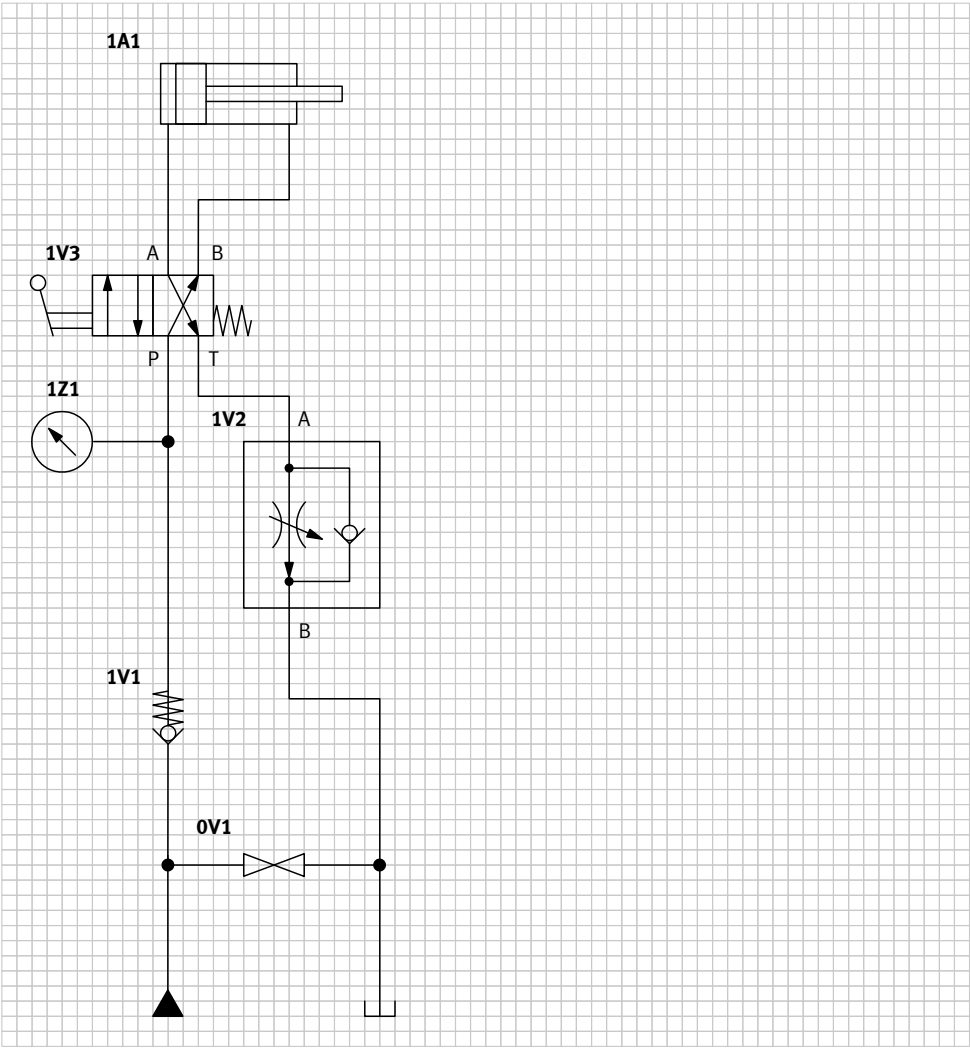
b) Ofrezca ejemplos de aplicaciones con acumuladores hidráulicos.



2. Completar el esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico correspondiente a la puerta de la cámara frigorífica.

Incluya los símbolos adicionales en el esquema de distribución. Identifique los componentes e incluya las denominaciones de las conexiones agregadas.



### 3. Completar 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	Componente
		Cilindro de doble efecto
		Aparato de medición de la presión (manómetro)
		Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
		Válvula reguladora de caudal de 2 vías
		Acumulador de diafragma con bloque de cierre
		Válvula antirretorno
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

#### 4. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 5 MPa (50 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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:

- Coloque la palanca del acumulador de membrana en la posición 0.
- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente el estrangulador de la válvula reguladora de 2 vías 1V2. A continuación, abra la válvula efectuando un giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión de funcionamiento de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico utilizando el presostato 1Z1.
- Ejecute varios ciclos de funcionamiento y realice el ajuste de la válvula de 2 vías reguladora de caudal 1V2 según sea necesario.
- Coloque la palanca del acumulador de membrana en la posición 1 para cargarlo.



Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- | Presión del acumulador | Abrir | Cerrar |
|------------------------|-------|--------|
| 5 MPa (50 bar)         |       |        |

b) Apunte las ventajas que ofrece esta solución en comparación con una solución sin acumulador de membrana.

[illegible]

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

## Ejercicio 8

### Fijación del cárter de una caja de cambios (fijación con acumulador)

#### ■ 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:

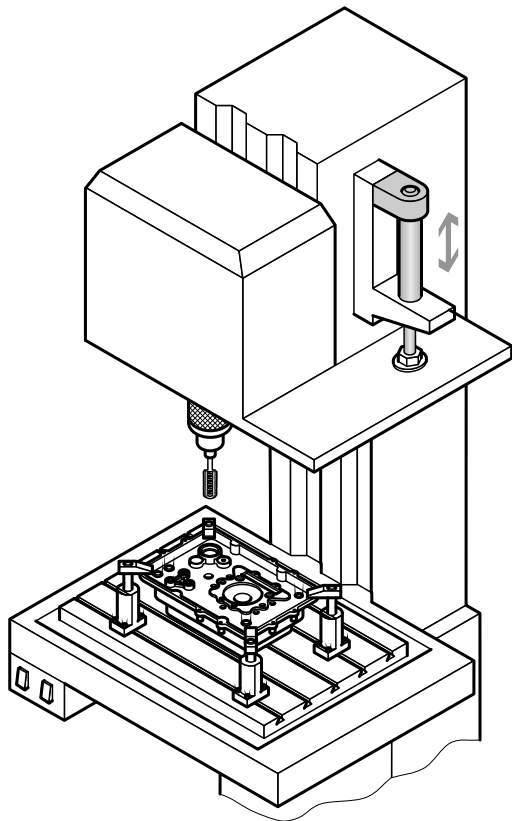
- Instalación de un acumulador de membrana a modo de acumulador de presión.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Fijación hidráulica del cárter de una caja de cambios en una máquina fresadora. Un acumulador de membrana debe alimentar la presión necesaria para fijar el cárter de la caja de cambios durante toda la operación de fresado. Deberá montarse una válvula de estrangulación y antirretorno de tal manera que se cargue rápidamente el acumulador, pero que la descarga sea lenta.

Con el fin de ahorrar energía, la bomba deberá incluir un circuito de derivación.

#### ■ Plano de situación



Fresadora

### ■ Descripción del proceso

Montaje del sistema de acuerdo con el esquema de distribución. Deberá ponerse cuidado en que la válvula manual de 4/3 vías 1V1 utilizada para la derivación del cilindro esté conectada correctamente. La válvula de cierre 0V1 se utiliza para la derivación del caudal de la bomba. Una vez que todas las válvulas se encuentran en sus respectivas posiciones normales, se conecta la bomba hidráulica. En el ejercicio se utiliza un peso para simular la función del cilindro de fijación.

La válvula de estrangulación y antirretorno se abre por una línea de la escala. A continuación se conecta el acumulador. La válvula manual de 4/3 vías (1V1) deberá conmutarse de tal modo que el cilindro avance y que se alimente presión al acumulador. Una vez que el émbolo alcanzó su posición final delantera, la válvula conmuta a posición central. El cilindro mantiene su posición a pesar de la carga. Para descargar la bomba se abre la válvula 0V1, con lo que se obtiene una derivación hacia el depósito.

Para que el cilindro retroceda deberá conmutar nuevamente la válvula manual de 4/3 vías 1V1. La descarga del acumulador se produce lentamente a través de la válvula de estrangulación y antirretorno.

### ■ Tareas a resolver

1. Complete la lista de componentes.
2. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
3. Compruebe la configuración del sistema de control.
4. Observe la presión de fijación y comente el funcionamiento del sistema.

### ■ Medios auxiliares

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



#### 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.

#### Importante

Deberán tenerse en cuenta obligatoriamente las instrucciones de utilización del acumulador. Después de desconectar el sistema de control sólo se podrán desmontar los componentes hidráulicos si antes se retiró la presión del acumulador y después de separar el acumulador del sistema utilizando la válvula de cierre. Para retirar la presión del acumulador se utiliza la válvula que abre el paso hacia el depósito. Esta válvula deberá abrirse lentamente para que la descarga se produzca de manera estrangulada.

## 1. Completar la lista de componentes

- a) 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.

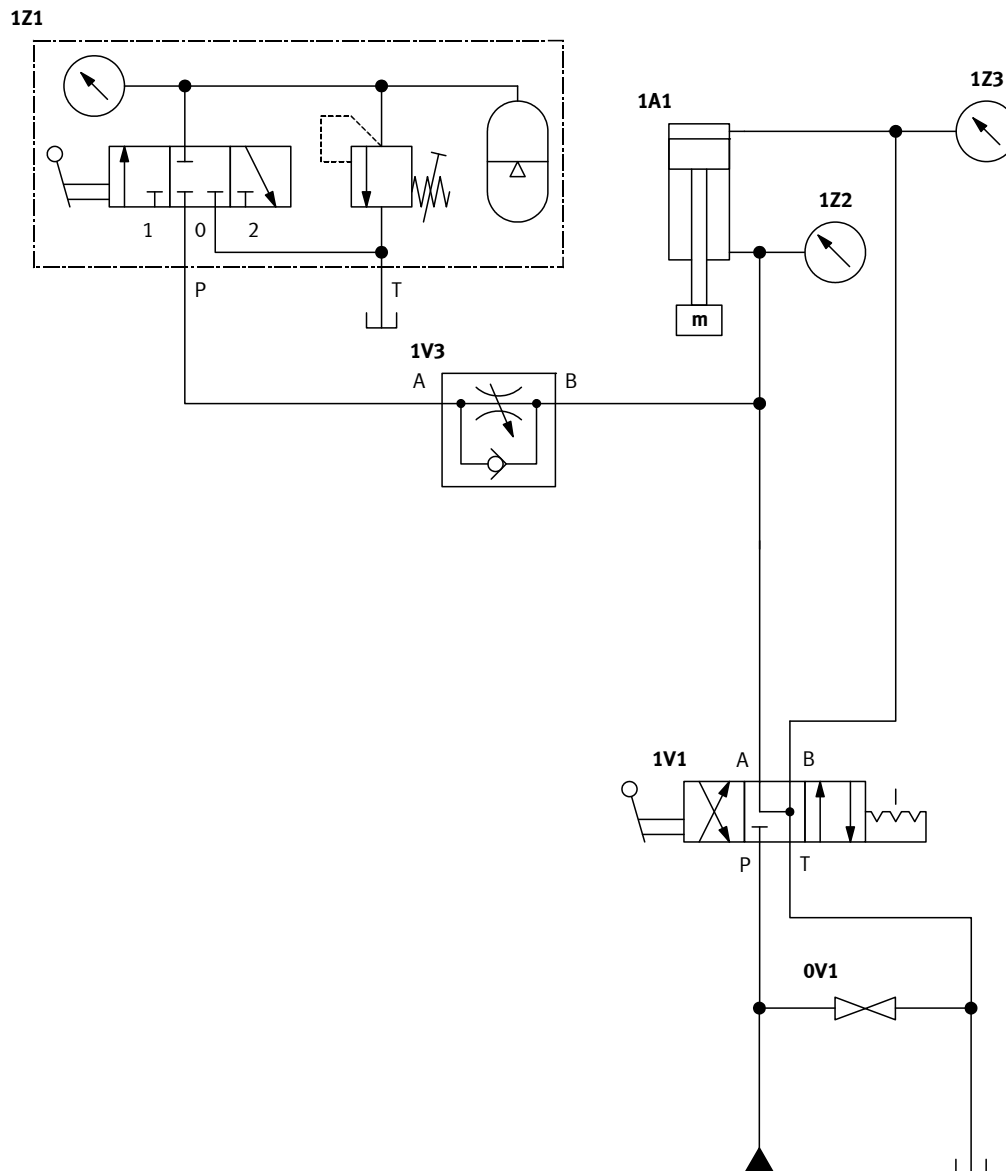
Cantidad	Identificación	Componente
		Cilindro de doble efecto
		Aparato de medición de la presión (manómetro)
		Válvula de 4/3 vías, manual, con centro cerrado y enclavamiento
		Válvula de estrangulación y antirretorno
		Acumulador de diafragma con bloque de cierre
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

## 2. 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.
- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

### 3. Comprobación la configuración del sistema de control

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

- Coloque la palanca del acumulador de membrana en la posición 0.
- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula estranguladora 1V3. A continuación, abra la válvula efectuando medio giro.
- Conmute la válvula de 4/3 vías a su posición central.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión de funcionamiento prevista de 5 MPa (50 bar) en el motor hidráulico.
- Ejecute varios ciclos de funcionamiento y realice el ajuste de la válvula de estrangulación y antirretorno 1V3 según sea necesario.
- Coloque la palanca del acumulador de membrana en la posición 1 para cargarlo. El acumulador se carga en pocos segundos después de la operación de fijación del cárter de la caja de cambios.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- [illegible]

Una vez concluido el ejercicio y tras desconectar el motor hidráulico, coloque la palanca del acumulador en la posición 2 con el fin de descargarlo. Mueva la palanca lentamente para que la descarga hacia el depósito se produzca de modo estrangulado.

Antes de realizar el montaje, compruebe que el sistema está sin presión. Compruebe las indicaciones en los aparatos de medición de presión.



## Ejercicio 9

Compensación de mayor demanda de caudal (avance rápido con acumulador)

### ■ Objetivos didácticos

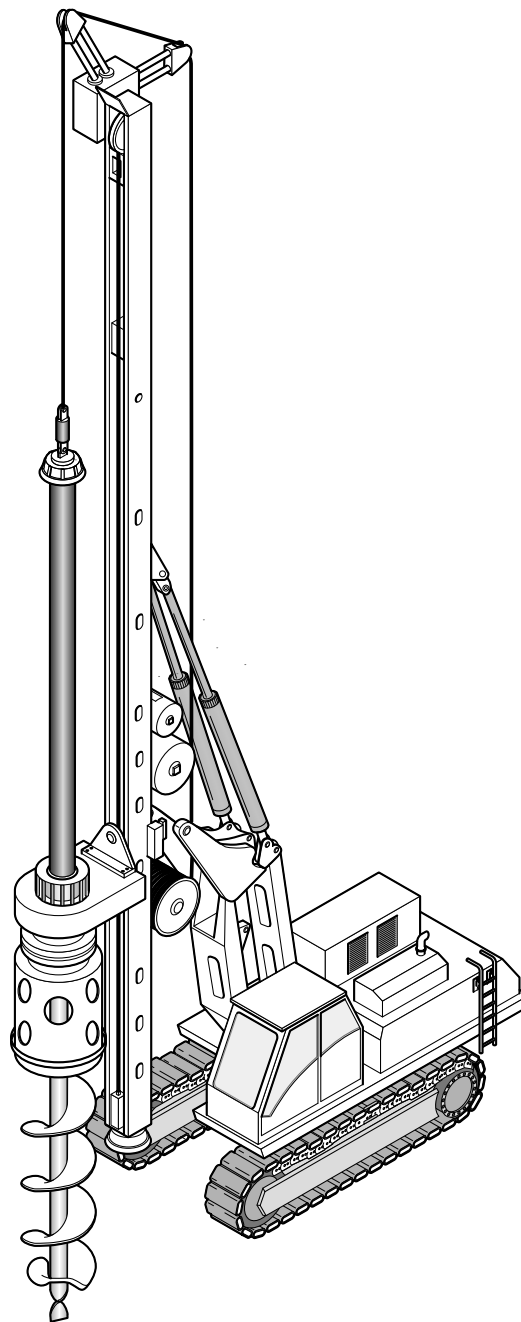
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Instalación de un acumulador de membrana en un circuito de movimientos rápidos.

### ■ Descripción de la tarea a resolver

El giro de la barra de una perforadora está a cargo de un motor hidráulico. Un cilindro hidráulico desciende lentamente y en función de las condiciones del terreno a perforar. La barra de la perforadora deberá retroceder rápidamente. Este movimiento breve de retroceso exige un caudal superior al que puede ofrecer la bomba. Instalando adicionalmente un acumulador se obtiene el caudal necesario.

### ■ Plano de situación



Perforadora

### ■ Descripción del proceso

Una vez realizado el montaje de acuerdo con el esquema de distribución, puede ponerse en funcionamiento el sistema. La presión del sistema debe ajustarse a 5 MPa (50 bar) con la válvula limitadora de presión.

El cilindro deberá avanzar lentamente para que se disponga de suficiente tiempo para cargar el acumulador. Se recomienda abrir medio giro la válvula de estrangulación y antirretorno. La válvula reguladora de caudal deberá ajustarse a 0,5 l/min para que se disponga de suficiente caudal residual para el acumulador.

Para medir los tiempos de retroceso se puede activar y desactivar el acumulador utilizando la palanca de la válvula de bloqueo.

### ■ Tareas a resolver

1. Complete la lista de componentes.
2. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
3. Compruebe la configuración del sistema de control.
4. Mida los tiempos de retroceso y calcule las velocidades de retroceso.
5. Calcule el balance volumétrico del acumulador de membrana.

### ■ Medios auxiliares

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



#### 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.

#### Importante

Deberán tenerse en cuenta obligatoriamente las instrucciones de utilización del acumulador. Después de desconectar el sistema de control sólo se podrán desmontar los componentes hidráulicos si antes se retiró la presión del acumulador y después de separar el acumulador del sistema utilizando la válvula de cierre. Para retirar la presión del acumulador se utiliza la válvula que abre el paso hacia el depósito. Esta válvula deberá abrirse lentamente para que la descarga se produzca de manera estrangulada.

## 1. Completar la lista de componentes

- a) 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	Componente
		Cilindro de doble efecto
		Motor hidráulico
		Válvula reguladora de caudal de 2 vías
		Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
		Válvula de estrangulación y antirretorno
		Acumulador de diafragma con bloque de cierre
		Aparato de medición de la presión (manómetro)
		Válvula antirretorno
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

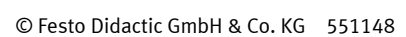
### Importante

Para realizar las mediciones se necesita lo siguiente:

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

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- Ajuste una presión de 5 MPa (50 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

### 3. Comprobación la configuración del sistema de control

- Cuando ponga en funcionamiento el sistema de control, observe los siguientes puntos:
- Coloque la palanca del acumulador de membrana en la posición 0.
- Verifique si todos los tubos están conectados y si todos los empalmes están fijamente montados.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula reguladora de 2 vías 1V1 y la válvula estranguladora 2V2. A continuación, abra las válvulas efectuando un giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre y ajuste una presión límite de 5 MPa (50 bar) en la bomba hidráulica utilizando el presostato 0Z1.
- Ajuste un caudal de 1 l/min en el motor hidráulico utilizando la válvula reguladora de 2 vías 1V1.
- Ejecute varios ciclos completos de control.
- Coloque la palanca del acumulador de membrana 0Z2 en la posición 1 para cargarlo.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- ## Importante

Retroceso sin acumulador		Retroceso con acumulador	
Tiempo para una carrera $t_0$ [s]	Velocidad $v_0$ [m/min]	Tiempo para una carrera $t_1$ [s]	Velocidad $v_1$ [m/min]
$t_{01}, t_{02}, t_{03}$	$t_{0medio}$	$t_{11}, t_{12}, t_{13}$	$t_{1mittel}$

Una vez concluido el ejercicio y tras desconectar el motor hidráulico, coloque la palanca del acumulador en la posición 2 con el fin de descargarlo. Mueva la palanca lentamente para que la descarga hacia el depósito se produzca de modo estrangulado.

b) Calcule las velocidades correspondientes y apunte los resultados en la tabla.

$$v = \frac{s}{t} \quad \text{Siendo } s = 200 \text{ mm}$$

[illegible]

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

[illegible]

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

[illegible]

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

[illegible]

- Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

$$t_a = \text{Tiempo de avance} = 4,8 \text{ s}$$

[illegible]

- $V_s$  = Volumen entregado por la bomba durante el retroceso

[illegible]

- [illegible]



## Ejercicio 10

### Utilización de una válvula reguladora en avance y retroceso (circuito rectificador)

#### ■ Objetivos didácticos

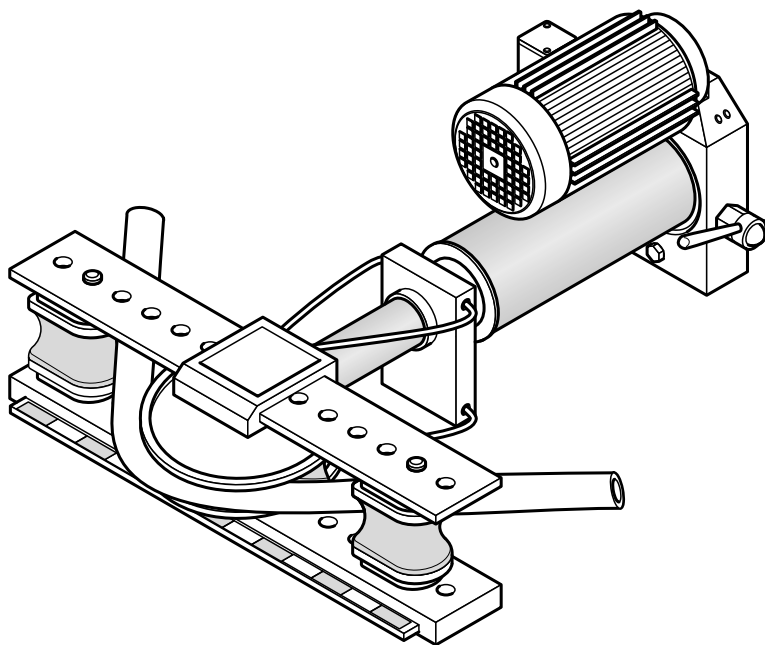
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Funcionamiento de un circuito rectificador.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Deberá desarrollarse una función de avance para una máquina dobladora de tubos y barras de diverso tipo. En esta aplicación es necesario controlar la velocidad del cilindro hidráulico. La velocidad del avance rápido se regula con una válvula estranguladora. Después de un recorrido determinado, el proceso de doblar los tubos debe realizarse independientemente de la carga (movimiento de avance). Con ese fin se utiliza una válvula reguladora de caudal. El retroceso de igual recorrido se controla con la misma válvula reguladora de caudal. El sistema deberá montarse de tal manera que el flujo a través de la válvula reguladora de caudal tenga siempre el mismo sentido, sin importar si el movimiento del cilindro es de avance o retroceso. El movimiento de retroceso hasta la posición inicial puede ejecutarse sin estrangulación.

#### ■ Plano de situación



Máquina dobladora de tubos

### ■ Descripción del proceso

Una vez realizado el montaje de acuerdo con el esquema de distribución, puede ponerse en funcionamiento el sistema. La presión del sistema debe ajustarse a 6 MPa (60 bar) con la válvula limitadora de presión. Al accionar la válvula manual de 4/2 vías se pone en funcionamiento el cilindro.

Durante el movimiento de avance se produce un flujo a través de la válvula reguladora de caudal y otro a través de la válvula de estrangulación y antirretorno. Una vez que el cilindro actúa sobre la leva de la válvula de 2/2 vías, se bloquea un flujo parcial. El émbolo del cilindro puede avanzar únicamente con la velocidad que se ajusta con la válvula reguladora de caudal.

### ■ Tareas a resolver

1. Complete el esquema de distribución hidráulico.
2. Complete la lista de componentes.
3. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Mida la duración de los movimientos y calcule las velocidades correspondientes.
6. Describa el funcionamiento del sistema.

### ■ Medios auxiliares

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



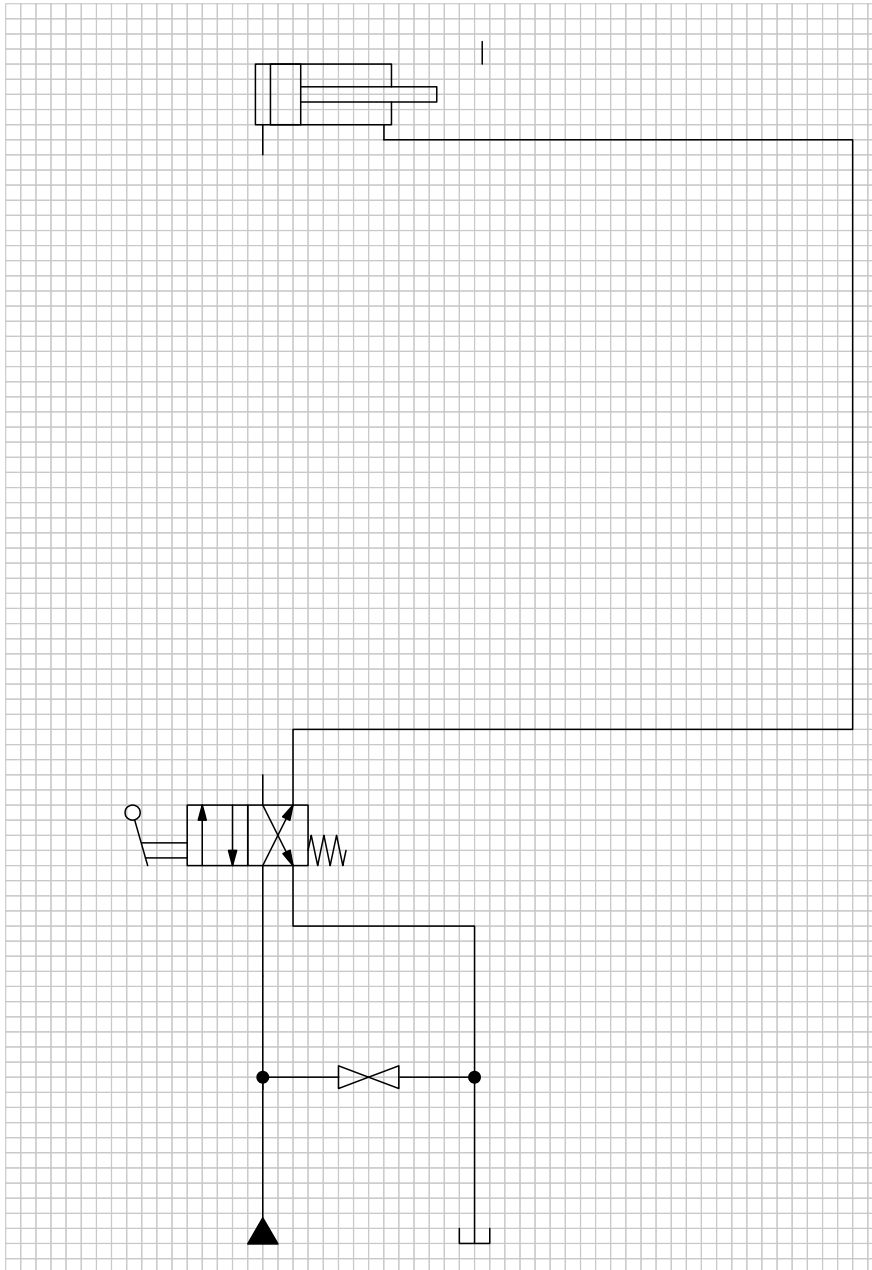
#### Control visual

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

### 1. Completar el esquema de distribución hidráulico

- Complete el esquema de distribución hidráulico correspondiente a la máquina dobladora de tubos.

Incluya los símbolos adicionales en el esquema de distribución. Identifique los componentes e incluya las denominaciones de las conexiones agregadas.



2. Completar la lista de componentes

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

Cantidad	Identificación	Componente
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

### 3. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Monte en el cilindro el módulo de activación de la válvula de leva de 2/2 vías.
- Utilice el esquema de distribución.
- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente el estrangulador de la válvula reguladora de 2 vías 1V5. A continuación. Abra la válvula efectuando medio giro.
- Cierre completamente la válvula estranguladora 1V4. A continuación, abra la válvula efectuando un giro.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- ## Importante

Válvula de estrangulación y antirretorno: abierta un giro completo

Válvula reguladora de caudal: Abierta medio giro

### Velocidad de avance rápido

[illegible][illegible]

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- 
- A large grid of graph paper with 20 columns and 10 rows. The grid is composed of small squares, with a slightly larger square at the top left corner, likely for a title or header. The grid is empty and ready for use.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement



## Ejercicio 11

### Ajuste de la fuerza de apriete (válvula reductora de presión)

#### ■ Objetivos didácticos

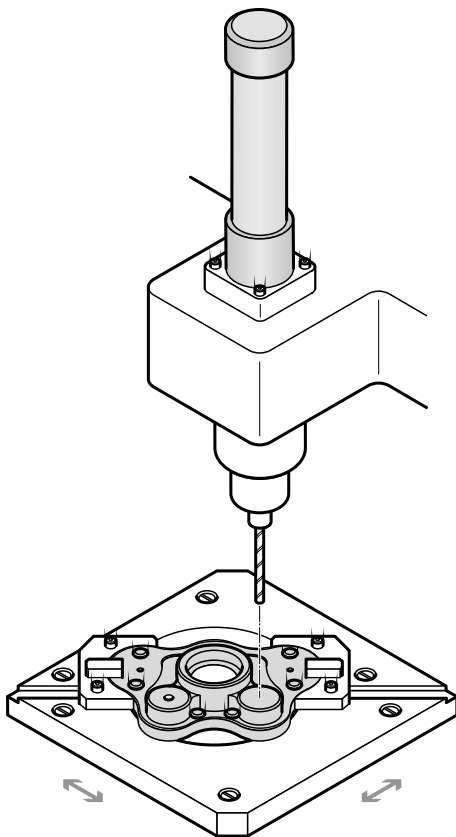
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Estructura, funcionamiento y utilización de una válvula reductora de presión
- Utilización de una válvula reductora de presión.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

En un taladro primero se fijan las piezas hidráulicamente y, a continuación, se ejecuta la operación de taladrar. Es necesario que la fuerza de fijación pueda regularse. Además deberá limitarse esa fuerza a máximo 600 N.

#### ■ Plano de situación



Sistema hidráulico de fijación de piezas en un taladro.

### ■ Descripción del proceso

Una vez que se realizó el montaje del sistema hidráulico según el esquema, se pone en funcionamiento el motor hidráulico y la válvula limitadora de la presión del sistema se mantiene cerrada hasta que el presostato indica una presión de 6 MPa (60 bar).

Cuando conmuta la válvula manual de 4/2 vías con reposición por muelle, avanza el cilindro 1A1 para sujetar la pieza.

### ■ Tareas a resolver

1. Compruebe la configuración y el funcionamiento de una válvula de 3 vías reductora de presión.
2. Complete la lista de componentes.
3. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
4. Compruebe la configuración del sistema de control.
5. Calcule la presión necesaria para la operación de fijación de la pieza.
6. Describa el funcionamiento del sistema.

### ■ Medios auxiliares

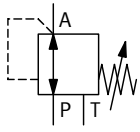
- Hojas de datos
- Instrucciones de utilización
- Manual de estudio: Hidráulica
- Programa de simulación FluidSIM® H



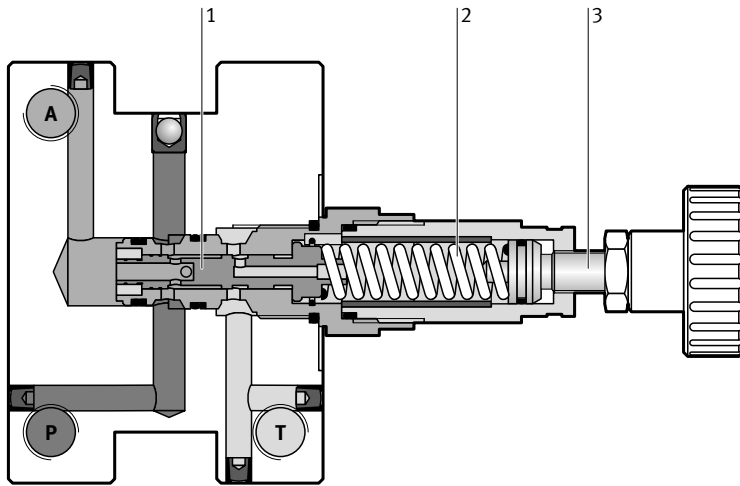
#### Control visual

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

### 1. Construcción y funcionamiento de una válvula de 3 vías reductora de presión



Válvula de 3 vías reductora de presión – Símbolo



Dibujo en sección de una válvula de 3 vías reductora de presión. 1: Émbolo 2: Muelle 3: Tornillo de ajuste

- Describa el funcionamiento de una válvula de 3 vías reductora de presión.

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

## 2. Completar la lista de componentes

- a) 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.

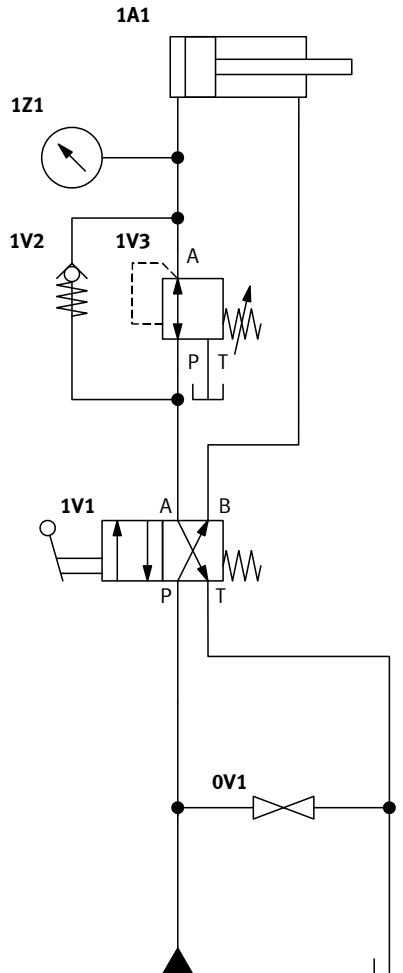
Cantidad	Identificación	Componente
		Cilindro de doble efecto
		Aparato de medición de la presión (manómetro)
		Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
		Válvula reductora de presión de 3 vías
		Válvula antirretorno
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

### 3. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.  
La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula reductora de presión. A continuación abra la válvula girando la empuñadura tres vueltas completas.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Una vez que el cilindro avanzó, ajuste la fuerza de fijación máxima de 600 N (antes debe convertirse la fuerza en presión para poder realizar el ajuste).
- Ejecute varios ciclos completos de control.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- $$p = \frac{F}{A_K}$$

[illegible][illegible]

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement



## Ejercicio 12

### Comparación entre diversas válvulas reguladoras de presión (válvula limitadora de presión / válvula reductora 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:

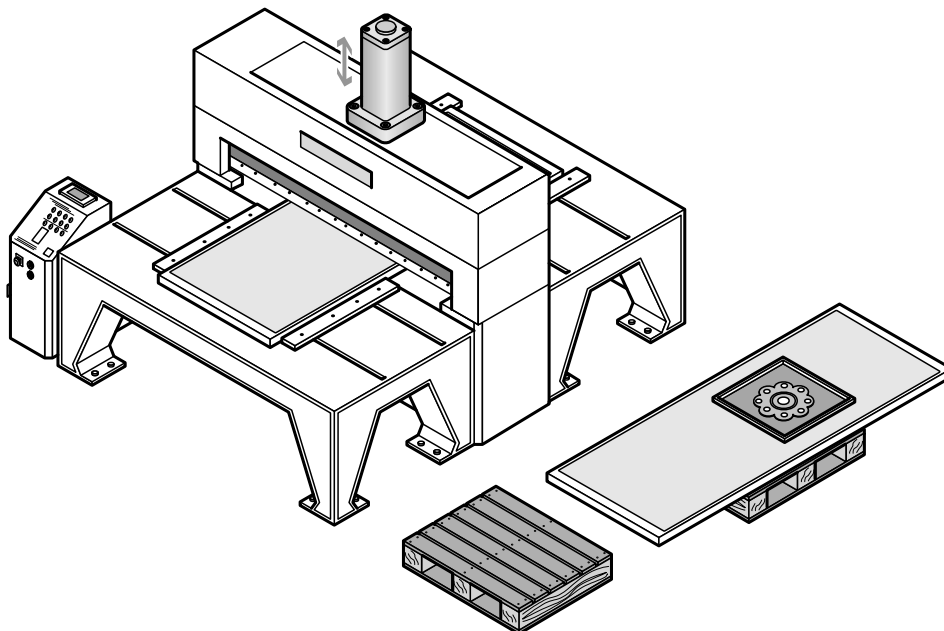
- Definición de la presión de un cilindro de doble efecto.
- Decisión entre la aplicación de una válvula limitadora de presión y una válvula reductora de presión.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Con una prensa se fijan figuras o letras sobre madera o placas de plástico con pegamento. En esta aplicación es necesario ajustar la presión en función del material de la base y del tipo de pegamento utilizado. Además es necesario mantener la presión durante un tiempo prolongado, estando activada la válvula de vías.

Deberán configurarse dos esquemas básicos para compararlos entre sí. En el primer caso deberá utilizarse una válvula de 3 vías reductora de presión para ajustar una menor presión durante la operación. En el segundo caso deberá utilizarse una válvula limitadora de presión montada en el bypass. En ambos casos, el accionamiento está a cargo de una válvula de 4/3 vías.

#### ■ Plano de situación



Prensa de fijación de piezas con pegamento

■ **Tareas a resolver**

1. Complete la lista de componentes.
2. Realice el montaje de los dos sistemas.
3. Revise el montaje de los dos sistemas de control.
4. Realice las mediciones correspondientes y compare la presión del sistema, la presión aplicada durante el movimiento y la presión final.
5. Evalúe los resultados obtenidos con la válvula limitadora de presión y aquellos obtenidos con la válvula reductora de presión.

■ **Medios auxiliares**

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



**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.

### 1. Completar 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.

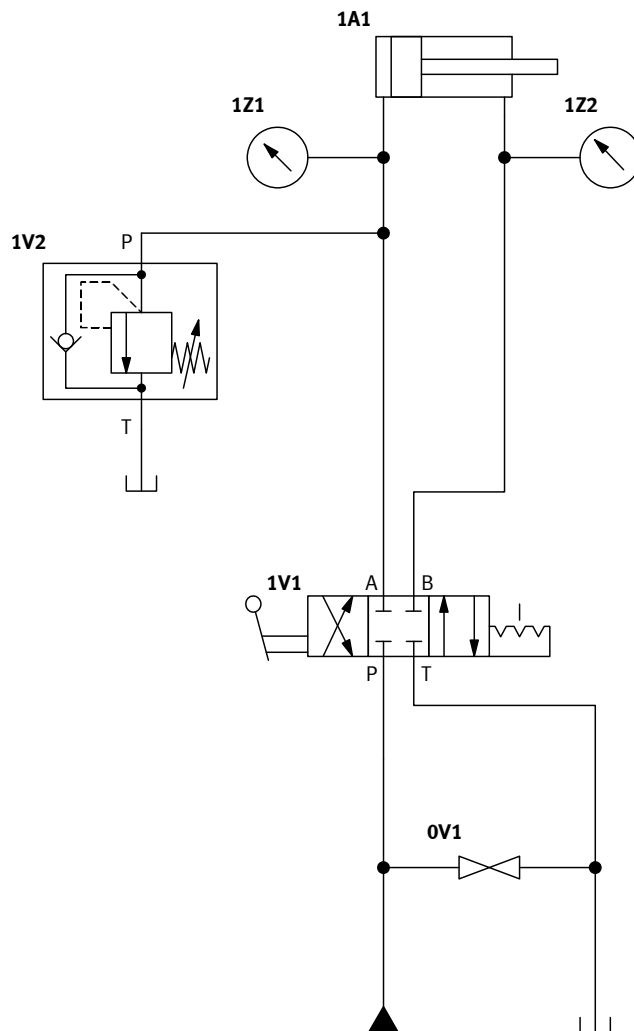
Cantidad	Identificación	Componente
		Cilindro de doble efecto
		Aparato de medición de la presión (manómetro)
		Válvula de 4/3 vías, centro cerrado
		Válvula limitadora de presión
		Válvula reductora de presión de 3 vías
		Válvula antirretorno
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Distribuidor en T

## 2. Montaje de los sistemas de control

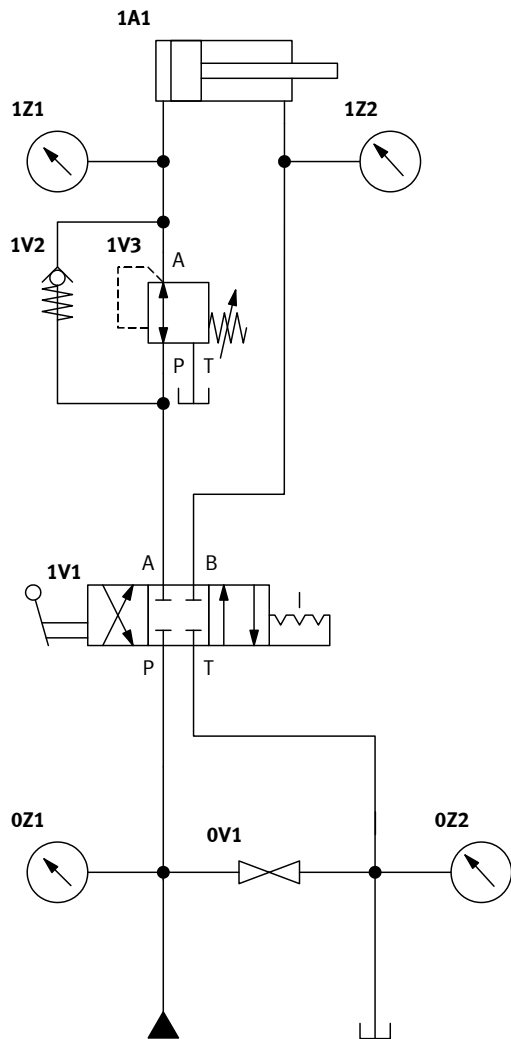
Cuando efectúe el montaje del sistema de control, observe los siguientes puntos:

- Ajuste una presión de 5 MPa (50 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Realice el montaje según los esquemas de distribución.
- Primero realice el montaje de la solución con la válvula limitadora de presión.



Esquema de distribución con válvula limitadora de presión

- Realice las mediciones necesarias con esta solución.
- A continuación, efectúe el montaje de la solución con la válvula reductora de presión.



Esquema de distribución con la válvula reductora de presión

- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión..
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles.  
La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- Marque las conexiones de los tubos flexibles en el esquema hidráulico.

### 3. 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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula limitadora de presión o, según proceda, la válvula reductora de presión. A continuación abra la válvula girando la empuñadura tres vueltas completas.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).

En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.

- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Una vez que avanzó el cilindro ajuste una presión de 3 MPa (30 bar) delante del émbolo 1Z1. Esta presión se ajusta con la válvula limitadora de presión o con la válvula reductora de presión.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

Nur für den privaten Gebrauch  
For private use only  
Solo para uso privado  
Usage privé uniquement

- 
- This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement



## Ejercicio 13

### Fresado de culatas (control secuencial de la 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:

- Configuración y descripción de un control secuencial con dos cilindros.
- Funcionamiento de un circuito secuencial por presión.

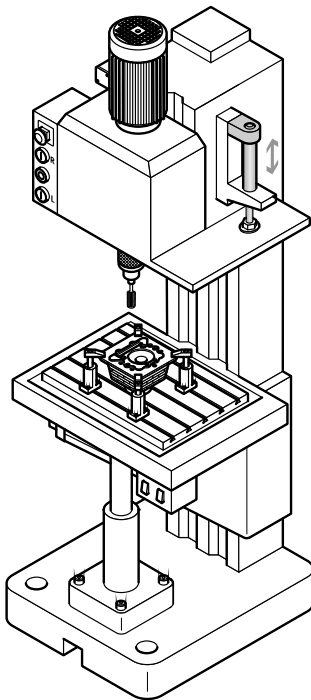
#### ■ Descripción de la tarea a resolver

En una máquina de mecanizado se fresan los cantos de los canales de salida de una culata. La culata se sujeta mediante cilindros hidráulicos. Una vez que se alcanzó la presión de fijación necesaria, el cilindro avanza con la fresadora eléctrica. Una vez concluida la operación de fresado, la fresadora deberá retroceder con su motor eléctrico en funcionamiento. El cilindro de fijación únicamente deberá liberar la pieza si el cilindro con la fresadora retrocedió completamente hasta su posición inicial.

Deberá efectuarse el montaje de un sistema de control secuencial para controlar los movimientos del cilindro de fijación de las piezas y del cilindro de la fresadora. La presión de fijación deberá ser de 2 MPa (20 bar). El cilindro de avance de la fresadora deberá montarse con una contrafuerza.

Los movimientos de retroceso de los cilindros deberá controlarse mediante un circuito de mando secuencial. Una vez que se alcanzó la presión de 3 MPa (30 bar), se activa el retroceso del cilindro de fijación mediante una válvula de secuencia.

#### ■ Plano de situación



Máquina de mecanizado con fresadora

### ■ Descripción del proceso

Una vez que se realizó el montaje del sistema hidráulico según el esquema, se pone en funcionamiento el motor hidráulico y la válvula limitadora de la presión del sistema se mantiene cerrada hasta que el presostato indica una presión de 6 MPa (60 bar). Conmutando la válvula manual de 4/2 vías de reposición por muelle para abrir el paso desde P hacia A, se inicia el funcionamiento de la máquina.

Con esta configuración, primero avanza el cilindro de fijación 1A1 para sujetar la culata mediante un mecanismo de palancas articuladas. Una vez que se alcanzó la presión de fijación necesaria, se abre la válvula de secuencia 2V1 para que pueda avanzar el cilindro 2A1. Para generar una contra presión se utiliza la válvula limitadora de presión 2V2.

Para ajustar la presión de fijación se dispone del tiempo que transcurre mientras que el cilindro avanza. Para poder ajustar exactamente la presión de fijación de 2 MPa (20 bar) deberá unirse la conexión T de la válvula de secuencia 2V1 al depósito de la bomba hidráulica.

### ■ Tareas a resolver

1. Confeccione el diagrama espacio-pasos.
2. Confeccione el correspondiente esquema GRAFCET.
3. Complete la lista de componentes.
4. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
5. Compruebe la configuración del sistema de control.
6. Describa el funcionamiento del sistema.
7. Amplíe el circuito.

### ■ Medios auxiliares

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



#### 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.

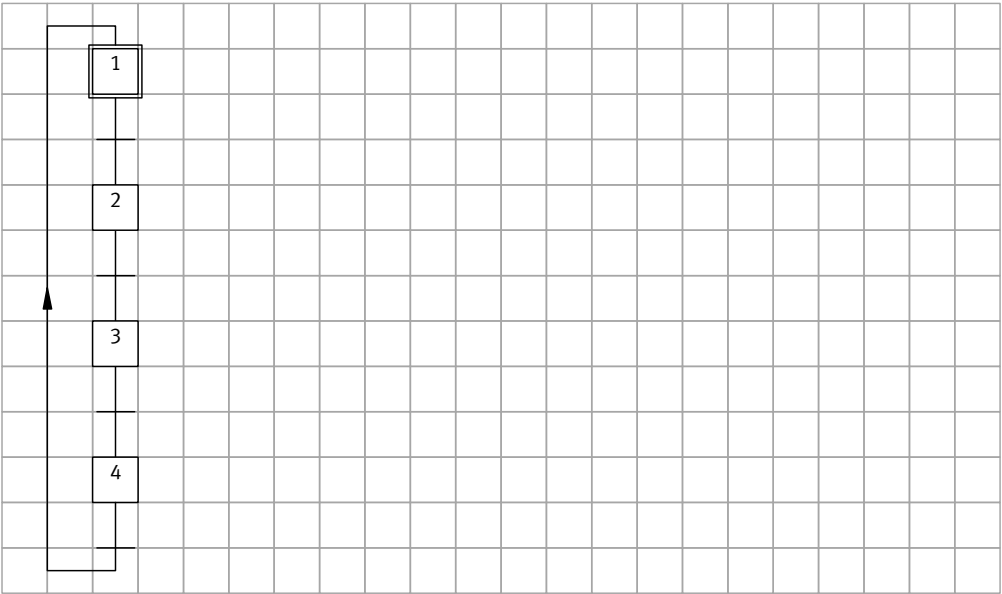
1. Confección del diagrama espacio-pasos

- Confeccione el correspondiente diagrama espacio-pasos.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1V1	a									
	0									
	b									
1A1	1									
	0									
1V3	1									
	0									
2V2	1									
	0									
2A1	1									
	0									

2. Confeccione el Grafcet para describir las secuencias

- Confeccione el correspondiente esquema GRAFCET.



### 3. Completar 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.

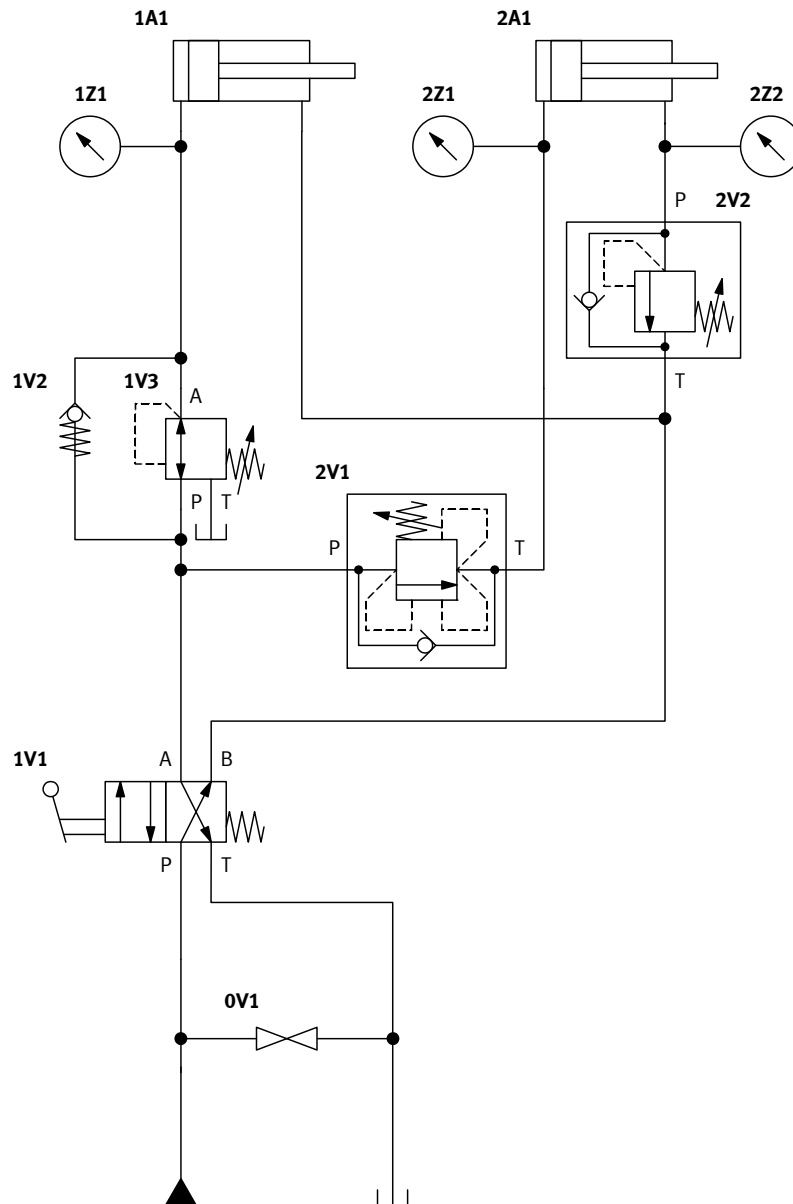
Cantidad	Identificación	Componente
		Cilindro de doble efecto
		Aparato de medición de la presión (manómetro)
		Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
		Válvula limitadora de presión, nivelada
		Válvula limitadora de presión
		Válvula reductora de presión de 3 vías
		Válvula antirretorno
1	1	Válvula de cierre
2	2	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	1	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

#### 4. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Ajuste una presión de 4,5 MPa (45 bar) en la válvula de secuencia 2V1 antes de montarla en el sistema. Para ajustar esa presión, conecte la válvula directamente a la bomba hidráulica (P con P, T con T).
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Compruebe si las tapas protectoras están montadas correctamente en los cilindros.
- Cierre completamente la válvula limitadora de presión 2V2. A continuación, abra la válvula efectuando un giro completo.
- Cierre completamente la válvula reductora de presión 1V3. A continuación abra la válvula girando la empuñadura tres vueltas completas.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 4,5 MPa (45 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Una vez que avanzaron los dos cilindros, ajuste una presión de 2 MPa (20 bar) delante del émbolo del cilindro de fijación 1A1. Esta presión se ajusta con la válvula reductora de presión 1V3.
- Durante la ejecución de los movimientos de los cilindros ajuste una contrapresión de 2 MPa (20 bar) en el lado del émbolo del cilindro de avance 2A1. Esta presión se ajusta con la válvula limitadora de presión 2V2.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- [illegible]

a) ¿Cómo debe ampliarse el esquema de distribución para que se obtengan las secuencias necesarias de los movimientos?

- [illegible]

- 
- The diagram illustrates a hydraulic circuit with two pumps, 1A1 and 2A1, and two actuators, 1V1 and 2V2. The system is connected to a common return line labeled 1V1-A and 1V1-B. Key components include pressure gauges 1Z1, 2Z1, and 2Z2; a pressure relief valve 1V2; and two directional control valves, 1V3 and 2V1. The circuit shows the flow paths and the connection of each component to the pumps and the return line.

© Festo Didactic GmbH & Co. KG 551148

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement



## Ejercicio 14

### Conmutación de la presión de trabajo de un cilindro (control de niveles de presión)

#### ■ Objetivos didácticos

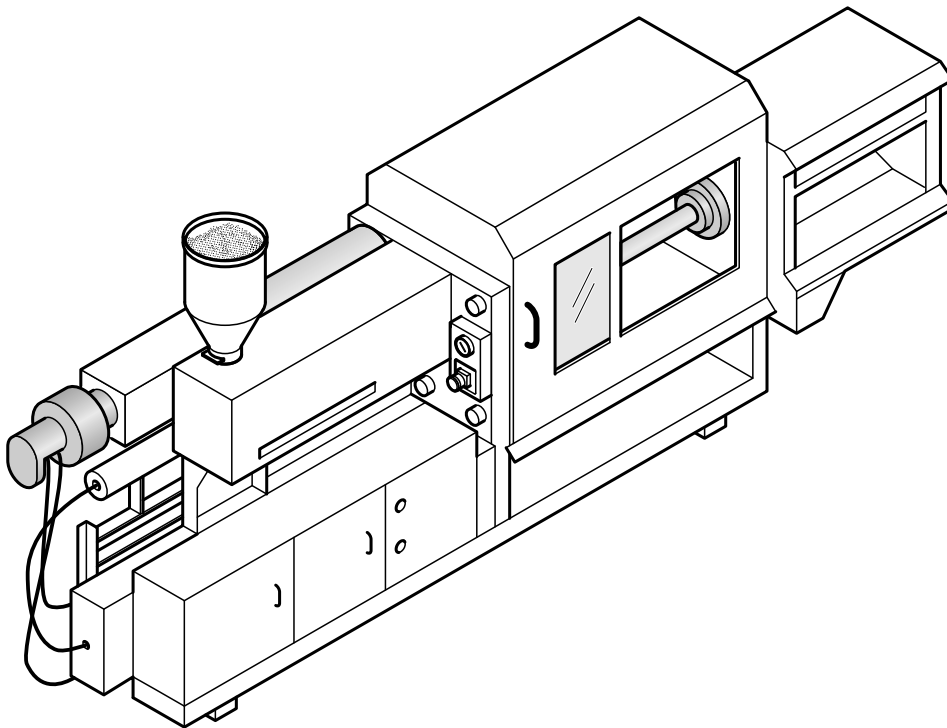
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Funcionamiento de un circuito con niveles de presión.

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

Para llenar el molde de una máquina de moldeo de piezas de plástico por inyección se aplica una presión relativamente baja (poca fuerza). A continuación se aplica una gran presión (gran fuerza) sobre el material introducido en el molde. Para conmutar la presión de trabajo después de un recorrido determinado del émbolo se utiliza una válvula de 2/2 vías con rodillo detector. Las presiones necesarias se ajustan con dos válvulas limitadoras de presión.

#### ■ Plano de situación



Máquina de moldeo por inyección

### ■ Descripción del proceso

Una vez realizado el montaje de acuerdo con el esquema de distribución, puede ponerse en funcionamiento el sistema. La presión del sistema debe ajustarse a 6 MPa (60 bar) con la válvula limitadora de presión. Al accionar la válvula manual de 4/2 vías se pone en funcionamiento el cilindro. La presión en el lado del émbolo del cilindro aumenta en función de la posición del émbolo hasta alcanzar la presión  $p_1$  de llenado del molde y, a continuación, hasta alcanzar la segunda presión  $p_2$ .

Para ajustar la máxima presión de llenado con la válvula limitadora de presión 1V3 deberá retirarse la válvula de leva. El tiempo que transcurre mientras avanza el émbolo es demasiado corto para ajustar la presión de llenado del molde. Con la válvula de estrangulación y antirretorno se puede ajustar una contrapresión.

### ■ Tareas a resolver

1. Complete la lista de componentes.
2. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
3. Compruebe la configuración del sistema de control.
4. Calcule las presiones correspondientes a las fuerzas que debe aplicar el émbolo.
5. Describa el funcionamiento del sistema.

### ■ Medios auxiliares

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



### 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.

### 1. Completar 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.

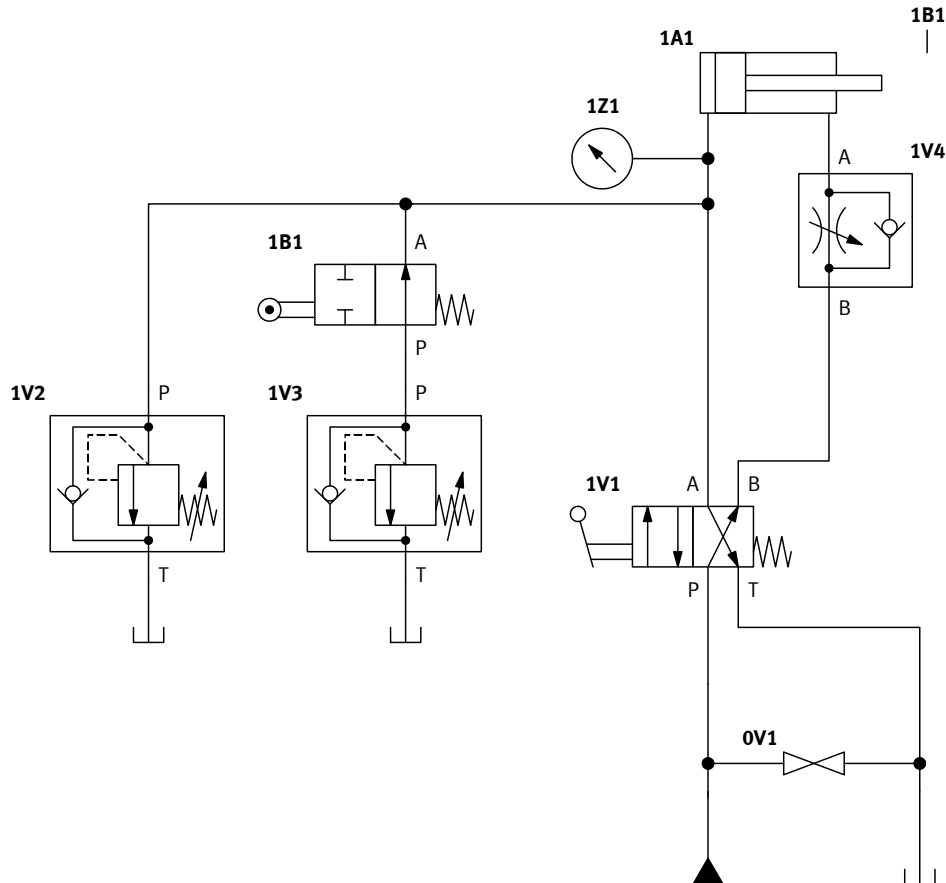
Cantidad	Identificación	Componente
		Cilindro de doble efecto
		Aparato de medición de la presión (manómetro)
		Válvula de 4/2 vías, accionada manualmente, con reposición por muelle
		Válvula limitadora de presión
		Válvula de estrangulación y antirretorno
		Válvula de 2/2 vías con leva, transformable
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

## 2. Montaje del sistema de control

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

- Ajuste una presión de 6 MPa (60 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Monte en el cilindro el módulo de activación de la válvula de leva de 2/2 vías.
- Ajuste una presión de 2 MPa (20 bar) en la válvula limitadora de presión 1V3 una presión de 5 MPa (50 bar) en la válvula limitadora de presión 1V2 antes de montarlas en el sistema. Para efectuar los ajustes, conecte las válvulas una después de la otra directamente a la bomba hidráulica (P con P, T con T).
- Utilice el esquema de distribución.



- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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.

- Nur für den privaten Gebrauch   For private use only   Solo para uso privado   Usage privé uniquement

[illegible]

- Segunda presión correspondiente a la fuerza del émbolo  $F_2 = 1000 \text{ N}$

[illegible][illegible]

## Ejercicio 15

### Bloqueo del eje en voladizo para evitar su descenso involuntario (carga tirante)

#### ■ Objetivos didácticos

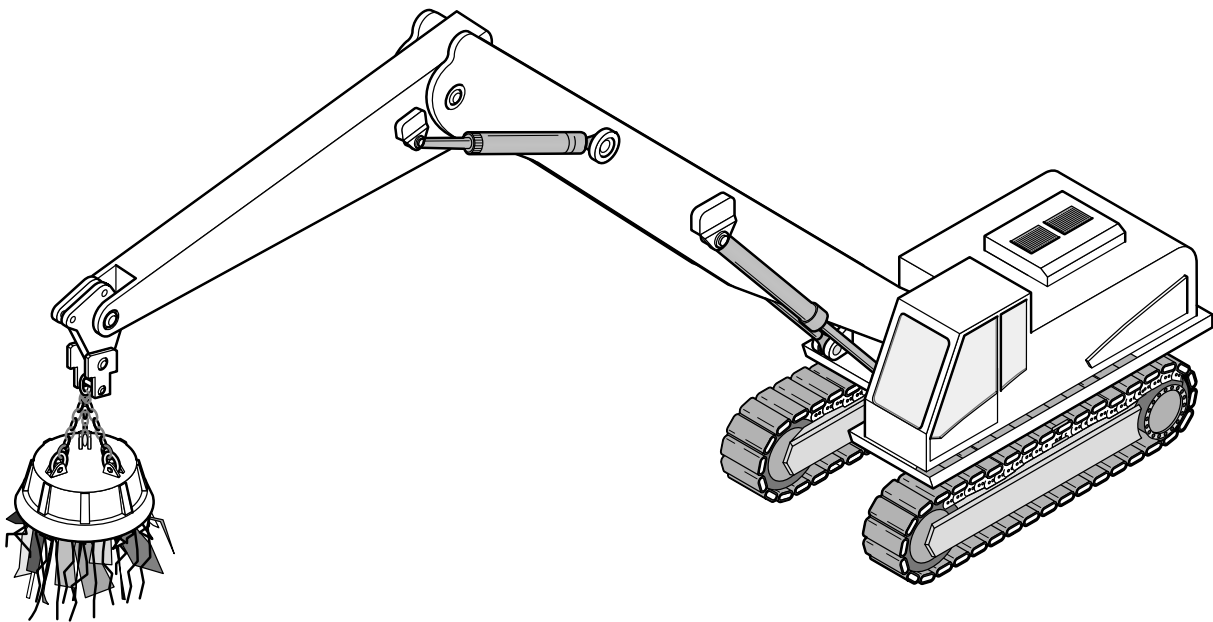
Una vez realizado este ejercicio, el estudiante habrá adquirido los conocimientos que se indican a continuación y, por lo tanto, habrá alcanzado las metas didácticas correspondientes:

- Protección para las cargas de tracción

#### ■ Descripción de la tarea a resolver

En una grúa sobre orugas provista de electroimán los movimientos del brazo están a cargo de un cilindro hidráulico. El cilindro soporta cargas que deben compensarse. El cilindro debe poder detenerse en cualquier posición. El circuito hidráulico debe evitar que la carga no descienda involuntariamente. Para que el cilindro avance de manera controlada, debe incluirse una válvula limitadora de presión para aplicar una contrafuerza.

#### ■ Plano de situación



Grúa sobre orugas con electroimán

### ■ Descripción del proceso

Montaje del sistema de acuerdo con el esquema de distribución. Deberá ponerse cuidado en que la válvula manual de 4/3 vías 1V1 utilizada para la derivación del cilindro esté conectada correctamente. Una vez que todas las válvulas se encuentran en sus respectivas posiciones normales, se conecta la bomba hidráulica. Conmutando la válvula de 4/3 vías a la posición derecha o izquierda se pone en funcionamiento el cilindro.

Con la válvula de 2 vías reguladora de caudal se reduce el caudal de tal manera que el cilindro avance en aproximadamente seis segundos. Se puede observar que el cilindro avanza sin control si no se prevé una contrapresión. A partir de una contrapresión de aproximadamente 0,3 MPa (3 bar) el avance del cilindro es uniforme. La contrapresión necesaria es relativamente baja porque, por un lado, la carga es pequeña y, por el otro, porque en las tuberías de retorno las resistencias son grandes.

### ■ Tareas a resolver

1. Analice el funcionamiento de la válvula de antirretorno desbloqueable.
2. Complete la lista de componentes.
3. Revise el montaje del sistema de control.
4. Realice el montaje del sistema de control para resolver el ejercicio.
5. Evalúe el funcionamiento del sistema de control.

### ■ Medios auxiliares

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

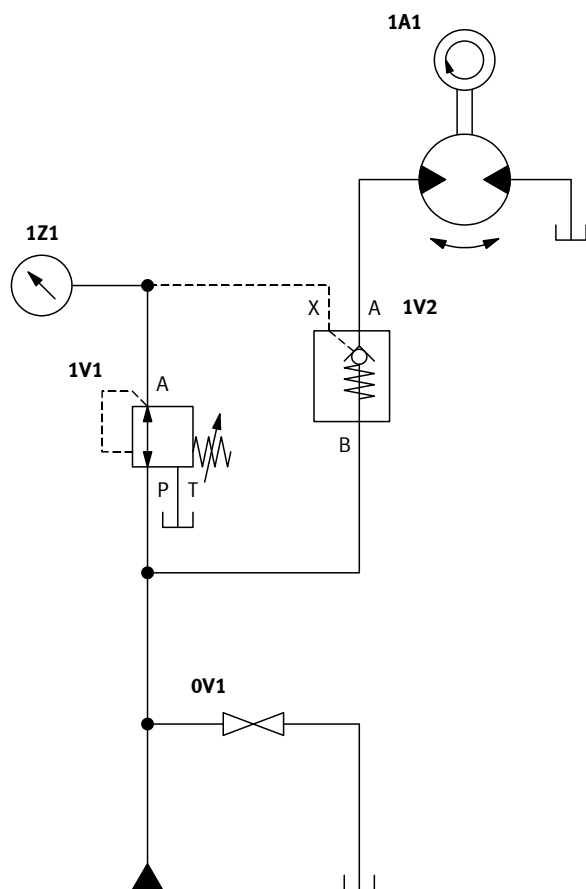


#### Control visual

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



## 1. Analice el funcionamiento de la válvula de antirretorno desbloqueable



Esquema de distribución

- a) Determine la presión de control necesaria para abrir el paso desde B hacia A en la válvula de antirretorno desbloqueable.

**Importante**

Abra la válvula reductora de presión antes de poner en funcionamiento el sistema. Cierre lentamente la válvula reductora de presión hasta que se pone en funcionamiento el motor hidráulico.

Presión en el sistema [MPa]	Presión de control [MPa]	El motor hidráulico se pone en funcionamiento
3		
4		
5		

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

[illegible]

- 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.

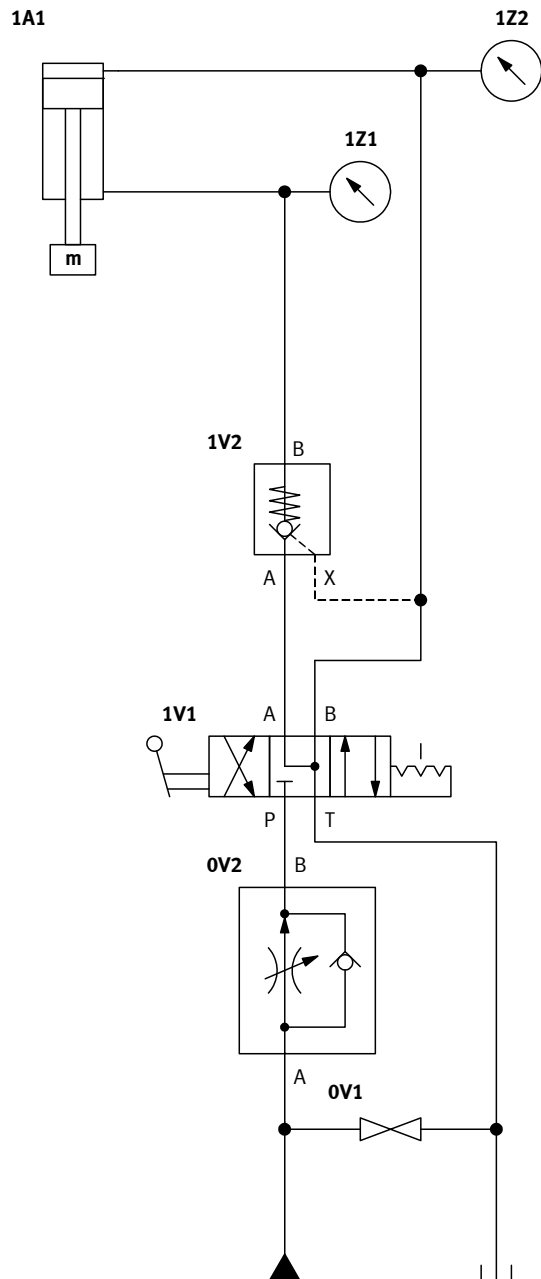
Cantidad	Identificación	Componente
		Cilindro de doble efecto
		Aparato de medición de la presión (manómetro)
		Válvula de 4/3 vías, manual, posición central a descarga (AB > T), con enclavamiento
		Válvula de estrangulación y antirretorno
		Válvula limitadora de presión
		Válvula de antirretorno, desbloqueable
		Válvula reguladora de caudal de 2 vías
1	OV1	Válvula de cierre
2	—	Placa distribuidora de 4 vías con manómetro
1	—	Bomba hidráulica

Cantidad	Componente
	Tubo flexible de 600 mm
	Tubo flexible de 1000 mm
	Tubo flexible de 1500 mm
	Distribuidor en T

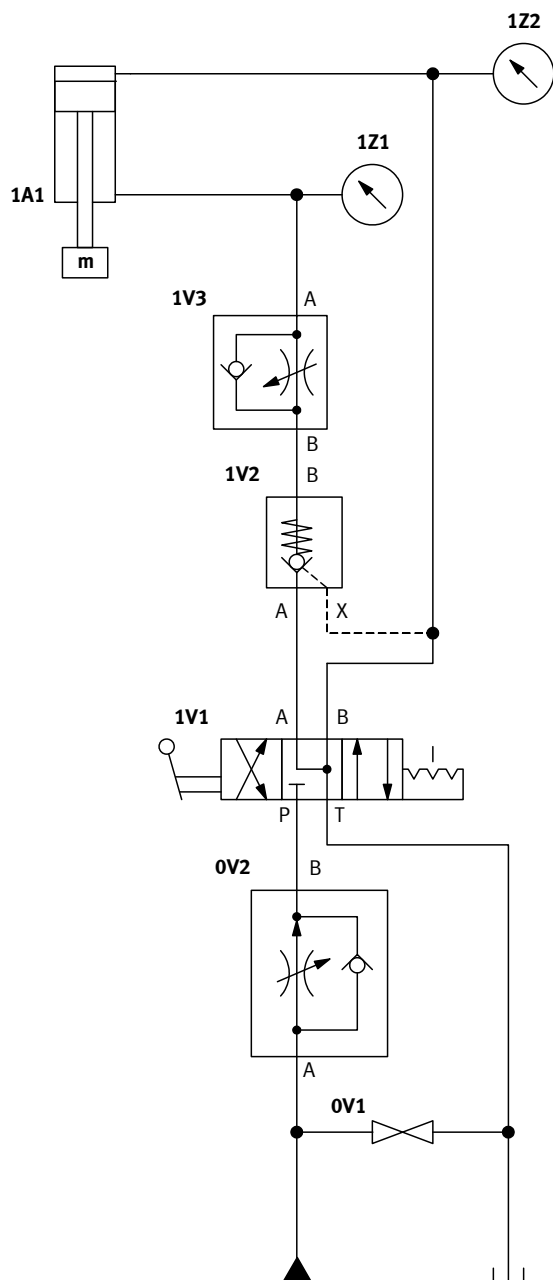
### 3. Montaje del sistema de control

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

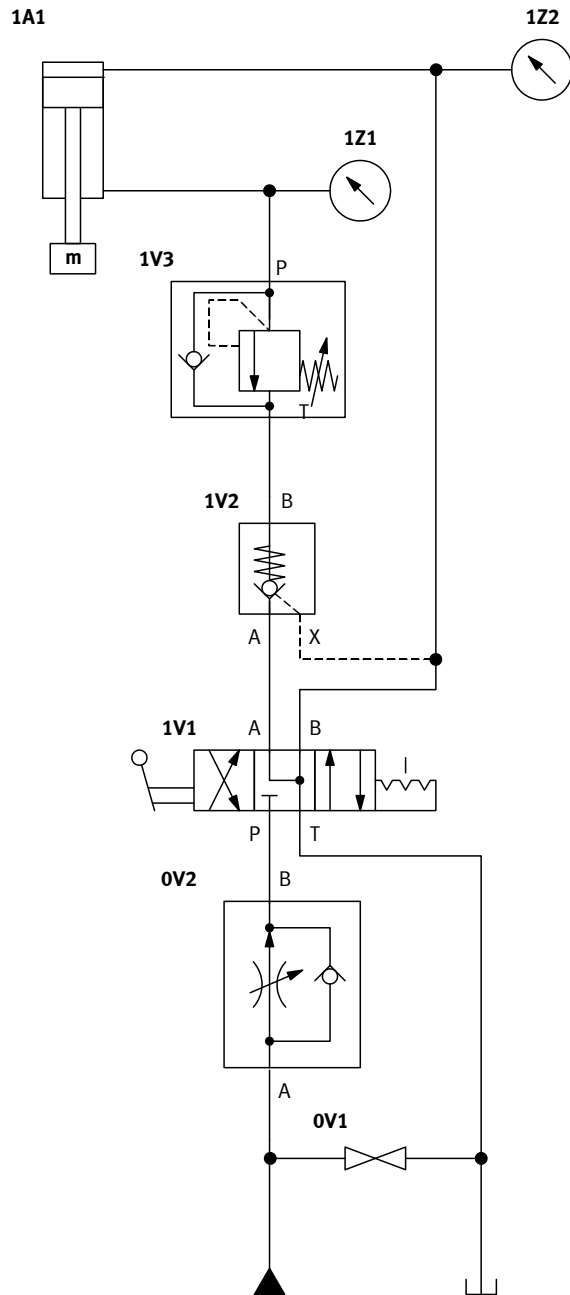
- Ajuste una presión de 5 MPa (50 bar) en la válvula limitadora de presión antes de iniciar el montaje.
- Para solucionar esta tarea, efectúe el montaje del cilindro en posición vertical en el lado ancho de la columna perfilada. A continuación, cuelgue un peso del cilindro. Recubra el peso con una tapa apropiada.
- Realice el montaje según los esquemas de distribución.



Solución con válvula antirretorno desbloqueable



Esquema con una válvula antirretorno desbloqueable y una válvula de estrangulación y antirretorno



Solución con una válvula antirretorno desbloqueable y una válvula limitadora de caudal

- Denomine los componentes.
- Acoplamiento de los 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 tendido de tubos flexibles
  - Seleccione la longitud de los tubos flexibles de tal manera que sean capaces de compensar los cambios de longitud originados por la presión.
  - Evite que se produzcan esfuerzos mecánicos en los tubos flexibles. La flexión de los tubos flexibles no deberá tener radios inferiores al radio mínimo admisible de 51 mm.
  - No aplique fuerzas torsionales en los tubos flexibles al montarlos.
- 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.
- Compruebe si la tapa protectora del cilindro está montada correctamente.
- Cierre completamente la válvula reguladora de 2 vías 0V2. A continuación, abra la válvula efectuando un giro completo.
- Cierre completamente la válvula de estrangulación y antirretorno. A continuación, abra la válvula efectuando un giro completo.
- Abra la válvula de cierre y active el modo de recirculación de la bomba.
- Ponga en marcha la bomba hidráulica.
- Cierre lentamente la válvula de cierre, de modo obtenga una presión de recirculación de aproximadamente 1,5 MPa (15 bar).  
En caso de producirse fugas, conmute de inmediato nuevamente al modo de recirculación de la bomba.
- Ejecute todas las operaciones y compruebe si hay fugas.
- Cierre completamente la válvula de cierre.
- Regule la válvula de estrangulación y antirretorno o la válvula limitadora de presión según sea necesario.
- Ejecute varios ciclos completos de control.

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

- [illegible]

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement

Nur für den privaten Gebrauch    For private use only    Solo para uso privado    Usage privé uniquement