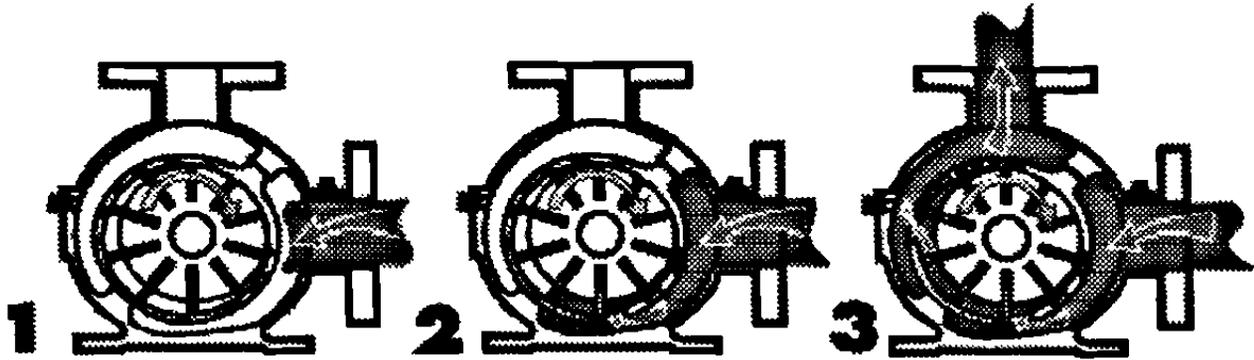


Como funcionan las bombas de paletas



A pesar de sus diferentes configuraciones la mayoría de las bombas de paletas trabajan bajo el mismo principio.

1. Un rotor ranurado ó impulsor es excéntricamente soportado en una cámara cicloide. El rotor es localizado cerca de la pared de la cámara entonces una cavidad creciente es formada. El rotor es sellado en la cámara por dos platos. Las paletas están en las ranuras del propulsor. Cuando el impulsor gira y el fluido entra en la bomba, la fuerza centrífuga, la presión hidráulica, y/ó los caminos impulsores, empujan las paletas hacia las paredes del cuerpo de la bomba. El sellado hermético de las paletas, el rotor, la cámara, y el plato, es la llave de una buena succión en el principio de bombeo.
2. El cuerpo de la bomba y la cámara fuerzan al fluido dentro de la bomba a través de hoyos en la cámara pequeña. El fluido entra en los bolsillos creados por las paletas.
3. Así como el impulsor continúa dando vueltas, las paletas mandan al fluido a la otra parte del creciente donde es apachurrado por los hoyos de descarga de la cámara mientras se va acercando la paleta al creciente. Entonces existe la descarga.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad media • Velocidades medias • Líquidos delgados • Preferible para solventes LPG • Puede trabajar en seco por periodos cortos • Puede tener un sellado ó caja de componentes • Desempeña buen vacío 	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden tener dos cajas de componentes • Componentes complicados • No muy aceptable para altas presiones • No muy buena con abrasivos

Aplicaciones:

- Aerosoles
- Servicio de aviación- transferencia de combustible
- Industria, refrigeración, congelantes, combustibles.
- Descarga de barcasa
- Transferencia de LPG y NH₃
- Procesos químicos industriales
- Llenado de cilindros LPG
- Retención de etanol y alcohol
- Transferencia en la producción de fertilizantes.
- Lubricantes, solventes y aceites
- Transporte móvil
- Industria petrolera
- Generación de poder
- Papel y pulpa
- Refrigeración, freón y amoniaco
- Distribución de solventes
- Textil

Materiales de construcción /opciones de configuración

- Externos: Hierro endurecido, hierro dúctil, acero y acero inoxidable.
- Paletas: Viton®, Ryton®, carbón, Teflón ®
- Platos: carbón, acero inoxidable, acero, hierro dúctil
- Sellos: mecánicos, magnéticos.

9.5.1. Bomba de Paleta – No balanceadas

El funcionamiento principal de las bombas de paleta es mostrado en la figura (9.9). Un rotor ranurado es ranurado al eje impulsor y gira dentro de un anillo de leva. Las paletas están ajustadas a las ranuras del rotor y siguen la superficie interior del anillo cuando gira el rotor. La fuerza centrífuga y la presión bajo las paletas las mantienen hacia fuera en contra del anillo. Las cámaras de bombeo se forman entre las paletas y son encerradas por el rotor, el anillo y las dos placas de los lados.

En la entrada de la bomba, un vacío parcial se crea cuando el espacio entre el rotor y el anillo aumenta. El aceite que entra aquí es atrapado en las cámaras bombeadoras y entonces es empujado a la salida cuando disminuye el espacio. El desplazamiento de la bomba depende del ancho del anillo y del rotor y en lo que “jale” el anillo (figura 9.10).

Diseño No - Balanceado

La construcción de la bomba mostrada en la figura (9.9) es desbalanceada y el eje es cargado de lado por la presión que viene del rotor. La construcción desbalanceada es bastante limitada a un diseño de volumen variable (figura 9.11). El desplazamiento de esta bomba puede ser cambiado a través de un control externo como un volante ó un compensador de presión. El control mueve el anillo de la leva para cambiar el “jalón” ó

excentricidad entre el anillo y el rotor, por eso se reduce ó aumenta el tamaño de la cámara de bombeo.

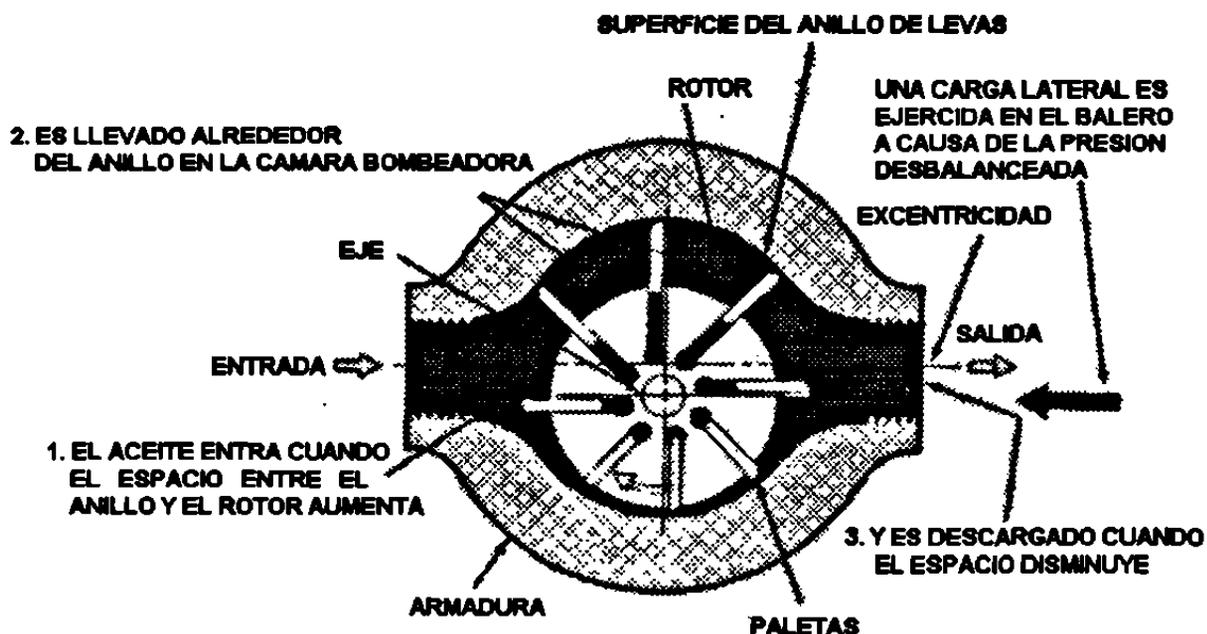
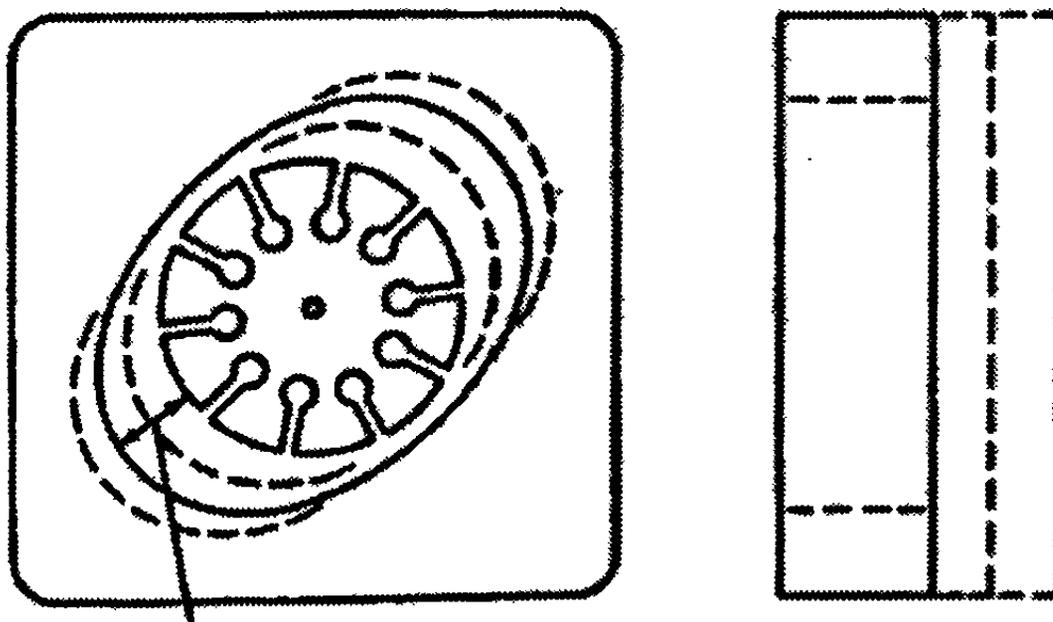


Figura 9.9 Funcionamiento de la bomba de paleta desbalanceada



LA "LUZ" DEL ANILLO Y EL ESPESOR DE ESTE DETERMINAN EL TAMAÑO DE LAS CAMARAS BOMBEADORAS

Figura 9.10 Variaciones en el desplazamiento de la bomba de paleta

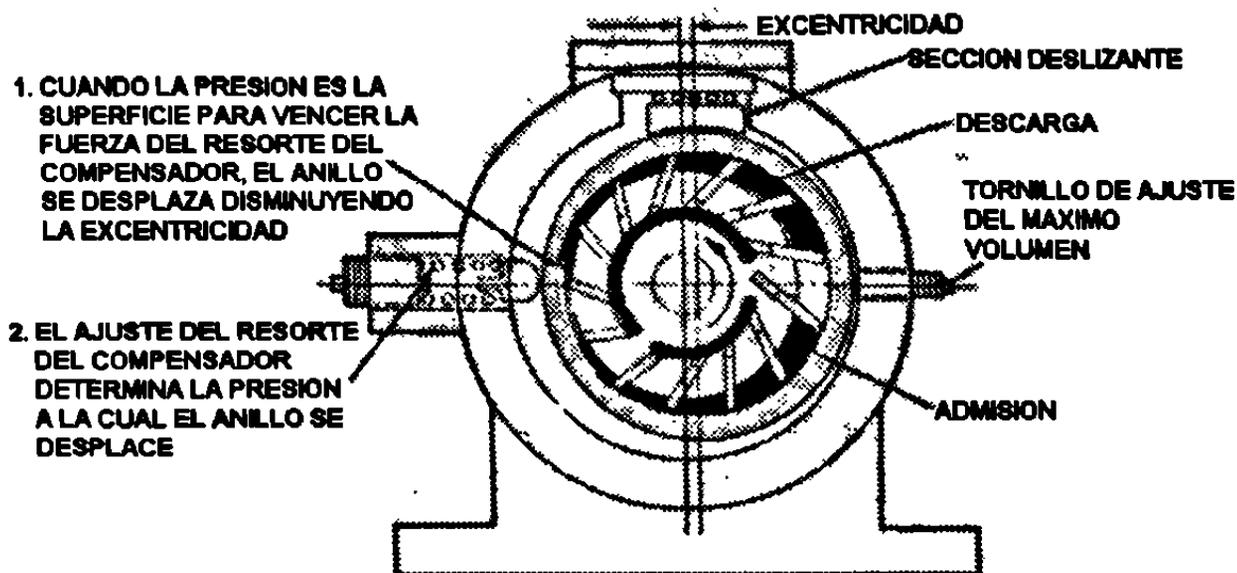


Figura 9.11 Bomba de Paleta de desplazamiento variable de presión compensada

9.5.2. Bomba de Paleta – Balanceadas

La mayoría de las bombas de paleta usan en la actualidad; la bomba cuyo diseño tiene alta velocidad y alta presión. Esta bomba, el anillo de la leva es más bien elíptico que redondo y permite dos juegos de orificios (figura. 9.12). Los dos orificios de salida tienen una separación de 180 grados para que las fuerzas de la presión sobre el rotor sean canceladas evitando así la carga de lado del eje impulsor y de los soportes.

El desplazamiento del diseño balanceado no puede ser ajustado. Anillos intercambiables se pueden conseguir con diferentes levas haciendo así posible modificar la bomba disminuyendo ó aumentando su abastecimiento.

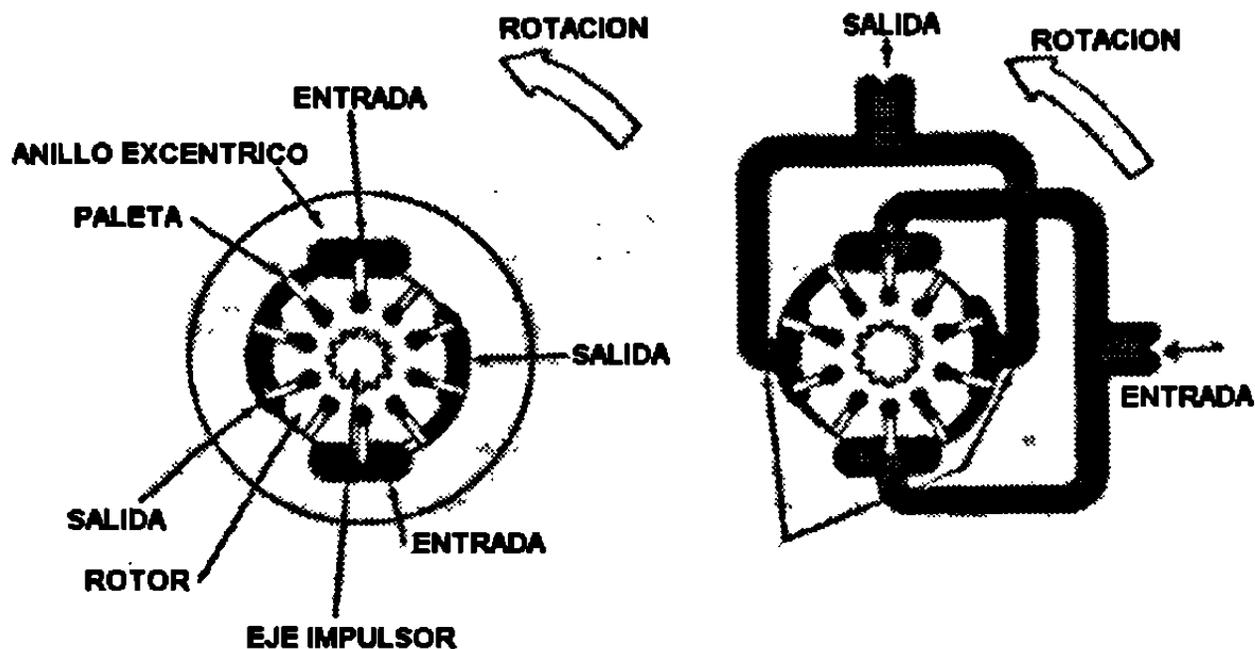


Figura 9.12 Principio de la bomba de paleta balanceada

9.6. Bomba de pistones axiales

En este tipo de bombas los pistones están paralelos entre ellos y el eje de la sección del cilindro. El anterior puede ser dividido más adelante dentro de la línea (placa oscilante y ondulante) y tipo de eje inclinado.

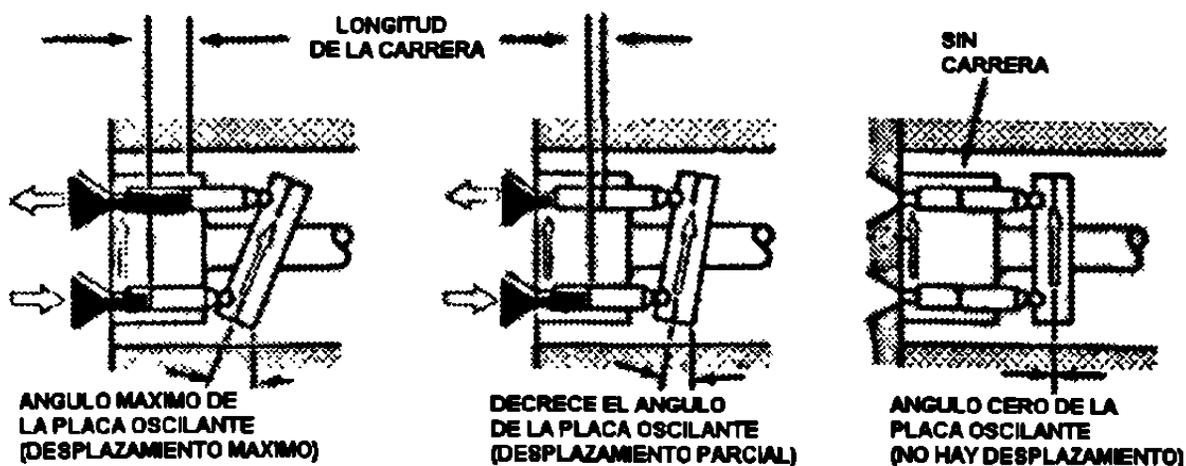


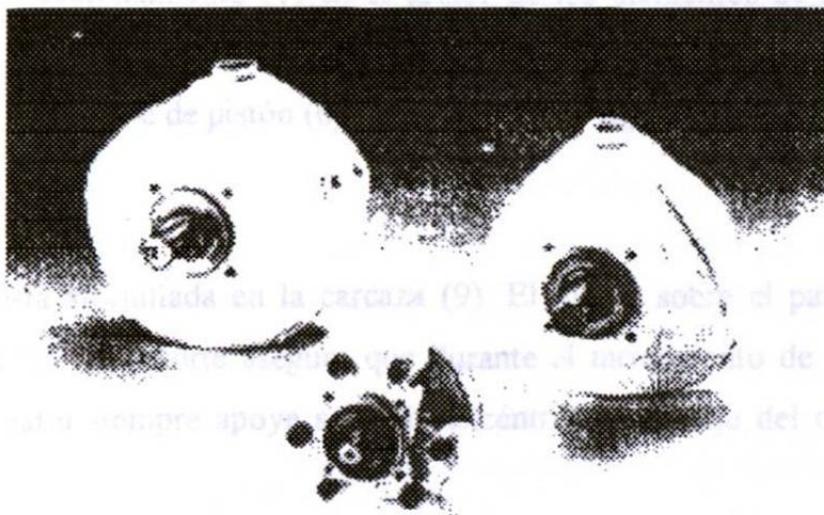
Figura 9.13 Variaciones en el desplazamiento de la Bomba

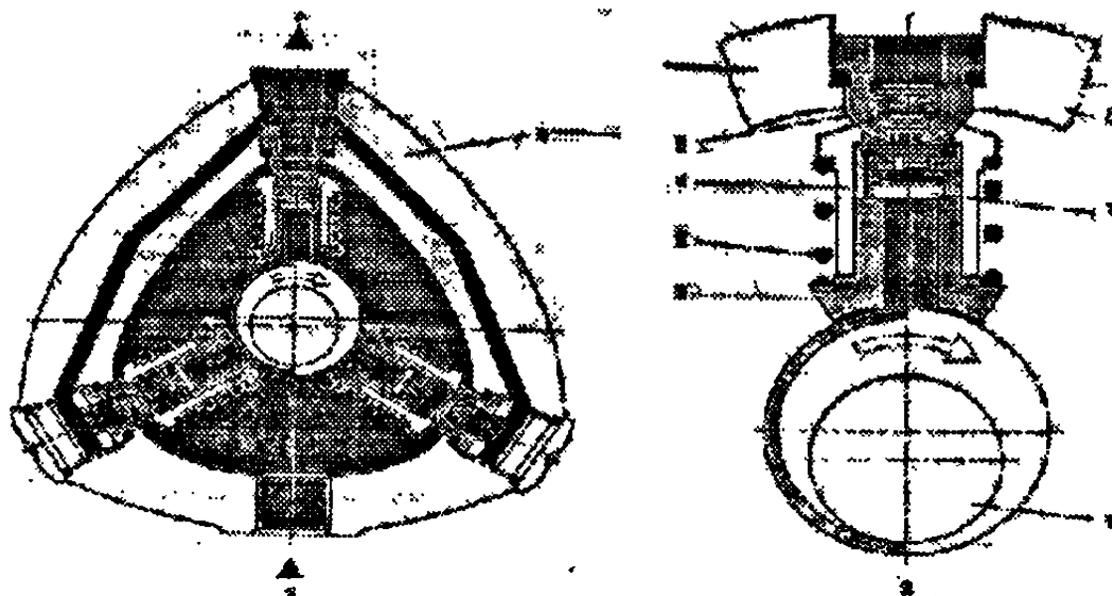
9.7. Bomba de pistones radiales

Para el sector de alta presión (presiones de servicio superiores a 400 bar) se emplean bombas de pistones radiales.

Para prensas máquinas para elaboración de plásticos, en la hidráulica de sujeción para máquinas herramientas y en muchos otros sectores se requieren presiones de servicio de hasta 700 bar. Sólo las bombas de pistones radiales pueden trabajar satisfactoriamente a presiones tan elevadas también en servicio continuo.

Enseguida se muestra la bomba de pistones radiales.





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), buje del cilindro (4), de la rótula (5), de un resorte de pistón (6), de la válvula de aspiración (7) y de la válvula de presión (8).

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

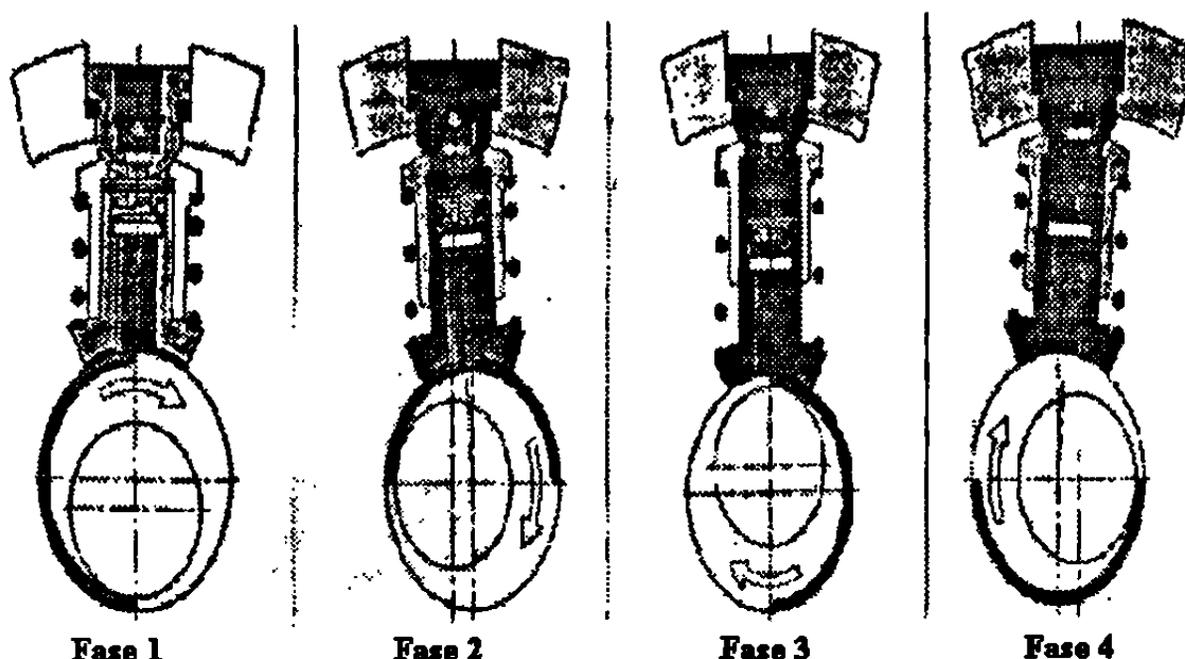


Figura 9.14

Fase 1: El pistón se encuentra en el punto muerto superior. La cámara de desplazamiento presenta su menor volumen. La válvula de aspiración y la válvula de presión están cerradas.

Fase 2: Durante el movimiento rotatorio del eje el pistón se mueve en sentido del eje central de la excéntrica. La cámara de desplazamiento se agranda, por la depresión que se produce se abre la válvula de aspiración. A través de la ranura en la excéntrica y el taladro en el pistón, fluye líquido hacia la cámara de desplazamiento.

Fase 3: El pistón se encuentra en el punto muerto inferior, la cámara de desplazamiento está completamente llena (volumen máximo). La válvula de aspiración y la válvula de presión están cerradas.

Fase 4: Con el movimiento rotatorio de la excéntrica el pistón se mueve en sentido de la rótula. El fluido en la cámara de desplazamiento se comprime. Por la presión que se produce se abre la válvula de presión en la rótula, el fluido fluye al canal anular que une los elementos de la bomba.

Por regla general, las bombas poseen un número impar de elementos de bomba. El motivo es que una superposición de los caudales de los distintos elementos de bomba en el caso de número par produce una elevada pulsación de caudal.

Magnitudes características importantes.

Cilindrada	0.5 hasta 100 cm ³
Presión máxima	hasta 700 bar (según Tn)
Rango de rotaciones	1000 hasta 3000 min. ⁻¹ (según TN)

9.8. Eficiencia

9.8.1. Eficiencia Volumétrica

Generalmente, se piensa que una bomba de desplazamiento positivo, al girar a velocidad constante, entrega un caudal constante independientemente de la presión del sistema. Esto no siempre se cumple. Al aumentar la presión del sistema, aumentan las fugas internas en varios mecanismos de la bomba. Tales fugas producen una disminución del caudal descargado. La proporción en la cual ocurre esta disminución se conoce como eficiencia volumétrica.

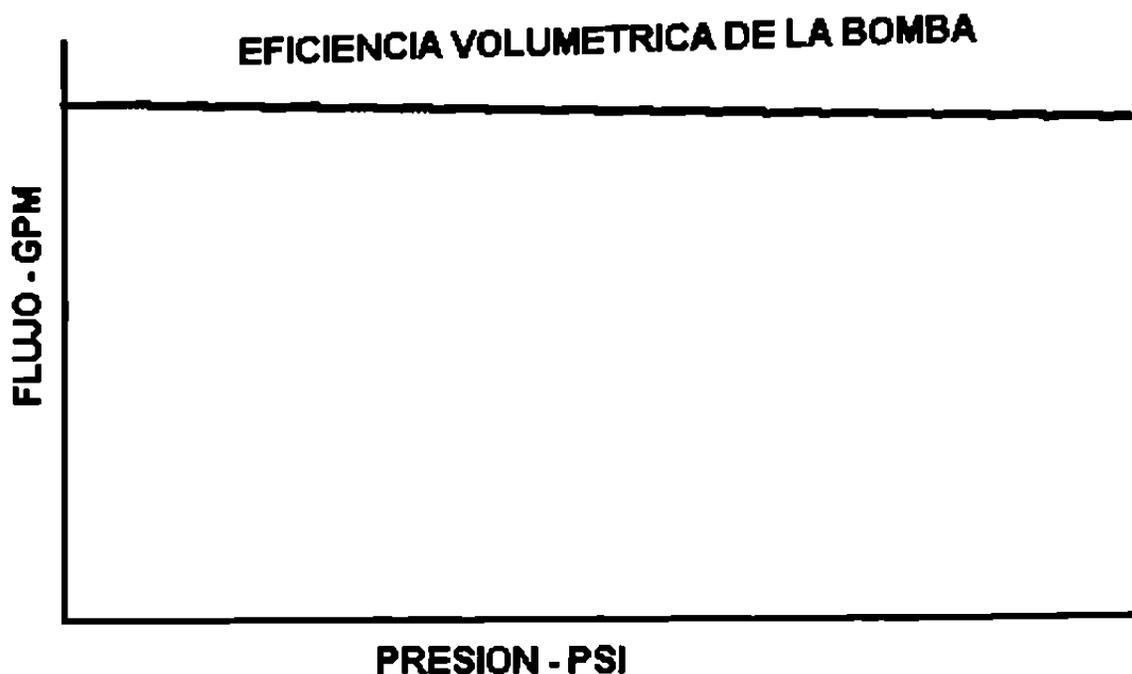


Figura 9.15 Eficiencia Volumétrica de la Bomba

La eficiencia volumétrica se define como:

$$\text{Eficiencia Volumétrica (\%)} = \frac{\text{Descarga real} \times 100}{\text{descarga teórica}}$$

Por ejemplo, si una bomba tiene una descarga teórica de 10 GPM (37.9 lpm) cuando opera a 1200 RPM, pero la descarga real a 1000 psi (6897 kPa) es de 9 GPM (3410 lpm), la eficiencia volumétrica sería de 90%.

Típicamente, las bombas de pistones tienen una eficiencia volumétrica inicial de más de 90%. Los equipos de engranes y paletas tienen eficiencia volumétrica en el intervalo de 80% y 90%.

9.8.2. Eficiencia Total

La eficiencia total de una bomba hidráulica considera tanto su eficiencia mecánica como su eficiencia volumétrica. Se determina dividiendo la potencia hidráulica entregada por la bomba al sistema, entre la potencia suministrada por el motor primario. La siguiente expresión describe la eficiencia total.

$$\text{Eficiencia Tota (\%)} = \frac{\text{Potencia entregada} \times 100}{\text{Potencia del motor}}$$

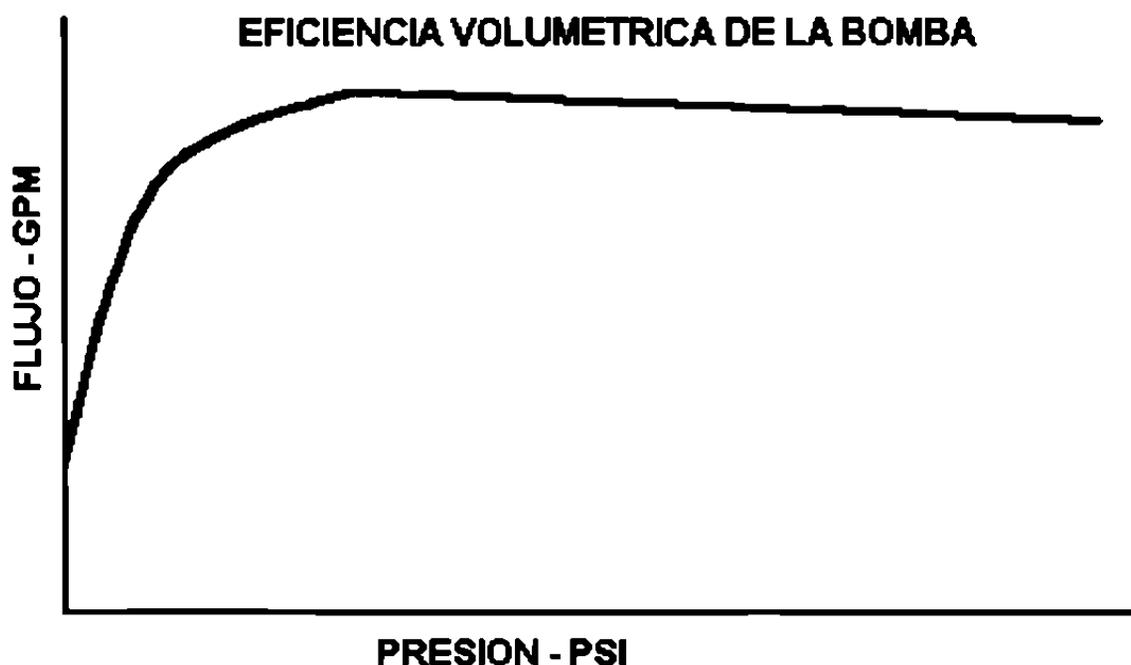


Figura 9.16 Eficiencia total de la bomba

Por ejemplo, si una bomba entrega a un sistema 10 GPM (37.9 lpm) y 1000 psi (6897 kPa), esto equivale a 5.8 HP (4.3 kW) ($\text{HP} = \text{GPM} \times \text{psi} \times 0.000583$). Si el motor eléctrico conectado a la bomba desarrolla 7 HP (5.2 Kwatts), entonces la eficiencia total será de 83%.

La eficiencia total de las bombas hidráulicas industriales de engranes, paletas ó pistones, cuando operan a 1000 psi (6897 kPa), es aproximadamente de 85%. La

eficiencia total de estas mismas bombas a 200 psi (1380 kPa) se encuentra entre 60 – 70%.

Las bombas hidráulicas industriales normalmente están diseñadas para operar a presiones por arriba de 200 psi (1380 kPa). Por esta razón, la eficiencia total de la bomba disminuye a baja presión.

CAPÍTULO 10

VÁLVULAS

10.1 Introducción

Una válvula es un dispositivo mecánico que consiste de un cuerpo y una pieza interna móvil, que conecta y desconecta conductos dentro del cuerpo. Los conductos de las válvulas hidráulicas conducen líquidos. La acción de la pieza móvil permite controlar la presión máxima del sistema, la dirección del flujo y regular el caudal.

10.2 Clasificación de las válvulas

Las válvulas son después de las bombas, de los componentes más importantes de los sistemas hidráulicos, éstas se dividen en tres tipos:

- a) Válvulas de control de presión
- b) Válvulas de control de flujo
- c) Válvulas de control de dirección

10.3 Válvulas de control de presión

Las válvulas de control de presión desempeñan diferentes funciones tales como limitar la presión máxima del sistema ó regular la reducción de presión en ciertas partes del circuito, y en otras funciones en donde su actuación es el resultado del cambio de la presión operante. Su funcionamiento es basado en el balance de la presión y la fuerza del resorte. La mayoría tiene infinidad de posiciones, esto quiere decir que las válvulas pueden tomar varias posiciones, entre las posiciones de completamente cerrado ó completamente abiertas, dependiendo del porcentaje de flujo y las diferencias de presiones.

Se denomina controles de presión por su función principal, así como la válvula de alivio, válvula de secuencia, válvula de drenaje, etc. Se clasifican por el tipo de conexiones que usan, tamaño y porcentaje de presión operante.

10.3.1 Válvulas limitadoras de presión

a) **Válvulas de seguridad:** también llamadas de alivio limitan la presión del circuito, para protegerlo ó para reducir la fuerza ó el par ejercido por un cilindro ó por un motor rotativo. Suelen ser ajustables, como la representada en la figura. (10.1), graduando con el tornillo superior la presión del resorte. Si la presión excede el valor establecido se levanta la bola y la línea se pone por el conducto de la derecha en comunicación con el tanque de aceite. Hay esencialmente tres tipos de válvulas de seguridad: (1) de acción directa, (2) diferenciales y (3) de piloto ó válvulas compuestas de alivio.

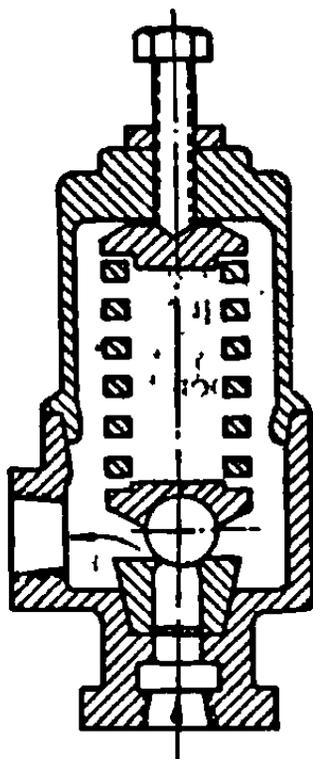


Figura 10.1 Válvula de acción directa simple

La válvula mostrada en la figura (10.1) corresponde a la de acción directa simple. Una válvula de este tipo se prefiere generalmente en circuitos de baja presión, ó cuando los sistemas no se espera que alcancen frecuentemente las condiciones de la válvula de alivio. Debido a la presión de la línea principal actuando directamente en el resorte, se requiere que estos sean pesados, lo cual produce oscilación y fluctuaciones de presión, debidos al rápido cierre y apertura de la compuerta de la válvula.

Una válvula de alivio diferencial se muestra en la figura (10.2), aún cuando la presión de la línea principal actúa directamente contra los resortes de la válvula, solo una área diferencial es presentada a la presión. Una válvula de este tipo, requiere un resorte considerablemente más débil que el que requieren las de acción directa.

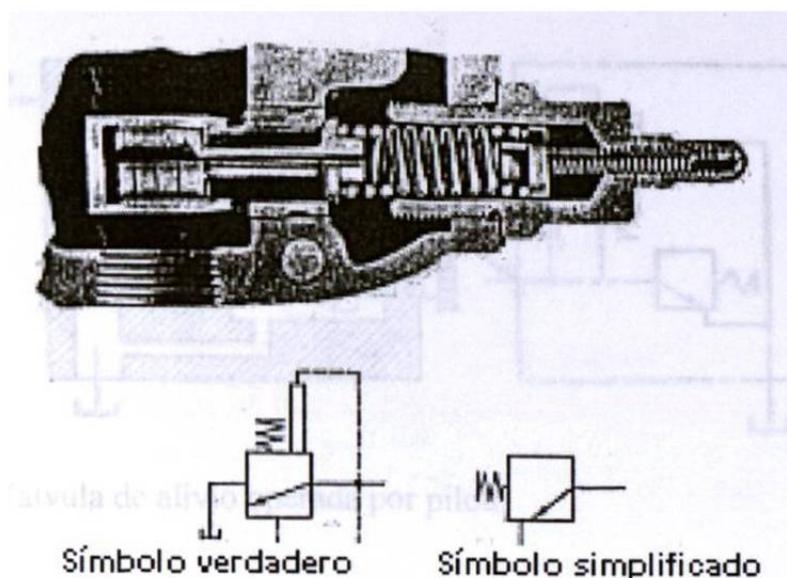


Figura 10.2 Válvula de alivio diferencial

Una válvula de alivio operada por piloto es la que se ilustra en la figura (10.3). Las válvulas de este tipo, tienen una válvula de alivio piloto de tamaño pequeño, incorporada al alojamiento principal, que abre cuando la presión de la línea principal alcanza el ajuste del resorte. La válvula abierta permite que el fluido contenido en una cámara de balanceo que se abre a la línea principal por una restricción fija, logre desahogarse. Esta acción crea una fuerza desbalanceada en la válvula de alivio principal, lo cual hace que opere la válvula de alivio de la línea principal. Las válvulas de alivio de este tipo tienen muchas características deseables, que son necesarias en sistemas frecuentemente relevados. Una característica adicional de la que se dispone sobre diseños de esta válvula de alivio, es que relevan la presión por venteo. Una puerta externa hacia la cámara de balanceo, puede conectarse a una válvula piloto externa que puede descargar la potencia de sistema fluido, en respuesta a una condición externa.

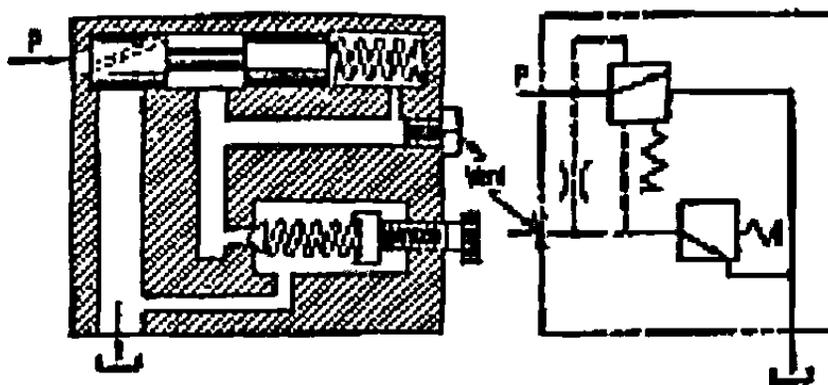


Figura 10.3 Válvula de alivio operada por piloto

- b) **Válvulas reductoras de presión:** tienen por objeto limitar la presión en una rama de un circuito a un valor inferior a la presión de trabajo del circuito principal. Permiten que un mismo sistema trabaje a dos presiones con la consiguiente economía en los componentes de baja presión. El funcionamiento de este tipo de válvulas puede verse en el modelo representado en la figura. (10.4), que lleva dos resortes, uno más fuerte en la parte superior y otro más débil en la base. Este último solamente sirve para mantener el émbolo en posición. El líquido entra en la válvula, según se indica en la figura, desde la línea de alta presión, fluye por debajo y alrededor de la parte estrecha del émbolo y sale por el otro lado de la válvula a la línea de baja presión. La alta presión de la entrada actúa hacia arriba en la superficie inferior del émbolo en *a* y hacia abajo en la superficie lateral de la válvula *b*. Estas superficies son tales que ambas fuerzas se equilibran, con lo que la acción de la válvula es independiente de la presión en la línea de entrada. Esta válvula mantiene una presión constante a la salida, aunque la presión en la línea de entrada sea fluctuante. En efecto, la presión que actúa en la parte inferior del émbolo en *c* actúa contra el resorte superior, el cuál se gradúa a la presión que se desee en la línea de baja presión de la válvula; si aumenta la presión en la línea de alta presión, aumenta también la presión debajo del émbolo, con lo que este se elevará hacia arriba, estrangulando el flujo en la línea de alta presión, de manera que la presión a la salida de la válvula se mantiene en el valor deseado.

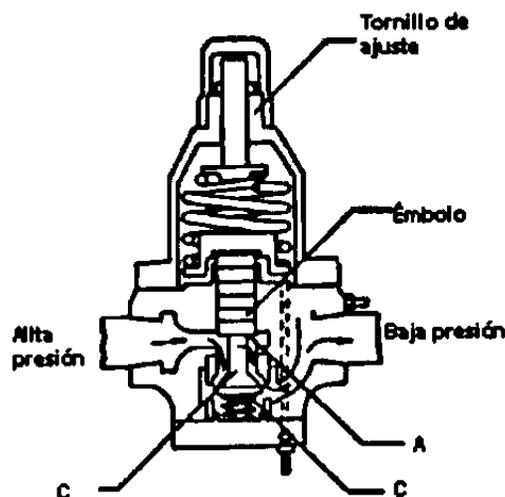


Figura 10.4 Válvula reductora de presión

- c) **Válvulas de secuencia:** controlan la sucesión de operaciones entre dos ramas de un circuito; por ejemplo, para que el cilindro que aplica la herramienta a la pieza comience su carrera, solo cuando el cilindro que amordaza la pieza haya terminado la suya. Estas válvulas tienen una entrada de presión y dos salidas: una normalmente abierta y la segunda obstruida por la compresión regulable del resorte. Al no poder salir el aceite, por haber terminado en el ejemplo anterior el primer cilindro su carrera, sube la presión que vence al resorte y permite el paso del aceite al segundo cilindro para que de comienzo la segunda operación. En la figura (10.5) se muestra una válvula de secuencia. La presión de control requerida para actuar la válvula, puede ser por presión en la puerta de entrada ó por presión remota en alguna otra parte del sistema para invertir el flujo a través de la válvula. Existe solo el procedimiento de proporcionar válvulas de “check” integrales ó externas. Todas las válvulas de secuencia deben tener drenes externos para sus resortes porque la presión de salida no puede actuar sobre el vástago de la válvula, de otro modo una presión baja no podría acumular ó aumentarse hasta el valor pleno de la presión de entrada de la válvula.

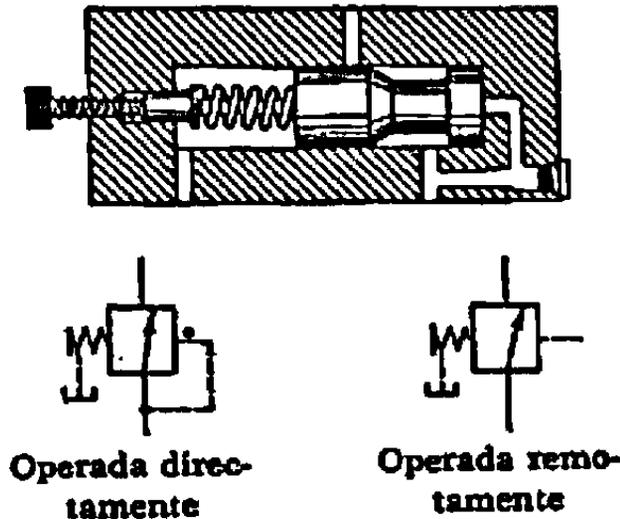


Figura 10.5 Válvula de secuencia

- d) **Válvulas de pie, de presión inversa, ó de contrabalanceo:** Son muy similares a una válvula de secuencia con una válvula de “check” integral. Esta válvula ilustrada en la figura (10.6), permite que el flujo libre del fluido en una dirección y lo restringe en la dirección opuesta. La válvula puede ser operada directamente ó a control remoto por presión, dependiendo de sus detalles de diseño. Esta válvula es comúnmente usada para prevenir que el pistón, montado verticalmente en el cilindro, descienda debido al peso de la carga. El peso de la carga es contrabalanceado por la presión inversa en el pistón, creada por el resorte de ajuste de la válvula de contrabalanceo. Estas válvulas se usan también para cargar hidráulicamente un cilindro y simular condiciones externas de carga en la barra del pistón. Dependiendo de las aplicaciones específicas, una válvula de contrabalanceo, puede ser drenada interna ó externamente.

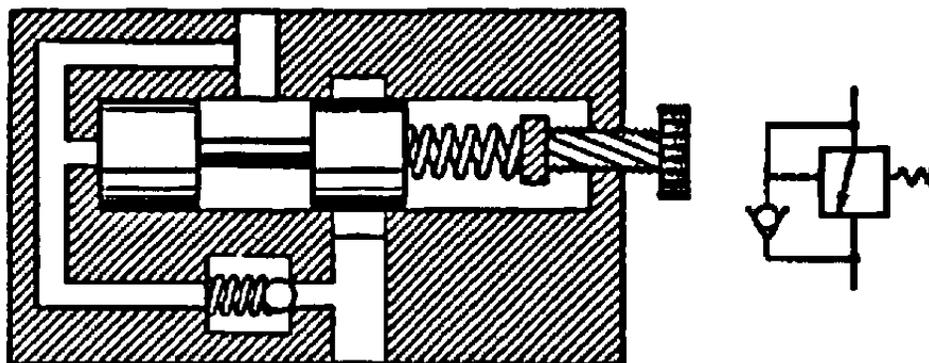


Figura 10.6 Válvula de secuencia con una válvula de “check” integral

- e) **Válvulas de descarga:** Tales válvulas se usan para permitir que una bomba levante presión hasta el ajuste, y entonces permite la descarga del fluido para vaciarla en el tanque a prácticamente cero presión, mientras que la presión del piloto es mantenida en la válvula, desde una fuente remota. Cuando una válvula de alivio descarga una bomba, el sistema es relevado de presión, lo que hace que la bomba requiera máxima potencia. Cuando la presión del piloto puede mantenerse en una válvula de descarga, la bomba no está desarrollando presión y, por lo tanto, se necesita un mínimo de presión para mover la bomba. Un ejemplo de la válvula de descarga se muestra en la figura (10.7). Tales válvulas son comúnmente usadas en sistemas de bombas dobles, donde una de alto volumen es descargada a su presión límite, mientras que la de alta presión y bajo volumen, continúa para levantar mayor presión al sistema.

10.3.2 Válvulas reguladoras de presión

Las válvulas reguladoras de presión reducen la presión de entrada hasta alcanzar el valor de una presión de salida previamente ajustada.

Estas válvulas, solo cumplen debidamente con su función si el sistema hidráulico respectivo trabaja con diversas presiones. En consecuencia, para explicar el

funcionamiento de las válvulas reguladoras de presión recurrirémos aquí al ejemplo de un sistema hidráulico con dos sistemas de control:

El primer circuito actúa sobre el motor hidráulico por efecto de una válvula reguladora de presión; dicho motor pone en funcionamiento un cilindro de laminación.

El segundo circuito actúa sobre el cilindro hidráulico que posiciona al cilindro de laminación sobre las placas; el cilindro hidráulico realiza esta función con una posición reducida y regulable. El cilindro hidráulico que posiciona el cilindro de laminación puede elevarse para colocar debidamente las placas que se laminarán.

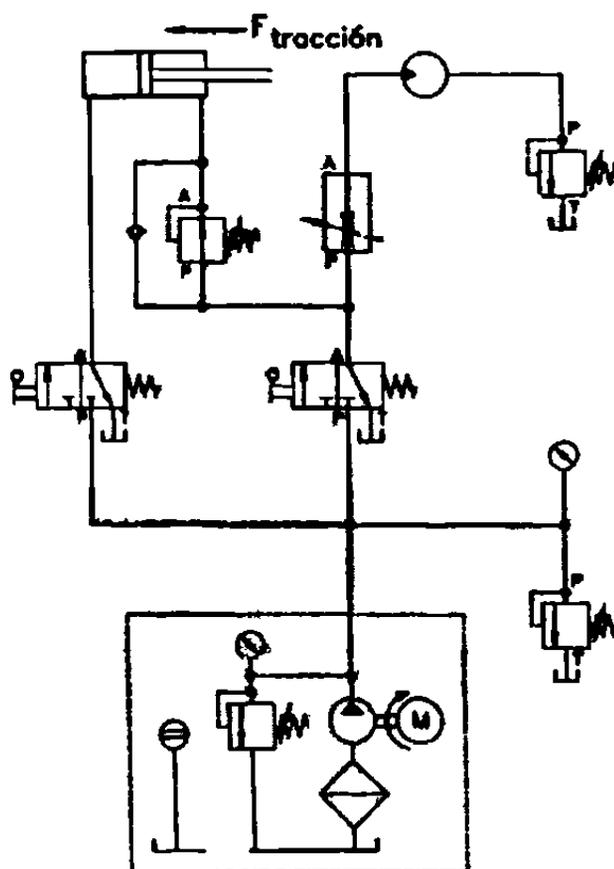


Figura 10.7 Ejemplo de Válvula de 2 vías, reguladora de presión

La válvula incluida en el esquema hidráulico funciona según el siguiente principio:

En posición normal, la válvula está abierta. La presión de salida en (a) actúa sobre la superficie del émbolo (1) a través del conducto de mando (3). La fuerza respectiva actúa sobre un muelle ajustable. Si la fuerza sobre el émbolo es mayor que la fuerza ajustada en el muelle, empieza a cerrar la válvula puesto que la corredera de la válvula se desplaza contra el muelle hasta que vuelva a establecerse un equilibrio de fuerzas. De esta manera se reduce el tamaño de la ranura de estrangulamiento, con lo que disminuye la presión. Si aumenta nuevamente la presión en (a), el émbolo cierra totalmente. Sobre la entrada (p) actúa la presión del primer circuito de control. Sobre la salida (a) actúa la presión ajustada en la válvula reguladora de presión.

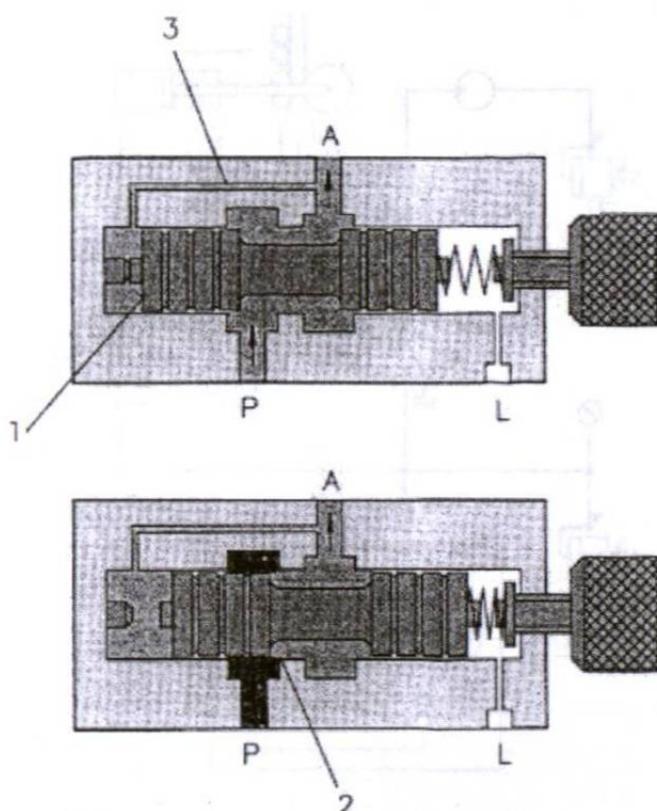


Figura 10.8 Válvulas de 2 vías, reguladora de presión

Las válvulas de asiento, reguladoras de presión y de carreras cortas, abren y cierran con mucha velocidad, por lo que pueden vibrar si cambian rápidamente las posiciones. Estas vibraciones son compensadas mediante sistemas de amortiguación.

Tratándose de válvulas de corredera, la configuración de los perfiles de control permite adicionalmente regular las características de apertura de tal manera que la ranura abra paulatinamente. De este modo es posible obtener una regulación más exacta y disminuir las vibraciones.

La válvula de 2 vías reguladora de presión, explicada hasta el momento, es utilizada por ejemplo cuando se necesita una presión constante y baja en un circuito hidráulico secundario en un sistema de sujeción.

No obstante, en el caso que se ofrece como ejemplo, es factible que surjan problemas con una válvula de 2 vías reguladora de presión.

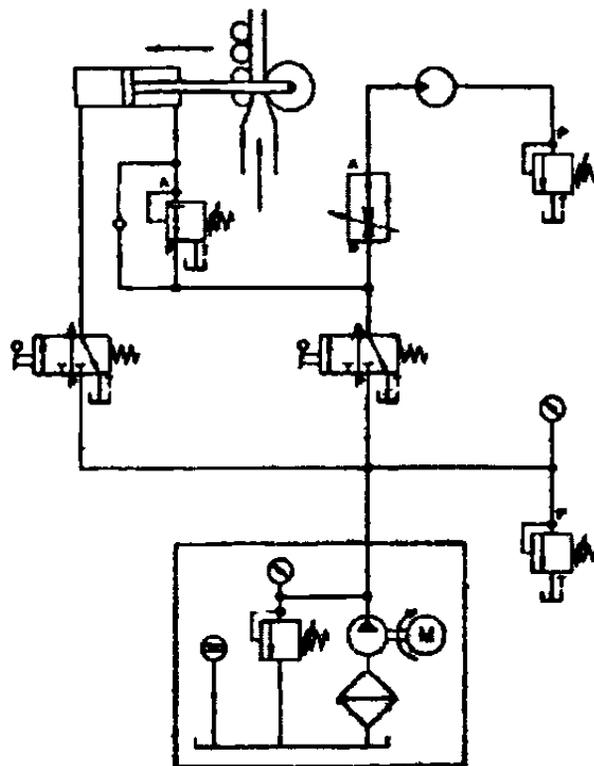


Figura 10.9 Esquema hidráulico con una válvulas de 2 vías, reguladora de presión

Cuando cierra la válvula de 2 vías reguladora de presión, se produce un aumento de presión en la salida (A) debido al ensanchamiento del material. Dicha presión, superior

a la presión ajustada en la válvula, deberá evitarse incorporando una válvula limitadora de presión en la salida.

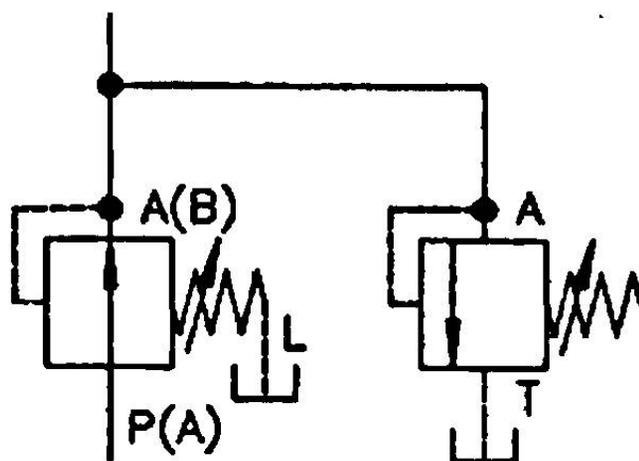


Figura 10.10 VLP para evitar aumentos de presión

Esta válvula limitadora de presión permite diversos ajustes:

- Ajuste de la VLP con valor superior al de la válvula reguladora de presión.
- Ajuste de la VLP con valor igual al de la válvula reguladora de presión.
- Ajuste de la VLP con valor inferior al de la válvula reguladora de presión.

Estos diversos ajustes actúan de diferente manera sobre la válvula reguladora de presión. Para reducir los aumentos de presión también puede utilizarse válvula de 3 vías reguladora de presión.

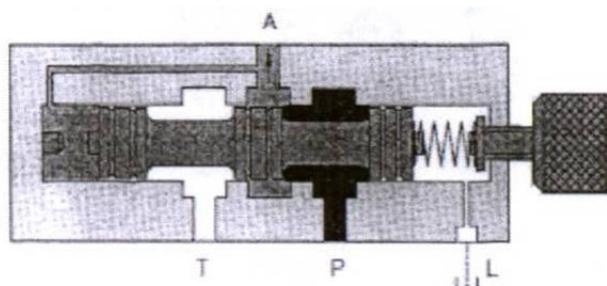


Figura 10.11 Válvula de 3 vías, reguladora de presión

En lo que se refiere a las características del flujo a través de P y A, el funcionamiento de la válvula de 3 vías es idéntico al de la válvula de 2 vías. Sin embargo, la válvula de 3 vías provoca un desplazamiento adicional del émbolo al aumentar la presión en la salida (A) por encima del valor ajustado. De este modo se activa la función de limitación de presión abriéndose el paso de A hacia T.

Las características de regulación de la válvula de 3 vías son determinadas fundamentalmente por el perfil de sobreposición del émbolo.

La sobreposición puede ser positiva ó negativa.

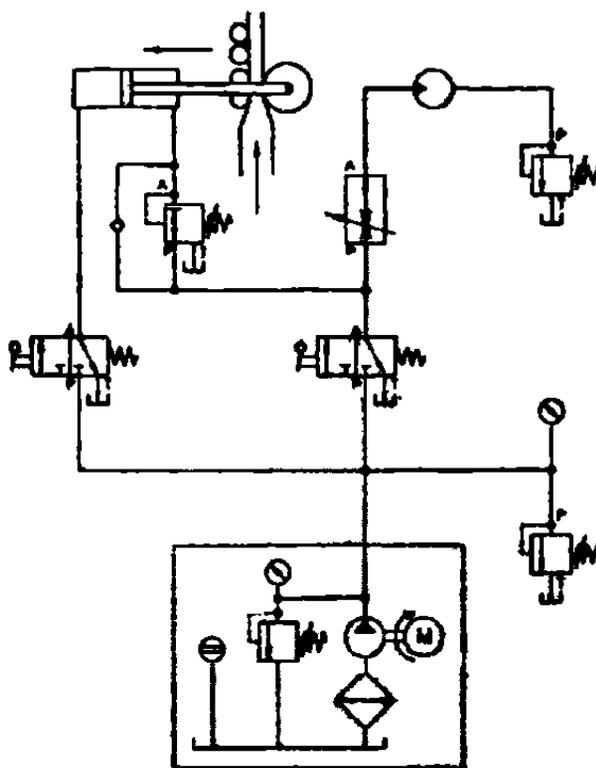


Figura 10.12 Esquema hidráulico con válvula de 3 vías, reguladora de presión

10.4 Válvulas de control de flujo

La función de una válvula de control de flujo, es reducir en caudal que envía la bomba, a la rama del circuito en el cual actúa.

La válvula actúa como una restricción mayor que las normales del sistema. Para superar dicha restricción una bomba de desplazamiento positivo suministra una presión mayor, que hace que cierta parte del fluido tome otro camino. Este camino puede ser una válvula de alivio.

10.4.1 Válvulas de control de flujo no compensadas

Se utiliza en donde la presión de la carga permanece relativamente constante y los porcentajes de abastecimiento no son muy críticos, son sencillas en su diseño, constan de un orificio arreglado ó una válvula de aguja ajustable y se incluye una válvula check para flujo libre en el regreso.

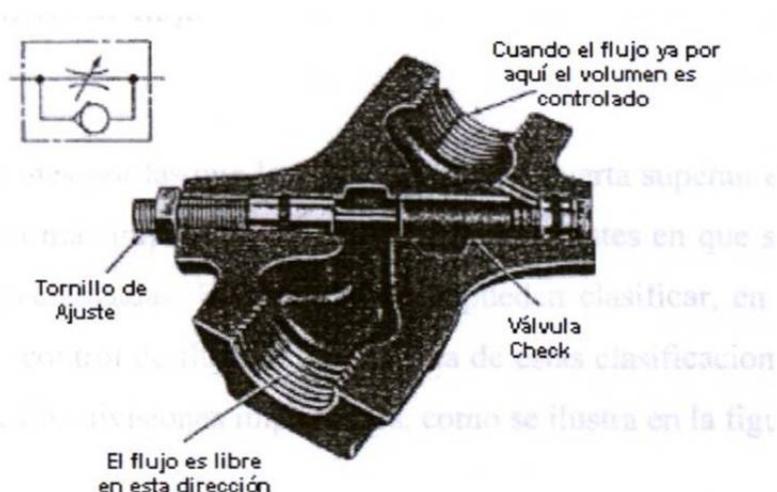


Figura 10.13 Válvula de control de flujo no compensada

10.4.1.1 Válvula de compuerta

En la categoría para cierre y paso, la válvula de compuerta supera a todas en porcentaje de unidades en operación, pero aún así tiene limitaciones. Estas válvulas no se prestan a un control preciso del flujo porque ocurre un porcentaje anormal de cambio de flujo cuando esta casi cerrada y a alta velocidad. Tampoco se destina para servicio de estrangulación porque la compuerta y el asiento se erosionan con rapidez en cualquier posición que no sea la de apertura ó cierre totales. Cuando se abre ligeramente la válvula en un servicio de estrangulación, el disco y el asiento quedan sometidos a esfuerzos que causarían deformación y erosión que, a fin de cuentas impedirán un cierre hermético.

Cuando están abiertas del todo, la mayor parte de las válvulas compuerta permiten flujo lineal en un conducto que tiene el mismo diámetro que la tubería. Aunque hay variaciones, la válvula de compuerta, por lo general, produce menor caída de presión en el sistema que cualquier otro tipo de válvula.

Mecanismos de control de flujo

Hay diversas razones por las que las válvulas de compuerta superan en número a las demás, pero quizá la más importante son las muchas variantes en que se fabrican para las aplicaciones especializadas. Estas válvulas se pueden clasificar, en general, por el tipo de elemento de control de flujo utilizado. Una de estas clasificaciones de la Norma API-600-1973 tiene dos divisiones importantes, como se ilustra en la figura (10.1).

La válvula de compuerta más común es la de cuña maciza, lisa con asiento inclinado. Dado que las temperaturas y presiones de operación han aumentado con el paso de los años, el desgaste de la cuña contra el asiento inclinado se ha vuelto un problema. Una solución es la cuña flexible que puede funcionar con asientos desalentados y minimiza

el desgaste de la superficie de sellamiento. Esta cuña es en forma de “H” y su configuración le da la elasticidad.

En el tipo de cuña dividida (disco doble) de bola y cuenca, los dos discos están en contacto entre sí mediante una unión de bola y cuenca. Dado que los discos pueden girar con independencia, se adaptan a los cambios en los ángulos de los asientos y tienen buen sellamiento y más duración. La válvula de cuña dividida se utiliza más en servicios corrosivos de baja presión y tiene asientos integrales.

La ventaja más importante de las válvulas de compuerta es que presentan poca restricción al flujo cuando están abiertas del todo. Sin embargo, por los efectos del flujo dinámico contra la cuña que no tiene soporte, estas válvulas no son eficaces para estrangulación. El traqueteo inducido por la velocidad del medio circulante contra una cuña parcialmente abierta más los ciclos frecuentes a la presión de la tubería, producen arrastre en el lado de la corriente abajo que, combinado con la erosión, ocasiona desgaste del asiento y fugas.

Con apertura total y en el manejo de pastas aguadas, se acumulan los sólidos en la cavidad del asiento e impiden el cierre total. Además, hay que cambiar con frecuencia las empaquetaduras porque son de vueltas múltiples y puede haber desgaste serio en el vástago. Otro factor que influye en los altos costos de mantenimiento es reacondicionamiento periódico de los asientos.

Hay disponibles algunos diseños modificados para eliminar algunas de estas limitaciones. El más común es la compuerta de cuña dividida en la cual el sello es un disco dividido. El sellamiento depende de la torsión aplicada en el volante ó la manija, en vez de que sea en la presión corriente arriba.

10.4.1.2 Válvula de Globo

El uso principal de la válvula de globo es para estrangulación porque puede producir una caída repetible de presión en una amplia gama de presiones y temperaturas. Sin embargo tiene baja capacidad y duración limitada del asiento debido a la turbulencia.

Su mantenimiento es costoso porque el sellamiento es de metal con metal, aunque ya hay asientos de materiales elastoméricos. Estas limitaciones explican por que son inadecuadas para servicio con pastas aguadas.

La designación de válvulas de globo abarca gran número de tipos, que incluyen los de operación manual y automatizada. La característica común de estas válvulas es su construcción interna que incluye un disco ó macho, que tiene su movimiento alternado dentro del cuerpo y que acopla con el asiento al cerrarla (figura. 10.1).

Las válvulas de globo de operación manual tienen un disco ó un macho que acopla con un anillo de asiento metálico. El disco puede ser todo de metal ó tener un inserto elástico. Los discos metálicos tienen una superficie de asentamiento cónica ó esférica que hace contacto lineal con el asiento cónico. Los discos con inserto elástico tienen superficie de sellamiento plana y el asiento tiene una superficie similar. Los insertos producen cierre hermético, pero no se prestan para estrangulación. Los discos metálicos con superficies endurecidas pueden producir cierta acción de limpieza al cerrar. Se debe usar con cuidado el bronce como material para los asientos porque se daña con facilidad con los cuerpos extraños.

Los asientos pueden ser integrales con el cuerpo ó atornillados y reemplazables. Debido a que la trayectoria de flujo en una válvula de globo convencional es muy problemática, tienen una caída de presión bastante grande. La válvula con cuerpo en Y (figura 10.2) es similar a la convencional, excepto que asienta en ángulo con relación a

la línea de centro de la válvula. La trayectoria de circulación esta contorneada y produce menos caída de presión que la válvula normal de globo.

Válvulas de control con cuerpo de globo

Las válvulas de globo destinadas para control automático son algo distintas de las de operación manual. El movimiento lineal del vástago lo produce directamente el actuador en lugar de que sea con las roscas del vástago. Se pueden utilizar machos con asiento sencillo ó doble para dar las características deseadas de flujo con respecto a la elevación. El asiento y el macho suelen ser de acero inoxidable y pueden tener revestimiento duro para servicios con gran caída de presión ó los que produzcan erosión. Por lo general, las caídas de presión mayores de 150 psi aconsejan pensar en componentes endurecidos.

Una válvula con asiento sencillo y guía superior tiene un macho de pequeña masa, lo cual significa que la frecuencia resonante es alta y, por ellos, es menos sensible a la vibración que las válvulas con machos grandes. La válvula de un solo asiento tiene un cierre más hermético que la de asiento doble, pero tiene menor capacidad de flujo. Se recomienda pulimentar el macho y el asiento para tener más hermeticidad. El macho esta desequilibrado (desbalanceado) por lo que se requiere actuador de alta capacidad, en particular en válvulas grandes ó las que tienen mucha caída de presión.

Se prefieren las válvulas con flujo debajo del macho para estabilidad dinámica. Las guías superior e inferior ofrecen la ventaja de que se puede invertir la válvula y que tenga una brida inferior para limpieza. Cuando se invierte el cuerpo también se invierte la acción de la válvula, o sea, que cierra hacia arriba en vez de hacia abajo.

Como se mencionó, la válvula de globo de doble asiento tiene algo más de capacidad que una del mismo tamaño con asiento sencillo. El macho esta parcialmente equilibrado

porque las presiones estáticas en las partes superior e inferior del macho se cancelan entre sí y se requiere menos fuerza en el actuador. Sin embargo, las válvulas de asiento doble tienen más escurrimiento que las de asiento sencillo y no producen el cierre hermético de estas últimas.

Los tipos de válvulas descritos hasta ahora no resuelven el problema del reemplazo de los anillos de asiento. El anillo atornillado es muy fuerte, pero puede crear problemas reemplazarlo, en especial después de un servicio prolongado. La válvula de jaula ofrece una buena solución. El anillo de asiento está sujeto entre el cuerpo y el bonete y se puede sacar con facilidad después de desarmar la válvula. En otros diseños alternos se sujeta el asiento entre el cuerpo y la brida inferior, lo cual permite quitar el bonete con la válvula instalada.

La válvula de cuerpo dividido (figura 10.3) tiene guarniciones de cambio rápido y otras ventajas porque el cuerpo es de dos piezas. La válvula es adaptable para deslizarla en las bridas, lo cual puede ser un ahorro en el precio cuando es de aleaciones costosas. Además, un cuerpo podrá trabajar a diferentes presiones mediante la adición de las bridas adecuadas. Además, la mitad inferior del cuerpo se puede colocar a 90° de la mitad superior si lo requiere la configuración de la tubería.

10.4.1.3 Válvula de Aguja

Una válvula de este tipo restringe el flujo de la bomba hacia el cilindro ó motor fluido. El flujo varía con la caída de presión a través de la válvula. Es usada cuando el sistema y la presión de carga son constantes. La restricción puede ser fija ó variable.

Esta válvula tiene una punta larga, torneada que asienta en ella permitiendo una apertura muy gradual, así como un cierre de paso, se usa ampliamente para controlar el paso del flujo a niveles, cilindros y lugares donde se requiere una velocidad lenta.

Al igual que la válvula de globo no tiene compensación de presión, por esta razón las variaciones de caída de presión a través del orificio producirán cambios definidos en la rapidez del flujo a través de la válvula por lo cual deberán usarse con precaución.

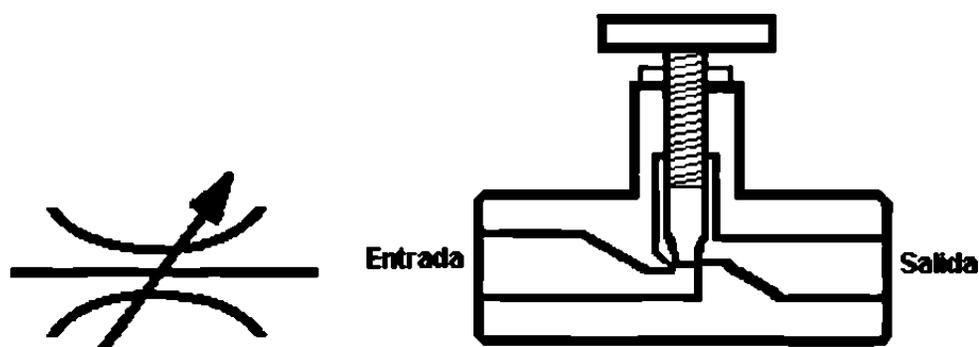


Figura 10.14 Válvula de aguja

10.4.2 Válvulas compensadas por presión

El problema básico con orificios, es que el flujo es una función de la caída de presión, así como del área. Cuando la presión en el cilindro ó en el motor del fluido fluctúa, en respuesta a los cambios de carga, el ritmo del flujo también cambia. Para hacer la compensación debe utilizarse algún dispositivo adicional sensible a la presión.

La forma más simple del compensador, es una válvula reductora instalada entre la línea de alta presión y el orificio. La válvula reductora controla el flujo hacia el orificio, en forma tal que la caída de presión a través del mismo se mantiene constante. Para indicar a un orificio de presión controlada en los diagramas del circuito se utilizan las letras PC a un lado del símbolo de la válvula.

Una sección transversal a través de una válvula como la mencionada en la siguiente figura.

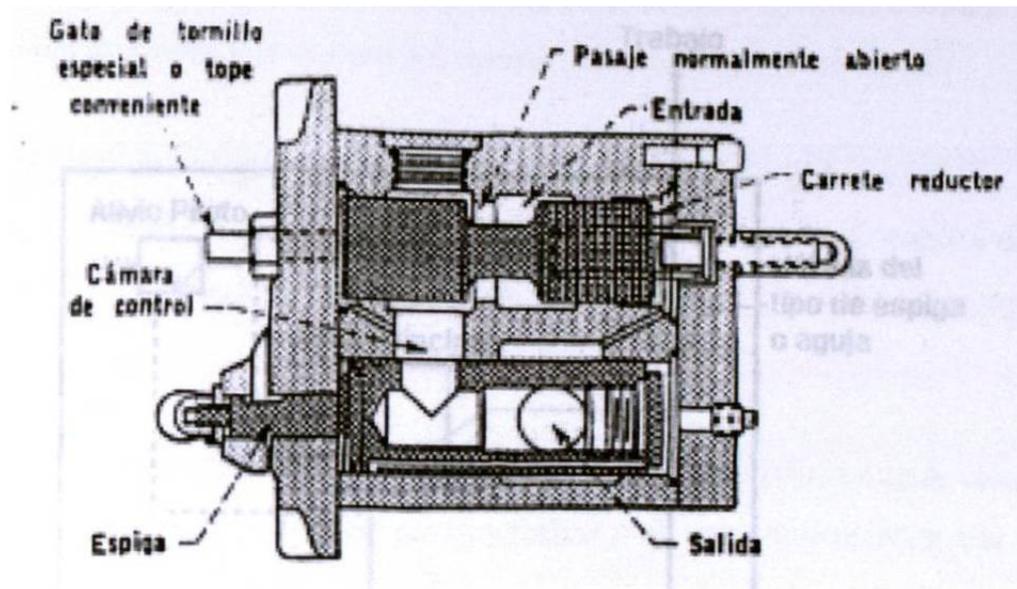


Figura 10.15 Válvula compensada de control de flujo.

El flujo de entrada a la válvula, pasa a través de una válvula reductora de abertura normal y hacia una cámara de control. Luego continúa por un orificio ajustable (que el diagrama trazado está controlado por una espiga) hacia la salida. El fluido de la cámara de control, se lleva a un extremo del carrete de la válvula reductora y el fluido de salida se lleva a la cámara de resorte del carrete. El carrete se mueve, en forma de mantener a la caída de presión constante a través del orificio. Las caídas de presión mayores, tenderán a cerrar el carrete, y las caídas de presión menores tenderán a abrirlo.

Cuando se utiliza la válvula con el orificio de salida conectado al tanque (como en el circuito de purga), la cámara del resorte de la válvula en efecto estará drenada en forma interna.

Otra forma de compensación se muestra en la siguiente figura.

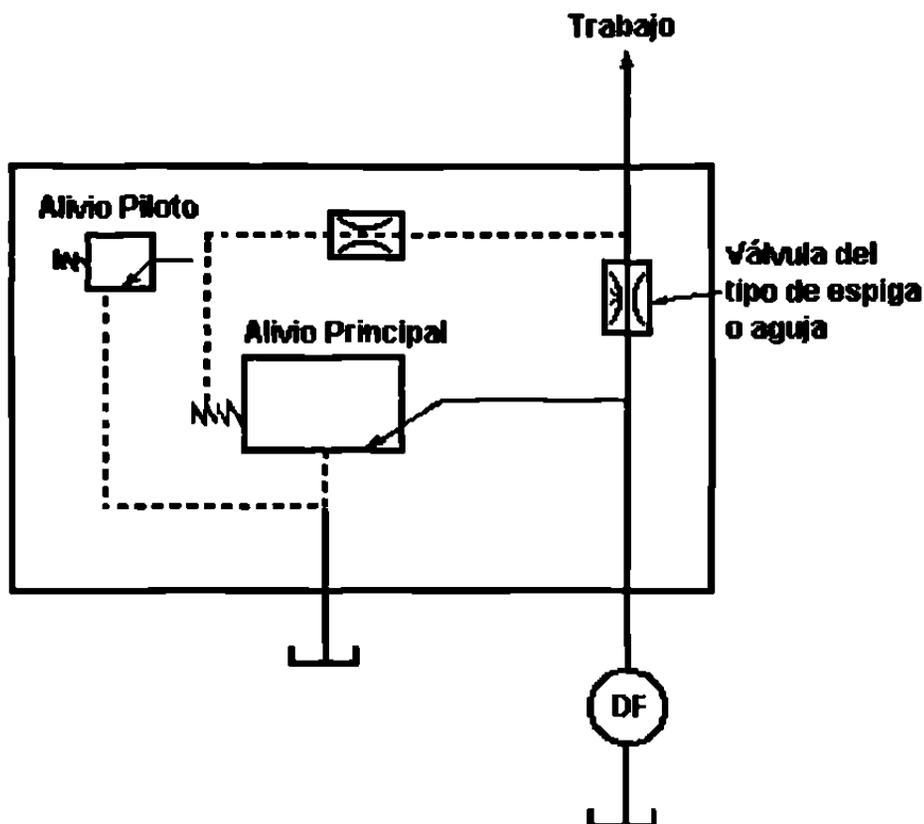


Figura 10.16 Válvula compensada de control de flujo, con una válvula de alivio como compensador.

Allí una válvula de alivio piloto se combina con dos orificios, uno fijo y el otro variable. Una bomba de entrega constante da un flujo fijo del fluido. Si por la carga de trabajo se crea una presión cero, la cámara del resorte del carrete principal tiene una presión cero y el fluido pasa por el orificio ajustable, a la presión creada por el resorte en el carrete principal de alivio.

Cuando se tiene resistencia y la presión aumenta en el secundario, ésta presión actúa como un aditivo a la cámara del resorte tendiendo a elevar la presión con la cual el auxiliar principal se abre y por lo tanto, a elevar la presión en la entrada del orificio ajustable. En esta forma, la caída de presión a través (y por lo tanto el flujo que pasa) del orificio ajustable, se mantiene constante.

El orificio fijo, en la línea piloto de alivio tiene como propósito restringir el flujo al piloto y evitar que entre a la cámara del resorte más fluido que el necesario.

Esta forma de compensación, puede utilizarse cuando únicamente se opera un control de flujo desde la línea de presión. Si se va a usar a más de un control de flujo en paralelo desde una bomba simple, es necesario utilizar la válvula compensadora reductora.

La combinación de válvula de control de flujo y de alivio, es muy usada en los circuitos de actuación de máquinas para esmerilar y en otras aplicaciones que exigen la forma más simple de control de velocidad.

10.4.3 Válvulas compensadas por presión y temperatura

En las válvulas de control de presión compensada está sujeta a cambiar con las variaciones de la temperatura de aceite. Aunque el aceite fluya más libremente cuando está caliente, se puede mantener flujo constante al disminuir el tamaño de la abertura del estrangulador cuando aumenta la temperatura del aceite. Esto se logra con un vástago compensador que se alarga con el calor y se contrae cuando se enfría. El estrangulador es un émbolo sencillo que se mueve de afuera hacia dentro del orificio de control. El vástago compensador se instala entre el estrangulador y su ajustador.

10.5 Válvulas de control de dirección

Válvulas de control direccional

La parte móvil en una válvula de control direccional conecta y desconecta conductos internos dentro del cuerpo de la válvula, cuya acción permite controlar la dirección del fluido.

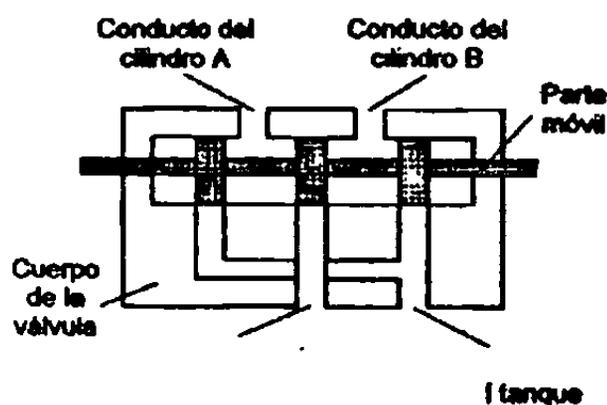


Figura 10.17 Válvula de control direccional

En que consiste una válvula de control direccional

Una válvula de control direccional típica, consiste en un cuerpo de válvula con cuatro conductos internos y un conmutador de émbolos como parte móvil, el cual conecta y desconecta los conductos.

Cómo funciona una válvula de control direccional

Con el conmutador en uno de los extremos, el conducto de la bomba se conecta al conducto "B" del cilindro y el conducto del tanque se conecta al conducto "A" del cilindro.

Con el conmutador en el otro extremo, el conducto de la bomba se conecta al conducto "A" del cilindro y el conducto de tanque se conecta al conducto "B" del cilindro.

Con una válvula de control direccional en un circuito, el vástago del cilindro puede extenderse y realizar trabajo. Al cambiar el conmutador al otro extremo, el flujo se dirige al otro lado del cilindro. El vástago retrocede.

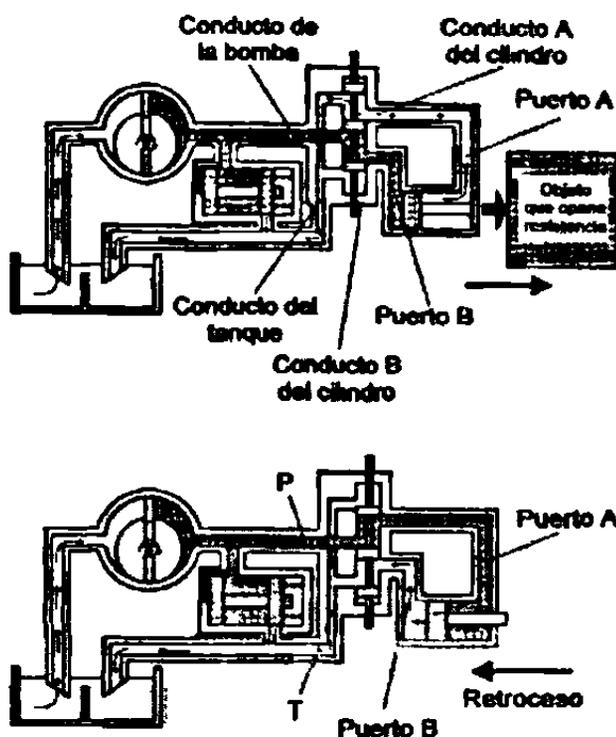


Figura 10.18 Funcionamiento de la válvula de control direccional

Control de la velocidad del actuador

En muchas aplicaciones es conveniente y aún necesario controlar la velocidad a la cual realiza trabajo un actuador.

La velocidad a la cual realiza trabajo un actuador (cilindro, motor) es resultado directo de la rapidez con que se llena. En otras palabras, la velocidad del actuador es de resultado de los GPM que fluyen al actuador.

Puesto que la bomba en un sistema hidráulico puede operar con desplazamiento constante, tendría sentido seleccionar una bomba con el caudal requerido. Usualmente este es el caso cuando se emplea sólo un actuador en el sistema.

Con frecuencia, en un sistema hidráulico hay más de un actuador. Si el sistema se diseña para que actúen individualmente los cilindros, entonces el caudal de la bomba se selecciona por la velocidad requerida en el cilindro más grande. Este hecho significa que los actuadores pequeños se moverán más rápido, lo cual quizás resulte indispensable. Para reducir el flujo hacia estos actuadores ó cualquiera similar, se emplea una válvula reguladora de caudal.

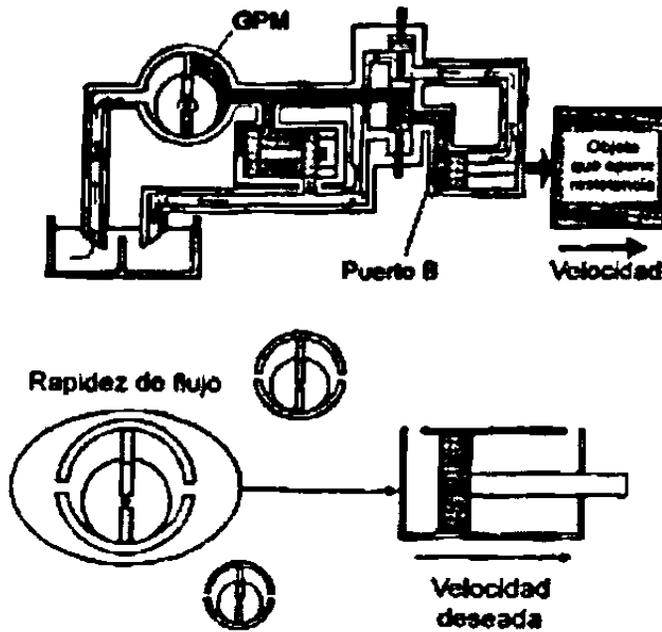


Figura 10.19 Control de velocidad del actuador

10.5.1 Válvulas check

Una válvula check puede funcionar de dos maneras, de control direccional ó de presión. Sin embargo en su forma más sencilla, la válvula check no es más que una válvula direccional de un paso (figura.10.20). Esta permite flujo libre en una dirección y obstruye el paso en otra dirección.

Nótese que los componentes del símbolo gráfico para una válvula check indican dos posiciones de la válvula abierta y cerrada. Este es un diagrama algo complicado para válvula tan sencilla además que se usa poco. Más bien, se usa universalmente el símbolo de balón y asiento sencillo y por eso se le designará a la válvula check a través de este manual.

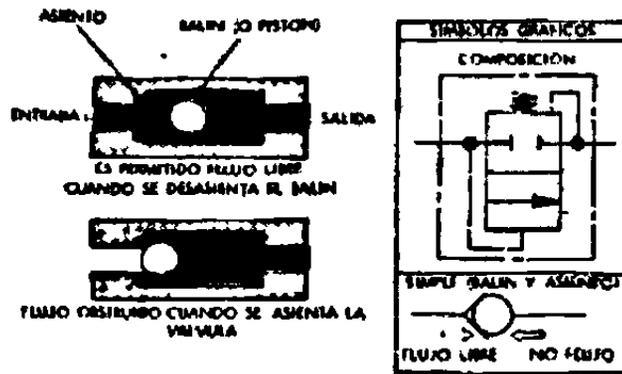


Figura 10.20 Una válvula Check es una válvula de una vía

10.5.1.1 Válvula check simple

Las válvulas simples (figura 10.21) se llaman así porque están conectados a una línea y el aceite fluye derecho a través de ellas. El cuerpo de la válvula tiene rosca para tubería ó tubo conector para conectarlas, y es maquinado en su interior para formar un asiento para el cabezal móvil ó el balín (figura 10.22) Un resorte ligero mantiene al cabezal móvil asentado en su posición cerrada normal lo cual permite montar la válvula en cualquier posición.

En la dirección de fluido libre el resorte será movido y la válvula se abrirá a una caída de presión aproximada de 5 psi. Los resortes no son ajustables aunque si hay varios tamaños para distintos requerimientos tales como el que crea la presión piloto ó como cambiadores de potencial ó como filtros de aceite cuando se ocasionan remolinos ó se atasca por mucho flujo En estas circunstancias no se usa como válvula check, más bien se usa como válvula de alivio ó de secuencia.

Aunque es posible manejar presiones a 3000 psi las válvulas check no se recomiendan para las aplicaciones en las que la válvula esta sujeta a velocidades altas de flujo de retorno.

10.5.1.2. Válvulas check pilotada

Las válvulas check ó check (válvulas de retención) permiten que fluya libremente el fluido en una dirección, pero impiden el flujo en la dirección opuesta hasta que se aplica una presión piloto. Se usan en sistemas hidráulicos para detener el flujo de fluido durante el "rápido acercamiento" de un cilindro hidráulico se llene por el principio de Pascal. Se usan para detener el flujo de fluido durante el "rápido acercamiento" de un cilindro hidráulico se llene por el principio de Pascal. Se usan para detener el flujo de fluido durante el "rápido acercamiento" de un cilindro hidráulico se llene por el principio de Pascal.

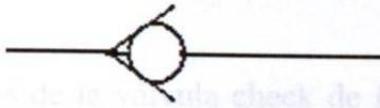
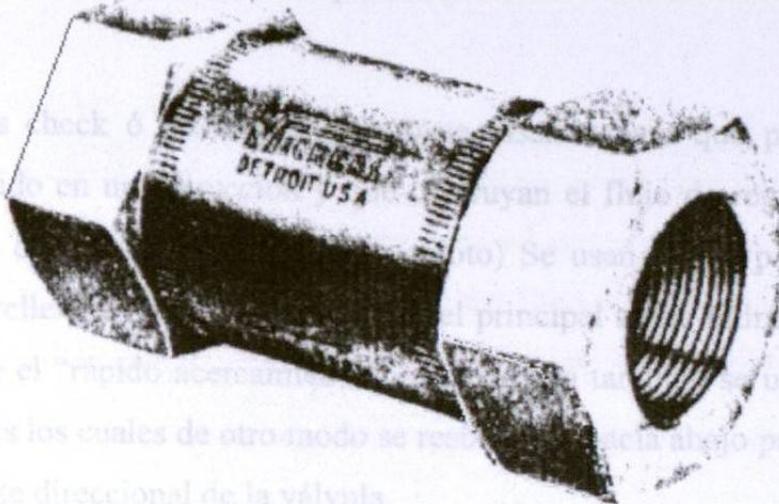


Figura 10.21 Válvula Check Simple

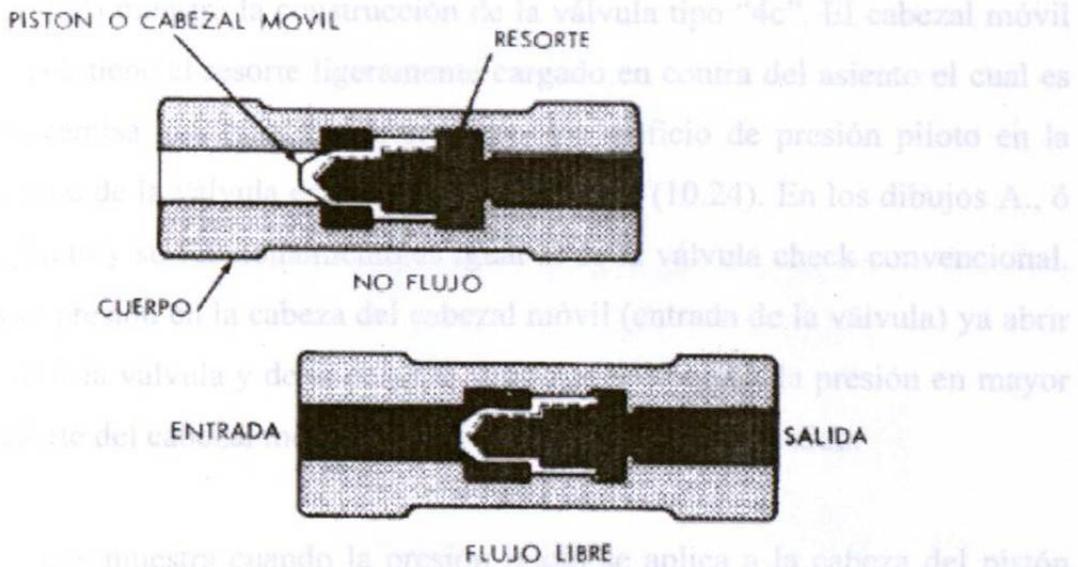


Figura 10.22 Funcionamiento de una válvula simple

10.5.1.2 Válvulas check pilotada

Las válvulas check ó de función piloto se diseñan para que permita que fluya libremente el fluido en una dirección y que obstruyan el flujo de regreso hasta que se abran por medio de una señal por presión (piloto) Se usan en las prensas hidráulicas como válvulas prellenadoras para permitir que el principal ariete hidráulico se llene por gravedad durante el “rápido acercamiento” de la carrera también se usan para detener pistones verticales los cuales de otro modo se resbalarían hacia abajo por el paso de fuga que tiene el carrete direccional de la válvula

Los dos diseños de la válvula check de funcionamiento piloto se identifican como los modelos “2C” “4C”

Serie 4c

La figura (10.23) muestra la construcción de la válvula tipo “4c”. El cabezal móvil de la válvula check tiene el resorte ligeramente cargado en contra del asiento el cual es integral con una camisa que guía el pistón piloto. Un orificio de presión piloto en la cubierta del extremo de la válvula es mostrado en la figura (10.24). En los dibujos A., ó no hay presión piloto y su funcionamiento es igual al de la válvula check convencional. En el dibujo A la presión en la cabeza del cabezal móvil (entrada de la válvula) ya abrir el resorte para abrir la válvula y dejar pasar el flujo En el dibujo B la presión en mayor en el lado del resorte del cabezal móvil y el flujo de retorno esta obstruido.

El dibujo C nos muestra cuando la presión piloto se aplica a la cabeza del pistón piloto. La varilla empuja hacia fuera de su asiento el cabezal móvil y deja que fluya el fluido de regreso, la presión piloto requerida para desasentar al cabezal móvil de este modo debe ser mayor un 40 por ciento a la presión que hay en la cámara de “salida”.

Serie 2 C

En la figura (10.25) se mostrará la válvula tipo "2C". En este diseño, el cabezal móvil de la válvula check se parece a la válvula de un motor de cobre y tiene el pistón piloto adjunto a la varilla roscada del cabezal móvil con una tuerca. El resorte ligero mantiene al cabezal móvil asentado, cuando no hay flujo al empujar en contra el pistón piloto. Se da un orificio aparte de drenaje para evitar que el aceite cree un aumento de presión abajo del pistón.

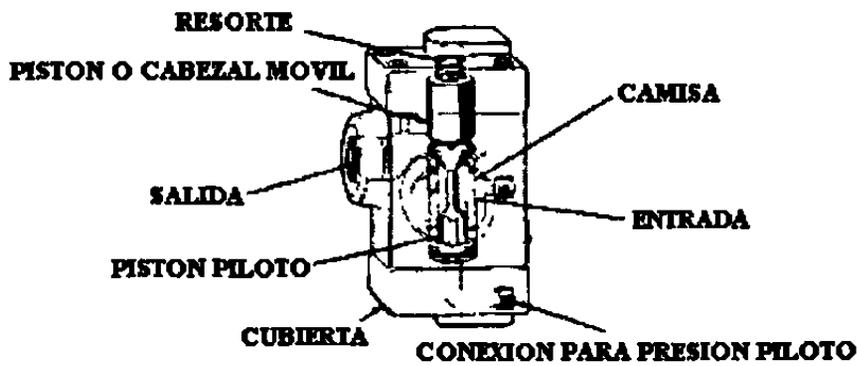


Figura 10.23 Construcción de una válvula check "4c"

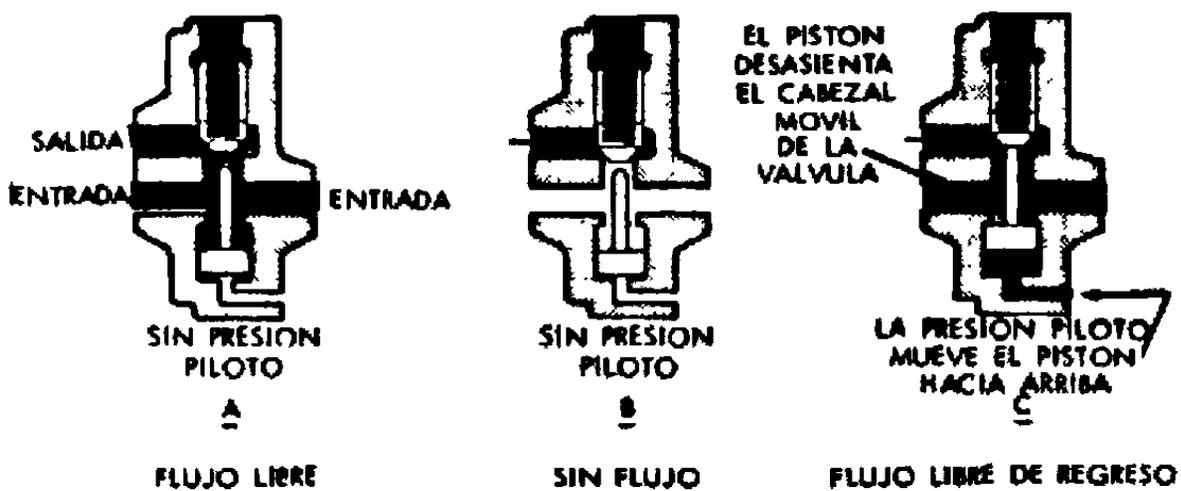


Figura 10.24 Funcionamiento de una válvula check "4c"

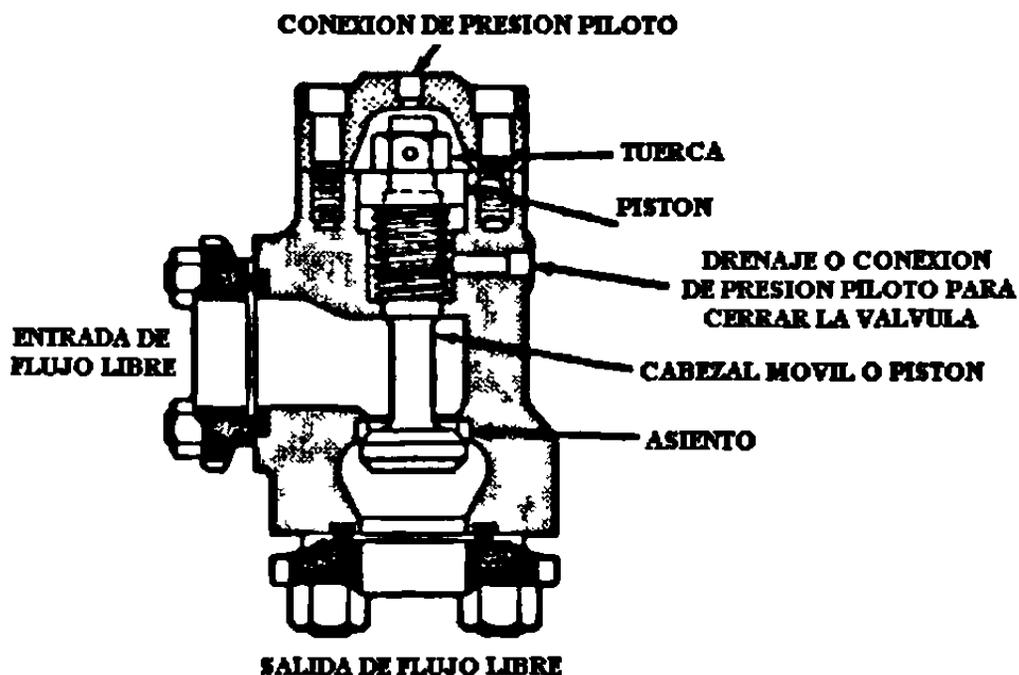


Figura 10.25 Construcción de una válvula check "2c"

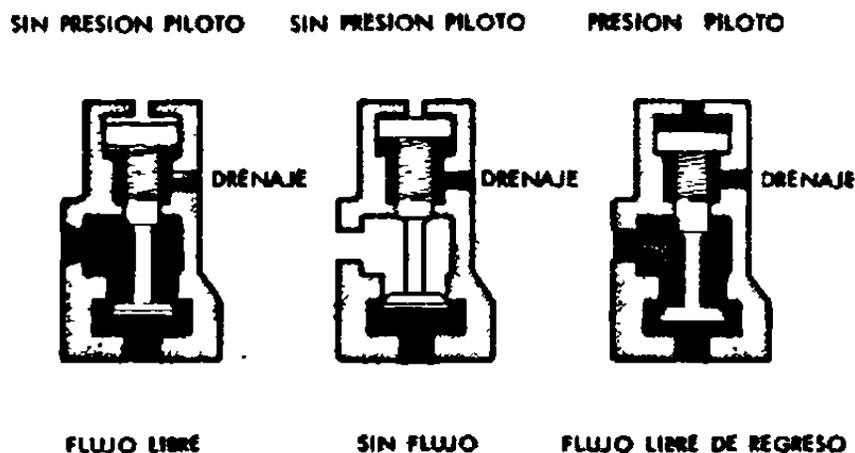


Figura 10.26 Funcionamiento de una válvula check "2c"

En la figura (10.26), dibujos A y B, se muestran el funcionamiento de una válvula check sin presión piloto. El flujo de regreso (dibujo C) se puede suscitar sólo cuando la presión excede al 80 por ciento de la presión en la cámara de salida aplicada al pistón piloto.

Esta válvula también la hay sin resorte para las aplicaciones en donde se necesite el cabezal móvil siempre cerrado ó abierto. En el diseño sin resorte, los orificios, piloto y de drenaje funcionan como si fueran los orificios de la presión piloto y se invierten al usar una válvula direccional. La presión piloto se usa para mantener la válvula en la dirección deseada

10.5.2 Válvulas direccionales de 2 posiciones

Son elementos constructivos que modifican, abren ó cierran Los pasos del flujo en sistemas hidráulicos. Estas válvulas permiten controlar la dirección del movimiento y la parada de los elementos de trabajo.

Válvula de dos vías

Una válvula direccional de dos vías, solo tiene dos conductos internos que se pueden conectar ó desconectar entre sí. En una de sus posiciones, el conmutador permite que el flujo cruce por la válvula. Cuando el conmutador ocupa la otra posición no hay flujo a través de la válvula.

Válvula direccional de dos vías en circuito

La función de una válvula direccional de 2 vías es semejante a la de un interruptor eléctrico; sirve para conectar ó desconectar. En muchos sistemas se usa esta válvula como interruptor de seguridad y para aislar ó conectar varias partes del sistema.

10.5.2.1 Válvulas direccionales de 2 vías

La válvula de 2/2 vías esta provista de una conexión de trabajo (A) y de presión (P) (véase figura 10.27) y permite un control del caudal volumen cerrado ó abriendo el paso. La válvula mostrada en la figura tiene las siguientes posiciones.

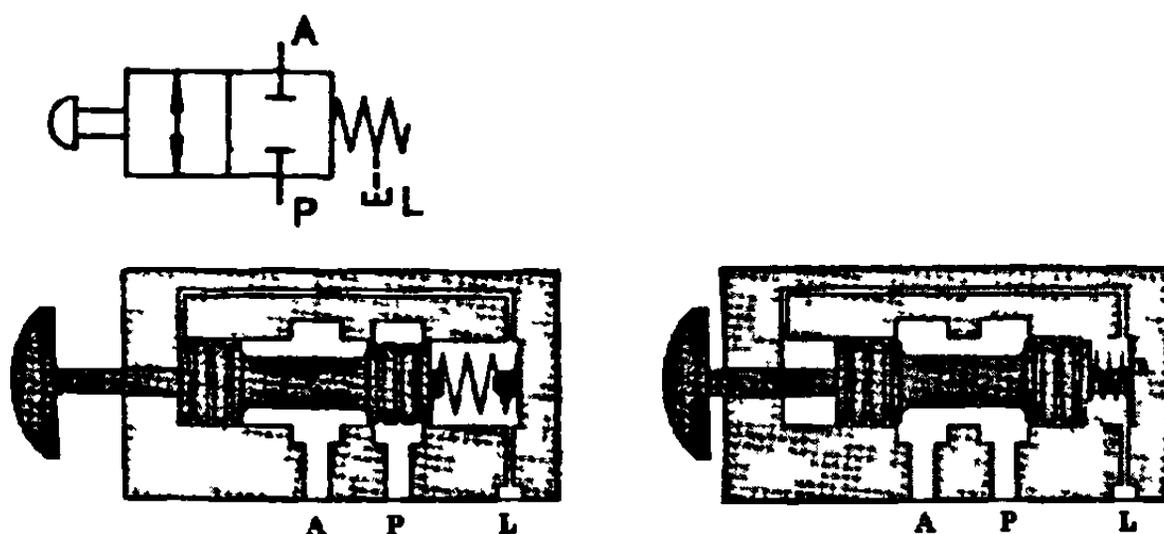


Figura 10.27 Válvula de 2/2 vías, versión con corredera



Figura 10.28 Válvula de 2/2 vías, versión con asiento

Aunque no lo exige la norma, las válvulas de asiento frecuentemente son representadas incluyendo el símbolo del asiento. Este tipo de válvulas también puede tener “abierto el paso de hacia A” en posición normal.

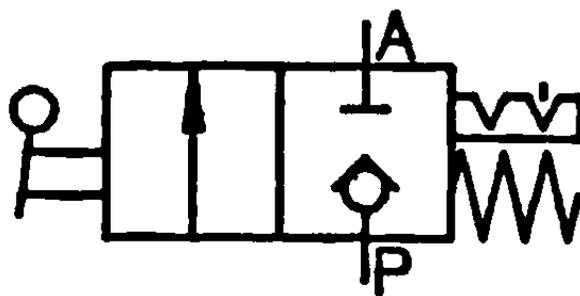


Figura 10.29 Símbolo de válvula de asiento

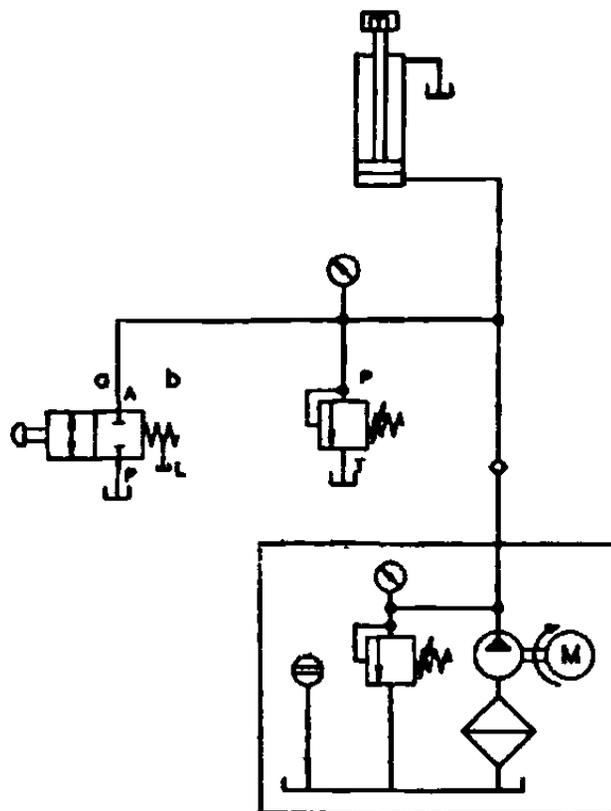


Figura 10.30 Accionamiento de cilindro de simple efecto (esquema hidráulico)

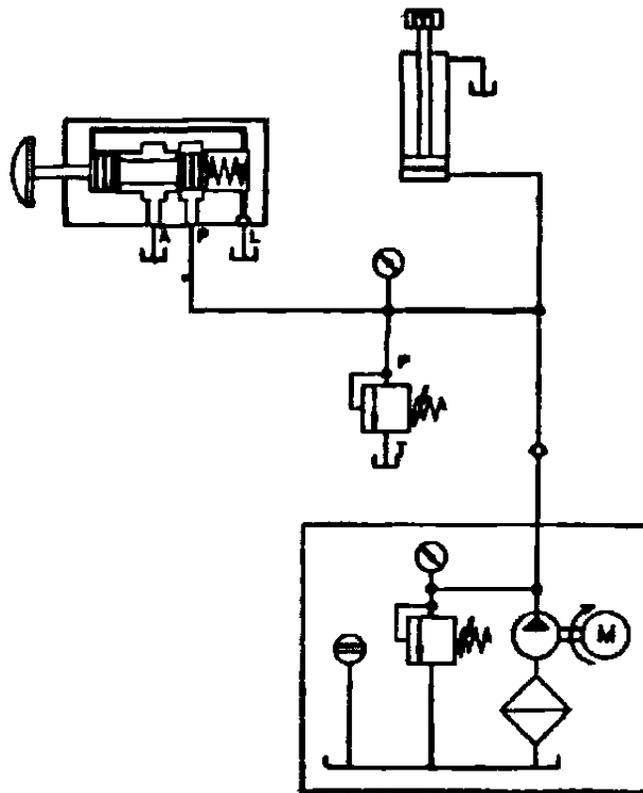


Figura 10.31 Accionamiento de cilindro de simple efecto (sección)

10.5.2.2 Válvulas direccionales de tres vías

La válvula direccional de 3 vías tiene 3 conductos dentro de su cuerpo: uno hacia la bomba, otro hacia el tanque y uno hacia el actuador.

La función de esta válvula es enviar líquido presurizado hacia el puerto único del actuador, cuando el conmutador se encuentra en una de sus dos posiciones extremas. Cuando el conmutador se desplaza a la otra posición la válvula recibe y canaliza hacia al tanque el flujo que el actuador descarga (a través del mismo puerto por el que recibió el líquido a presión). En otras palabras, la válvula presuriza y descarga en forma alternativa el puerto de un actuador.

Válvulas direccionales de tres vías en un circuito

Se puede usar una válvula direccional de tres vías para operar actuadores de simple efecto, como elevadores y cilindros de retorno por resorte. En estas aplicaciones, la válvula de 3 vías dirige el caudal de líquido a presión hacia el lado de la tapa del cilindro. Al desplazar el conmutador a su otra posición extrema, la válvula bloquea el paso del flujo al actuador. Al mismo tiempo, se conecta el conducto hacia el actuador en el interior de la válvula con el conducto hacia el tanque.

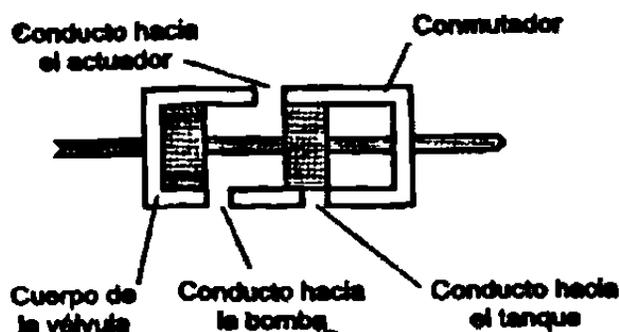


Figura 10.32 Válvula direccional 2 posiciones 3 vías

Válvula de 3/2 vías

La válvula de 3/2 vías está provista de una conexión de trabajo (A), una de presión (P) y de una para el depósito (T) y permite un control caudal volumétrico mediante las siguientes posiciones:

- Posición normal: Conexión P bloqueada y paso abierto de A hacia T.
- Posición conmutada: Salida T bloqueada y paso abierto de P hacia A.

Las válvulas de 3/2 vías también pueden estar abiertas en posición normal, es decir, con paso abierto de P hacia A.

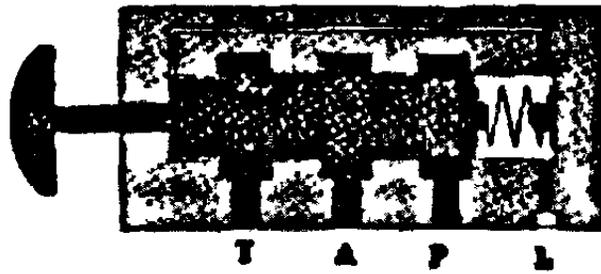


Figura 10.33 Válvula de 3/2 vías

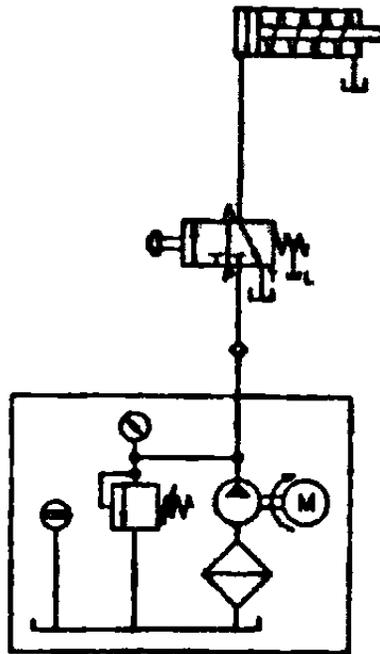


Figura 10.34 Accionamiento de cilindro de simple efecto

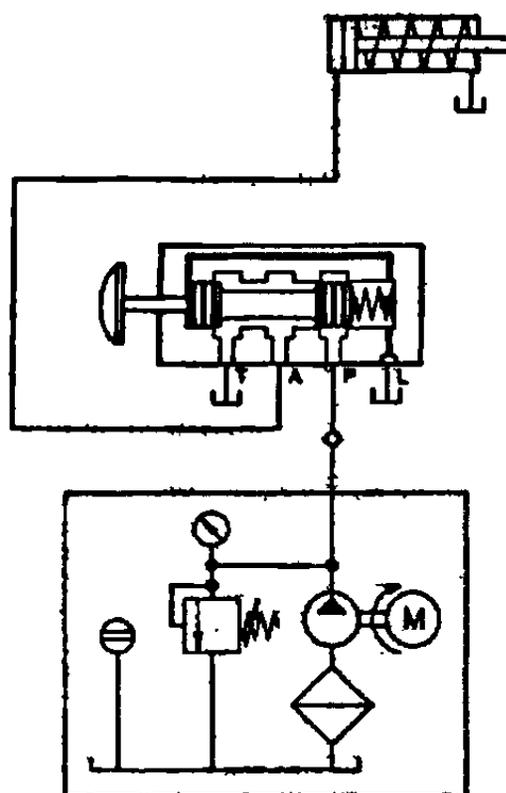


Figura 10.35 Accionamiento de cilindro de simple efecto (sección)

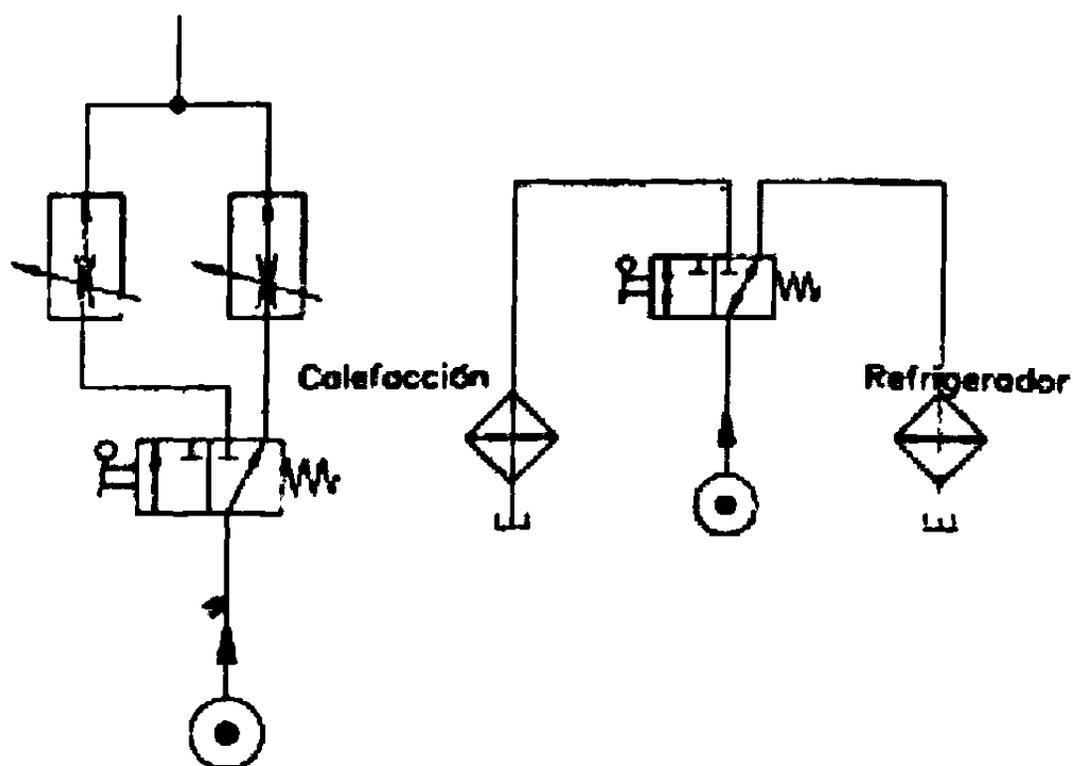


Figura 10.36 Aplicación como desvío

10.5.2.3 Válvulas direccionales de 4 vías montadas sobre una placa base.

Hasta el momento, las válvulas direccionales de 4 vías que se han descrito tienen colocados los conductos hacia la bomba en uno de los costados del cuerpo de la válvula. En el costado opuesto se encuentran los dos conductos hacia el actuador. Esta disposición se apega al símbolo de la válvula. Sin embargo, para facilitar su instalación, la mayoría de las válvulas direccionales hidráulicas industriales están montadas sobre una placa base. Es decir, se encuentran atornilladas a una placa en la cual se conectan las tuberías del sistema. Por lo tanto, los puertos de estas válvulas se localizan en la superficie inferior del cuerpo de la válvula.

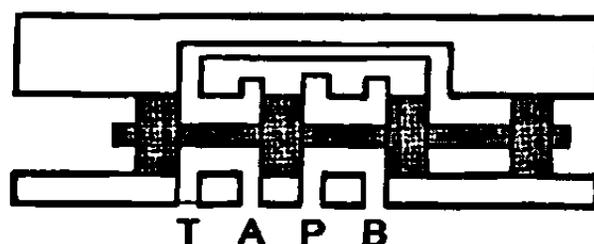


Figura 10.37 Cuerpo de válvula de cuatro vías, montada sobre una placa base, con conmutador de cuatro émbolos

La válvula de 4/2 vías está provista de dos conexiones de trabajo (A, B) de una de presión y de una conexión para el depósito (T).

- Posición normal: Paso abierto de P hacia B y de A hacia T
- Posición conmutada: Paso de P hacia A y de B hacia T

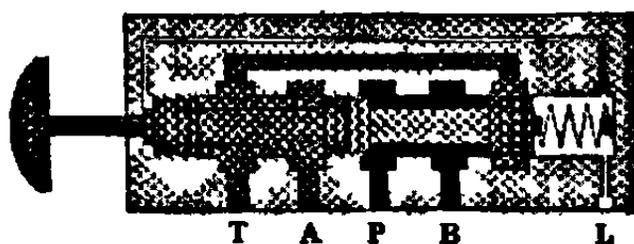


Figura 10.38 Válvula de 4/2 vías con émbolo de maniobra

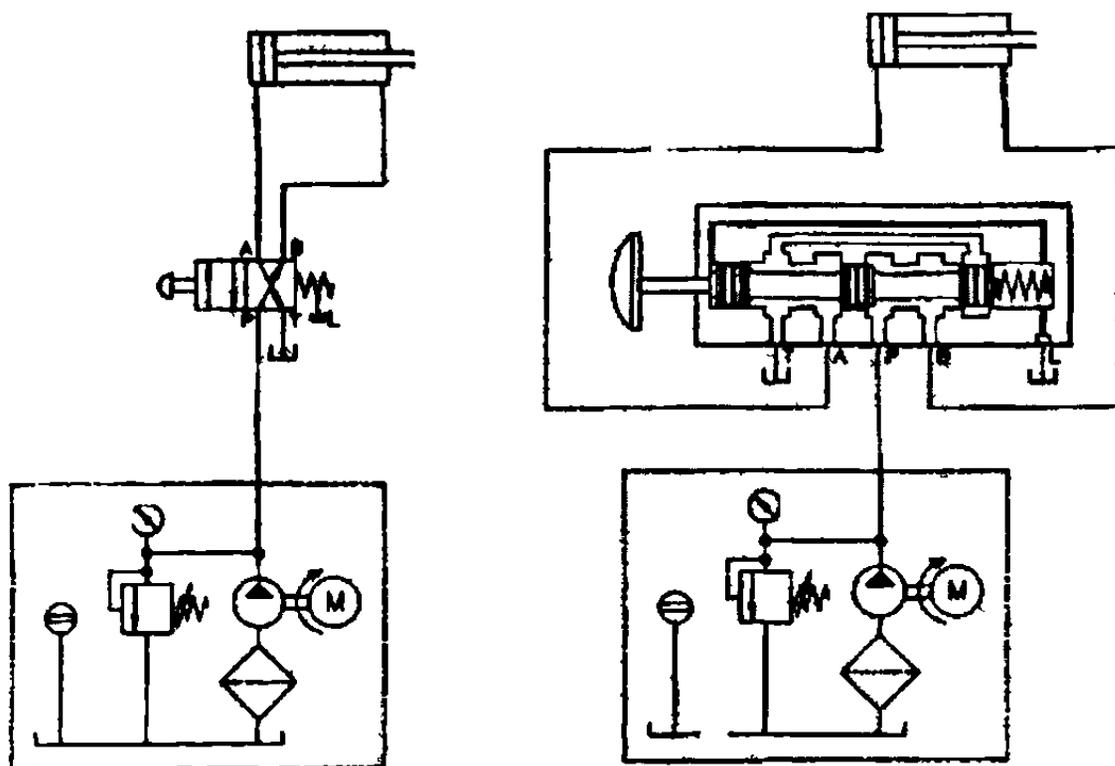


Figura 10.39 Accionamiento de cilindro de doble efecto

Las válvulas de 4/2 vías también pueden estar provistas de tan solo dos émbolos de maniobra. En ese caso, dichas válvulas no necesitan conexiones para aceite de fuga y además, la conexión T del depósito y las conexiones de trabajo A y B son controlada por la culata de la válvula.

En las fichas técnicas de estas válvulas siempre se indica una presión máxima para la conexión hacia el depósito que es menor a la presión máxima del lado de trabajo, ya que en la conexión T la presión actúa contra la culata.

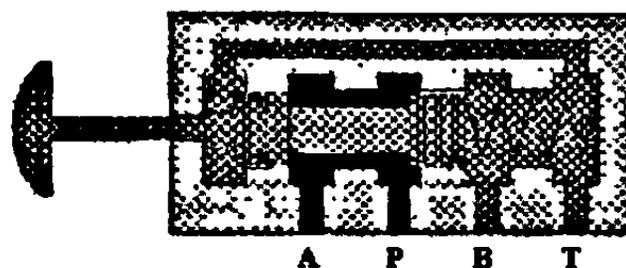
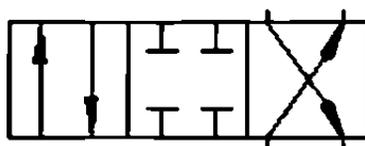


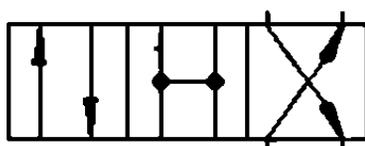
Figura 10.40 Válvula de 4/2 vías con dos émbolos

En su versión más sencilla, las válvulas de 4/2 vías son tipo corredera. Las válvulas de 4/2 vías tipo válvula de asiento tienen una configuración más complicada puesto que son una combinación de dos válvulas de 3/2 vías ó de cuatro válvulas de 2/2 vías.

Las posiciones intermedias son un criterio importante para la elección de una válvula, por lo que son indicadas respectivamente en los símbolos. Tratándose de posiciones que no son realmente efectivas, los cuadrados son más estrechos y tienen líneas intermitentes.



Símbolo: sobrepresión positiva



Símbolo: sobrepresión negativa

Figura 10.41 Posición intermedia de una válvula de 4/2 vías

Posibles aplicaciones de válvulas de 4/2 vías:

- Accionamiento de cilindros de doble efecto
- Accionamiento de motores de giro en ambas direcciones
- Accionamiento de dos circuitos.

10.5.3 Válvulas direccionales de 3 posiciones

10.5.3.1 Válvula direccional de 4 vías

Las válvulas de 4/3 vías tienen una estructura sencilla si son válvulas de corredera, si son válvulas de asiento, su estructura es aplicada. Una válvula de 4/3 vías puede estar compuesta, por ejemplo, de cuatro válvulas, de 2 vías.

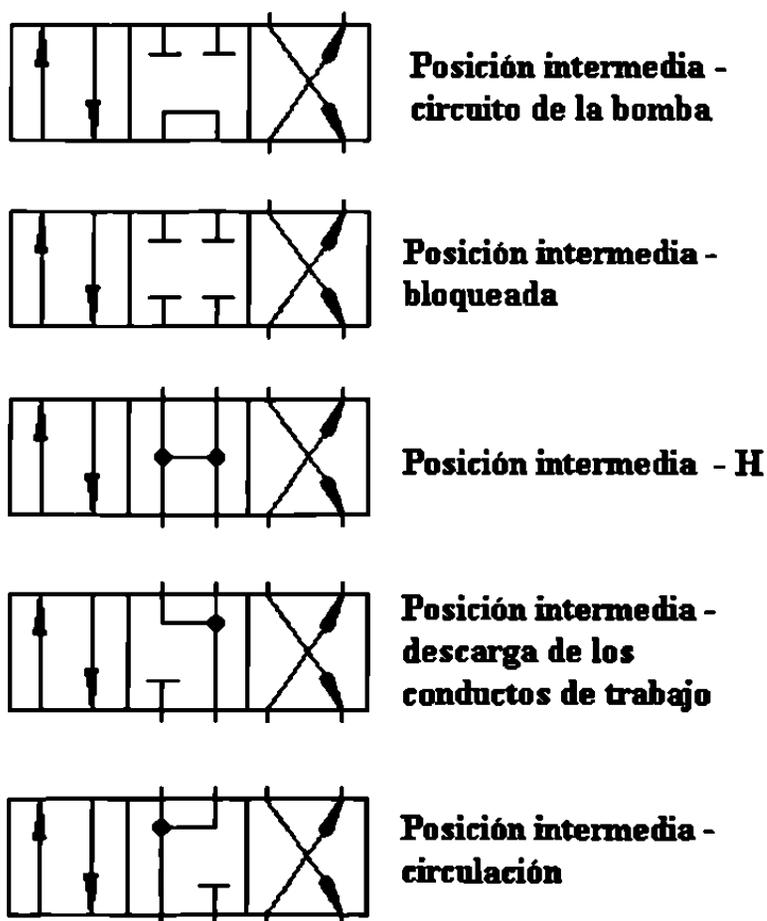


Figura 10.42 Válvulas de 4/3 vías

En las válvulas de 4/3 vías suelen indicarse las posiciones intermedias.

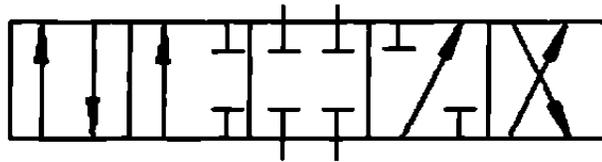


Figura 10.43 Posiciones intermedias

Esta de 4/3 vías tiene una sobre posición positiva en la posición intermedia. Las posiciones intermedias de la izquierda y de la derecha son una combinación positiva y negativa.

10.5.3.2 Tipos de centros para las válvulas direccionales de posiciones

Condición central abierta ó centro abierto "H"

Una válvula direccional que tienen un conmutador de centro abierto tiene conectados simultáneamente entre sí a los pasajes P, T, A y B, cuando se encuentran en la posición central.

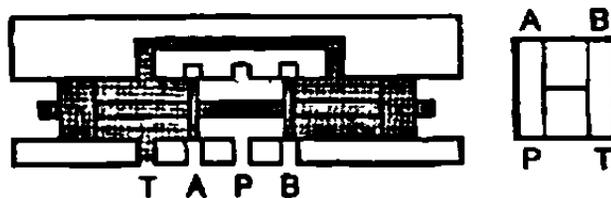


Figura 10.44 Conmutador de centro abierto

Válvula de centro abierto en un circuito

Con frecuencia, las válvulas de 4 vías de centro abierto se emplean en circuitos que cuentan con un solo actuador. En estos sistemas, después, que el actuador ha completado su ciclo de trabajo el conmutador de la válvula direccional ocupa su posición central y el flujo que proviene de la bomba regresa al tanque a través de la válvula a presión baja. Al mismo tiempo el actuador queda en libertad de moverse. Una válvula con centro abierto tiene dos desventajas: primera, ningún otro actuador puede operar mientras la válvula permanezca en su posición central; segunda, la carga del cilindro no puede mantenerse en una posición a media carrera del émbolo.

En el circuito que muestra la figura, del cilindro B se extiende y se retrae cuando la válvula direccional pasa de una posición extrema a otra. Si la válvula se coloca en su posición central, mientras el cilindro está a media carrera, la carga del cilindro podrá continuar con su movimiento. Mientras tanto, el cilindro A no podrá operar pues todo el flujo que entrega la bomba regresa continuamente al tanque, a través de la válvula direccional que controla al cilindro B.

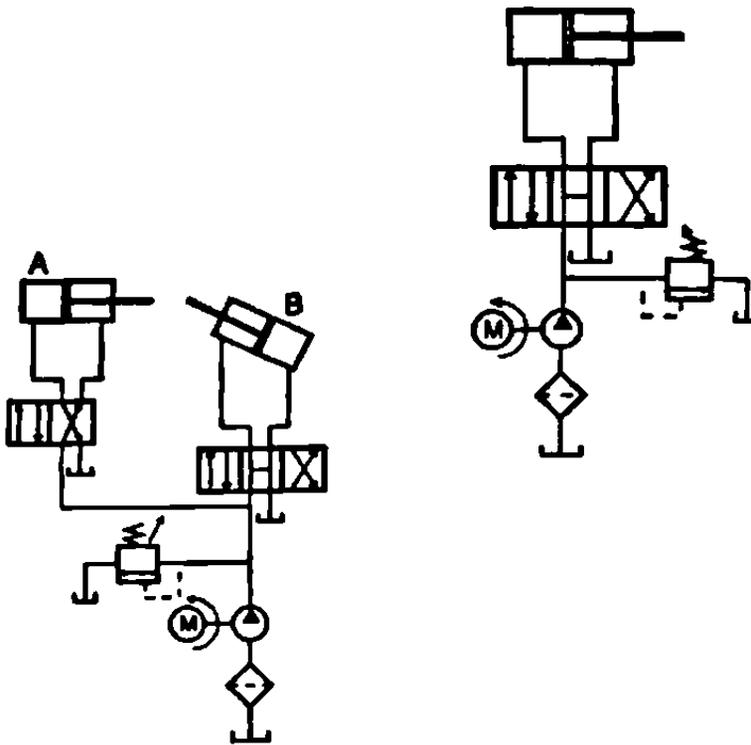


Figura 10.45 Válvula de centro abierto en un circuito

Condición de centro cerrado

Una válvula direccional con conmutador de centro cerrado bloquea los pasajes P, T, A y B cuando el conmutador se encuentra en la posición central.

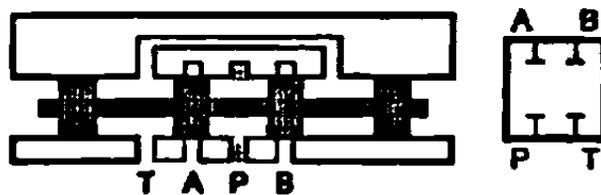


Figura 10.46 Condición de centro cerrado en un circuito

Válvulas de centro cerrado en un cilindro

Un centro cerrado puede detener el movimiento de un actuador, a la vez que permite operar de manera independiente a los demás actuadores en el sistema, aunque el sistema cuente con sólo una fuente de potencia.

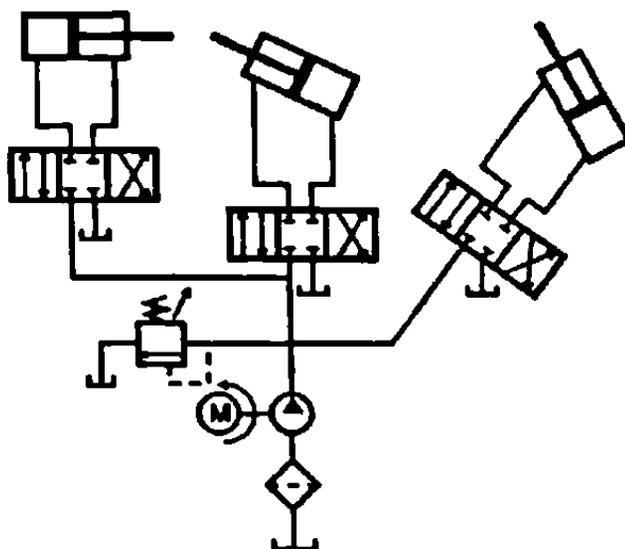


Figura 10.47 Válvulas de centro cerrado en un cilindro

Las válvulas direccionales de centro cerrado tienen algunas desventajas. Una de ellas es que el flujo que entrega la bomba no se puede descargar hacia el tanque a través de la válvula direccional durante los tiempos muertos del actuador. Sin embargo, la descarga se puede llevar a cabo a través de una válvula de alivio operada por piloto.

Otra de las desventajas de una válvula de centro cerrado es que el conmutador —como sucede con cualquier válvula— inevitablemente tiene fugas. Por esta causa, si la presión del sistema actúa sobre el conmutador por un tiempo mayor a unos pocos minutos, empezará a subir la presión en las líneas A y B que van hacia el actuador. Este fenómeno se puede explicar mediante un ejemplo.

En la ilustración están colocadas dos restricciones fijas en una línea de retorno del flujo hacia el tanque. Ambas restricciones son idénticas y la presión en el tanque es igual a cero.

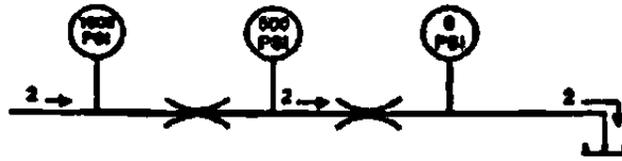


Figura 10.48 Presión diferencial

La presión diferencial total a través de ambas restricciones es de 1000 psi (6896 kPa). Como las dos restricciones son idénticas, conforme pasan hacia el tanque 2 GPM (7.58 lpm) se transforman cantidades iguales de energía de presión en energía térmica. La restricción 1 transforma 500 psi (3448 kPa) de los 1000 psi (6896 kPa) en energía térmica. La restricción 2 transforma los restantes 500 psi (3448 kPa) también en energía térmica. La presión diferencial a través de cada restricción es de 500 psi (3448 kPa). La presión entre ambas restricciones es de 500 psi (3448 kPa).

Cuando una válvula de centro cerrado está en su posición central, el fluido hidráulico logra fugar a través del conmutador. Las fugas pasan del puerto P hacia el puerto A por el pequeñísimo claro que hay entre el émbolo del conmutador y el cuerpo de la válvula. Ya que este fluido no puede ir a sitio alguno de la línea A, pasa hacia el puerto del tanque a través del claro correspondiente al siguiente émbolo.

Suponga que la presión en el puerto P de una válvula, que tiene su conmutador en la posición central, es de 1000 psi (6898 kPa) y que la presión en el tanque es cero. El espacio entre el cuerpo de la válvula y el émbolo que separa del puerto A del puerto P, lo mismo que el espacio entre el cuerpo de la válvula y el émbolo que separa al puerto A del puerto del tanque, puede considerarse como una restricción fija semejante a la que se mencionó en el ejemplo previo. Cuando el fluido fuga del puerto P hacia el puerto A, se usan 500 psi (3448 kPa). Al fugar del puerto A hacia el puerto del tanque, el fluido

pierde otros 500 psi (3448 kPa). Entonces, la presión en el puerto A, y por tanto en la línea A hacia el actuador, es de 500 psi (3448 kPa).

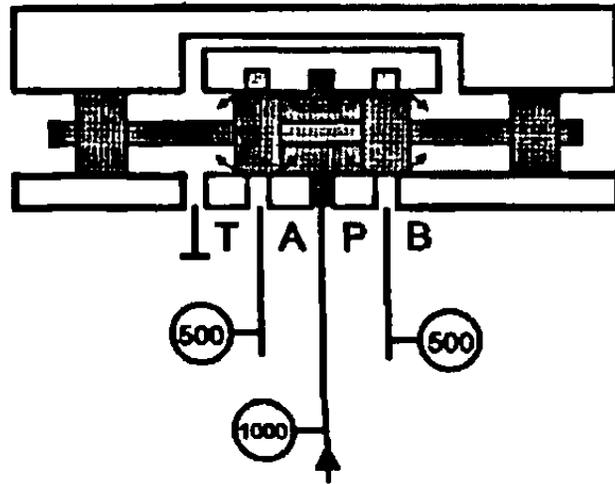


Figura 10.49 Presión diferencial en válvula

Algo semejante ocurre en el otro lado del conmutador, de forma que en el puerto B y en la línea B hacia el actuador también hay una presión de 500 psi (3448 kPa).

En el circuito del ejemplo se muestra una válvula direccional de centro cerrado con el conmutador en su posición central sometida a una presión de 1000 psi (6896 kPa) en su puerto P. Poco después del momento en que la válvula tomó su posición central, en las líneas hacia el actuador se manifestará una presión cercana a 500 psi (3448 kPa). Puesto que la presión de 500 psi (3448 kPa) actúa sobre ambas caras del émbolo de un cilindro de vástago único, se genera una fuerza desbalanceada que tiende a extender el vástago. Si la carga acoplada al cilindro no es lo suficientemente grande, el émbolo se extenderá lentamente.

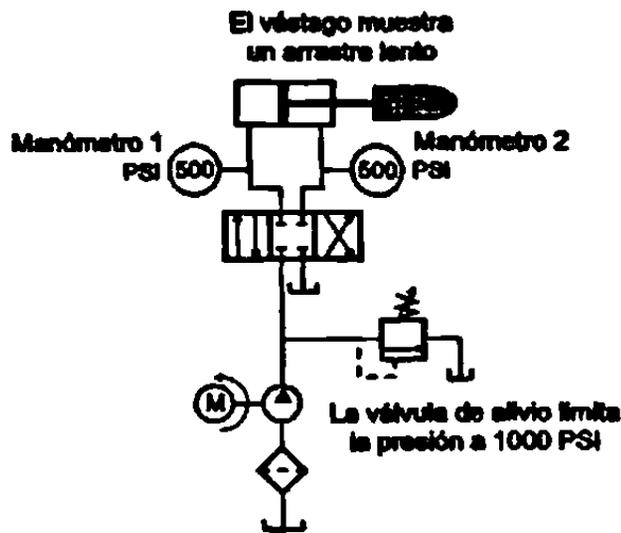


Figura 10.50 Sección a presión diferencial

Nota: En la práctica real, la presión en la cara del émbolo del lado del vástago será aproximadamente de 500 psi (3448 kPa). La presión en la cara contraria del émbolo se estabilizará en un valor inferior a 400 psi (2759 kPa). De este modo, las fuerzas que actúan sobre el émbolo estarán prácticamente en equilibrio.

Para corregir un problema de arrastre del vástago, causado por el empleo de una válvula de centro cerrado, no se recomienda emplear una válvula antirretorno operada por piloto en la línea del cilindro del lado del vástago. Por lo general, no se usan válvulas direccionales de centro cerrado en combinación con válvulas antirretorno operadas por piloto. Una válvula antirretorno operada por piloto será ineficaz tan pronto como aumente la presión en su línea piloto. Por lo tanto, una válvula antirretorno de este tipo ayuda muy poco para corregir el arrastre del vástago.

Condición del centro tándem

Cuando se encuentra en su posición central, una válvula direccional con conmutador de centro tándem tiene el pasaje P conectado con el pasaje T y los pasajes A y B bloqueados.

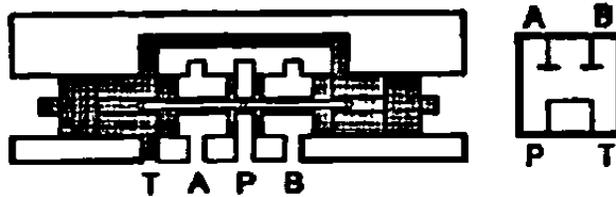


Figura 10.51 Válvula de tres posiciones centro tándem

Válvulas de centro tándem en un circuito

La condición de centro tándem detiene el movimiento del actuador y permite que el flujo proveniente de la bomba retorne al tanque durante los tiempos muertos del sistema.

Con frecuencia, varias válvulas de centro tándem se conectan en serie de modo que el puerto T de una válvula quede conectado con el punto P de otra. Este arreglo permite que los actuadores puedan funcionar en forma individual ó de modo simultáneo. También, durante los tiempos muertos, el flujo de la bomba se puede descargar al tanque a través de las válvulas direccionales.

En el circuito de la figura, tres cilindros son controlados por sendas válvulas direccionales de centro tándem. Cuando la válvula direccional A cambia de posición, las flechas paralelas se integran al circuito y el cilindro A se extiende. El flujo que se descarga regresa al tanque a través de las válvulas B y C. Al terminar su operación el cilindro A, la válvula A cambia a la posición central. En este momento, cualquiera de los

cilindros B y C puede ser puesto en operación. Cada cilindro puede operar de manera independiente; la presión requerida en cada cilindro está determinada, como es usual, por la carga y el área del émbolo.

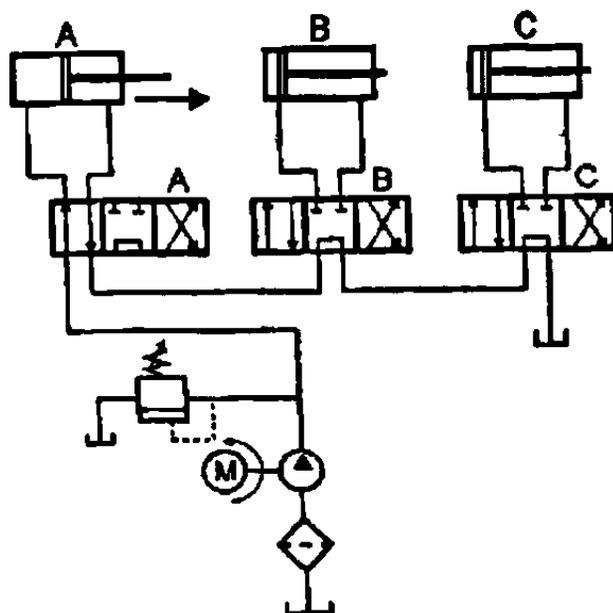


Figura 10.52 Modos de conexión para válvulas con centro tandem (1)

Es posible varios cilindros simultáneamente al conectar en serie varias válvulas direccionales de centro tandem. Si las válvulas A y B son accionadas al mismo tiempo, el cilindro A recibe la totalidad del caudal de la bomba; este cilindro tiene prioridad ya que la válvula A se encuentra más cerca de la bomba. El caudal descargado por el cilindro A determina la rapidez del vástago del cilindro B. Si se acciona la válvula C, la rapidez del vástago del cilindro C será definida por el caudal descargado por el cilindro B. Con este arreglo, los cilindros pueden operar al mismo tiempo; la presión requerida en cada cilindro dependerá de su carga y de las cargas de todos aquellos cilindros que en relación a él se encuentren corriente abajo.

Con anterioridad –para las válvulas direccionales de 4 vías– se señaló que las diferentes condiciones centrales se obtienen al usar el conmutador apropiado en el interior del cuerpo de la válvula. Cuando se utiliza un conmutador de centro tandem en

un cuerpo de válvula, su capacidad de flujo se reduce varias veces. Además, la condición central de descarga del conmutador no es tan buena como la que uno espera después de haber visto el símbolo de un centro tándem.

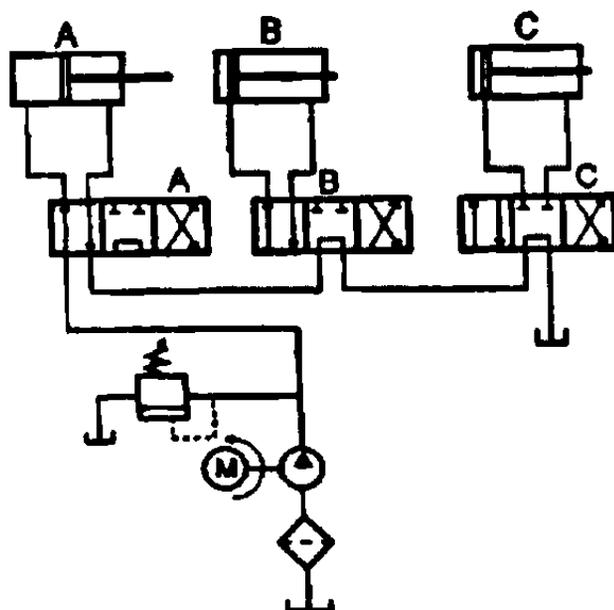


Figura 10.53 Modos de conexión para válvulas con centro tándem (2)

En una válvula de 4 vías hidráulica industrial, los pasajes P y T no suelen hallarse uno junto al otro. Como el conducto P está en el centro de la válvula y el conducto T en ambos extremos de la misma, los conductos P y T se interconectan —en la posición central— por medio de un pasaje que corre por el centro del eje del conmutador. Cuando circula el caudal nominal por la válvula, el paso del fluido a través de este conducto estrecho puede resultar en una presión diferencial de 50 psi (345 kPa). Si el flujo de la bomba debe pasar a través de varias válvulas de centro tándem, el motor eléctrico de la bomba se verá obligado a desarrollar una potencia sustancial durante los tiempos muertos.

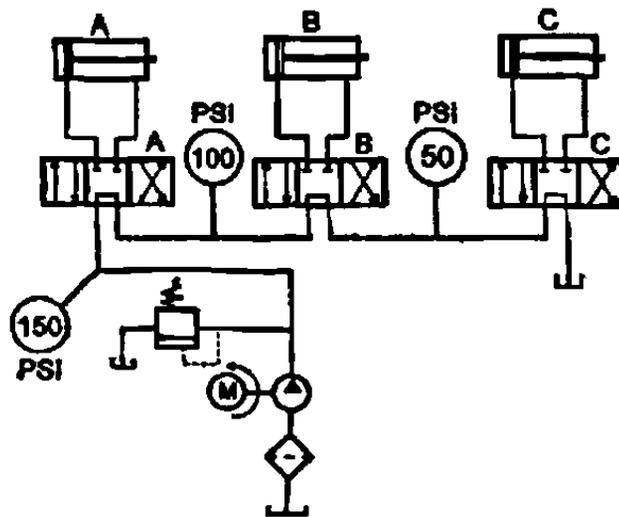


Figura 10.54 Modos de conexión para válvulas con centro tándem (3)

Otra característica de una válvula direccional de centro tándem es que su capacidad de flujo se reduce notoriamente. Para disponer de un ducto con dimensiones razonables para interconectar a P con T en la posición central, el conmutador de centro tándem posee un eje mucho más grueso que los ejes de los demás tipos de conmutadores. Esta característica implica que el flujo encuentra un paso más reducido cuando el conmutador se mueve a cualquiera de las posiciones extremas.

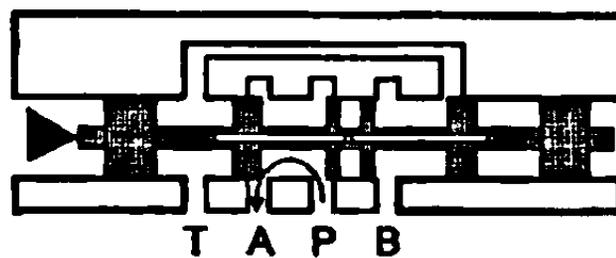


Figura 10.55 Líneas de comunicación en válvulas tipo centro tándem (1)

Una válvula direccional de centro tándem opera de manera distinta a como lo hacen las válvulas direccionales que tienen otro conmutador. Debido a su construcción, cuando el conmutador de centro tándem se desplaza hacia la derecha, el flujo pasa de P hacia A.

En otros conmutadores, por ejemplo los del centro cerrado, el flujo pasa de P hacia B cuando hay un desplazamiento hacia la derecha.

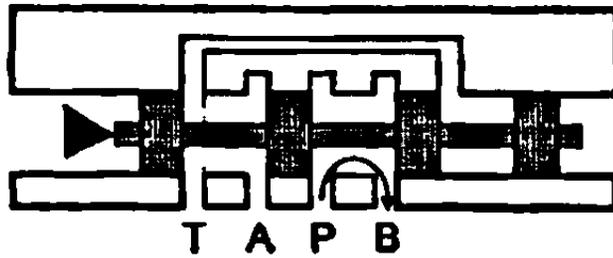


Figura 10.56 Líneas de comunicación en válvulas tipo centro tándem (2)

En consecuencia, al remplazar con una válvula tándem a una válvula con otro conmutador, el actuador controlado por la válvula direccional operará de manera opuesta a cómo lo hacía, siempre y cuando lo demás permanezca sin cambio.

Centro Flotante

Una válvula direccional cuyo conmutador tiene centro flotante tiene el pasaje P bloqueado, y los demás pasajes A, B y T interconectados cuando se encuentra en su posición central.

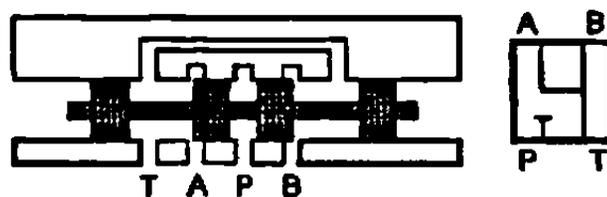


Figura 10.57 Válvula direccional 3 posiciones 4 vías centro flotante

Válvulas de centro flotante en un circuito

Un centro flotante permite la operación independiente de varios actuadores conectados a la misma fuente de potencia, y también permite el movimiento libre de cada actuador.

Una de las ventajas del centro flotante es que en las líneas hacia el actuador la presión no aumenta cuando el pasaje P está bloqueado, como ocurre con la válvula de centro cerrado. Este conmutador impide que el vástago del cilindro sea arrastrado.

Una desventaja de este conmutador es que la carga no se puede detener ó mantener fija. Si el sistema tiene este requisito, se puede usar una válvula antirretorno operada por piloto en conjunto con la válvula de centro flotante. Por esta razón, en ocasiones se llama a estos conmutadores con el nombre de conmutadores antirretorno operados por piloto.

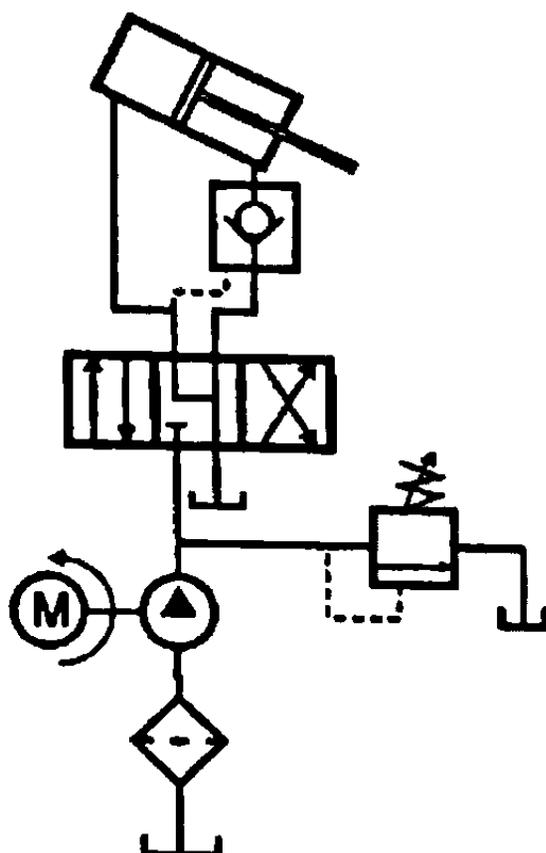


Figura 10.58 Circuito hidráulico con válvula centro flotante

Normalmente se usa un conmutador de centro flotante con orificios reguladores en los émbolos A y B del conmutador- para aminorar el movimiento de una carga cuando la válvula está en su posición central. Cuando el conmutador ocupa su posición central, estos orificios restringen el flujo hacia el tanque proveniente de los puertos A y B. Por lo tanto, se genera una contrapresión en el actuador que tiende a frenar ó aún detener- su movimiento. En ocasiones, los conmutadores de centro flotante de este tipo son llamados conmutadores motrices.

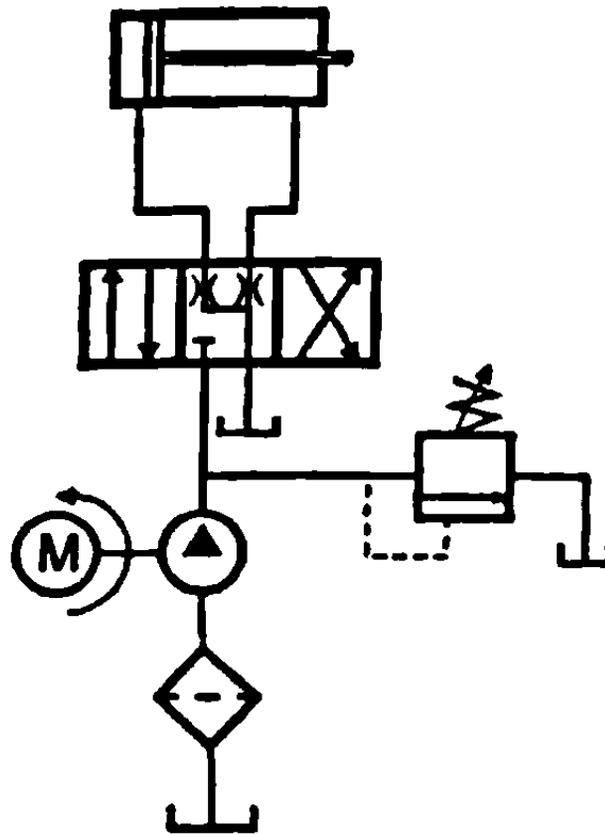


Figura 10.59 Circuito hidráulico con válvula centro flotante con orificios reguladores

10.5.4 Operadores para las válvulas direccionales

Dispositivos de operación

La mayoría de las válvulas descritas en los capítulos anteriores, son autooperables porque su función está controlada por la presión de los fluidos que pasa por ellas ó por la presión fluido en un circuito asociado. Cada posición del carrete fija una simple acción: el pistón del cilindro puede moverse hacia delante, retrocederse ó mantenerse fijo. Por lo tanto la instalación y control de la función del pistón ó del motor del fluido usualmente se consiguen por la actuación de una válvula direccional del carrete.

Los carretes pueden moverse a mano, con levas, con aceite ó aire piloto, con solenoide ó con una combinación de estos dispositivos. Los dispositivos más importantes son los de operación manual.

Palancas y vástagos

Los retenes ó dispositivos de posición del resorte, generalmente, están incluidos en las válvulas de operación manual. En algunos circuitos las válvulas de control direccional están equipadas con un pequeño pistón auxiliar en un extremo del carrete, lo cuál permite a la válvula ser operada en una dirección por la palanca y regresada por la señal extrema de fluido a presión sobre el pistón. El control manual de las válvulas direccionales da al operador un grado de control de la velocidad, ya que la válvula puede abrirse únicamente en una parte y mantenerse entre las posiciones neutral y de la punta extrema.

Levas

Puede establecerse una secuencia de movimiento en un circuito hidráulico mediante el empleo de una leva ó de una serie de levas impulsadas por rodillos unidos al vástago de la válvula. Usualmente estas válvulas tienen un retorno de resorte para sujetar el rodillo contra la leva en todo tiempo. Un control rápido y seguro es posible, ya que la aceleración y desaceleración están determinadas por la configuración de la leva. Nótese que las levas pueden accionarse por fluido en lugar de hacerlo con motores eléctricos, en atmósferas explosivas.

Las válvulas accionadas con levas pueden usarse como intercierres hasta que el miembro de una máquina haya completado su carrera y descomprimido el mecanismo del rodillo, el flujo es bloqueado desde otra parte del circuito por la válvula de cuatro pasos. El segundo movimiento no empezará hasta que el primer movimiento haya alcanzado una etapa deseada de acabado.

Actuación de pedal

Los pedales dan al operador un control relativamente fino de la posición del carrete. El pedal puede estar libre para controlar el viaje del carrete en ambas direcciones ó balancear el resorte para regresar al carrete a una posición predeterminada cuando el pie se quita. Los controles de las puertas de los hornos, los levantadores de rampas, los mecanismos para posición y los controles para tolvas oscilantes, frecuentemente se equipan con válvulas operadas con pedales debido a que el operador generalmente necesita las dos manos libres para otras operaciones.

Pilotos de aceite y de aire

Los pilotos de aire constituyen una instalación a prueba de incendios si la línea piloto debe pasar por una zona caliente ó peligrosa en otra forma. El aire en el taller generalmente está disponible y listo para ser utilizado. Nótese que si un circuito ha sido diseñado con la bomba de aceite con descarga al tanque cuando la válvula está en neutral, no habrá aceite sobrepresionado para operar los pilotos de aceite.

Los pilotos de aceite pueden controlarse en su velocidad con restricciones ajustables (válvulas de aguja, por ejemplo), de modo que las aceleraciones y desaceleraciones del flujo de la válvula direccional sean parejas. No es necesario ejercer altas presiones del

cuerpo sobre las tapas de los extremos de la válvula cuando se hace la guía con fuentes externas de aceite a baja presión y los intercierres complejos son fácilmente instalados.

Las válvulas de operación piloto, pueden situarse a considerable distancia del controlador piloto. Las líneas piloto son pequeñas, y a no ser que las distancias sean muy largas, las velocidades de respuestas son altas. Un gran número de válvulas puede guiarse desde una simple fuente de presión.

Actuación directa del solenoide

En una época, prácticamente, todas las válvulas de operación con solenoide fueron equipadas con solenoides lo suficientemente grandes para operar los carretes sin los auxilios de presión piloto. Actualmente los diseños se inclinan más frecuentemente a la presión piloto. Con la aparición de cierres ó sellos adaptables y solenoides efectivos a las necesidades particulares de las válvulas, las válvulas operadas directamente con solenoide están ahora limitadas a válvulas piloto ó carretes a ciertas aplicaciones de presión relativamente baja.

La velocidad de la operación del solenoide usualmente es demasiada alta para la actuación directa de una válvula grande de carrete y hay poca oportunidad para controlar la aceleración y desaceleración y el asentamiento normal del émbolo del solenoide al final de la carrera puede generar ondas de choque hidráulico más bien pesadas.

Actuación de operación piloto con control de solenoide

Este control es una combinación de la actuación directa con solenoide y del empleo de un fluido a presión para movimiento de potencia.

CAPÍTULO 11

ACTUADORES HIDRÁULICOS

11.1 Introducción

A este elemento se le llama elemento de salida ó actuador, que es por donde comienza realmente el diseño del sistema, el tipo de trabajo a realizar y los requisitos de potencia son los factores que determinan el tipo y tamaño del motor ó cilindro que deberá utilizarse.

11.2 Actuadores lineales

Un actuador es un elemento que convierte la energía hidráulica en energía mecánica.

Los actuadores que tienen desplazamiento lineal son llamados comúnmente cilindros hidráulicos ó de fluidos.

Un cilindro hidráulico tipo émbolo no posee pistón, hacienda la barra misma el papel de pistón insertada en el cilindro externo, siendo su fluido sellado sólo en el cuello

del cilindro externo; por lo que este tipo de cilindro es esencialmente de acción simple, en el que el fluido solo puede mover la barra hacia afuera, siendo necesaria alguna otra fuerza interna para retornar la barra al interior del cilindro.

Este tipo de cilindro es usado en prensas grandes y en elevadores tipo garaje para automóviles.

Un cilindro hidráulico tipo pistón, consta de un pistón y una barra que están unidos de tal manera que forman dos cámaras separadas. Dichas cámaras, extremo de barra y extremo de ciego, están separadas y selladas por el pistón.

Los cilindros tipo pistón son los de mayor aplicación y su configuración general de diseño será más evidente por las distintas maneras de montar dichos cilindros con el objeto de que adopten las cargas requeridas por sus aplicaciones.

Clasificación y funcionamiento de actuadores lineales

Los cilindros hidráulicos ó de fluido se clasifican de la siguiente manera:

- I. De pistón ó émbolo
- II. Tipo de montaje; Pié, Pivote, Brida, Muñón y Ensamble
- III. Tipo de Barra; Simple, Doble y Telescópica
- IV. Acción del Cilindro; Simple ó Doble acción y Retorno por Resorte ó ayuda
- V. Tándem y Dual
- VI. Amortiguada y no Amortiguada.

I. Un cilindro hidráulico de tipo émbolo, no posee pistón, haciendo la barra misma el papel de pistón insertada en el cilindro externo; siendo su fluido sellado sólo en el cuello del cilindro externo; por lo que éste tipo de cilindro es esencialmente de acción simple en el que el fluido sólo puede mover la barra hacia fuera, siendo necesaria alguna otra fuerza interna para retornar la barra al interior del cilindro.

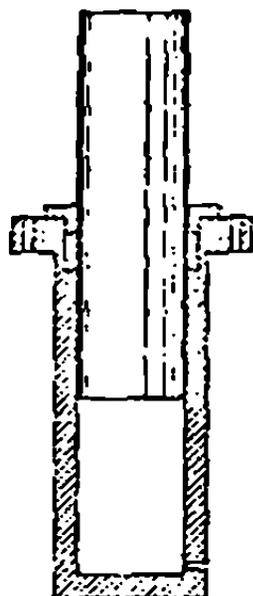


Figura 11.1 Diseño de un cilindro tipo émbolo

Este tipo de cilindro es usado en prensas grandes y en elevadores tipo garaje para automóviles.

Un cilindro hidráulico tipo pistón, consta de un pistón y una barra que están unidos de tal manera que forman 2 cámaras separadas. Dichas cámaras, extremo de barra y extremo ciego, están separadas y selladas por el pistón.

Los cilindros tipo pistón son los de mayor aplicación y su configuración general de diseño será más evidente por las distintas maneras de montar dichos cilindros con el objeto de que adopten las cargas requeridas por sus aplicaciones.

II. Los diferentes métodos de montar cilindros hidráulicos son los siguientes:

- a) **Montaje de pié:** El cuerpo del cilindro está adherido a la base del cilindro en ambos extremos.

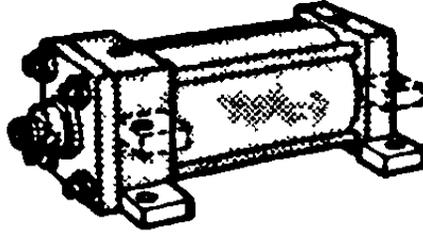


Figura 11.2 Montaje de pié

- b) **Montaje de Pivote:** El cuerpo del cilindro tiene un pivote en el extremo de la cabeza del cilindro.

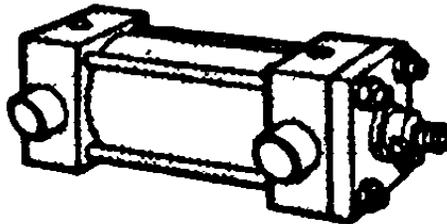


Figura 11.3 Montaje de pivote

- c) **Montaje de Brida:** El cilindro está adherido por medio de brida alrededor de la periferia del cuerpo del cilindro.

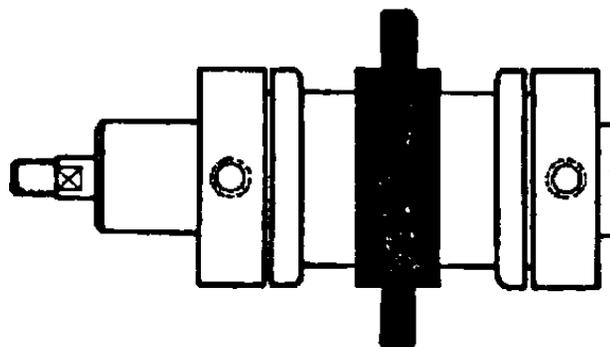


Figura 11.4 Montaje de brida

- d) **Montaje tipo Muñón:** El cilindro se monta pivoteando a partir de cubos ó muñones situados a lo largo del cuerpo del cilindro.

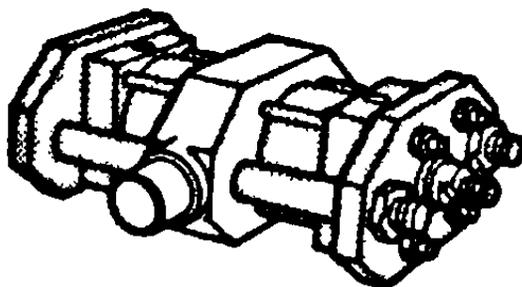


Figura 11.5 Montaje tipo muñón

- e) **Montaje tipo ensamble:** El cilindro es mantenido en posición al recibir secciones macho, que se fijan en una sección correspondiente, generalmente a la barra del extremo en la cabeza del cilindro.

III. Los cilindros hidráulicos según el tipo de barra pueden ser:

- De barra simple aquellos que tienen sólo una barra de pistón que se extiende a partir del cuerpo del cilindro.
- Cuando la barra del pistón se extiende a ambos extremos del cuerpo del cilindro, es llamado de doble barra.
- Los cilindros de barra telescópica son cilindros de barra múltiple deslizando una sobre otra, permitiendo así que la barra simple del pistón se extiende más allá de su longitud normal.

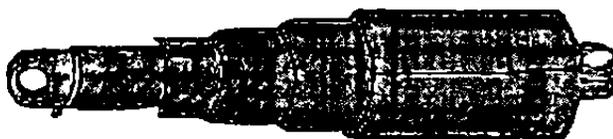


Figura 11.6 Cilindro de barra telescópica

IV. Según la acción del cilindro los actuadores lineales pueden ser de acción simple y de doble acción, según la barra del pistón puede extenderse ó retraerse ó extenderse a la vez.

Un cilindro de acción simple solo estirará la barra por potencia fluida. Un cilindro de doble acción está diseñado para que el fluido actúe en ambas cámaras (extremo de barra y extremo ciego) con objeto de mover el pistón en cualquiera de las dos direcciones.

Puede aplicarse resortes para retornar la barra del pistón y lo ayudará la carga externamente aplicada, para regresar la barra. Los resortes pueden estar internamente contenidos en el cilindro, ó externamente instalados en la barra del pistón.

V. Cuando los cilindros hidráulicos no son usados como unidades simples sino armados, con sus pistones y barras sujetos entre sí, de modo que operan como una unidad, los cilindros están Tándem.

Al combinar los cilindros de distinto tamaño de diámetro, se puede lograr una acción de débil fuerza y alta velocidad de la barra del pistón, seguida de gran fuerza y baja velocidad de aplicación. Los cilindros en Tándem, también proporcionan un área adicional de presión, que produce la fuerza deseada cuando el espacio para el diámetro del cilindro es limitado, y no lo es así la longitud.

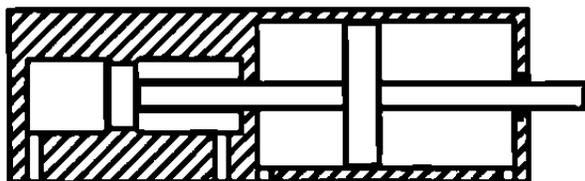


Figura 11.7 Cilindro tipo tándem

Los cilindros dual son aquellos que no tienen sus pistones y barra sujetos. Están generalmente diseñados de modo que la acción de un cilindro, ejerce una fuerza en el otro, sólo en una dirección del camino de la barra del pistón.

Los cilindros dual deben considerarse como dos unidades distintas separadas.

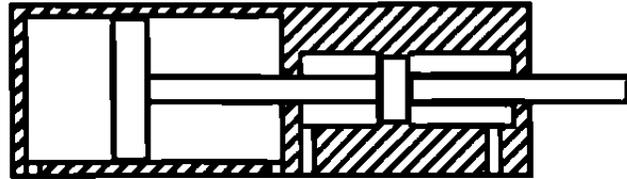


Figura 11.8 Cilindro tipo dual

Tanto los cilindros dual como los tándem se aplican en sistemas de potencia y el aceite como sistema de control de velocidad.

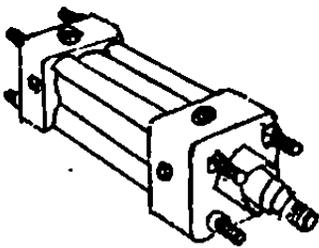
VI. Los cilindros hidráulicos no amortiguados

Se usan en aplicaciones de baja velocidad y baja inercia, donde no es necesario la aceleración ó desaceleración controlada del pistón. El pistón en estos cilindros golpea el lado de la barra y el ciego en ambos extremos de la carrera y causa daños severos.

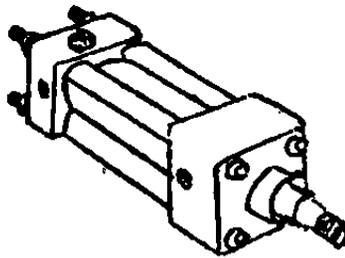
Un tipo de cilindro amortiguado, permite que la barra del pistón tenga una carrera más rápida con desaceleración controlada en los extremos de la carrera. La acción amortiguada es obtenida al bloquear el retorno normal de salida del fluido cerca de los extremos de la carrera, para lograr que el volumen del fluido atrapado, sea medido a través de un orificio ó válvula de alivio, y así proporcionar una fuerza de frenado.

Generalmente una válvula check permite el flujo libre para la iniciación de la carrera de retorno.

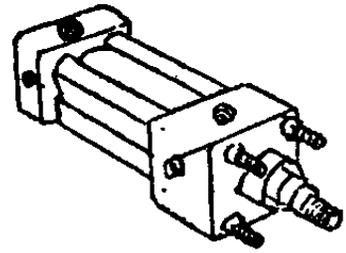
Mediante el uso de varios eslabonamientos cinemáticos, la aplicación de los cilindros hidráulicos ó de fluidos puede aumentarse. Estos eslabonamientos pueden convertir un movimiento lineal en uno oscilante ó en uno de rotación. Los eslabonamientos también se emplean para aumentar ó disminuir el efecto de palanca y la carrera de un cilindro.



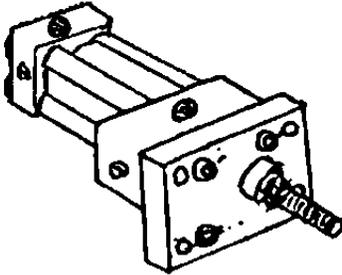
Atornillado en ambos extremo



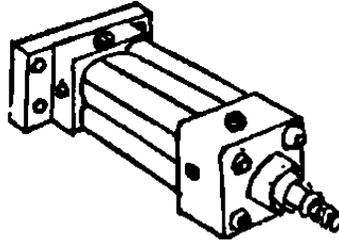
Atornillado por lado ciego



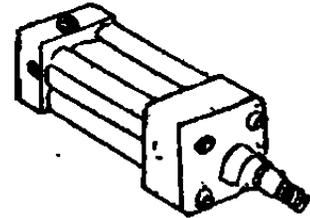
Atornillado por lado vástago



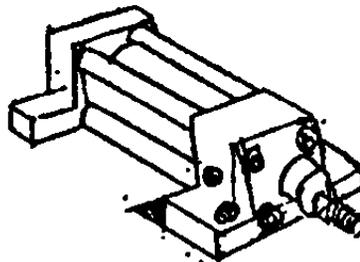
Brida en cabeza



Brida en tapa



No montable



Orejas laterales

Figura 11.9 Clasificación dependiendo de la forma de montaje

Partes de un actuador lineal

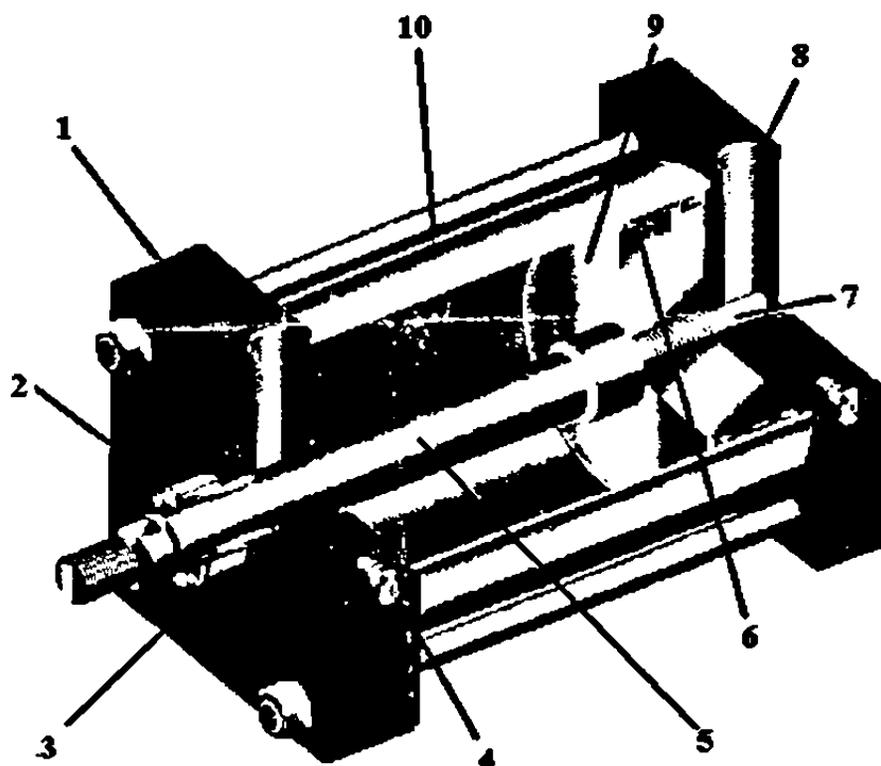


Figura 11.10 Partes de un actuador lineal

1. Tapa frontal y posterior, fabricadas en aluminio de peso ligero para una máxima resistencia a la corrosión.
2. Cojinete para soporte del vástago.
3. Glándula para vástago removible en forma externa sin necesidad de desmontar el cilindro para un fácil mantenimiento.
4. Válvula de ajuste de amortiguamiento, se puede ajustar rápido y fácilmente amortiguando el desplazamiento de avance y retroceso.
5. Vástago fabricado en acero recubierto de cromo endurecido de 50 a 54 Rc para un funcionamiento de confianza con mínima fricción y larga durabilidad.
6. Pistón redondeado.
7. Check de amortiguamiento.
8. Puertos de conexión.
9. Pistón de aluminio usando sellos de Nylon para el uso de contactos sólidos.
10. Cuerpo de cilindro fabricado en aluminio duro de peso ligero con varillas de acero.

11.3 Actuadores Rotatorios

Un actuador rotatorio es aquel que tiene desplazamiento giratorio y es capaz de recibir potencia fluida y transformarla en potencia mecánica y rotatoria.

Las ventajas que ofrecen este tipo de Actuadores ó Motores son las siguientes:

- Proporcionan más caballos de potencia, en menor espacio y peso que cualquier otra fuente de potencia conocida.
- Dan un control infinitamente variable en velocidad.
- Pueden arrancarse, pararse e invertirse súbitamente, sin dañar el motor.
- Proporciona un par variable con valor máximo preestablecido.
- Constituyen una unidad de movimiento a prueba de explosión.

Clasificación

Los motores rotatorios de fluido pueden clasificarse ya sea como unidades de desplazamiento fijo ó variable.

Un motor de **desplazamiento fijo**, tiene una capacidad de par que es directamente proporcional a la presión aplicada y la velocidad del motor puede solamente ser alterada al variar al volumen del fluido entregado al motor.

Un motor de **desplazamiento variable** es una unidad en la cuál el volumen de fluido requerido por revolución puede variarse.

El comportamiento del motor es afectado por los cambios de desplazamiento ya que las velocidades varían inversamente con éste y la capacidad de par directamente con el mismo.

Tipos principales de motores rotatorios de fluido

- A) Motores Rotatorios de Engranés (Internos y Externos)
- B) Motores Rotatorios de Pantalla
- C) Motores Rotatorios de Pistones (Radiales y Axiales y Rotatorios)

A) Motores Rotatorios de Engranés

Un Motor de Engranés es una unidad de desplazamiento fijo. Dependiendo la velocidad de rotación del volumen de aceite entregado al motor. Dependiendo el par de salida del motor, la presión aplicada y el tamaño de dientes de los engranes, es decir su desplazamiento.

La eficiencia de los motores de engranes es baja relativamente ya que varía entre 75 y 85%, siendo usado estos motores cuando la economía de instalación es más importante que la eficiencia.

Un motor de engranes debe estar hidráulicamente balanceado si se requiere que llene las buenas características deseadas. Esto se logra al tener pasos que van desde los orificios de salida y entrada a puntos diametralmente opuestos. Este balanceo hidráulico en ambos lados del engrane, elimina al empuje contra la chumacera en el lado opuesto del engrane, lo cual lleva a un desgaste no uniforme y eventualmente a torcer el motor.

Motor de engranes externos

Los motores de engranes externos cilíndricos, están limitados a operaciones con presiones máximas de 105.6 kg./cm^2 , con una capacidad máxima de 120 GPM, dando una velocidad tope de 2,400 RPM y una potencia máxima de 50 H.P.

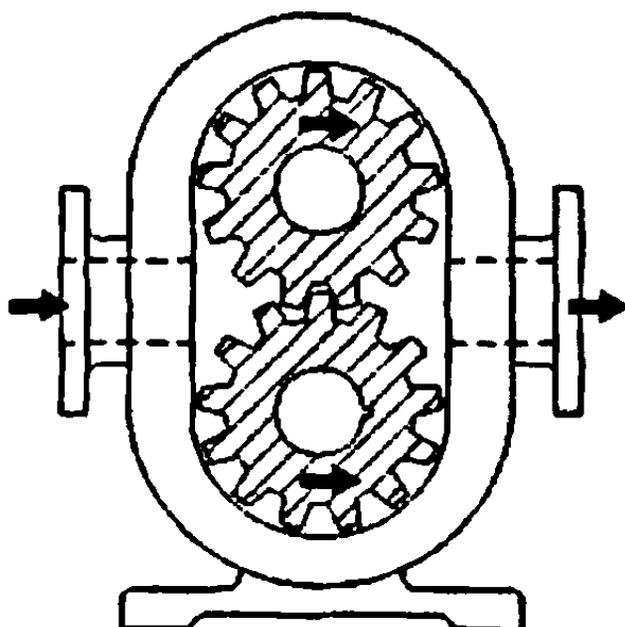


Figura 11.11 Motor de engranes externos cilíndricos

Motor de engranes internos

En un motor de engranes internos, el fluido a presión entra por un lado del motor y hace que tanto los elementos externos como los internos, giren. Dichos motores pueden tener una presión de operación continua de 84.5 kg/cm^2 y a esta presión tienen clasificaciones máximas de: 2.8 HP a 3600 RPM hasta 9.8 HP a 1500 RPM.

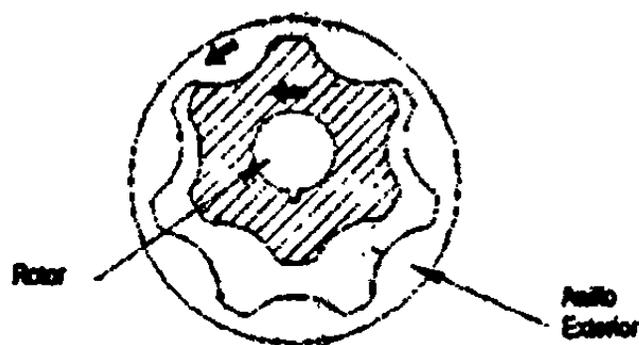


Figura 11.12 Motor de engranes internos

B) Motores rotatorios de pantalla

Los motores de pantalla ó paletas son diseñados de modo que el motor y la pantalla estén hidráulicamente balanceados, estos motores como los engranes de desplazamiento fijo.

En un motor de pantalla, estas deslizan hacia adentro y hacia fuera, debido a la excentricidad del rotor y al diseño de la pista ó anillo exterior.

Un espacio adicional es creado conforme las pantallas se mueven del punto mínimo claro, entre el rotor y la pista. La presión aplicada actúa contra la pantalla extendida, causando así la rotación continua.

Después que las pantallas pasan el punto claro máximo entre el rotor y alojamiento, las cámaras se reducen en tamaño y finalmente casi desaparecen.

En un motor de pantalla, estas deslizan hacia adentro y hacia fuera, debido a la excentricidad del rotor y al diseño de la pista ó anillo exterior.

Un espacio adicional es creado conforme las pantallas se mueven del punto mínimo claro, entre el rotor y la pista. La presión aplicada actúa contra la pantalla extendida, causando así la rotación continua.

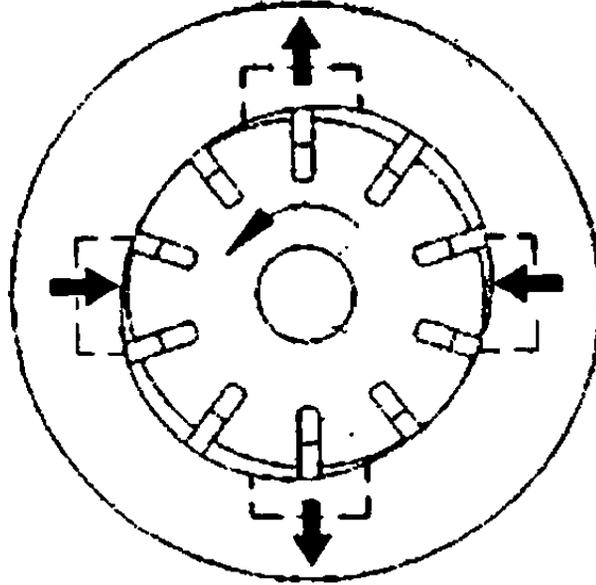


Figura 11.13 Motor rotatorio de pantalla

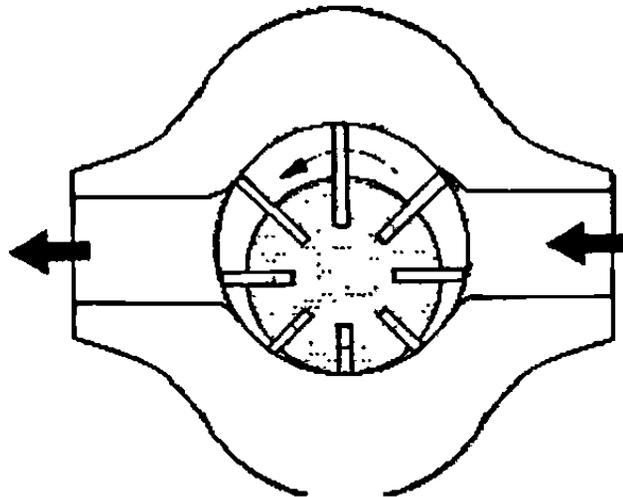


Figura 11.14 Motor rotatorio de pantalla

Las pantallas deben tener algún medio, además de la fuerza centrífuga, de asegurar su extensión con objeto de que el motor pueda arrancar y operar a bajas velocidades, este medio por lo general son resortes.

Al estar trabajando el motor, las fuerzas centrífugas ayudan a sellar las pantallas contra el alojamiento, disminuyendo así la fuga del fluido.

La eficiencia de estos motores es mayor que la de los motores de engranes estando en un orden de 80 – 85%. Los motores de pantalla deslizable operan a presiones hasta de 140.9 kg/cm^2 alcanzando velocidades de 2000 R.P.M. y entregar hasta 125 HP.

c) Motores rotatorios de pistón

Son unidades de desplazamiento fijo a variable, existen 3 tipos de motores de pistón.

- Axiales
- Radiales
- Rotatorios

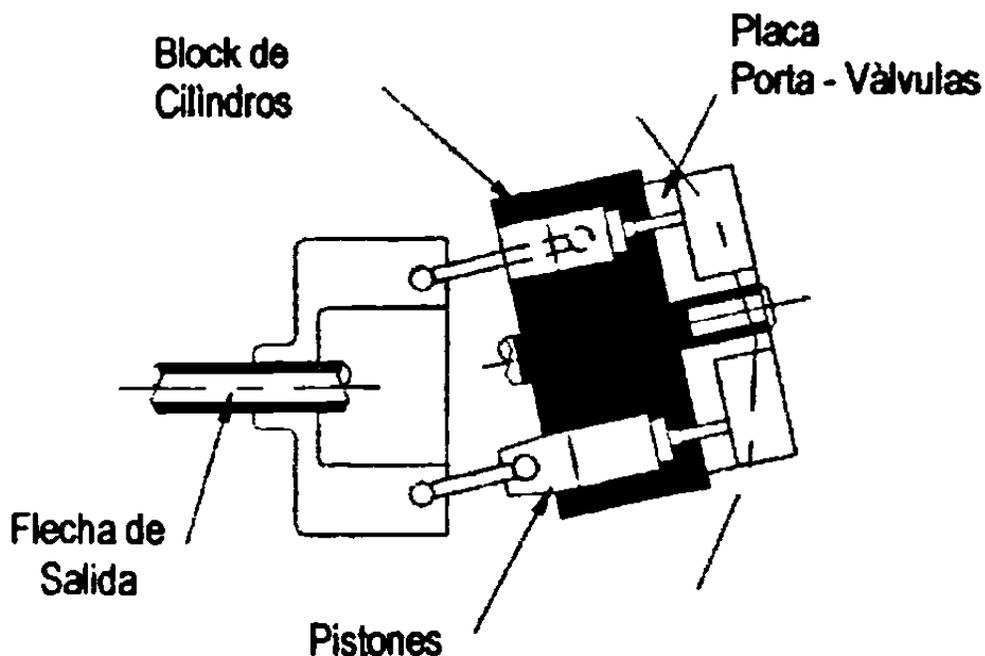


Figura 11.15 Motor rotatorio de pistones axiales

Los motores axiales al igual que los radiales tienen muy corto deslizamiento pudiendo diseñarse para operar a velocidades debajo de 10 RPM; mientras que los rotatorios (engranes y pantallas) deben de operar a velocidades arriba de 100 RPM.

Una de las ventajas del motor de pistón axial es su baja inercia, por lo que puede acelerarse e invertir rotación muy rápidamente.

En un motor de desplazamiento variable la capacidad de par variará inversamente con la velocidad, haciendo que la potencia de salida sea constante para todas las velocidades dada una misma presión de operación.

Estos motores tienen eficiencias de operación entre 90 y 95% pudiendo ser diseñadas las unidades axiales y radiales para operar a una velocidad máxima de 5000 RPM, con presiones de operación de más de 352 kg/cm^2 y potencias de 300 HP. El par de torsión es de 90% del par disponible.

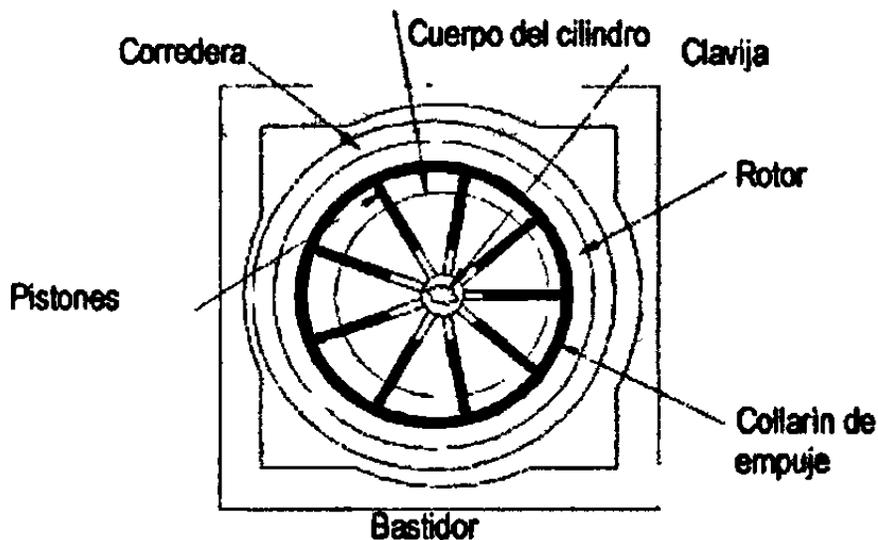


Figura 11.16 Motor de desplazamiento variable

Cálculo de potencia

La potencia teórica de un motor rotatorio de fluido puede expresarse en función de su desplazamiento y la presión diferencial a través del motor.

$$\text{hp} = \frac{\text{DPN}}{7620(60)} \quad ; \quad \text{hp} = \frac{2\pi\text{TN}}{7620(60)}$$

D.- Desplazamiento del motor: cm^3/rev

P.- Presión diferencial: kg/cm^2

N.- Velocidad de rotación: RPM

y el par teórico puede expresarse de la siguiente forma:

$$T = \frac{\text{DP}}{2\pi}$$

$$T = \text{kg} - \text{cm}$$

Un motor rotatorio de fluido tendrá la mayor eficiencia cuando opere a su velocidad par de régimen. Siendo la eficiencia de operación el producto de la eficiencia volumétrica por la mecánica.

La eficiencia volumétrica

Es la razón del volumen real de salida al volumen teórico

La eficiencia mecánica

Es la razón de la eficiencia real ó total a la eficiencia volumétrica.

La eficiencia real ó total

Es la razón de la potencia hidráulica de salida a la potencia mecánica de entrada. Es decir es el producto de la eficiencia mecánica por la eficiencia volumétrica.

La eficiencia máxima de los motores rotatorios de fluido varía entre 75 y 95% dependiendo del tipo de motor de fluido

La eficiencia total del sistema incluye la eficiencia del motor de fluido, de los motores eléctricos, bombas y el sistema de líneas de válvulas.

11.4 Clasificación de los actuadores oscilatorios

Los actuadores oscilatorios los podemos encontrar como hidráulicos y neumáticos y así mismo los podemos clasificar según el ángulo de giro que nos proporcione el fabricante, según su diseño ó de acuerdo a la utilidad que le demos al actuador.

Los actuadores oscilatorios tienen cierto ángulo de giro que brinda la posibilidad de hacer movimientos oscilantes de acuerdo a la trayectoria que le demos tanto de avance como de retroceso según sea el caso que se nos presente. El diseño de los actuadores oscilatorios nos sirve para dar giros cortos ó más largos según se requiera en un proceso de automatización.

Un actuador giratorio es el dispositivo más compacto disponible para producir el esfuerzo de torsión de la presión hidráulica ó neumática. Una unidad autónoma, se limita a una revolución ó menos y puede generalmente proporcionar al movimiento oscilante así como el esfuerzo de torsión alto y constante.

Hay muchos tipos de actuadores rotatorios, cada uno con ventajas del diseño así como compromisos. Los tres más comúnmente usados son posiblemente los de estante y piñón, de paleta, y helicoidales.

Estante y piñón

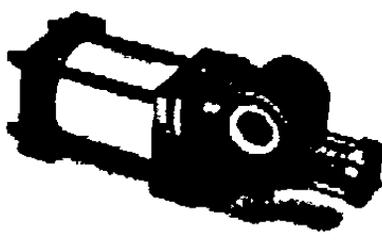


Figura 11.17 Actuador oscilatorio de estante y piñón

Los actuadores de estante y del piñón consisten en una cubierta para utilizar un piñón que sea conducido por un estante con los pistones del cilindro en los extremos (véase el cuadro 2). El esfuerzo de torsión teórico hizo salir T , es el producto del área A del pistón del cilindro, la presión de funcionamiento P , y el radio del piñón r_p .

$$1) T = PA r_p$$

Los diseños solos, dobles, ó múltiples del estante son posibles y las eficacias totales para las unidades de estante y del piñón hacen un promedio de 85 a 90%. Porque los componentes estándares del cilindro se pueden utilizar para conducir el estante, muchas características estándares del cilindro se puede incorporar en el estante y los actuadores del piñón, tales como amortiguadores, frotan ligeramente los ajustadores, los interruptores de proximidad, y virar hacia el lado de babor especial. Además, los sellos virtualmente herméticos permitirán que el actuador sea sostenido en cualquier posición bajo carga.

NOTA: Algunos sistemas requieren un dispositivo que bloquee mecánico por razones de seguridad, ó para sostener largos períodos del tiempo extendidos demasiado.

¿Que es un actuador giratorio del estante y del piñón?

Los actuadores giratorios convierten la potencia fluida en el movimiento giratorio para una variedad amplia de aplicaciones industriales. El aire presurizado se aplica a un pistón circular dentro de un cilindro que, por medio de un estante y de un piñón/engranaje, dé vuelta a un eje que rinde el movimiento rotatorio. Este movimiento se transfiere a través del eje a la maquinaria de la aplicación que requiere el movimiento, tal como una placa giratoria, roll-over, inclinando, poniendo en un índice, mezclándose de transferencia, válvula que funciona, tensionando y afianzándolo con una abrazadera.

Paleta

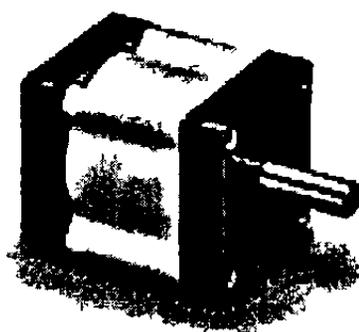


Figura 11.18 Actuador oscilatorio de paleta

Los actuadores del estilo de la paleta consisten en una ó dos paletas asociadas a un eje (llamado el rotor), que se ensambla en un cuerpo, y después sostenidas en lugar por dos pistas. La rotación de las solas unidades de la paleta es limitada generalmente a 280 grados por una barrera fluida (llamada un estator). Las unidades dobles de la paleta se limitan a 100 grados porque dos estatores se requieren en los extremos opuestos.

El medio de funcionamiento (aire ó aceite) se vira hacia el lado de babor a través del eje en actuadores dobles del estilo de la paleta para eliminar la necesidad de cuatro accesos. La presión del líquido que actúa en la superficie expuesta de la paleta produce un esfuerzo de torsión en la salida, mostrado en la ecuación 2:

$$2) T = LWP r$$

Donde está igual el esfuerzo de torsión T al producto de la longitud L de la paleta, mide el tiempo de la anchura W de la paleta, mide el tiempo de la presión de sistema P, mide el tiempo de la distancia radial r del centro del rotor al centro de la presión de la paleta. Por supuesto, un actuador doble del estilo de la paleta tendrá dos veces el área de un solo actuador del estilo de la paleta, y por lo tanto dos veces del esfuerzo de torsión.

Los actuadores del estilo de paleta no tienen ningún contragolpe, pero debido a la configuración del sello, no pueden tener posicionamiento de asiento sin la presión que es aplicada. El sello de paleta tiene típicamente esquinas sostenidas a sellar en la interfaz del cabezal. Puesto que esta esquina no se puede sellar totalmente, hay siempre un flujo leve de puente. Hay flujo adicional de puente en el área del hombro de la paleta, así que uniforme el redondeo de la paleta en la tapa no elimina totalmente salida. Los actuadores de la paleta requieren paradas externas para prevenir daño a la paleta y al estator, especialmente para la alta inercia y las aplicaciones de alta velocidad.