Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial

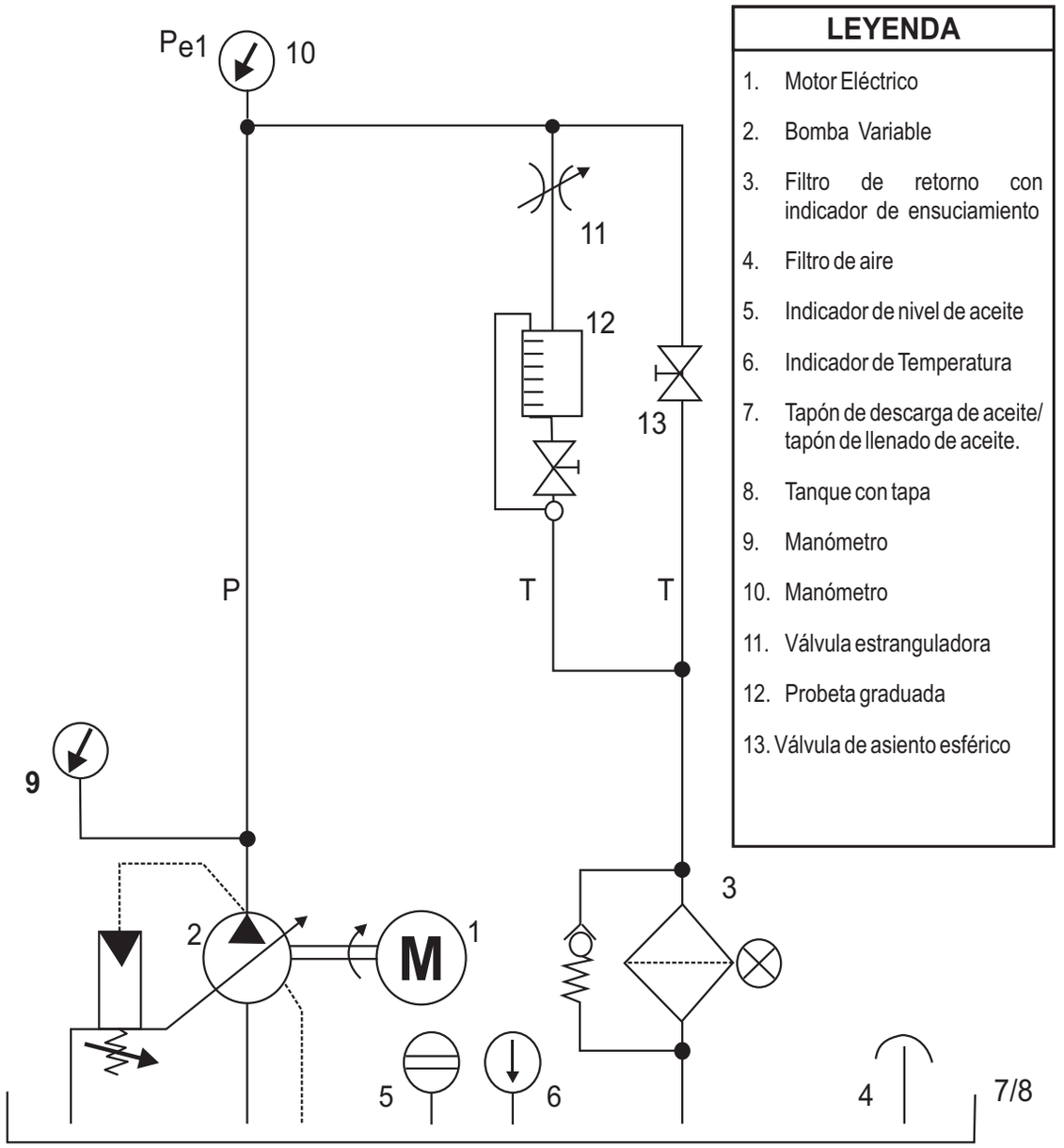
Electrotecnia



Mando de Máquinas Hidráulicas

Código: 89000180

Profesional Técnico



LEYENDA

1. Motor Eléctrico
2. Bomba Variable
3. Filtro de retorno con indicador de ensuciamiento
4. Filtro de aire
5. Indicador de nivel de aceite
6. Indicador de Temperatura
7. Tapón de descarga de aceite/ tapón de llenado de aceite.
8. Tanque con tapa
9. Manómetro
10. Manómetro
11. Válvula estranguladora
12. Probeta graduada
13. Válvula de asiento esférico

Nº	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
1.	Revisar instalación eléctrica de la bomba	Grupo hidráulico
2.	Arrancar la bomba	Válvula estranguladora
3.	Verificar red de distribución	Válvula de asiento esférico
4.	Verificar filtros, depósitos y refirgeradores	Probeta graduada
		Mangueras de presión
		Racores
		Manómetros

PZA.	CANT.	DENOMINACION - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		OPERACION DE BOMBAS HIDRÁULICAS Y VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE REDES HIDRÁULICAS	H.T.	Ref. H.T.
		CONTROLISTA DE MAQUINAS Y PROCESOS INDUSTRIALES	TIEMPO **12 H**	HOJA : 1/1
			ESCALA:	2002

OPERACION

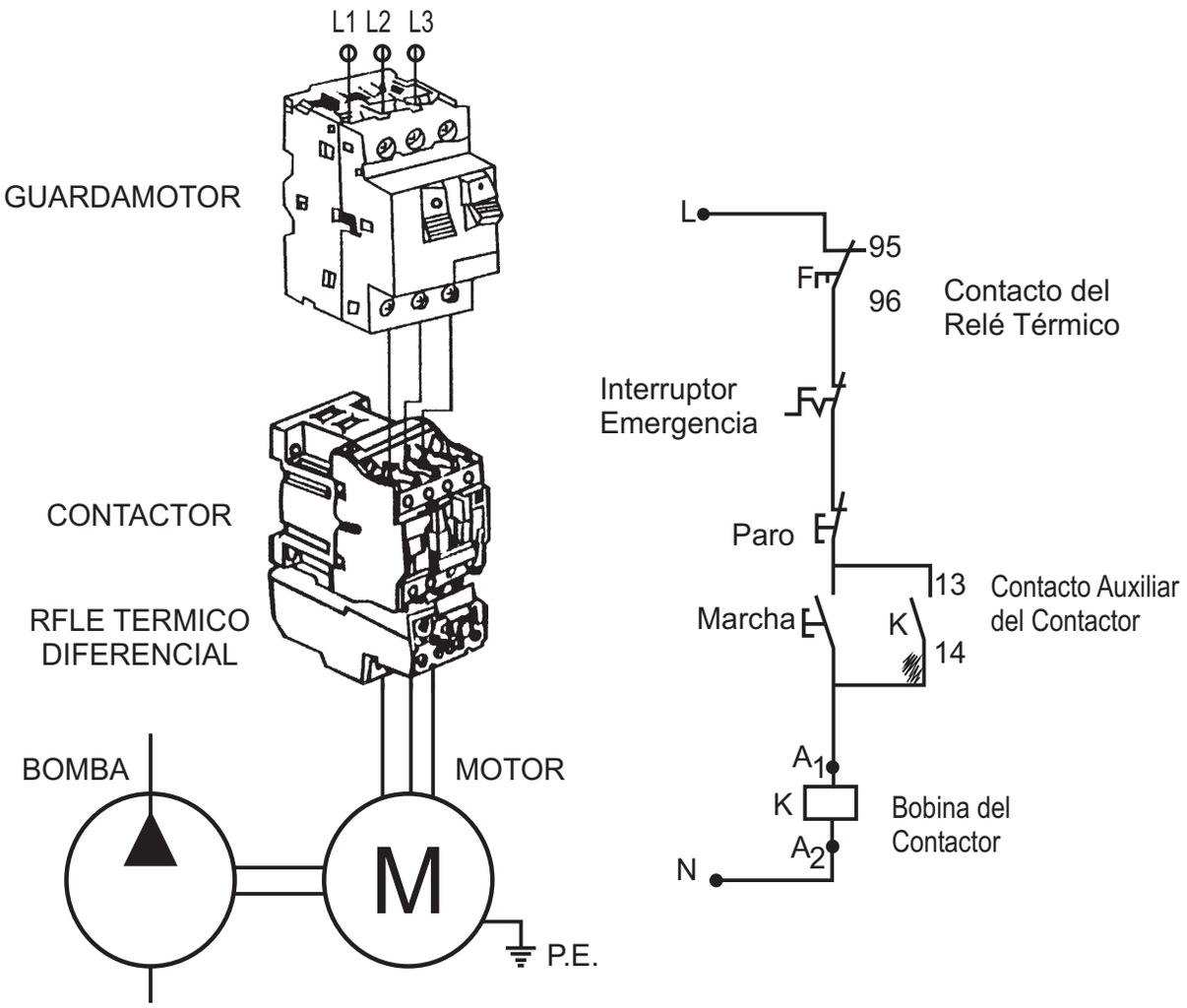
Revisar instalación eléctrica de la bomba

En primer lugar se verificará el estado de operatividad de los elementos eléctricos del sistema de fuerza y control

También se verificará el correcto conexionado de los conductores eléctricos.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1. Verifique el estado de operatividad de los elementos, pruebe continuidad y resistencia de aislamiento, utilizando el multímetro y megohmetro.



PRECAUCIONES

1. Sólo se debe intervenir en mando eléctrico si previamente se han asegurado posibles fuentes de peligro en la instalación a comandar. Al efectuar cualquier intervención en mandos eléctricos se debe tomar conciencia de que posiblemente se provoquen movimientos de máquina que pueden poner en peligro a personas y materiales.

OPERACIÓN

Arrancar la bomba

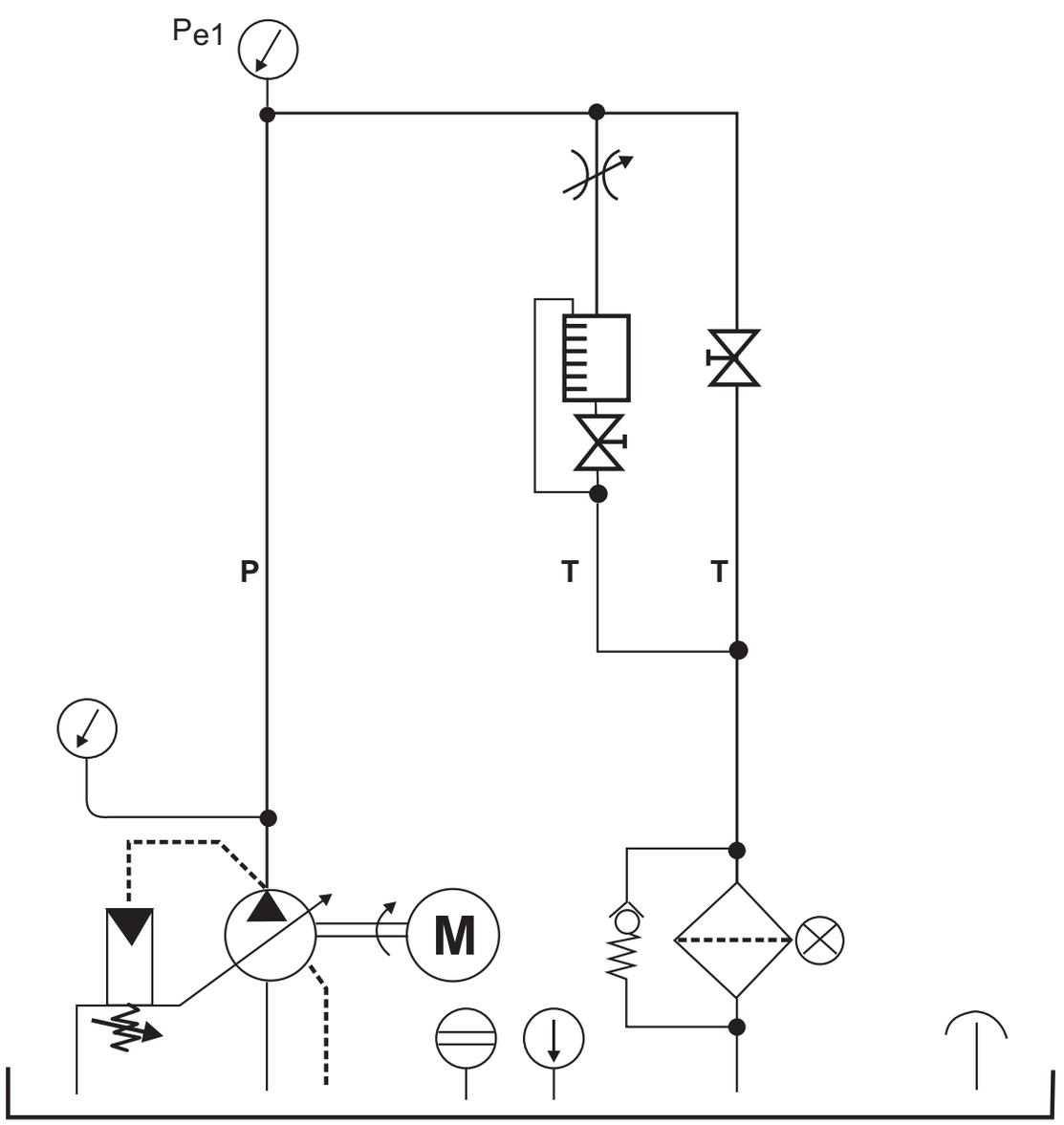
En esta operación se realiza el arranque de la bomba. Se determinan las relaciones entre la bomba hidráulica, el caudal y el incremento de presión debido a las resistencias en el sistema.

Se emplea la válvula estranguladora para incrementar la resistencia del sistema.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1. Verifique que la bomba esté desenergizada, el equipo sin presión

2. Realice el montaje de los elementos hidráulicos y conexionado de las mangueras de Presión, según se muestra en el esquema:



PRECAUCIÓN:

Verifique mangueras de presión deben estar correctamente conectadas.

3. Cierre la válvula estranguladora mientras gira la perilla de ajuste en sentido horario has el tope.

4. Abra la válvula de bloqueo de la probeta graduada.

5. Arranque la bomba.

6. Cierre la válvula de asiento esférico.

7. Abra la válvula estranguladora hasta que el manómetro indique Pe = 10 bar.

8. Comience la medición de tiempo.

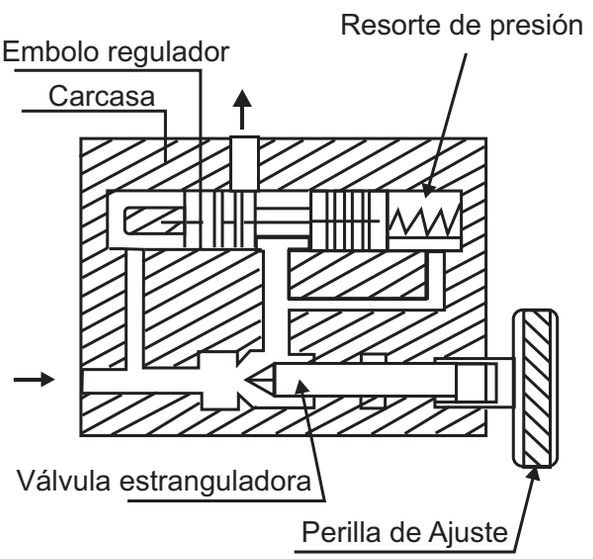
9. Cierre la válvula de bloqueo de la probeta

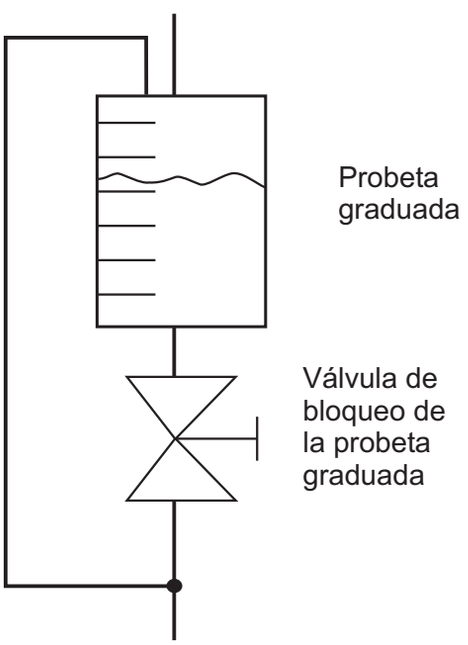
10. Finalice la medición de Tiempo.

11. Luego de 10 segundos abra la válvula de asiento esférico

12. Observe el nivel de llenado de la probeta graduada, Luego de los 10 segundos se puede detener también la bomba.

13. Abra la válvula de bloqueo de la probeta graduada.





OBSERVACIÓN

- Si se eligiera otro valor de tiempo, se debe tener en cuenta que la probeta graduada no se llene completamente, en caso contrario circularía fluido hidráulico por el rebalse de seguridad superior de la probeta graduada.

14. Repita los pasos 6 hasta 11 para las presiones 30, 40, 45, 50, 52 bar

15. Desconecte la bomba.

Evaluación

Presión P_e en bar	10	30	40	45	50	52
Tiempo t en s						
Volumen V en L						
Caudal Q en L/min						

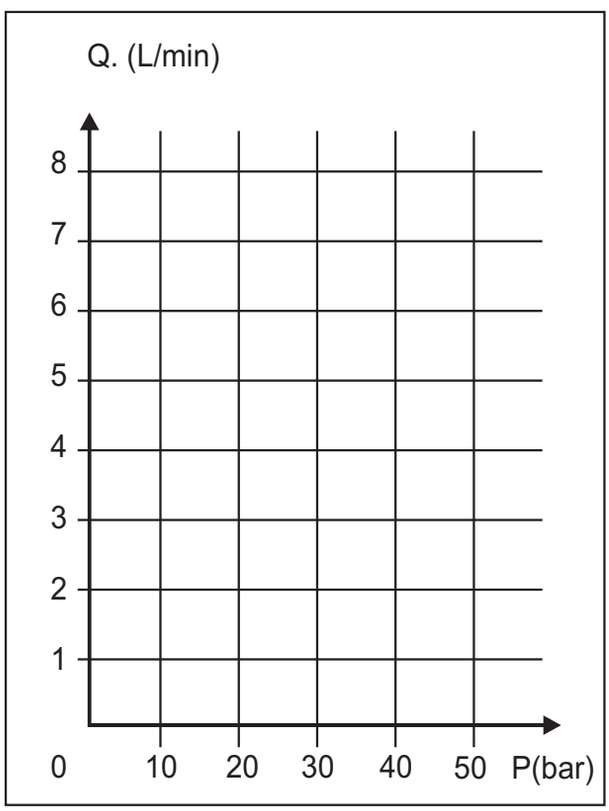


Diagrama relativo a la tabla

Debido a que la probeta graduada tiene una capacidad de 2,5 litros, el tiempo de medición de caudal no debe superar 10 segundos. El caudal se calcula con la fórmula Q = V/t.

Observaciones

I. En bombas variables de paletas el caudal se reduce levemente con..... . crecientes.

II. En bombas reguladoras de presión el ..... se reduce bruscamente (carrera nula) al alcanzar el valor máximo ajustado.

OPERACIÓN:

Verificar red de distribución

Para que el sistema hidráulico funcione correctamente, es necesario revisar el montaje y las conexión es de los elementos. Es recomendable elaborar un registro de datos y protocolo de verificaciones.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1. Verifique mangueras y tuberías
   - En caso de que estos elementos se encuentren dañados, debe remplazarlos inmediatamente.

2. Verifique que el aceite hidráulico no esté contaminado con agua. Cuando llene el aceite, nunca remueva el filtro o sus partes.

3. Verifique la correcta dirección de rotación del motor, presionando brevemente el botón de arranque de tal manera que el motor de solamente unas cuantas vueltas.

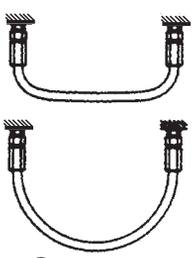
4. Purgue el sistema en las líneas con carga. La purga finaliza cuando no aparece mas espuma en el tanque, cuando todos los movimientos son suaves y libres de tirones y cuando no se presentan ruidos anormales.

5. Revise el nivel de aceite hidráulico.

6. Observe la temperatura final de Operación.
   Después de la operación por varias horas a plena carga, la temperatura final no debería subir de 70ºC, Si esto ocurre , revise la ventilación del grupo hidráulico.

Reglas para el conexionado de tuberías

Incorrecto



Correcto

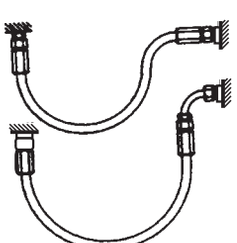
Incorrecto





Correcto

Incorrecto



Correcto

7. Revise los acoplamientos entre el motor y la bomba (ruidos).

PRECAUCIÓN:

- Por razones de seguridad las lineas de conexión, los pernos de ajuste y las unidades no deben ser aflojadas y desconectadas mientras la instalación esta con presión.

OPERACION:

Verificar filtros, depósitos y refrigeradores

Mediante esta verificación se determinará las condiciones de operatividad de los filtros depósitos y refirgeradores.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1. Verifique filtros.
   - Realice la prueba de la burbuja para comprobar la calidad de fabricación y la integridad de un filtro.
   - El elemento filtrante se sumerge en isopropanol y se carga por dentro con aceite comprimido.

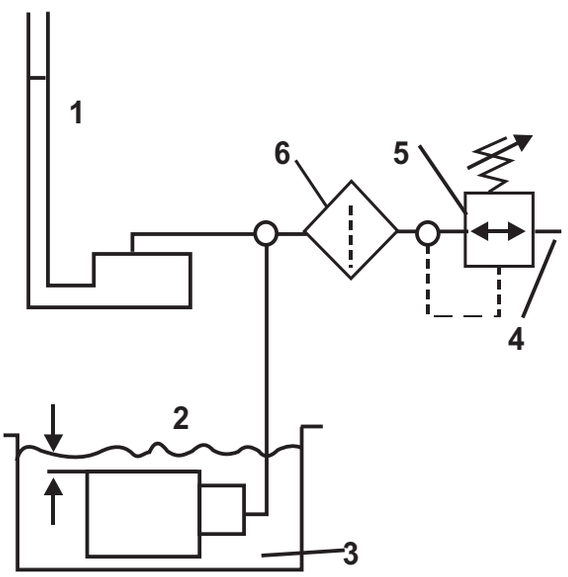
   Se aumenta la presión hasta que aparece la primera burbuja en la superficie del elemento. Hasta el valor de presión del aire especificado por el fabricante no deben producirse burbujas.

2. Verifique operatividad de los refrigeradores.

3. Verifique depósitos.
   - Cuando oscila el nivel de aceite, es necesario agregar o evacuar aire a modo de compensación.
   - Verifique conexiones y ausencia de fugas.

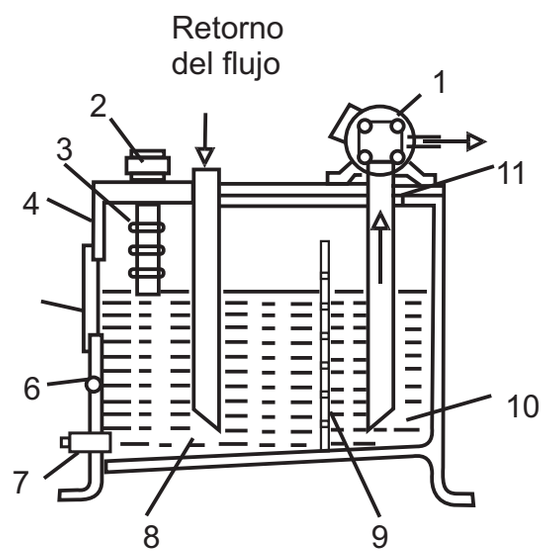
1. Motor y bomba
2. Ventilación con filtro
3. Filtro para llenado
4. Indicador del nivel de aceite (nivel max)
5. Compuerta para limpieza.
6. Indicador del nivel de aceite (nivel mínimo).
7. Tornillo de evacuación.
8. Cámara para aceite de retorno.
9. Placa de amortiguación
10. Cámara de aspiración
11. Tubo de aspiración.

PRUEBA DE BURBUJAS



1. Manómetro
2. Elemento a probar
3. Isopropanol filtrado
4. Aliment. de aire
5. Regul. Baja pres.
6 Filtro de aire

DEPOSITO



HIDRAULICA

I INTRODUCCION

Se comprende por hidráulica, la transmisión y el reglaje de fuerzas y movimientos por medio de líquidos. Instalaciones y mecanismos hidráulicos son de frecuente empleo. Los encontramos por el ejemplo, en:

1. Industrias del metal: Sector máquinas herramientas (tornos y fresadoras), mandrinadoras, brochadoras, plegadoras y rectificadoras.

2. Sector manutención: en línea automáticas de transporte interno.

3. Sector prensas y cizallas

4. Industria siderúrgica: laminadores en frío y caliente, lineas de acabado y máquinas de colada continua, etc.

Las ventajas ofrecidas por la hidráulica son las posibilidades de transmitir grandes fuerzas, utilizando pequeños elementos constitutivos, así como la gran facilidad de realizar maniobras de mando y reglaje.

En instalaciones hidráulica se transforma energía mecánica en energía hidráulica. De ese modo es transportada, comandada y regulada para ser transformada nuevamente en energía mecánica.

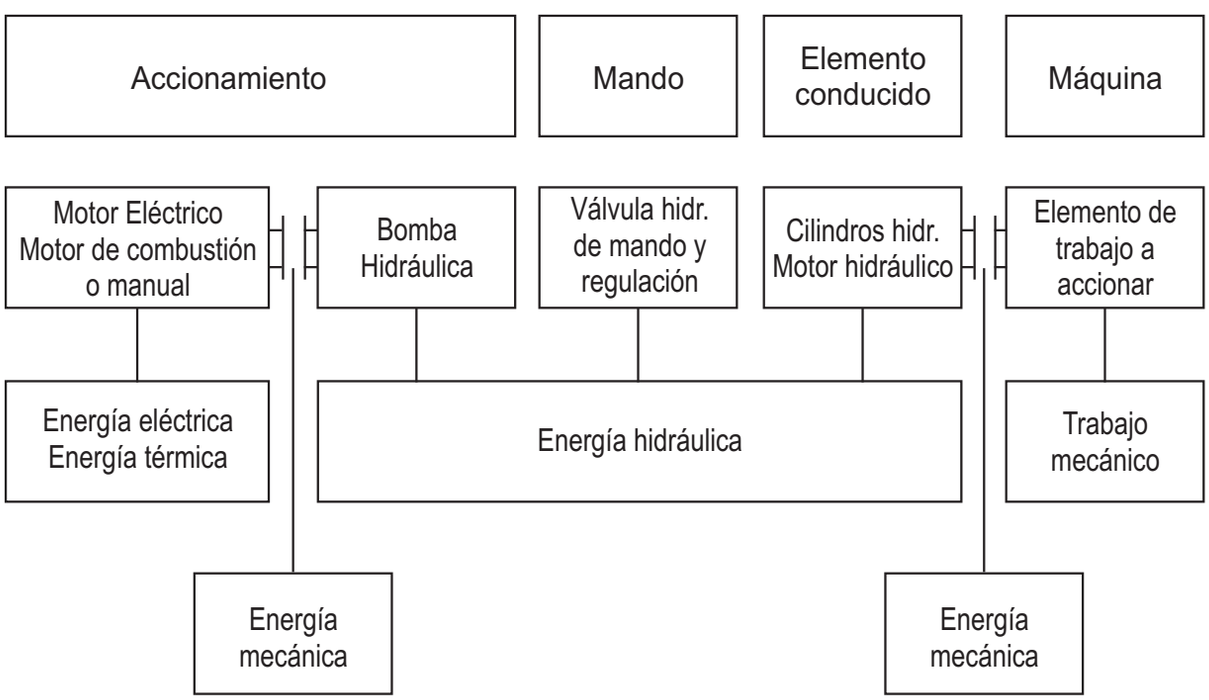


Fig. 1 Transformación de energía en instalaciones hidráulicas

II VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA

1. **Ventajas:**
   - Simplicidad: hay pocas piezas en movimientos (bombas, motores y cilindros)
   - Flexibilidad: el aceite se adapta a las tuberías y transmite la fuerza como si fuera una barra de acero.
   - Tamaño: es pequeño comparado con la mecánica y la electricidad a igual potencia.
   - Seguridad: salvo algún peligro de incendios en ciertas instalaciones.
   - Multiplicación de fuerzas: la prensa hidráulica.

2. **Inconvenientes:**
   - Limpieza en la manipulación de los aceites, aparatos y tuberías, como el lugar de ubicación de la máquina. En la práctica, hay muy pocas máquinas hidráulicas en las que se extremen la medidas de limpieza.
   - Alta presión: exige un buen mantenimiento.
   - Precio: las bombas, motores, válvulas proporcionales y servoválvulas, son costosas.

CAVITACION

Cuando la bomba gira a mucha velocidad, circulando el aceite con poca resistencia, existiendo una estrangulación que limita el paso de aceite del depósito a la bomba. Tiende a aspirar más aceite del que recibe, formando burbujas de aceite en el aceite.

La bomba sufre daño al pasar estas burbujas gaseosas del lado de baja presión al de alta, se produce una implosión, que hace que se desprendan partículas metálicas de la bomba, vibra, hace ruido, se desgata excesivamente y termina por agarrotarse.

AIRE EN LA ASPIRACION

La presión de aire en la aspiración produce ruido, en el deposito se forma espuma, disminuye el caudal y el funcionamiento se hace irregular. Cuando se comprimen las burbujas de aire, se puede deteriorar el cuerpo interno de bomba (se erosiona). Se produce la entrada de aire cuando la tubería no es estanca.

No confundir la cavitación con la entrada del aire. En la cavitación son burbujas de aceite (gaseoso) en el aceite, en la entrada de aire son burbujas de aire.

BOMBA HIDRAULICA

I. Descripción:

Las bombas hidráulicas deben convertir energía mecánica (par de giro, velocidad de rotación) en energía hidráulica (caudal, presión). Una bomba hidráulica tiene que cumplir dos misiones: mover el líquido y obligarle a trabajar.

Todos las bombas desplazan líquidos, pero este desplazamiento puede ser positivo o no positivo. Los no hidráulicas tienen un desplazamiento no positivo (por ejemplo, rueda de cangilones), las bombas hidráulicas producen un caudal de líquido, y además lo sostienen contra la resistencia opuesta a su circulación. O sea que el líquido que sale de la bomba es apoyado por esta, entonces se dice que el desplazamiento es positivo. Las bombas de los circuitos hidráulicos son positiva.

La bomba succiona el aceite y alimenta el sistema de tuberías. En el sistema hidráulico se crea una presión a raíz de las resistencias que se oponen al aceite que fluye. La presión corresponde a la resistencia total, la que por su parte se compone de resistencias externas e internas y del caudal volumétrico.

* **Resistencias externas**

  Son las que se producen por efecto de carga útiles, fricción mecánica, cargas estáticas y fuerzas de aceleración.

* **Resistencias internas.**

  Son producto de la fricción total en los conductos y elementos del sistema, de la fricción propia del aceite y de las reducciones del flujo (zonas de estrangulamiento).

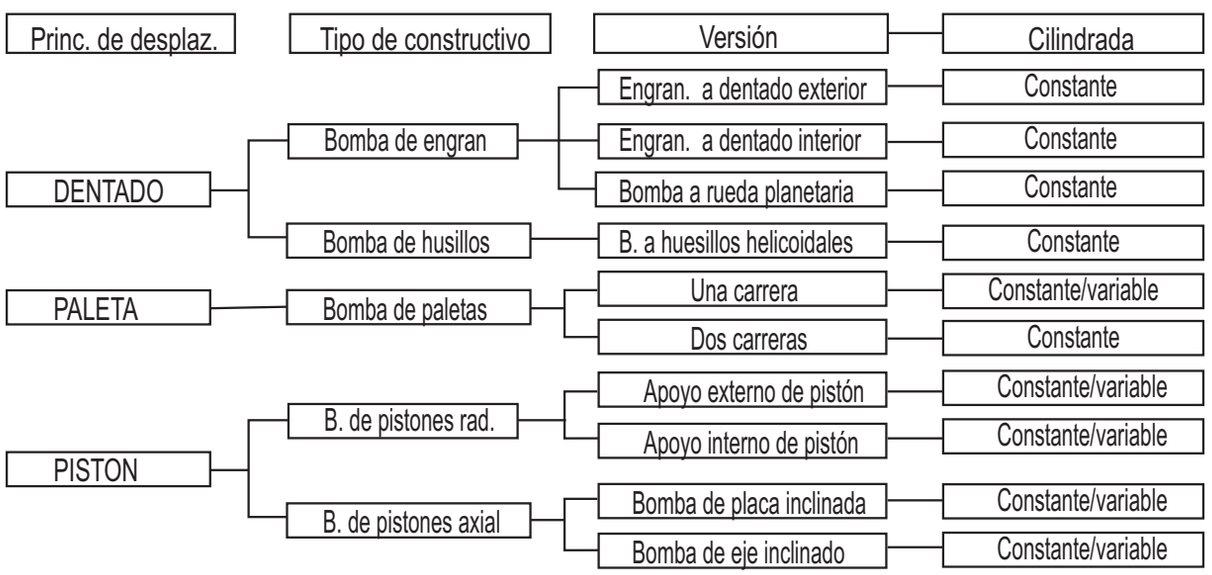
Ello significa que la presión del fluido en un sistema no está dada por la potencia de la bomba, sino que va creciendo un función de las resistencias y, en casos extremos, aumenta hasta que se produce la destrucción de un elemento del sistema. Es evidente que esta circunstancia se procura evitar es la realidad práctica, incorporando una válvula de seguridad limitadora de la presión inmediatamente detrás de la bomba o integrándola en la bomba misma. Dicha válvula permite regular la presión de trabajo máxima en función de la potencia de la bomba.

II. TIPOS DE BOMBAS.

Las bombas hidráulicas pueden clasificarse en tres tipos básicos aplicando el criterio del volumen de expulsión.

* Bombas de funcionamiento constante: volumen de expulsión constante.
* Bombas ajustables: volumen de expulsión ajustable
* Bombas regulables: posibilidad de regular la presión, el caudal volumétrico o la potencia y el volumen de expulsión.

Según su construcción, existen bombas de las más diversa índole. No obstante, todas funcionan según el mismo principio de expulsión. La expulsión del fluido sometido a presión se producen por acción de émbolos, aletas celulares, eje helicoidales o engranajes.



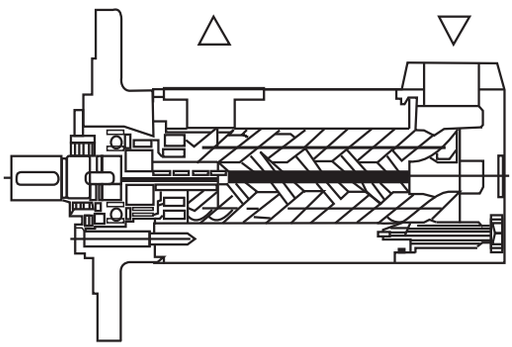
A continuación, se describirán los más usadas:

A. Bombas de husillos helicoidales

Se caracterizan por un nivel de ruido sumamente bajo. Por esta razón se emplean por ejemplo, en instalaciones para teatros y operas. La camara de desplazamiento se forma entre los husillos helicoidales y la carcasa. Dentro de la carcasa se encuentran 2 a 3 husillos.

El husillo unido a la máquina de accionamiento con rosca hacia la derecha transmite el movimiento giratorio a los demás husillos, que tienen rosca hacia la izquierda.

Se forma un espacio cerrado entre los filetes roscados de los husillos, el cual transporta por reducción de volumen desde la conexión de aspiración hasta la conexión de presión de la bomba, Ello conduce a un caudal uniforme, prácticamente libre de pulsaciones y, con ello, a una marcha muy silenciosa.



Magnitudes características importantes

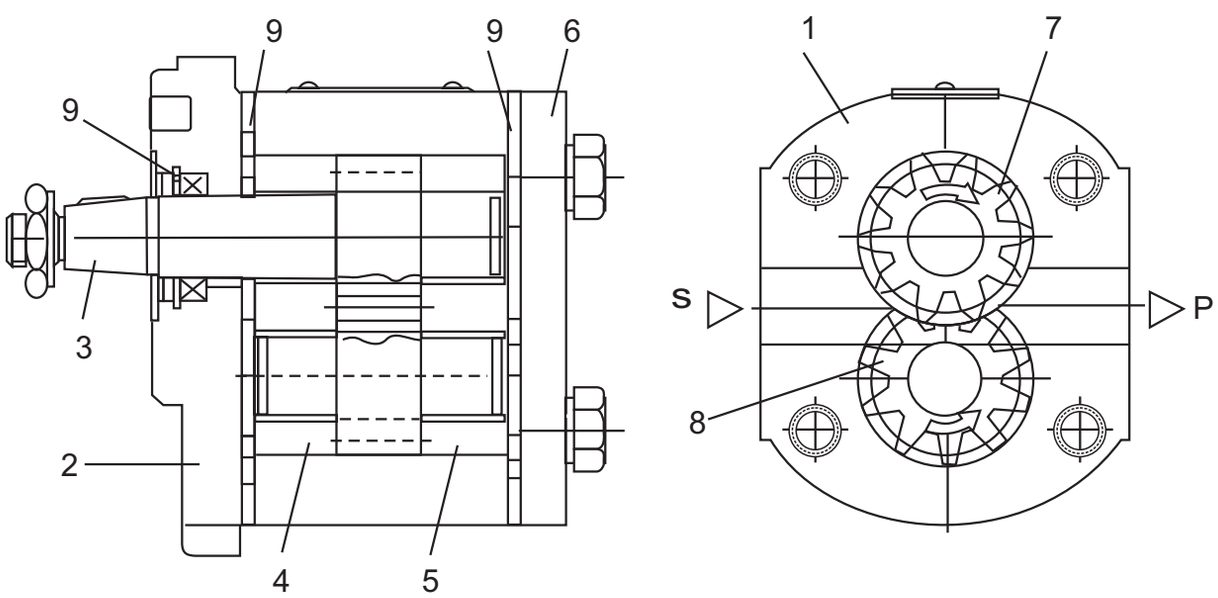
Cilindrada	15 hasta 3500 cm^3
Presión de servicio	hasta 200 bar
Rango de rotaciones	1000 hasta 3500 min^{-1}

Fig. 3 bomba de husillos helicoidales

B. Bombas de Engranajes a dentado exterior

Este tipo de bomba se emplea especialmente en la hidráulica móvil en grandes cantidades.

El motivo radica en las características constructivas:
- Presión relativamente alta y reducido peso,
- Precio bajo,
- Gran rango de velocidad de rotación y
- Elevado rango de temperatura / viscosidad,,



1. Carcasa 2. Brida 3. Eje 4,5. Mancales 6. Tapa
7,8. Rueda dentadas 9. Juntas

Fig. 4 Bomba de engranajes a dentado exterior

Funcionamiento

La rueda dentada (7) está unida a la máquina de accionamiento (motor eléctrico, motor Diesel, etc) mediante un acoplamiento. La rueda dentada (7) y la rueda dentada (8) se posicionan mediante los mancales (4 y 5) de modo tal de que en el movimiento giratorio las ruedas dentadas engranen con un juego mínimo.

Las cámaras de desplazamiento se forman entre los flancos de los dientes, la pared interna de la carcasa y las superficies frontales de los mancales (4 y 5).

En el momento de la puesta en marcha, en dichas cámaras primero se transporta del lado de aspiración S hacia el lado de presión P el aire que se encuentra en la tubería de aspiración. De este modo se produce una depresión en tubería de aspiración. A medida que la depresión aumenta, el fluido fluye del tanque a la tubería de aspiración, hasta alcanzar la bomba.

Ahora el fluido se transporta en las cámaras de los dientes y se conduce al sistema hidráulico a través de la conexión de presión. Condición para el funcionamiento de la bomba es, por lo tanto, que las cámaras de los dientes sean suficientemente estancas como para transportar aire o fluido sin que se produzcan pérdidas.

Las bombas de engranajes a dentado exterior poseen juntas con intersticios. De este modo se producen pérdidas del lado de presión hacia el lado de aspiración en función de la presión de servicio. Para disminuir el caudal que se pierde por dichos intersticios a medida que la presión aumenta, se oprime al mancal (5) del lado de la tapa en los lados frontales de las ruedas dentadas a través de un campo de presión axial.

MAGNITUDES CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES

Cilindrada	0,2 hasta 200 cm^3
Presión de servicio	hasta 200 bar
Rango de rotaciones	500 hasta 6000 min^{-1}

C. Bombas de engranajes a dentado interior

La característica principal de estas bombas es muy bajo nivel de ruido. Por ello se emplean especialmente en hidráulica estacionaria (prensa, máquinas para plásticos, máquinas herramientas, etc.) y en vehículos que trabajan en espacios cerrados (estibadores eléctricos por horquilla, etc.)

Funcionamiento

El rotor dentado está unido a la máquina de accionamiento. Con el movimiento de rotación de rotor dentado y de la rueda dentada interior aumenta el volumen entre los flancos de los dientes. La bomba "aspira".

Este aumento de volumen se produce en un ángulo de giro aprox. 120°. Por esta razón la cámara de desplazamiento no se llena repentinamente sino relativamente despacio.

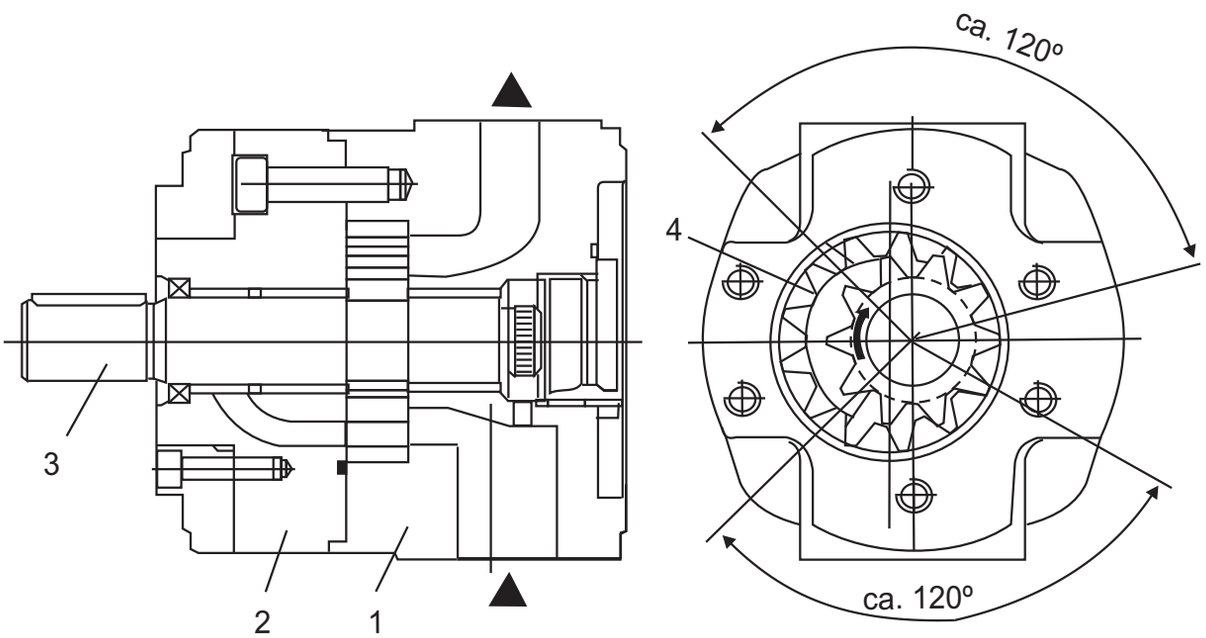
Esto conduce a una marcha sumamente tranquila y a una muy buena conducta de aspiración.

En el sector de la pieza de llenado, el fluido se transporta sin variación de volumen.

La cámara que sigue a la pieza de llenado está unida a la conexión de presión. Aquí se reduce el volumen entre los flancos de dientes, el fluido es desplazado.

En el sector del engranaje dentado la forma especial de los dientes resulta ventajosa, dado que entre el rotor dentado y la rueda dentada (a diferencia de las bombas con dentado exterior) prácticamente no existe un espacio muerto.

En dichos espacios muertos el volumen de aceite se comprime. Ello produce pulsación de presión y, por ende, ruido.



1. Carcasa 2. Tapa 3. Rotor dentado 4. Rueda dent. Int.

Figura 5 Bomba de engranajes a dentado interior

Magnitudes características importantes

Cilindrada	3 hasta 250 m^3
presión de servicio	hasta 300 bar
rango de rotaciones	500 hasta 3000 min^{-1}

D. Bomba de paletas:

Son muy silenciosas, caudal con muy pocas pulsaciones, muy sensible a las puntas de presión, pudiendo romperse las paletas. También son sensibles a la suciedad del aceite.

El número de paletas normalmente está comprendido entre 8 y 14.

Hay dos tipos de bombas de paletas:

- Bombas de paletas equilibradas
- Bombas de paletas sin equilibrar

1. Bomba de Paletas equilibradas

Son de caudal constante. Se llama de paletas equilibradas por la posición de las bocas por donde entra y sale el aceite.

Funcionamiento:

En la fig. 6 vemos una sección de este tipo de bomba.

1. paleta
2. motor
3. entrada de aceite
4. salida
5. anillo

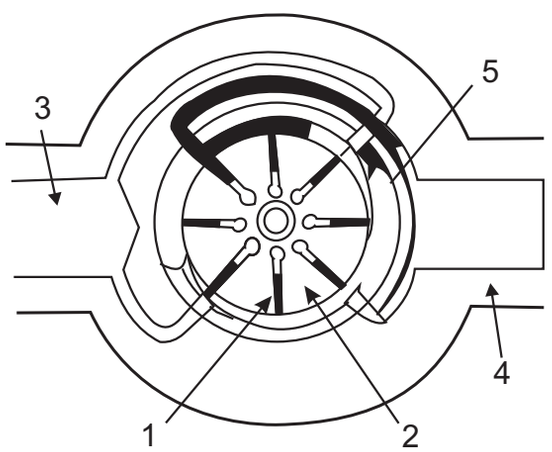


Fig. 6 Bomba de Paletas equilibradas

La bomba consta de un cuerpo en el cual van montadas dos discos laterales, cada uno de los cuatro tiene cuatro ventanas: dos de entrada y dos de salida. Lleva una camisa de perfil elíptico (casquillo estator).

El árbol de mando va al rotor, con gargantas inclinadas con relación a los radios, gargantas por la que se deslizan las paletas.

Por el diseño del casquillo estator, las paletas salen dos veces de su ranura por vuelta del rotor, aspirando aceite. También entran dos veces por vuelta, comprimiendo. Son de doble acción.

Las paletas son de acero rápido. El casquillo estator es de acero al cromo. El rotor es de acero al cromo - Mo, las gargantas templadas, rectificadas y cementadas.

2. **Bomba de paletas sin equilibrar**

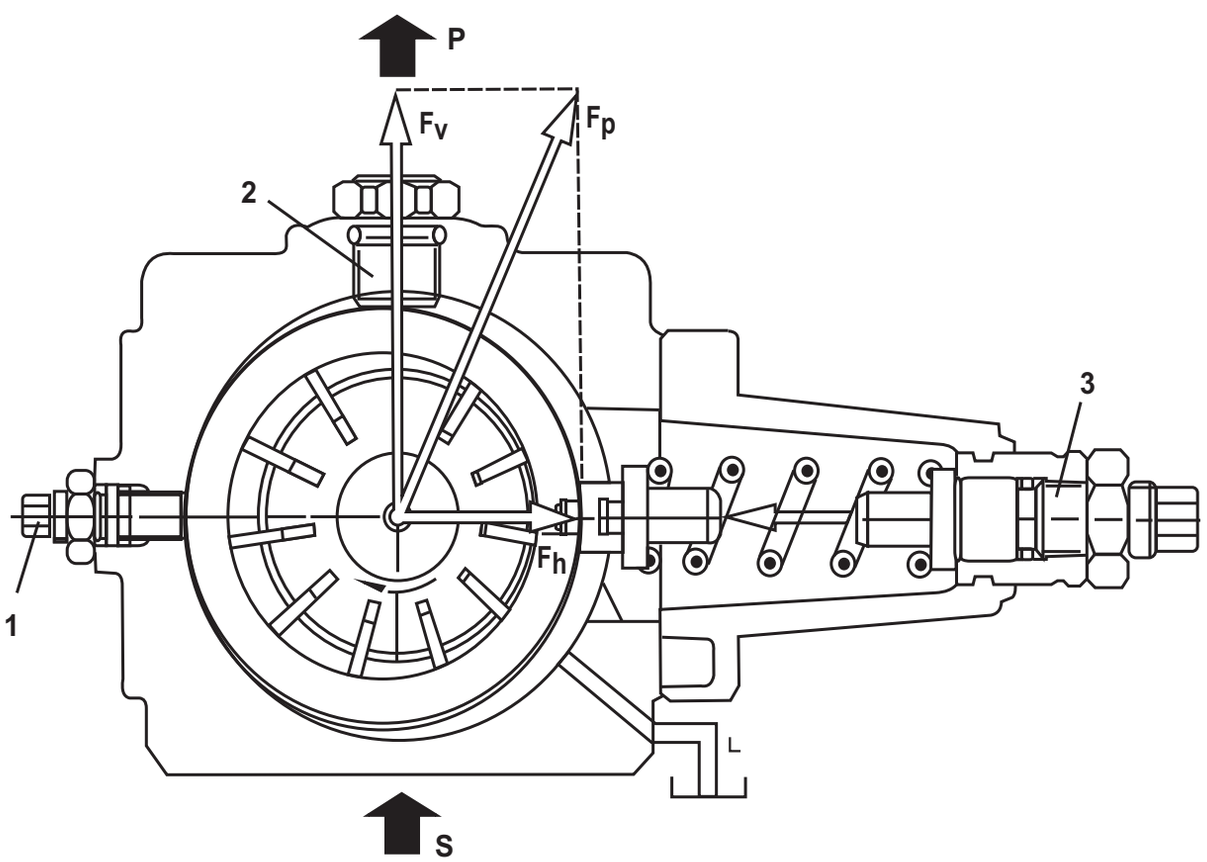
El principio de funcionamiento es el mismo que el de paletas equilibradas, pero tienen un grave defecto y es el gran dejaste de cojinetes al hacer presión el aceite por un lado nada más y al no estar equilibrados las presiones.

Esta bomba es de caudal variable, variando éste según la excentricidad entre el motor y el casquillo estator.

En la Fig. 7 representamos este tipo de bomba.

1. Tornillo de posicionamiento para cilindrada
2. Tornillo de ajuste de la altura
3. Tornillo de ajuste para la presión máxima de servicio

Fig. 7 bomba de paletas de mando directo



Magnitudes características importantes

Cilindrada	5 hasta 250 m^3
Presión de servicio	hasta 100 bar
Rango de rotaciones	1000 hasta 3000 min^{-1}

E. Bomba de pistones radiales

Estas bombas se emplean para presiones de servicios superiores a 400 bar. Para prensas, máquinas para la elaboración de plásticos, en hidráulica de sujeción, para máquinas herramienta y en muchos otros sectores que requieran presiones de servicio de hasta 700 bar.

Funcionamiento

Una bomba de pistones radiales, con apoyo interior del pistón, trabaja del siguiente modo:
El eje de accionamiento (1) en el sector de los elementos de la bomba (2) es excéntrico. El elemento de la bomba se compone del pistón (3), del buje del cilindro (4), de la rótula (5), de un resorte de presión (6), de la válvula de aspiración (7) y de la válvula de presión (8).

La rótula está atornillada en la carcasa (9). El pistón con el patín se encuentra sobre la excéntrica. El resorte asegura que durante el movimiento de rotación del eje excéntrico el patín siempre apoye sobre la excéntrica y el buje del cilindro apoye sobre la rótula.

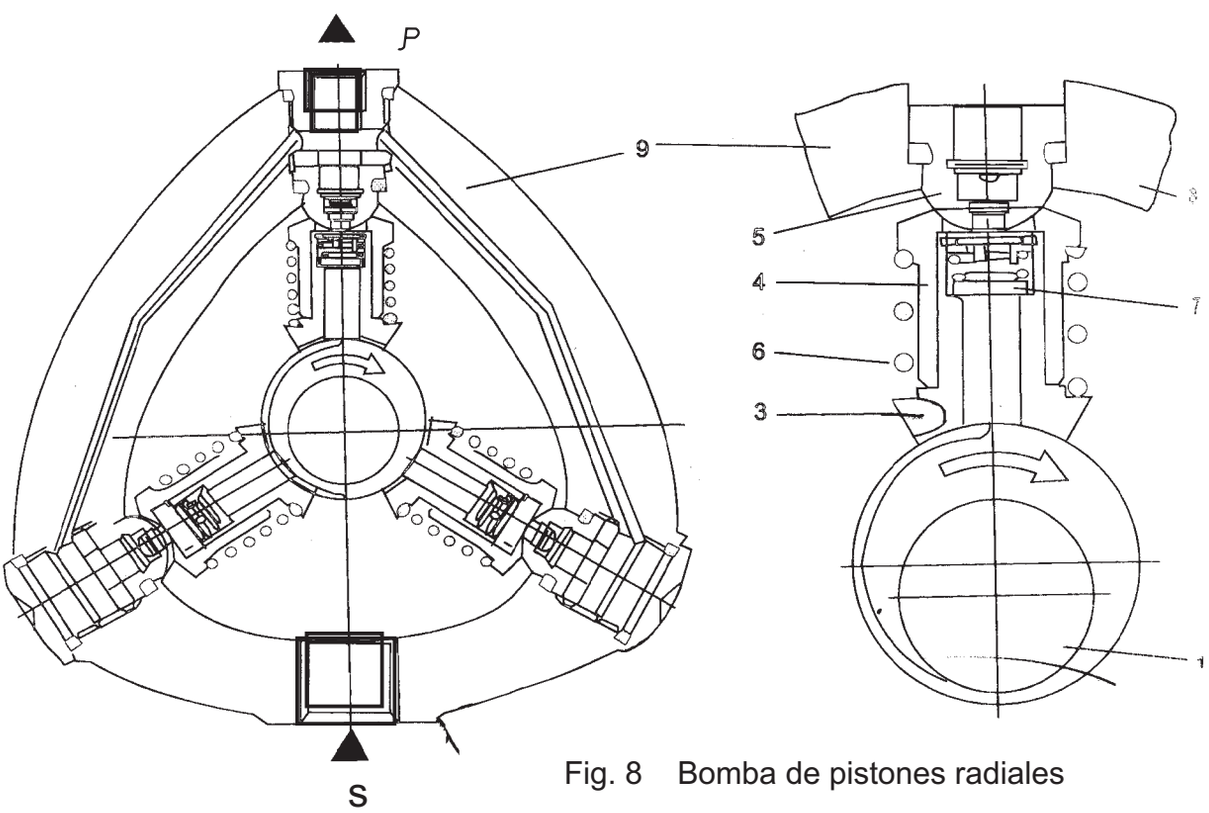


Fig. 8 Bomba de pistones radiales

Magnitudes características importantes

Cilindrada	0,5 hasta 100 m^3
presión de servicio	hasta 700 bar
rango de rotaciones	1000 hasta 3000 min^{-1}

F. Bomba de pistones axiales

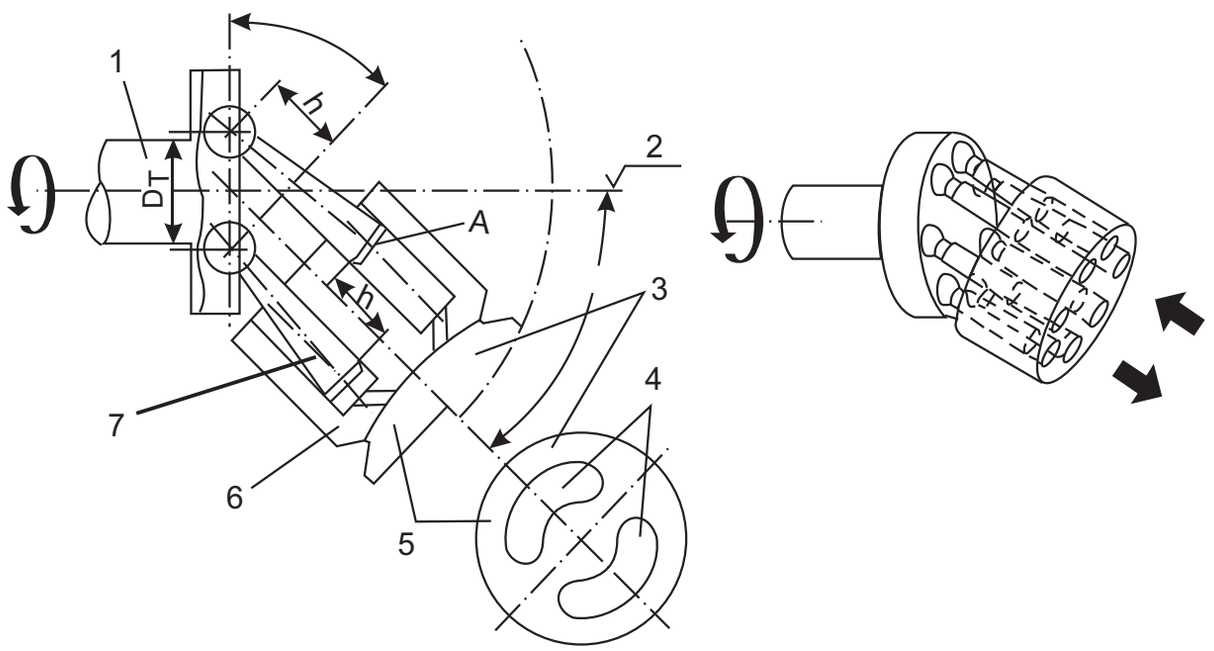
1. Eje inclinado

El mecanismo propulsor de eje inclinado es una máquina de desplazamiento, cuyos

pistones de desplazamiento están dispuestos en forma inclinada respecto al eje motor.

Las unidades de pistones axiales según el principio de eje inclinado pueden trabajar como bombas hidráulicas o como motores hidráulicos.

Como bomba, el caudal es proporcional a la velocidad de rotación de accionamiento y al ángulo de basculamiento. Como motor, la velocidad de rotación de accionamiento es proporcional al caudal que entra. El par de giro absorbido (bomba) o entregado (motor) aumenta con la diferencia de presión entre los lados de alta y baja presión. En servicio como bomba se convierte de energía mecánica en energía hidrostática. Variando el ángulo de basculamiento, las bombas y los motores variables pueden variar su cilindrada, es decir, el caudal de la bomba o el caudal absorbido por el motor.



1 Eje motor
2 Posición 0
3 Placa de mando para a = variable
4 Riñones de mando
5 Placa de mando para a = constante
6 Cilindro
7 Pistón cónico

$h = D_T \cdot \text{Sen}$

$V_g = x \cdot A \cdot h$

$V_g = x \cdot A \cdot D_T \cdot \text{sen}$

h = Carrera del émbolo
A = Superficie del émbolo
D_T = Diámetro de la circunferencia de giro de los pist. Sobre el eje motor
= Angulo de basculam. (p.ej. 25°)
V_g = Cilindrada geométrica en cm^3
x = Cantidad de pistones (p.ej, 7)

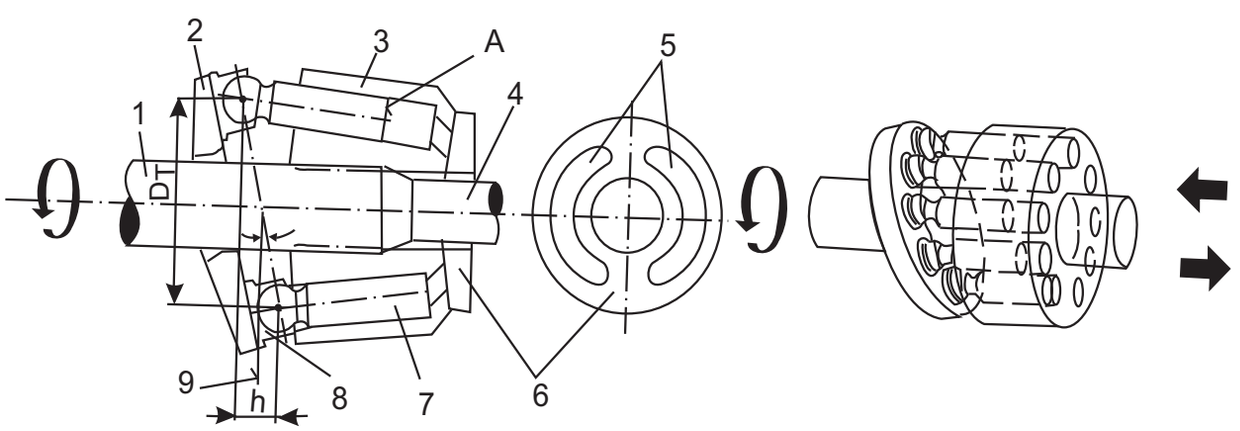
2. Placa inclinada

El grupo rotativo de placa inclinada es una máquina de desplazamiento, cuyos pistones de desplazamiento se encuentran dispuestos axialmente al eje motor. Se apoyan sobre una placa inclinada.

Las cilindradas de pistones axiales según el principio de placa inclinada con cilindrada constante o variable pueden trabajar como bombas hidráulicas o como motores hidráulicos. Al utilizarlos como bomba, el caudal es proporcional a la velocidad de rotación de accionamiento y al ángulo de basculamiento. Al utilizarlos como motor, la velocidad de rotación saliente es proporcional al caudal que le llega.

El par de giro absorbido (bomba) o entregado (motor) aumenta con la diferencia de presión entre el lado de alta y el de baja presión.

Al funcionar como bomba, la energía mecánica se convierte en energía hidrostática. Al funcionar como motor, se convierte energía hidrostática en energía mecánica. Variando el ángulo de basculamiento, en las bombas y motores variables, se puede cambiar la cilindrada, es decir, variar el caudal de la bomba o las rotaciones del motor.



1 Eje motor
2 Placa inclinada
3 Cilindro
4 Arrastre
5 Riñones de mando
6 Placa de mando
7 Pistón
8 Patín
9 Posición 0

$h = D_T . Tang$

$V_g = x . A . H$

$V_g = x . A . D_T . tang$

h = Carrera del pistón
A = Superficie del pistón
D_T= Diámetro de la circunf. parcial
para = 0°
= Ang. de basculamiento (p.ej. 15°)
V_g= Cilindrada geom. en cm^3
x = Número de pistones (p.ej, 9)

REGULACIÓN DE CAUDAL

En la regulación de caudal, el caudal de bomba se adapta a un valor prefijado.
Para alcanzar esto se conduce el caudal a través de un diafragma medidor (que puede ser un estrangulador, una válvula direccional proporcional, etc.) La diferencia de presión en el diafragma medidor se toma como magnitud de regulación.

La presión delante del diafragma medidor se conduce a la superficie frontal del pistón del regulador. Esta presión también actúa detrás del pistón pequeño.
La presión detrás del diafragma medidor (inferior a la presión delante del mismo) se conduce a través de un conducto a la cámara del resorte del regulador.
En el pistón del regulador y en el pistón de posicionamiento se produce un equilibrio de fuerzas.

En la posición indicada la diferencia de presión en el diafragma medidor es igual a la fuerza del resorte en el regulador.
A través del canto de mando (X) en el regulador constantemente drena aceite piloto, de modo que en el pistón grande se instala una determinada presión.
El estator es mantenido en una posición estable.
Si p.e.j. se aumenta la sección transversal en el diafragma medidor, la diferencia de presión se reduce.
Por ello el resorte desplaza el pistón regulador.
La sección transversal en el canto de mando se reduce y aumenta la presión detrás del pistón grande.
El estator se desplaza en sentido de mayor excentricidad, la cilindrada de la bomba aumenta. Como consecuencia de la mayor cilindrada aumenta la $\triangle$ p en el diafragma medidor hasta que se vuelva a un estado estable.
($\triangle$ p en el diafragma medidor = fuerza del resorte en el regulador).

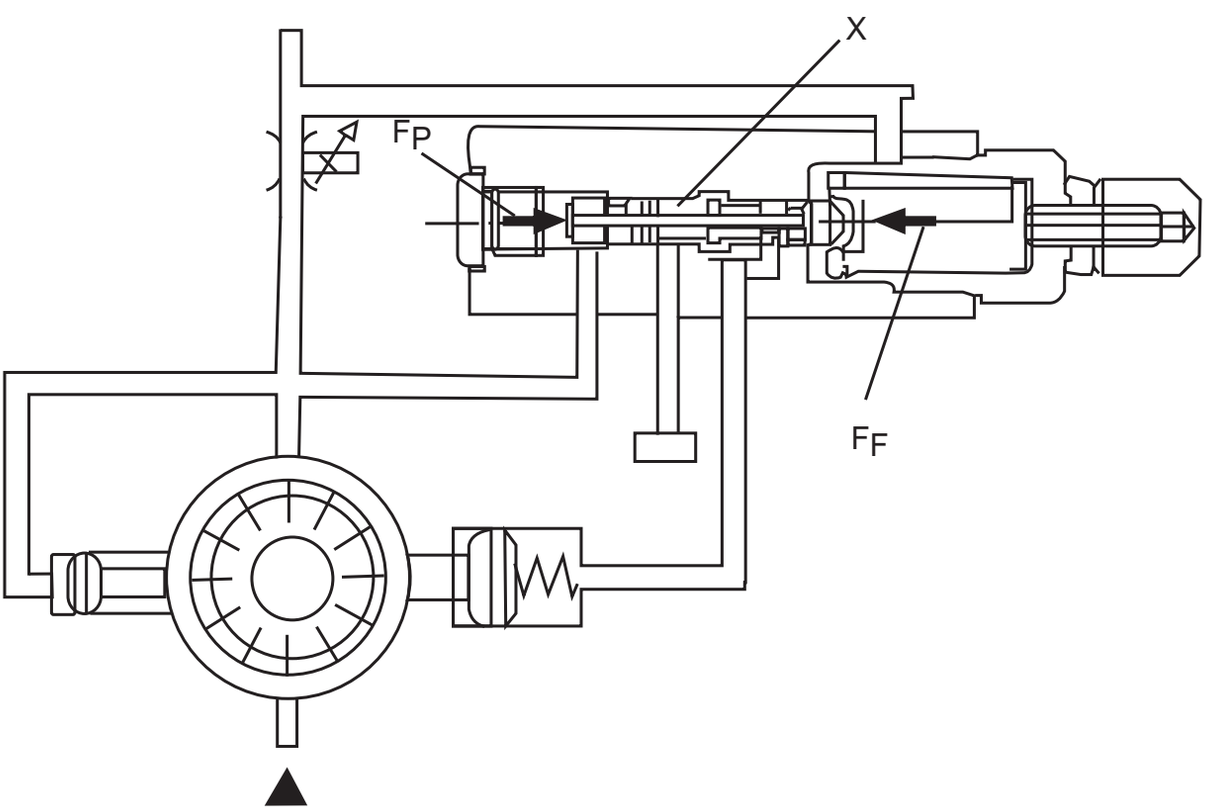


Fig. 9 Regulación de Caudal

CÁLCULOS DE RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO DE UNA BOMBA HIDRÁULICA

La curva característica de la bomba permite obtener el rendimiento volumétrico de la bomba. Esta curva es la expresión de la curva característica del caudal de transporte en función de la presión. La curva característica demuestra que el caudal de transporte efectivo (Qef) disminuye en función el aumento de presión. El caudal de transporte real (Qr) es el que, además, toma en cuanta el aceite de fuga (Qf).

Observemos, por ejemplo, la curva característica de una bomba nueva en relación a la de una bomba desgastada (averiada).

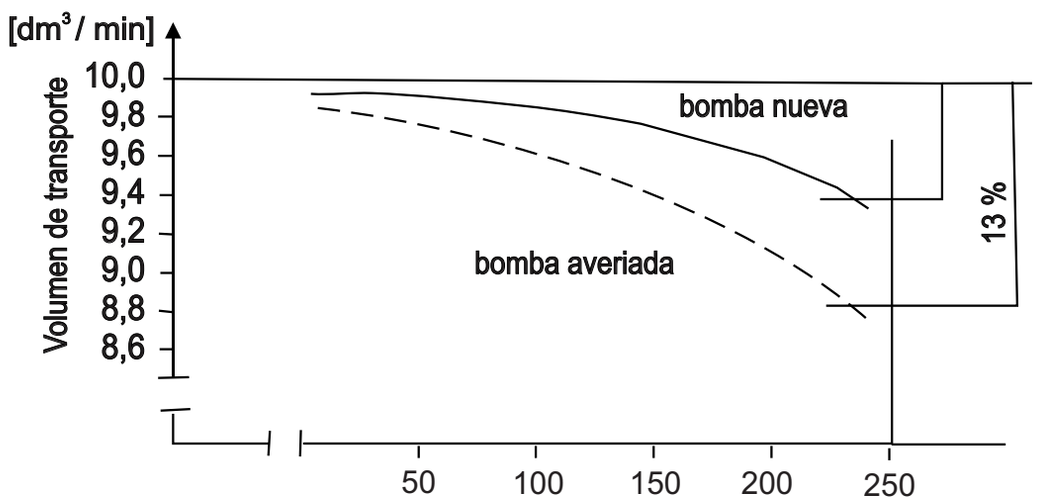


Fig. 10 Curva Q - p

- Curva característica de la bomba nueva: el caudal de aceite de fuga es de 6% a 230 bar.

$Q_{(p=0)}$ = 10,0 dm^3/min
$Q_{(p=230)}$ = 9,4dm^3/min
Q_L = 0,6 dm^3/min

El rendimiento volumétrico será:

$$N_V = \frac{9,4}{10}$$

N_V = 0,94

- Curva característica de la bomba averiada: el caudal de aceite de fuga es de 14,30% a 230 bar.

$Q_{(p=0)}$ = 10,0 dm^3/min
$Q_{(p=230)}$ = 8,7dm^3/min
Q_L = 1,3 dm^3/min

El rendimiento volumétrico será:

$$N_V = \frac{8,7}{10}$$

N_V = 0,87

FLUIDOS HIDRÁULICOS

La función principal del fluido hidráulico en una instalación hidráulica es la transmisión de fuerzas y movimientos.

Debido a las múltiples posibilidades de aplicación y de empleo en los accionamientos hidráulicos, se le exigen a los fluidos hidráulicos diversas funciones y características.

Dado que no existe un fluido hidráulico igualmente adecuado para todos los sectores de aplicación, al elegir el mismo deberán considerarse las características específicas en cada caso de aplicación. Sólo de ese modo resulta un servicio libre de inconvenientes y económico.

Exigencias a los fluidos hidráulicos:

- Características de lubrificación y protección contra desgaste
- Viscosidad
- Compatibilidad con materiales
- Estabilidad de cizallamiento
- Resistente a cargas térmicas
- Resistente a solicitación oxidativa
- Baja Compresibilidad
- Baja dilatación por temperatura
- Reducida formación de espuma
- Poca absorción de aire y buena liberación del mismo
- Elevado punto de ebullición y baja presión de vapor
- Elevada densidad
- Buena conducción de calor
- Buenas características dieléctricas (no conductivas)
- No higroscópicas
- Poco inflamable - NO COMBUSTIBLES
- Buena protección anticorrosiva
- No contaminante

Resumen de fluidos hidráulicos de uso corriente

Aceite hidráulico a base de aceite mineral	WGK	Fluidos hidráulicos poco inflamables	WGK	Fluidos hidráulicos no contaminantes	WGK	Fluidos hidráulicos especiales	WGK
DIN 51524, parte 1 aceite hidráulico HL	2	Agua pura	0	Líquidos básicos		Aceites sintéticos	
fluido hidr. A base de aceite min. con sust. activas para aumentar la protección anticorrosiva y la resistencia al envejecimiento.		Tipos HFA (95/5)		Aceites vegetales (HTG) (Trigliceridos)	0-1	(p.ej.poli olefinas y glícoles)	
		HFA-E (Emulsión)	3	Poliglicoles (HPG)	0-1	Fluidos hidráulicos para aeronáutica	
		HFA - M (Microemulsión)	3	Esteres sintéticos (HE)	0-1	Fluidos hidráulicos compatibles con aceites para laminadores	
DIN 51524, parte 2 aceite hidráulico HLP	2	HFA - S (Solución)	0-1				
Como aceites hidr HL pero sust. Adicionales para reducir el desgaste por agarrotamiento en el sector de fricción mixta.		HFA - V (espesado) 80% H2O+ 20% concentrado	1			etc.	
DIN 51524, parte 2 aceite hidr. HLP - D	3	HFB (Emulsión agua en aceite) 40% H2O+ 60% aceite mineral	3				
Como aceites h idr. HLP, pero sust. adicionales de dispersión y detergentes		HFC (glicol acuoso) 40% H2O + 60% glicol	0-1				
A diferencia de los aceites HPL no existen exigencias en cuanto a capacidad de separación de aire y agua		HFD - R (ester fosfórico)	1-(2)				
DIN 51524, parte 1 aceite hidráulico HLP	2	HFD - U (otra composición) (por lo general Polioéster)	-1				
Como aceites HLP, pero con aditivos para mejorar la conducta viscosidad - temperatura							

Cuadro 1: Fluidos hidráulicos y su clase de riesgo para el agua (WGK)

WGZ- Valores de riesgo para el agua	0 hasta 1,9	2 hasta 3,9	4 hasta 5,9	> 6
WGZ- Clases de riesgo para el agua	0	1	2	3
Comentario	Por lo gral. no reviste riesgo para el agua	Poco riesgoso para el agua	Riesgoso para el agua	Muy riesgoso para el agua

Cuadro 2

FILTROS

Es muy importante para la duración de los aparatos hidráulicos el trabajar con aceite limpio y no contaminado; esto se logra reteniendo las partículas nocivas y cambiando el aceite, según la instalación (2000 a 5000 horas), todos los años a cabo tres o seis meses en el caso de servoválvulas.

Contaminan el aceite:

- El agua y los ácidos

- Partículas metálicas

- Hilos y Fibras

- Polvo, partículas de junta y pintura.

El aparato que evita esta contaminación es el filtro.

El grado de filtración nos indica cuál es la partícula más pequeña que es capaz de retener el filtro. Se expresa en micras y los hay de 1 μ a 270 μ .

TIPOS DE FILTROS

1. Filtro ambiente: El aire contenido en el depósito, encima del nivel de aceite, está en comunicación con el exterior a través de un filtro de ambiente y generalmente de 25 μ , que impiden que las impurezas del aire ambiente penetren en el depósito. Estos filtros son de papel celulósico y no sirven para filtrar aceite.

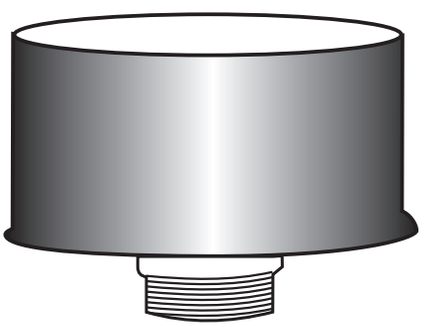


FIG.11 Filtro de ambiente

2. Filtros de superficie: Retienen sobre su superficie externa las partículas contaminantes.

- Papel micronic, son hoja de celulosa tratada y grado de filtración de 50 a 160 μ. Los que son de hoja plisada aumentan la superficie filtrante.

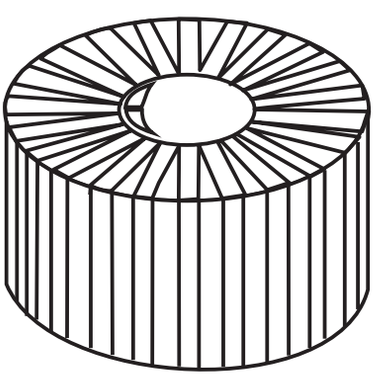


FIG.12 Filtro de papel micronic

- Filtro de malla alambre: El elemento filtrante es de malla de un tamiz más o menos grande, normalmente de bronce fosforoso.

- Filtro de alambre bobinado o espira magnético: según el bobinado sea más o menos denso, así será el grado de filtración.

- Filtros de discos lenticulares: su eficacia va desde 5 μ, los discos son desmontables y van empilados unos encima de otro.

- Filtro de profundidad: retienen las partículas contaminantes al pasar el aceite por su interior.

- Filtro de absorción: son de algodón, papel y lona de vidrio.

- Filtro magnéticos: el aceite debe circular cerca de los elementos magnéticos y lo más lento posible. (Las únicas partículas que retiene el elemento magnético son las partículas ferrosas).

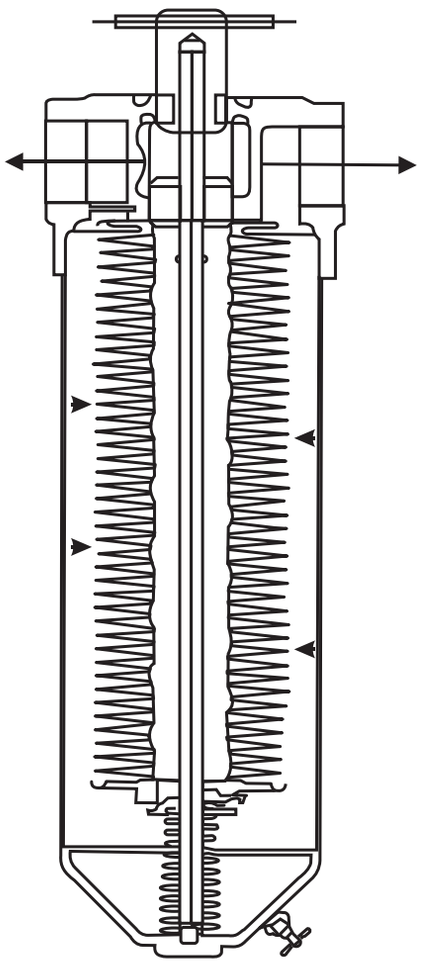


Fig. 13 FIltro de discos lenticulares

Finura de filtro recomendada para diversos componentes hidráulicos:

Componentes Hidráulicos	Clases de pureza		Finura de filtro recomendada
	NAS 1638	ISO DIS 4406	
Bombas de engranajes	10	19/6	20
Bombas de pistones	9	18/15	10
Bombas de paletas	9	18/15	10
Válvulas direccionales	10	19/16	20
Servoválvulas	7	16/13	5
Válvulas proporcionales	9	18/15	10

TUBERIA

Los diversos elementos de un sistema hidráulico son conectados entre sí mediante tubos flexibles o rígidos, los diámetros de los tubos inciden sobre la cuantía de la pérdida de presión en los conductos. Ellos determinan fundamentalmente el grado de eficiencia de todo el sistema.

Los tubos flexibles se utilizan para conectar equipos o elementos hidráulicos móviles y si por razones de espacio no pueden utilizarse tubos rígidos (especialmente en hidráulica móvil).

El tubo flexible o manguera, se fabrica en capas de goma y con trenzado de alambre para mayor presión, la parte interior debe ser compatible con el aceite o fluido empleado. Se deben colocar siempre en tramos cortos.

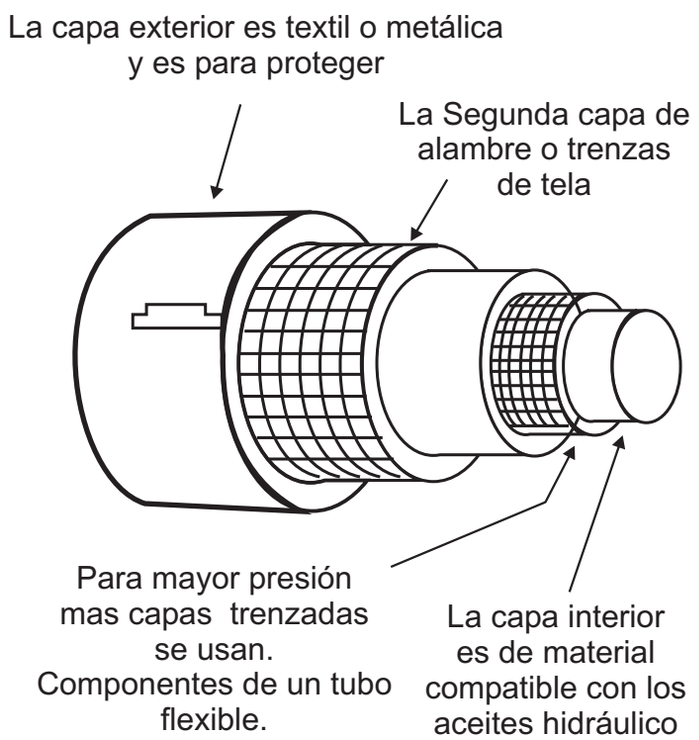


Fig. 14 Componentes de un tubo flexible

Al seleccionar los tubos flexibles deberán tenerse en cuenta las funciones y los factores operativos.

Los tubos flexibles, además de servir de conducto para el líquido que transmite la fuerza, están expuestos a influencias químicas, térmicas y mecánicas.

La presión de trabajo (dinámica y estática) tiene que ajustarse cuidadosamente, los picos de presión que se producen cuando conmutan rápidamente las válvulas pueden llegar a ser muy superiores a las presiones nominales.

Sólo son válidos los datos ofrecidos por el fabricante en relación con el diámetro nominal, la carga admisible y la resistencia química y térmica.

CALCULO DEL DIAMETRO DE LAS TUBERIAS

Con el fin de que las pérdidas de presión en las tuberías, en las flexiones, en los codos y en los racores en codo no sean demasiado elevados, es recomendable diseñar el sistema hidráulico con los siguientes velocidades máximas del flujo.:

- Tuberías de impulsión hasta 50 bar de presión de trabajo 4m/s
  hasta 100 bar de presión de trabajo 4,5m/s
  hasta 150 bar de presión de trabajo 5,0m/s
  hasta 200 bar de presión de trabajo 5,5m/s
  hasta 300 bar de presión de trabajo 6,0m/s

- Tuberías de aspiración :1,5 m/s

- Tuberías de retorno : 2,0 m/s

El diámetro de la tubería se obtiene despejando de la fórmula del caudal volumétrico

$$A = \frac{Q}{V} \quad Y \quad A = \frac{\pi . d^2}{4} \qquad d = \text{diámetro}$$

En consecuencia, el diámetro será:

$$\frac{\pi . d^2}{4} = \frac{Q}{v}$$

$$d^2 = \frac{4.Q}{\pi .v}$$

$$d = \sqrt{\frac{4.Q}{\pi .v}}$$

Ejemplo:

Q = 4,2 dm³/min = 4,2 L/min Tubería de impulsión hasta 50 bar

$$d = \sqrt{\frac{4.\ 4{,}2\ dm^3/min}{\pi .4\ m/s}} = \sqrt{\frac{4.\ 4{,}2\ .10\ m^3/s}{\pi .4{,}60\ \ m/s}}$$

d = 4,47 mm.

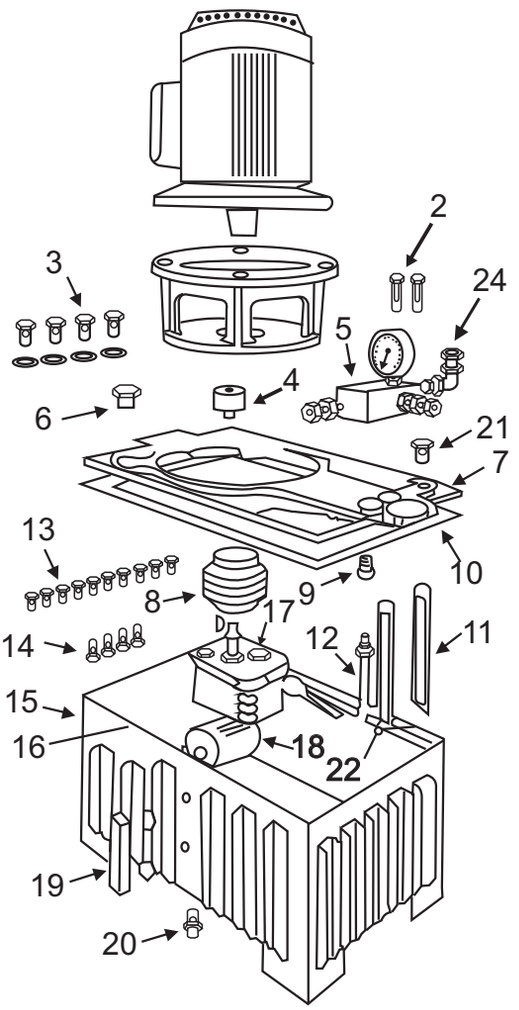
DEPOSITO

El depósito de aceite o tanque actúa como reserva de aceite, separa el aceite el aire, evacua el calor, lleva dentro o encima la bomba, soporta al motor hidráulico y montaje modulares. Es muy importante que el aire salga y entre libremente. Existen depósito presurizados (a presión) que se emplean en aviación.

Importante también es el tabique separador o placa deflectora que impide que la bomba aspire el aceite directamente de la línea de retorno (debe tranquilizarse).

El depósito, además de enfriar el aceite, tiene que permitir que la bomba aspire el suficiente caudal. La regla general para calcular el tamaño del depósito es la siguiente: el tamaño debe ser tres veces aproximadamente el caudal que da la bomba, de esta forma si la bomba da 20 l/min, el depósito debe ser de unos sesenta litros. En la figura 15a vemos sus accesorios; en la fig. 15b vemos otra sección del depósito,

Las tuberías están debajo del nivel de aceite y cortadas en chaflán , esto se hace así para evitar que se absorban los lodos. La placa registro ()tapa debe permitir la limpieza del tanque por dentro. El tapón de llenado debe ser grande para permitir llenar el tanque en poco tiempo, pero filtrando.



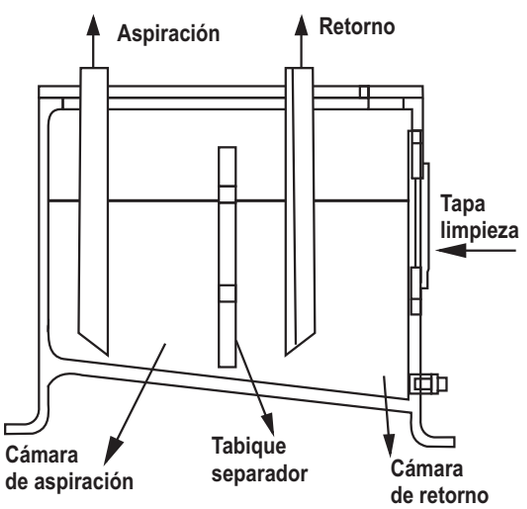


Fig. 15b Sección Depósito de Aceite.

1. Motor eléctrico.
2. Tornillos fijación válv. Descarga
3. Tornillos fijación motor
4. Filtro atmosférico
5. Válv. Descarga con} manómetro
6. Tapón rellenado
7. Tapa soporte
8. Acoplamiento elástico
9. Reducción
10. Junta tapa soporte
11. Tubo descarga
12. Tubo presión
13. Tornillos fijación tapa soporte
14. Tornillos fijación bomba
15. Depósito
16. Tubo aspiración
17. Bomba
18. Filtro aspiración
19. Nivel
20. Tapón vaciado
21. Pasamuros
22. Tubo descarga
23. Campaña acoplamiento
24. Racor salida presión.

Fig. 15a depósito o tanque de aceite

REFRIGERADORES

Son de agua y están compuestos de una serie de tubos en sentido longitudinal por los que circula el aceite; alrededor de estos tubos circula el agua, produciéndose la transferencia de calor del aceite al agua; si en vez de agua fría circulara agua caliente, se convertiría en un calentador.

Los aparatos antes mencionados se colocan cerca de la centralita hidráulica, y en algunos casos dentro; el aceite a refrigerar o enfriar es el aceite de retorno.

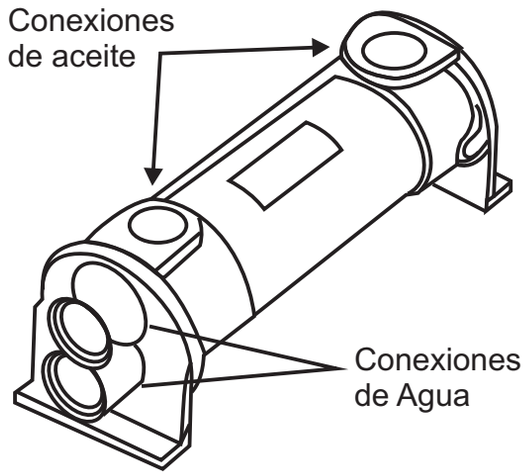


Fig. 16 Refrigerador de agua.

ENFRIADORES

En aquellas aplicaciones donde nos se puede utilizar el agua, se emplean los enfriadores, que son en realidad radiadores (parecidos a los de los automóviles) en los que el aceite pasa a través de tubos de cobre o aluminio y transfieren el calor. A algunos se les coloca un ventilador para que el aceite se enfríe mejor.

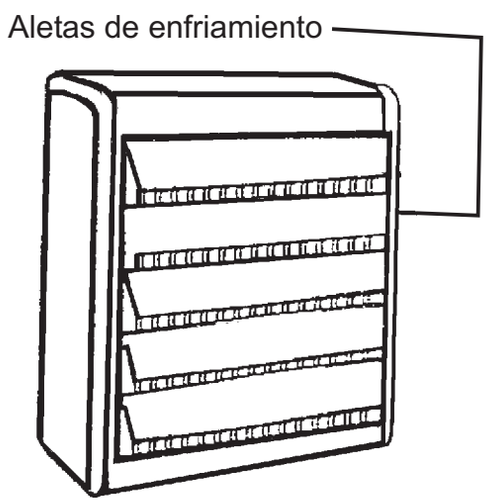


Fig. 17 Enfriador

CALENTADORES

Los calentadores tienen por objeto calentar el aceite del circuito, para la cual, dentro del depósito o tanque, se instalan unas resistencias eléctricas que calientan el aceite, manteniéndolo a temperatura normal.

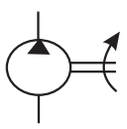
Se emplean, por ejemplo, en los circuitos hidráulicos de los aviones (es conocido que a determinadas alturas, la temperatura está muy por debajo de los cero grados centígrados)

SIMBOLOS GRAFICOS - DIN ISO 1219

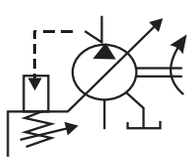
Bomba constante, general



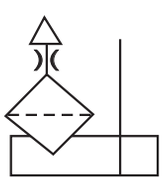
Bomba constante
1 sentido de flujo
1 sentido de giro



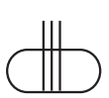
Bomba variable
con compensador de presión
1 sentido de flujo
2 sentido de giro
conexión de fugas



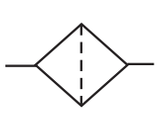
Tanque ventilado



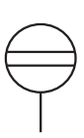
Recipiente de presión



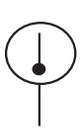
Filtro



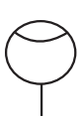
Instrumento de medición del
nivel del líquido



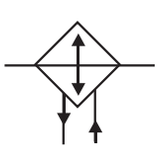
Termómetro



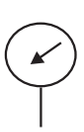
Indicador de caudal



Refrigerador



Manómetro

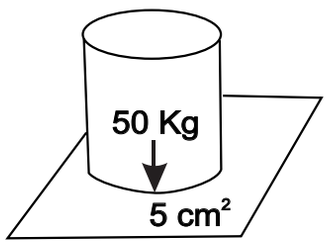


PRESION

Cuando un conjunto de fuerzas actúan perpendicularmente a una superficie y están distribuidas con uniformidad sobre la misma, se denomina presión "p" a la fuerza "F" referida a la unidad de superficie.

$$P = \frac{F}{S}$$

P : presión
F : fuerza
S : superficie



P = 10 kg/cm^2

UNIDADES DE PRESION

Entre las más usadas tenemos:

1. Atmósfera (Atm)
   1 Atm = 1,033 Kg/cm^2 = 1,013 bar = 760 mm Hg

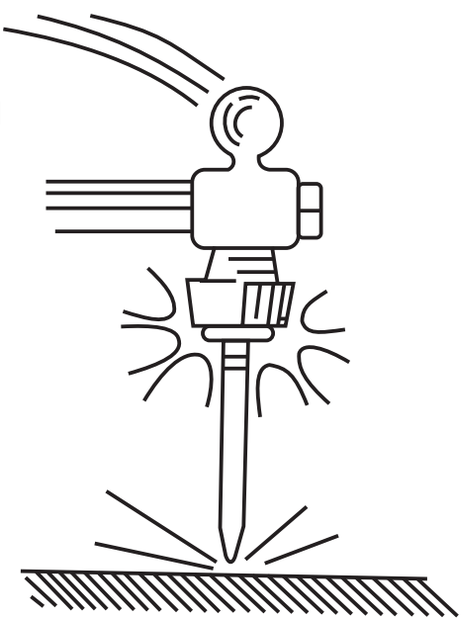
2. Bar (bar)
   1 bar = 10^5Pa = 1,02 Kg/cm^2 = 0,9879 Atm = 750 mm Hg

3. Kg/cm^2
   1 Kg/cm^2 = 0,9678 Atm = 98,07 Pa = 10 m de c.d.a

4. Pascal (Pa): Unidad de presión en el sistema internacional
   1 Pa = 10^{-5} bar = 0,987 x 10^{-5} Atm = 1 N / m^2

5. PSI
   1 PSI = 1 lb/pulg^2 = 0,06894 bar 1 atm = 14,7 PSI

6. Torricelli (torr)
   1 torr = 1 mmHg

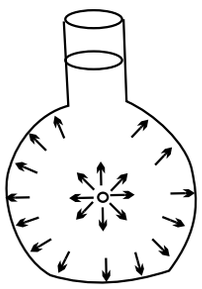


Ejemplo:
Calcular la presión ejercida por un clavo cuya punta tiene una superficie de 0,03 mm^2, cuando sobre su cabeza se golpea con una fuerza de 42 N.

P = F/S = 42 N/0,03 mm^2 = 1400 N/mm^2

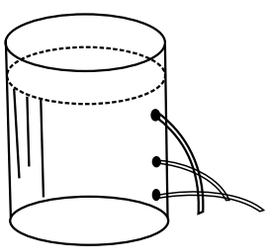
PRESION EN LOS LIQUIDOS

Todo líquido adopta la forma del recipiente que lo contiene y ejerce presión sobre las paredes del mismo.
Esta presión tiene las siguientes características:



- Todo punto interior de un líquido soporta presiones en todas direcciones y sentidos, y todas de igual intensidad.

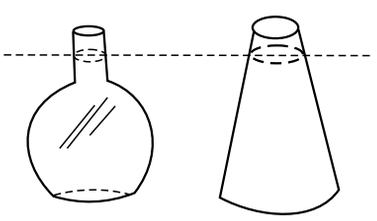
- La presión es directamente proporcional a la profundidad.



- Todos los puntos de un mismo plano horizontal soportan la misma presión.

- La presión es perpendicular a las paredes del recipiente.

Valor de la presión: En un plano horizontal, a cierta profundidad d todos los puntos del plano soportan la misma presión, la que depende la profundidad (h) y del peso específico del líquido (γ).



$$P = h.\gamma$$

Luego, a mayor profundidad, mayor presión y, en igual proporción, a mayor peso específico del liquido, mayor presión.

La presión no depende del volumen o forma del recipiente; lo que sí determina la capacidad o peso total del líquido, mas no la presión.

γ agua = 1gr/cm^3

γ mercurio = 13,6 gr/cm^3

Ley de Pascal

El fundamento de la hidrostática es la ley de Pascal:

"El efecto de una fuerza sobre un líquido en reposo se reparte en todas direcciones dentro del líquido. La magnitud de la presión en el líquido es igual a la fuerza por peso, referida a su superficie efectiva. La presión siempre actúa en forma vertical sobre las superficies que limitan el recipiente".

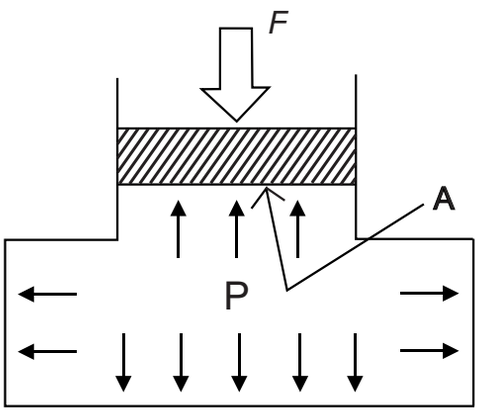


Figura 18: *Ley de Pascal*

Además, la presión se reparte uniformemente hacia todos lados. Si se desprecia la presión de gravedad, la presión es igual en cualquier lugar.

Dadas las presiones con las cuales se trabaja en instalaciones hidráulicas modernas, la presión de gravedad puede despreciarse.

Ejemplo: Columna de agua de 10m = 1 bar.

1. **Transmisión de fuerzas**

Dado que la presión se reparte uniformemente en todas direcciones, la forma del recipiente carece de importancia.

Para poder trabajar con la presión hidrostática, damos un ejemplo (figura 19)

Cuando la fuerza F_1 actúa sobre la superficie A_1, se produce la presión

$$p = \frac{F_1}{A_1}$$

La presión p actúa en cualquier lugar del sistema, también sobre la superficie A_2. La fuerza alcanzable F_2 (sinónimo de carga a elevar) es:

$$F_2 = p.A_2$$

De modo que:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

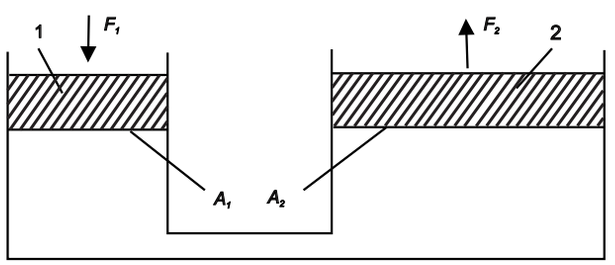


Figura 19. *Ejemplo para la transmisión de fuerzas*

La fuerza es directamente proporcional a la superficie

2. **Tratamiento de Presión**

Mediante una barra se han unido firmemente entre si dos pistones de distinto tamaño (figura 20). Si sobre la superficie A1 actúa una presión P1, en el pistón (1) se obtiene la fuerza F1. La Fuerza F1se transmite a través de la barra sobre la superficie A2 de pistón (2), produciendo allí la presión P2.

Sin pérdidas por rozamiento vale:

$F_1 = F_2$ y $P_1 . A_1 = P_2 . A_2$

De este modo: $P_1 . A_1 = F_1$ y $P_2 . A_2 = F_2$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

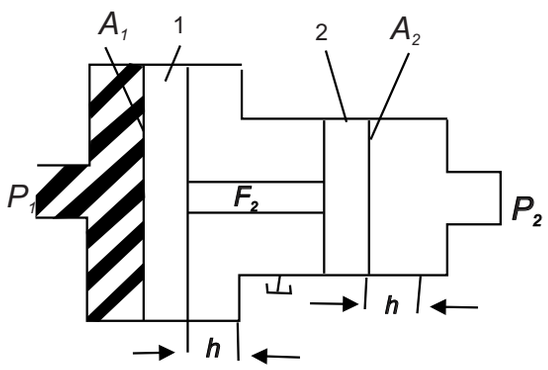


Fig. 20 transmisión de presión

TRABAJO

Si un cuerpo bajo la actuación de una fuerza F se desplaza un determinado trayecto S, entonces la fuerza realiza un trabajo W.

El trabajo es igual al producto del trayecto recorrido y de la fuerza actuante en el sentido del trayecto F.

$$W = F.S.$$

La unidad para el trabajo es el Joule.

$$1J = 1Nm = 1Ws$$

POTENCIA

En términos generales, la potencia está definida como el trabajo o cambio de energía por unidad de tiempo.

La potencia hidráulica viene determinada por la presión y el caudal volumétrico.

P = Potencia (W)
p = Presión (Pa)
Q = Caudal volumétrico (m^3/S).

LEY DE FLUJO

A través de un tubo de distintas secciones trasversales fluyen en igual tiempo volúmenes iguales. Esto significa que la velocidad de flujo del flúido debe aumentar en el punto de angostamiento.

El caudal Q es el cociente del volumen del flúido V y del tiempo t.

$$Q = V/t$$

También

Q = Velocidad x superficie

El caudal Q en L/min es igual en todo el tubo. Si el tubo tuviera las secciones transversales A_1 y A_2 en dichas secciones transversales se deberá tener una velocidad propia.

$$Q_1 = Q_2$$
$$Q_1 = A_1 . V_1$$
$$Q_2 = A_2 . V_2$$

De allí surge la ecuación de continuidad:

$$A_1 . V_1 = A_2 . V_2$$

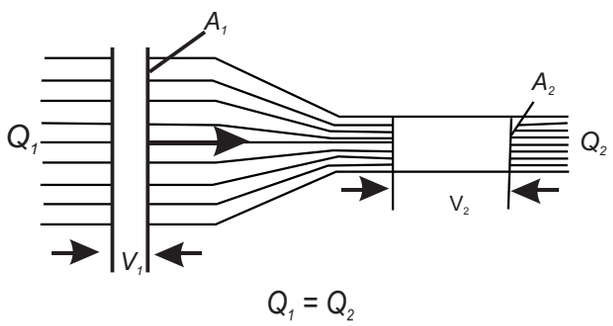


Fig. 21 Ley de Flujo

Teorema de Bernoulli

Indica que la energía de un flúido permanece constante en cualquier punto del circuito hidráulico.

Energía total = Energía potencial + Energía cinética

Referido a la energía de presión, ello significa:

$$P_{TOT} = Pst + \rho.g.h. + \frac{\rho . v^2}{2}$$

Donde:

Pst = presión estática
ρ.g.h. = presión por la altura de la columna de líquido

$\frac{\rho}{2}.v^2$ = presión dinámica

NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL MANEJO DE LA BOMBA HIDRAULICA

1. Si existiese algún grifo en la línea de aspiración de la bomba, debe prestarse una muy especial atención para que esté completamente abierto. De otra forma la bomba se averiará casi instantáneamente al no poder admitir el aceite necesario en las condiciones adecuadas.

En algunos tipos de bombas, antes de hacerlas funcionar se procederá a cebarlas.

2. Comprobar que el sentido de giro de la bomba sea el adecuado. Esta operación puede efectuarse mediante un rápido impulso de arranque - paro. Es de advertir que una bomba girando en sentido contrario puede quedar completamente destrozada en escasos momentos.

3. La unión de la bomba hidráulica con el motor eléctrico debe realizarse con un acoplamiento elástico, de tal forma, que evite en parte los defectos de una mala alineación entre ambos y un defecto de paralelismo, pudiendo absorber 0,2 mm y 1° en paralelismo y alineación, respectivamente.

Lo ideal es que el acoplamiento motor - bomba esté dentro de estas tolerancias, ya que de lo contrario, si excediesen, tendríamos desgaste en los rodamientos del árbol o eje del motor y desgaste excesivo en las juntas de estanqueidad de los ejes.

4. Si la bomba tiene drenaje, la fijación de este elemento debe realizarse de manera que éste quede situado en la parte superior (con ello se garantiza que todas las partes en rozamiento estén lubricadas). En caso de imposibilidad, debe ponerse la tubería de tal forma que se eleve por encima del nivel del elemento antes de conducirla al depósito.

PRECAUCIONES DE LA INSTALACIÓN DE REDES HIDRÁULICAS

1. Antes de poner en marcha la instalación, verificar que todas las conexiones eléctricas, mecánicas, alineación de bomba, alineación de cilindro, conexiones de tuberías/ mangueras, etc, hayan sido realizadas según instrucciones de montaje.

2. Evitar al realizar el montaje los cambios bruscos, para ello se debe reducir o suavizar al máximo el número de curvas; asimismo evitar en lo posible los cambios de sección, conservando el mismo tamaño de tuberías para líneas donde circula el aceite en igualdad de condiciones (caudal - presión). Cuando el tendido de tubería deba realizarse en tramos largos, se debe disponer en espacios convenientes las bridas necesarias para sujetar las tuberías.

3. Mantener la limpieza, lavarse las manos con frecuencia, limpiar el aceite que haya goteado. Algunos aceites pueden causar daños físicos cuando entran en contacto con los ojos o la boca. Además existe el riesgo de lastimarse en caso de resbalar.

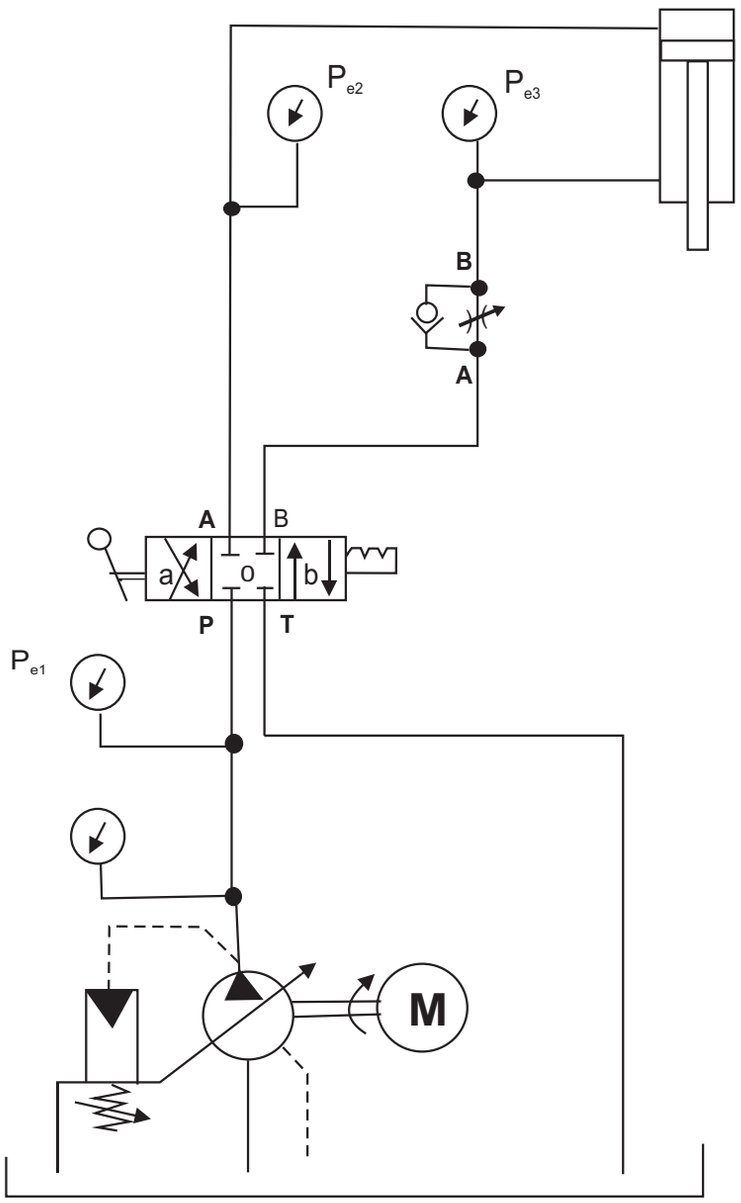
4. Verificar mangueras flexibles. No deberán estar demasiado plegadas ni dobladas (peligro de reventón).

5. Verificar que cualquier conexión de tubos o elementos pueda coincidir en la perpendicular de una válvula de mando eléctrico, para así evitar un posbilbe goteo por fugas sobre el sistema eléctrico.

6. Si el circuito tiene acumulador, instalar una válvula antirretorno para que el acumulador no descargue sobre la bomba.

7. Si a la tubería se le sometiera a soldadura, roscados o calentamientos, se debe proceder a una limpieza y tratamiento posteiror para eliminar residuos.

8. Verificar la suciedad de los filtros después de 24 horas de trabajo.



Nº	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
1.	Verificar y fijar elementos hidráulicos	◎ Grupo hidráulico
2.	Instalar circuitos hidráulicos	◎ Válvula direccional de 4/3 vías
3.	Probar funcionamiento de circuito hidráulico	◎ Válvula de estrangulación con antirretorno
		◎ Cilindro de doble efecto
		◎ Mangueras de presión
		◎ Racores
		◎ Manómetros

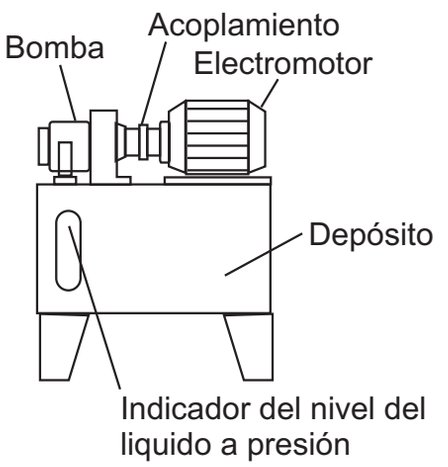
PZA.	CANT.	DENOMINACION - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		MONTAJE Y OPERACION DE CIRCUITOS HIDRAULICOS BASICOS	H.T.	Ref. H.T.
		CONTROLISTA DE MAQUINAS Y PROCESOS INDUSTRIALES	TIEMPO **15 H**	HOJA : 1/1
			ESCALA:	2002

OPERACION

Verificar y fijar elementos hidráulicos

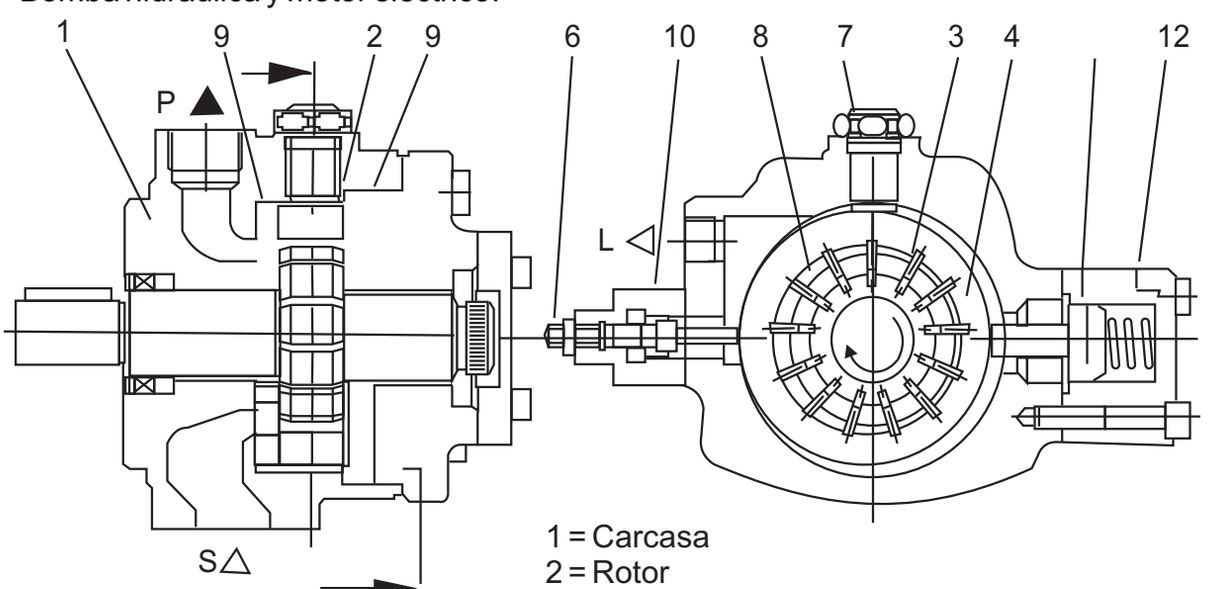
Se verificará la operatividad de los elementos hidráulicos y se realizará el montaje en el panel de trabajo.

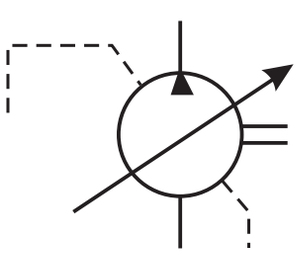
PROCESO DE EJECUCIÓN



1. Verifique cilindro hidráulico
- Inspeccione los orificios de purga, vástago, separadores, alineaciones, pérdidas de aceite,
- Verifique puntos de montaje y articulaciones

2. Verifique el Grupo Hidráulico
- Depósito, nivel de líquido
- Filtros mangueras de presión y racores
- Manómetro
- Bomba hidráulica y motor eléctrico.





1 = Carcasa
2 = Rotor
3 = Paletas
4 = Anillo estator
6 = Tornillo de posicionamiento (para caudal)
7 = Tornillo de ajuste de la altura
8 = Volumen de la celda
9 = Placas de mando
10= Pistón de posicionamiento de péndulo
11= Pistón de posicionamiento grande
12= Resorte

OBSERVACIONES:

- Las bombas con cilindrada variable deberán estar equipadas siempre con un drenaje de aceite de fugas.
- Verificar los acoplamientos elásticos entre bomba y motor.

3. Verifique válvula direccional 4/3

- Revisar el buen estado del asiento, corredera, racores y juntas.

4. Verifique válvula de estrangulacion con antirretorno.

- Revise el buen estado del asiento, corredera, racores y juntas.

- Abrir completamente la válvula, girando la perilla de ajuste en sentido anti horario.

5. Verifique mangueras de presión

- Las mangueras de presión y los racores deben estar en buen estado.

- Las mangueras no deben estar demasiado plegadas ni dobladas.

6. Verifique manómetros.

. Elegir manómetros cuya escala sea el doble de la presión a medir y bañado en glicerina.

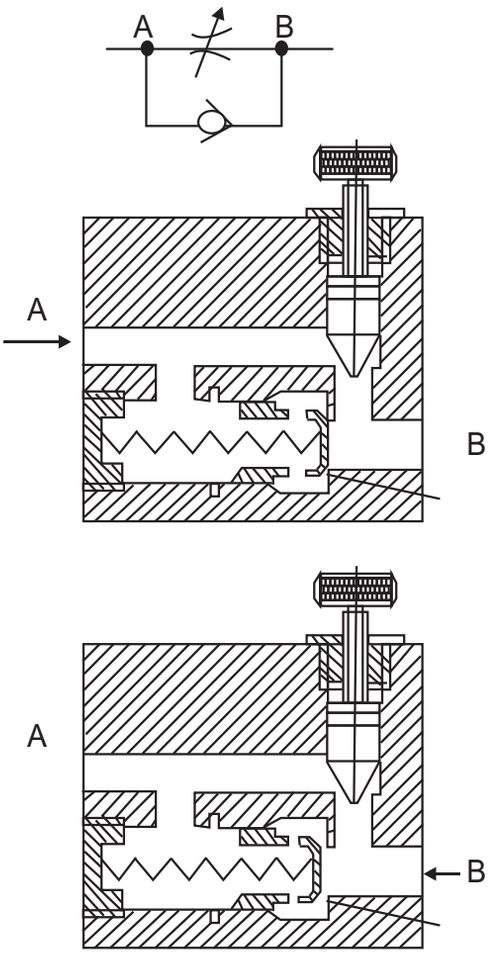
7. Fijar elementos hidráulicos en tablero de pruebas.

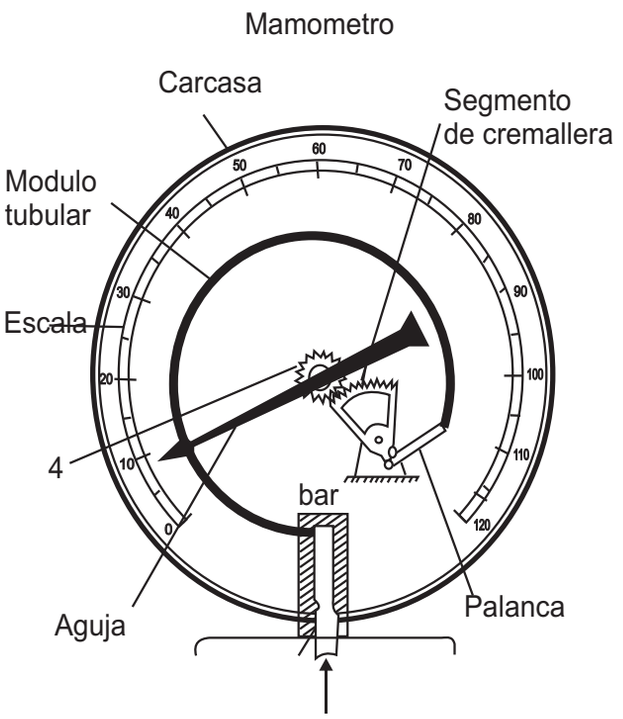
- Cilindro hidráulico
- Válvula direccional 4/3
-Válvula de estrangulación con antirretorno.
- Manómetros.

OBSERVACIONES:

- En el tablero de pruebas está instalado el grupo hidráulico.

- Proteger al manómetro de los golpes de ariete, aislándolos mediante válvulas o grifos.





OPERACION

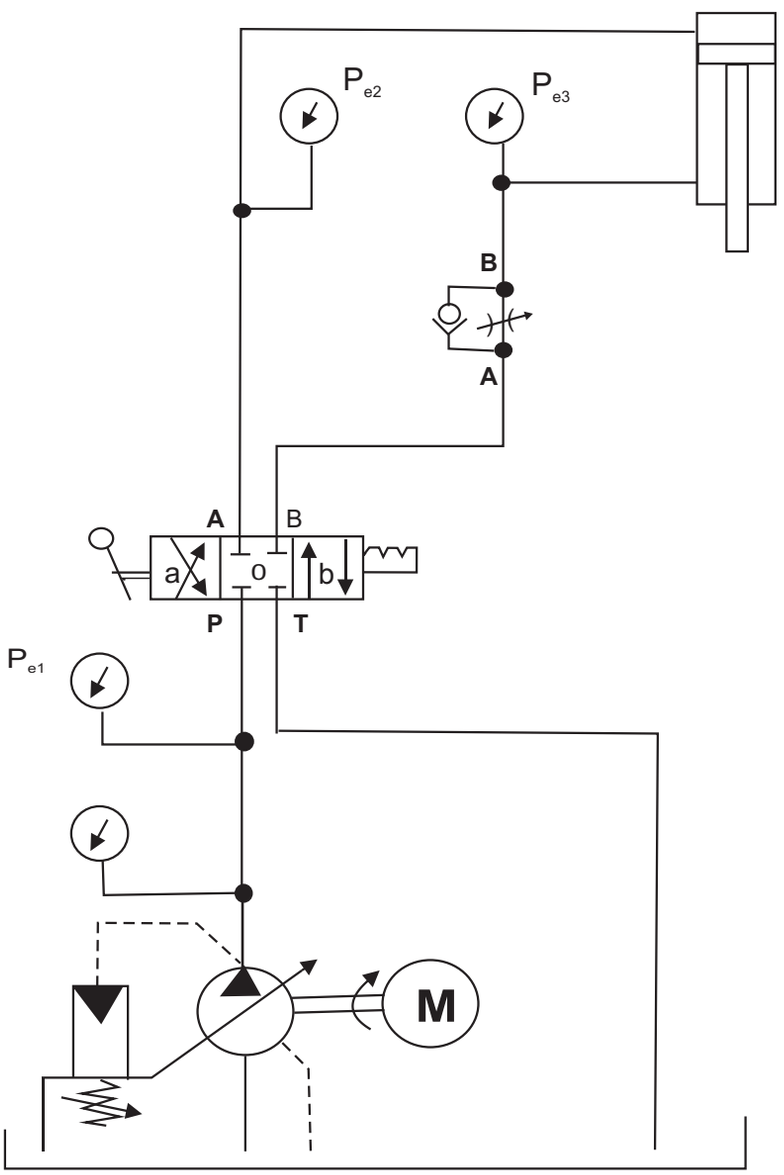
Instalar circuitos hidráulicos

En esta operación se realiza la instalación de un circuito hidráulico de regulación de velocidad de desplazamiento de un cilindro mediante una válvula estranguladora con antirretorno

Además se muestra el efecto que una estrangulación produce sobre la relación de presión en el cilindro.

PROCESO DE EJECUCION

1. Verifique que la bomba este desenergizada, el equipo sin presión.
2. Realice la conexión de los elementos hidráulicos con las mangueras de presión, según se muestra en el esquema:



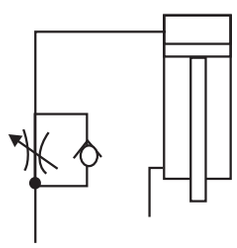
OPERACION

Probar funcionamiento de circuitos hidráulicos

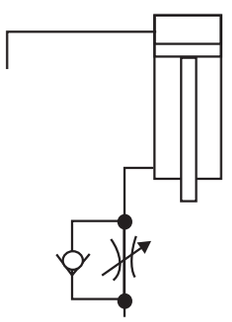
Se prepara el circuito en el que se pueda modificar el movimiento de desplazamiento mediante una válvula estranguladora, mientras el movimiento en sentido contrario no es afectado. La válvula estranguladora con antirretorno se instala de manera de lograr una estrangulación en la alimentación o en la descarga de los movimientos de entrada y de salida. Se debe medir la presión antes y después del cilindro para cada caso.

PROCESO DE EJECUCION

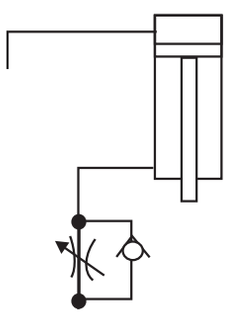
1. Realice la prueba del circuito hidráulico para los cuatro casos requeridos.



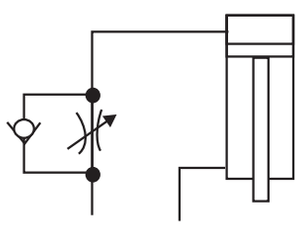
CIRCUITO A



CIRCUITO B



CIRCUITO C



CIRCUITO D

Relaciones de presión en el cilindro		P_{e2}	P_{e3}
A	Estrang. alimentación movimiento de avance		
B	Estrang. descarga movimiento de avance		
C	Estrang. de alimentación movimiento de retroceso		
D	Estrang. descarga movimiento de retroceso		

I. Con una válvula antirretorno estranguladora la velocidad de pistón se puede ..... en una sola .....

II. En una válvula antirretorno estranguladora se juntan en un solo aparato una ..... y una .....

III. Una estrangulación de descarga tiene la ventaja de la .....

IV. Con una estrangulación de descarga se debe tener en cuenta la .....

V. El caudal en una válvula antirretorno estranguladora depende de la ....

ACTUADORES HIDRAULICOS

Son actuadores hidráulicos los cilindros y motores hidráulicos.

I. CILINDROS HIDRAULICOS

Los cilindros hidráulicos transforman la energía hidráulica en energía mecánica. Los cilindros producen movimientos lineales, por lo que también son denominados motores lineales.

Por el accionamiento con cilindros hidráulicos, en movimientos lineales de máquinas de trabajo, se obtienen las siguientes ventajas:

- El accionamiento directo con cilindros hidráulicos es sencillo en su montaje y fácilmente úbicable para el constructor de máquinas .

- Al no haber conversión de movimiento rotatorio en movimiento lineal, el accionamiento del cilindro posee buen rendimiento.

- La fuerza del cilindro permanece constante desde el comienzo hasta el final de la carrera.

- La velocidad del pistón, que depende del caudal introducido y de la superficie, también permanece constante a lo largo de toda la longitud de carrera.

- De acuerdo con el tipo constructivo, el cilindro puede producir fuerzas de compresión o de tracción.

- El dismensionamiento de cilindros hidráulicos permite construir accionamientos de gran potencia con cotas reducidas de montaje.

De acuerdo con su efecto los cilindros hidráulicos, se dividen en:

- Cilindros de simple efecto
- Cilindros de doble efecto

1. Cilindro de simple efecto

Los cilindros de simple efecto pueden entregar su fuerza en un sentido. El retroposicionamiento del pistón sólo se puede llevar a cabo mediante un resorte, por peso propio del pistón o por efecto de una fuerza externa

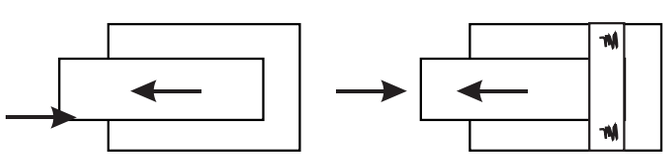


Fig. Cilindro a pistón de inmersión
a pistón sin vástago.
13 q: sin tope interno
der: con tope interno (pistón guía)

Los cilindros a pistón sin vástago se emplean donde el sentido de la fuerza permite el retorno seguro a la posición inicial, como por ejemplo, en prensas hidráulicas con émbolo interior, dispositivos de elevación, etc.

Los Cilindros con resortes retroposicionadores se emplean allí donde falta la fuerza externa de retroposicionamiento. Estos resortes se pueden disponer en el interior del cilindro o fuera de este.

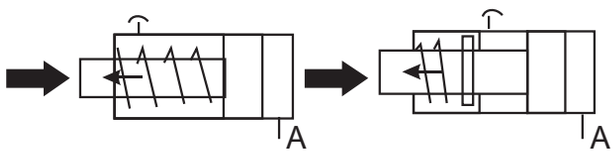


Figura 2: Cilindros de presión de efecto simple; izq: con resorte interno der: con resorte externo

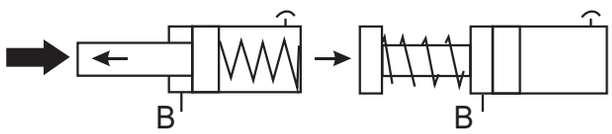


Figura 3: Cilindros de tracción de efecto simple, izq. Resorte interno, der.: con resorte externo

2. Cilindro de doble efecto

Los cilindros de doble efecto poseen dos superficies de efecto opuesto, de igual o de distinto tamaño. Disponen de dos conexiones de tuberías independientes entre sí.

Los cilindros de doble efecto se subdividen en cilindros diferenciales y cilindros de doble vástago.

Los cilindros diferenciales poseen un pistón, el cual está unido fijamente a un vástago de diámetro menor. El nombre de cilindro diferencial deriva de las superficies efectivas de distinto tamaño.

Los cilindros de doble vástago poseen un pistón, el cual está unido fijamente a dos vástagos de diámetro menor. La fuerza transmisible en ambas direcciones depende las superficies anulares de igual tamaño y de la presión de servicio máxima admisible.

En los cilindros de doble efecto en versión tandem se unen dos cilindros de modo tal que el vástago de uno de ellos presione sobre la superficie del pistón del otro a través de la base de este último.

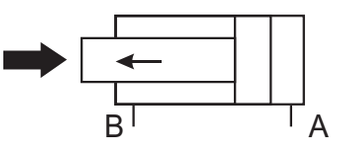


Figura 4 Cilindro diferencial

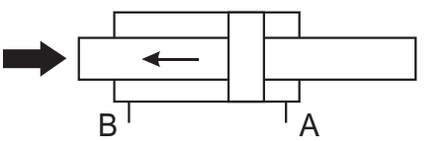


Figura 5 Cilindro de doble vástago

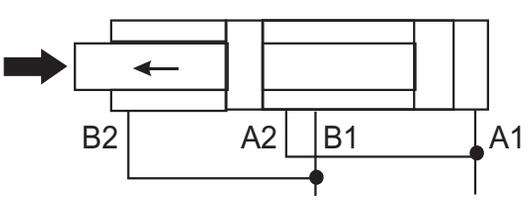


Figura 6 Cilindro tándem

Los cilindros de marcha rápida se emplean especialmente en la construcción de prensas. En este tipo de cilindro, mientras no se requiera fuerza completa de trabajo, solamente se carga una parte de la superficie efectiva del pistón.

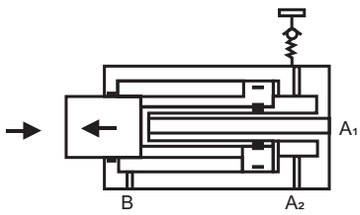


Fig. 7 Cilindro de marcha rápida

Los cilindros Telescópicos se diferencian de los cilindros “normales” por su menor longitud de montaje al estar retrocedidos con respecto a cilindros “normales” con carrera comparable. En función de su cota de montaje estos cilindros se realizan de dos, tres, cuatro a cinco niveles. Se emplean cilindros telescópicos en ascensores hidráulicos, vehículos, plataformas, elevadoras, construcción de antenas, etc.

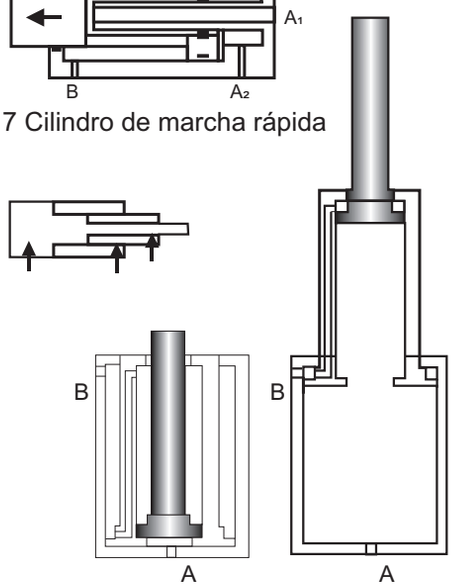
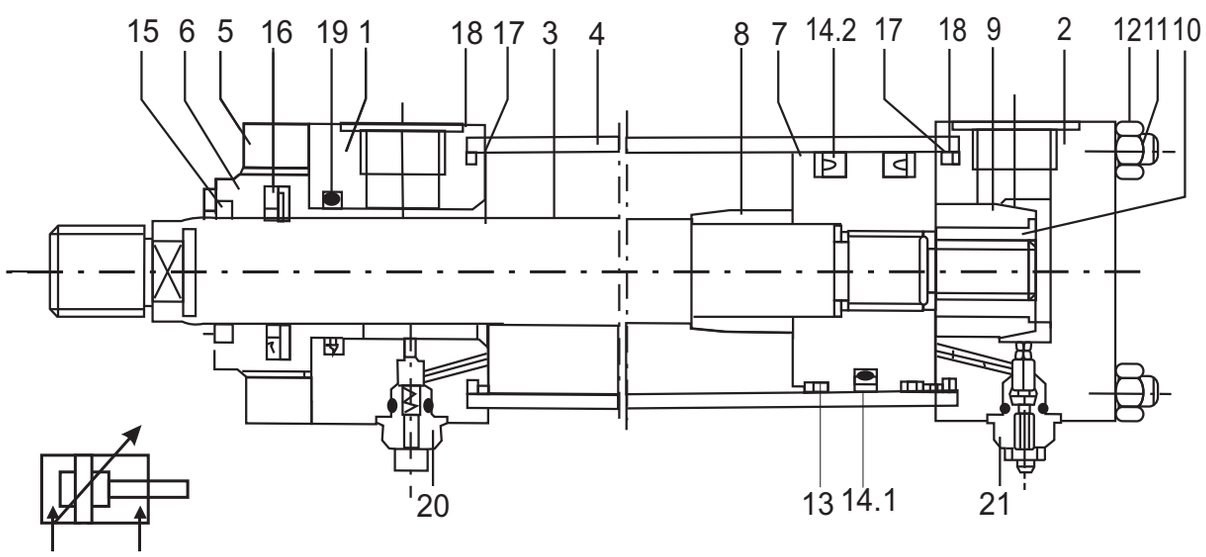


Figura 8: Cilindro Telescópio de dobles

Características constructivas de un cilindro hidráulico:



1 Cabeza
2 Base
3 Vástago
4 Tubo de cilindro
5 Brida
6 Buje guía
7 Pistón
8 Buje amortiguador
9 Buje amortiguador
10 Buje de Rosca
11 Tirante
12 Tuerca
13 Banda guía
14 Retén del pistón (versión “T”)
14 Retén del Pistón (versión “A”)
15 Separador
16 Reten de vástago
17 Junta Tórica
18 Anillo de apoyo
19 Junta tórica
20 Válvula antirretorno
21 Válvula estranguladora

Figura 9: Cilindro hidráulico en construcción por tirantes con fijación por brida en la cabeza del cilindro

II MOTORES HIDRAULICOS

Los motores hidráulicos transforman la energía hidráulica en energía mecánica y generan movimientos rotatorios.

Tienen los mismos parámetros característicos que las bombas, aunque en el caso de los motores hidráulicos no se aplica el término de volumen desplazado, utilizando más bien el de volumen absorbido.

Los motores hidráulicos se pueden dividir en motores de marcha rápida (n = 500 hasta 10000 rpm) y motores de marcha lenta (n = 0,5 hasta 1000 rpm).

También lo podemos clasificar de la siguiente manera:

- Motores de accionamiento constante
- Volumen de absorción constante
- Motores regulables
- Volumen de absorción regulable

Estos tipos básicos se dividen por su parte como sigue:

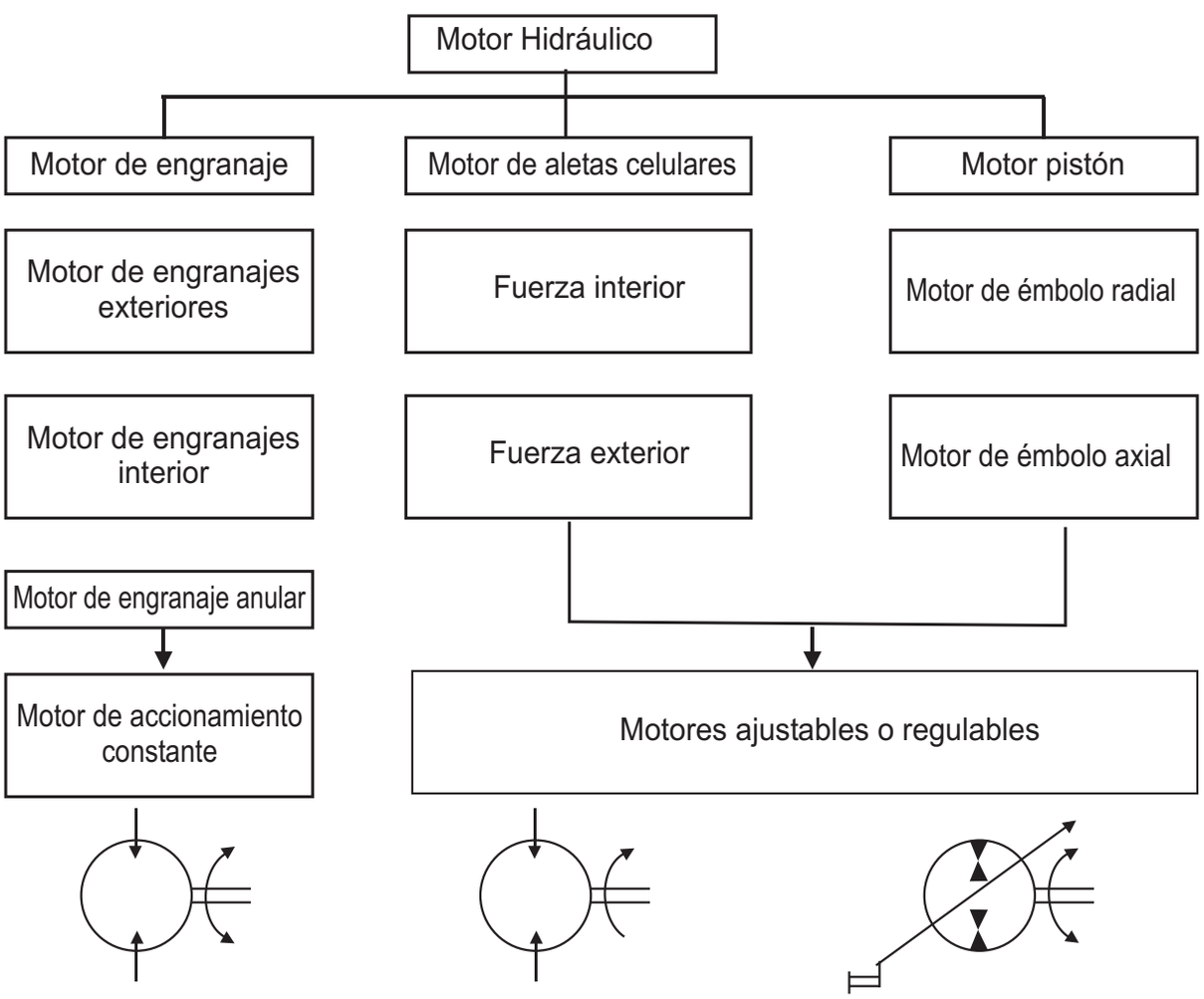


Fig. 10 Motor constante

Fig. 11 Bomba /motor cte.

Fig. 12 Bomba /motor variable

A continuación se describen los más importantes

1. Motores a engranajes

De acuerdo a su construcción, los motores a engranajes son muy similares a las bomas de engranajes, las diferencias están en el campo de presión axial y en el hecho de que los motores a engranajes, concebidos para distintos sentidos de rotación, disponen de una conexión de fugas.

El fluido hidráulico que llega al motor hidráulico actúa sobre los engranajes. Se produce un par de giro que es entregado sobre el eje del motor. Los motores a engranajes se aplican frecuentemente en la hidráulica de móviles y para accionar cintas transportadoras, separadores, ventiladores, transportadores sin fin o sopladores.

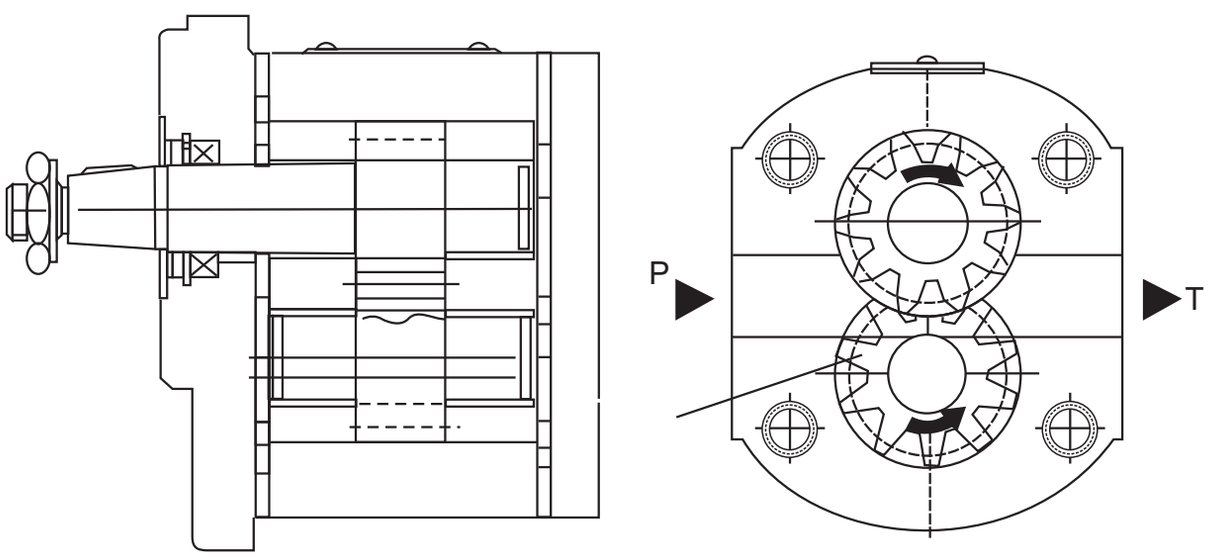


Figura 13: Motor a engranajes

Magnitudes Características importantes:

Cilindrada	aprox. 1 hasta 200 cm³
Presión de Servicio max.	Hasta 300 bar
Rango de rotaciones	500 hasta 10000 rpm

2. Motores de pistones radiales

En este tipo constructivo los pistones (3) dispuestos radialmente se apoyan a través de rodillos (8) sobre la curva de carrera (4). El flúido hidráulico llega a la cámara del cilindro a través de taladros axiales en el mando (5).

Cada pistón es cargado o descargado con flúido hidráulico por vuelta del eje tantas veces como la cantidad de levas existentes en la curva de carrera. El par de giro que se produce como consecuencia de la forma curva del estator es transmitido a través de un dentado (6) desde el grupo rotor/pistón (3) al eje saliente (7).

En la carcasa (1) se ha integrado un rodamiento de rodillos cónicos que puede absorber elevadas fuerzas axiales y radiales. En la carcasa de mando (2), a través de un arrastre, se puede montar un freno de discos (9).

Si en la cámara anular (10) el valor de presión de aflojamiento de los frenos resulta inferior a un valor determinado, el resorte de disco (21) comprime el paquete de discos (12). El freno ha sido accionado.

Si el valor de aflojamiento supera el valor necesario entonces el pistón de frenado (13) es desplazado contra el resorte de disco.

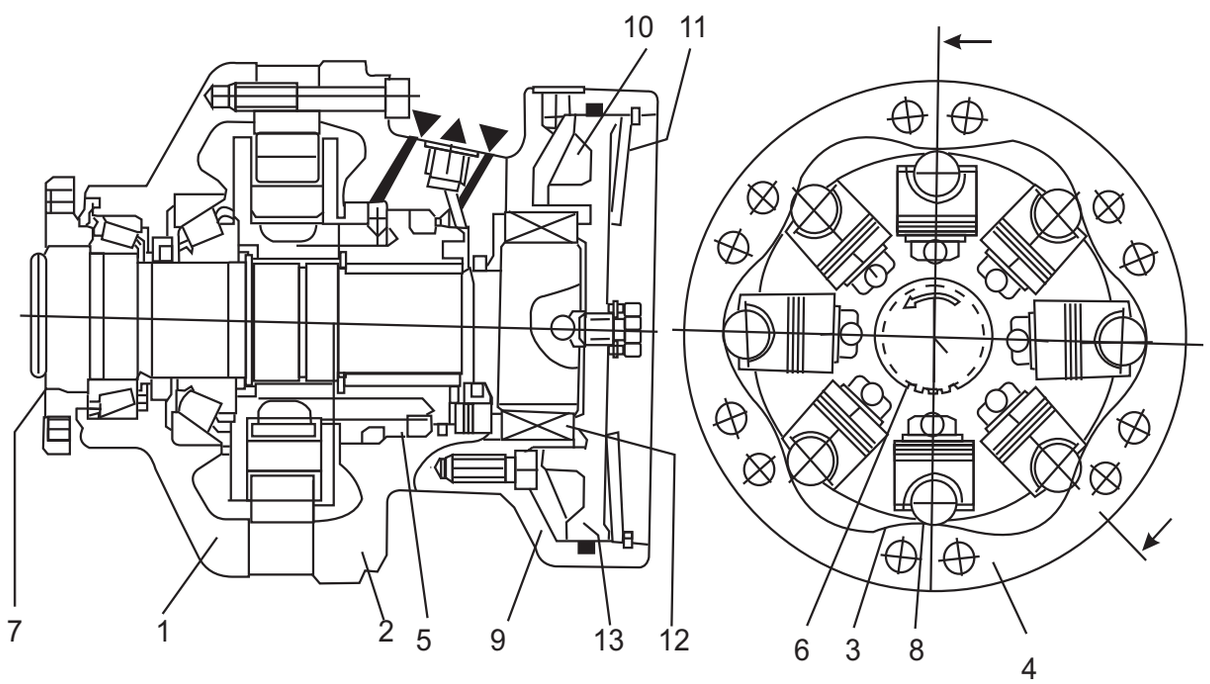


Figura 13: Motor de pistones radiales

Magnitudes Características importantes:

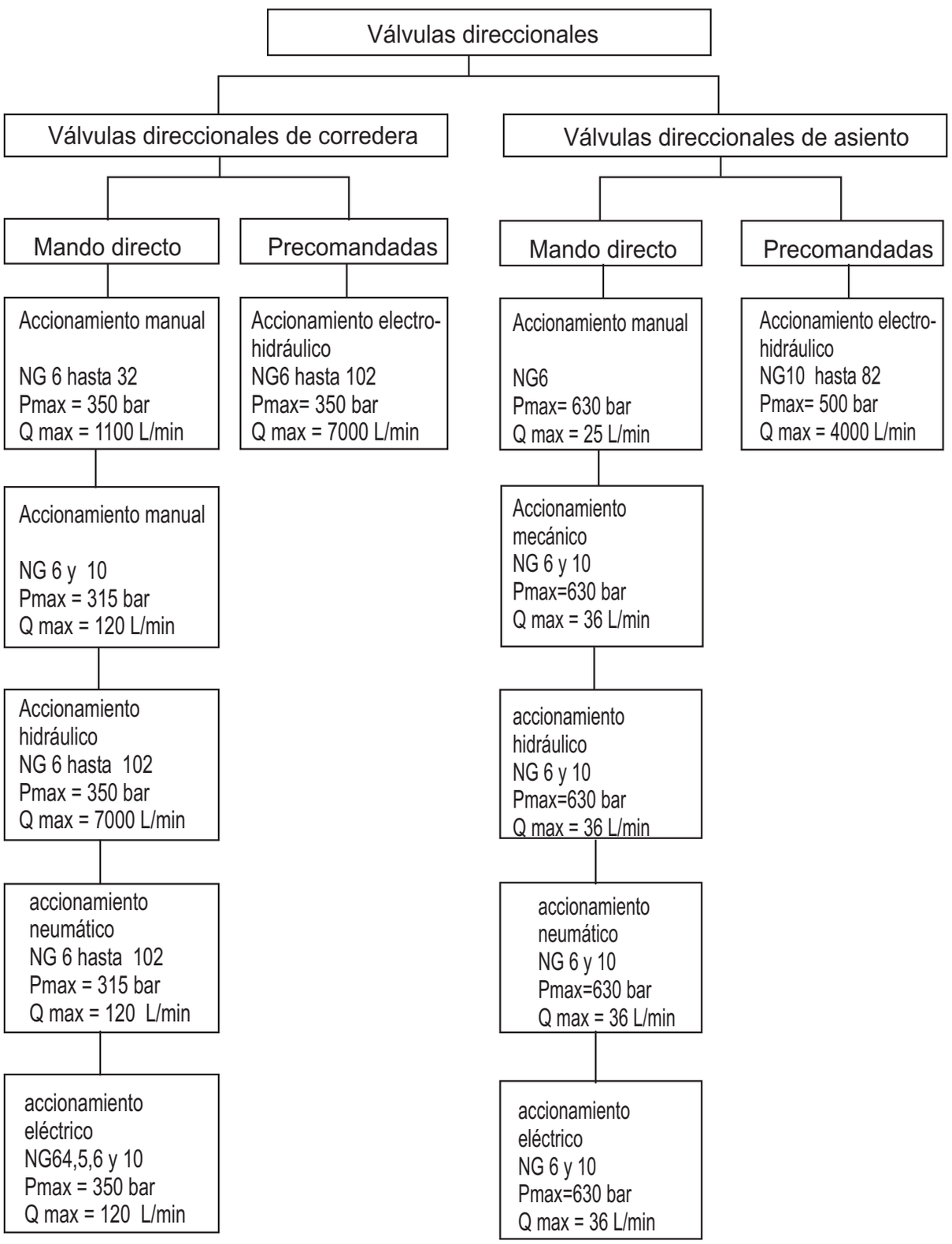
Cilindrada	200 hasta 8000 cm^3
Presión de Servicio max.	Hasta 450 bar
Rango de rotaciones	1 hasta 300 rpm
Par de giro máx	hasta 45 000 Nm

CUADRO COMPARATIVO DE MOTORES

	Motores de Engranajes		Motores de Paletas	Motores de pistones axiales	
	Externos	Internos	(Compensados)	Cilindrada fija	Cilindrada variable
Dimensiones	Pequeños-medianos	Pequeños-medianos	Pequeños - medianos	Medianos-grandes	Medianos-grandes
Relaciones peso/pot en kg/HP	0,4	0,4	0,45	0,6	1,5
Presiones de Trabajo	7-140	7-140	7-175	7-350	7-350
Margen de rpm	100-3000	100-3000	100-3000	100-3000	10-3000
Par motor efectivo (% del teórico)	80-85	80-85	85-95	90-95	90-95
Par de arranque (% del teórico)	70-80	75-80	75-90	85-95	85-95
Par de sobrecargas momentáneas (% del par motor efectivo)	110-120	115-130	120-140	120-140	120-140
Rendimiento volumétrico (%)	80-90	85-90	75-90	95-98	95-98
Rendimiento global (%)	60-90	60-90	60-90	85-95	85-95
Cilindrada	Fija	Fija	Fija	Fija	Variable
Rebersiblidad como funciona una bomba	Posible Bien	Posible Bien	Posible Bien	Muy buena Muy bien	muy buena Muy bien
Vida útil de los cojinetes a plena carga (en horas)	2000 - 5000	2000 - 5000	3000 - 6000	7000 - 15000	7000 - 15000

VALVULAS DIRECCIONALES

El control de una instalación hidráulica se realiza mediante válvulas. Bajo el término válvulas direccionales se resumen todas las válvulas con las cuales se puede comandar el arranque, la parada y el cambio de sentido del caudal de un flúido hidráulico.



La válvula direccional de corredera es la de uso más frecuente, dada sus numerosas ventajas:

- Construcción simple.
- Buena potencia de conmutación.
- Bajas pérdidas y
- Multiplicidad de funcionamiento de mando.

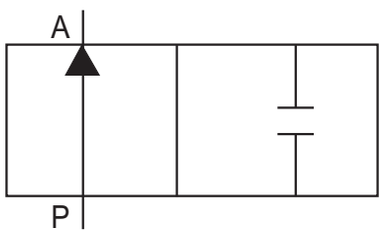
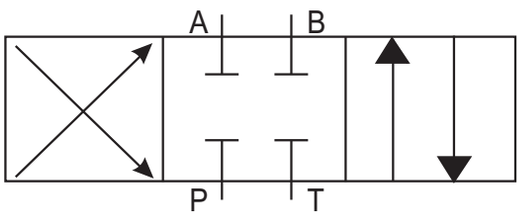


Figura 15 válvula direccional 2/2 vías

La denominación de válvulas dependen del número de conexiones útiles (no se cuentan las conexiones de mando) y del número de posiciones de conmutación.

Por lo tanto, una válvula de dos conexiones útiles y 2 posiciones de conmutación, se denomina válvula direccional 2/2 vías.



P = conexión de presión (conexión de la bomba)
T = conexión del tanque (conexión de retorno)
A,B = conexión de trabajo

Figura 16 válvula direccional 4/3 vías con denominación de las conexiones

Una válvula direccional con 4 conexiones útiles y 3 posiciones de conmutación, se denomina válvula direccional 4/3 vías, las posiciones de conmutación con sus órganos correspondientes de accionamiento se caracterizan con letras minúsculas “a” y “b”.

En la figura 17 se ha representado una válvula con 2 y otra con 3 posiciones de conmutación. En la válvula direccional con 3 posiciones conmutación, la posición del medio es la posición de reposo (pos. de centrado).

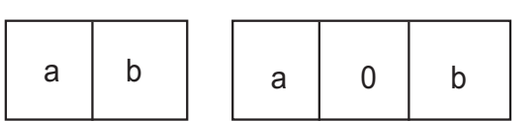


Figura 17 símbolos básicos para válvulas direccionales izq. Válvula de 2 posiciones der.: Válvula 3 posiciones

Se denomina posición de reposo a aquella posición en la cual las piezas móviles no accionadas han tomado una posición determinada por una fuerza (p. Eje. Resorte).

En las válvulas con 3 ó más posiciones de conmutación, esta posición se denomina “0”. En las válvulas con 2 posiciones de conmutación la posición de reposo se denomina “a” o ”b”.

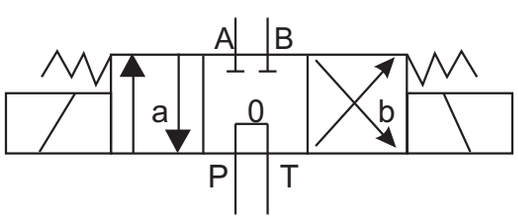


Figura 18 Válvula direccional 4/3 vías con denominación a conexiones, posiciones de conmutación y elementos de accionamiento.

La Potencia y la calidad de una válvula direccional se evalúan de acuerdo a los siguientes criterios:

- Límite dinámico de potencia
- Límite estático de potencia
- Resistencia al caudal
- Fugas (en válvulas direccionales de correderas)
-Tiempo de conmutación.

En la Fig. 19 se ha representado el accionamiento del pistón de mando mediante palanca manual (1). El pistón siempre está firmemente unido al mecanismo de accionamiento y sigue el movimiento de éste. El retorno del pistón se alcanza mediante resortes (3), los cuales, al no haber fuerza de accionamiento, empujan al pistón a su posición inicial.

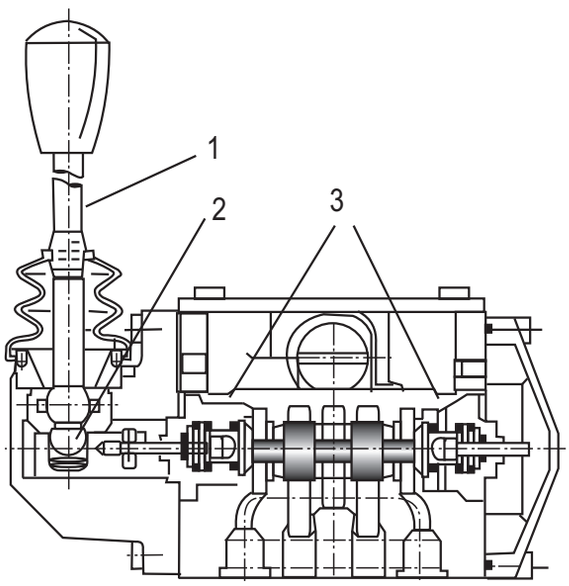


Fig. 19 Válvula direccional de accionamiento Manual

Si hubiera un fiador, sin posibilidad de retroposicionamiento del pistón por resortes de centrado, la posición de conmutación quedaría fijada por el fijador y sólo se podría cambiar accionado nuevamente (no es posible en el accionamiento por tope de rodillos).

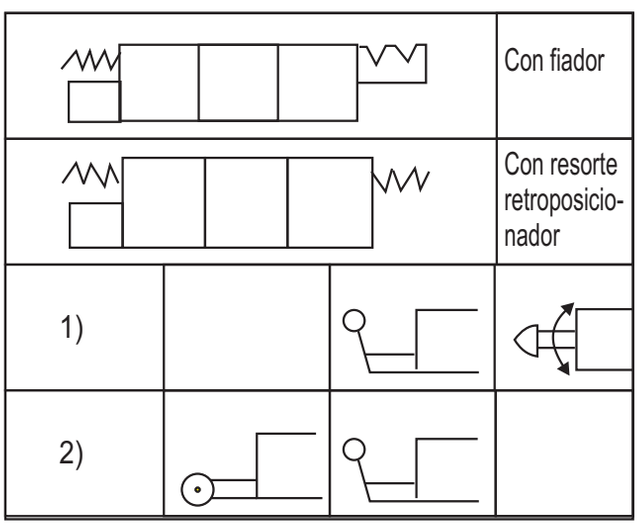


Fig. 20 Elementos de accionamiento manuales y mecanicos

Válvula de asiento

Pueden trabajar a altas presiones y a grandes velocidades, siendo su cierre casi perfecto. Su reparación es sencilla, sólo cambiando el cierre (generalmente una bola) y su asiento. Estas válvulas hacen un cierre estanco y prestan fiabilidad.

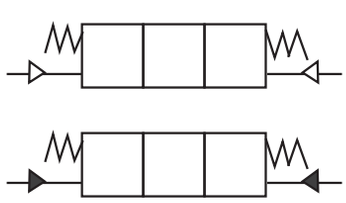
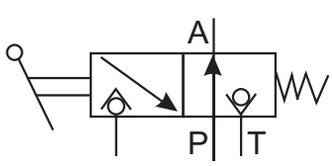


Fig. 21 Válvulas direccionales con centrado por resorte accionamiento neumático (arriba), hidráulico (abajo)



COMPARACION ENTRE VALVULAS DIRECCIONALES DE CORREDERA Y VALVULAS DIRECCIONALES DE ASIENTO

	Válvulas direccionales de corredera	Válvulas direccionales de asiento
Funcionamiento	A una carcasa con agujero axial llegan canales a distancias constructivas determinadas, los cuales continúan hacia afuera como conexiones de conductos. En el agujero axial principal se mueve una corredera con ranuras de mando torneadas (ranuras anulares) mediante un elemento de accionamiento (p.ej. Electoimán) a posiciones predeterminadas con respecto a los agujeros de la carcasa, de modo que estos a través de las ranuras anulares queden unidos entre sí o separados y bloqueados.	En una carcasa se encuentran uno o varios asientos de válvulas con esferas o conos como elementos de cierre, los cuales son apretados mediante resortes sobre los asientos y levantados de los mismo por medio de un tope. Los canales de aceite de presión se toman siempre antes del elemento de cierre o después del asiento. El sentido del caudal sólo es posible del lado de cierre hacia el lado del asiento, dado que el caudal sólo se puede comandar de este modo (bloqueado o libre flujo). En sentido opuesto siempre actuaría la válvula antirretorno.
Características constructivas	Montaje sencillo, poco exigente, especialmente conveniente el caso de cuadros complicados de caudal. Disposición clara de la función. Baja compresión de superficies por compensación total de presión, elevada vida útil. En cuanto a las dimensiones de la corredera, grandes secciones transversales de flujo, por lo tanto, para el mismo tamaño constructivo resistencias al caudal comparativamente bajas.	Montaje sencillo y claro en válvulas 2/2 y 3/2 vías. Los sentidos de circulación de caudal están determinados. Bomba y consumidores siempre se deben unir a las conexiones previstas, dado que de otro modo cambiaría la conducta de mando.
Estanqueidad	Dado el intersticio anular existente entre el agujero de la carcasa y la corredera existe un caudal de fugas de lado de alta presión hacia el de baja presión. Un estancamiento hermético sólo es posible mediante dispositivos auxiliares suplementarios (válvulas de cierre) o construcciones especiales.	Los puntos de contacto entre el asiento y el elemento de cierre están rectificados y esmerilados, por lo que se obtiene un estancamiento hermético, que resulta necesario en la construcción de utillaje para hidráulicas de sujeción
Sensibilidad al ensuciamiento	Poco sensible grande partículas de suciedad por sus grandes secciones transversales de caudal. Sensible a su suciedad microfina en suspensión que llega al intersticio anular con el aceite de fugas y puede conducir a un agarrotamiento (pegado) de la corredera, en especial a altas presiones.	Poco sensible a partículas microfinas en suspensión. En caso de gran ensuciamiento riesgo que estas partículas se depositen entre el elemento de cierre y el asiento. Este tipo de suciedad proviene del montaje de los tubos y de no llevar correctamente a cabo el lavado de la instalación.
Presiones de servicio admisibles	Según la construcción y el material de la carcasa, hasta 350 bar. En la construcción de utilajes resulta poco conveniente emplear correderas pequeñas a altas presiones y caudales reducidos de la bomba, ya que la pérdida de caudal puede resultar relativamente alta.	Según la construcción hasta 1000 bar.

VÁLVULAS DE PRESIÓN

El término válvulas de presión abarca todas aquellas válvulas que influyen de un modo determinado sobre la presión del sistema en una instalación o en parte de la misma. Ello sucede exclusivamente mediante variación de secciones transversales de estrangulamiento empleando elementos de ajuste mecánicos, hidráulicos, neumáticos o eléctricos.

De acuerdo a su función, las válvulas de presión se pueden subdividir en cuatro grupos:

- Válvulas limitadoras de presión
- Válvulas de secuencia
- Válvulas de desconexión por presión y
- Válvulas reductoras de presión

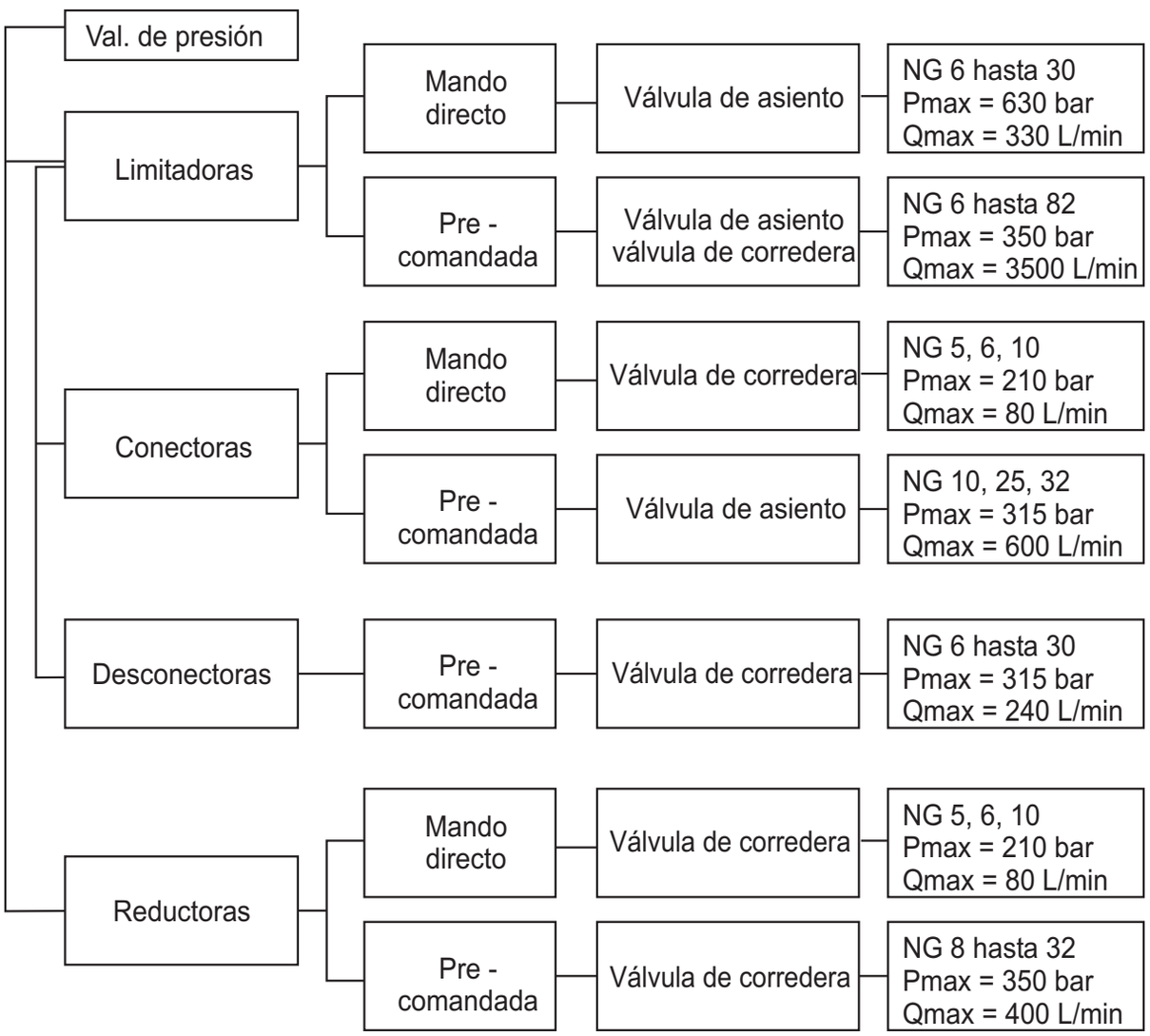


Figura 22: Funciones, características y datos de potencia de válvulas de presión

1. Válvula limitadora de presión

Esta válvula cumple la función de limitar la presión del sistema a un valor determinado.
Cuando se alcanza este valor indicado, la válvula limitadora de presión reacciona y conduce el caudal sobrante (es la diferencia del caudal entre caudal de la bomba y del consumidor) desde el sistema, de vuelta hacia el tanque.

El principio de funcionamiento de todas las vávulas limitadoras de presión se base en que la presión de entrada se conduce sobre una superficie de medición cargada de fuerza (Fig. 23).

La válvula limitadora de presión se diferencian entre válvulas de mando directo y precomandadas.

A. Válvulas limitadora de presión de mando directo: visto desde el lado dinámico, tenemos en sistema resorte - masa, el cual, puesto en movimiento, realiza oscilaciones. Estas oscilaciones también influyen sobre la presión y deben eliminarse mediante amortiguación.

En una carcaza o bloque de mando (1) se atornilla la válvula compuesta de manguito (2), resorte (3), mecanismo variador (4) como con pistón amortiguador (5) y asiento templado (6).

El resorte aprieta el cono sobre el asiento. La fuerza del resorte puede ajustarse en forma continua con el botón giratorio, con ello, también se ajusta la presión, la presión resultante del sistema actúa sobre la superficie del cono. Si la presión levanta el cono del asiento, se abre la unión hacia la. conexión T (tanque).

La carrera del cono está limitada por un reborde en el taladro amortiguador (7).

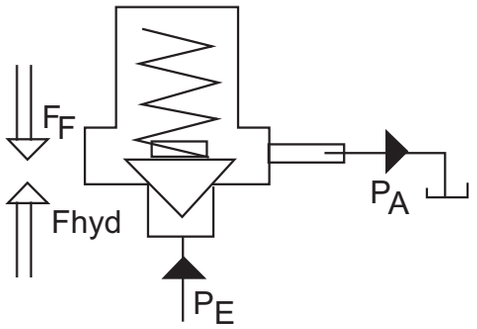


Figura 23 Principio de la válvula limitadora de presión como válvula de asiento.

La presión de entrada carga el cono o el lado frontal inferior de la corredera de mando con la fuerza hidráulica.

$F_{hid} = P_E . A = F_F + P_A.A$
P_E= presión de entrada
P_A= pres. salida (en caso de descarga, también pres. Tanque)
A = Superf. del asiento o lado frontal de la corredera de mando.

La fuerza del resorte pretensado F_F actúa en sentido de cierre. La cámara del resorte está descargada hacia el tanque.

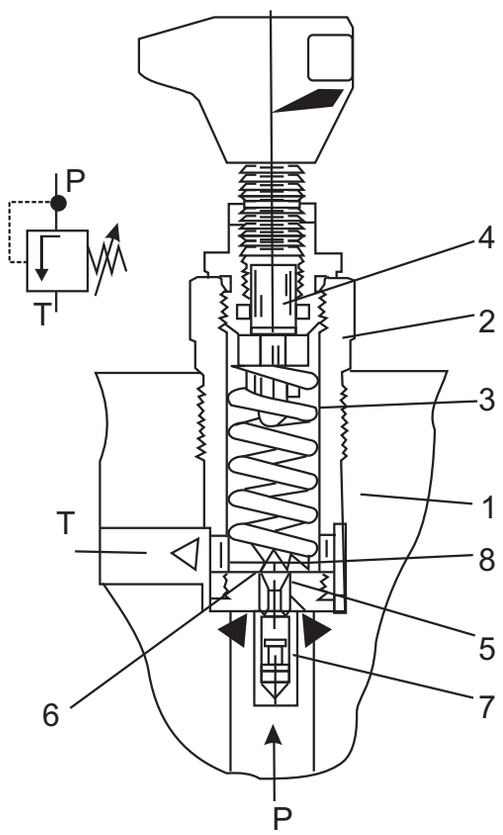


Figura 24. Válvula limitadora de presión como válvula insertable

B. Válvulas limitadoras de presión precomandadas

Un mayor caudal exige diámetros más grandes de asiento y de corredora. La superficie y, con ello la fuerza del resorte, aumenten en forma cuadrática al diámetro.

Para grandes caudales y con el fin de mantener las dimensiones dentro de los valores razonables, las válvulas se realizan precomandadas. Sirven para limitar o limitar y desacargar la presión del servicio.

Esta válvula está compuesta básicamente de una válvula principal (1) con pistón (3) y de la válvula de premando (2) con elemento de ajuste de presión. La válvula de premando es una válvula limitadora de presión de mando directo.

La presión actuante en la vía A actúa sobre el pistón principal (3). Simultáneamente la presión actúa a través de los conductos de mando (6) y (7) con su toberas (4,5 y 11) sobre el lado del pistón principal (3) cargado por el resorte y sobre la esfera (8) en la válvula de premando (2). Si la presión en la vía A aumenta, alcanzando un valor superior al que ha sido ajustado por el resorte (9), la esfera (8) abre contra el resorte (9).

A través de la conexión “X” se puede descargar la válvula o conmutar a una presión inferior.

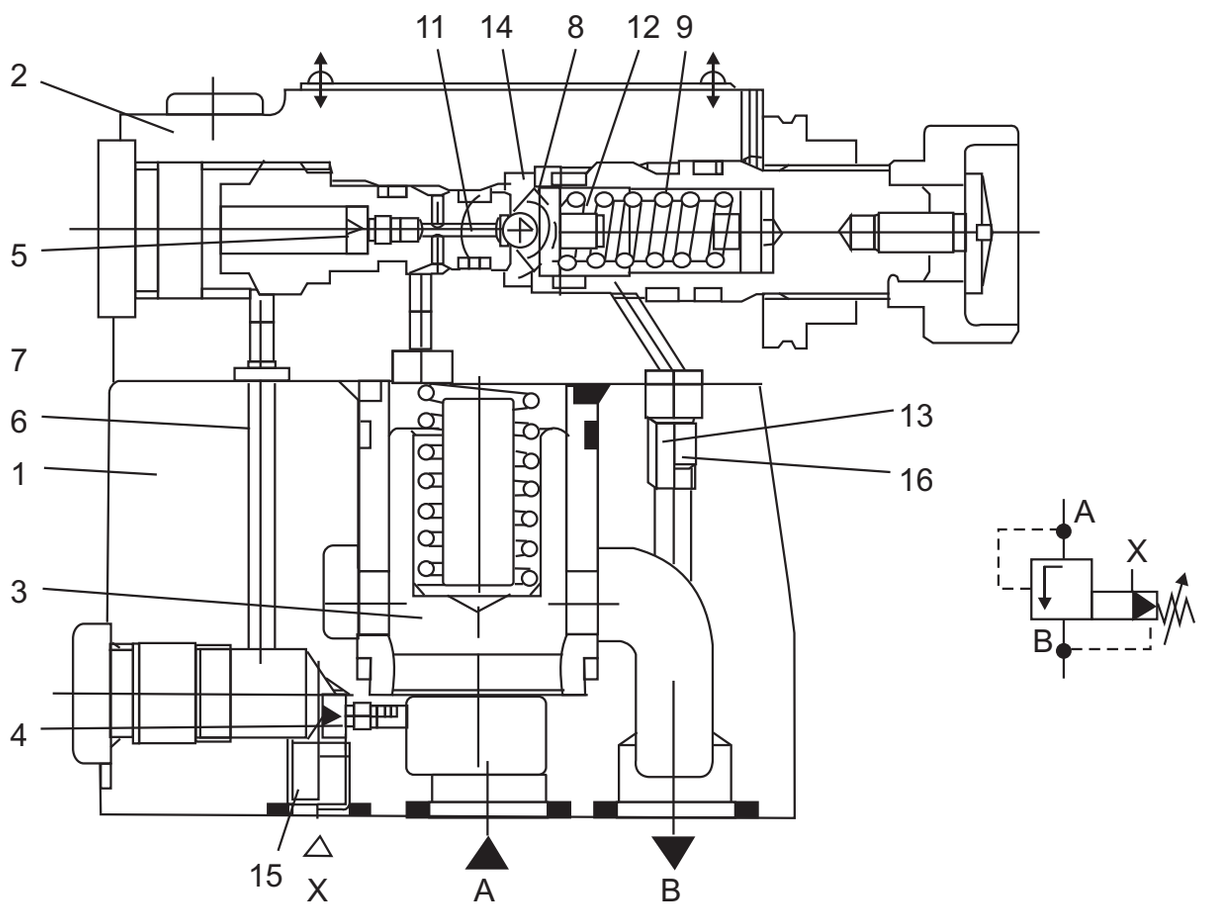


Fig. 25 Válvula Limitadora de presión precomandada

2. Válvula de conmutación a presión

Las válvulas de conmutación por presión, según el caso de empleo, denominadas también válvula de secuencia, de circulación, de pretensión o de frenado, son similares en su construcción a las válvulas limitadas de presión.

Las válvulas de conmutación por presión se ubican en el flujo principal de una instalación hidráulica y al alcanzar la presión ajustada, conectan o desconectan otra instalación hidráulica.

En las válvulas de secuencia de mando directo, el ajuste de la presión de conexión se realiza mediante el elemento de ajuste (4). El resorte de presión (3) mantiene el p istón de mando (2) en su posición inicial, la válvula está cerrada.

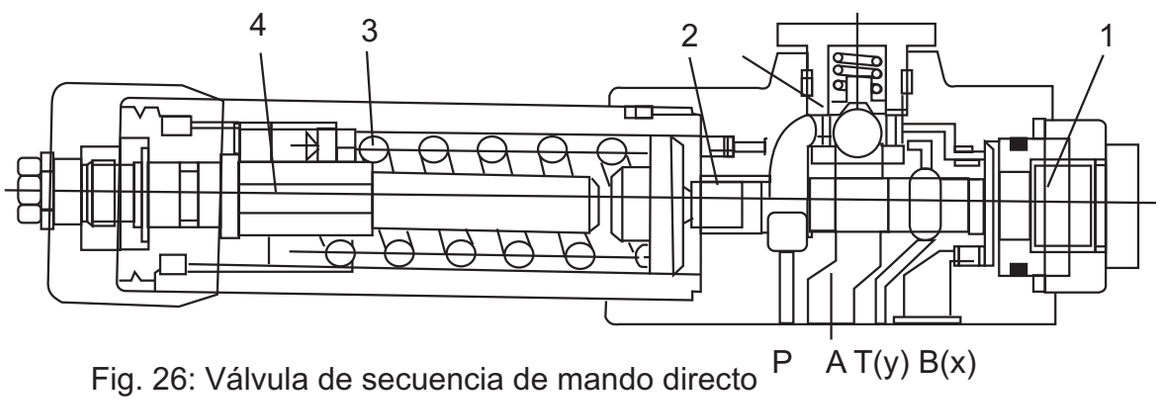


Fig. 26: Válvula de secuencia de mando directo

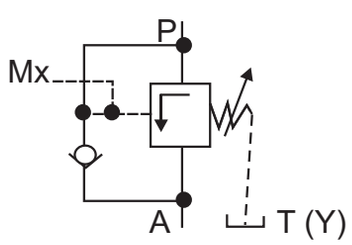


Fig27 Válvula de secuencia de mando directo: alimentación interna de aciete piloto, descarga externa de aceite piloto

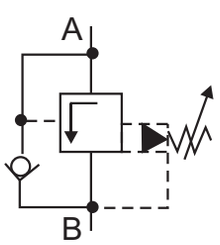


Fig. 28 Válvula de secuencia precomandada; alimentación interna de aceite piloto, descarga interna de aceite piloto.

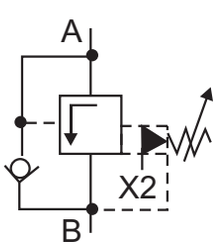


Fig. 29 Válvula de secuencia precomandada; alimentación externa de aceite piloto, descarga interna de aceite piloto

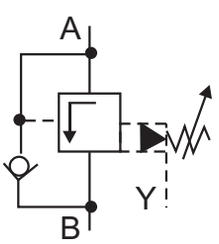


Fig. 30: Válvula de secuencia precomandada; alimentación interna de aceite polot, descarga externa de aceite piloto.

3. Válvula reductora de presión

La válvula reductora de presión influye sobre la presión de salida (presión del consumidor). La reducción de la presión de entrada (presión primaria) o bien, el mantenimiento constante de la presión de salida (presión secundaria) puede producirse sólo a un valor que se encuentra por debajo de la presión variable reinante en el circuito principal. De ese modo puede reducirse en una parte del circuito la presión a un valor inferior al de la presión del sistema.
En principio, las válvulas reductoras de presión se construyen en versión de 3 vías, es decir, el seguro de la presión del circuito secundario se realiza a través del elemento de ajuste (1).
En la posición inicial las válvulas están abiertas, es decir, el caudal puede fluir libremente de la vía P hace la vía A. La presión en la vía A actúa simultáneamente sobre el conducto de mando (2) en la superficie del pistón contra el resorte de presión (3).
Si en la via A la presión supera el valor ajustado por el resorte (3), el pistón de mando (4) pasa a posición de regulación manteniendo constante la presión ajustada en la vía A..
Si por influencias de fuerzas externas en la vía A la presión en el consumidor continua aumentando, la vía A se une con el tanque a través del canto de mando (5) en el pistón de mando (4). Fluye aceite hacia el tanque para que la presión no pueda seguir aumentando.

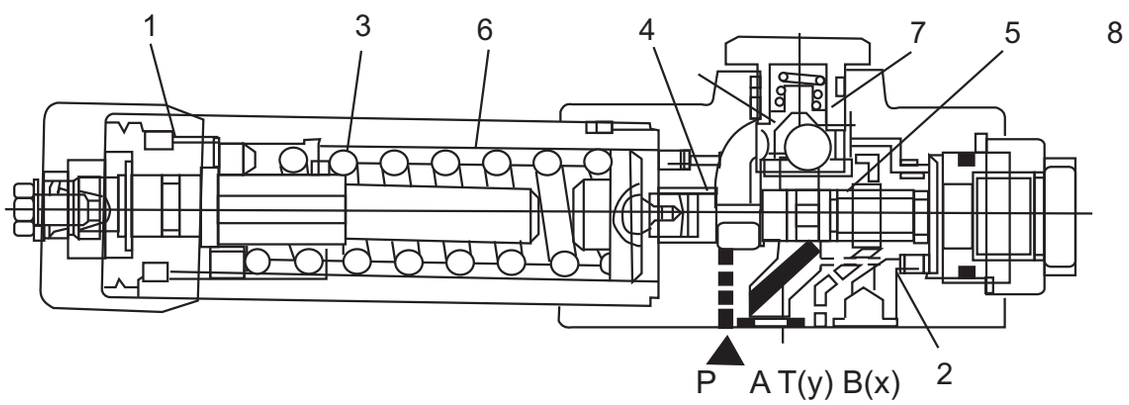


Fig. 31 Válvula reductora de presión de mando directo

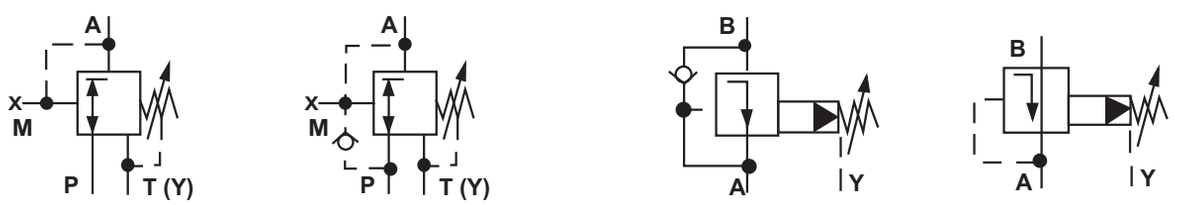


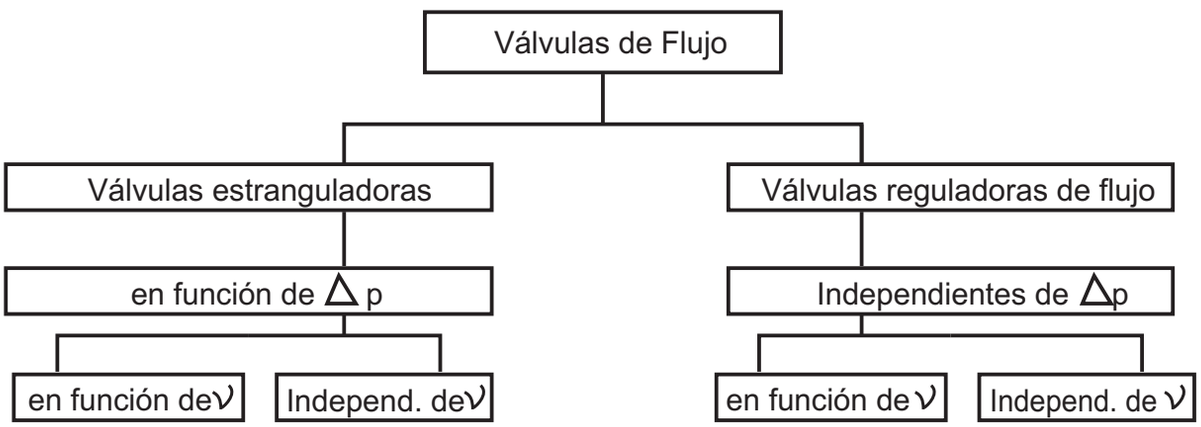
Figura 32: válvula reductora de presión de mando directo; a izquierda sin, a derecha con válvula antirretorno.

Figura 32: Válvula reductora de presión precomandada; izquierda con, derecha sin válvula antirretorno.

VALVULAS DE FLUJO

Las válvulas de flujo sirve para influenciar la velocidad de movimiento de consumidores mediante variación de la sección transversal (disminución o aumento) del caudal de flujo en el punto de estrangulamiento.

De acuerdo con su trabajo las válvulas de flujo se dividen en:



ν = viscocidad

1. **Válvulas estranguladoras.**

En estas válvulas el caudal depende de la diferencia de presión en el punto de estrangulamiento, es decir a mayor diferencia de presión mayor caudal.

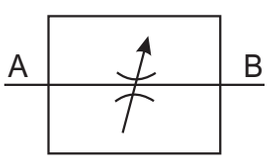


Fig. 31: Válvula estranguladora

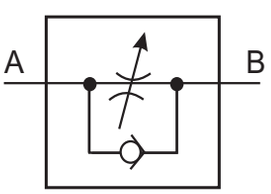


Fig. 35: Válvula estranguladora con antirretorno

La válvula de estrangulamiento con antirretorno se compone de buje de inserción (1), cuerpo de válvula (2) con botón de ajuste (3) y perno estrangulador (4), así como la válvula antirretorno (5) con resorte (6).

El sentido de estrangulamiento es de A hacia B. La sección de estrangulamiento está formada por el perno estrangulador con escotadura (7), detrás del anillo de la válvula de antirretorno (5).

Girando el botón de ajuste el perno estrangulador se mueve en sentido vertical, variando la sección transversal del flujo.

En caso de sentido de flujo de B hacia A, el anillo de la válvula antirretorno se despalza hacia arriba.

El fluido fluye sin estrangulamiento hacia la conexión A.

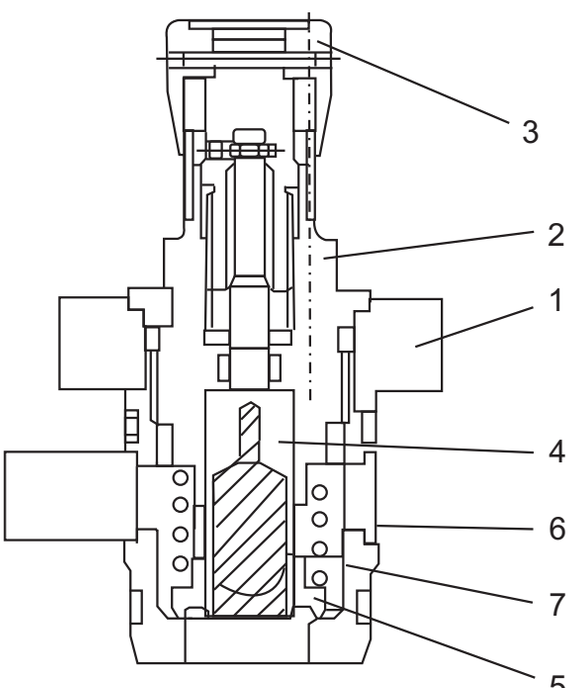


Fig. 36 Válvula estranguladora con antirretorno

2. Válvula reguladoras de flujo

Su función es mantener constante un caudal ajustado independientemente de la variaciones de presión. Esto se logra insertando, además del estrangulador movil (2) que trabaja como estrangulador de regulación (compensador de presión) representado simultaneamente el miembro comparador en un circuito de regulación.

Dado el efecto simultáneo de ambos estranguladores, la diferencia de presión P1 - P3 variables como consecuencia de la presión de carga, se divide en 2 ramas:

- La diferencia de presión interna y constante P1 - P2 en el estrangulador de medición ajustable y

- La diferencia de presión externa y variable P1 - P3.

La válvula reguladora de flujo representa un regulador con los elementos principales.

- Estrangulador de medición (1)
- Compensador de presión (2) con resorte (3).

En caso de variación de temperatura o cambio de viscosidad de flujo el estrangulador de medición (1) avisa el cambio de la diferencia de presión P1 - P2.

Mediante una forma correspondiente del punto de estrangulamiento se puede activar en contra dicha influencia.

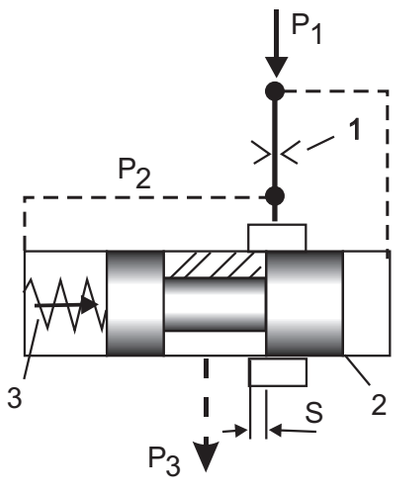


Fig. 37 Principio de válvula reguladora de flujo

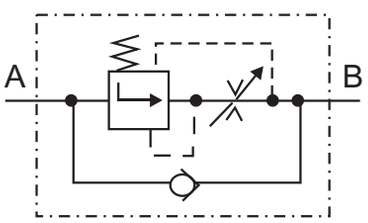


Fig. 38 Válvula reguladora de flujo de 2 vias con compensador de presnión preconectado

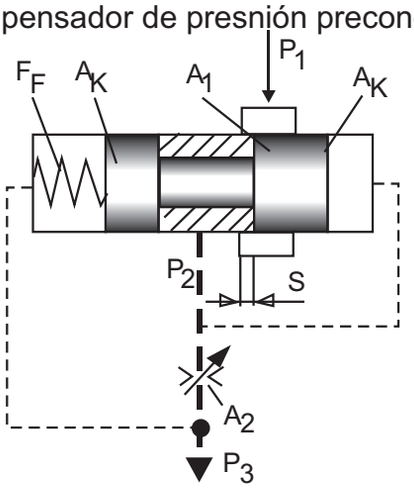


Fig. 39 Principio de la válvula reguladora de flujo de 2 vías con compensador de presión preconectado.

Sin considerar las fuerzas de flujo en el pistón regulador, para el equilibrio vale:

$$P_2 . Ak = p3 . Ak + F_F$$

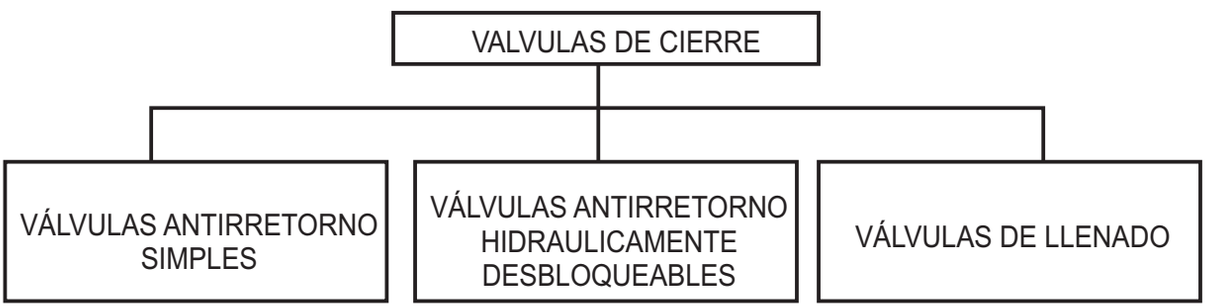
Para la caída de presión en el diafragma de medición vale.

$$\triangle P = P_2 - P_3 = F_F/A_K = Const.$$

VALVULAS DE CIERRE

En un circuito hidráulico las válvulas de cierre tienen la función de bloquear un caudal en un sentido, permitiendo libre flujo en el sentido opuesto. Estas válvulas también se denominan vávluas antirretorno.
Las válvulas de cierre están realizadas en construcción de asiento y, por lo tanto, bloquean sin fugas. Como elementos de cierre se emplean esferas, placas y conos.

Las válvulas de cierre se subdividen en tres grupos, según el caso de aplicación:



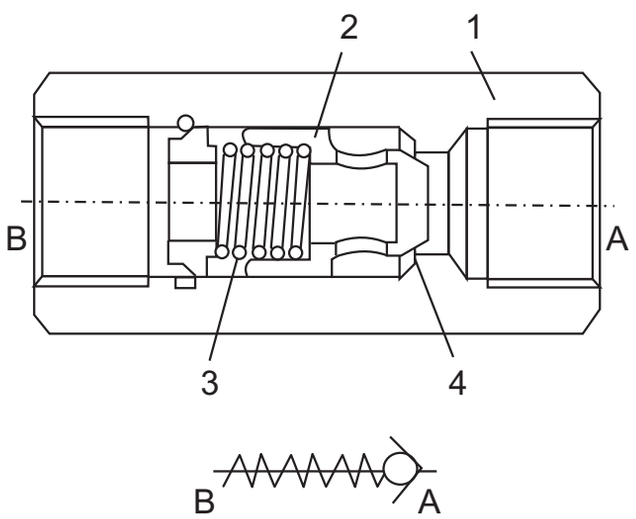
1. Válvulas antirretorno simples

En cuanto a su construcción, esta válvula se compone de una carcasa (1) y de un pistón templado (2), que es empujado por un resorte (3) contra el asiento (4).

Al circular caudal a través de la válvula en el sentido indicado por la presión del fluido, el cono se levanta del asiento, permitiendo el paso del caudal. En sentido opuesto el resorte y la presión del líquido oprimen el pistón sobre el asiento, bloqueando la unión.

Estas válvulas ese emplean para :

- Circundar un punto de estrangulamiento.
- Para bloqueo de un sentido de caudal.
- Como válvula by - pass.
- Como válvula de pretensión, para producir una determinada contrapresión en la descarga.



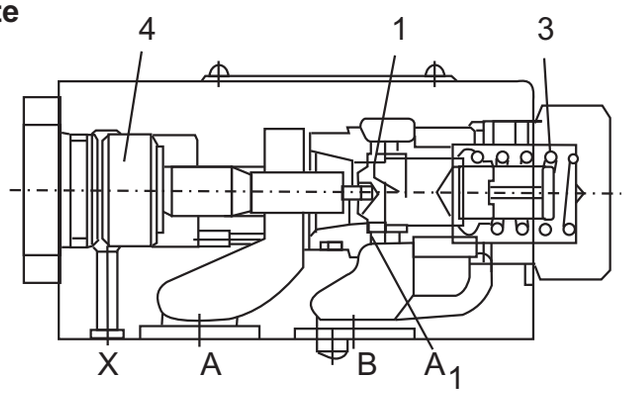
Sentido de bloqueo ⟶
Paso Libre ⟵

1 = Carcasa
2 = Pistón
3 = Resorte
4 = Asiento de cierre

Fig. 40 Válvula antirretorno

2. Válvula antirretorno hidráulicamente desbloqueables

En contraposición a las válvulas antirretornos simples, las válvulas antirretorno simples, las válvulas antirretorno hidráulicamente desbloqueables también se puede abrir en el sentido del bloqueo.



A_1 = Superficie cono principal
1 = Cono principal
3 = Resorte
4 = Pistón de mando

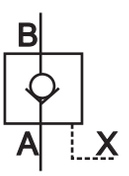


Fig. 41 Válvula antirretorno desbloqueable

Estas válvulas se utilizan:

- Para bloquear circuitos de trabajo que se encuentran bajo presión.

- Como seguro contra descenso de una carga en caso de rotura del conducto.

- Contra movimiento por fugas de aceites de consumidores sujetados hidráulicamente.

3. Válvulas de llenado (válvulas de postaspiración)

Son válvulas de grandes dimensiones. Se emplean especialmente en la construcción de prensas para llenado de grandes cámaras de cilindro para cierre de circuitos principales de trabajo que se encuentran bajo presión.
La válvula representada tiene un cono de preapertura (1), que es mantenido en el asiento por el resorte (3) junto con el cono principal (2). La fuerza de dicho resorte supera en muy poco al peso del cono. El reporte (4) empuja al pistón del mando (5) a la posición inicial.

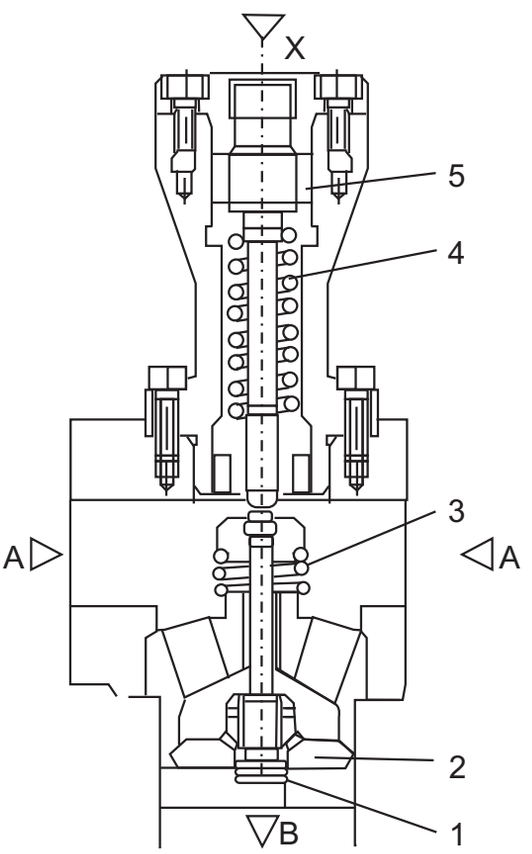


Fig. 42 Válvula de llenado con cono de preapertura.

VELOCIDAD, FUERZA Y POTENCIA

1. La superficie total del émbolo del cilindro diferencial es de 10 cm²; la superficie anular del émbolo es de 5 cm², la carrera es de s = 100 cm. La bomba tiene un rendimiento de Qp = 10L/min; la presión máxima es de 100 bar (1000 N cm²). Hallar los valores correspondientes a las velocidades de avance y retroceso, el tiempo de avance y retroceso y la fuerza máxima durante el avance y retroceso.

Velocidad de avance y retroceso

$$V = \frac{Q}{A}$$

Q bomba = 10 L/min

$$Vavan. = \frac{10\ 000\ cm^3}{10\ cm^2\ min}$$

$$Vavan. = 1\ 000\ cm/min$$

$$Vavan. = 10\ m/min$$

$$Vavan. = \frac{10\ 000\ cm^3}{5\ cm^2\ min}$$

$$Vavan. = 2\ 000\ cm/min$$

$$Vavan. = 20\ m/min$$

Tiempos de avance y retroceso

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

En consecuencia: $t = \frac{s}{v}$

$$t.tavan. = \frac{100\ cm.min}{100\ cm}$$

$$T.tavan = \frac{1}{10}\ min$$

$$T.tavan. = 6\ s$$

$$t.tavan. = \frac{100\ cm.min}{2000\ cm}$$

$$T.tavan = \frac{1}{20}\ min$$

$$T.tavan. = 3\ s$$

Fuerzas de avance y retroceso

$$F = p.A$$

$$Favan = \frac{1000\ N\ .\ 10\ cm^2}{cm^2}$$

$$Favan = 10000\ N$$

$$Fretr. = \frac{1000\ N\ .\ 5\ cm^2}{cm^2}$$

$$Fetr. = 5000\ N$$

2. Un motor hidráulico con capacidades de absorción de V = 12,9 cm³ es accionado con un caudal de transporte Q = 15dm³/min. Con las revoluciones respectivas, el par de giro es de M = 1Nm. Calcule la velocidad (n) la potencia (P). Calcule el par de giro suponiendo que el motor es frenado fuertemente, creándose una presión de 140 bar.

- Cálculo de Velocidad (n)

$Q = n.\ v$ $\qquad$ $n = \frac{Q}{V}$

$n = \frac{15dm^3 / min}{12,9\ cm^3} = \frac{15 \times 10^{-3}\ m^3/min}{12,9 \times 10^{-6}\ m^3} = 1162,8\ rpm$

$n = 1162,8\ rpm$

- Cálculo de la potencia expresada en vatios

$p = 2\ .n.M$ $\qquad$ $p = 2.\ .1162,8\ min^{-1} \times 1\ Nm$

$p = \frac{2\ .1162,8 \times 1}{60} \bullet \frac{Nm}{S}$ $\qquad$ $p = 121,77\ w$

- Cálculo del Par de Giro con presión máxima de entrada:
Pmax= 140 bar = 140×10^5 Pa

$p = \frac{M}{V}$ $\qquad$ $M = p.v$

$M = 140\ X\ 10^5\ Pax12,9X10^6 m^3$

$M = 140\ X\ 10^5 X\ 12,9 \times 10^{-6}\ \frac{N.m^3}{M^2}$ $\qquad$ $M = 180,6\ N.m$

En estos cálculos no se tomó en cuenta el grado de eficiencia mecánico e hidráulico, ni tampoco el grado de eficiencia volumétrico.

SEGURIDAD EN EL MANEJO DE ACTUADORES Y CONTROLES DE DIRECCION HIDRAULICOS

En relación a los cilindros hidráulicos, tener en cuenta lo siguiente:

- Inspeccionar los orificios de purga.
- No dejar abrasivo sobre el vástago.
- Debe vigilarse alineación del vástago.
- Fugas externas (cambiar juntas)
- Funcionamiento perezoso (aire dentro del él) fugas internas.
- Revisar puntos de montaje y articulaciones.
- Al reparar el cilindro cambiar juntas y retenes.

En relación al motor hidráulico, tener en cuenta lo siguiente:
- El ensamblaje del motor hidráulico con los elementos receptores debe realizarse empleando un soporte bancada sobre la que se fijan ambos elementos, debiendo conseguir que los ejes respectivos guarden una perfecta alineación que sea inalterable.

- Si el motor tiene drenaje, la fijación de este elemento se debe realzar de manera que éste quede situado en la parte superior (con ello se garantiza que todas las partes mecánicas en rozamiento estén lubricadas). En caso de imposibilidad debe ponerse la tubería de tal forma que se eleve por encima del nivel del elemento antes de conducirla al depósito.

- Verificar que la tubería de retorno este conectada al tanque (o probeta graduada). En caso contrario podría dañarse el motor.

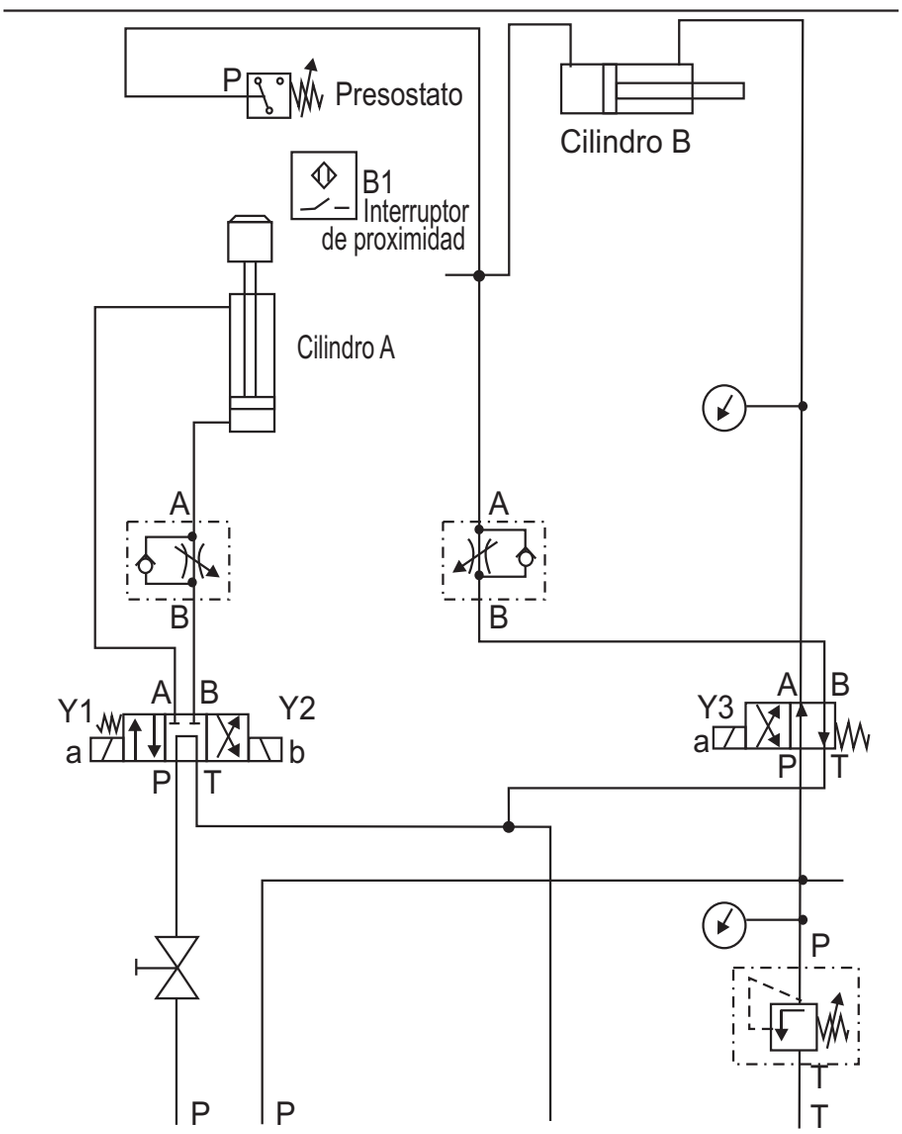
En relación a los controles de dirección hidráulica, tener en cuenta lo siguiente:

- L a limpieza del lugar donde deben fijarse estos elementos es medida primordial si no se quieren tener problemas de funcionamiento.

- Al fijar los elementos o conectar las tuberías deberá realizarse sin someterse éste a tensión alguna, si se quiere que su funcionamiento sea correcto.

- Después de desmontarlas y limpiar las piezas, verificar el buen estado de los asientos juntas de estanquidad, etc. Todos los elementos que presentan marcas importantes, deben ser reemplazados.

Unas señales muy ligeras sobre las correderas se pueden pulir con ayuda de pasta de lapidar, eliminando después todo residuo de la misma. Los cuerpos de las válvulas se verifican y las roscas de los orificios se limpian pasando un macho.



Nº	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
1.	Verificar y fijar elementos electrohidráulicos	● Grupo hidráulico ● Cilindro de doble efecto ● Electroválvula direccional 4/3 vías, biestable ● Electroválvula direccional 4/2 vías, monoestable ● Válvulas estranguladoras con antirretorno ● Válvula de bloqueo ● Válvula Limitadora de Presión ● Presostato ● Interruptor de Proximidad
2.	Instalar circuitos electrohidráulicos	
3.	Probar funcionamiento de circuito electrohidráulico	

PZA.	CANT.	DENOMINACION - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		MONTAJE Y OPERACION DE CIRCUITOS ELECTROHIDRAULICOS BASICOS	H.T.	Ref. H.T.
		CONTROLISTA DE MAQUINAS Y PROCESOS INDUSTRIALES	TIEMPO **15 H**	HOJA : 1/1
			ESCALA:	2002

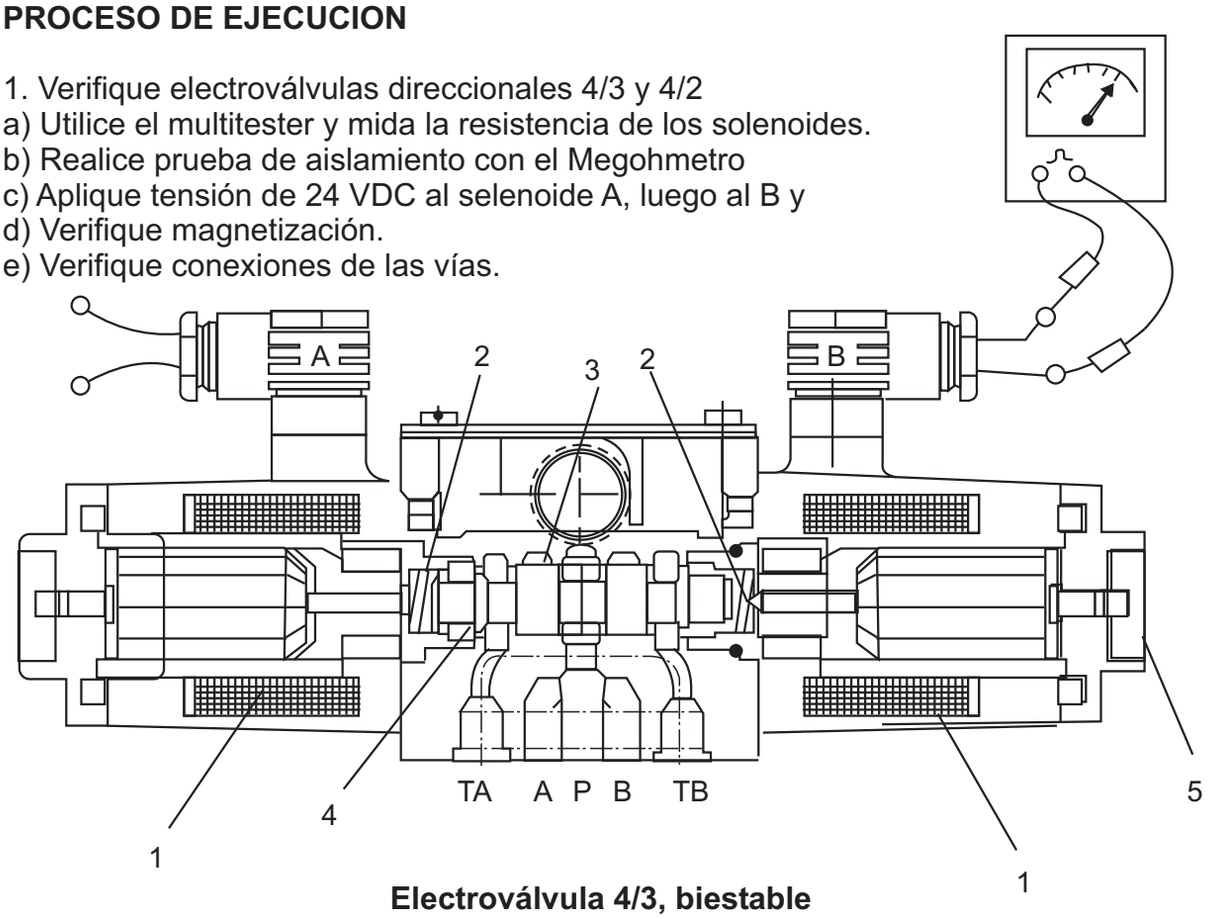
OPERACION

Verificar elementos electrohidráulicos

Reconocer los elementos electrohidráulcos: electrovalvulas, interruptor de proximidad, presostato, relé de contacto, etc.
Verificar elementos, realizando pruebas básicas de operatividad.

PROCESO DE EJECUCION

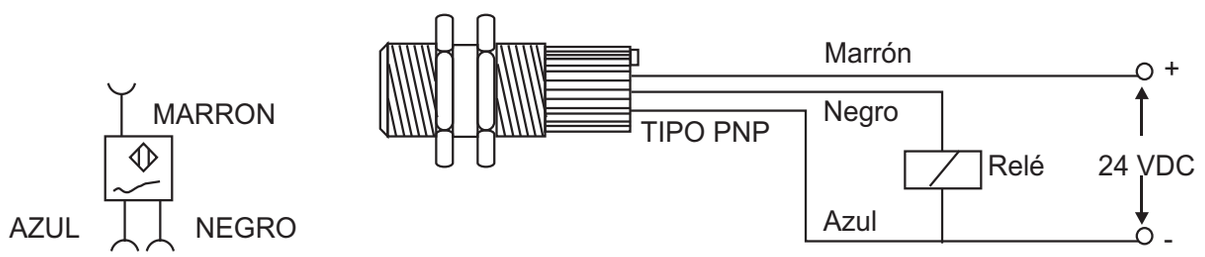
1. Verifique electroválvulas direccionales 4/3 y 4/2
a) Utilice el multitester y mida la resistencia de los solenoides.
b) Realice prueba de aislamiento con el Megohmetro
c) Aplique tensión de 24 VDC al selenoide A, luego al B y
d) Verifique magnetización.
e) Verifique conexiones de las vías.



Electroválvula 4/3, biestable

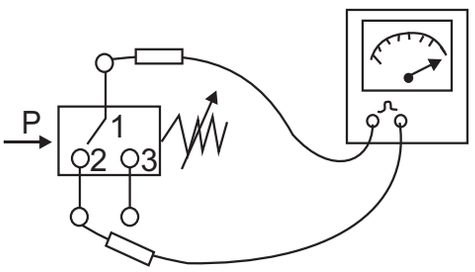
1: Electroválvula de corriente continua de conmutación en aceite.
2: Resortes
3: Pistón
4: Placa de centrado del pistón
5: Accionamiento manual de emergencia

2. Verifique el funcionamiento del interruptor de proximidad



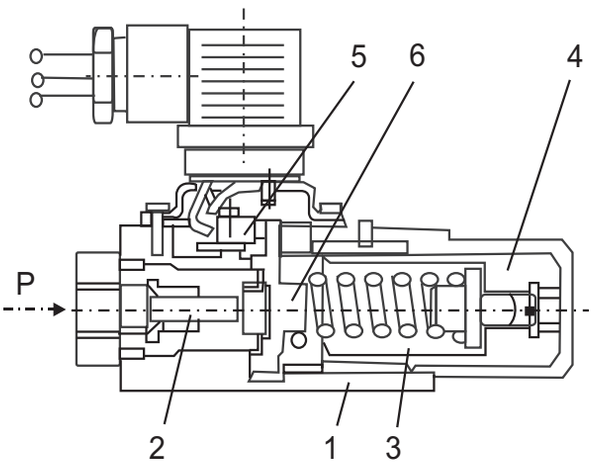
3. **Verifique el presostato**

a. Realice pruebas de continuidad en los contacto, usando el multitester.



b. Ajuste el resorte de presión, en sentido horario y antihorario, y compruebe con el multitester los cambios de posición de los contactos para una determinada presión.

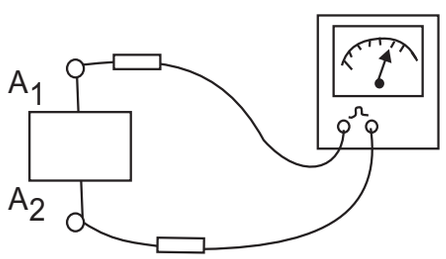
Presostato



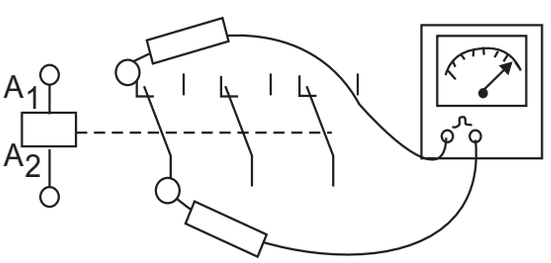
1 carcasa
2 Pistón
3 Resorte de presión
4. Elemento de ajuste.
5. Microinterruptor
6. Platillo de resorte

4. **Verifique el relé de contactos**

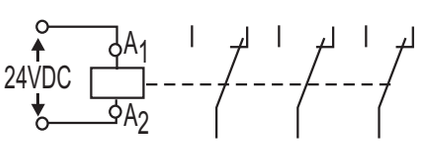
a Mida resistencia de la bobina



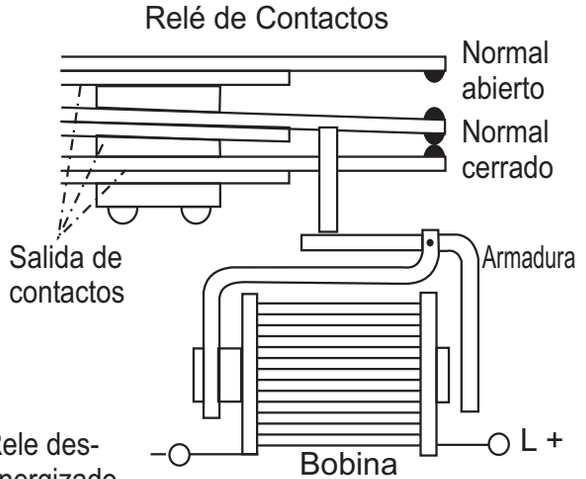
b. Realice pruebas de continuidad en los contactos.



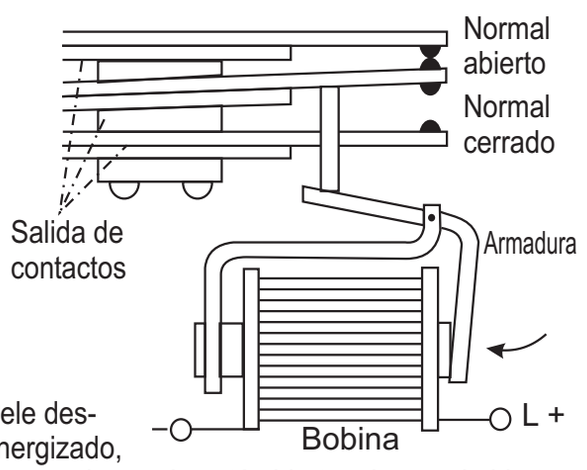
c. Aplique tensión de 24VDC a la bobina y verifique, con el multitester, el cambio de posición de los contactos.



Relé de Contactos



el normal cerrado está cerrado, el normal abierto está abierto



el normal cerrado está abierto, el normal abierto está cerrado

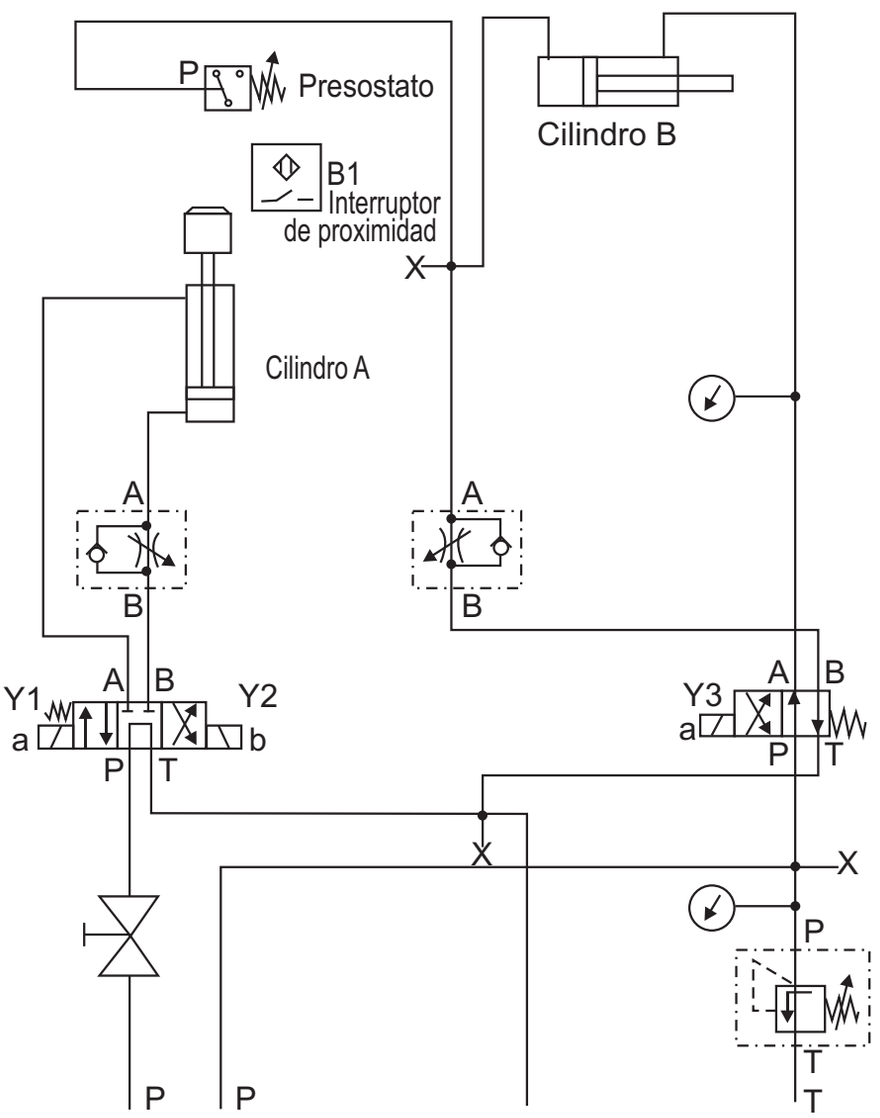
OPERACION

Instalar circuitos electrohidráulicos

Se instalará un circuito de conmutación secuencial en función de la presión. Cuando se da una señal con un pulsador, se indica el movimiento del cilindro A, al ser detectado por el interruptor de proximidad B1, debe salir el cilindro B. Cuando esto último alcanza la posición final, actúa el presostato y ambos cilindros retroceden en forma conjunta.

PROCESO DE EJECUCION

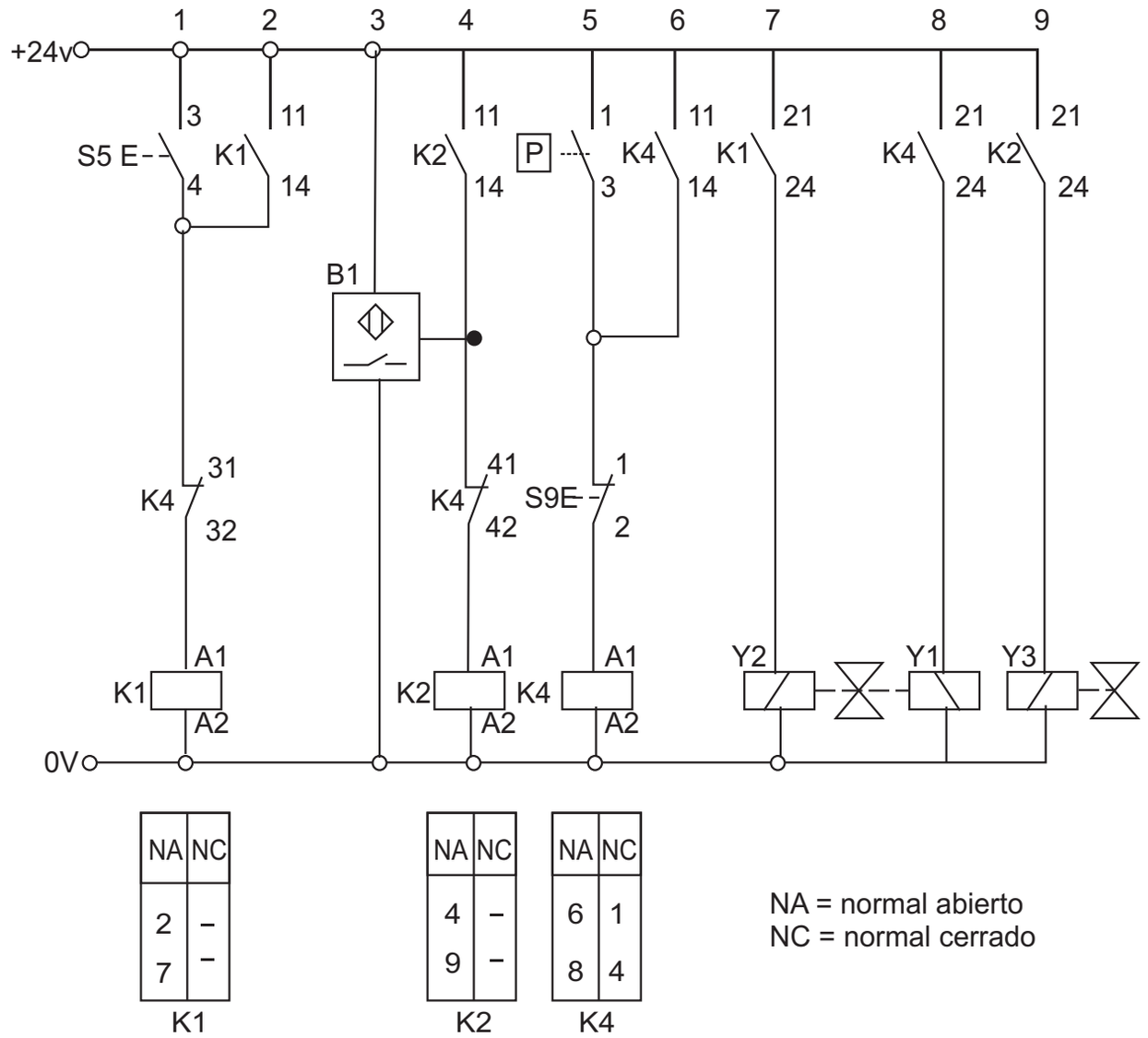
1. Realice el montaje de los elementos el electrohidráulicos y conecte las mangueras de presión.



PRECAUCION

- Cerciórece que las mangueras de presión estén acopladas correctamente (prueba de tracción).

2. Instale los elementos eléctricos



NA	NC
2	–
7	–

K1

NA	NC
4	–
9	–

K2

NA	NC
6	1
8	4

K4

NA = normal abierto
NC = normal cerrado

PRECAUCION

- Sólo se deberá intervenir en mando eléctricos si previamente ha sido desconectado la fuente de tensión eléctrica. En cualquier intervención en el mando eléctrico, deberá tomarse conciencia de que podrían producirse movimientos de la máquina, peligrosas para las personas y los materiales.

OBSERVACIONES

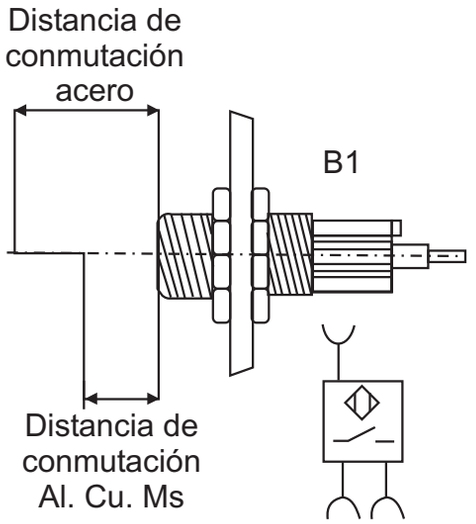
- Vincule los elementos eléctricos según el esquema eléctrico. Utilice para las conexiones eléctricas de potencial positivo cables de color rojo y para los de potencial negativo cables de color negro. Esto facilita la búsqueda de una eventual falla.

- Instale el interruptor de proximidad B1 en la tapa de unidad de carga (perforación superior).

OPERACION

Probar circuito electrohidráulico

Se realizarán las pruebas de funcionamiento del circuito electrohidráulico, se elabora el diagrama funcional y se verifica el cumplimiento del trabajo establecido para la instalación electrohidráulica.



PROCESO DE EJECUCION

1. Verifique que la bomba esté desenergenizada, el equipo sin presión.

2. Arranque la bomba y conecte tensión de 24V al circuito de control.

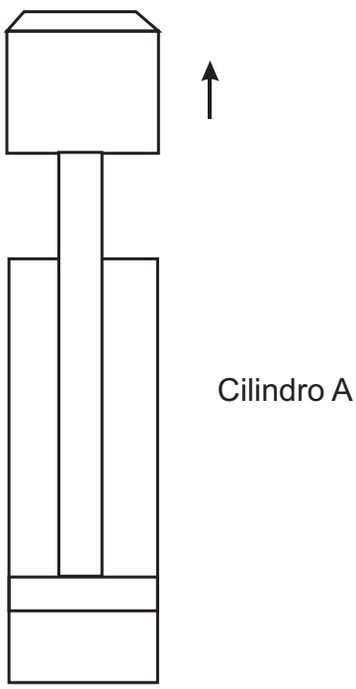
3. L imite la presión del sistema a 40bar; para ello la válvula de bloqueo debe estar cerrada. Luego que haya ajustado la presión, ábrala nuevamente.

4. Ajuste la presión de conmutación del preosostato a 30 bar con la llave hexagonal.

5. Abra ambas válvulas estranguladoras antirretorno.

6. Inicie el movimiento del cilindro A con el pulsador CONECTAR S5. Mediante el interruptor de proximidad debe salir el cilindro B. Cuando éste último alcanza la posición final, actúa el presostato y ambos cilindros retroceden en forma conjunta.

7. Observe la presión a la que conmuta el presostato en el monómetro.



8. Con el pulsador DESCONETAR S9 se anula la autorrentención del relé K4.

9. Complete el diagrama funcional.

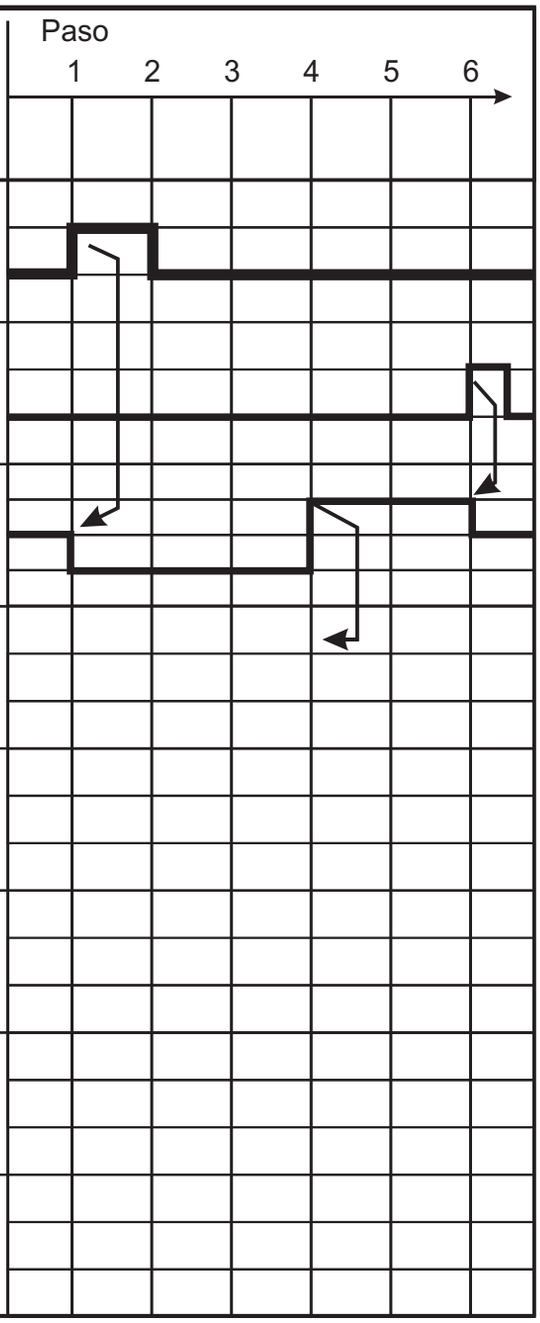
10. Cierre la llave del bloqueo del grupo hidráulico y desconecte la alimentación eléctrica.

PRECAUCION

Mantener la limpieza, lavarse las manos con frecuencia, limpiar el aceite que haya goteado. Algunos aceites pueden causar daño físico cuando entran en contacto con los ojos o la boca. Ademas existe el riesgo de lastimarse en caso de resbalar.

Evaluación: Diagrama Funcional

Nro.	Elemento	Funciones	Posición
1	Pulsador CONECTAR S_5	Conmuta 3	Accionado en reposo
2	Pulsador CONECTAR S_9	Conmuta 3	Accionado en reposo
3	Válvula direccional 4/2 vias Y1, Y2	Mando 4	a o b
4	Cilindro A	Por ejemplo alimentar	afuera adentro
5	Interruptor de proximidad	Conmuta 6	Conectar desconectar
6	Válvula direccional de 4/2 vías Y3	Mando 8	a b
7	Presostáto	Conmuta 3+6	accionado en reposo
8	Cilindro B	Por ejemplo prensar	afuera adentro



OBSERVACIONES

- Antes y después del ensayo llevar el interruptor principal a “o”.
- Asegúrese que durante el montaje de los elementos nadie pueda conectar la bomba o que el flujo de aceite hacia el soporte de los elementos esté interrumpido.
- Controlar, tirando de ellos, que todos los acoplamientos de cierre rápido se enctren bien asentados.
- Las mangueras no deben estar demasiado plegadas ni dobladas (peligro de reventón)

VALVULAS DE CONTROL ELECTROHIDRAULICO

La interfase entre la parte eléctrica e hidráulica es la válvula accionada por solenoide

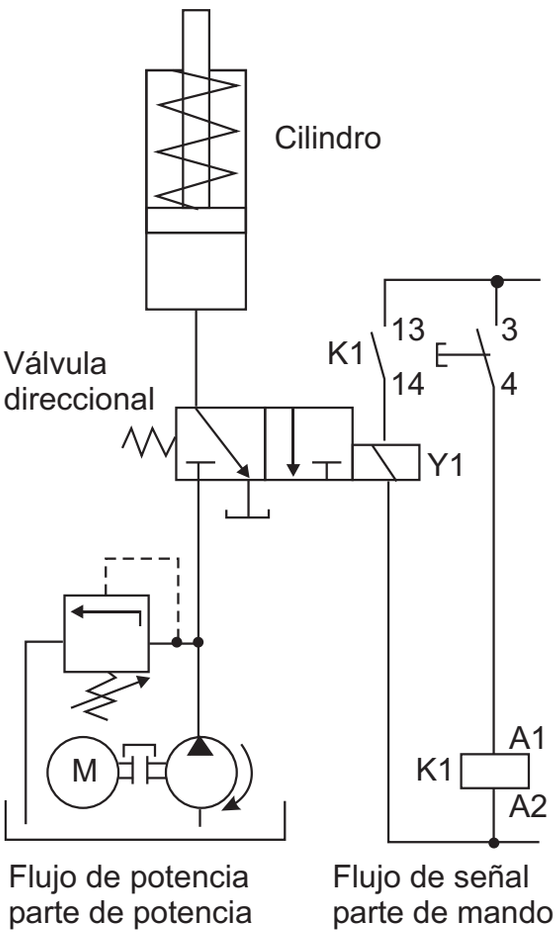


Fig. 1 Conexión Electrohidráulica

La válvula electromagnética

El núcleo de válvula electromagnética es el solenoide.

El modo de funcionamiento del solenoide se basa en que una bobina atravesada por una corriente produce un campo magnético.

De este modo se produce una fuerza sobre una barra de hierro (núcleo) sumergida en este campo.

En función de la construcción, la bobina puede tirar del núcleo o empujar el mismo. Mediante este movimiento se pueden realizar funciones de mando. Se puede por ejemplo conmutar una válvula direccional. El solenoide tira del núcleo tanto más fuerte cuando mayor es la corriente que atraviesa la bobina

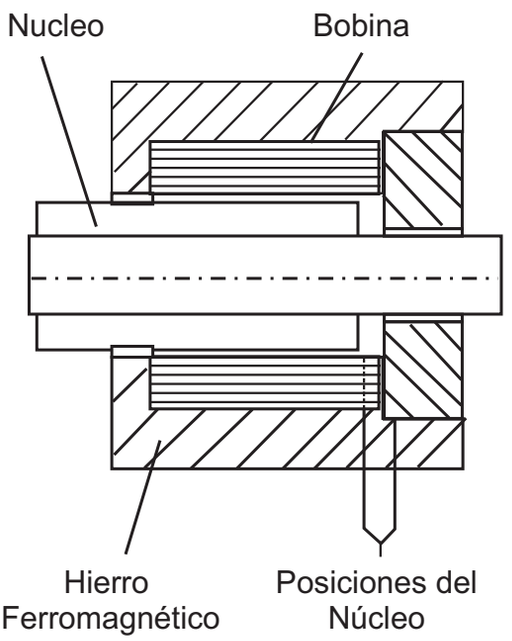


Fig. 3. Solenoide que realiza en movimiento al excitar la bobina

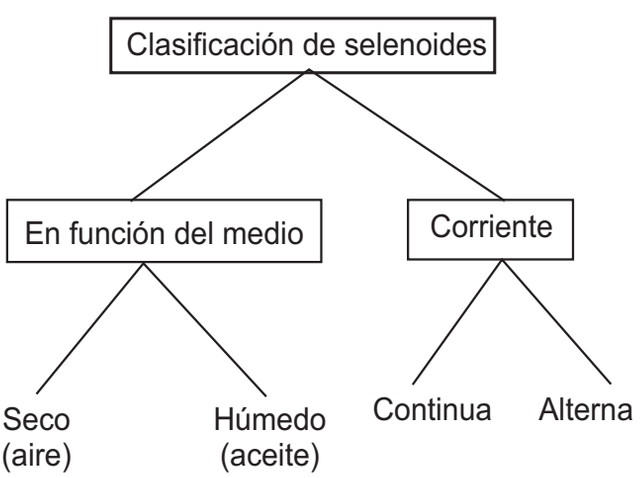


Fig. 3. Clasificación de Solenoides

Los solenoides “húmedos” trabajan en un “baño” de aceite del sistema hidráulico.
Los solenoides sumergidos en un baño de aceite tienen las siguientes características:

- mejor corrosión
- menor desgaste
- conmutación suave
- mejor transferencia de calor
- no requieren una estanqueidad especial entre el núcleo y el impulsor de la válvula.

Tipo de solenoide:

Según el tipo de tensión de alimentación se pueden elegir entre dos clases de solenoides:

Solenoides de tensión continua y solenoide de tensión alterna:

Solenoide de continua	Solenoide de alterna
Ventajas	
- no se queman - elevada frec. De conmut. - conutación suave - insensible a sobrecarga de conductores	- menores en tiempos de conmutación. - menor precio
Desventajas	
- más lentos - precio elevado - mayor requerimiento de control	- se queman - menor frecuencia de conmutación

Solenoide en la válvula direccional

El solenoide se sujeta a la válvula direccional mediante una unión roscada para facilitar en caso de avería el mantenimiento y el reemplazo.
Del solenoide salen tres contactos: 2 contactos para la bobina (contrapuestos) y un contacto de tierra. Este último se puede conectar a potencial de tierra en el cuerpo de la válvula, no se debe conectar a 24 v.

Ejemplo de una placa de características de una electroválvula:

Tensión/ corriente	220 V, 50 Hz ó 24 VCCC
Tolerancia de tensión:	+10 %
Potencia	16 VA para VAC 26W para VDC
Tiempo de conexión: (permanente)	100%
Rango de temperatura:	en general -30° C hasta +70°C
Protección:	IP 65

(IP 65: protección contra contacto con elementos auxiliares de cualquier tipo, protección total contra polvo, protección contra salpicaduras de agua).

Tiempos de conmutación :	entre aprox. 30 hasta 120 ms, dependiendo de - tamaño del solenoide - tipo de corriente

1. **Válv. direccionales de mando directo**

Solenoide de conmutación en aire

Para una mejor comparación en la figura 4 se representa a la izquierda un solenoide de alterna (1) de conmutación en aire y a la derecha un solenoide de continua (2) de conmutación en aire. La válvula tiene en este ejemplo 2 posiciones, el pistón no es colocado en una posición determinada mediante resortes. Se trata de la denominación corredera de impulsos.

Al excitar la bobina del solenoide el núcleo desplaza a través de un impulsor al pistón de mando. En este caso se acciona el solenoide de alterna (1) desplazando el pistón hacia la derecha.

La cámara del núcleo de los solenoides de conmutación en aire está aislada del canal de tanque mediante juntas en los casquillos (3).

Los resortes tienen la función de fijar los casquillos (3).

En el esquema en corte se indican los accionamientos de emergencia (4) con que están provistos los solenoides. De este modo se puede accionar manualmente el pistón de mando desde el exterior. Es así posible verificar fácilmente la función de conmutación de un solenoide.

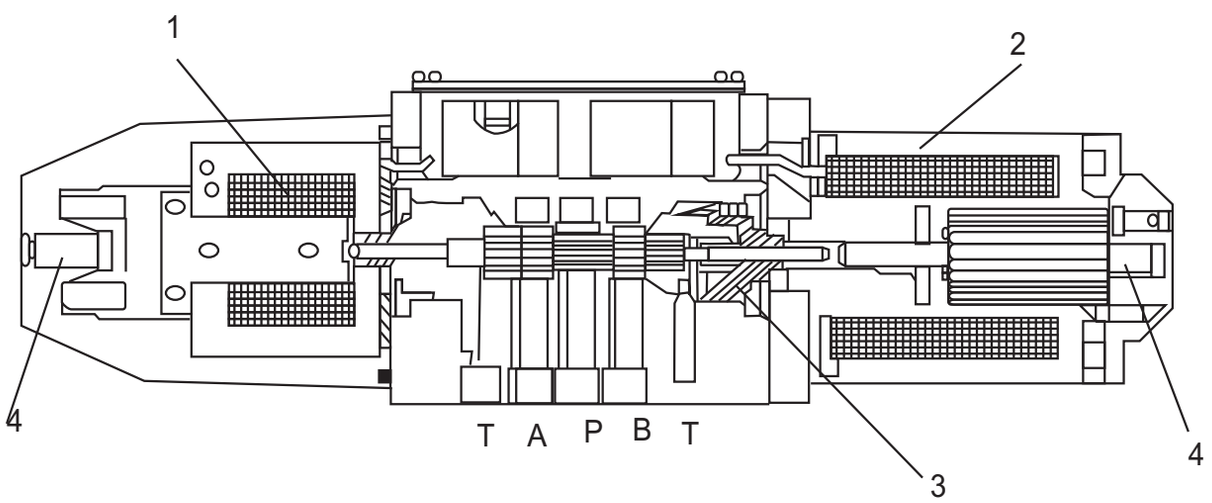


Fig.4 Selenoide de conmutación en aire

Solenoides de conmutación en baño de aceite.

En la figura 5 se representa a la izquierda un solenoide de continua (1) en baño de aceite y a la derecha un solenoide de alterna (2) en baño de aceite. La cámara del núcleo está unida con el tanque. Se muestra aquí una válvula con 3 posiciones.

Los resortes (3) se apoyan contra la carcasa del solenoide y mantienen centrado al pistón mediante casquillos y discos en la posición media.

En comparación con la versión de conmutación en aire el pistón de mando es plano y es desplazado mediante impulsores en el núcleo del solenoide.

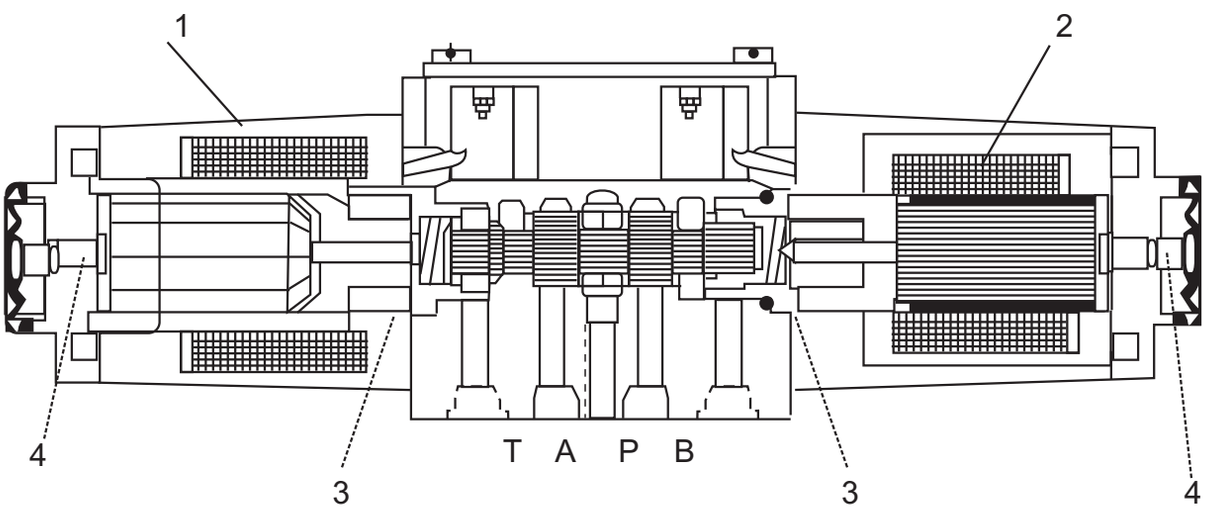


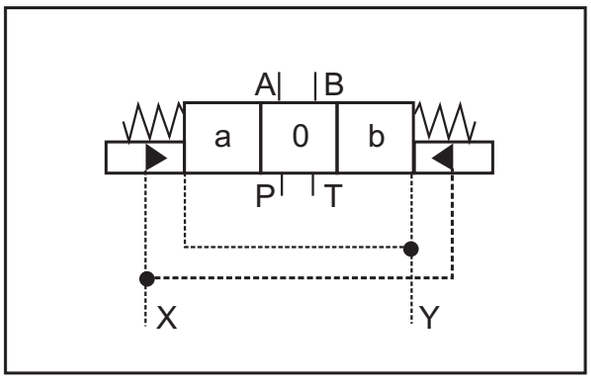
Figura 5: Solenoide de conmutación en aceite.

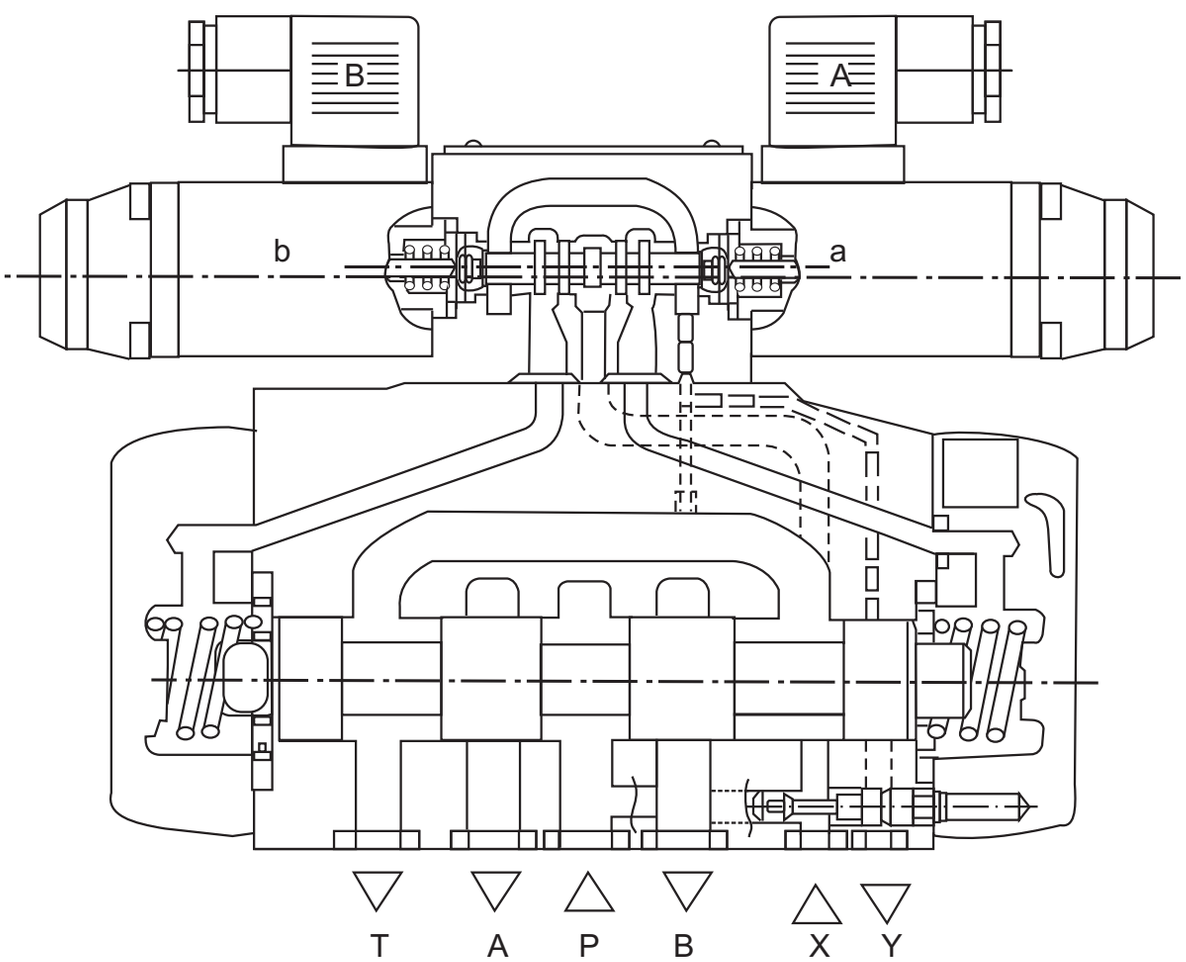
En el esquema en corte se indican los accionamientos de emergencia (4) con que están provistos los solenoides. De este modo se pude accionar manualmente el pistón de mando desde el exterior. Es así posible verificar fácilmente la función de conmutación de un solenoide.

Los canales P, A y B están separados mediante paredes en la carcasa. El canal T no tiene esta separación sino que tiene una conexión externa y se cierra al montar el elemento de accionamiento o la tapa.

2. Válvulas direccionales precomandadas

Las válvulas direccionales más grandes, es decir para potencias hidráulicas mayores, son precomandadas. Esto se debe a las fuerzas necesarias de accionamiento para desplazar el pistón de mando y por lo tanto a los mayores tamaños de solenoide requeridos (densidad de potencia).





Códigos

Los códigos están normalizados según DIN 40719; parte 2

3. Circuito eléctrico

En lugar del accionamiento manual de la válvula, se comanda la bobina de un solenoide instalado en la misma y con ello la válvula.

El comando se muestra en el circuito eléctrico. Sin embargo éste no brinda información sobre el cableado de los elementos individuales sino que representa sólo un esquema de principio. En realidad los contactos del relé K1 no están separados del mismo sino integrados en su carcasa.

El circuito eléctrico se compone de símbolos de conexión normalizados. Los elementos están dispuestos en paralelo sobre líneas verticales. Estas líneas son numeradas y se denominan bornes de corriente.

Para dibujar un circuito eléctrico valen las siguientes reglas:

1. Los contactos y relés se representan en forma destacada y sin considerar la vinculación mecánica con el componente.

2. La representación muestra un estado desenergizado.

3. Los dispositivos se muestran en estado de reposo.

4. La dirección simbólica del movimiento de los contactos es en el plano y siempre de izquierda a derecha.

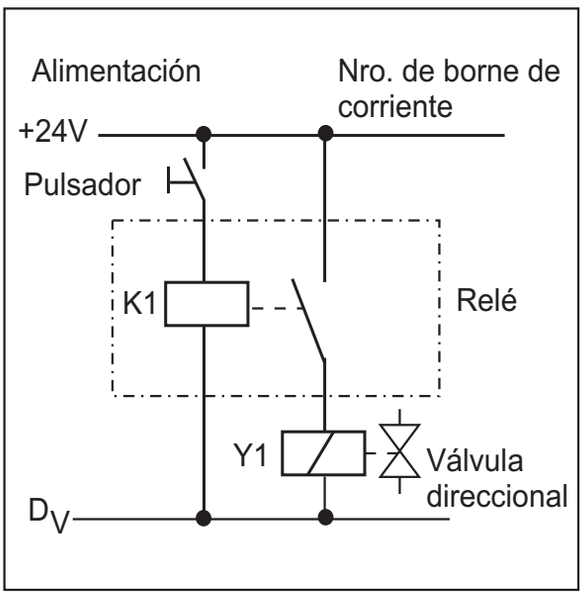


Fig. 8 Diagrama funcional

En la técnica de control se representan numerosos circuitos en un diagrama funcional.
Estos diagrama reemplazan la descripción del circuito.
Los diagramas funcionales se deben construir según las siguientes premisas:

1. Disposición de cada módulo de manera tal que originen líneas de señal cortas.
2. La flecha indica el efecto directo de cada función.
3. Los pulsos de conexión se representan sólo como pequeños rectángulos, ya que como indica su nombre, son sólo impulsos. Para una mejor comprensión se representa en la figura 9. un pulso de conexión.

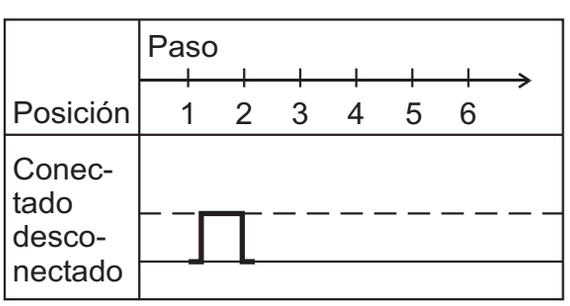
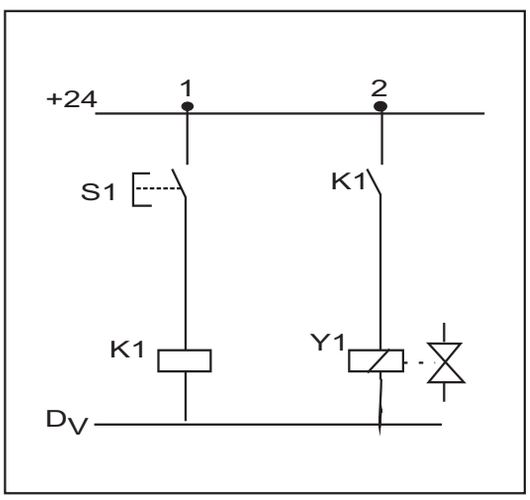


Fig. 9: Representación de un pulso de conexión

Ejemplo 1:

Circuito eléctrico con el correspondiente diagrama funcional



En la norma VCI 3260 encontrará una descripción precisa de la representación de diagramas funcionales.

El modo de representación seleccionado a continuación le ayudará a comprender la construcción de un diagrama funcional.

Figura 10: Circuito eléctrico

Número	Elemento	Función	Posición
1	Pulsador CONECTAR S1	Conmuta 2	Accionado en reposo
2	Relé	Conmuta 3	Energizado en reposo
3	Válvula direccional de 4/2 vías Y1	Mando 4	a b
4	Cilindro	Por ejemplo comprimir	afuera adentro

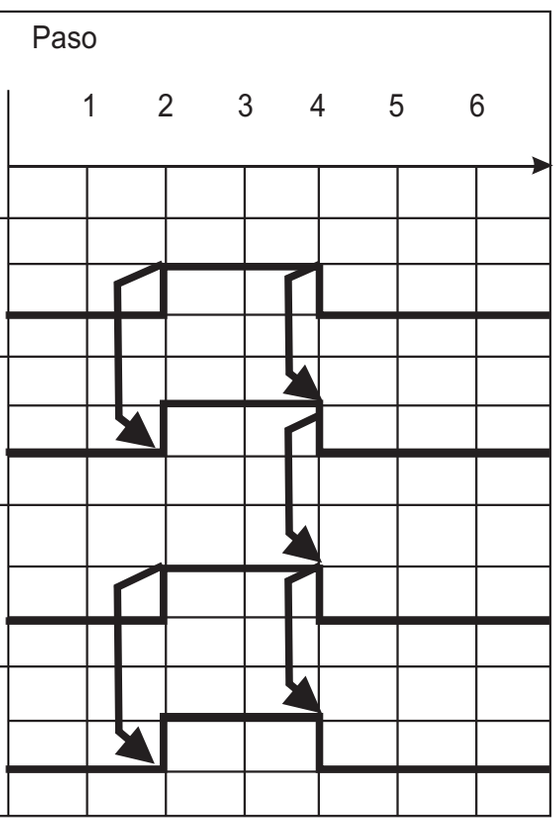


Figura 11 Diagrama funcional de figura 10

Ejemplo 2:

elemento de señal

Elemento de señal: CONECTAR-DESCONECTAR (contacto de posición)

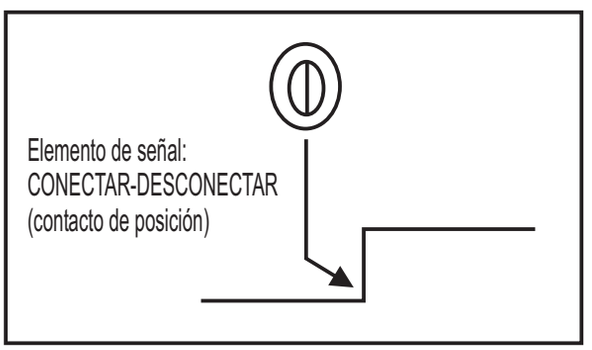


Figura 12: Elemento de señal

Elemento de señal : PULSO (contacto de pulso)

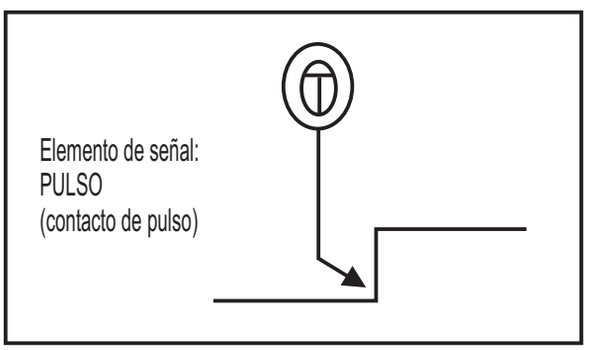


Figura 12: Elemento de señal

De este modo se obtiene el siguiente diagrama funcional

Número	Elemento	Función	Posición
1	Relé	Conmuta 2	Accionado en reposo
2	Válvula direccional de 4/2 vías Y1	Mando 3	a b
3	Cilindro	Por ejemplo comprimir	afuera adentro

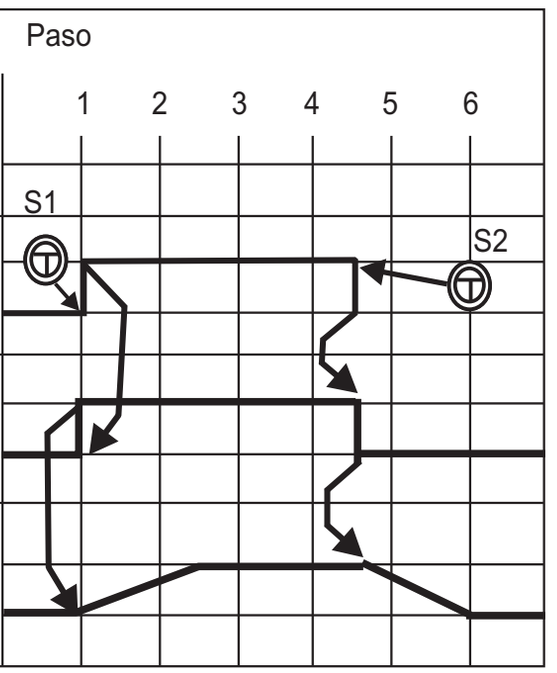


Figura 14 Diagrama funcional

Una simplificación adicional sería dibujar el elemento de señal directamente en la línea representativa de la función de la válvula direccional de 4/2 vías y omitir el relé K1.

CLASES DE PRESIONES

1. **Presión hidrostática:** es la presión que surge en un líquido por efecto de la masa líquida y su altura.

$$P_h = h. \rho .g$$

P_h = Presión hidrostática (presión por gravedad) [Pa]
h= altura de la columna del líquido [m]
ρ= densidad del líquido [kg/m³]
g = aceleración de la gravedad m/s²

Esta presión es independiente de la forma del recipiente y sólo depende de la altura y la densidad de la columna del líquido.

2. Presión hidrodinámica: es la suma de la presión hidrostática más la mitad de la densidad del líquido por el cuadrado de su velocidad.

$$P = p_h + \frac{\rho .v^2}{2}$$

En un líquido en movimiento, todos los puntos situados al mismo nivel tienen la misma presión hidrodinámica.

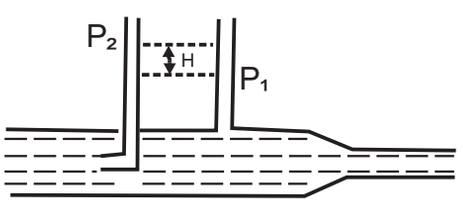


Fig. 15 Tubo pitot

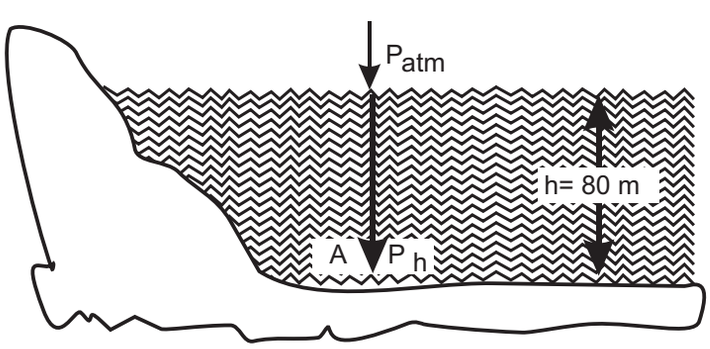
$P_2 - P_1 = h.\gamma$

$h. = \frac{V^2}{2g}$ .... h. = altura

$\gamma = \rho . g$ .... γ. = peso específico

$P_2 - P_1 = \frac{\rho V^2}{2}$

Ejemplo: ¿Cuál es la presión total en atmósferas a 80m de profundidad en el mar si un barómetro en la superficie indica 75 cm. de mercurio?



La presión en el punto A, será:
$P_A = P_{atm} + P_h$
donde:
- P_{atm} = P. ejercida por 75 cm/tg
  P_{atm} = 99,96x 10^3 N/m²
- $P_h = \rho$ agua x g x h
  P_h = 862, 4 x 10^3 N/m²

Luego $P_A = P_{atm} + P_h$
P_A = 9,62 atm.

SEGURIDAD EN EL MANEJO DE CONTROLES DE PRESIÓN HIDRÁULICOS

1. Todo sistema hidráulico debe tener una válvula limitadora de presión. Esta válvula se monta inmediatamente después de la bomba para evitar daños y accidentes debidos a sobrecargas de presión.

2. Antes de reparar, mantener o sustituir cualquier aparato en una máquina hidráulica, se debe parar la bomba, descomprimir el circuito y desconectar la parte eléctrica.

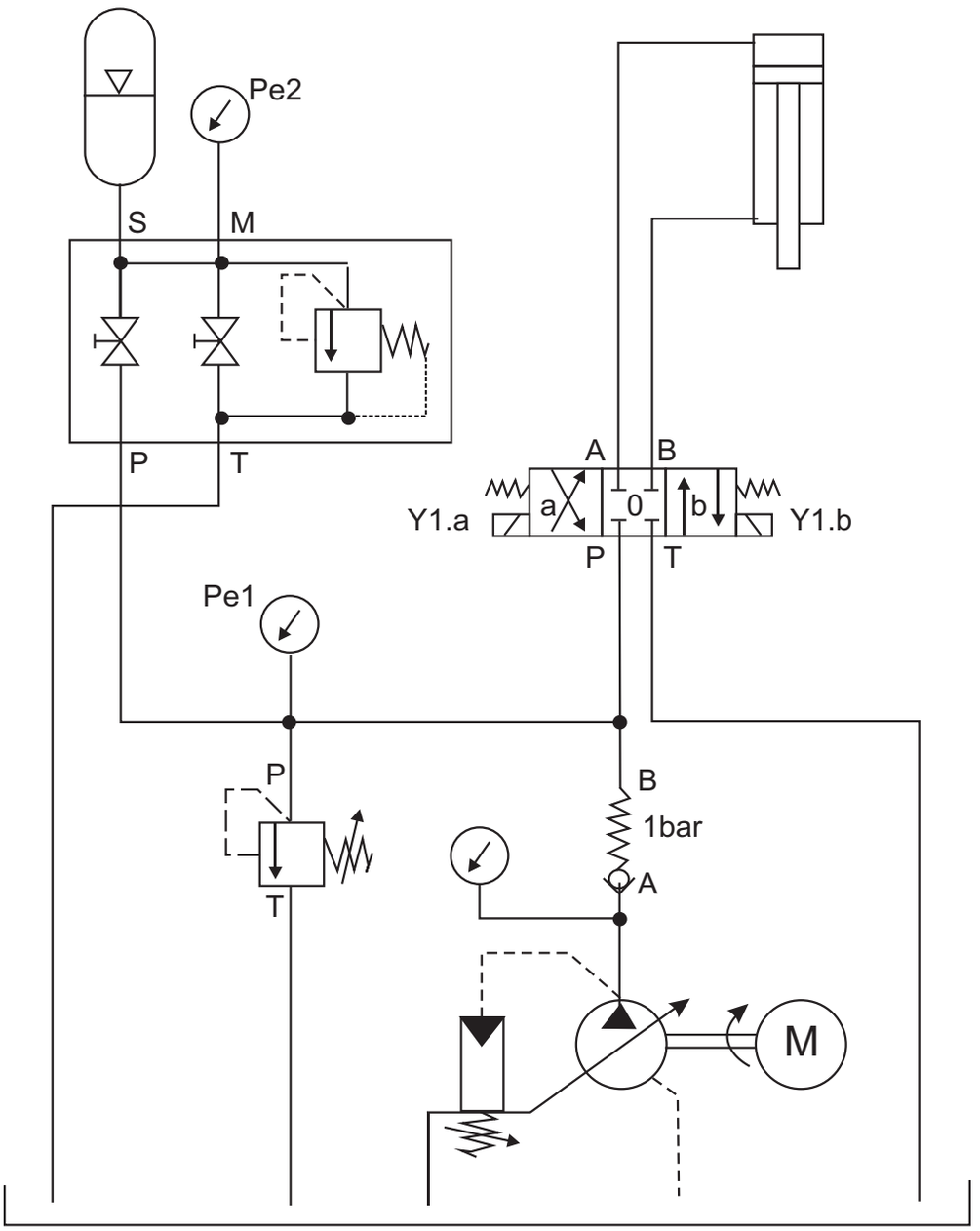
3. Para garantizar la función de la válvula reductora de presión, el aceite que sirve de regulación de la válvula reductora de presión debe ser conducido externamente y sin presión al tanque.

4. Antes de poner en marcha la máquina o instalación se debe aflojar todos los reguladores de presión y abrir los reguladores de caudal.

5. En instalaciones hidráulicas donde la presión de trabajo debe controlarse, se instalan manómetros, siendo recomendable mantener antes del mismo una llave de paso que únicamente se abra durante la medición, con lo que se consigue alargar notablemente la vida del instrumento.
En caso de que en la instalación existen golpes de presión y pulsaciones, se debe instalar a la entrada del manómetro un estrangulamiento. También se puede usar manómetros rellenos con glicerina.

6. Cada recipiente de presión debe tener un manómetro adecuado que indique la sobrepresión de servicio. La sobrepresión máxima admisible debe estar indicada visiblemente. Para cada recipiente de presión debe existir una válvula de seguridad adecuda. El ajuste de la misma debe estar asegurada contra cambios no autorizados.
Las válvulas de seguridad no deben ser bloqueables hacia el acumulador hidráulico. En las tuberías de alimentación de presión, en lo posible cerca del recipiente de presión, debe haber dispositivos de bloqueo de fácil acceso.

7. Durante todo trabajo, debe tenerse un cuidado primordial, las condiciones de limpieza absoluta deben prevalecer porque el polvo es el enemigo más peligroso de una instalación hidráulica. Antes de desconectar o aflojar los pernos de ajuste, la instalación en su vecindad debe ser limpiada y todas las partes abiertas deben estar cerradas con tapones para asegurar que el polvo no ingrese al sistema. Cuando se llene el sistema, el aceite debe ser vertido a través del filtro.



Nº	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01.	Verificar y fijar elementos hidráulicos	● Grupo hidráulico ● Cilindro de doble efecto ● Electrovalvula biestable 4/3 ● Válvula antirretorno ● Acumulador hidráulico ● Monómetros ● Mangueras de presión ● Pulsadores ● Reles de contactos
02.	Montar circuitos hidráulicos Industriales	
03.	Instalar circuitos hidráulicos	
04.	Probar funcionamiento de circuito hidráulico	

PZA.	CANT.	DENOMINACION - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		MONTAJE Y OPERACION DE CIRCUITOS HIDRAULICOS INDUSTRIALES	H.T. Ref. H.T.	
		CONTROLISTA DE MAQUINAS Y PROCESOS INDUSTRIALES	TIEMPO **15 H**	HOJA : 1/1
			ESCALA:	2002

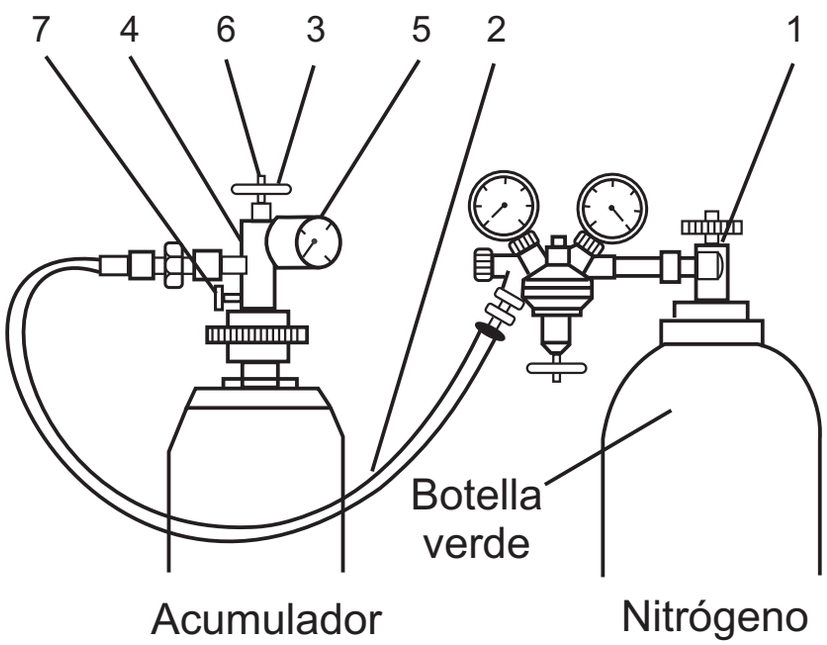
OPERACION

Verificar elementos hidráulicos industriales

En esta operación se verifica la operatividad de los elementos hidráulicos industriales: acumulador, electroválvulas, cilindros, manómetros, grupo hidráulico y accesorios eléctricos.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1. Verifique que el acumulador esté cargado, en caso contrario llenarlo con nitrógeno.



1 Unidad reductora de presión
2 Manguera de alta presión
3-7 Dispositivo de llenado del acumulador

2. **Verifique grupo hidráulico**

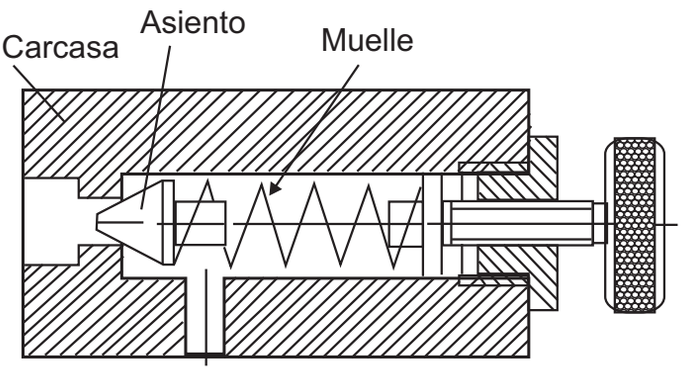
- Bomba hidráulica - motor eléctrico
- Filtros, mangueras de presión y racores,
- Manómetro.

3. **Verifique cilindro hidráulico**

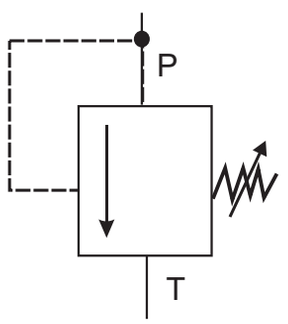
- Inspeccione los orificios de purga, vástagos, separadores, alineación, pérdidas de aceite, empaquetaduras y retenes.
- Verifique puntos de montaje y articulaciones.

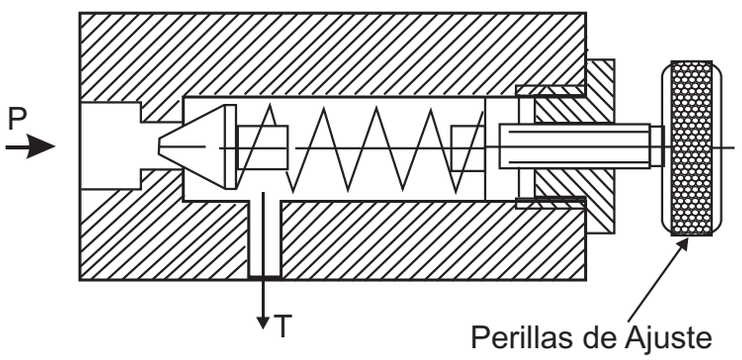
4. Verifique electroválvula 4/3

- Revise el buen estado de los asientos, correderas, racores y juntas.
- Mida resistencia de los solenoide Y1.a y Y1.b.
- Realice pruebas de aislamiento.



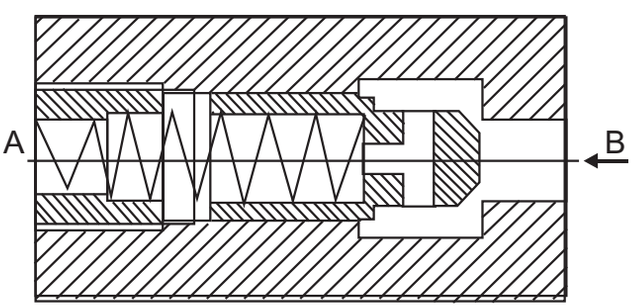
5. Verifique válvulas limitadoras de presión





Válvula antirretorno

6. Verifique válvula antirretorno.



7. Verifique mangueras de presión.

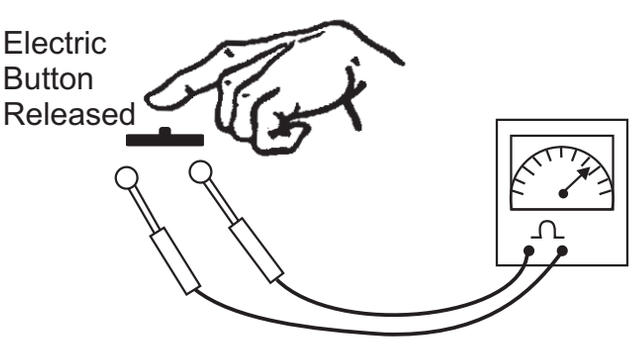
- Las mangueras de presión y los racores deben estar en buen estado.

- Las mangueras no deben estar demasiado plegada ni dobladas.

8. Verifique manómetros

- Elegir manómetros cuya escala sea el doble de la presión a medir y bañado en glicerina.

Prueba de Operatividad



9. Verifique accesorios eléctricos

- Pulsadores
- relés de contactos
- Cables eléctricos
- Fuente de alimentación

OBSERVACION

- Es importante también verificar la limpieza y buen estado del aceite hidráulico (la. presencia de espuma en la superficie indica que hay una entrada de aire)

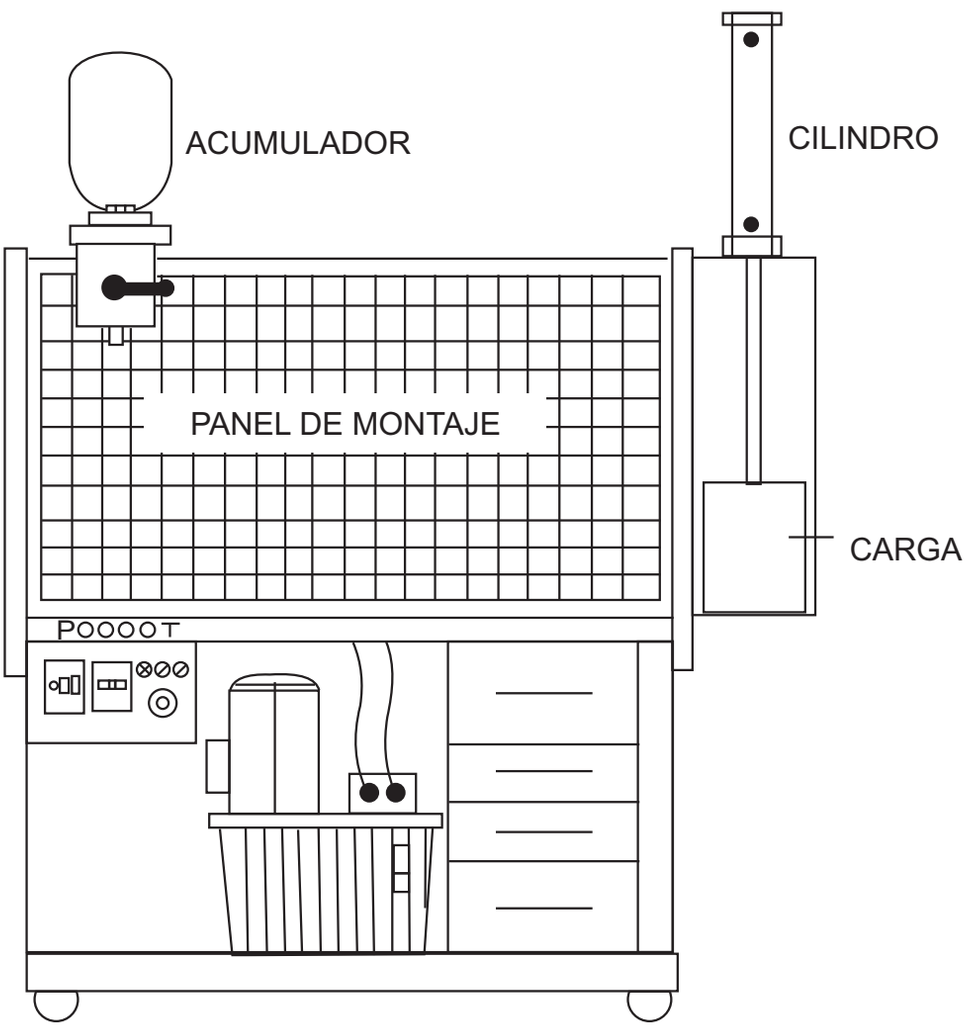
OPERACION

Montar circuitos hidráulicos industriales

En el tablero de pruebas se realiza el montaje de los elementos hidráulicos y eléctricos para operar el cilindro con la energía acumulada.

PROCESO DE EJECUCION

1. Realice el montaje de los elementos hidráulicos y eléctricos en el tablero de pruebas.



OBSERVACIONES

- Limpie el tablero de pruebas y el grupo hidráulico con un trapo seco.
- Verifique que no hay escapes en las conexiones rápidas que conecten el grupo hidráulico al tablero de pruebas.
- Verifique nivel de aceite en el depósito.

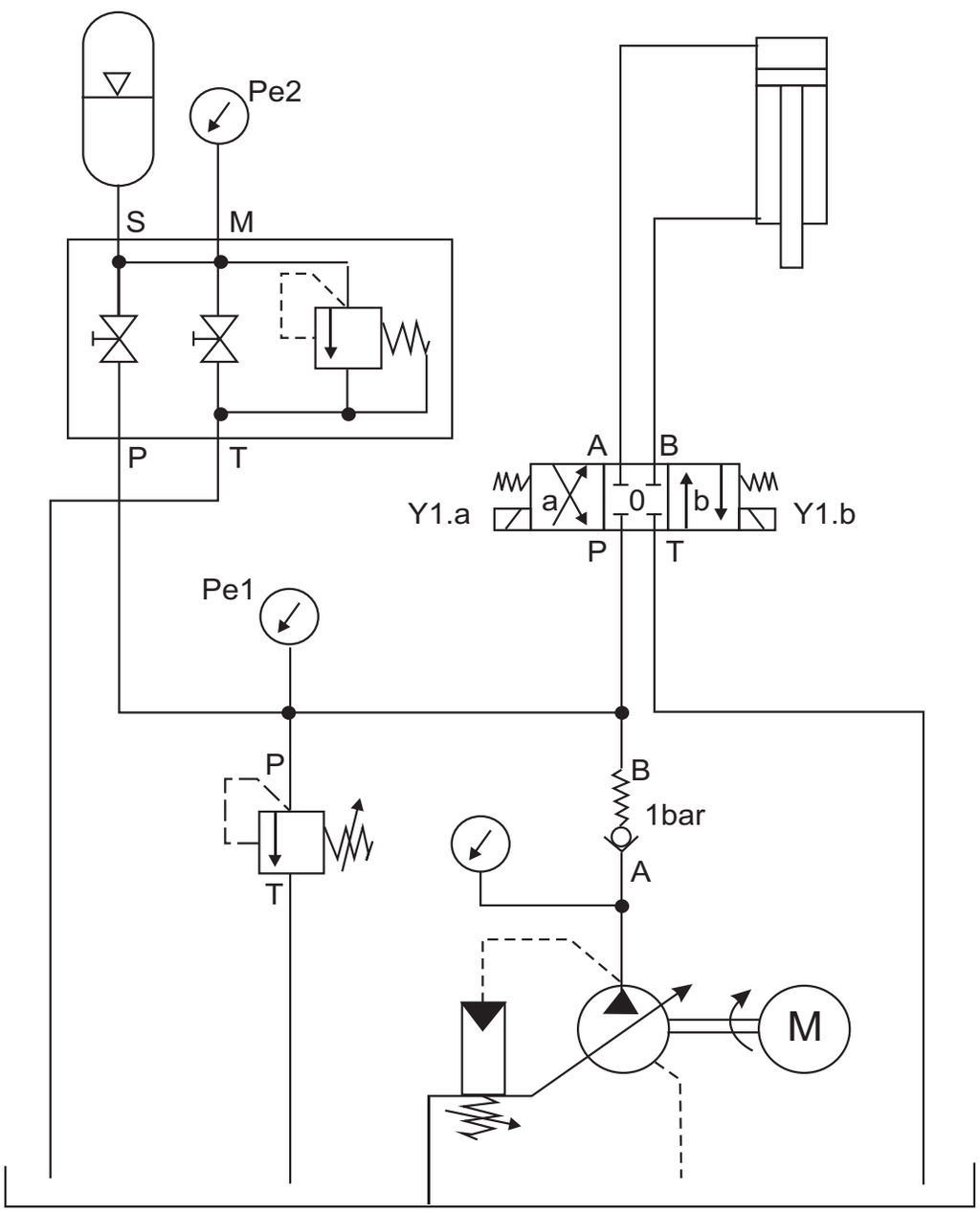
OPERACION

Instalar circuitos hidráulicos industriales

Realizado el montaje de los elementos hidráulicos industriales se conectan las mangueras de presión en el circuito hidráulico y se cablea el circuito de control eléctrico.

PROCESO DE EJECUCION

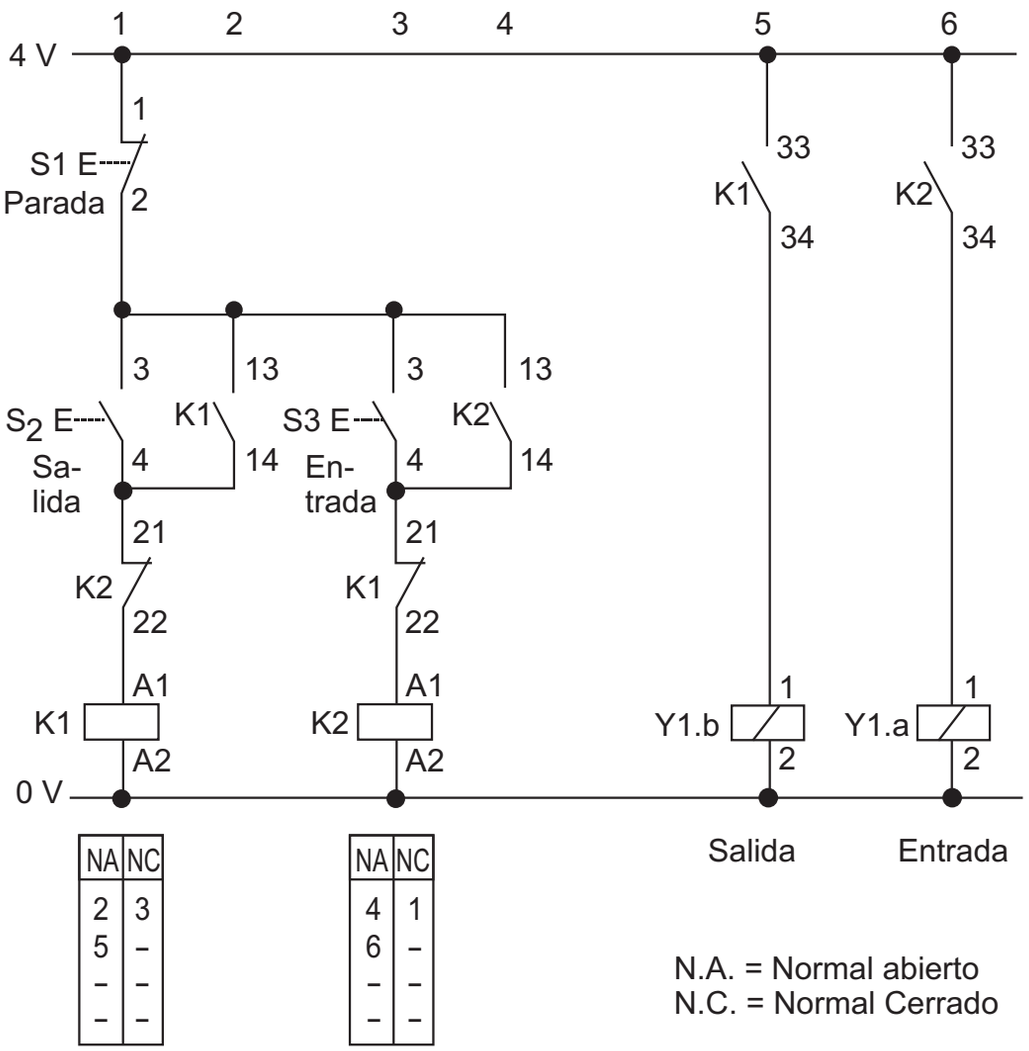
1. Instale el circuito hidráulico



PRECAUCIÓN

- Verifique el correcto conexionado de las mangueras de presión

2. Instale el sistema de control



OBSERVACIONES

- En válvulas en las cuales en posición media todas las tuberías están bloqueadas, se desarrolla la presión del sistema ajustada. Al alcanzar la presión, el aceite fluye desde la bomba contante a través de la válvula limitadora de presión hacia el tanque (calentamiento del aceite - pérdida de energía), las bombas variables reguladoras de presión conmutan a carrera nula (ahorro de energía).

- Si la presión del sistema hidráulico cae por debajo de la presión del acumulador, el acumulador se descarga.

- El acumulador comienza a cargarse cuando la presión del sistema, en aumento, alcanza la presión de pretensión del nitrógeno.

OPERACION

Probar funcionamiento de circuito hidráulico industrial

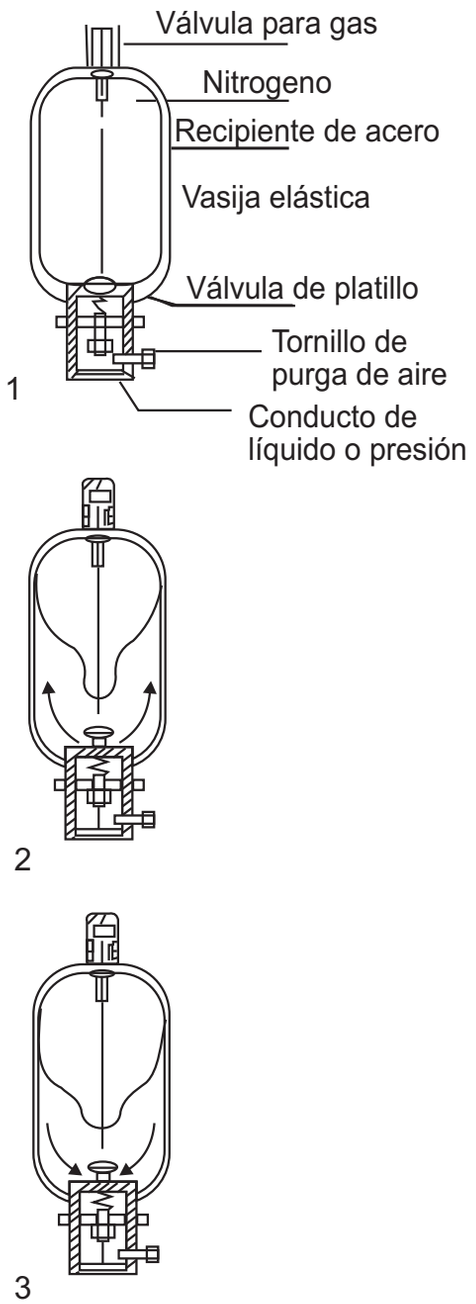
Se debe probar el circuito de manera que sea posible operar el cilindro con la energía acumulada. A través de los trayectos recorridos por el cilindro se deberá calcular el volumen de llenado respectivo del acumulador.

PROCESO DE EJECUCION

1. La bomba está desconectada, la instalación sin presión.
2. Cerciórese una vez más que los aparatos y las mangueras de unión estén firmes.
3. Descargue la válvula limitadora de presión.
4. Conecte la bomba y aplique tensión de 24 voltios al sistema de control.
5. Realice los siguientes ensayos:
   a. Cerciórese que la válvula de carga del acumulador (palanca roja) esté abierta y la válvula de descarga del acumulador (botón giratorio negro) esté cerrado.
   b. Con la válvula limitadora de presión ajuste la presión en 40 bar
   c. Ahora cierre la válvula de carga del acumulador (palanca roja) y abra muy lentamente la de descarga del acumulador (botón giratorio negro). Observe el desarrollo de la presión en el acumulador en el manómetro pe2. La presión se descarga lentamente hasta la presión de pretensión y luego cae bruscamente. La presión inmediatamente anterior a la caía es la presión de pretensión.

ENSAYO II

a. En el ensayo siguiente se parte de una presión del sistema de 25 bar. Cierra la válvula de descarga del acumulador (botón giratorio negro) y abre la válvula de carga del acumulador (palanca roja).



Etapas de corza y descarza del acumulador

b. Pulse S2, el cilindro se extiende. Marque en la cubierta de plexiglás la posición de la placa de metal afirmada al extremo del vástago.

c. Pulse S3, el cilindro retorna. Marque la posición actual. La distancia entre las marcas deberían ser de 20 cm.

D. Con la válvula limitadora de presión ajuste en 17 bar la presión del sistema.

e. Después de un tiempo breve, en el acumulador se debería estabilizar una presión de aproximadamente 15 bar. La diferencia aproximadamente 2 bar con respecto a la presión del sistema resulta de las resistencias de los acoplamientos de las mangueras y de los elementos. Si la presión en el acumulador fuera demasiado elevada abra brevemente la válvula de descarga del acumulador.

f. Desconecte la bomba.

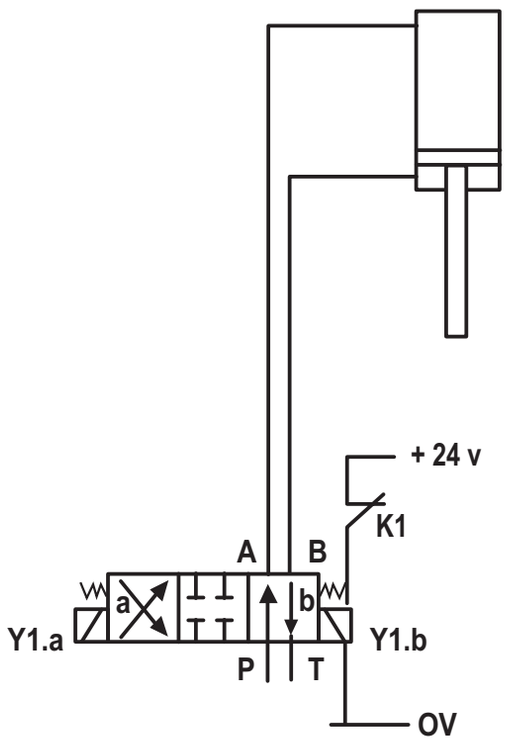
g. Conmute la válvula 4/3 y realice movimientos de entrada y salida del cilindro hasta que deje de moverse. Anote el número de movimientos de entrada y de salida completos y el trayecto recorrido por el cilindro en su último movimiento de entrada o salida hasta la parada.

h. Conecte la bomba nuevamente.

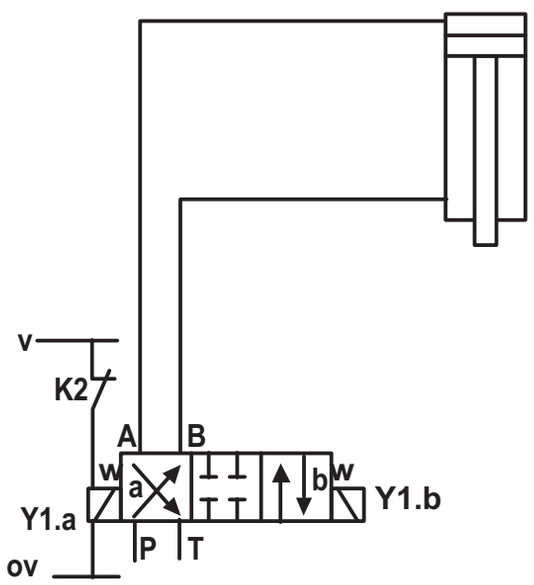
i. Repita los puntos d hasta h con las presiones del sistema pe1 de 27,32,37,42 y 47 bar.

j. Desconecte la bomba.

Pulse S2: Salida del Cilindro



Pulse S3: retorno de cilindro



PRECAUCIONES

- Proteja la bomba de manera tal que al desconectarse, la presión del acumulador no actúe contra la misma.
- Después de cada prueba, controle si en la instalación aún hay presión y, dado el caso, descargue la presión existente a través de la válvula de descarga de presión.

6. Evaluación

a. Cálculo de volumen de llenado del acumulador
A partir de la carrera total del cilindro se puede calcular el volumen de llenado del acumulador según la fórmula siguiente:

$$V = D_k^2 . \frac{\pi}{4} (a.s. + x) + (D_K^2 - D_{st}^2) . \frac{\pi}{4} . (e.s + z)$$

V = volumen de llenado del acumulador

Dk= diámetro del pistón del cilindro (25 mm)

Dst= diámetro del vástago del cilindro (16 mm)

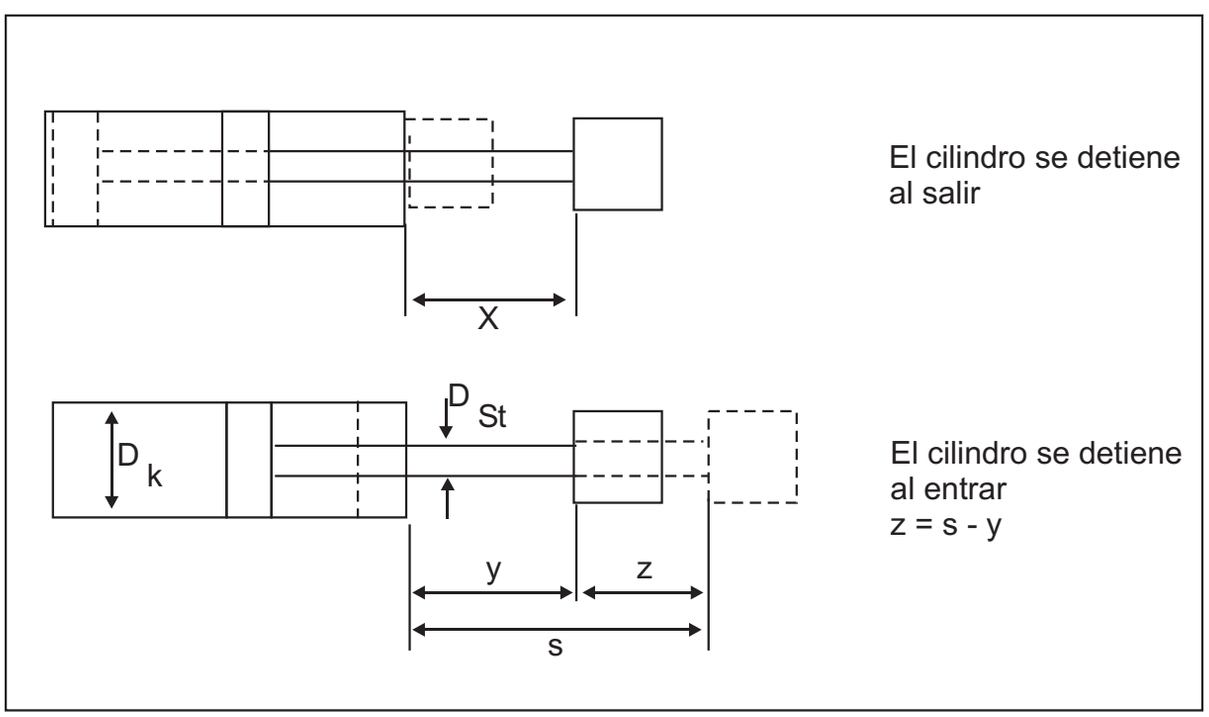
S = longitud de carrera del cilindro (200 mm)

a= número de carreras de salida completas

e= número de carreras de entradas completas

x= carrera restante del cilindro saliente

z= carrera restante del cilindro entrante.



Carrera restante del cilindro

b. Con los valores calculados confeccione una tabla
Presión de pretensión = 10 bar

Acum hidraúlico pres. carga pe_2 en bar	Números de carreras completas		Números restante en dm		Volumen de llenado V en L
	Salir a	Entrar e	Salir x	Entrar z	
15					
25					
30					
35					
40					
45					

Tabla

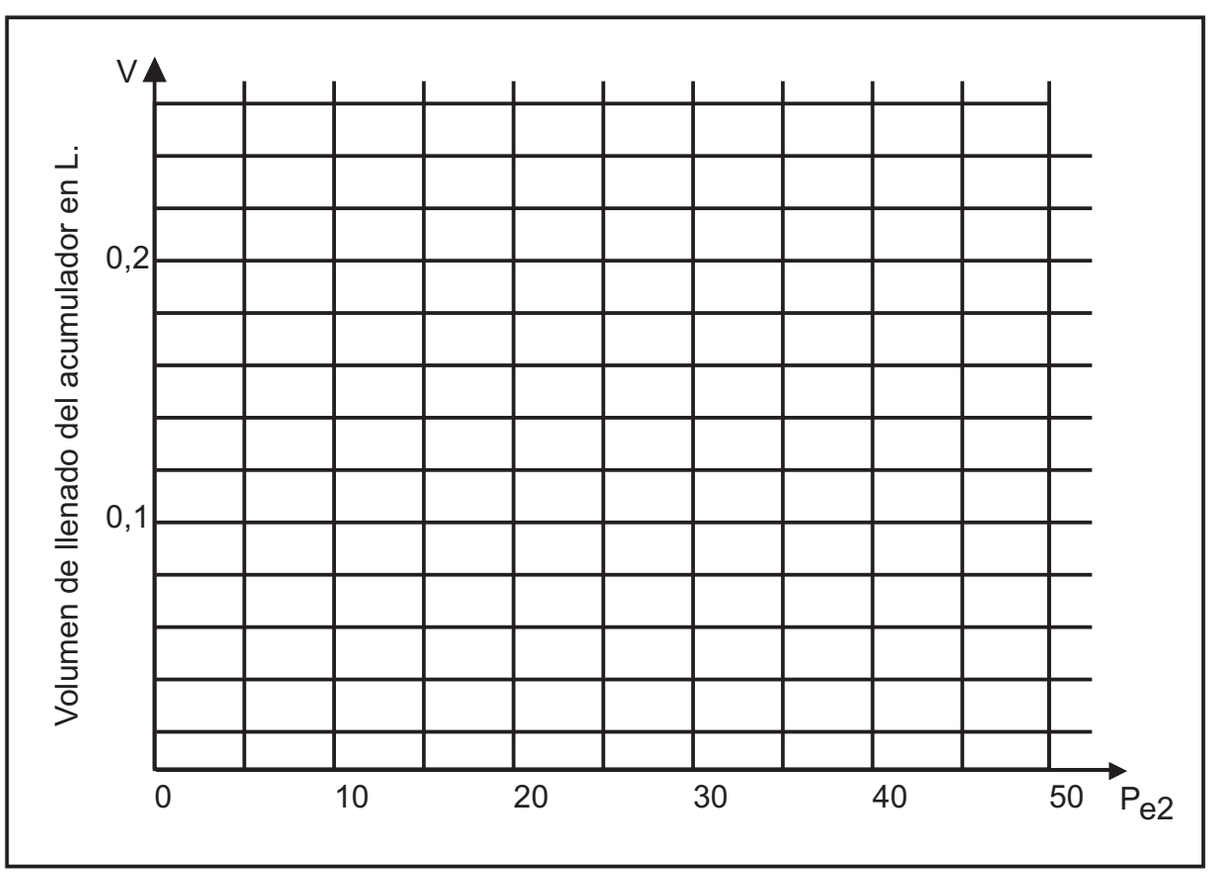


Diagrama relativo a la tabla

ACUMULADORES HIDRAULICOS

Un acumulador consiste en un depósito destinado a almacenar una cantidad de fluido incomprensible y conservarlo a una cierta presión mediante una fuerza.

El fluido bajo presión entra a las cámaras del acumulador y realiza una de estas tres funciones: comprime un resorte, comprime un gas o levanta peso, y posteriormente cualquier caída de presión en el sistema provoca que el elemento reaccione y fuerce al fluido hacia afuera otra vez.

Los acumuladores de peso y de resorte sólo se emplean para aplicaciones industriales especiales y, por lo tanto, carecen de importancia. Acumuladores cargados por gas sin miembro divisor se emplean rara vez en hidráulica, dado que el fluido absorbe gas.

En la mayor parte de instalaciones hidráulicas se utilizan acumuladores hidroneumátricos (cargados por gas) con elemento separador.

De acuerdo con el elemento separador se distinguen acumuladores de vejiga, de pistón y de membrana.

1. Funciones

En una instalación hidráulica los acumuladores hidroneumáticos deben cumplir diversas funciones:

- Acumulación de energía
- Reserva de líquido
- Accionamiento de emergencia
- Equilibrio de fuerzas
- amortiguación de golpes mecánicos
- Amortiguación de golpes de presión
- Compensanción de fugas
- Amortiguación de golpes y oscilaciones
- Amortiguación de pulsaciones
- Suspensión de vehículos
- Recuperación de energía de frenado
- Mantener constante la presión y
- Compensar el caudal (recipiente de expansión)

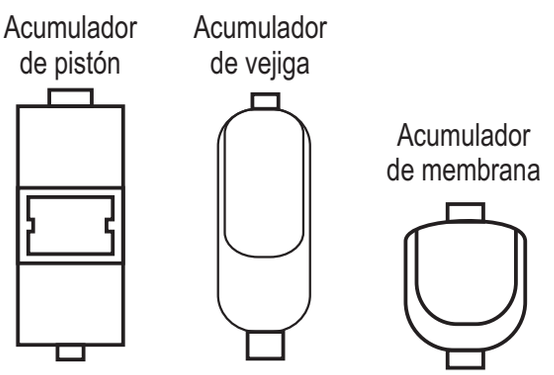


Fig. 1. Acumulador con elementos separdor

2. **Tipos constructivos**

Los acumuladores hidroneumáticos se componen básicamente de una parte líquida y de una parte gaseosa con un elemento separador que no permite el paso del gas, la parte líquida se encuentra unida al circuito hidráulico. Al aumentar la presión, el gas se comprime y entra líquido al acumulador hidráulico.

En instalaciones hidráulicas se emplean los siguientes tipos de acumulador en un elemento separador.

- Acumulador de vejiga
- Acumulador de membrana
- Acumulador de pistón

a. Acumulador de Vejiga

Se compone de una parte de líquido y de una parte de gaseosa con una vejiga impermeable al gas como elemento separador. La parte de líquido que se encuentra alrededor de la vejiga está unida al aceite hidráulico, de modo que al aumentar la presión al acumulador de vejiga se llena, comprimiendo el gas. Al descender la presión el gas se expande, desplazando hacia el circuito el líquido acumulado. Los acumuladores de vejiga se pueden montar tanto en posición vertical (preferencial) como horizontal y bajo determinadas condiciones de servicio en posición inclinada. En posición de montaje vertical e inclinada la válvula de líquido siempre debe ubicarse en la parte inferior.

Los acumuladores de vejiga se componen de un recipiente soldado o forjado (1), la vejiga (2) y las válvulas para entrada de gas (3) y la entrada del lado de aceite (4).

La separación de gas y líquido está dada por la vejiga (2).

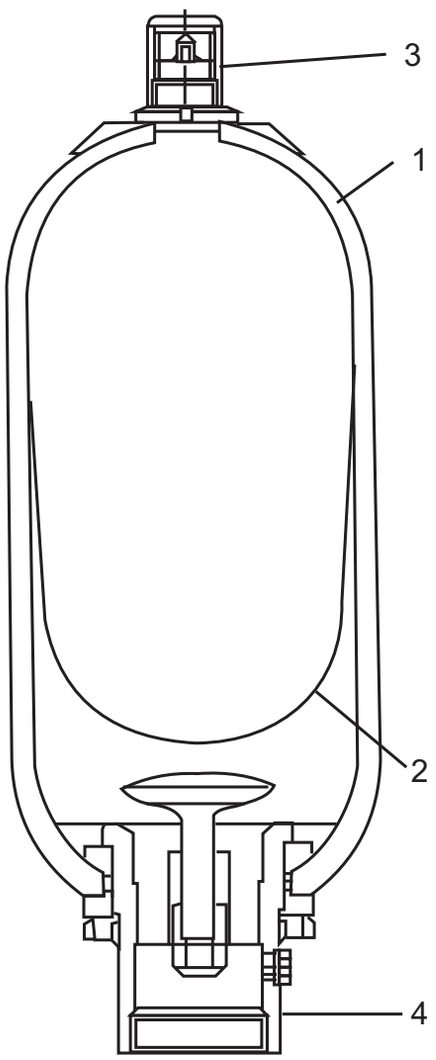


Figura 2: Acumulador de Vejiga

b. Acumulador de Membrana:

Se compone de un recipiente de acero a prueba de presión, generalmente circular o cilíndrico. Dentro del acumulador, como membre separador, se encuentra una membrana de material elástico (elstómetro).

Se contituye, en dos tipos: soldados y roscado.

En versión soldado, antes de realizar la soldadura circular, se comprime la membrana dentro de la parte inferior.
Mediante el procedimiento adecuado de soldadura, por ejemplo la soldadura por rayos eléctricos, y inhabilidad especial de la membrana se evita que el elastómetro sufra algún daño durante el proceso de soldadura.

En la versión roscada la membrana se sostiene por medio del roscado de la parte superior e inferior con la tuerca de racor.
Este tipo de acumulador son para caudales relativamente pequeños y presiones medias.

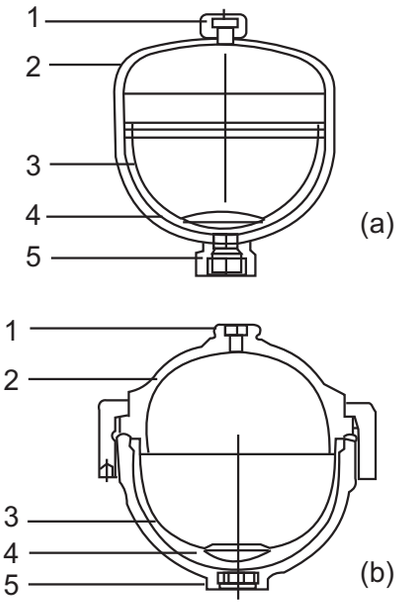
C. Acumulador de pistón:

Se compone de una parte del líquido y otra gaseosa con un pistón impermeable al gas como elemento separador. El lado del gas está prellenado de nitrógeno.

La parte del líquido está unida al circuito hidráulico, de odo que al aumentar la presión, al acumulador de pistón ingresa líquido, comprimiéndose el gas. Al disminuir la presión el gas se expande, desplazándose hacia el circuito del líquido acumulado.

Los acumuladores de pistón pueden trabajar en cualquier posición siendo preferible la posición vertical con el lado del gas hacia arriba con el fin de evitar que se depositen sobre las puntas de pistón partículas de suciedad provenientes del circuito hidráulico.

Este tipo de acumulador es adecuado para grandes presiones y grandes caudales.



1.Tornillo p. Llenado de gas
2.Recipiente de presión
3.Membrana
4. Plato de válvula
5. Conexión al liquido

Fig. 3. Acumulador de membrana (a) soldada construcción (b) construcción roscada

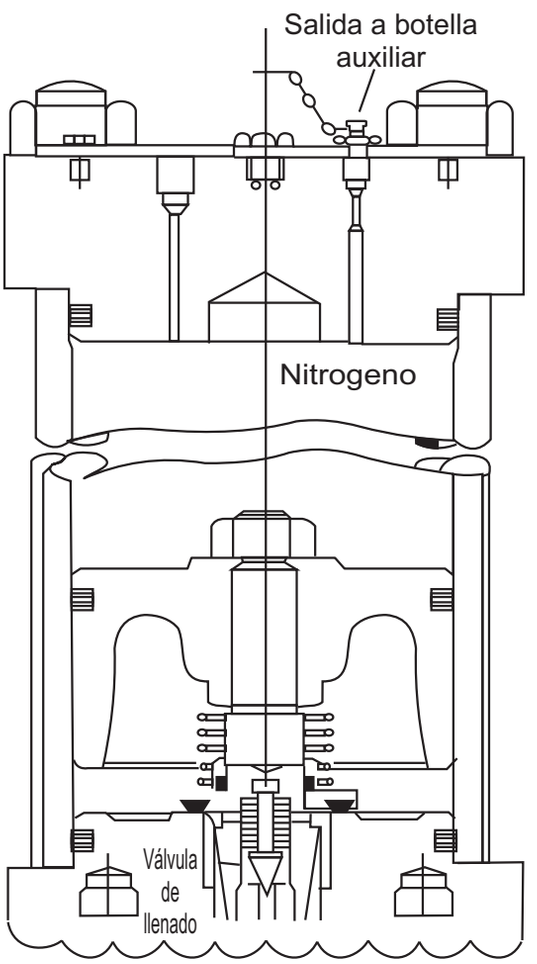


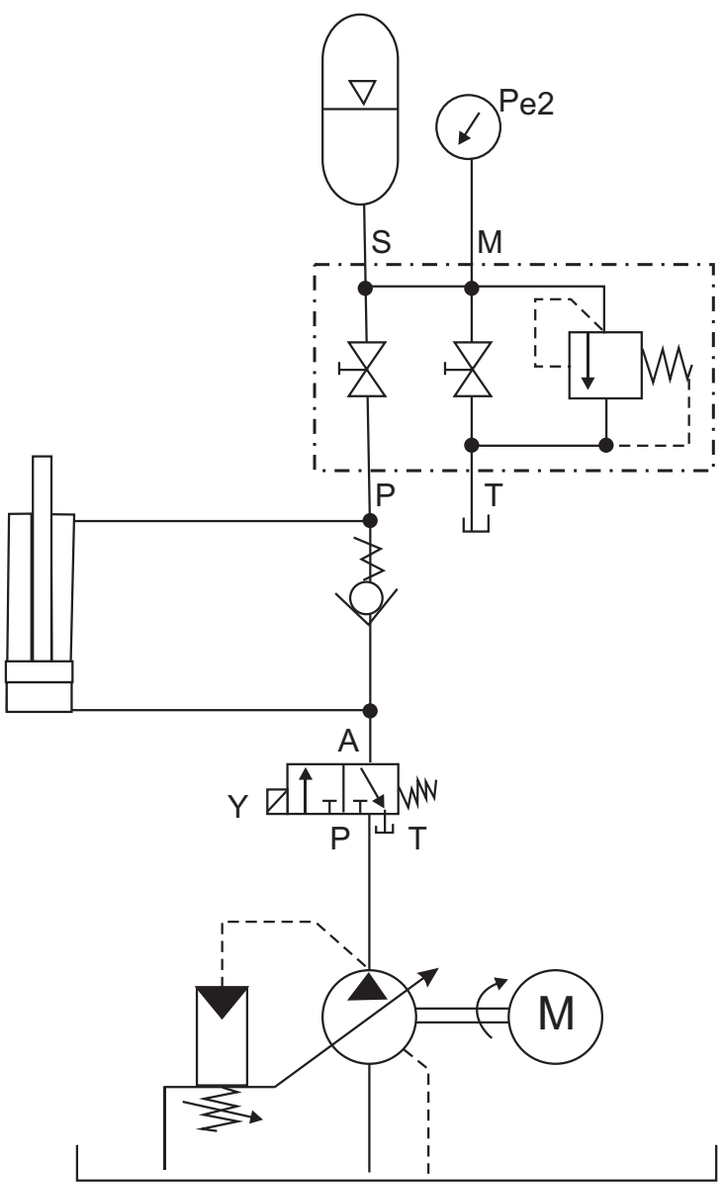
Figura 4 Acumulador de pistón

CIRCUITOS DE SEGURIDAD

La seguridad en circuitos de sistemas hidráulicos exige que los vástagos de ciertos cilindros sean vueltos a su posición retraída inicial, en caso de avería mecánica o eléctrica de la fuente normal de energía hidráulica. En este circuito una válvula 3/2 mando eléctrico, retorno por muelle es activado. Estando el solenoide activado, la válvula suministra caudal a las dos partes del cilindro, que por tener una sección del lado del vástago la mitad de la parte opuesta, cilindro diferencial, el vástago se desplaza hacia afuera. Durante esta fase el acumulador se carga, siendo la presión la misma en ambas partes del cilindro.

En caso de paro de la bomba por avería eléctrica, el solenoide se desactiva, la válvula cambia de posición por la acción del resorte y el acumulador hace retroceder el vástago hacia su posición inicial.

ESQUEMA HIDRÁULICO



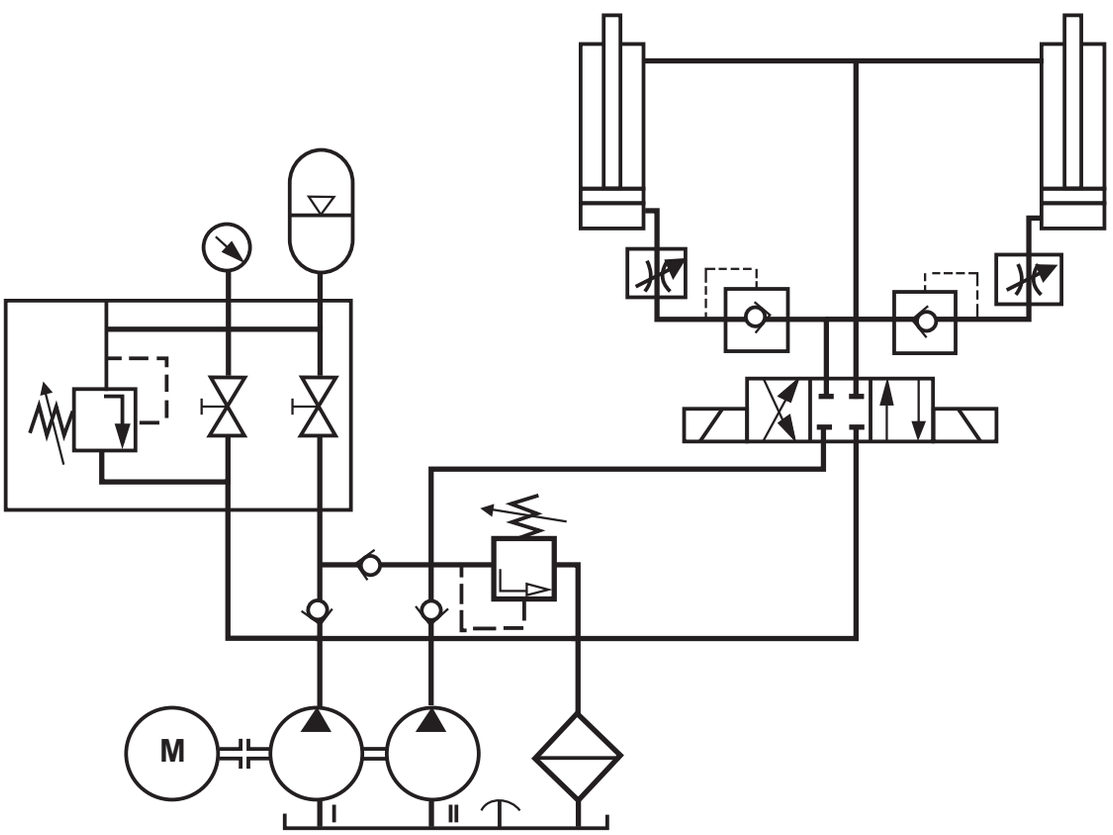
CIRCUITO DE DESCARGA

Acortamiento del tiempo de carrera

Una fabricación racional en trabajos de prensado y estampado exige grandes velocidades de carrera en vacío. El proceso de trabajo propiamente dicho se realiza a baja velocidad y a presión muy elevada.
En la carrera en vacío entregan caudal la bomba I (bomba de baja presión), la bomba II (bomba de alta presión) y el acumulador, de modo de alcanzar la velocidad deseada.

Al aumentar la presión hacia el final de la carrera en vacío, se cierra la válvula antirretorno y solamente la bomba II entrega poco caudal y elevada presión, mientras la bomba I vuelve a cargar el acumulador.

ESQUEMA HIDRAULICO



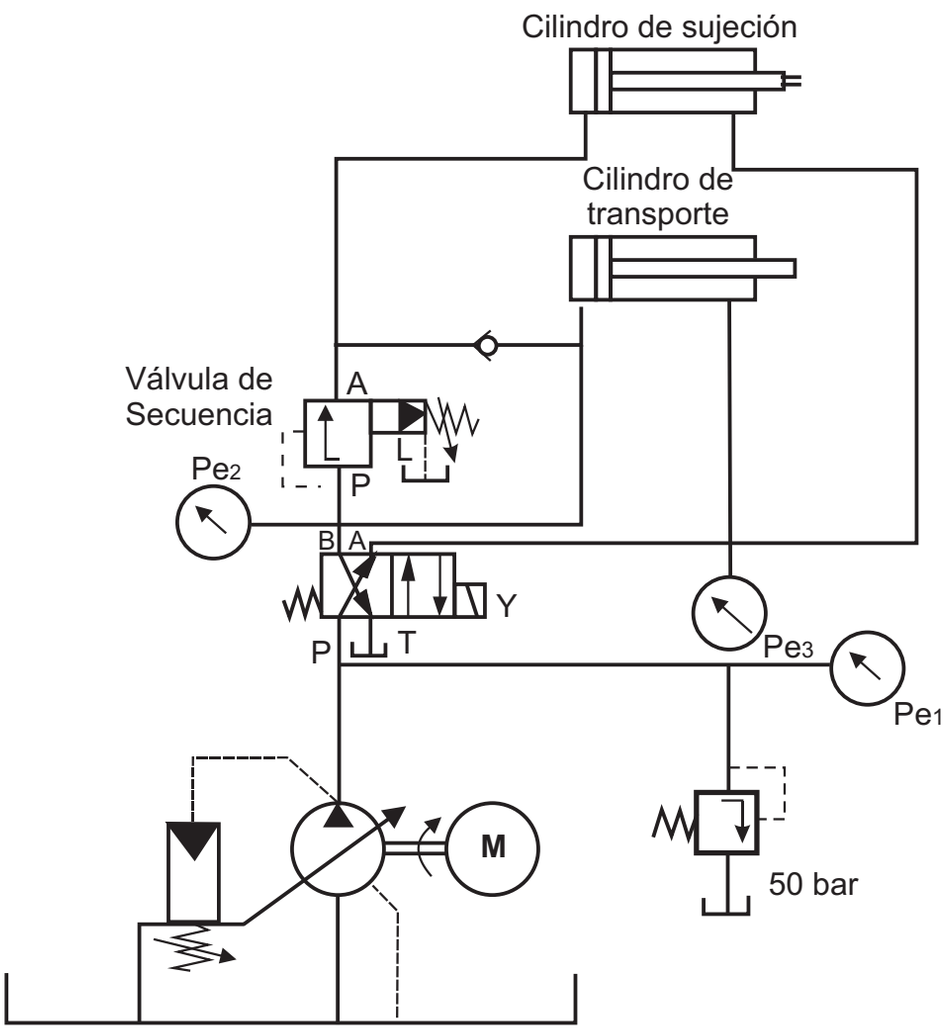
Acumulación de energía para acortar el tiempo de carrera

CIRCUITOS ALTERNATIVOS

1. En el circuito mostrado la válvula de secuencia alcanza una determinada presión (regulable sin escalonamiento), debe abrirse y dar paso libre al caudal hacia otro sistema.
   El proceso de operación es el siguiente:

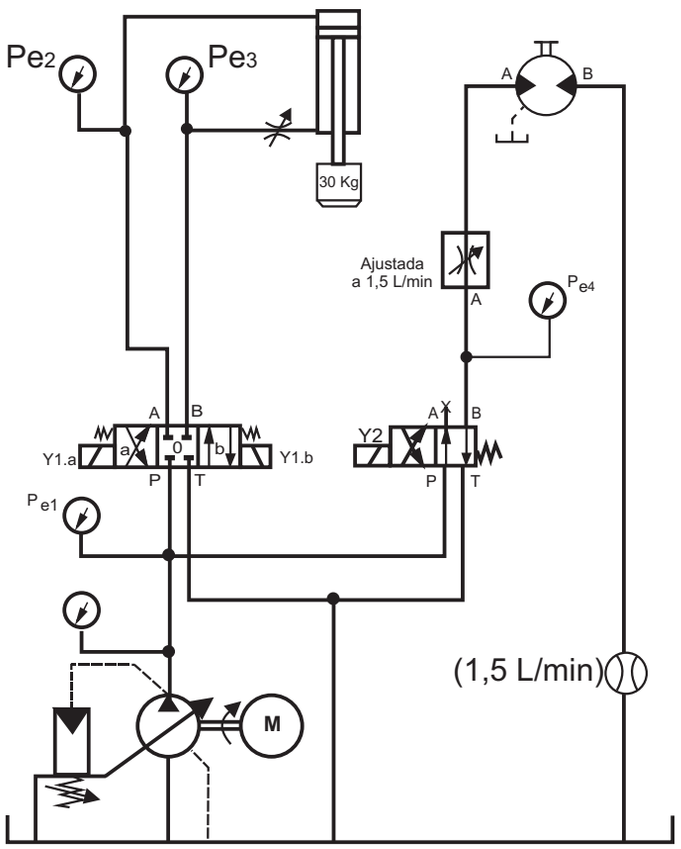
   a. Se fija la presión del trabajo
   b. Al accionar un pulsador, el cilindro del transporte sale hasta la posición final.
   c. Por consecuencia (secuencia de la presión), el cilindro de sujeción sale hasta la posición final.
   d. Con el cambio de la posición de la electroválvulas 4/2, el cilindro de transporte regresa hasta la posición final.
   e. Por consecuencia (Generación de Presión), el cilindro de sujeción regresa hasta la posición final.

ESQUEMA HIDRAULICO

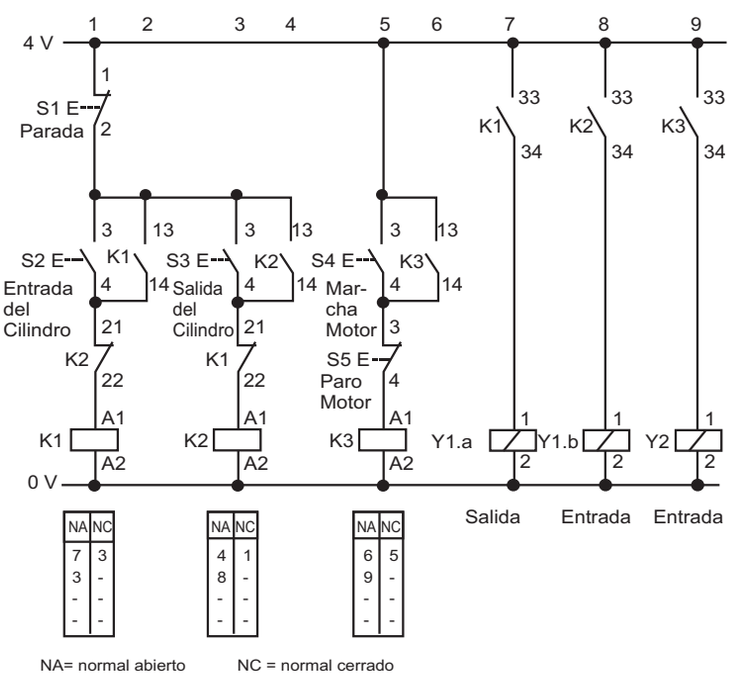


2. En el circuito mostrado, se realiza un trabajo alternativo o en conjunto de un cilindro y motor hidráulico.

ESQUEMA HIDRAULICO



ESQUEMA ELECTRICO



SEGURIDAD EN EL MANDO DE LOS CIRCUITOS DE LA APLICACION HIDRAULICOS INDUSTRIALES

1. Reparar las fugas que durante el funcionamiento se han observado. No intentar reparar una fuga apretando exageradamente los elementos de unión de una conducción, ya que puede ocasionar una fuga más pronunciada; por tanto es más conveniente cambiar los elementos defectuosos por nuevos.

2. Si en el circuito hay acumuladores, cerrar el gifro que lo aisla y portar un cartel en la máquina que impida ponerla en marcha mientras dura la reparación.
   Así mismo, verificar la presión del gas y rectificar el llenado con la ayuda de un conjunto de llenado con manómetro incorporado, válvulas de aislamiento y válvula rígida y flexible no accesibles mientras la máquina está en funcionamiento.

3. Durante todas las operaciones de reparación o mantenimiento de la máquina es indispensable taponear los tubos que se encuentran desabrochados de su lugar mediante tapones metálicos o de cualquier otro material, menos con trapos, ya que está prohibida su utilización.

   Todos los tapones y tuberías de los aparatos deben ser vueltos a montar con la máxima limpieza y con el mayor cuidado con respecto a su par de apriete, sobre todo en las bombas, motores, etc.

4. Las máquinas automatizadas son de costo elevado, por lo cual su rentabilidad sólo puede estar asegurada sin averiarse, con lo que sobre el personal de mantenimiento recae la misión de reparar en corto tiempo las posibles averías o fallos que puedan presentarse.

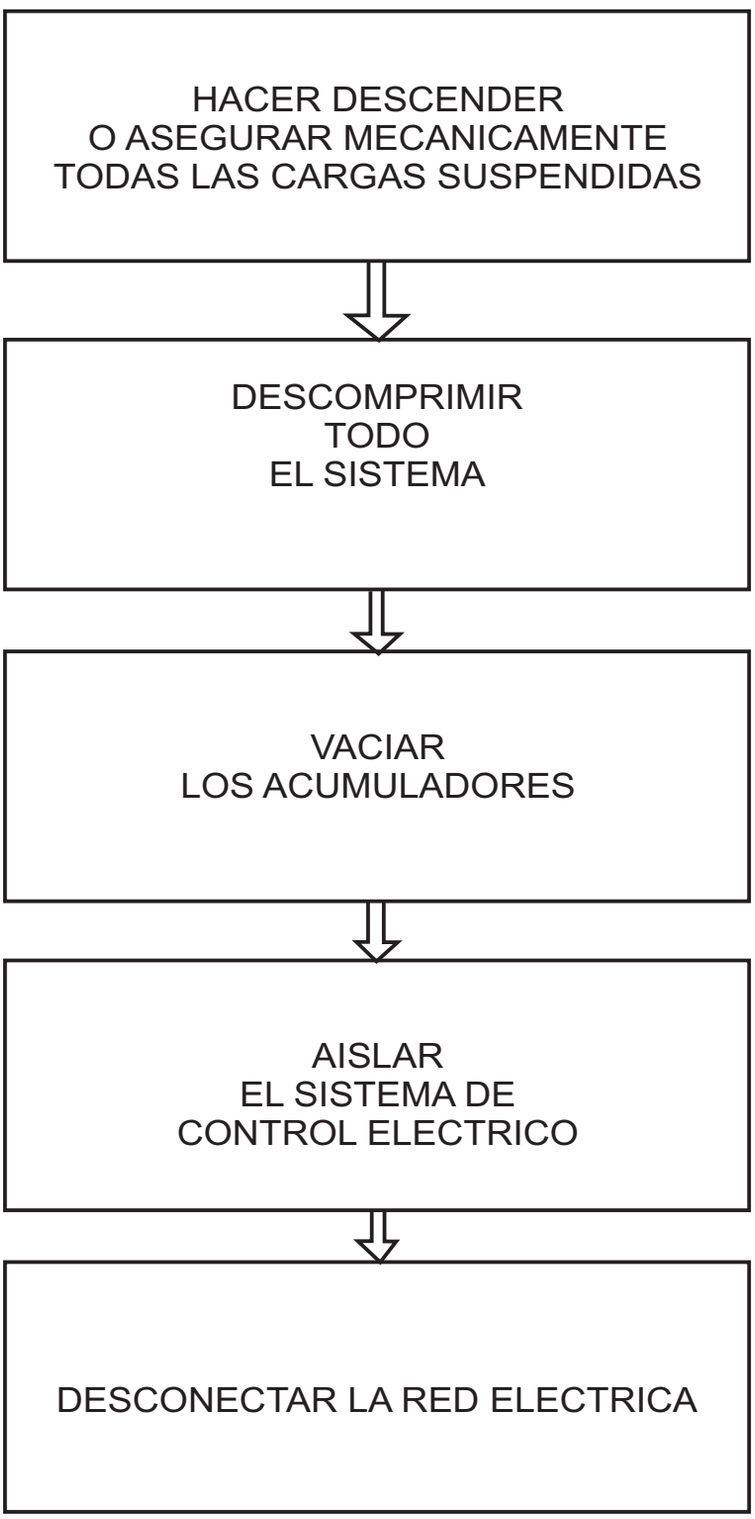
5. Una de las premisas más importantes de seguridad en el manejo de circuito de aplicación hidráulicos industriales para una rápida localización y reparación de avería es disponer de una bien formada plantilla de mantenimiento. El mecánico de mantenimiento debe reunir las características siguientes:

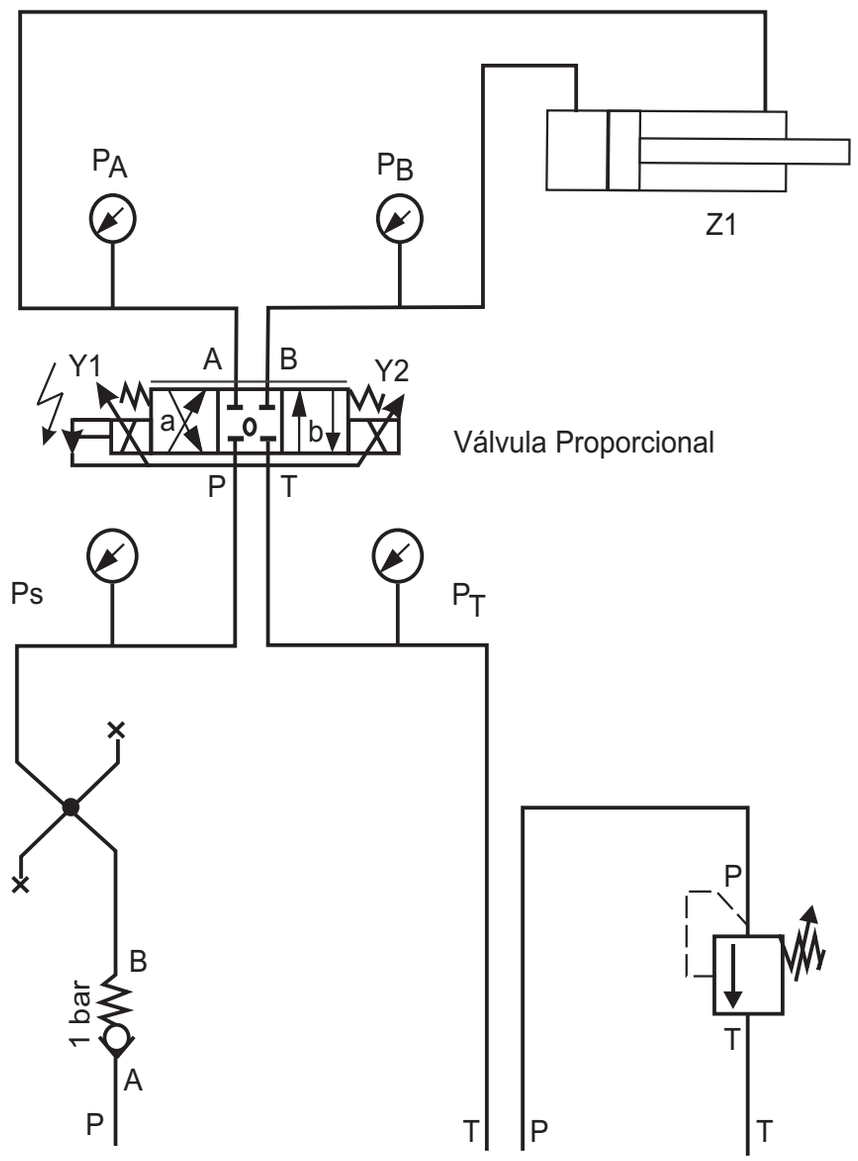
   - Capacidad lógica por ir aislando la causa de la avería.
   - Sentido de la responsabilidad, confianza en sí mismo y decisión, ya que de esto depende mucho su éxito.

   - Capacidad de entender los símbolos del plano hidráulico y de imaginarse los procesos que tienen lugar en el circuito.

7. Tomar la precaución de que todas las placas de clasificación y nomenclatura correspondiente a la bomba, el motor y al resto de elementos sean fáciles de leer y localizar.

NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL PARO DE LAS MAQUINAS





Nº	ORDEN DE EJECUCION	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01. 02.	Identificar válvula hidráulica proporcional Montar circuitos con válvula hidráulica proporcional	○ Grupo hidráulico ○ Cilindro de doble efecto ○ Válvula direccional proporcional 4/3 ○ Válvula limitadora de presión ○ Monómetros ○ Válvula antirretorno ○ Tarjeta Electrónica VT 5005 ○ Pulsadores, reles, potenciometros ○ Mangueras de Presión

PZA.	CANT.	DENOMINACION - NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		MONTAJE Y OPERACION DE CIRCUITOS HIDRAULICOS PROPORCIONALES	H.T.	Ref. H.T.
		CONTROLISTA DE MAQUINAS Y PROCESOS INDUSTRIALES	TIEMPO 18 H	HOJA : 1/1
			ESCALA:	2002

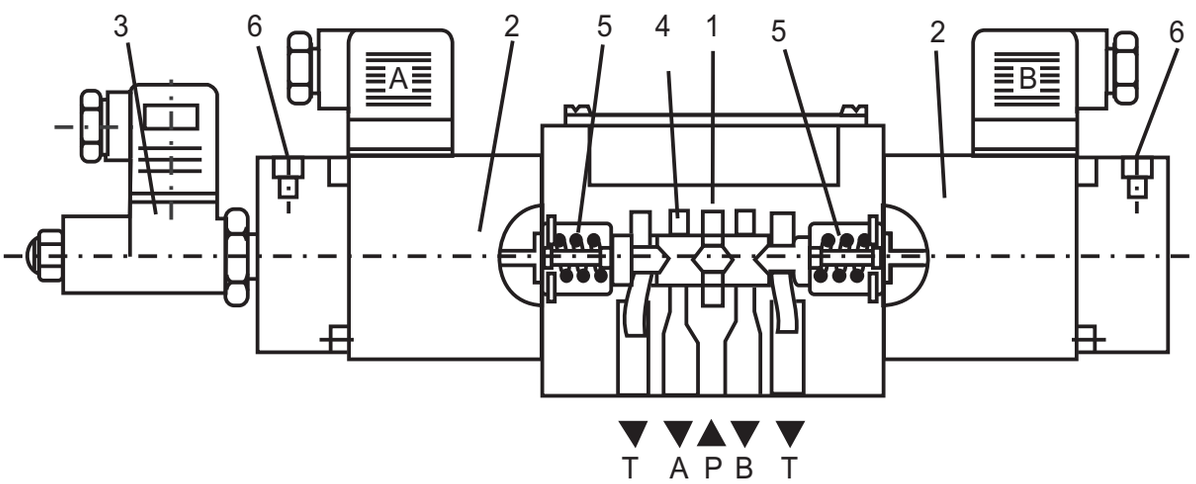
OPERACION

Identificar Válvula hidráulica proporcional

En esta operación se identificará una válvula hidráulica proporcional direccional de acción directa y se reconocerá sus partes constitutivas.

PROCESO DE EJECUCION

1. Observa la válvula hidráulica proporcional e identifica sus partes.



Válvula proporcional direccional de mando directo con retroseñal eléctrica de la posición. 4WRE

1 : Carasa
2 :Solenoides Proporcionales
3 : Captador inductivo de la posición
4 : Corredera
5 : Resorte de retorno
6 : Agujero de fijación

OBSERVACIONES

- El solenoide izquierdo de la válvula, posee un captador inductivo de posición. Este capta la posición de la corredera y la “envía” como señal eléctrica proporcional (VOLT) para la carrera al amplificador electrónico.

- Dado que el captador de posición tiene doble carrera , se pueden captar posiciones en ambos sentidos de movimiento de la corredera. En este caso se trata de un captador estanco, no necesitándose conexiones de fugas ni juntas, esto significa que no se introduce un rozamiento adicional que influiría negativamente en la exactitud e la válvula.

OPERACION:

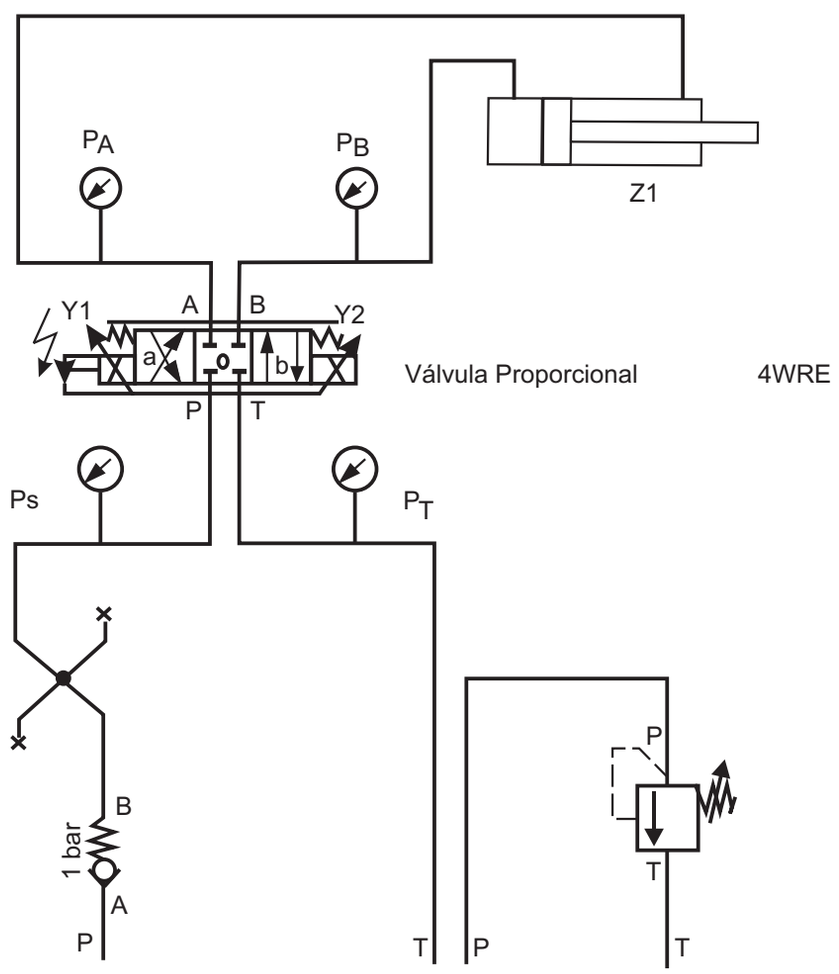
Montar circuitos con válvula hidráulica proporcional.

En esta operación se realiza el montaje del circuito de fuerza (hidráulico) y de control (electrónico).

El cilindro sale y entra con o sin carga mediante la conmutación de la direccional proporcional 4/3 vías. A diferentes presiones del sistema y de carga, la velocidad de salida del cilindro deberá ser captada a través del valor nominal de la válvula direccional proporcional 4/3 vías.
A través de la velocidad de salida es posible obtener el caudal y confeccionar la curva característica caudal - valor nominal (v) para las diversas presiones de carga y del sistema.

PROCESO DE EJECUCION

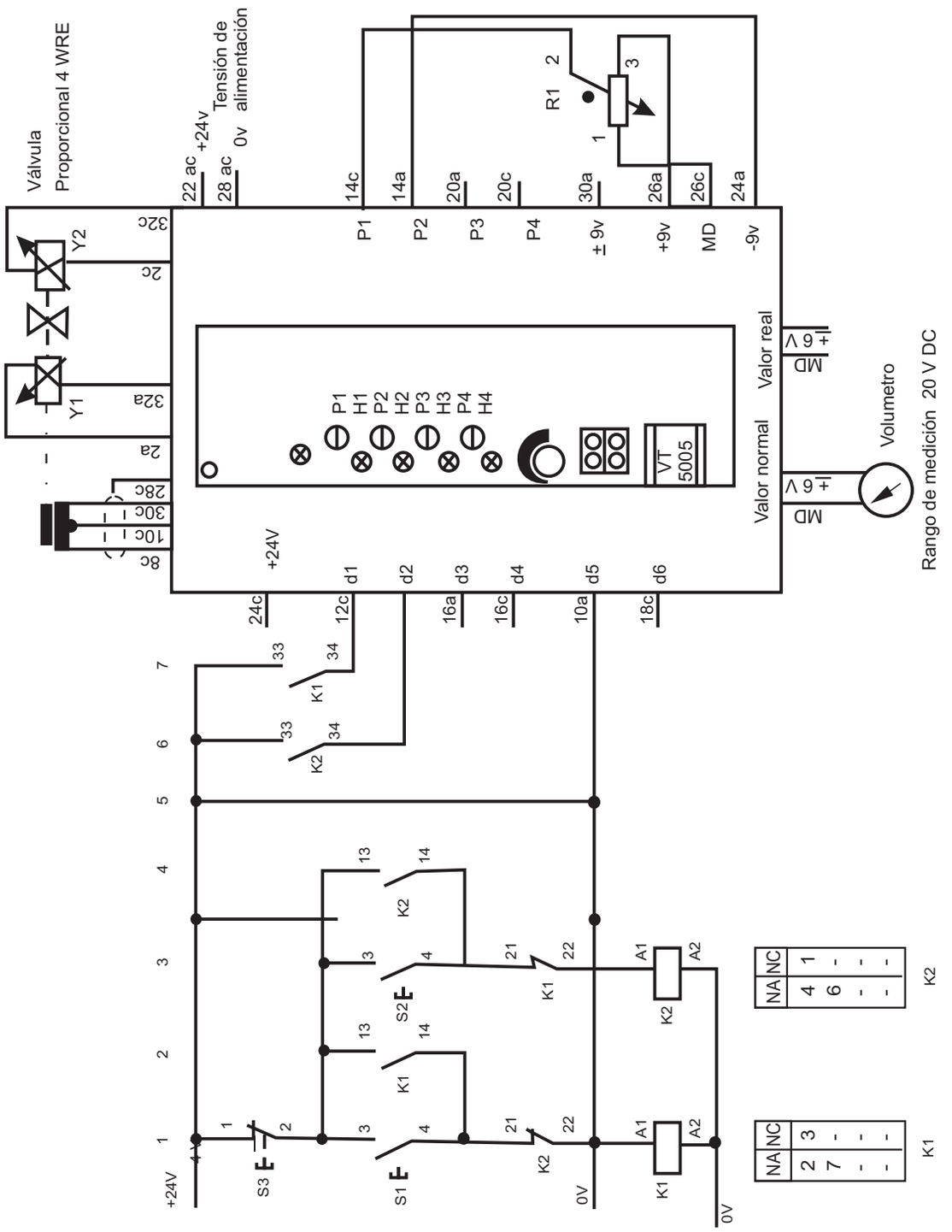
1. Realice el montaje y conexionado de los elementos hidráulicos



PRECAUCION:

- Verifique el circuito conexionado de las mangueras de presión.

2. Realice el montaje y conexionado de los elementos eléctricos con la tarjeta amplificadora VT 5005



OBSERVACION

- No confunda los solenoide Y1(A) e Y2(B) . El color de echufe para el solenoide Y1(A) es gris y para el solenoide Y1 (B) es negro.

3. Conecte la alimentación de corriente con el interruptor a llave.

4. Lleve el rango de medición del aparato de medición múltiple digital a 20v de tensión continua y conéctelo.

5. Gira el potenciómetro R1 a tope en sentido horario y oprima el pulsador S1. El aparato de medición múltiple digital debería indicar una tensión de aprox. 6V. Si la tensión es 0,2 interior v; gire el potenciómetro interno P1 hasta que se obtenga el valor deseado.

6. Después de accionar el pulsador S3 accione el pulsador S2 y ajuste con un destornillador un valor nominal de - 2V en el potenciómetro interno P2.

7. Con el pulsador S3 lleve nuevamente a cero el valor nominal.

8. Conecte la bomba.

9. Realice los siguientes ensayos:

Ensayo 1: Cilindro sin carga

a) Limite la presión del sistema en 30 bar con la válvula limitadora de presión

b) Oprima ahora el pulsador S1. Mida el tiempo t que el cilindro necesita para salir, la tensión nominal que indica el aparato de medición múltiple digital y las presiones P_A ½, P_B, Pam y Pb. Anote los resultado en tabla 1. Dado el caso, repita esta parte del ensayo porque a veces se dispone de muy poco tiempo para leer las distintas presiones.

d) Una vez accionado el pulsado S3 haga entrar al cilindro con el pulsador S2.

e) Ajuste el potenciómetro R1 de acuerdo con la tabla 1 y realice las mediciones descritas bajo punto c) para cada ajuste de 10 hasta 100. Anote en tabla 1 los resultados obtenidos.

f) Con las ecuaciones indicadas bajo ensayo II, punto b) calcule la presión de carga PL la caída de presión en la válvula Pv, la velocidad de salida y el caudal Q y anote los resultados en tabla 1.

g) Con el pulsador S3 lleve nuevamente a cero el valor nominal.

h) Con la válvula limitadora de presión ajuste la presión del sistema en 50 bar y repita los ensayos como se describen en punto b) hasta e)

I) Anote en tabla 2 los resultados de las mediciones y cálculos.

K) Vuelva a levar el valor nominal a cero y desconecte la bomba.

Ensayo II - Cilindro con carga de presión

a) Conecte las unidades de carga y vuelva a conectar la bomba.

b) Con la válvula limitadora de presión reduzca la presión del sistema a 30 bar.

c) Ajuste el potenciómetro R1 conforme a la tabla 3 y para cada ajuste realice las mediciones y los cálculos descritos en el ensayo I. Anote en tabla 3 los resultados obtenidos.

d) Para todos los ajustes del potenciómetro según la tabla 4 realice las mediciones y los cálculos descritos en el ensayo I. Anota en la tabla 4 los resultados obtenidos.

e) Desconecte la bomba.

f) Desconecte la alimentación corriente.

g) Desconecte el aparato de medición múltiple digital.

h) Las fórmulas necesarias para realizar los cálculos son las siguientes:

$P_L = P_A = P_B$	(bar)
$P_V = P_S + P_L - P_T$	(bar)
$v = s/t$	(dm/s)
$Q = 60.v.A$	(dm^3/min.)

P_L = Presión de carga (bar)
P_B = presión en conexión B (bar)
P_A = presión den conexión A (bar)
$\triangle P_V$ = caída de presión en la válvula (bar)
P_S = presión de sistema (bar)
P_T = presión el tanque (bar)
v = velocidad de salida (dm/s)
s = Carrera de cilindro (sm)
t = tiempo de salida (s)

Q = caudal
$(dm^3/min)=(L/min)$
A = Superficie del pistón(dm^2)
s = 2dm
A = 0,0491 dm^2

10. Evaluación
a) Sin carga de peso

Sin carga de peso del sistema ajustada Ps = 30 bar										
Posición del potenciómetro (graduaciones)	Valor nominal (V)	Ps (bar)	P_T (bar)	P_A (bar)	P_B (bar)	Pl (bar)	$\triangle P_L$ (bar)	T (s)	V (dm/s)	Q (l/min)
5		30,0								
10										
20										
30										
50										
70										
90										
100										

Tabla 1

Sin carga de peso del sistema ajustada Ps = 50 bar										
Posición del potenciómetro (graduaciones)	Valor nominal (V)	Ps (bar)	PT (bar)	PA (bar)	P_B (bar)	P_L (bar)	$\triangle$ Pv (bar)	T (s)	V (adm/s)	Q (l/min)
5		50,0								
10										
20										
30										
50										
70										
90										
100										

Tabla 2

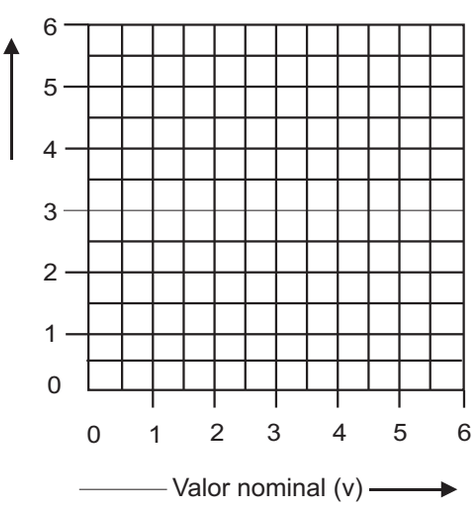
Con carga de peso del sistema ajustada Ps = 30 bar									
Posición del potenciómetro (graduaciones)	Valor nominal (V)	PT (bar)	PA (bar)	Ps (bar)	Pl (bar)	Pv (bar)	T (s)	V (adm/s)	Q (l/min)
5									
10									
20									
30									
50									
70									
90									
100									

Tabla 3

b) con carga de peso

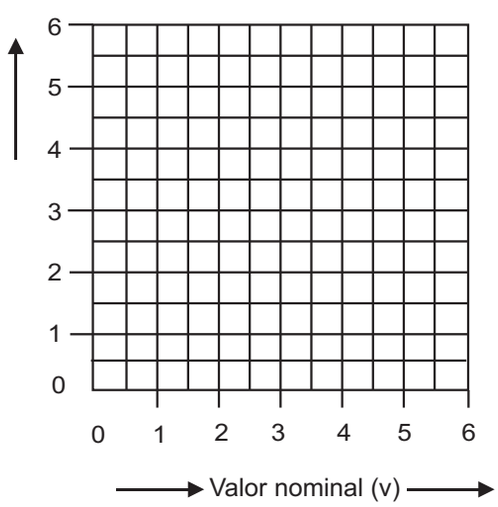
Con carga de peso del sistema ajustada Ps = 50 bar									
Posición del potenciómetro (graduaciones)	Valor nominal (V)	PT (bar)	PA (bar)	Ps (bar)	PL (bar)	Pv (bar)	T (s)	V (dm/s)	Q (l/min)

Tabla 4



Ps (1) = 50 bar Ps (2) = 30 bar

Curvas características. Tablas 1 y 2



Ps (1) = 50 bar Ps (2) = 30 bar

Curvas características. Tablas 3 y 4

HIDRAULICA PROPORCIONAL

El conocimiento y las posibilidades de la hidráulica proporcional son la base para la exitosa planificación de máquinas modernas accionadas hidráulicamente.

Las ventajas técnicas fundamentales de los elementos proporcionales residen en que se controlan las posiciones intermedias, se logra un mando continuo de los valores prescriptos y se reduce la cantidad de elementos hidráulicos para determinadas funciones. Es posible accionamientos más sencillos, rápidos y exactos.

Flujo de salida

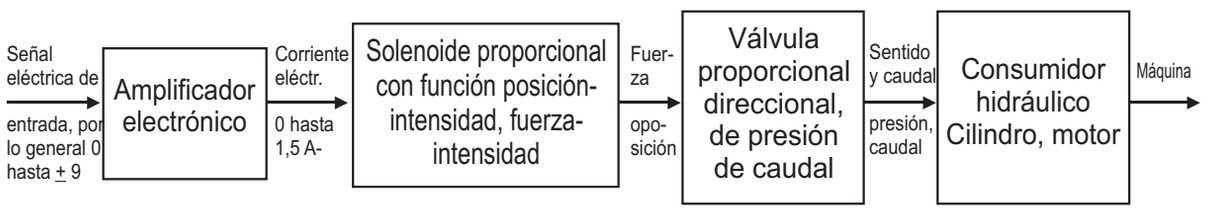
- Una tensión eléctrica de entrada, generalmente 0 y + 9V, es transformada mediante un amplicador electrónico en una intensidad eléctrica proporcional, por ejemplo, 1 mV = 1 mA.

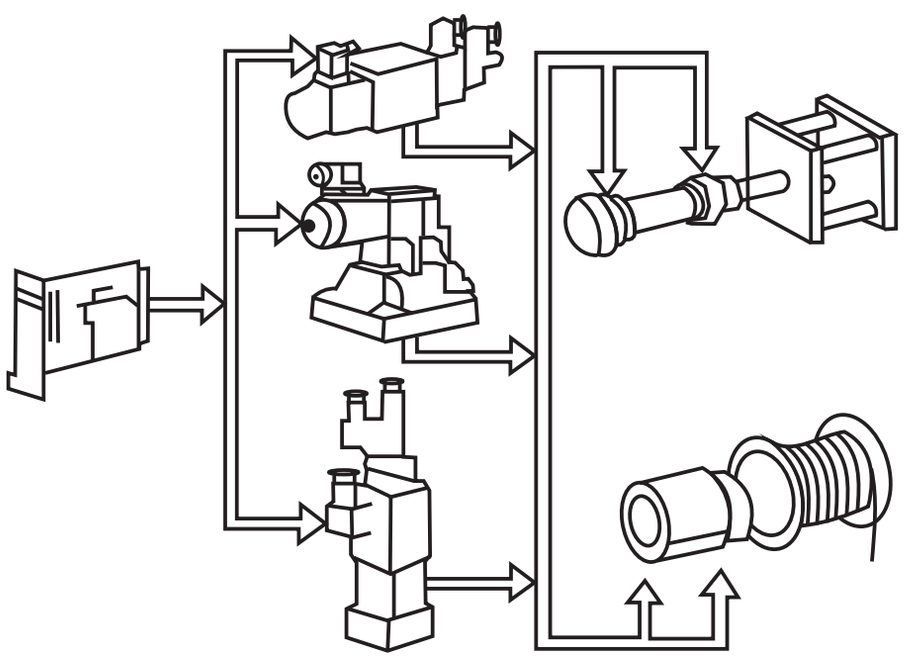
- El solenoide proporcional transforma esta intensidad eléctrica de entrada en una señal proporcional de fuerza oposición como valor de salida.

- Estas magnitudes fuerza o posición, como señal de entrada a la válvula hidráulica, resultan en un determinado caudal o una determinada presión.

- Para el consumidor, y con ello para el elemento de la máquina, significa esto la función analógica, junto a la elección del sentido de marcha, de la velocidad y de la fuerza.

- Simultáneamente, se puede fijar la variación, por ej. De la velocidad en función del tiempo, obteniéndose aceleraciones y desaceleraciones graduables de forma continua.





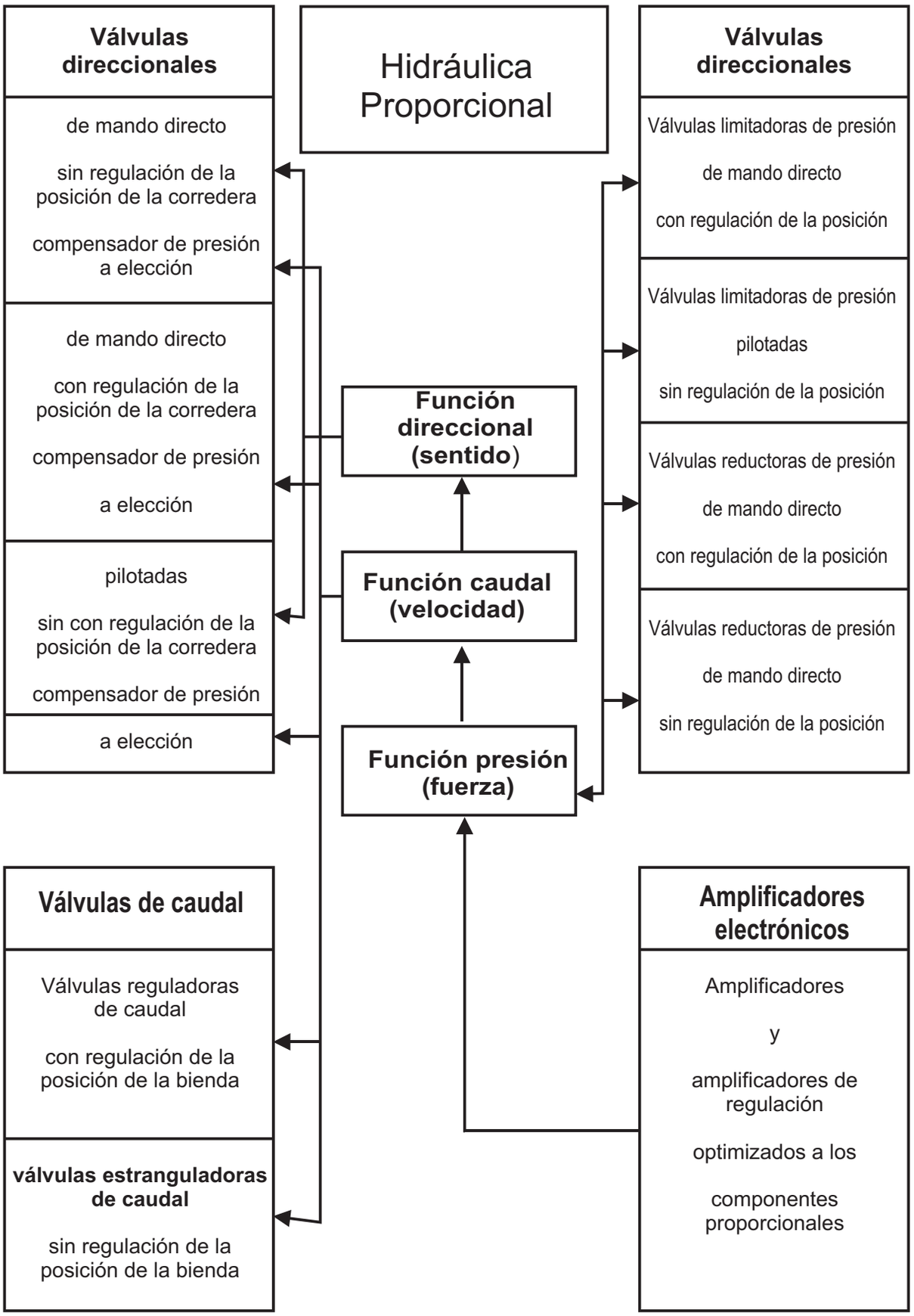


Fig. 2 válvulas proporcionales y funciones realizables con las mismas.

SOLENOIDES PROPORCIONALES

Constituyen el elemento de unión entre la electrónica y la hidráulica.
Proporcionalmente a una corriente eléctrica, magnitud de entrada, producen una fuerza o una carrera como magnitud de salida.

Según la aplicación práctica, se puede distinguir

- Con función analógica carrera - corriente, llamados “solenoides de carrera regulada”.

- Con función fuerza - corriente, llamados “solenoides de fuerza regulada”.

Para la obtención de la variación proporcional de la magnitud de salida, fuerza o carrera, se utilizan solamente solenoides de corriente continua. Los solenoides de corriente alterna necesitan llegar a sus posiciones extremas lo más rápido posible, debido a su característica de consumo de corriente en función de la carrera.

1. Solenoides de fuerza regulada

En los solenoides de fuerza regulada, se regula la fuerza variando la intensidad de corriente I sin que el núcleo recorra una carrera importante.

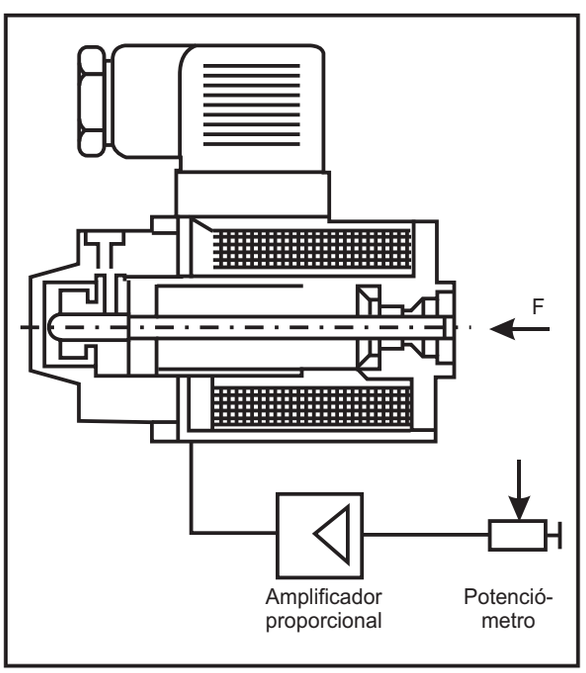


Fig. 3 Solenoide proporcional de fuerza regulada

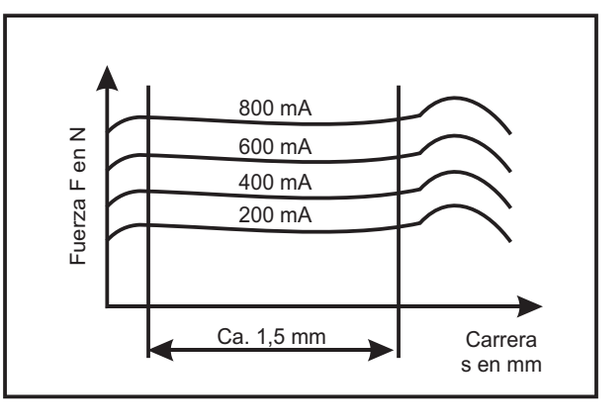


Fig. 4
Curva fuerza-carrera de un solenoide de fuerza regulada

Por medio de una retroseñal en el amplificador electrónico se mantiene constante la corriente y con ello la fuerza, aún cuando varía la resistencia del solenoide.

La característica principal del solenoide proporcional de fuerza regulada es su curva fuerza - carrera. La fuerza del solenoide permanece constante, si la corriente también es constante, durante una cierta carrera.

El tamaño de estos solenoides es pequeño, debido a lo reducido de su carrera. Se les utiliza para válvulas proporcionales direccionales y de presión pilotadas.

2. Solenoides de carrera regulada

En los solenoides de carrera regulada, se regula la posición del núcleo mediante un lazo cerrado, manteniéndose la posición independientemente de las fuerzas actuantes, siempre que éstas e mantengan dentro de los valores admisibles para el solenoide.

Con el solenoide proporcional de carrera regulada y se puede comandar el émbolo de válvulas proporcionales direccionales, de caudal y de presión. La carrera es de 3-5 mm, según el tamaño nominal.

Su aplicación más frecuente es para válvulas proporcionales direccionales de 4 vías.

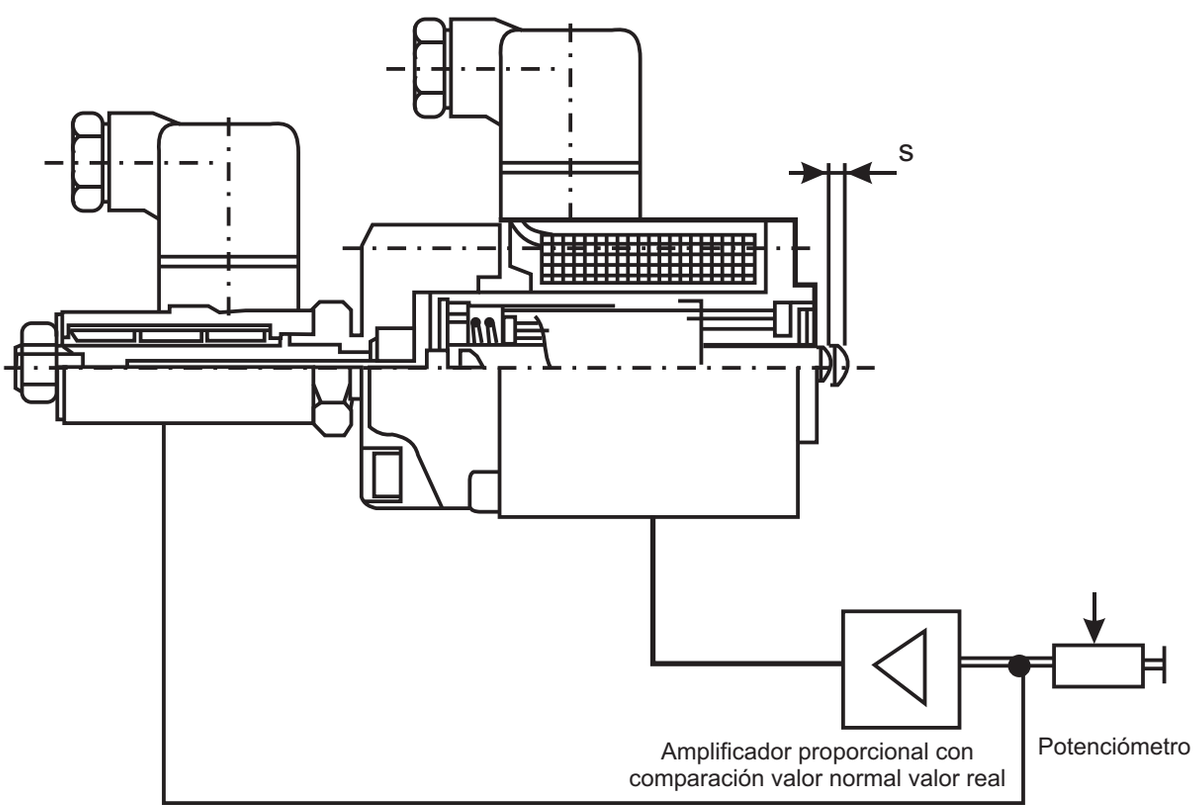


Fig. 5 Solenoides de carrera regulada

VALVULA DIRECCIONAL PROPORCIONAL DE ACCIONAMIENTO DIRECTO

Las válvulas proporcionales direccionales actúan sobre la dirección y la magnitud de un caudal.

Al igual que en las válvulas direccionales convencionales, el solenoide actúa directamente sobre la corredera.

La válvula se compone básicamente de una carcasa (1), uno o dos solenoides proporcionales (2) con comportamiento analógico carrera - intensidad, en la válvula de la fig. 7 con captador inductivo de la posición (3), la corredera (4), así como de uno o dos resortes de retorno (5). Si los solenoides no están excitados, los resortes (5) mantienen a la corredera (4) en su posición centrada.

El movimiento de la corredera se produce directamente por el solenoide proporcional.

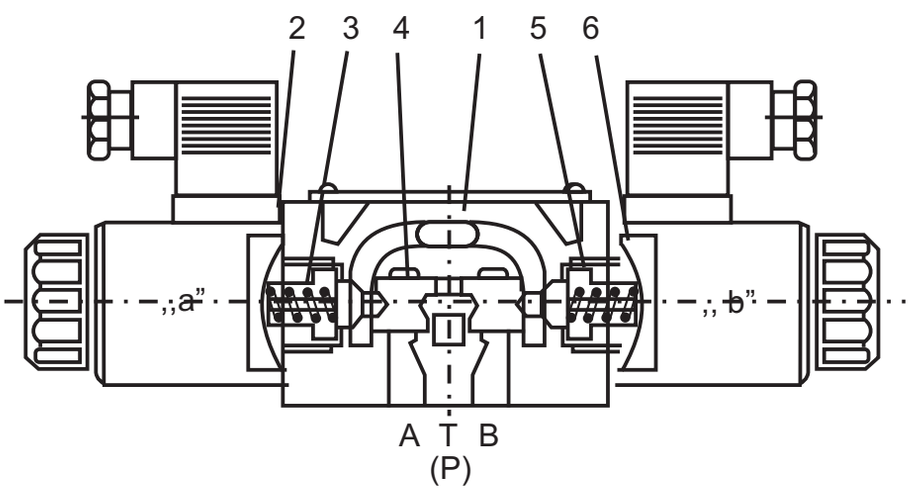
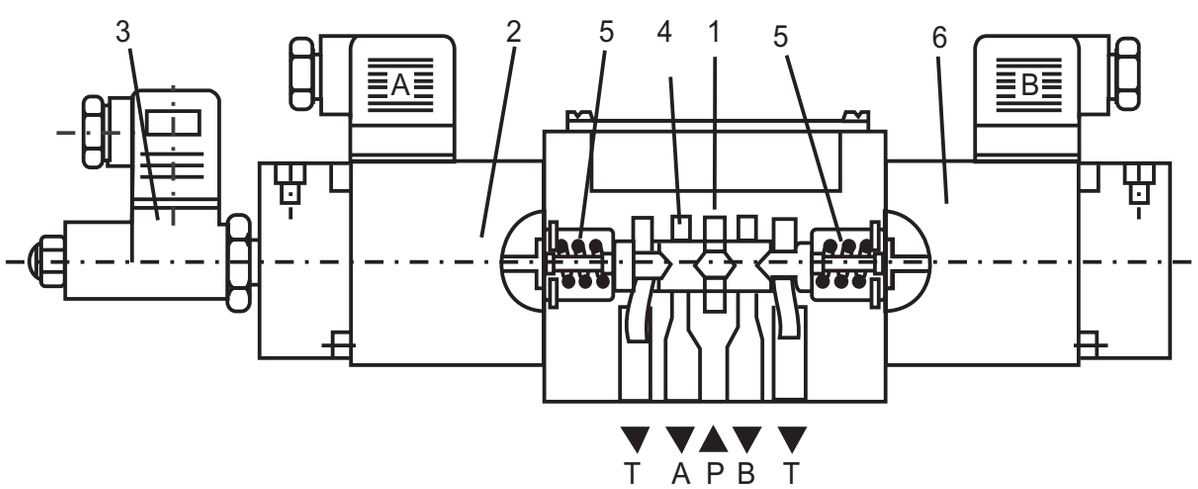


Figura 6. Válvula prop. direccional de accionam. directo sin retroposicionamiento eléctrico



En la corredera de la válvula representada en la fig. 7 no existe la posición central comunicación entre P,A,B y T. Si, por ejemplo se ejemplo se excita el solenoide A (izquierda), éste empujará la corredera hacia la derecha, comunicándose P hacia B y A hacia T.

A medida que se eleva la señal proveniente de la electrónica de mando, se corre más la corredera hacia la derecha. Entonces la carrera es proporcional a la señal eléctrica. A carrera mayor, aumenta también el área de pasaje del fluido y con ello aumenta el caudal que pasa por la válvula. El solenoide izquierdo de la válvula en la fig. 7, posee un captador inductivo de posición. Este capta la posición de la corredera y la "envía" como señal eléctrica proporcional (volt) para la carrera al amplificador electrónico.

Dado que el captador de posición tiene doble carrera, se pueden captar las posiciones en ambos sentidos de movimiento de la corredera.

En este caso se trata de un captador estanco, no necesitándose conexiones de fugas ni juntas; esto significa que no se introduce un rozamiento adicional que influiría negativamente en la exactitud de la válvulas.

La fig. 8, muestra las curvas características de caudal para diferentes caídas de presión en la válvula, medidas a una viscosidad cinemática de $\gamma = 41\ mm^2/s$ y una temperatura de aceite de t = 50°C.

De las diferentes curvas características se nota, que a una modificación de la caída de presión en la válvula, le sigue una modificación de caudal.

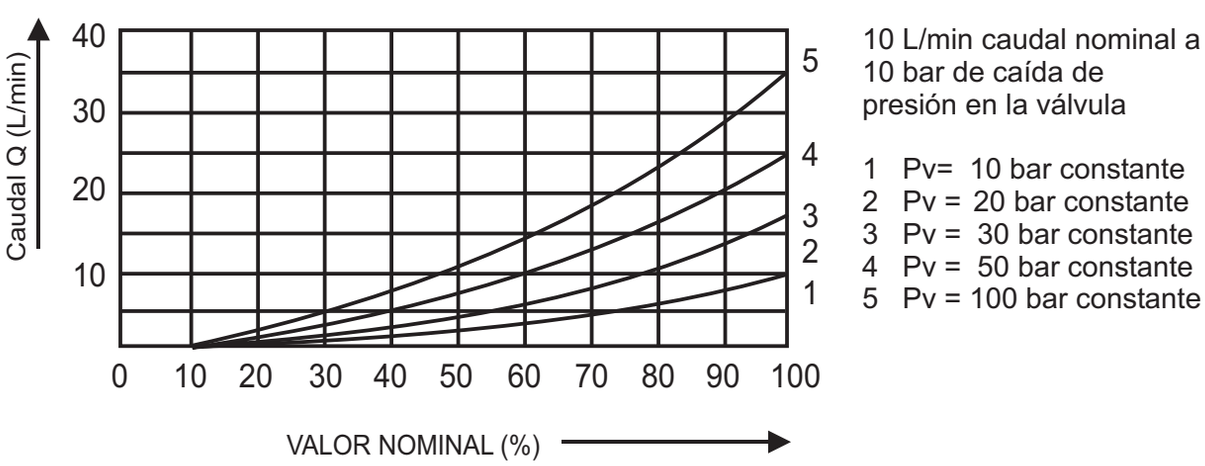


Figura 8 Curva caracterísitca caudal valor nominal

Generalidades

A diferencia de la válvula de conmutación, que pueden tener las posiciones conocidas de "abierto" y "cerrado", en las válvulas proporcionales es posible tener muchas posiciones intermedias.

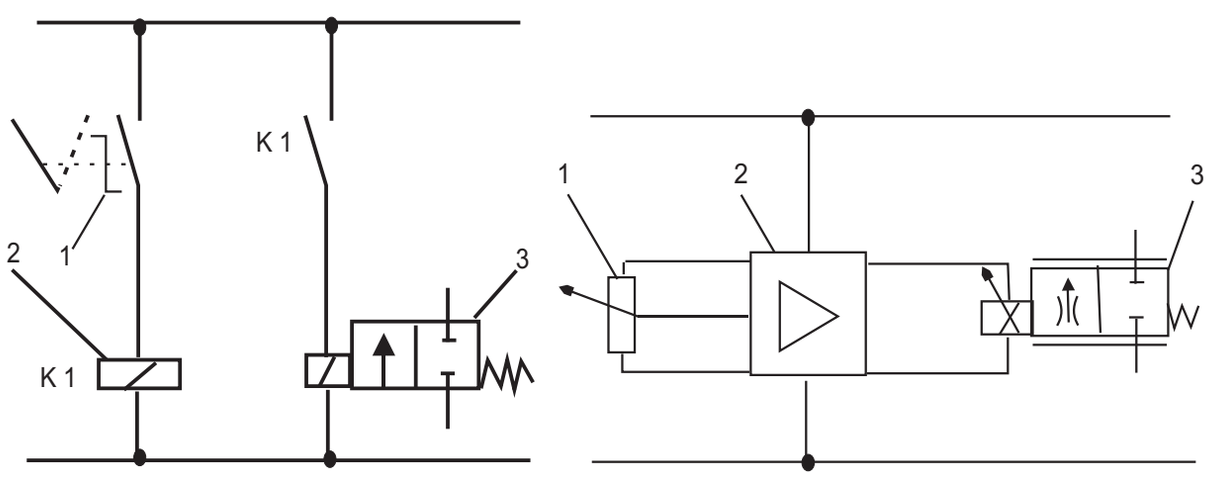
La causa de este comportamiento radica en el mando electrónico.

Mientras que las funciones "abierto" y "cerrado" de la válvula es suficiente un relé o un pulsador; para las válvulas proporcionales se requiere una corriente eléctrica variable.

Esta corriente eléctrica variable se comanda a través de un control electrónico. Las figuras 9 y 10 muestran una comparación entre el mando eléctrico de una válvula de conmutación y una válvula proporcional.

Los principios constructivos de ambos tipos de control son posibles de ser comparados. Ambos sistemas se componen de un elemento de mando, amplificador de potencia y la válvula a ser controlada.

Pos.	Competente	Función de apertura o Cierre	Función Contínua
1	Elemento de mando	Conmutador, pulsador, relé y auxiliar.	Potenciómetro
2	Amplificador de potencia	Relé de mando	amplificador
3	Componente a ser controlado	válvula de conmutación	válvula proporcional



ELECTRONICA DE MANDO PARA VALVULAS PROPORCIONALES

1. Generador de rampa

El generador de rampa (fig. 11) da una señal de salida que aumenta o disminuye gradualmente partiendo de una señal de entrada escalón. La variación temporal de la señal de salida es graduable mediante un potenciómetro que se encuentra en el panel frontal del aplificador.

La función se logra a través del condensador C, el cual se carga lentamente y provoca el aumento gradual de la tensión de salida, siendo la señal de entrada un escalón.

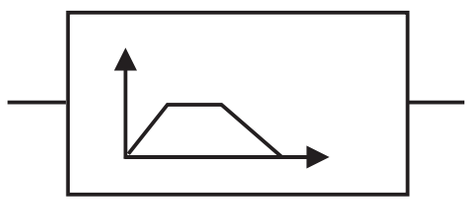


Fig. 11 Diagrama a bloques generador de rampas

El gradiente de tensión de salida puede ser variado con la resistencia variable R1 determinando con ello la velocidad de carga del condensador (Fig. 12).

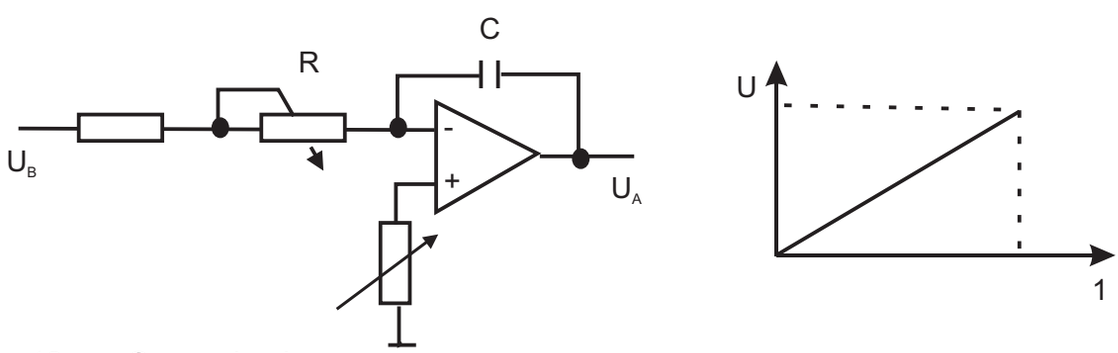


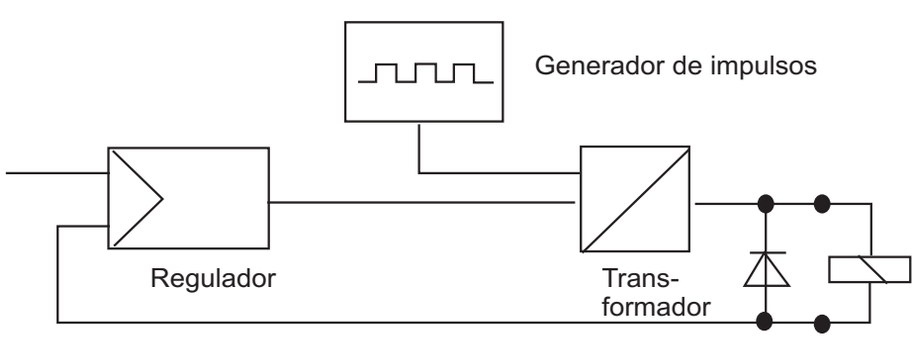
Fig. 12 Generador de rampas

2. Etapa Final chopeada

En la etapa final se transforma la tensión del valor prescripto en una corriente para el solenoide (transformado U/I). Para mantener la pérdida de energía y la carga térmica de la tarjeta del amplificador en valores bajos se procede a chopear la corriente

A través del generador de pulsos se fija la frecuencia de pulso en función de cada tipo de válvula.

Variando la relación entre los tiempos de conexión y desconexión del transitor de potencia de salida se varía la intensidad de corriente hacia el solenoide.



3. Alimentación de tensión

Para todos los amplificadores proporcionales se dispone de diversas posibilidades de alimentación de tensión (Fig. 14).

A fin de aumentar la seguridad de conexión de la tensión de alimentación se emplean siempre 2 bornes.

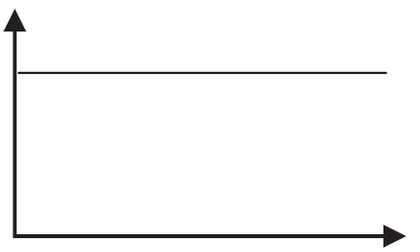
Ejemplo:
El ejemplo se basa en la distribución de la tensión de alimentación en las tarjetas de amplificación de una rectificación de onda completa de 1 fase.

En el primer sector se produce la transformación de la tensión de línea disponible de 220 V de tensión alterna en 24 V de tensión continua.

En el segundo sector se realiza la rectificación de la tensión de alimentación de 24 V.

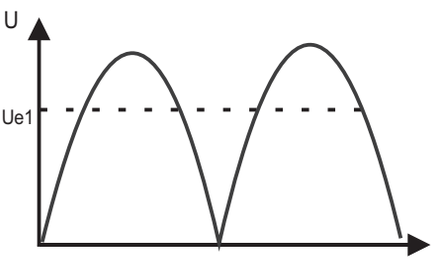
En el tercer sector se produce la transformación de la tensión rectificada de 24 V en tensión filtrada de 18 V. Mediante la elección de un punto de referencia M0 se obtiene sobre este punto la tensión filtrada ±9V (±UM).

Tensión continua filtrada
U = 30 hasta 35V



Rectificación de onda completa corresponde a rectificación de onda completa de una fase

U = 24V +10% = 21,6 bis 26,4 V



Puente trifásico
corresponde a rectificación de onda completa de 3 fases
U e1 = 28 hasta 35 V.

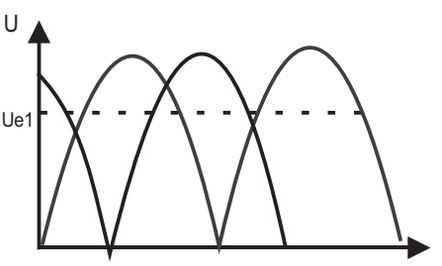


Fig. 14 : Alimentación de tensión

4. Detección de rotura de cables

La detección de rotura de cable controla la conexión del captador inductivo de posición. En caso de falla, es decir, si se corta alguno de los 3 conductores del cable del captador, se quedan sin corriente los solenoides A y B.

En caso de rotura de cable la corredera de la válvula retorna a su posición de reposo.

5. Generador de función escalón

El generador de función escalón da una señal de salida constante cuando la señal prescripta es mayor de 100 mV. Si la señal prescripta es menor que 100 mV, la señal de salida será 0V.

La señal de salida del generador de función escalón produce un escalón de intensidad en el solenoide. Este resulta necesario para recorrer más rápidamente el recubrimiento positivo de válvulas proporcionales direccionales

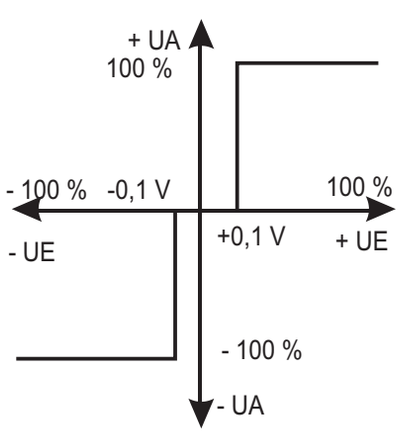


Fig. 15 Generador de función escalón

6. Regulador en los amplificadores proporcionales

Los reguladores de los amplificadores proporcionales son optimizados especialmente para cada tipo de válvula proporcional (variantes y tamaños nominales). El regulador da una señal de salida para la etapa final chopeada en función de la diferencia entre valor prescripto y valor real.

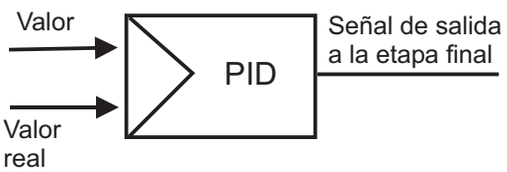
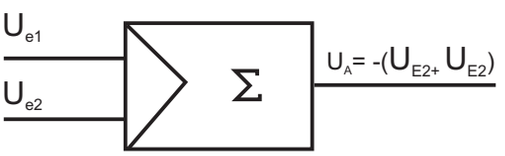


Fig. 16 Regulador PID

7. Sumador

Los sumadores de los amplificadores proporcionales realizan la suma de dos tensiones invirtiéndose la señal de salida.



p. eje..: U_{E1}=+4V:U_{E2} = +2V

U_A = - 6V

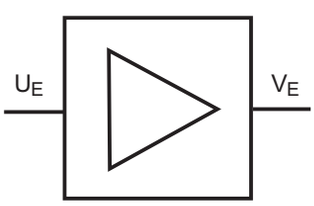
U_{E1} = + 4V U_{E2} = + 2 V

U_A = + 2V

Fig. 17 Sumador

8. Inversor

Los inversores de los amplificadores proporcionales producen la inversión de la polaridad de la tensión entrante.



+5 V se convierten en -5V
-3 V se convierten en +3

Fig. 18 Inversor

9. Potenciómetro

Los potenciómetros son resistencias ohmicas con salida variable (palpador).

Si se conectan en ambos extremos del potenciómetro 0V y 10V se obtiene en el palpador cualquier valor intermedio entre 0V y 10V.

Ejemplo:

Con una variación de 60% se obtiene en el palpador una tensión de 6V.

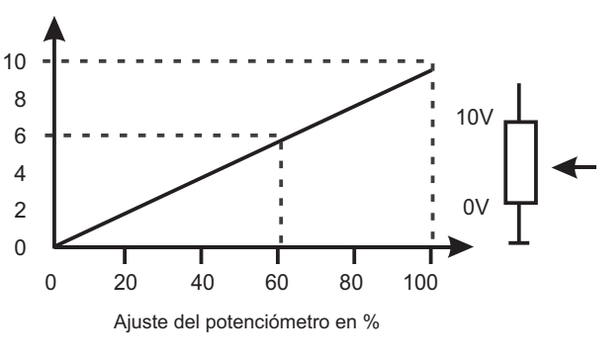


Fig. 19 - Potenciómetro

10. Corriente inicial

La corriente inicial es una corriente de solenoide. Apenas se alimenta y se conecta la válvula al amplificador el solenoide tendrá corriente inicial. Se utiliza para mantener la frecuencia chopeada y para la excitación inicial del solenoide, de manera que cuando hay una señal prescripta, la válvula se desplace rápidamente de su posición de reposo.

11. Captador inductivo de posición en las válvulas proporcionales

El captador inductivo de posición sirve para medir sin contacto la posición de la corredera.

Se compone de una carcasa cilíndrica en la cual está alojado el elemento de medición con núcleo ferromagnético.

El captador se compone de dos bobinas conectadas entre sí formando un puente medio, alimentadas con una frecuencia de oscilación de 2,5 Khz. Al desplazarse el núcleo de medición varía la inductancia de las bobinas, es decir, el nivel de la amplitud inicial varía de acuerdo con la posición del núcleo de medición.

Si el núcleo está en la posición central la amplitud de salida es Us. Al variar la posición del núcleo la amplitud de salida variará en sentido ± Us1 ó ± Us2 según el solenoide empleado.

El demodulador transformará la amplitud de salida en una señal correspondiente de tensión continua.

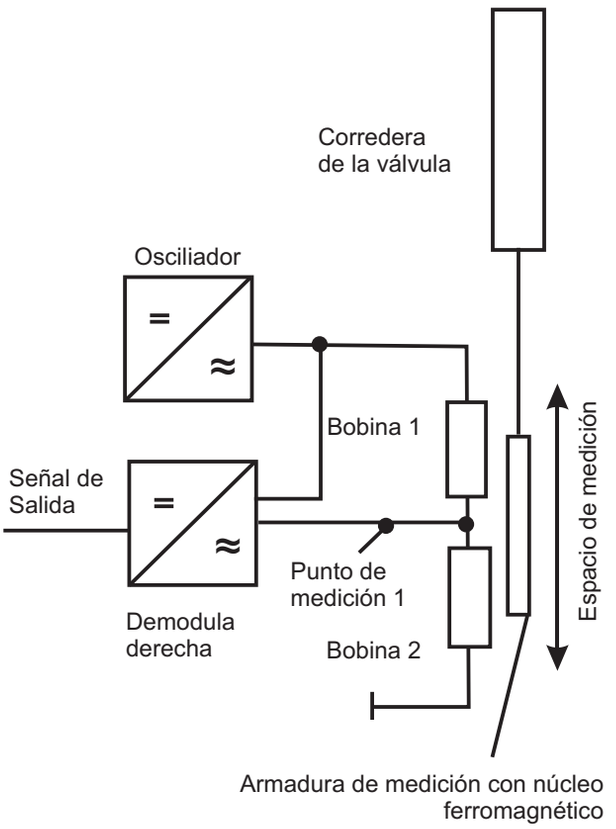


Fig. 20 Esquema del captador Inductivo de posición

AMPLIFICADORES PROPORCIONALES

Para las diferentes válvulas proporcionales se han desarrollado y standarizado tarjetas amplificadores. A cada válvula proporcional le corresponde de una determinada tarjeta amplificadora, la cual está optimizada para la obtención de mejores resultados.

Los amplificadores proporcionales pueden dividirse en 2 grandes grupos:
- Amplificador proporcional sin regulación de posición (para solenoides proporcionales de fuerza regulada).

- Amplificador proporcionales con regulador de posición (para solenoides proporcionales con. carrera regulada)

Amplificador proporcional tipo VT 5005
(con regulador de presición)

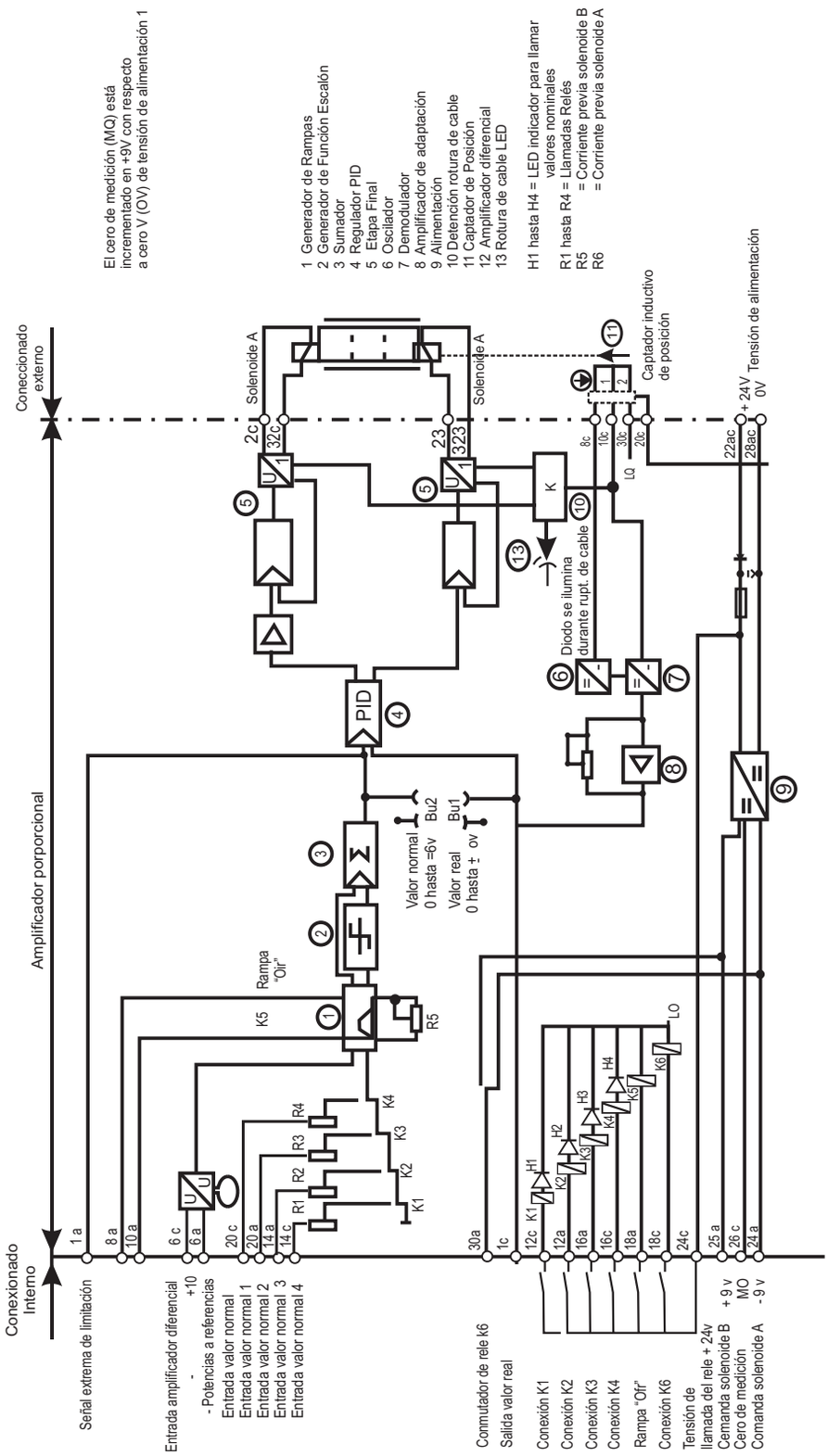
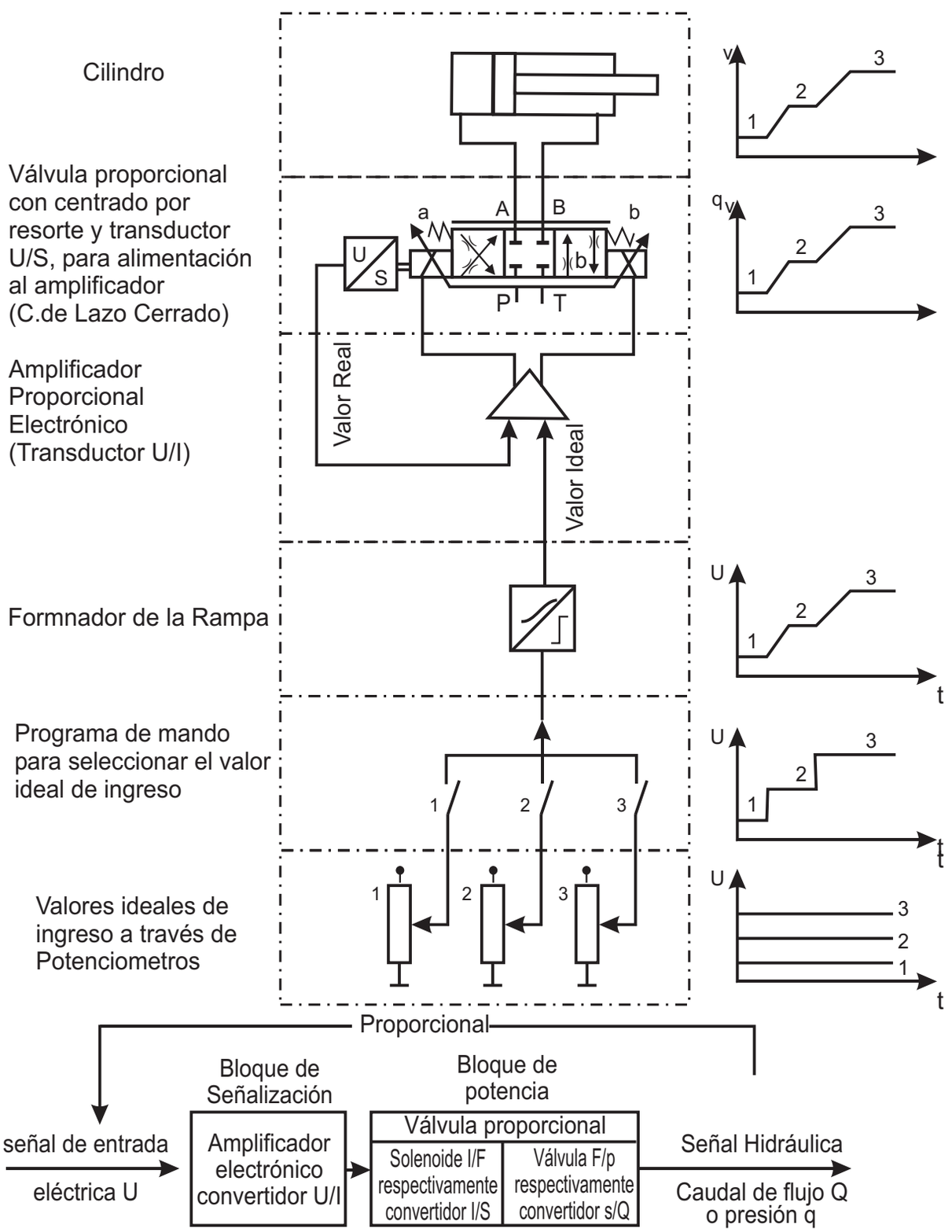


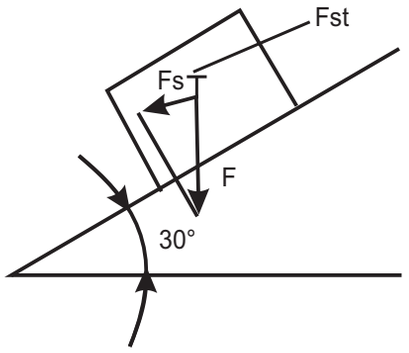
Fig. 21 Esquema de Bornes del Amplificador proporcional tipo Vt5005

ESQUEMA DE MANDOS Y FUERZA DE UN CIRCUITO HIDRÁULICO PROPORCIONAL



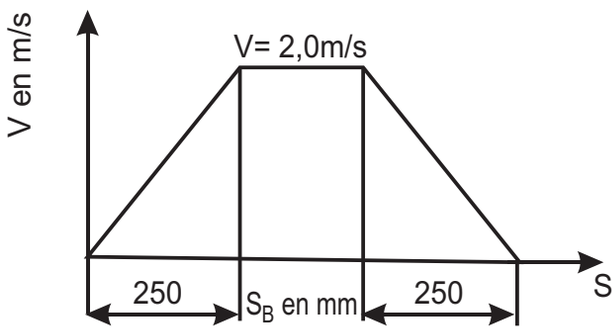
Fuerza, Velocidad del émbolo y longitud de carrera

Para las diferentes fases del movimiento se requieren distintas fuerzas en el cilindro o motor hidráulico.



Por este motivo, en caso de presión constante de la bomba, la caída de presión en los cantos de mando de la válvula direccional proporcional será correspondientemente distinta.

En base a un ejemplo se demostrará lo antedicho.



Datos conocidos:

F=	700	N
m= masa	700	Kg
F = F. sin 30° = 7000. 0,5	= 3,500	N
V= Velocidad	2,0	m/s
S= Carrera	250	mm
F_a= F. Rozamiento	0	N

(F_R :No se considera en este calculo)

(Fst: Carga estática)

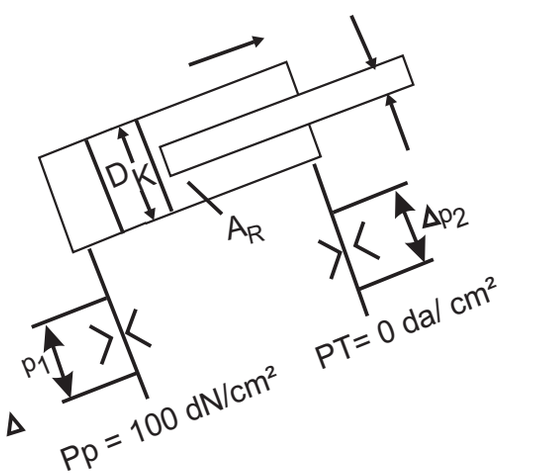
Aceleración:

$$a = \frac{v^2}{2.S_b.10^{-3}} = \frac{2^2}{2.250.10^{-3}} = 8\,\frac{m}{S^2}$$

Tiempo de aceleración

$$t_B = \frac{v}{a} = \frac{2}{8} = 0{,}25\ s$$

Aclaración
En mandos por estrangulación la aceleración "a" es una aceleración promedio.



Fuerzas requeridas en el descenso

Fuerzas requeridas en el ascenso

F_{st}= 3500 N

F_A = m.a = 700.8 = 5600N

Aceleración

$F_G = F_{st} + F_A$ = 3500 + 5600= 9100N

Velocidad constante

$F_G = F_{st}$ = 3500N

Frenado

$F_G = F_{st} - F_A$ = 3500 - 5600= -2100N

F_G= Fuerza total

Aceleración

$F_G = -F_{st} + F_A$ = -3500 + 5600= 2100N

Velocidad constante

$F_G = -F_{st}$ = -3500N

Frenado

$F_G = -F_{st} - F_A$ = -3500 - 5600= -9100N

SEGURIDAD EN EL MONTAJE Y OPERACION DE ELEMENTOS DE HIDRAULICA PROPORCIONAL

- Al montar, debe estar limpia la vávula y el lugar de trabajo.

- El tanque debe estar estanco a la entrada de impurezas.

- Los tubos doblados en caliente o soldados deben ser decapados, lavados y aceitados.

- Durante la limpieza usar tejidos que no desprendan hilos o papel especial.

- No son admisibles como elementos de estanqueidad: cáñamo, cintas, masillas, etc.

- Las tubería entre la válvula proporcional y el consumidor deben ser las más cortas posibles.

La superficie de acoplamiento debe tener una rugosidad:

$R_{tmax} \leq 4 \mu m$ y una planitud < 0,01 mm. cada 100 mm.

- Los tornillos de sujección deben coincidir con las dimensiones indicadas en el catálogo. El ajuste se debe realizar con la cupla indicada.

- Como boca de carga y filtro de aire, se recomienda un elemento con un grado de filtraje $\leq 60 \mu m$.

- Las temperaturas máximas recomendadas por el fabricante no deben ser sobrepasadas a efectos de cuidar el fluido. A fin de garantizar una función estable de la instalación, se recomienda mantener la temperatura del fluido constante en $\pm$5°C.

- Requisitos de almacenamiento;

  - Ambiente seco, sin polvo ni vapores

  - Almacenamiento por más de 3 meses

  - Llenar la carcaza con aceite de conservación y tapar

TAREAS DE REFORZAMIENTO (FEEDBACK)

TAREA 1: RELACION DE TRANSMISION DE PRESION EN CILINDROS DOBLE EFECTO

Para poder entrar y salir un cilindro, hace falta un cilindro de doble efecto (por ejemplo, al elevar o hacer descender una carga).

En este tipo de cilindro se diferencia entre cilindro diferenciales con distintas superficies de pistón y cilindros de doble vástago con superificies de pistón iguales.

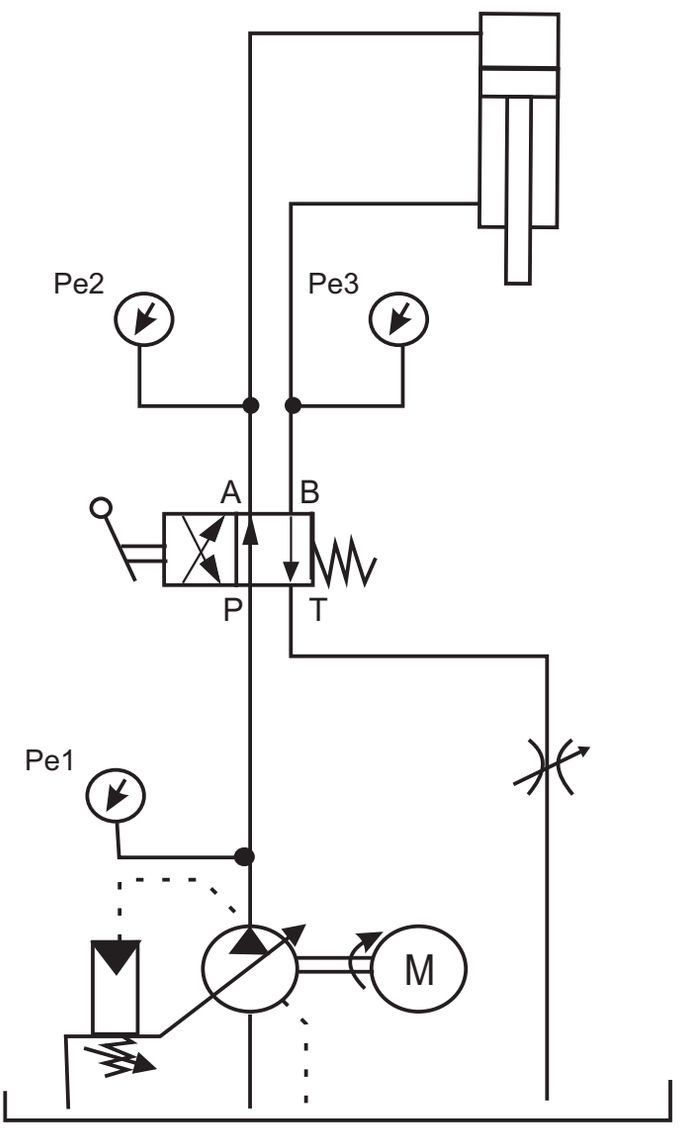
Para un caudal constante se producen diferentes velocidades de entrada y salida del cilindro, dado que en los cilindros diferenciales se producen volúmenes diferentes por las diferentes superficies de pistón o anulares.

En base a la superficie del pistón y la superficie anular del mismo se calculará la transmisión matemática de la presión utilizando la fórmula siguiente:

$$i = \frac{A1 \text{ (Superficie del pistón)}}{A2 \text{ (Superficie anular)}}$$

Las medidas relevantes son:

- ϕ del pistón = 25 mm
- ϕ del vástago = 16 mm



Proceso de ejecución

1. La bomba está desconectada, la instalación sin presión.
2. Realice el montaje de los elementos hidráulicos.
3. Controle el conexionado.
4. Cierre la válvula estranguladora.
5. Conecte la bomba.
6. La presión de la instalación de la bomba está ajustada en 50 bar.
7. Conmutar el cilindro a salir.
8. Lea la presión en los manómetros.
9. Desconecte la bomba.
10. Anote en la tabla los valores medidos.

Evaluación

Cilindro	Pe1 (bar)	Pe2 (bar)	Pe3 (bar)
Salir			
Entrar			

- La relación de transmisión se calcula en base a estos valores y a la fórmula:

$$i = \frac{\text{P salida}}{\text{P entrada}}$$

- Además la relación de transmisión se debe calcular en función de la superficie del pistón y la superficie anular

$$i = \frac{\text{Apistón}}{\text{Anular}}$$

- Aclare la diferencia entre ambas relaciones de transmisión.

Conclusiones:

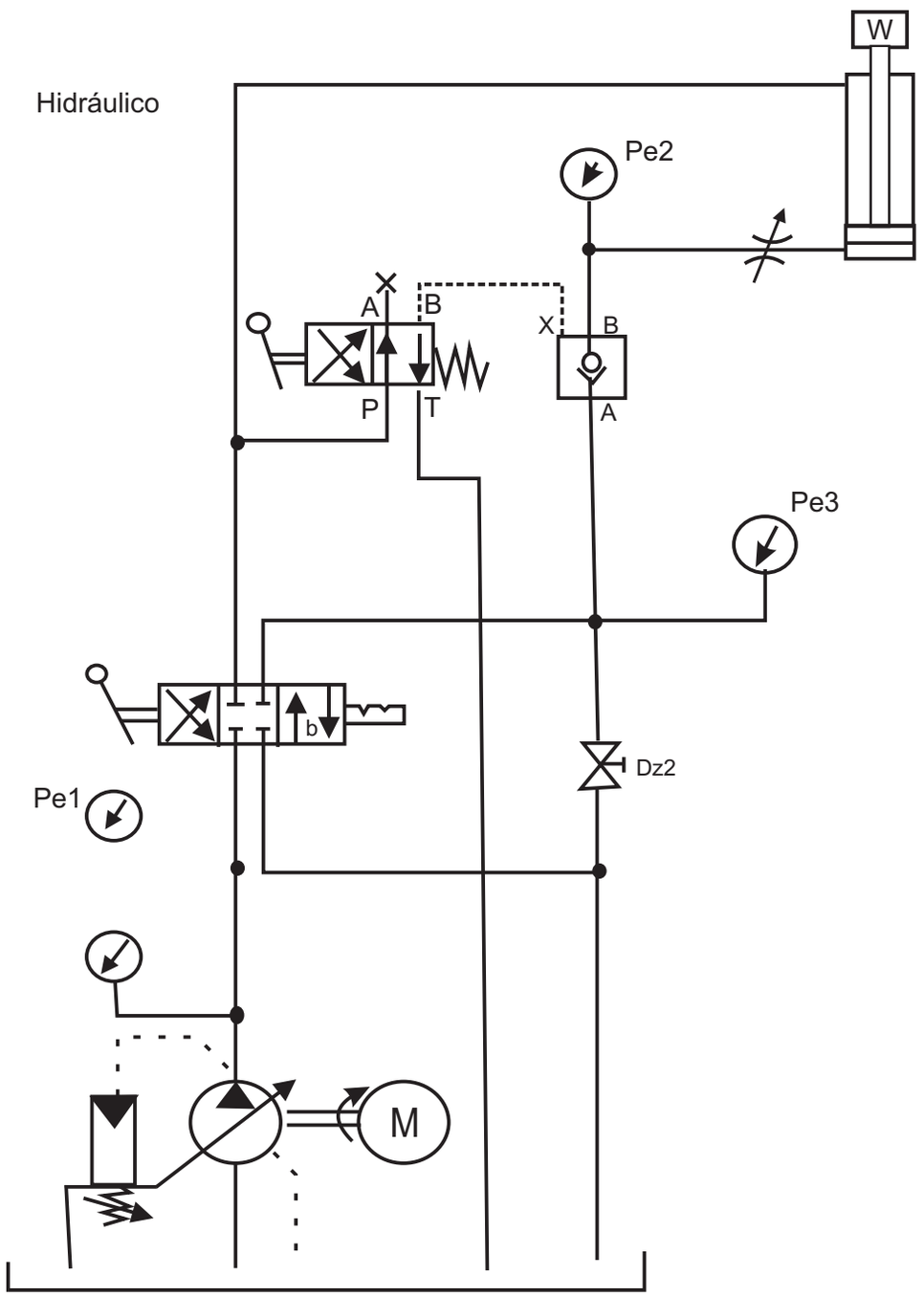
1. Cuando han sido dimensionados como cilindros diferenciales, los cilindros de efectos doble son: .....

2. En cualquier instalación hidráulica se convierte ..... en calor.

TAREA 2: PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA VALVULA ANTIRRETORNO DESBLOQUEABLE

Las válvulas antirretorno desbloqueables se aplican como protección contra el descenso de una carga, en caso de rotura de un conducto o contra movimientos muy lentos de consumidores hidráulicos. Básicamente se ofrecen dos tipos de válvulas antirretorno desbloqueables, pre comandadas y de mando directo.

Esquema hidráulico



Proceso de ejecución

1. La bomba está desconectada, la instalación sin presión.
2. Realice el montaje de los elementos hidráulicos.
3. Controle el conexionado.
4. Conecte la bomba.
5. Accione la válvula.
6. Abra la válvula esférica (Dz2)
7. Anote las presiones actuales.
8. Cierre la válvula esférica (Dz2).
9. Demuestre que el cilindro solamente entra cuando la válvula antirretorno desbloqueable hidráulicamente está desbloqueada por la válvula direccional 4/2 vías.
   Accione la válvula 4/3 a la posición “b”, el cilindro retorna.
10. Desconecte la bomba.

Evaluación

Sentido de marcha del cilindro	Pe1 en bar	Pe2 en bar	Pe3 en bar	Tiempo para el mov. de marcha
Salir				
Entrar				

Tabla

Conclusiones:

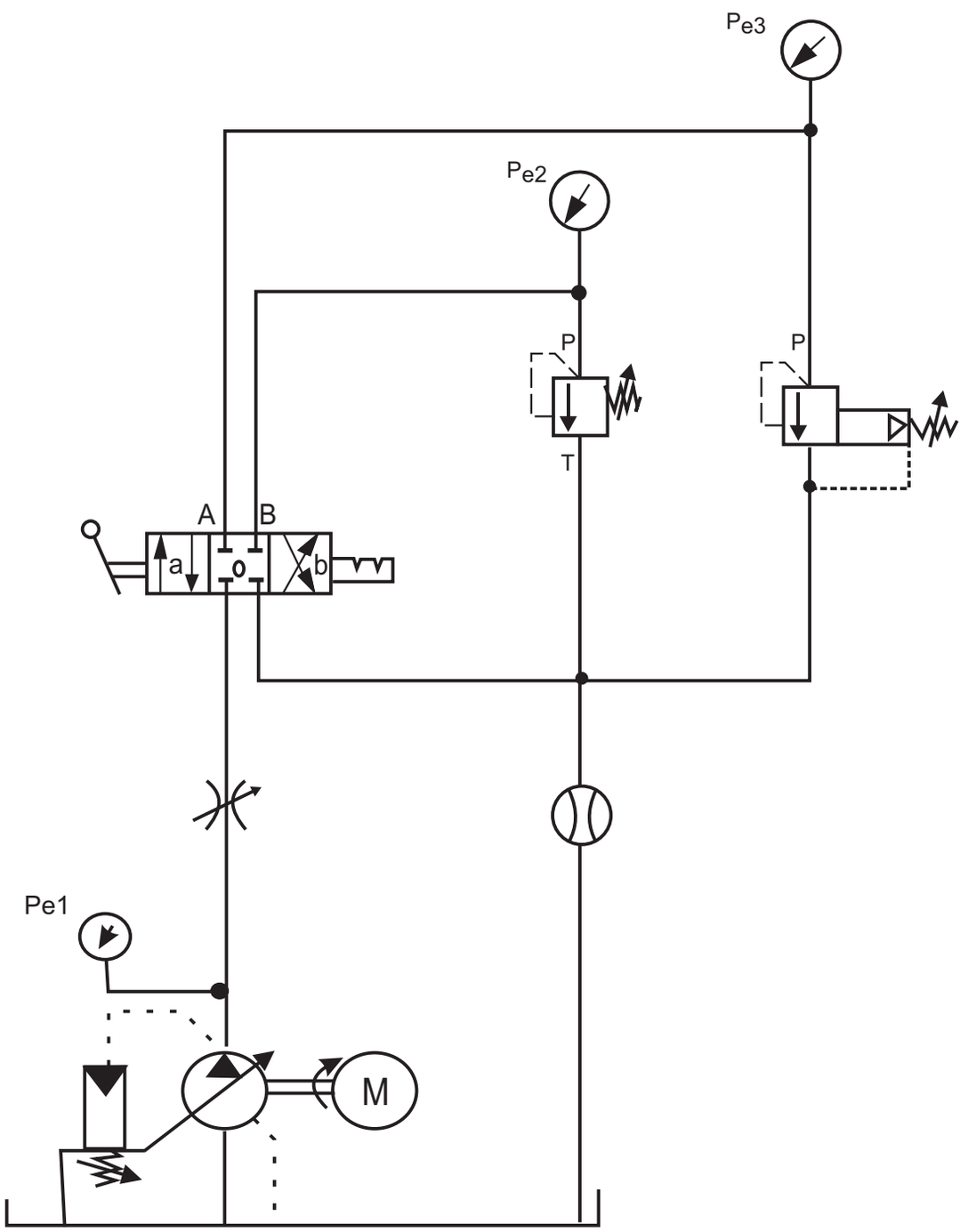
- Desde una posición de desbloqueo sólo pueden retornar a la posición de bloqueo cuando el conducto de mando está .....

- Las válvulas antirretorno desbloqueables previamente descargadas permiten una apertura ..... que las de mando directo.

TAREA 3: PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA VALVULA LIMITADORA DE PRESIÓN, PRECOMANDADA, DE ACCION INDIRECTA

Esta válvula al igual que la válvula de mando directo, permite ajustar la presión máxima de un sistema y de este modo protegerlo contra sobrecargas. A diferencia de las válvula de mando directo en la cual la apertura y cierre resulta sólo de la fuerza del resorte en función de la presión ajustada, para la válvula precomandada la presión máxima es limitada indirectamente por un resorte y un caudal de mando.

ESQUEMA HIDRÁULICO



Proceso de ejecución

Realice el circuito de manera tal que se pueda obtener la relación Q - p de una válvula limitadora de presión de mando directo y una válvula limitadora precomandada.

1. La bomba está desconectada, la instalación sin presión.

2. Realice el montaje de los elementos hidráulicos.

3. Controle el conexionado

4. Conecte la bomba.

5. Cierre completamente la válvula estranguladora.

6. Cerciórese que en el sistema haya una presión min. 50 bar.
   Como válvula de seguridad se puede instalar una válvula adicional limitadora de presión que se ajusta a un valor de presión más alto que la del sistema (>55 bar).

7. Conmute la válvula direccional a posición “b”.

8. Abra la válvula estranguladora lo necesario para lograr un caudal aproximado de 1L/min y ajuste la presión precomandada limitadora de presión, para el mismo caudal, a 30 bar.

9. Conmute la válvula direccional de 4/3 vías a posición “a” y ajuste la presión Pe3 en la válvula precomandada limitadora de presión, para el mismo caudal, a 30 bar.

10. Ajuste ahora con la válvula estranguladora todos los caudales según la serie indicada en la tabla y mida las presiones pe2 y pe3.
Para ello ajuste el caudal y varíe mediante las posiciones “a” o “b” el sentido de flujo en la válvula direccional de 4/3 vías de manera tal que a través de ambas válvulas limitadoras de presión circule el mismo caudal cada vez.

11. Tome nota de los correspondientes valores.

12. Registre todos los valores en una tabla.

13. Dibuje un diagrama en el cual se pueden comparar las características de ambas

Evaluación

Posición de la válv. Estranguladora	Válvula limitadora de presión de mando directo		Válvula limitadora de presión precomandada	
	Q L/min	Pe2 bar	Q L/min	Pe3 bar
Posición 1				
Posición 2				
Posición 3				
Posición 4				
Posición 5				
Posición 6				
Posición 7				

Tabla

De la evaluación de la tabla se puede establecer que los valores de presión y caudal son ..... la ventaja de la válvula precomandada limitadora de presión se hace notable recién para mayores caudales (>aprox. 20 L/min)

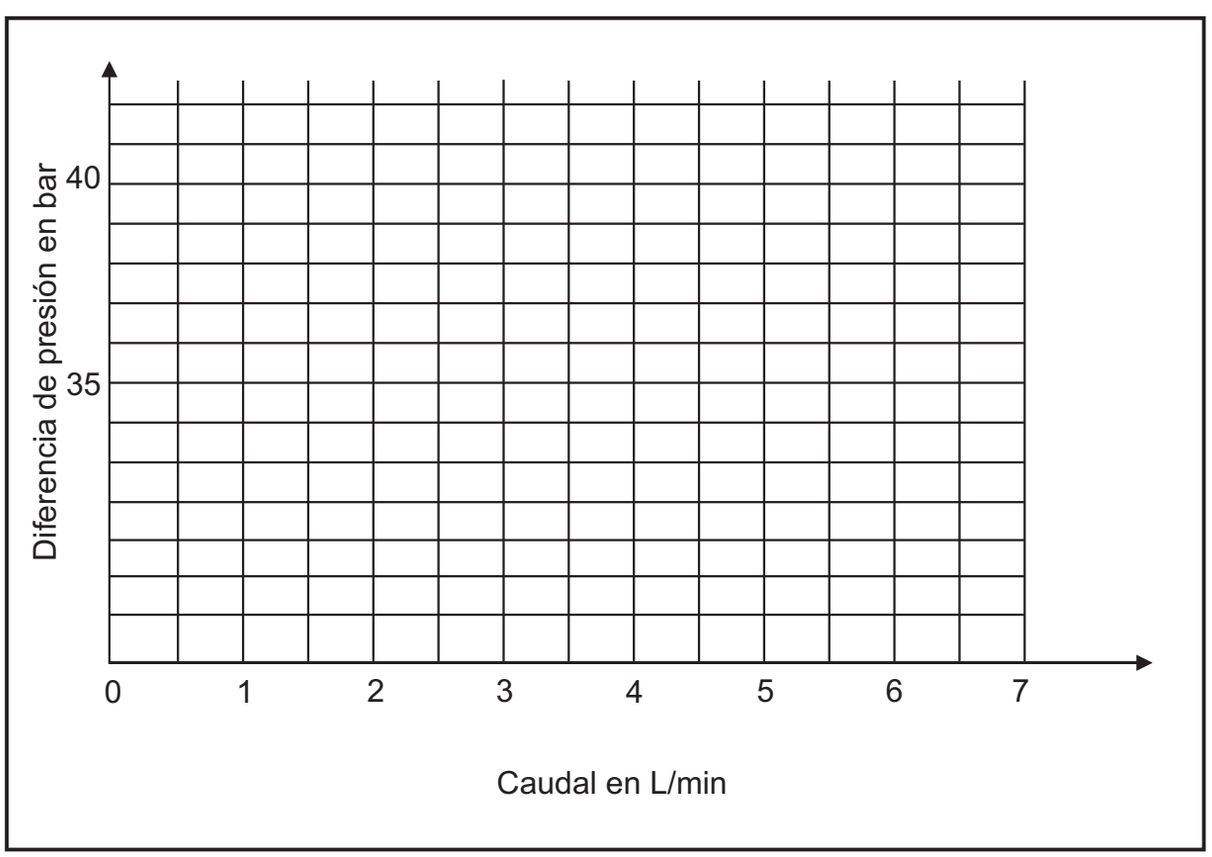


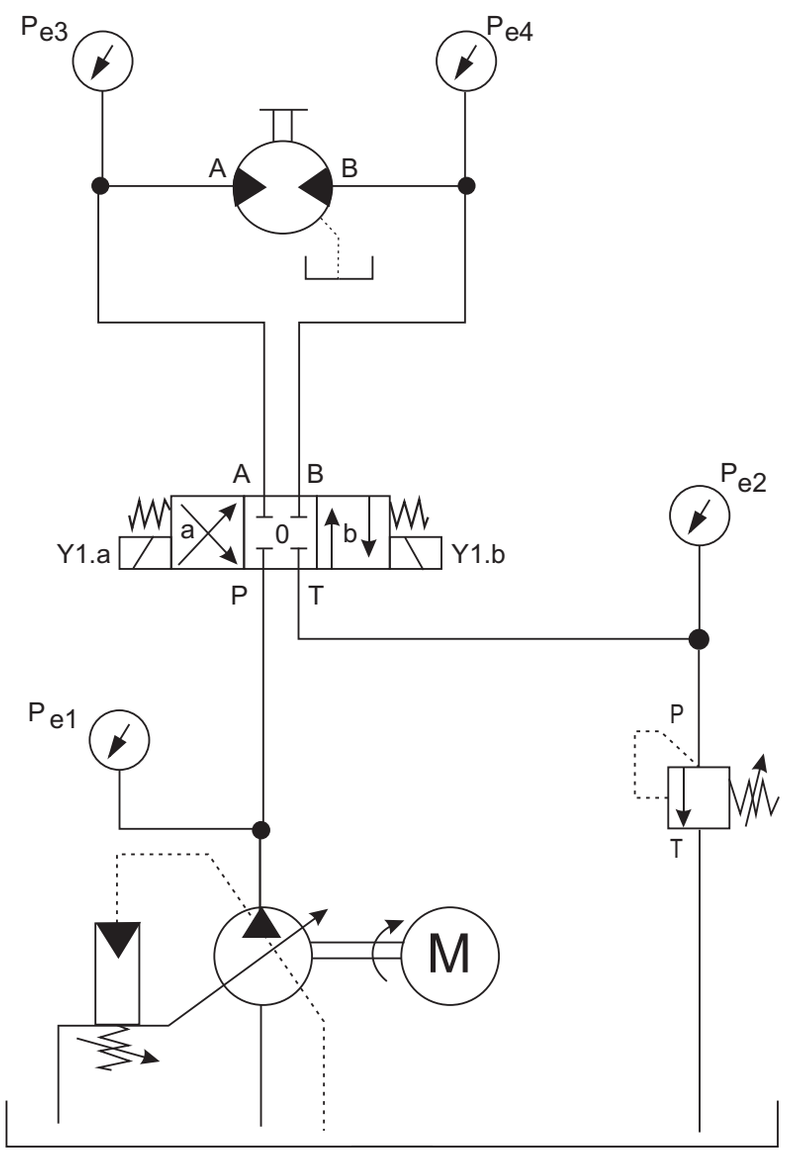
Diagrama relativo a la tabla

TAREA 4: CARCTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR HIDRAULICO

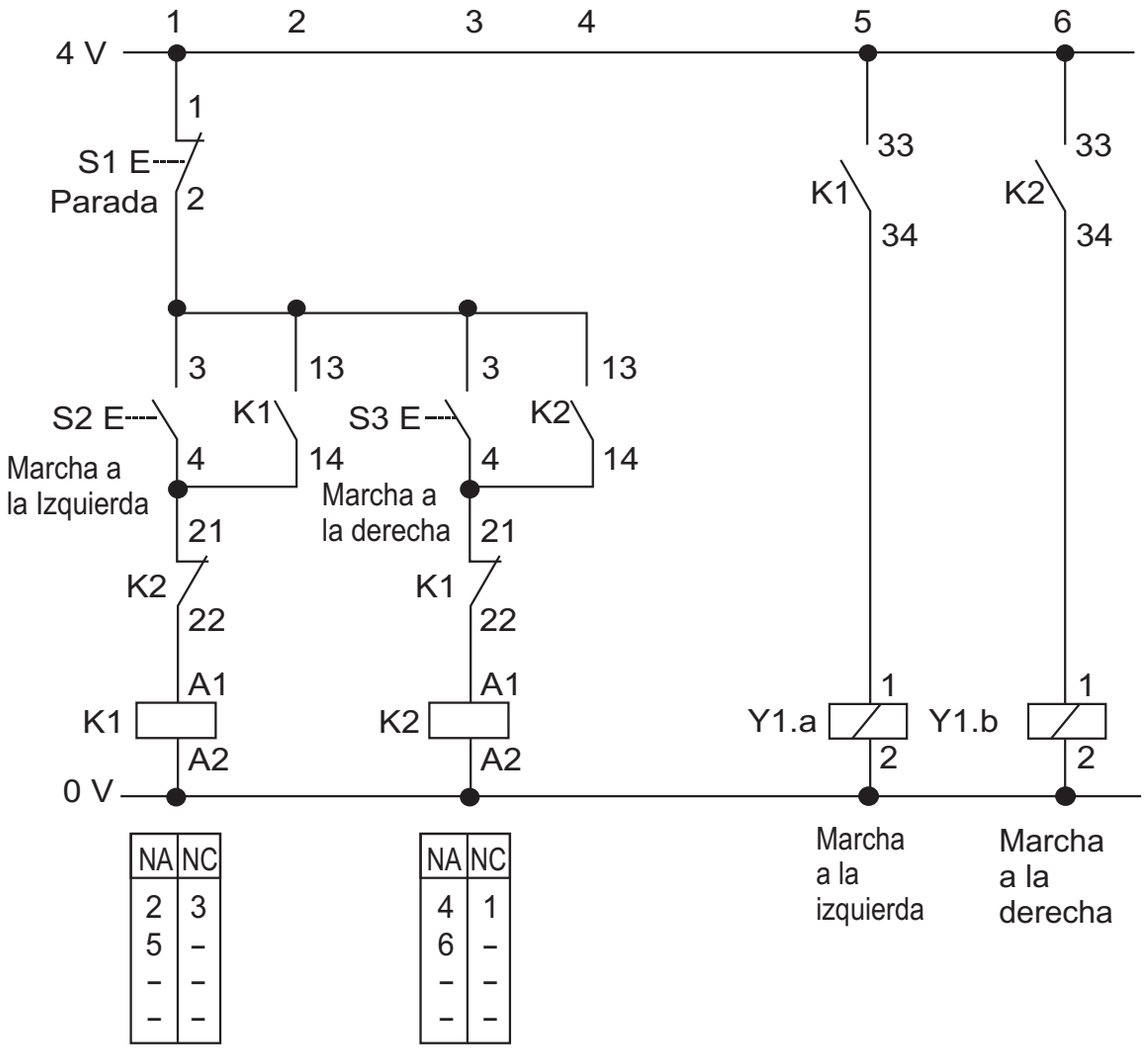
Desde el punto de vista del funcionamiento, el motor hidráulico es la inversa de una bomba hidráulica. En las bombas las energía mecánica aplicada al eje de la misma se convierte en energía hidráulica. En los motores la energía hidráulica se convierte en energía mecánica.

Los motores hidráulicos se distinguen, entre otras cosas, por su característica de velocidad.

Los motores que giran a velocidad elevadas (de marcha rápida) se emplean en aquellos casos en que se requiere una rápida inversión de marcha. Tiene pequeñas dimensiones, peso reducido y pequeños momentos de inercia.



Esquema eléctrico



NA= normal abierto
NC= normal cerrado

Generalidades

Para la realización de esta tarea se desarrolla el circuito de tal manera que el motor hidráulico pueda girar, mediante la conmutación de una válvula direccional, en ambas direcciones y con distintas velocidades (para poder actuar sobre el motor, se emplea una válvula direccional 4/3 vías).

Se debe lograr además una precomprensión del motor mediante una válvula limitadora de presión. La medición de presión se realiza en la tubería de alimentación y en las tuberías de trabajo del motor hidráulico.

Proceso de ejecución

1. La bomba está desconectada, la instalación sin presión.

2. Realice el montaje de los elementos hidráulicos.

3. Controle el conexionado.

importante:
Asegúrese que la tubería de retorno esté conectada sin presión al tanque (o probeta graduada). En caso contrario podría dañarse el motor.

4. Realice el montaje y conexionado de los elementos eléctricos.

5. Conecte la bomba y el sistema eléctrico de 24 voltios.

6. Controle la presión ajustada en la bomba de regulación, debe alcanzar 50 bar.

7. Cierre completamente la válvula limitadora de presión.

8. Abra completamente la válvula estranguladora.

9. Conmute la válvula direccional de 4/3 vías a posición “a”.

10. Ajuste la presión de precomprensión con la VLP a 20 bar. Conmute la válvula direccional 4/3 vías a posición “a”, en esta posición la presión se leen en el manómetro P_{e2}.

11. Medir con marcha a la izquierda (posición “a” de la válvula 4/3) el caudal Q. Tome nota de estos valores y de los valores de presión P_{e1} hasta P_{e3}.

12. Ajuste la válvula estranguladora según las posiciones indicadas en la tabla y tome la nota de los valores indicados para marcha derecha e izquierda.

13. Desconecte el equipo.

14. Registre en la tabla todos los valores obtenidos.

15. Calcule el caudal aspirado Q, la velocidad de rotación del motor y anote asimismo los valores calculado en tabla.

$$Q = \frac{v.60}{t}$$

$$N = \frac{Q.nvol..100}{Vg}$$

Q = Caudal aspirado en L/min
V = Volumen de la probeta graduada en litros
T = Tiempo de medición en segundos
n = Velocidad de rotación en rpm
= rendimiento volumétrico 0,8
Vg = Volumen desplazado .....4,93 cm^3

Evaluación

Posición de la válvula estranguladora	P_{e1} bar	P_{e2} bar	Q L/min	n rpm
Completamente abierto				
5 vueltas, cerrado				
1 vuelta, cerrado				
1 vuelta, cerrado				
completamente cerrado				

Tabla: Marcha a la izquierda

Evaluación

Posición de la válvula estranguladora	P_{e1} bar	P_{e2} bar	Q L/min	n rpm
Completamente abierto				
5 vueltas, cerrado				
1 vuelta, cerrado				
1 vuelta, cerrado				
completamente cerrado				

Tabla: Marcha a la derecha

- El motor hidráulico convierte la energía hidráulica en .....
- El sentido de rotación de un motor hidráulico está determinado por el .....
- La velocidad de rotación de un motor hidráulico está determinada por el..... ..... y por su cilindrada por vuelta.
- El momento de giro está determinado por la ..... entre entrada y salida y la cilindrada del motor.

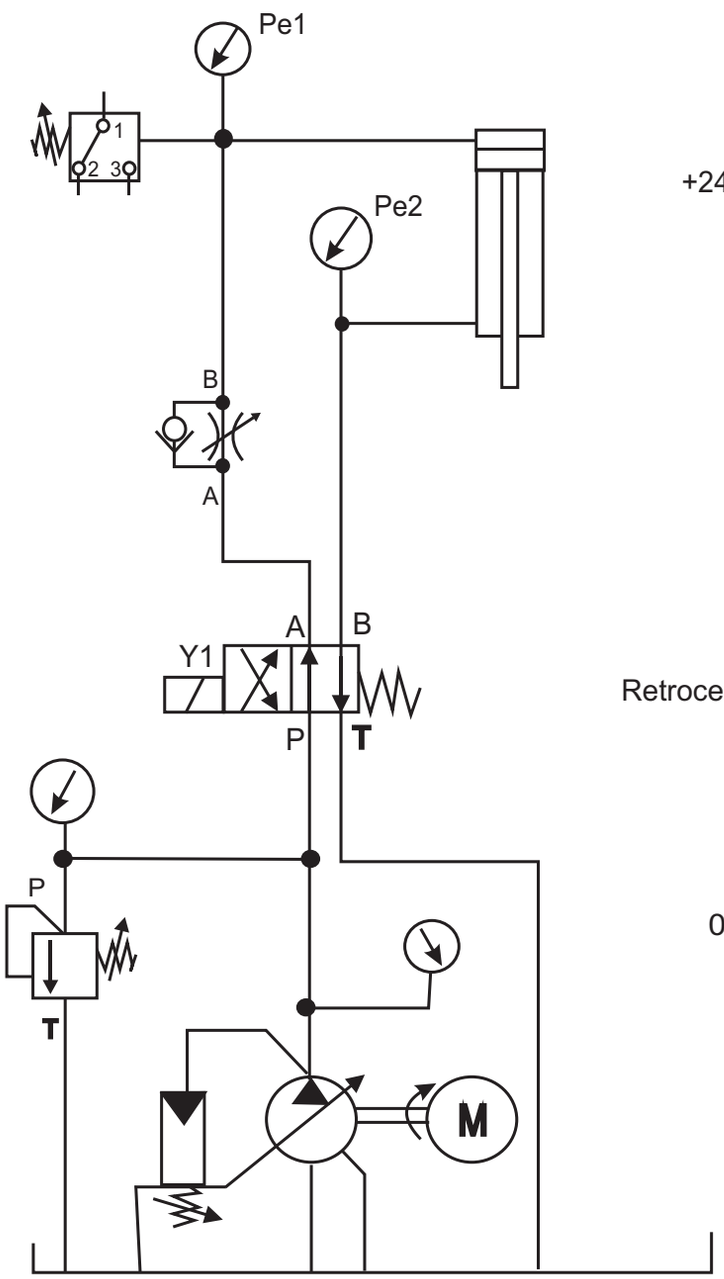
- Un motor hidráulico suministra su ..... aún en condición de bloqueo. Es aproximadamente independiente de la velocidad de rotación.

TAREA 5: AJUSTE DEL PRESOSTATO Y EFECTO EN UN SISTEMA

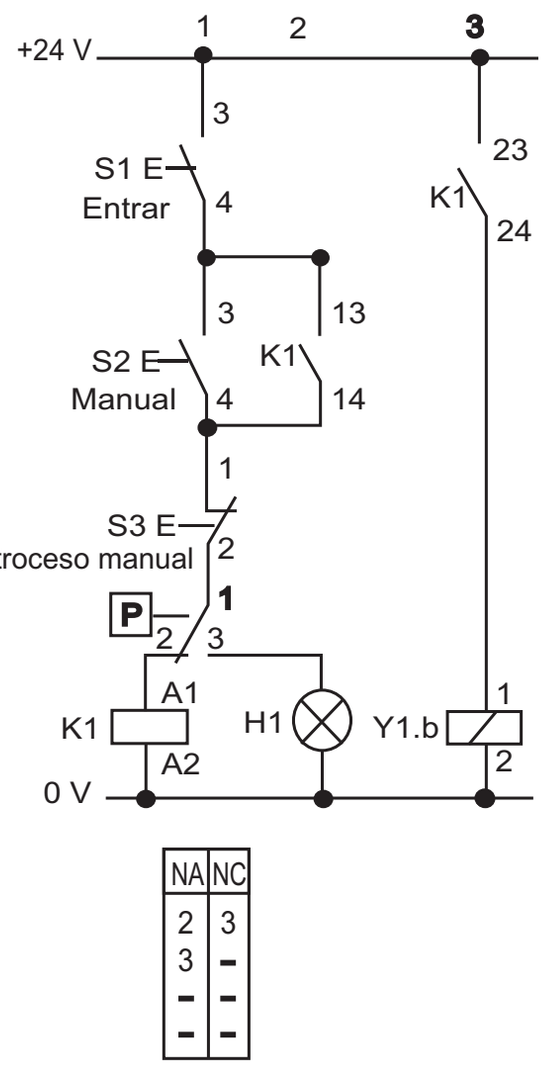
Los presostatos consisten en un componente hidráulico que al alcanzar una presión pre ajustada definida con precisión, cierran o abren un contacto eléctrico.

En esta tarea, un cilindro debe comprimir dos herramientas hasta una presión de 30 bar. Cuando se alcanza 30 bar el cilindro debe retroceder automáticamente.

ESQUEMA HIDRÁULICO



ESQUEMA ELÉCTRICO



NA= normal abierto NC= normal cerrado

PROCESO DE EJECUCION

1. La bomba está desconectada, la instalación sin presión.
2. Realice el montaje de los elementos hidráulicos.
3. Controle el conexionado.
4. Realice el montaje y conexionado de los elementos eléctricos.
5. Ajuste el presostato al valor máximo (girar el tornillo de ajuste hacia la derecha).
6. Conecte la bomba y aplique tensión de 24 voltios al sistema eléctrico.
7. Ajuste la válvula limitadora de presión a 30 bar.
8. Ajuste la marcha hacia adelante del pistón a 0,3 m/s. Para ello mueva el cilindro hacia afuera y mida el tiempo.

Calcule el tiempo total de salida del cilindro mediante la siguiente fórmula:

$$v = \frac{L}{t.100}$$

v= velocidad de avance en m/s
L = longitud de carrera en mm
t = tiempo de salida en seg.

9. Termine de ajustar el presostato cuando el cilindro está en la posición extrema hacia adelante, hasta que el cilindro se mueva hacia adentro por sí mismo.

10. Ajuste uno tras otro todos los valores de la válvula limitadora de presión indicados en la tabla y mueva el cilindro con cada valor.

11. Desconecte el equipo.

Válvula limitadora de presión Pe1 en bar	Retorno manual si / no
28	
29	
30	
32	
34	
40	

Tabla

Conclusiones

- En los presostatos se conmuta un _____ mediante presión hidráulica sobre un microinterruptor.

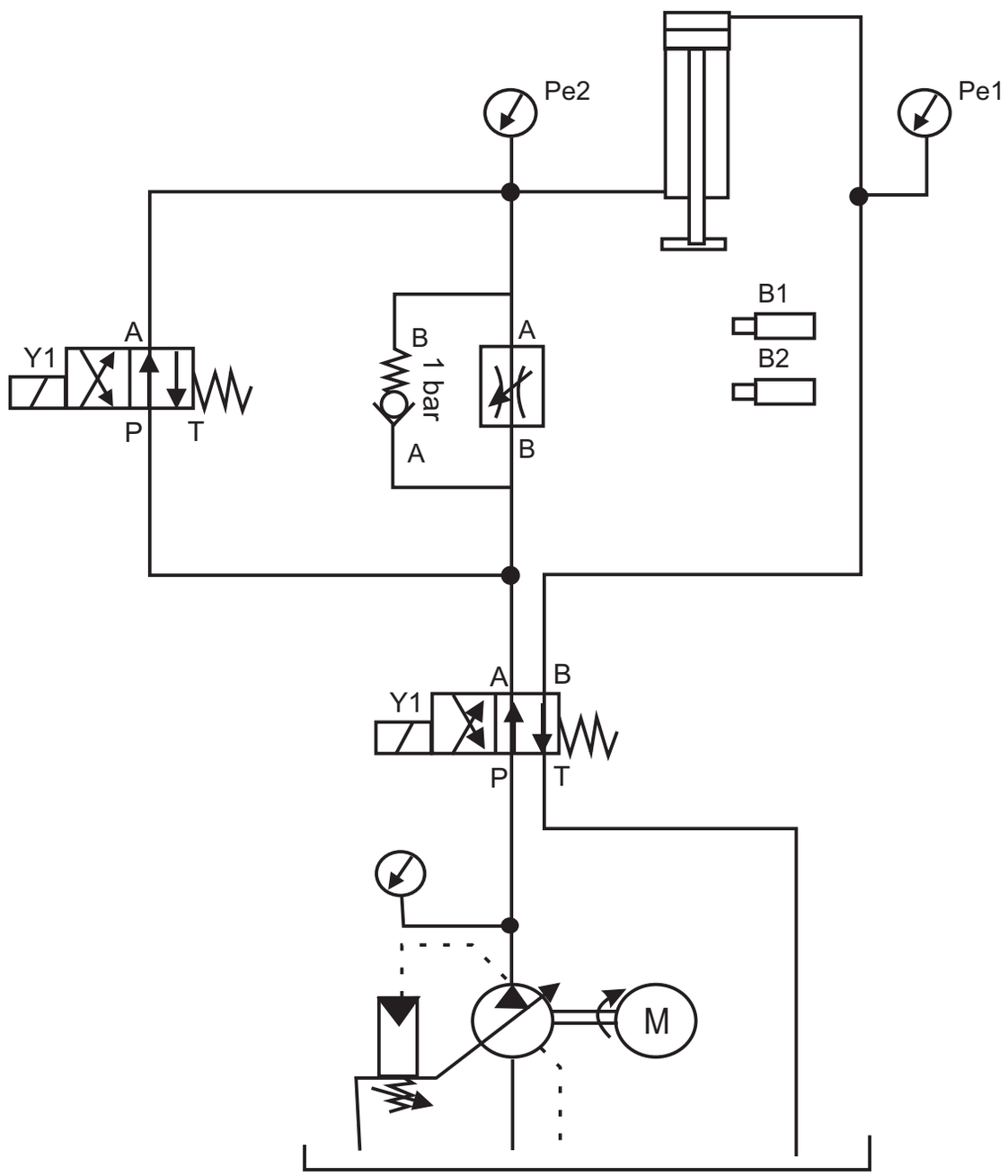
- En una válvula de presión se necesita siempre como mínimo la presión ajustada para realizar un

_____-

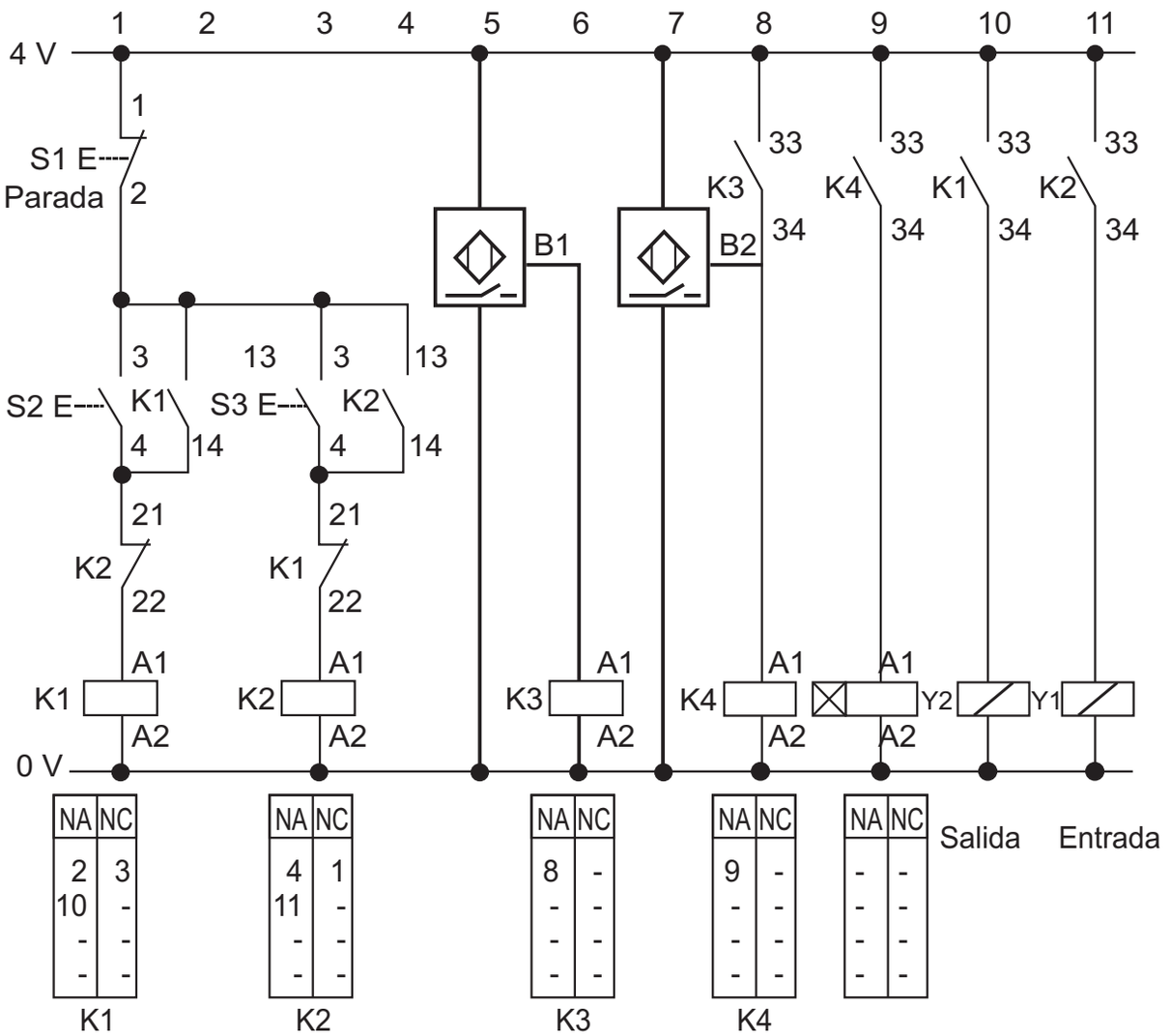
TAREA 6: CIRCUITO DE AVANCE RAPIDO / MARCHA DE TRABAJO

En la ejecución de esta tarea, el circuito de avance rápido/marcha de trabajo actúa solo en la dirección de salida. El fundamento de este circuito es que en función de una determinada posición del cilindro, se conecta distinta resistencias.

ESQUEMA HIDRAULICO

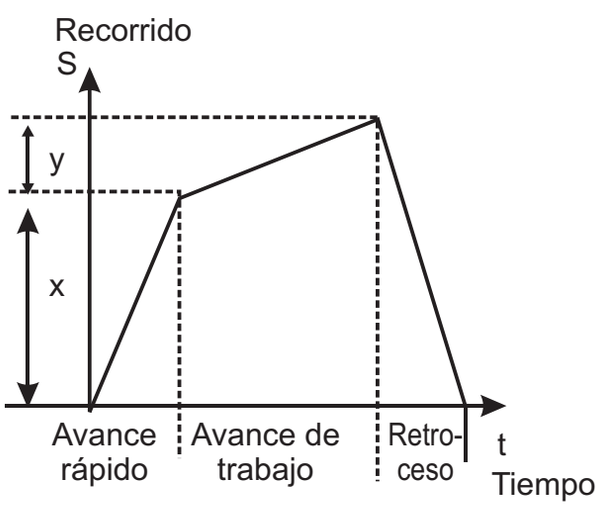


Esquema Eléctrico



GENERALIDADES

En este ensayo se muestra como mediante un mando eléctrico se pueden lograr velocidades de marcha diferentes del pistón. Para ello el caudal durante el avance rápido es conducido a través de la válvula direccional casi sin restricciones hacia el tanque. Naturalmente ambas válvulas direccionales representan, aunque reducidas, una resistencia. Se observa que de esta manera se pueden lograr múltiples velocidades diferentes de pistón mediante el empleo de válvulas direccionales con distintas resistencias de flujo. Habitualmente, el movimiento se representa en un diagrama recorrido - tiempo.



PROCESO DE EJECUCION

1. La bomba está desconectada, la instalación sin presión.
2. Realice el montaje de los elementos hidráulicos.
3. Controle el conexionado.
4. Realice el montaje y conexionado de los elementos eléctricos.
5. Cerciórese que la pesa esté separada del cilindro.
6. Controle la posición de los sensores. Si el cilindro colisiona con los sensores se puede dañar la cubierta de plexiglas y los sensores.
7. Conecta la bomba y aplique tensión de 24 voltios al sistema eléctrico.
8. Coloque la válvula reguladora de caudal 2 vías en posición 1.0
9. Mueva el cilindro hacia afuera. Anote los tiempos que requiere el cilindro para el movimiento de avance rápido y hacia adelante y las presiones en en la tabla.
10. Mueva el cilindro hacia adentro. Anote el tiempo que requiere el cilindro para el movimiento de entrada y las presiones en P_{e1} y P_{e2}.
11. Repita los pesos 9 y 10 para la posición 1.5 de la válvula reguladora de caudal.
12. Desconecte la bomba.

Cilindro hidráulico		Válvula reguladora de caudal (posición)	
		1.0	1.5
Avance rápido	P_{e1} (bar)		
	P_{e2} (bar)		
	t (seg)		
Avance trabajo	P_{e1} (bar)		
	P_{e2} (bar)		
	t (seg)		
retroceso	P_{e1} (bar)		
	P_{e2} (bar)		
	t (seg)		

TABLA

CONCLUSIONES:

- En la marcha de avance rápido el pistón se mueve prácticamente sin restricciones con un caudal de la bomba correspondiente a la ..... hasta el punto de conmutación.
- El resto de la carrera el pistón se mueve con un caudal estrangulado a través de una válvula reguladora ..... hacia afuera.
- El caudal para el retroceso es alimentado a través de la válvula antirretorno del regulador de caudal. El pistón se mueve hacia adentro con velocidad.....

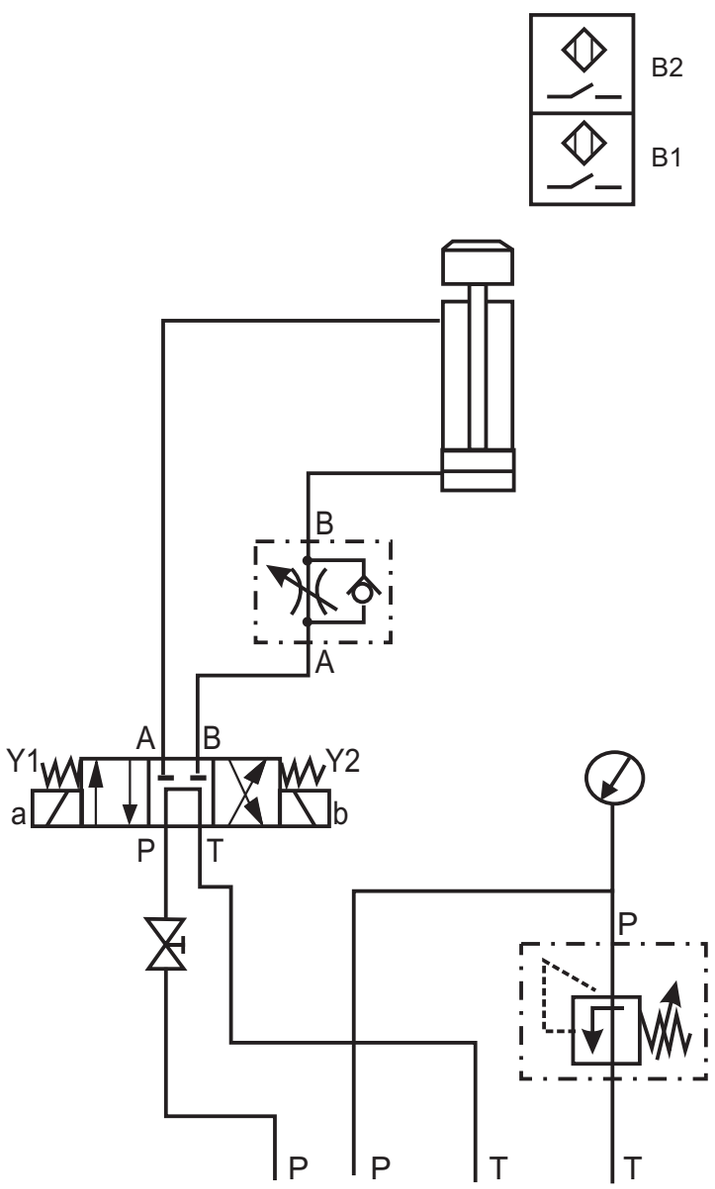
TAREA 7: CONTROL DE MARCHA DE TRABAJO CON PARADAS INTERMEDIAS

En esta tarea se debe hacer salir el cilindro accionando un pulsador. En el recorrido del cilindro se disponen dos interruptores de proximidad (B1 y B2) de los cuales el primero detiene el pistón.

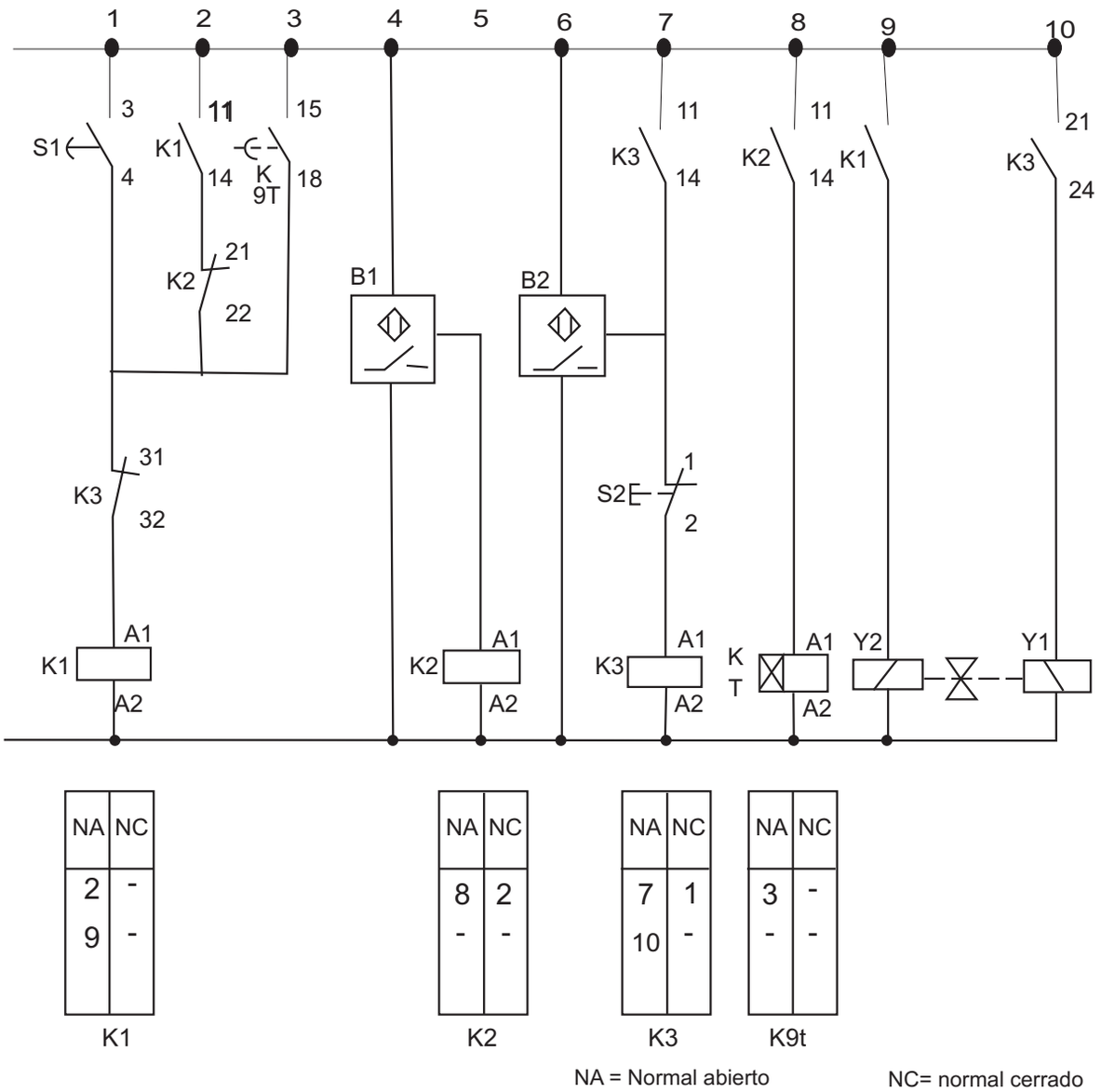
El tiempo de permanencia en esta posición es controlado por un temporalizador. Al alcanzar el segundo interruptor de proximidad se invierte la dirección de movimientos del cilindro.

El cilindro se mueve sin paradas intermedias hasta la posición inicial.

ESQUEMA HIDRAULICO



Esquema eléctrico



Proceso de Ejecución

1. La bomba está desconectada, la instalación sin presión.
2. Realice el montaje de los elementos hidráulicos.
3. Controle el conexionado.
4. Realice el montaje y conexionado de los elementos eléctricos,
5. Conecte la bomba y aplique tensión de 24 voltios al sistema eléctrico.
6. Limite la presión del sistema a 30 bar. Para ello la válvula de bloqueo debe estar cerrada. Luego de que haya ajustado la presión, ábrala nuevamente.

7. Ajuste de tiempo de permanencia del cilindro, en la posición definida por el interruptor de proximidad B1, con el temporizador, llevando el botón giratorio a la posición B (aprox. 2 seg. de retardo)

8. Haga salir el cilindro, la válvula de bloqueo está cerrada.

9. Luego que el cilindro ha entrado nuevamente, accione el pulsador S2 (desconectar) para anular la autorretención del relé K3.

10. Dibuje un diagrama funcional.

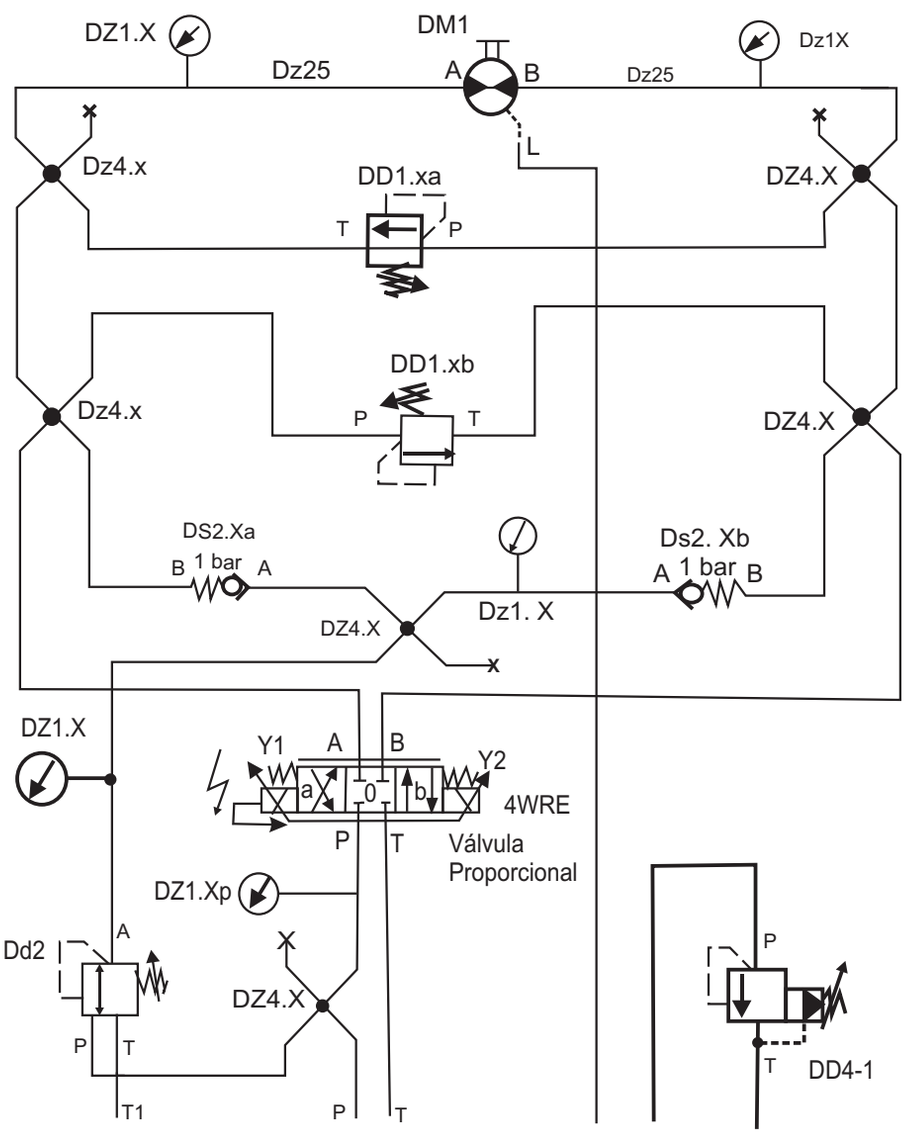
11. Desconecte la bomba y la fuente de 24 voltios.

Nro.	Elemento	Función	Posición	Paso 1 2 3 4 5 6
1	Pulsador CONECTAR S1	Conmuta 6	accionado en reposo	
2	Pulsador CONECTAR S2	Conmuta 6	accionado en reposo	
3	Interruptor proximidad B1	Conmuta 6	conectar desconectar	
4	Interruptor proximidad B2	Conmuta 5+6	conectar desconectar	
5	Temporizador K4	Conmuta 6	accionado en reposo	2s t
6	Temporizador K4	Conmuta 6	accionado en reposo	
7	Cilindro	por ejemplo prensar	Punto de conmut. B2 punto de conmut B1 adentro	

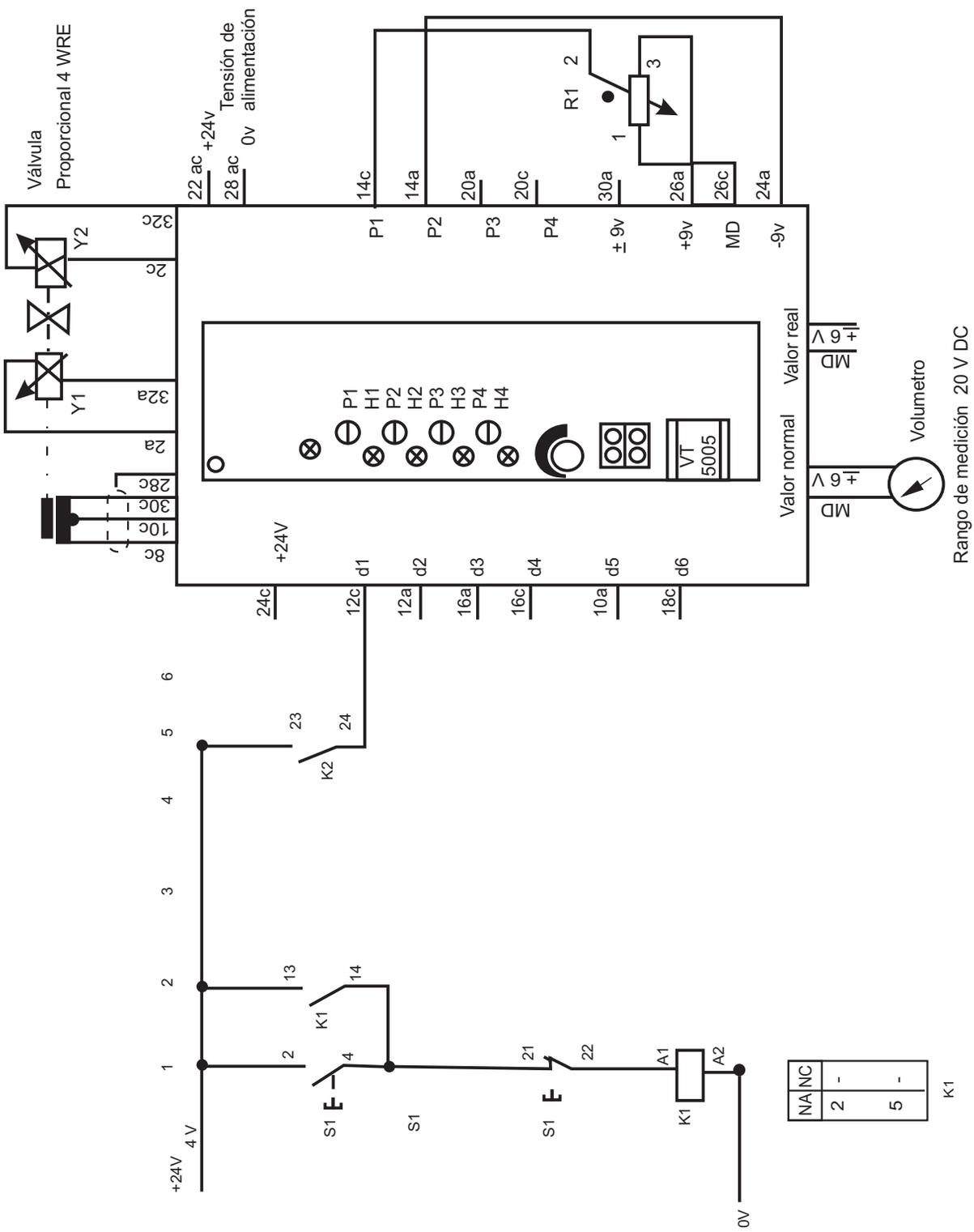
TAREA 9 : MANDO DE UNA MOTOR HIDRAULICO CON UNA VALVULA DIRECCIONAL PROPORCIONAL

En esta tarea se deberá comandar un motor hidráulico con una válvula direccional proporcional. Asimismo se deberá variar el sentido de giro y la velocidad de rotación con un potenciómetro.

ESQUEMA HIDRAULICO



Esquema electrónico



Generalidades

Con un potenciómetro externo puede Ud. variar la entrada de valor nominal en forma continua de -9V hasta +9V. La amplitud máxima para los valores real y nominal en los bujes de medición es de ± 6v, lo que corresponde a ± 9v en la entrada del valor nominal . Para medir valor real y nominal seleccione un rango de medición adecuado en el aparato de medición múltiple digital a los contactos correspondientes. Utilizar la tarjeta electrónica VT 5005.

Proceso de ejecución:

1. La bomba está desconectada, la instalación sin presión.

2. Realice el montaje de los elementos hidráulicos.

3. Controle el conexionado.

4. Realice el montaje y conexionado de los elementos eléctricos.

5. Conecte la alimentación de corriente con el interruptor a la llave.

6. Gire el potenciómetro R1 en dirección antihoraria hasta el tope.

7. Lleve el rango de medición del aparato de medición múltiple digital a 20V tensión continua y conéctelo.

8. Oprima el pulsador S1. El aparato de medición múltiple digital debería indicar una tensión de -6V. Si no fuera el caso, gire el potenciómetro P1 de la tarjeta electrónica hasta que indique -6V. Si la indicación se encuentra en el rango positivo intercambie los conductos de medición en las conexiones del aparato de medición múltiple digital.

9. Gire el potenciómetro R1 a posición media. El aparato de medición múltiple digital deberá indicar una tensión cercana a 0(± 0,2 V).

10. Conecte la bomba.

11. Limite la presión del sistema en 20 bar con la válvula limitadora de presión (DD4.1). Esta presión se indica en el manómetro Dz1. x p.

12. Ajuste la presión de postapirción en 6 bar con la válvula reductora de presión, se indica en el manómetro Dz1.X

13. Gire ambas válvulas limitadoras de presión DD1.Xa y DD. Xb hacia afuera (presión mínima) y luego seis vueltas hacia adentro.

14. Gire el botón giratoria ajuste en la tarjeta electrónica el tiempo de rampa más corto (botón giratorio totalmente hacia izquierda).

15. Gire el potenciómetro R1 en sentido antihorario hasta el tope (posición D) y luego en pasos de diez nuevamente hacia el tope (posición 10). Al hacerlo, observe los valores nominal y real en el aparato de medición múltiple digital y el sentido de giro y la velocidad de rotación del motor hidráulico.

Para poder medir el valor nominar y el valor real en cualquier ajuste del potenciómetro deberá reconectar cada vez el cable de medición.

Anote en tabla 1 los valores obtenidos.

16. Varié el potenciómetro R1 lo más rápido posible de uno al otro tope y al mismo tiempo observe el motor hidráulico. Ajuste luego un tiempo de rampa de 4 segundos y gire de uno al otro tope.

Anote sus observaciones en tabla 2.

17. Ajuste el valor nominal en 2V y aumente la presión del sistema a 40 bar utilizando para ello la válvula limitadora de presión DD4. Observe simultáneamente la velocidad de rotación del motor hidráulico Dm1.

Anote sus observaciones en tabla 4.

18. Ajuste el valor nominal en 5V y lleve la presión del sistema a 20 bar.

Anote sus observaciones en tabla 3.

19. Oprima el pulsador S2 y desconecte el aparato de medición.

20. Desconecta la bomba.

21. Desconecte la corriente.

Evaluación

Posición del potenciómetro (graduac. de escala)	Val. Nom. (V)	Val. real. (V)	Sentido de giro del motor (izq/der./ Parada)	Velocidad de rotacion del motor (max./más de espacio/ más rápido/cero)
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
posición máxima				

Tabla 1

Tiempo de rampa	mínimo (0,03)	4 s
Comporta-miento del motor hidráulico		

Tabla 2

Pres. del sistema / Valor nominal	20 bar	40 bar
2 V		
5 V		

Tabla 3

HOJA DE TRABAJO

1. Diseñar un sistema hidráulico:

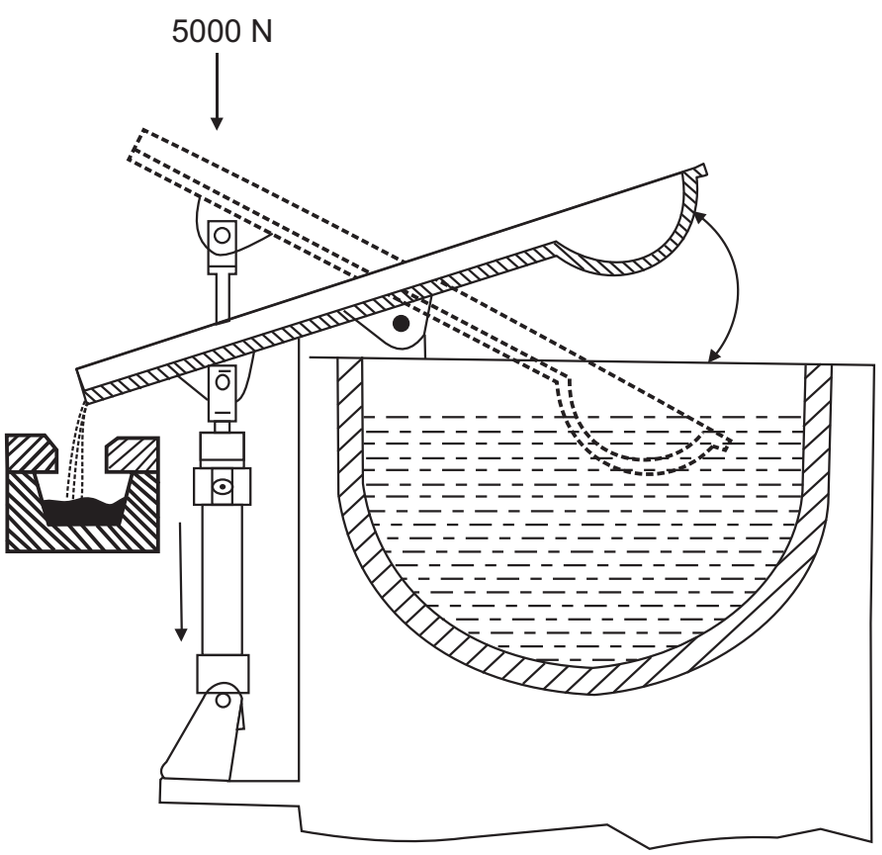
Planteamiento de la tarea.

Transporte de aluminio líquido desde una caldera hasta una canaleta que lo lleva hacia una moldeadora a presión. Con ese fin, se necesita una cuchara, tal como lo muestra el plano de situación.

Para que la cuchara pueda ejecutar los movimientos respectivos, se recurre a un cilindro de doble efecto, con el cual se producen movimientos de elevación de la cuchara. El cilindro es accionado por un válvula de 4/2 vías.

Deberá tenerse en cuanta que la cuchara no debe sumergirse en el aluminio que hay en la caldera, sino se acciona la válvula.

Plano de situación



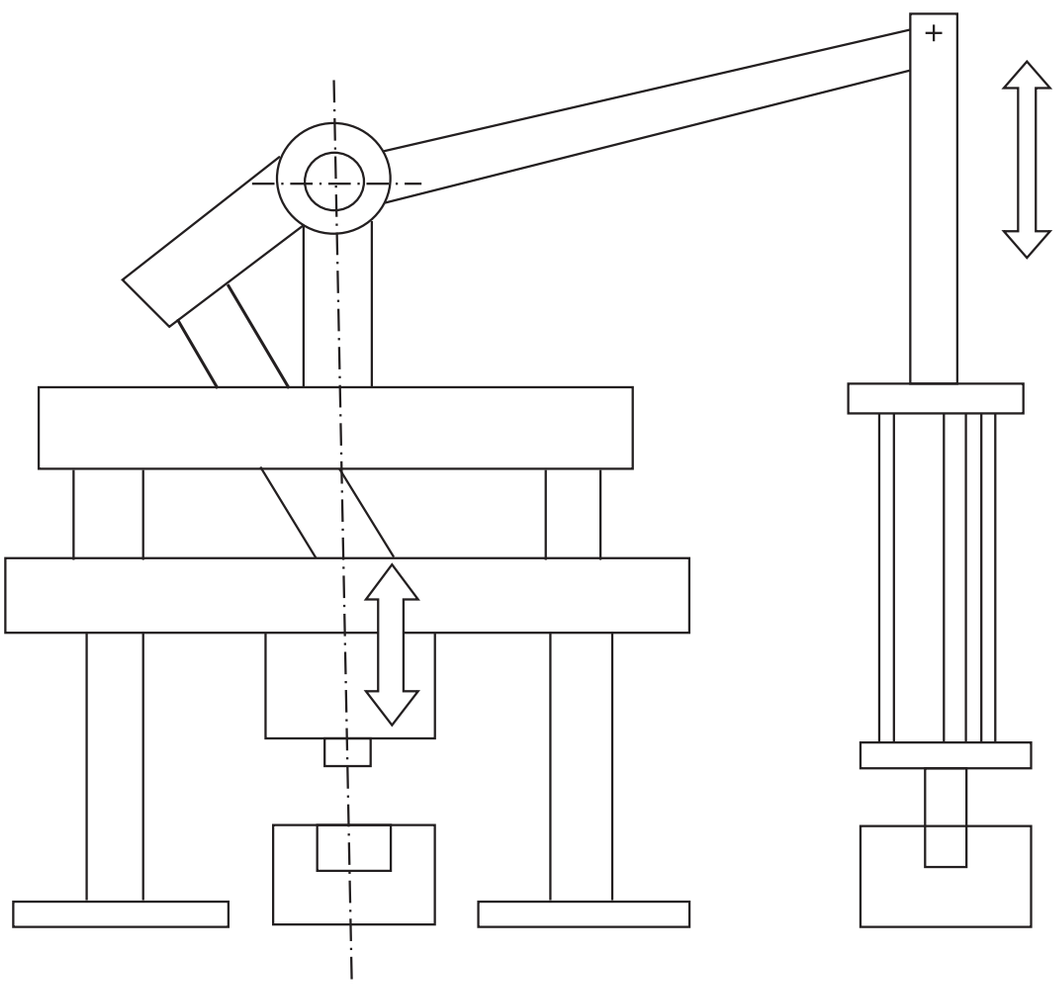
2. Diseñar un sistema electrohidráulico:

Planteamiento de tarea.

En una prensa de palanca acodada de conformarse piezas. Primero ha de ajustarse un presión de prensado previo, de modo que el material queda conformado lentamente. Tras un recorrido de unos 100 mm tiene lugar la conmutación a una presión mayor. Después del prensado de acabado, sube la presión al valor mayor ajustado en el presostato. Alcanzar este valor el presostato ha de conmutar la carrera de retroceso.

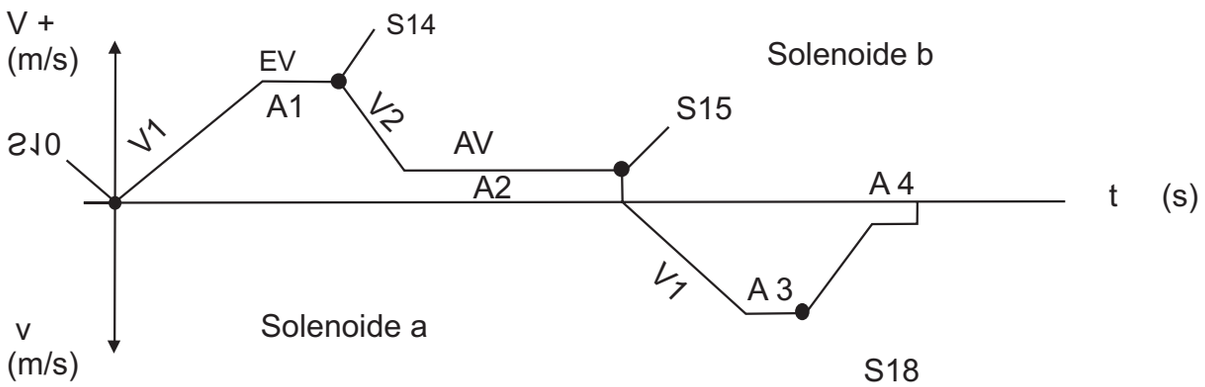
El caudal deberá poder regularse por medio de una válvula reguladora de caudal.

Plano de situación.



3. Diseñar un sistema de control hidráulico proporcional

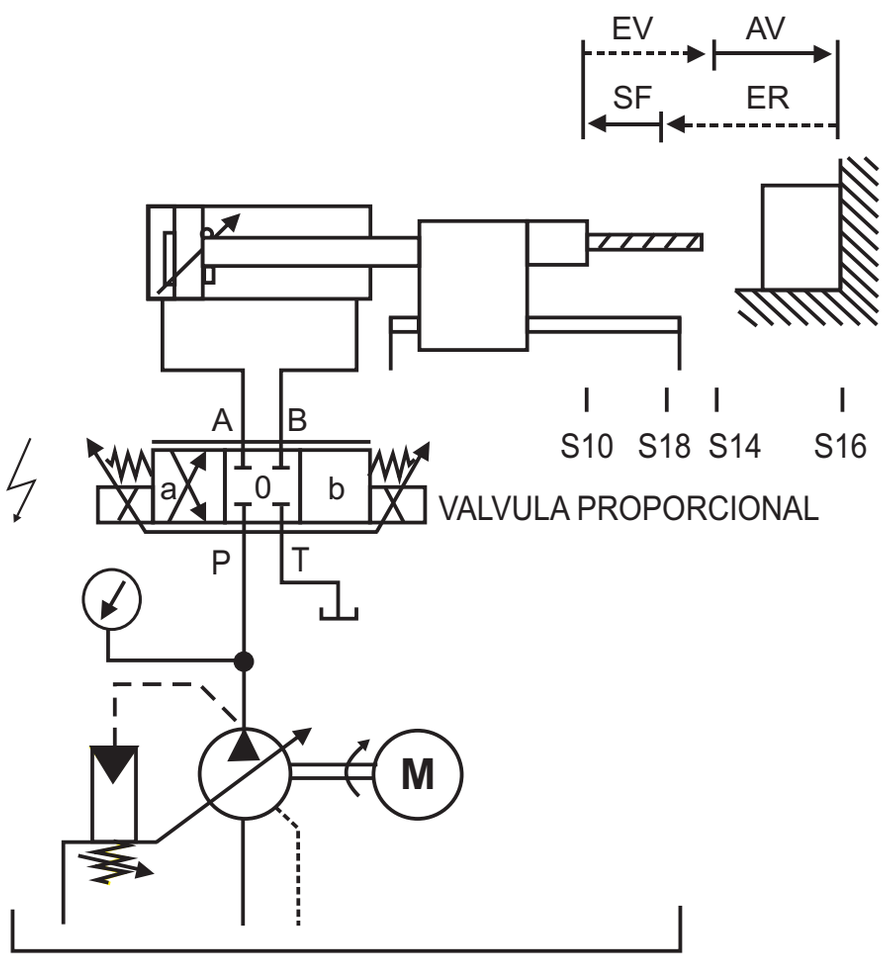
secuencia de movimientos (diagrama v-t)



+	=	Velocidad de salida del cilindro
-	=	velocidad de entrada del cilindro
v1 y v2	=	Velocidad de regulación de la ramos
A1 .. A4	=	Valores de limitación de mando

EV = Marcha rácida
AV = Avance de trabajo
ER = Retroceso rápido
SF = Marcha lenta

Circuito hidráulico



BIBLIOGRAFIA

1. Manual de Hidráulica y Electrohidráulica	**Festo**
2. Manual de Hidráulica Proporcional	**Festo**
3. Manual de Hidráulica y Electrohidráulica	**Herion**
4. Manual de Hidráulica Proporcional	**Herion**
5. Manual de Hidráulica y Electrohidráulica	**Mannesmann Rexroth**
6. Manual de Hidráulica Proporcional	**Mannesmann Rexroth**
7. Manual de Hidráulica	**Norgren**
8. Manual de Oleohidráulica	**Vickers**
9. Mecánica Industrial: Neumática e Hidráulica	**Editorial Cultural**
10. Técnica Hidráulica	**Editorial Paraninfo**

11. www.workplacentraining.com
12. Http://olmo.pntic.mec.es/~ jmarti50/portada/index.htm
13. www.norgren.com
14. Www.automationstudio.com