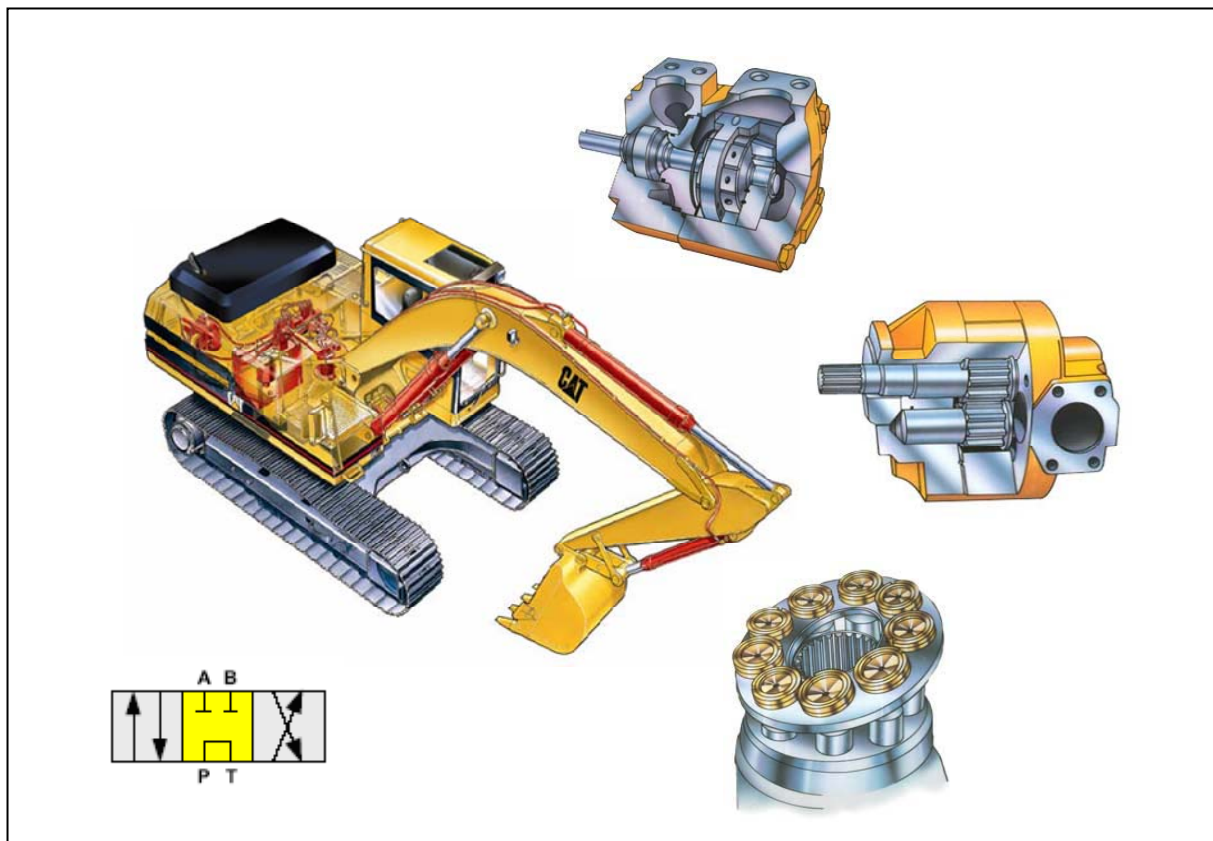




Sistemas Hidráulicos en Equipos Caterpillar

Nombre del Estudiante: _____

[illegible]



CONTENIDO

Descripción del Curso.....	3
----------------------------	---

MÓDULO 1 Seguridad

Lección 1. Seguridad.....	7
---------------------------	---

MÓDULO 2 Principios de Hidráulica

Lección 1. Principios de Hidráulica.....	8
--	---

MÓDULO 3 Componentes de los Sistemas Hidráulicos

Lección 1. Mangueras y depósitos hidráulicos.....	18
Lección 2. Fluídos hidráulicos y acondicionadores de fluídos.....	29
Lección 3. Bombas y motores hidráulicos.....	40
Lección 4. Válvulas de control de presión.....	62
Lección 5. Válvulas de control de dirección.....	77
Lección 6. Válvulas de control de flujo.....	107
Lección 7. Cilindros.....	129

MÓDULO 4 Sistema hidráulico del implemento de operación piloto

Lección 1. Sistema hidráulico del implemento de operación piloto	137
--	-----



Descripción del Curso											
Título	Sistemas Hidráulicos en Equipos Caterpillar										
código Sence	12-37-7750-87										
Código Interno	CME0140										
Duración	4 Días (32 horas)										
Participantes	20 Máximos										
Quienes deben Participar	Técnicos de servicio y mecánicos que efectúen mantenciones y reparaciones en equipos de minería, construcción o forestal.										
Contenido	Este curso esta diseñado para presentar al estudiante los conceptos básicos de la hidráulica aplicada, debido a la gran variedad de equipos que operan en trabajos de la minería, construcción y forestal, a su elevado costo y a las condiciones geográficas de trabajo. El personal técnico debe estar capacitado a objeto que los equipos trabajen en óptimas condiciones y así asegurar su vida útil. Este curso es una herramienta de primera necesidad para el personal que efectuará el mantenimiento y reparaciones en estos equipos.										
Referencias	<table><tr><td>Símbolos gráficos de potencia de fluídos</td><td>SENR3981</td></tr><tr><td>Guía de recuperación y reutilización de piezas</td><td>SEBF8080</td></tr><tr><td>Guía de identificación de la bomba hidráulica de paletas</td><td>SEHS9353</td></tr><tr><td>Guía de recuperación y reutilización de piezas</td><td>SEBF8133</td></tr><tr><td>Guía de recuperación y reutilización de piezas</td><td>SEBF8253</td></tr></table>	Símbolos gráficos de potencia de fluídos	SENR3981	Guía de recuperación y reutilización de piezas	SEBF8080	Guía de identificación de la bomba hidráulica de paletas	SEHS9353	Guía de recuperación y reutilización de piezas	SEBF8133	Guía de recuperación y reutilización de piezas	SEBF8253
Símbolos gráficos de potencia de fluídos	SENR3981										
Guía de recuperación y reutilización de piezas	SEBF8080										
Guía de identificación de la bomba hidráulica de paletas	SEHS9353										
Guía de recuperación y reutilización de piezas	SEBF8133										
Guía de recuperación y reutilización de piezas	SEBF8253										

	Objetivos Generales
Objetivos	1. Explicar y demostrar los principios fundamentales de hidráulica básica (Fuerza = Presión x Área). 2. Explicar y demostrar los efectos de un flujo a través de un orificio. 3. Explicar la operación de la bomba de engranajes, la bomba de paletas y la bomba de pistones. 4. Desarmar, identificar y armar los componentes de la bomba de engranajes, de la bomba de paletas y de la bomba de pistones. 5. Identificar los componentes y explicar la operación de las válvulas de alivio simple, de alivio de operación piloto, de control de flujo, reductora de presión, diferencial de presión, de retención, de compensación, de secuencia y la válvula de control direccional. 6. Identificar los componentes y explicar la operación de los cilindros de acción simple y de acción doble. 7. Identificar y explicar los símbolos hidráulicos ISO. 8. Trazar el flujo de aceite usando los símbolos hidráulicos ISO. 9. Trazar el flujo de aceite y explicar la operación del sistema hidráulico del implemento de operación piloto. Observaciones: el contenido de este módulo se debe considerar como información general de los sistemas hidráulicos básicos usados en todas las máquinas Caterpillar.
Prueba de Laboratorio	Dadas las hojas de los laboratorios, el participante encontrará la información y las herramientas requeridas para poder desarrollar las tareas asignadas en cada laboratorio de este material. Este Laboratorio le permite aumentar su conocimiento en ciertas características de la máquina usando la literatura apropiada.



Habilidades Aprendidas

Al término de este curso los participantes estarán en capacidad de:

- * Aplicar la seguridad y cuidado del medio ambiente.
- * Describir las funciones y principios de la hidráulica
- * Identificar los principales componentes del sistema hidráulico de quipos Caterpillar.
- * Identificar, reconocer y describir la función de las válvulas..
- * Identificar, reconocer y describir la función de las bombas usadas en el sistema hidráulico.
- * Aplicación de la literatura técnica en las reparaciones.
- * Identificar y reconocer la simbología hidráulica (Normas ISO)
- * Trazar el flujo de aceite y describir la operación de los diferentes sistemas Hidráulicos con un 100% exactitud.

Pre- Requisitos

Los participantes deberán tener los siguientes pre-requisitos:

- * Seguridad y cuidado del medio ambiente.
- * Metrología básica.
- * Manejo y uso de literatura técnica.
- * Computación básica.

Salón de clases

Por parte del solicitante se requiere disponer de:

- * Sala de Clases para 20 personas.
- * Pizarra blanca y proyector multimedia.
- * Equipos para la práctica.
- * Insumos de limpieza

PLAN DE DESARROLLO DE LA CLASE

Tiempo Estimado	Objetivos	Resumen
02:00 hrs.	Introducción al curso y Presentación de los Participantes.	Presentación de los participantes. Pre-Test.
01:00 hrs.	Módulo 1 Lección 1 Seguridad	Definir las prácticas de seguridad que se deben seguir en el área de trabajo.
02:00 hrs	Módulo 2 Lección 1 Principios de Hidráulica	Explicar y demostrar los principios fundamentales de hidráulica básica.
03:00 hrs	Módulo 3 Lección 1 Mangueras y depósitos de fluidos	Identificar y describir las características de los tanques, acumuladores y mangueras.
02:00 hrs	Lección 2 Fluídos y acondicionadores hidráulicos	Conocer la importancia del fluido hidráulico, diferenciar los tipos de filtros hidráulicos.
06:00 hrs	Lección 3 Bombas y motores hidráulicos.	Identificar y conocer el funcionamiento de cada una de las bombas y motores que se encuentran en los equipos CAT.
08:00 hrs	Lecciones 4,5,6 Válvulas control de presión, dirección, flujo	Identificar y conocer el funcionamiento de cada una de las válvulas del sistema hidráulico.
1:00 hrs	Lección 7 cilindros	Conocer y describir las diferencias entre los cilindros de simple y doble efecto.
5:00 hrs.	Módulo 4 Lección 1 Sistema hidráulico del implemento de operación piloto.	Identificación de componentes, simbología ISO e Interpretación e planos hidráulicos
02:00 hrs	Evaluación final	Corregir todos los Test.
32:00 hrs	TIEMPO TOTAL	

MODULO 1

Lección 1: Seguridad en sistemas hidráulicos

Los sistemas hidráulicos Caterpillar han sido diseñados para prestar una operación segura y libre de riesgos. Pero aún así, conviene recordar que estos sistemas han sido fabricados para hacer trabajo rudo y difícil. Esto quiere decir que hay presentes altas presiones, aceite caliente y cargas pesadas. Si no se siguen los procedimientos recomendados podrían ocurrir serias lesiones. Por lo tanto, siga siempre los procedimientos específicos en el Manual de Servicio y en las Guías de Operación y Mantenimiento correspondiente a la máquina en la que está trabajando.

Procedimientos básicos de seguridad

Es importante, al trabajar con sistemas hidráulicos, tener en cuenta los siguientes procedimientos de seguridad.

1. Mantener siempre limpia el área de trabajo.
2. Bajar los implementos a nivel de piso.
3. Aliviar la presión en el sistema hidráulico.
4. Mantener las partes del cuerpo y los objetos sueltos lejos del área de operación de los cilindros.
5. lea y comprenda las advertencias de seguridad presentes en los equipos Caterpillar.

Dando la importancia y el respeto que se merece al trabajar con altas presiones en los sistemas hidráulicos, no deberíamos presentar ningún incidente o daño. De lo contrario, si no se alivia la presión antes de intervenir el equipo estamos expuestos a varios riesgos, ejemplo: golpes de mangueras presurizadas, ingreso de aceite al cuerpo humano, etc.

MODULO 2

Lección 1: Principios de Hidráulica

Introducción

Los sistemas hidráulicos son indispensables en la operación del equipo pesado. Los principios de hidráulica básica se aplican en el diseño de los sistemas hidráulicos de los implementos, sistemas de dirección, sistemas de frenos y sistemas del tren de fuerza. Se deben conocer los principios de hidráulica básica antes de estudiar los sistemas hidráulicos de la máquina.

Objetivos

Al terminar esta lección, el estudiante podrá:

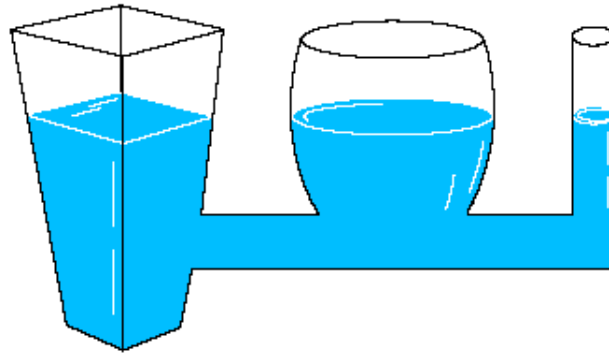
1. Explicar por qué se usa un líquido en los sistemas hidráulicos.
2. Definir la Ley de Pascal aplicada a los principios de hidráulica.
3. Describir las características de un flujo de aceite que pasa a través de un orificio.
4. Demostrar y entender los principios de hidráulica básica.

¿Qué significa Hidráulica?

La palabra hidráulica viene del griego hidráulikos que, a su vez, viene del tubo de agua, palabra compuesta por agua y tubo. La hidráulica es una rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos.

Se usan líquidos en los sistemas hidráulicos porque tienen, entre otras, las siguientes ventajas:

1. Los líquidos toman la forma del recipiente que los contiene.
2. Los líquidos son prácticamente incompresibles.
3. Los líquidos ejercen igual presión en todas las direcciones.



2.1.1 Recipientes para líquidos

1.- Los líquidos toman la forma del recipiente que los contiene

Los líquidos toman la forma de cualquier recipiente que los contiene.
Los líquidos también fluyen en cualquier dirección al pasar a través de tuberías y mangueras de cualquier forma y tamaño.

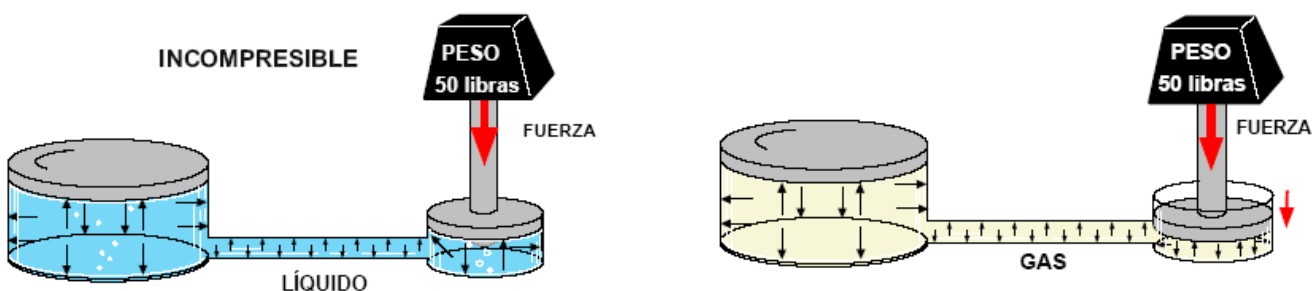


Fig. 2.1.2 Líquido - gas

2.- Los líquidos son prácticamente incompresibles

Un líquido es prácticamente incompresible. Cuando una sustancia se comprime, ocupa menos espacio. Un líquido ocupa el mismo espacio o volumen, aun si se aplica presión. El espacio o el volumen ocupado por una sustancia se llama “desplazamiento”.

Un gas puede comprimirse

Cuando un gas se comprime ocupa menos espacio y su desplazamiento es menor. El espacio que deja el gas al comprimirse puede ser ocupado por otro objeto. Un líquido se ajusta mejor en un sistema hidráulico, puesto que todo el tiempo ocupa el mismo volumen o tiene el mismo desplazamiento.

Ley de Pascal

3.- Los líquidos ejercen igual presión en todas las direcciones

De acuerdo con la Ley de Pascal, “la presión ejercida en un líquido, contenido en un recipiente cerrado, se transmite íntegramente en todas las direcciones y actúa con igual fuerza en todas las áreas”. Por tanto, en un sistema cerrado de aceite hidráulico, una fuerza aplicada en cualquier punto transmite igual presión en todas las direcciones a través del sistema.

Para calcular la presión en un recipiente cerrado, aplicamos la fórmula de Ley de Pascal:

$$P = F / A$$

Donde,

P = La presión es la fuerza de un fluido por unidad de área y se expresa generalmente en unidades de kilopascales (kPa) o libras por pulgada cuadrada (lb/ pulg²).

F = Una fuerza es la acción de ejercer presión sobre un cuerpo. La fuerza se expresa generalmente en kilogramos (kg) o libras (lb).

A = Área de la sección transversal a la Fuerza aplicada. Se expresa en cm² o pulg²

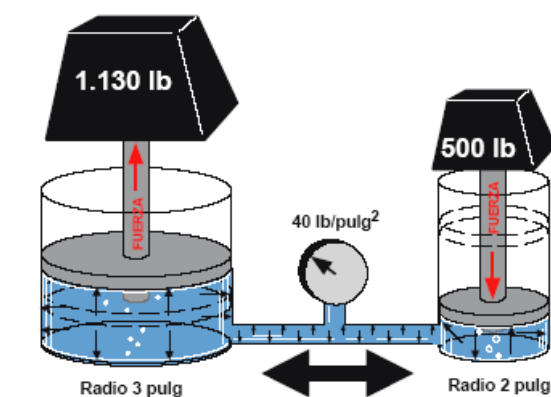


Fig. 2.1.4 Sistema hidráulico en funcionamiento

Ejemplo

En la figura 2.1.4, tenemos los siguientes datos:

Pistón derecho

$$F = 500 \text{ lb}$$

$$r = 2 \text{ pulg.} \Rightarrow A = \pi \times r^2 = \pi \times (2)^2 = 12,57 \text{ pulg}^2$$

Por lo tanto,

$$P = F / A = 500 / 12,57 = 40 \text{ lb/pulg}^2$$

Con estos datos, podemos calcular la fuerza que soporta el pistón izquierdo

$$P = 40 \text{ lb/pulg}^2$$

$$r = 3 \text{ pulg.} \Rightarrow A = \pi \times r^2 = \pi \times (3)^2 = 28,27 \text{ pulg}^2$$

Calculamos la fuerza requerida en el pistón izquierdo:

$$F = P \times A = 40 \times 28,27 = 1130 \text{ Lb}$$

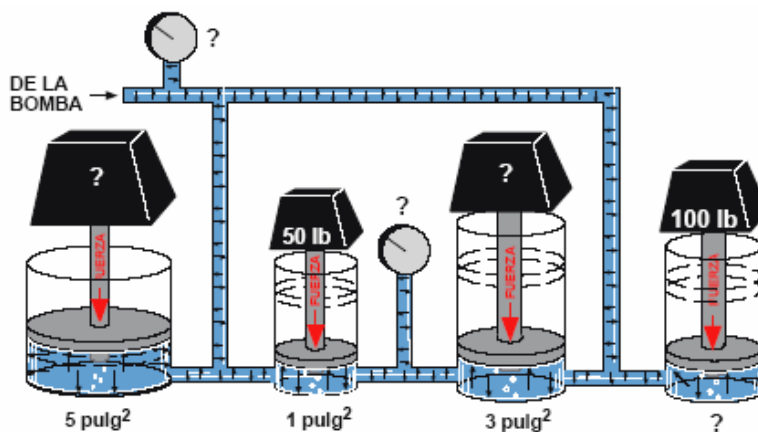


Fig. 2.1.6 Ventaja Mecánica

Ejercicios

La figura 2.1.6 muestra de qué manera un líquido en un sistema hidráulico Proporciona una ventaja mecánica. Como todos los cilindros están conectados, todas las áreas deben llenarse antes de presurizar el sistema.

Use la fórmula hidráulica y calcule el valor de los elementos que están con signo de interrogación. Los cilindros se numeran de izquierda a derecha.

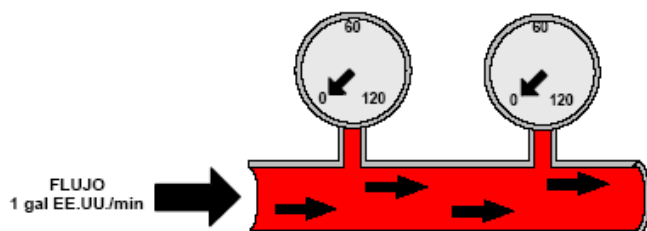


Fig. 2.1.7 Sin restricción

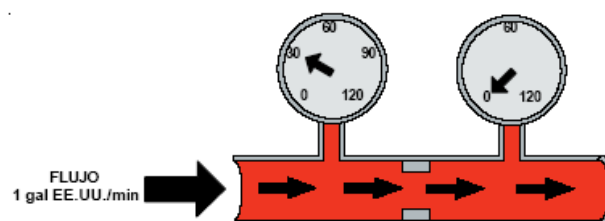


Fig. 2.1.8 Un orificio restringe el flujo

Efecto del Orificio

Cuando hablamos en término hidráulicos, es común usar los términos "presión de la bomba". Sin embargo, en la práctica, la bomba no produce presión. La bomba produce flujo. **Cuando se restringe el flujo, se produce la presión.**

Un orificio restringe el flujo

Un orificio restringe el flujo de la bomba. Cuando un aceite fluye a través de un orificio, se produce presión corriente arriba del orificio.

En la figura 2.1.8 hay un orificio en la tubería entre los dos manómetros. El manómetro corriente arriba del orificio indica que se necesita una presión de 207 kPa (30 lb/ pulg²), para enviar un flujo de 1 gal EE.UU./min a través del orificio. No hay restricción de flujo después del orificio. El manómetro ubicado corriente abajo del orificio indica presión de cero.

Bloqueo del flujo de aceite al tanque

Cuando se tapa un extremo de la tubería, se bloquea el flujo de aceite al tanque.

Esta presión se comporta de acuerdo con la Ley de Pascal, por lo tanto, la presión será la misma en los dos manómetros.

La presión continúa aumentando hasta que el flujo de la bomba se desvíe desde la tubería a otro circuito o al tanque. Esto se hace, generalmente, con una válvula de alivio para proteger el sistema hidráulico.

Si el flujo total de la bomba continúa entrando a la tubería, la presión seguiría aumentando hasta el punto de causar la explosión del circuito.

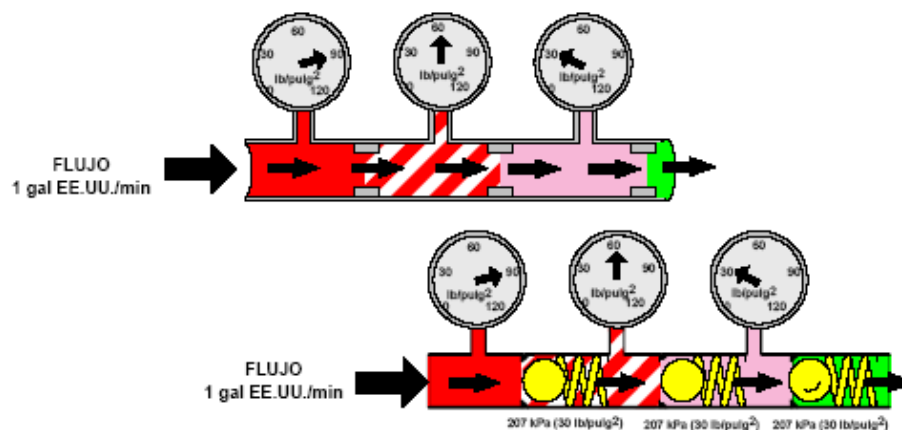


Fig. 2.1.10 Restricción del flujo en un circuito en serie

Restricción del flujo en un circuito en serie

Hay dos tipos básicos de circuitos: en serie y en paralelo.

Circuito Serie

En la figura 2.1.10, se requiere una presión de 620 kPa (90 lb/pulg²) para enviar un flujo de 1 gal EE.UU./min a través de los circuitos.

Los orificios o las válvulas de alivio ubicados en serie en un circuito hidráulico ofrecen una resistencia similar a las resistencias en serie de un circuito eléctrico, en las que el aceite debe fluir a través de cada resistencia. La resistencia total es igual a la suma de cada resistencia individual.

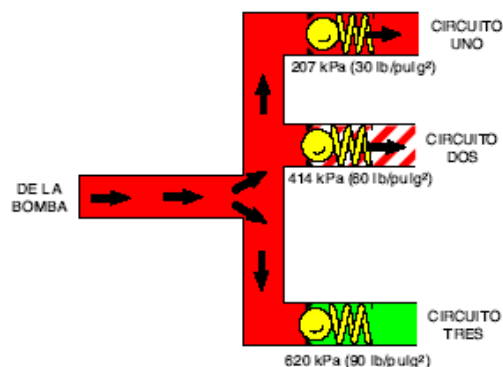


Fig. 2.1.11 Restricción del flujo en un circuito en paralelo

Restricción de flujo en un circuito en paralelo

Circuito Paralelo

En un sistema con circuitos en paralelo, el flujo de aceite de la bomba de aceite sigue el paso de menor resistencia. En la figura 2.1.11, la bomba suministra aceite a los tres circuitos montados en paralelo. El circuito número tres tiene la menor prioridad y el circuito número uno la mayor prioridad.

Cuando el flujo de aceite de la bomba llena el conducto ubicado a la izquierda de las tres válvulas, la presión de aceite de la bomba alcanza 207 kPa (30 lb/pulg²). La presión de aceite de la bomba abre la válvula al circuito uno y el aceite fluye en el circuito. Una vez lleno el circuito uno, la presión de aceite de la bomba comienza a aumentar. La presión de aceite de la bomba alcanza 414 kPa (60 lb/pulg²) y abre la válvula del circuito dos. La presión de aceite de la bomba no puede continuar aumentando sino hasta cuando el circuito dos esté lleno. Para abrir la válvula del circuito tres, la presión de aceite de la bomba debe exceder los 620 kPa (90 lb/pulg²).

Para limitar la presión máxima del sistema, debe haber una válvula de alivio del sistema en uno de los circuitos o en la bomba.

MODULO 3

Componentes de los Sistemas Hidráulicos

Introducción

Los equipos móviles de construcción se diseñan usando diferentes componentes hidráulicos (tanques, tuberías, fluidos, acondicionadores, bombas y motores, válvulas y cilindros). Los mismos componentes usados en diferentes partes de un circuito pueden realizar funciones diversas. Aunque estos componentes pueden parecer iguales, generalmente tienen diferentes nombres. La capacidad de identificar los componentes y describir su función y operación le permitirá al técnico de servicio convertir circuitos complejos en circuitos simples que pueden entenderse con facilidad.

Objetivos

Al terminar esta unidad, el estudiante podrá:

1. Describir el uso de los principios de hidráulica básica en la operación de los componentes de un sistema hidráulico.
2. Describir la función de los tanques, fluidos, acondicionadores, bombas y motores, válvulas y cilindros hidráulicos.
3. Identificar los diferentes tipos de tanques, bombas y motores, fluidos, acondicionadores, válvulas y cilindros hidráulicos.
4. Identificar los símbolos ISO del tanque, los acumuladores, la bomba o el motor, válvulas y cilindros hidráulicos.
5. Describir cómo se construyen las mangueras para obtener diferentes clasificaciones de presión.

Lección 1: Depósitos de Fluidos y Mangueras

Introducción

En el diseño de máquinas y equipos para construcción son de gran importancia el tipo, el tamaño y la ubicación del tanque de aceite hidráulico.

Una vez que la máquina o el equipo está en operación, el tanque hidráulico no es más que un lugar de almacenamiento del aceite hidráulico, un dispositivo para enfriar el aceite y un separador para quitar el aire del aceite.

Objetivos

Al terminar esta lección, el estudiante podrá:

1. Identificar los componentes principales del tanque hidráulico y describir su función.
2. Describir las características de los tanques hidráulicos presurizados y no presurizados.
3. Describir el uso de los acumuladores en los sistemas hidráulicos.
4. Describir cómo se construyen las mangueras para obtener diferentes clasificaciones de presión.

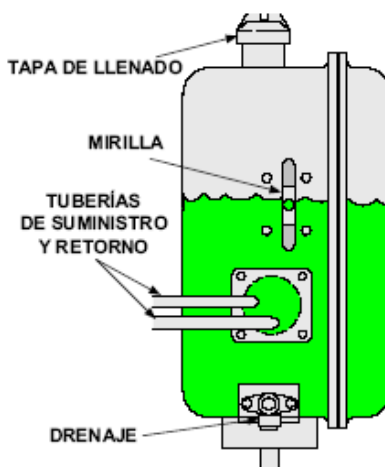


Fig. 3.1.1 Tanque hidráulico

Tanque Hidráulico

La principal función del tanque hidráulico es almacenar aceite. El tanque también debe eliminar calor y aire al aceite. Los tanques deben tener resistencia y capacidad adecuadas, y no dejar entrar la suciedad externa. Los tanques hidráulicos generalmente son herméticos.

La figura 3.1.1 muestra los siguientes componentes del tanque hidráulico:

Tapa de llenado

- Mantiene los contaminantes fuera de la abertura que se usa para llenar y añadir aceite al tanque y sella los tanques presurizados.

Mirilla

- Permite revisar el nivel de aceite del tanque hidráulico. El nivel de aceite debe revisarse cuando el aceite está frío. Si el aceite está en un nivel a mitad de la mirilla, indica que el nivel es correcto.

Tuberías de suministro y de retorno

- La tubería de suministro hace que el aceite fluya del tanque al sistema. La tubería de retorno hace que el aceite fluya del sistema al tanque.

Drenaje

- Ubicado en el punto más bajo del tanque, el drenaje permite sacar el aceite en la operación de cambio de aceite. El drenaje también permite retirar aceite contaminante como el agua y los sedimentos.

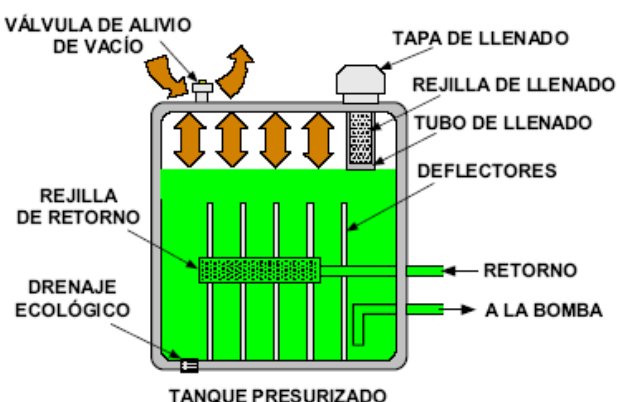


Fig. 3.1.2 Tanque presurizado

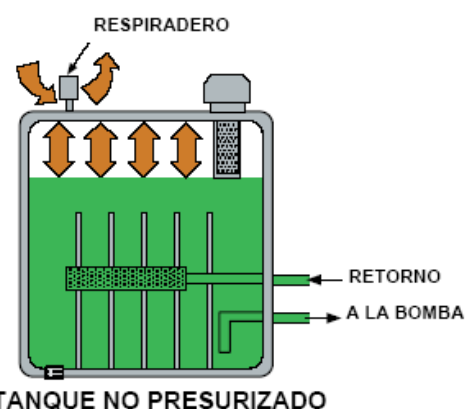


Fig. 3.1.3 Tanque no presurizado

Tanque presurizado

Los dos tipos principales de tanques hidráulicos son: tanque presurizado y tanque no presurizado.

El tanque presurizado está completamente sellado. La presión atmosférica no afecta la presión del tanque. Sin embargo, a medida que el aceite fluye por el sistema, absorbe calor y se expande. La expansión de aceite comprime el aire del tanque. El aire comprimido obliga que el aceite fluya del tanque al sistema.

La válvula de alivio de vacío tiene dos propósitos: evitar el vacío y limitar la presión máxima del tanque.

La válvula de alivio de vacío evita que se forme vacío en el tanque al abrirse y hace que entre aire al tanque cuando la presión del tanque cae a 3,45 kPa (0,5 lb/pulg²).

Cuando la presión del tanque alcanza el ajuste de presión de la válvula de alivio de vacío, la válvula se abre y descarga el aire atrapado a la atmósfera. La válvula de alivio de vacío puede ajustarse a presiones de entre 70 kPa (10 lb/ pulg²) y 207 kPa (30 lb/ pulg²)

Tanque no presurizado

El tanque no presurizado tiene un respiradero que lo diferencia del tanque presurizado. El respiradero hace que el aire entre y salga libremente. La presión atmosférica que actúa en la superficie del aceite obliga al aceite a fluir del tanque al sistema. El respiradero tiene una rejilla que impide que la suciedad entre al tanque.

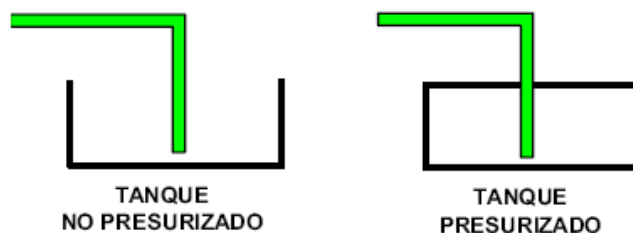


Fig. 3.1.4 Símbolos ISO del tanque hidráulico

Símbolos ISO

La fig. 3.1.4 indica la representación de los símbolos ISO del tanque hidráulico no presurizado y presurizado.

El símbolo ISO del tanque hidráulico no presurizado es simplemente una caja o rectángulo abierto en la parte superior. El símbolo ISO del tanque presurizado se representa como una caja o rectángulo completamente cerrado. A los símbolos de los tanques hidráulicos se añaden los esquemas de la tubería hidráulica para una mejor representación de los símbolos.

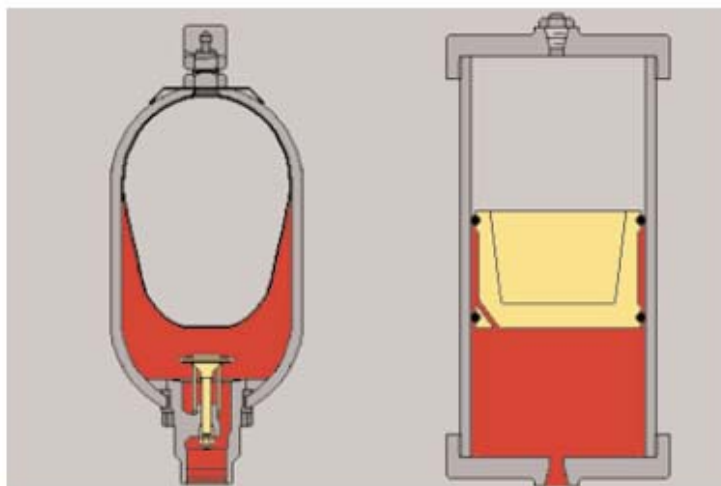


Fig. 3.1.5 Acumuladores de carga de gas

Acumuladores

El acumulador de carga de gas es el tipo más comúnmente usado en los sistemas hidráulicos del implemento del equipo móvil. Hay dos tipos de acumuladores de carga de gas (figura 3.1.5): el acumulador de cámara de aceite (mostrado a la izquierda de la figura) y el acumulador de pistón (mostrado a la derecha de la figura). Ambos acumuladores separan el gas del aceite para mantener el contenido de gas. El sello del pistón y el material de la cámara de aceite mantienen separados el gas y el aceite.

Cuando la presión del aceite es mayor que la del gas, el volumen de gas será más pequeño, la cual permite que vaya más aceite al acumulador. El volumen de gas continúa disminuyendo hasta que el gas se comprime hasta el punto en que la presión del aceite y del gas es igual.

Cuando la presión del gas es mayor que la presión del aceite, el volumen de gas se expandirá, empujando el aceite fuera del acumulador al sistema hidráulico, hasta que nuevamente se igualan la presión del aceite y del gas.

Los acumuladores de cámara de aceite usados en el equipo móvil varían en tamaño, desde 0,5 L (0,13 galones) hasta 57 L (15 galones).

Los acumuladores de pistón usados en el equipo móvil varían en tamaño, desde 1,06 L (0,25 galones) hasta 43 L (11 galones).



Fig. 3.1.6 Varios tipos de montaje del acumulador

Usos de los Acumuladores

La capacidad combinada de mantener una presión y un volumen de aceite permite que los acumuladores se usen en los sistemas hidráulicos. Algunos de sus usos incluyen:

- 1. Permitir el uso de bombas más pequeñas** - El almacenamiento de un volumen de aceite a una presión específica compensa el aceite requerido por el sistema piloto o de dirección cuando la demanda excede el flujo de la bomba.
- 2. Proporcionar frenado y dirección de emergencia.** - El volumen de aceite a una presión específica puede dar la suficiente entrada de presión al sistema de frenos o de dirección para controlar la máquina por un corto tiempo, en caso de que la bomba o el motor fallen.
- 3. Mantener la presión constante** - La capacidad del gas de expandirse y contraerse para cambiar el volumen con cambios mínimos de presión se usa en los sistemas piloto para mantener los controles firmes aun con variaciones en el suministro del sistema.
- 4. Absorber las cargas de choque** - Los acumuladores se usan en equipo móvil para mejorar el desplazamiento. Esto se realiza cuando el acumulador absorbe la actividad del aceite en el sistema en terreno irregular que, de otro modo, crearían crestas de presión y saltos de la máquina.



Fig. 3.1.7 Falla de la cámara del acumulador

Fallas del Acumulador

La mayoría de las fallas de los acumuladores se debe a una de las siguientes razones:

- 1. Instalación incorrecta** - Un tamaño o diseño incorrecto del acumulador instalado.
- 2. Sobrecarga o baja carga** - La precarga debe ser de al menos 20% o mayor que la presión de operación máxima del sistema hidráulico.
- 3. Falla del sello del pistón** - Un cilindro demasiado liso o demasiado áspero causará una falla prematura al sello del pistón. La contaminación puede también causar pegado del sello del pistón y rayado de la pared del cilindro.
- 4. Falla de la válvula de carga** - El gas escapará del acumulador y hará que 100% del llenado del acumulador sea de aceite.
- 5. Fatiga/agrietamiento del material** - Temperaturas menores del límite de diseño, normalmente -20°F a -40°F, harán que la cámara de aceite o el sello se vuelva quebradizo y se agriete.

Precarga de gas menor que 20% de la presión de operación máxima del sistema causará fallas por fatiga debido a doblamiento excesivo de la cámara (vea la figura 3.1.7).

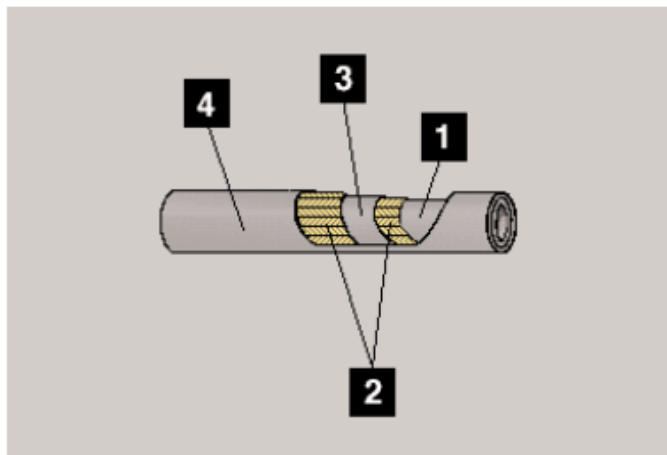


Fig. 3.1.8 Diseño de la manguera

Mangueras Hidráulicas

Las mangueras hidráulicas se fabrican de varias capas de material.

Las diversas capas mostradas en la figura 3.1.8 son:

- 1. Tubo interior de polímero** - Sella el aceite y no permite que escape.
- 2. Capa de refuerzo** - Puede ser de fibra para presión baja o de alambre para presión alta, lo que soporta el tubo interior. Pueden usarse de una a seis capas.
- 3. Capa de fricción de polímero** - Separa las capas de refuerzo para evitar la fricción entre ellas y por tanto el desgaste.
- 4. Capa externa** - Protege la manguera del desgaste y de otros componentes.

Es importante mencionar que la Presión mínima de ruptura es igual a cuatro veces la presión de trabajo.

Es decir,

$$\text{Presión ruptura mínima} = 4 \text{ Presión de trabajo}$$

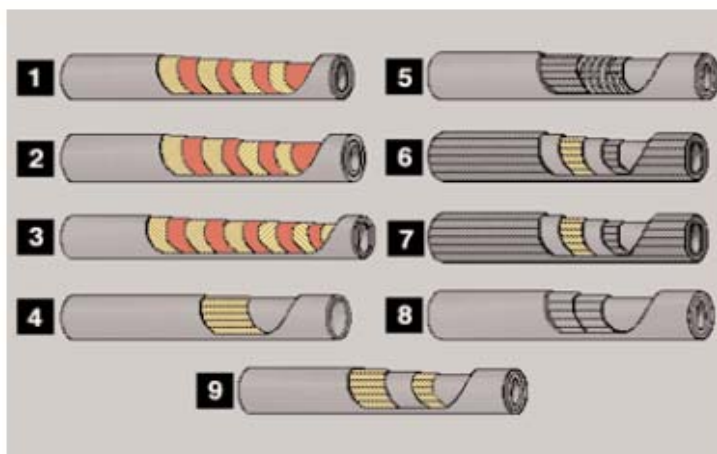


Fig. 3.1.9 Tipos de mangueras

Clasificación

Clasificaciones de presión de las mangueras

En el equipo móvil se usa una variedad de mangueras para presiones baja, mediana y alta, dependiendo de los requerimientos del sistema, Las cuales se clasifican en:

1. **Manguera XT-3** (4 espirales) - Presión alta: 17.500 - 28.000 kPa (2.500 - 4.000 psi) color negra con letras amarillas, símbolo **Δ**
2. **Manguera XT-5** (4 a 6 espirales) - Presión alta: 41.400 kPa (5.000 psi); color negra con letras rojas; símbolo **+**
3. **Manguera XT-6** (6 espirales) - Presión alta: 41.400 kPa (5.000 psi); color negra con letras blancas; símbolo **∞**
4. **Manguera 716** (Una trenza de alambre) - Presión mediana/baja: 4.300 - 19.000 kPa (375 - 2.750 psi); color negra con letras azules
5. **Manguera 844** (De succión hidráulica) - Presión baja: 700 - 2.070 kPa (100 - 300 psi); color negra con letras naranjas
6. **Manguera 556** (Tela y una trenza de alambre) - Presión mediana/baja: 1.725 - 14000 kPa (250 - 2.000 psi); tela gris
7. **Manguera 1130** (Motor/freno de aire) - Presión mediana/baja: 1.725 - 14.000 kPa (250 - 2.000 psi)

8. Manguera 1028 (Termoplástica) - Presión mediana: 8.620 - 20.700 kPa (1.250 – 3.000 psi); color negra con letras grises

9. Manguera 294 (Dos trenzas de alambre) - Presión mediana/alta: 15.500 - 34.500 kPa (1.125 - 5.000 psi); color negra con letras violetas

También encontraremos en los equipos Caterpillar mangueras fabricadas bajo la **norma DIN**, por ejemplo:

Manguera 1956 – Presión mediana/alta: 2.300 – 6.400 psi; color negra con letras verdes

Manguera 2760 – presión mediana: 1500 psi; color negra con letras celestes

Manguera 1543 (aire acondicionado) presión baja: 500 psi

Mientras menor sea el diámetro de la manguera, mayor será la clasificación de presión dentro de ese tipo de manguera. La gama de diámetro interno de las mangueras hidráulicas es de 0,188 pulgadas (3/16 de pulgada) a 2,000 pulgadas (2 pulgadas).

Es importante mencionar que el **control de contaminación** debe estar inserto en los procesos de almacenaje de partes y líneas hidráulicas, se requiere para ello la participación activa del personal de bodega para poder identificar las no conformidades y tomar acción sobre almacenamiento incorrecto y condiciones defectuosas de las mangueras. Una pieza sucia o peor aún, corroída por oxidación producto de un almacenaje defectuoso, implica un aumento de costos operacionales y por tanto disminuye la disponibilidad de los equipos.



Fig. 3.1.10 Acoplamientos de mangueras

Acoplamientos

Tipos de acoplamientos de mangueras

Los acoplamientos de mangueras se usan en ambos extremos de la longitud de la manguera con el fin de conectar la manguera a los componentes del sistema hidráulico. Se usan tres métodos para unir los acoplamientos a los extremos de la manguera. Estos tres métodos, mostrados en la figura 3.1.10, son:

1. **Rebordeado** (arriba) - Permanente, no reutilizable, con bajo riesgo de falla, que trabaja bien en todas las aplicaciones de presión.
2. **De tornillo** (derecha abajo) - Reutilizable, puede instalarse en las mangueras en campo usando herramientas manuales, útil en aplicaciones de presiones mediana y baja.
3. **De collar** - Reutilizable, diseñado para aplicaciones de manguera de presión alta, debe armarse y desarmarse usando una prensa de manguera.

El extremo del acoplamiento de la manguera que no está directamente unido a la manguera unirá otro componente del sistema hidráulico. Se usan dos tipos generales de extremos de acoplamientos: conector de brida y conector roscado. Hay dos espesores para los extremos del conector de brida para algunas mangueras de tamaño específico, determinado por la presión del sistema. Hay varios extremos de conectores roscados, determinados por las conexiones a las cuales están conectados. Los conectores roscados se restringen generalmente a mangueras de 1,25 pulgadas de diámetro o más pequeñas.



Lección 2: Fluidos Hidráulicos y Acondicionadores de Fluidos

Introducción

La vida útil del sistema hidráulico depende en gran medida de la selección y del cuidado que se tengan con los fluidos hidráulicos. Al igual que con los componentes metálicos de un sistema hidráulico, el fluido hidráulico debe seleccionarse con base en sus características y propiedades para cumplir con la función para la cual fue diseñado.

Los filtros y los enfriadores se usan en sistemas hidráulicos para mantener el fluido limpio y lo suficientemente frío para evitar daños del sistema.

Objetivos

Al terminar esta lección, el estudiante podrá:

1. Describir las funciones de los sistemas hidráulicos.
2. Medir la viscosidad de los fluidos.
3. Definir el índice de viscosidad.
4. Nombrar los tipos de fluidos hidráulicos resistentes al fuego.
5. Diferenciar los tres tipos de filtros hidráulicos.
6. Describir la razón del uso de los enfriadores de aceite en los sistemas hidráulicos.

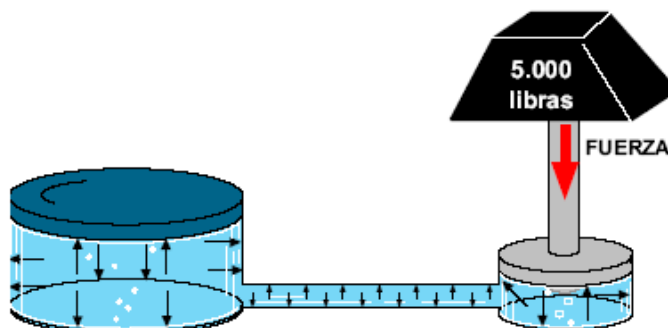


Fig. 3.2.1 Fluidos hidráulicos

Fluidos Hidráulicos

Los fluidos prácticamente son incompresibles. Por tanto, en un sistema hidráulico los fluidos pueden transmitir potencia en forma instantánea. Por ejemplo, por cada 2.000 psi de presión, el aceite lubricante se comprime aproximadamente 1%, es decir, puede mantener su volumen constante cuando está bajo una presión alta. El aceite lubricante es la materia prima con que se produce la mayoría de los aceites hidráulicos.

Funciones de los fluidos

Las principales funciones de los fluidos hidráulicos son:

- Transmitir potencia
- Lubricar
- Sellar
- Enfriar

Transmisión de potencia

Puesto que un fluido prácticamente es incompresible, un sistema hidráulico lleno de fluido puede producir potencia hidráulica instantánea de un área a otra. Sin embargo, esto no significa que todos los fluidos hidráulicos sean iguales y transmitan potencia con la misma eficiencia.

Para escoger el fluido hidráulico correcto, se deben tener en cuenta el tipo de aplicación y las condiciones de operación en las que funcionará el sistema hidráulico.

**Propiedades
de los flúidos**

Lubricación

Los fluidos hidráulicos deben lubricar las piezas en movimiento del sistema hidráulico. Los componentes que rotan o se deslizan deben poder trabajar sin entrar en contacto con otras superficies. El fluido hidráulico debe mantener una película delgada entre las dos superficies para evitar el calor, la fricción y el desgaste.

Acción sellante

Algunos componentes hidráulicos están diseñados para usar fluidos hidráulicos en lugar de sellos mecánicos entre los componentes. La propiedad del fluido de tener acción sellante depende de su viscosidad.

Enfriamiento

El funcionamiento del sistema hidráulico produce calor a medida que se transfiere energía mecánica a energía hidráulica y viceversa. La transferencia de calor al sistema se realiza entre los componentes calientes y el fluido que circula a menor temperatura. El fluido a su vez transfiere el calor al tanque o a los enfriadores, diseñados para mantener la temperatura del fluido dentro de límites definidos.

Otras propiedades que debe tener un fluido hidráulico son: evitar la oxidación y la corrosión de las piezas metálicas; impedir la formación de espuma y de oxidación; mantener separado el aire, el agua y otros contaminantes; y mantener su estabilidad en una amplia gama de temperaturas.

Viscosidad

La viscosidad es la medida de la resistencia de un fluido para fluir a una temperatura determinada. Un fluido que fluye fácilmente tiene viscosidad baja. Un fluido que no fluye fácilmente tiene una viscosidad alta.

La viscosidad de un fluido depende de la temperatura. Cuando la temperatura aumenta, la viscosidad del fluido disminuye. Cuando la temperatura disminuye, la viscosidad del fluido aumenta. Si la viscosidad de un aceite lubricante es muy baja, habrá un excesivo escape por las juntas y los sellos. Si la viscosidad del aceite lubricante es muy alta, el aceite tiende a “pegarse” y se necesitará mayor fuerza para bombearlo a través del sistema.

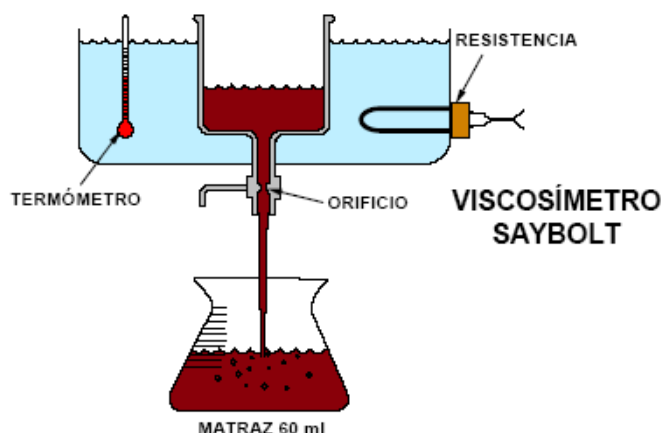


Fig. 3.2.2 Viscosímetro Saybolt

Viscosímetro Saybolt

El equipo usado generalmente para medir la viscosidad de un fluido es el viscosímetro Saybolt (figura 3.2.2).

La unidad de medida del viscosímetro Saybolt es el Segundo Universal Saybolt (SUS). En el viscosímetro original, un recipiente de fluido se calienta hasta una temperatura específica. Cuando se alcanza la temperatura, se abre un orificio y el fluido drena a un matraz de 60 ml. Un cronómetro mide el tiempo que tarda en llenarse el matraz. La viscosidad se lee como los segundos que el matraz tarda en llenarse, tomando como referencia la temperatura del líquido. Si un fluido calentado a 23,5 °C (75 °F) tarda 115 segundos en llenar el matraz, su viscosidad Saybolt es de 115 SUS a 23,5 °C (75 °F). Si el mismo fluido, calentado a 37,5 °C (100 °F) tarda 90 segundos en llenar el matraz, su viscosidad Saybolt es de 90 SUS a 37,5 °C (100 °F).

Índice de viscosidad

El Índice de Viscosidad (IV) de un fluido es la relación del cambio de viscosidad con respecto al cambio de temperatura. Si la viscosidad del fluido cambia muy poco en una amplia gama de temperaturas, el fluido tiene un Índice de Viscosidad alto. Si a temperaturas bajas el fluido se vuelve muy espeso y a temperaturas altas se vuelve muy delgado, el fluido tiene un Índice de Viscosidad bajo. Los fluidos de la mayoría de los sistemas hidráulicos deben tener un Índice de Viscosidad alto.

..



La viscosidad del aceite lubricante se expresa con un número SAE, definido por la Society of Automotive Engineers (SAE). Los números SAE están definidos como: 5W, 10W, 20W, 30W, 40W, etc.

Mientras más bajo sea el número SAE, mejor será el flujo de aceite a bajas temperaturas. Entre más alto sea el número SAE, mayor será la viscosidad del aceite y mayor su eficiencia a altas temperaturas.

Aceites Sintéticos

Los aceites sintéticos se producen por procesos químicos en los que materiales de composición específica reaccionan para producir un compuesto con propiedades únicas y predecibles. El aceite sintético se produce específicamente para cierto tipo de operaciones realizadas a temperaturas altas y bajas.

Fluidos resistentes al Fuego

Hay tres tipos básicos de fluidos resistentes al fuego: mezclas de glicol agua, emulsiones de aceite-agua-aceite y fluidos sintéticos.

Los fluidos glicol-agua son una mezcla de 35% a 50% de agua (el agua inhibe el fuego), glicol (químico sintético o similar a algunos compuestos con propiedades anticongelantes) y espesantes del agua. Los aditivos se añaden para mejorar la lubricación y evitar la oxidación, la corrosión y la formación de espuma. Los fluidos a base de glicol son más pesados que el aceite y pueden causar cavitación de la bomba a altas velocidades.

Vida útil del aceite hidráulico

Las emulsiones de agua-aceite son los fluidos resistentes al fuego más económicos. Al igual que en los fluidos a base de glicol, un porcentaje similar de agua (40%), se usa como inhibidor del fuego. Las emulsiones agua-aceite se usan en sistemas hidráulicos típicos. Generalmente contienen aditivos para evitar la oxidación y la formación de espuma.

Los fluidos sintéticos se usan en ciertas condiciones para cumplir requerimientos específicos. Los fluidos sintéticos resistentes al fuego son menos inflamables que los aceites lubricantes y mejor adaptados para resistir presiones y temperaturas altas.

Algunas veces los fluidos resistentes al fuego reaccionan con el material de los sellos de poliuretano y, en estos casos, puede requerirse el uso de sellos especiales.

El aceite hidráulico no se desgasta. El uso de filtros para quitar las partículas sólidas y contaminantes químicos prolongan la vida útil del aceite. Sin embargo, eventualmente si el aceite se contamina debe pasar por diálisis o en su defecto cambiarse. En las máquinas de construcción, el aceite se debe cambiar a intervalos de tiempos regulares.

Los contaminantes del aceite pueden usarse como indicadores de desgaste no común y de posibles problemas del sistema. Uno de los programas Caterpillar que miden los contaminantes del aceite hidráulico y utilizan los resultados como fuente de información acerca del sistema es el Análisis Programado de Aceite (S•O•S).

El análisis periódico de aceite S•O•S incluye un conteo de partículas, el cual se presenta en la forma de códigos ISO.

El conteo de partículas cuantifica el número de partículas, pero no puede distinguir su composición. Cada código ISO representa una gama de partículas por mililitros. Esta tabla indica que la contaminación es aproximadamente el doble para cada aumento adicional del código ISO. Los niveles óptimos de limpieza para los sistemas hidráulicos Cat y de tren de fuerza son ISO 18/15 o menos.



Filtros Hidráulicos

Clasificaciones de los filtros para el control de contaminación

Hay tres clasificaciones de diseños de filtros usados en los sistemas hidráulicos de los implementos en el equipo móvil. Estas clasificaciones son:

1. Filtro de cartucho - El elemento del filtro se ajusta en el tanque o recipiente, con la abertura del filtro sellado con una tapa.
2. Filtro de recipiente - El elemento del filtro se construye en su propio recipiente que luego se atornilla en una base de filtro permanente. El material del filtro usado en el filtro de recipiente puede ser idéntico al material del filtro usado en el filtro de cartucho.
3. De rejilla - Una malla metálica que se ajusta en un tanque o recipiente, similar al filtro de cartucho, pero con aberturas más grandes para atrapar contaminantes de mayor tamaño, antes de que ingresen al sistema.

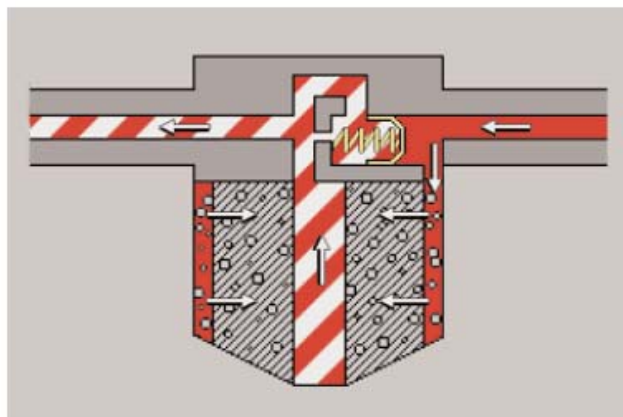
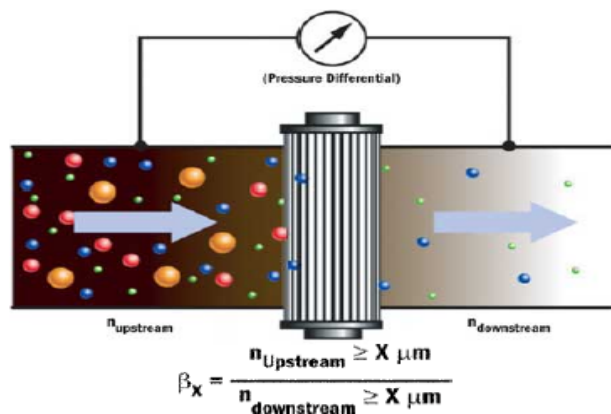


Fig. 3.2.4 Flujo de aceite a través del filtro



Función del filtro

Los filtros limpian el aceite hidráulico y quita los contaminantes que pueden dañar los componentes. A medida que el aceite pasa a través del elemento del filtro, los contaminantes quedan atrapados. El aceite limpio continúa a través del sistema.

Los fabricantes asignan una clasificación, tamaño de partículas retenidas en micrones y un valor beta a los elementos de filtro de acuerdo con su capacidad probada de atrapar partículas. Mientras más pequeña sea la clasificación en micrones, más pequeñas serán las partículas atrapadas por el filtro. Mientras mayor sea el número beta de un tamaño de micrones dado, mayor será el tamaño de las partículas atrapadas en el primer paso del aceite a través del filtro.

El índice de Filtración - beta (β_x), es definido como:

$\beta_x = (\text{número de partículas aguas arriba } > x \mu\text{m}) / \text{Número de partículas aguas abajo } > x \mu\text{m}$, Donde x es el tamaño que determina el tamaño de la partícula para el índice Beta.

Filtro	Gama de eficiencia
Estándar	28 a 40 micrones
Avanzado	11 a 27 micrones
UHE	4 a 10 micrones

Selección del Filtro adecuado

La clave para prolongar la vida útil de los componentes hidráulicos y del tren de fuerza es reducir la contaminación. La selección del filtro correcto Cat es esencial para minimizar los daños al componente por efecto de sustancias abrasivas. Se debe considerar todos los aspectos relevantes para determinar los filtros del Sistema hidráulico, que estén mejor optimizados para cumplir con las necesidades específicas de limpieza en sus aplicaciones.

- **Filtro de eficiencia estándar** — el material filtrante está diseñado para mantener la limpieza del sistema en la mayoría de las aplicaciones generales y ligeras.
- **Filtro de alta eficiencia avanzada** — protege a los sistemas contra el desgaste acelerado con un material especial de filtración para proveer mayor protección bajo condiciones moderadas a severas.
- **Los filtros de Eficiencia Ultra Alta (i.e.)** disponen de un material sintético ultra fino que quita una parte mayor de las partículas finas para el control óptimo de la contaminación en aplicaciones moderadas y severas. También se utilizan como filtro de “lavado” por las 250 horas que siguen cualquier mantenimiento, reconstrucción o invasión de escombros.

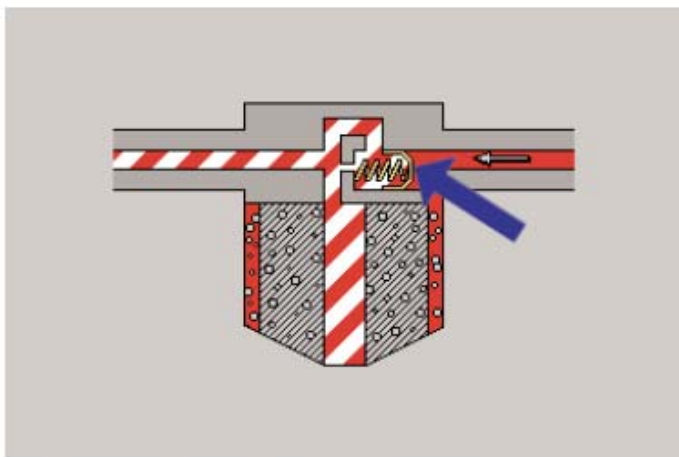


Fig. 3.2.5 Válvula de derivación del filtro

Derivación del filtro

La mayoría de los filtros de cartucho y de recipiente tienen válvulas de derivación del filtro para asegurar que nunca se bloquee el flujo del sistema. Las válvulas de derivación también protegen el filtro de roturas o de que colapsen. El bloqueo del aceite que puede llevar a la falla del filtro puede ser causado por lo siguiente:

1. Una acumulación de contaminantes que taponan el filtro.
2. Aceite frío demasiado espeso para pasar a través del filtro.

Cuando la válvula de derivación se abre, el aceite sin filtrar circula a través del sistema hidráulico. El aceite sin filtrar contiene contaminantes que pueden causar daño a los componentes del sistema hidráulico. Los filtros taponados deben reemplazarse para evitar la derivación del aceite. La válvula de derivación del filtro, que se abre debido al aceite frío, normalmente se cierra cuando el aceite está a la temperatura de operación. Esto nuevamente envía el aceite a través del filtro, para quitar los contaminantes.

Los filtros deben cambiarse según lo recomendado por el fabricante de la máquina para evitar taponamiento y minimizar la derivación de aceite, cuando el aceite está frío.

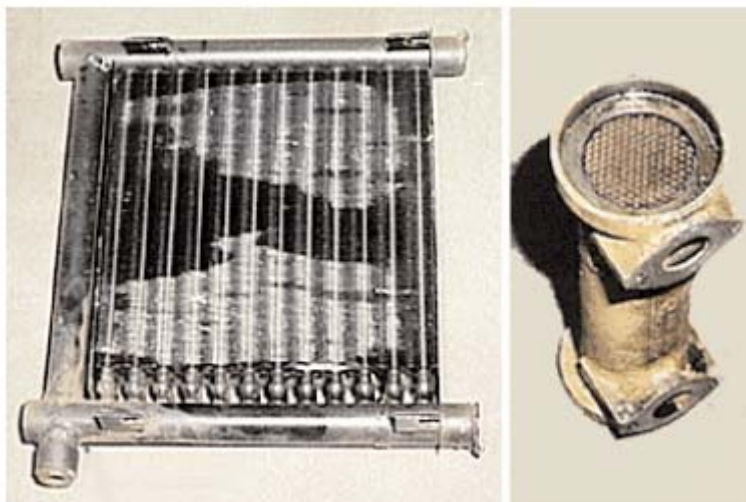


Fig. 3.2.6 Enfriadores de aceite

Enfriadores de Aceite

Control de la temperatura del aceite hidráulico

A medida que los componentes hidráulicos trabajan, aumenta la temperatura del aceite. Algunos sistemas hidráulicos de presión baja pueden disipar el calor a través de las camisas, cilindros, tanque y otras superficies de los componentes, para controlar la temperatura del aceite. La mayoría de los sistemas hidráulicos de presión alta requieren un enfriador de aceite, además de otros componentes, para controlar la temperatura del aceite.

Se usan dos tipos de enfriadores hidráulicos en el equipo móvil.

1. **Aire a aceite** (mostrado a la izquierda), donde el aceite pasa a través de tubos cubiertos con aletas. Un ventilador o la acción del movimiento de la máquina sopla aire a los tubos y las aletas, lo cual enfría el aceite.
2. **Agua a aceite** (mostrado a la derecha), donde el aceite pasa a través de un agrupamiento de tubos, y enfrían el aceite.

La temperatura del aceite hidráulico debe mantenerse normalmente a un valor menor que 100 °C (212 °F) para evitar el daño de los componentes. El aceite a temperaturas mayores que 100 °C (212 °F) causará el deterioro de los sellos. El aceite también se volverá muy delgado y permitirá el contacto metal a metal entre las piezas en movimiento del sistema.



Lección 3: bombas y motores hidráulicos

Introducción

Las Bombas y los Motores Hidráulicos son similares en su diseño pero difieren en sus características de operación. La mayor parte de esta lección se centra en la nomenclatura y operación de las bombas hidráulicas.

Objetivos

Al terminar esta lección, el estudiante podrá:

1. Describir las diferencias entre bombas de desplazamiento positivo y no positivo.
2. Describir las diferencias entre las bombas de desplazamiento fijo y de desplazamiento variable.
3. Describir la operación de los diferentes tipos de bombas.
4. Describir las semejanzas y las diferencias entre los motores y las bombas hidráulicas.
5. Determinar la clasificación de bombas hidráulicas.



Figura 4 Bomba hidráulica

Bombas Hidráulicas

La bomba hidráulica es un dispositivo que convierte la energía mecánica en energía hidráulica. Toma energía de una fuente (por ejemplo, un motor, un motor eléctrico, etc.) y la convierte a una forma de energía hidráulica. La bomba toma aceite de un depósito de almacenamiento (por ejemplo, un tanque) y lo envía como un flujo al sistema hidráulico.

La bomba sólo produce flujo (por ejemplo, galones por minuto, litros por minuto, centímetros cúbicos por revolución, etc.), que luego es usado por el sistema hidráulico. La bomba NO produce “presión”. La presión se produce por acción de la resistencia al flujo. La resistencia puede producirse a medida que el flujo pasa por las mangueras, orificios, conexiones, cilindros, motores o cualquier elemento del sistema que impida el paso libre del flujo al tanque.

Hay dos tipos de bombas: desplazamiento positivo y desplazamiento no positivo.

Bombas Desplazamiento no positivo

Las bombas de desplazamiento no positivo tienen mayor espacio libre entre las piezas fijas y en movimiento que el espacio libre existente en las bombas de desplazamiento positivo. El mayor espacio libre permite el empuje de más aceite entre las piezas a medida que la presión de salida (resistencia al flujo) aumenta. Las bombas de desplazamiento no positivo son menos eficientes que las de desplazamiento positivo, porque el flujo de salida de la bomba disminuye considerablemente a medida que aumenta la presión de salida.

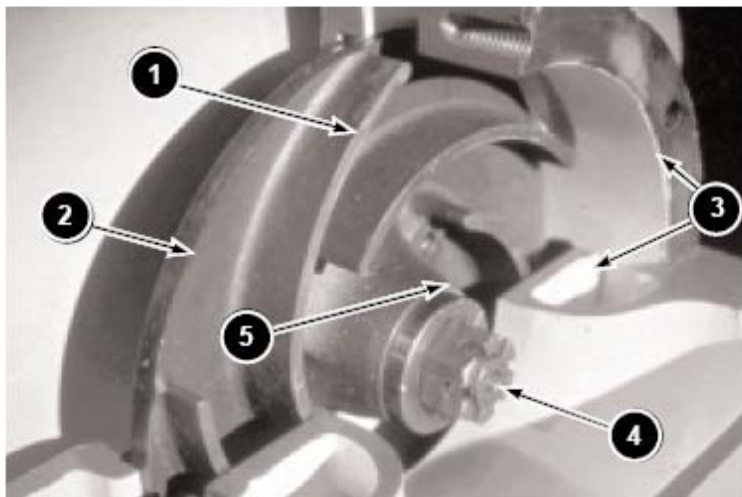


Fig. 3.3.3 Bomba centrífuga

Las bombas de desplazamiento no positivo generalmente son del tipo de rodete centrífugo o de hélice axial. Las bombas de desplazamiento no positivo se usan en aplicaciones de presión baja, como bombas de agua para automóviles o de carga para bombas de pistones de sistemas hidráulicos de presión alta.

Bomba de rodete centrífuga

Partes Principales

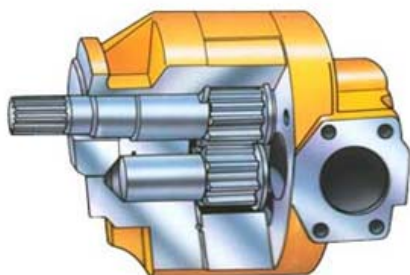
La bomba de rodete centrífuga consta de dos piezas básicas: el rodete (2), montados en un eje de salida (4) y la caja (3). El rodete tiene en la parte posterior un disco sólido con hojas curvas (1), moldeadas en el lado de la entrada.

Funcionamiento

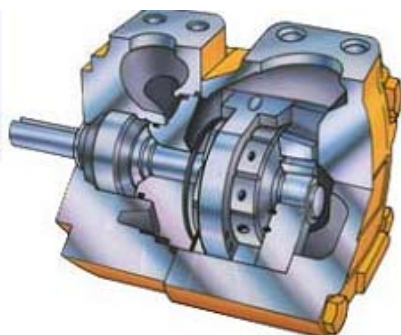
El aceite entra por el centro de la caja (5), cerca del eje de entrada, y fluye al rodete. Las hojas curvas del rodete impulsan el aceite hacia afuera contra la caja. La caja está diseñada de tal modo que dirige el aceite al orificio de salida.

Bomba de hélice axial

La bomba tipo hélice axial tiene un diseño como el de un ventilador eléctrico, montada en un tubo recto, y tiene una hélice de hojas abiertas. El aceite es impulsado hacia el tubo por la rotación de las hojas en ángulo.



Engranajes



Paletas



Pistones

Bombas de Desplazamiento positivo

Hay tres tipos básicos de bombas de desplazamiento positivo: de engranajes, de paletas y de pistones. Las bombas de desplazamiento positivo tienen un espacio libre mucho más pequeño entre los componentes que las bombas de desplazamiento no positivo. Esto reduce las fugas y produce una mayor eficiencia cuando se usan en sistemas hidráulicos de presión alta. En una bomba de desplazamiento positivo el flujo de salida prácticamente es el mismo por cada revolución de la bomba. Las bombas de desplazamiento positivo se clasifican de acuerdo con su **desplazamiento**, esto es la cantidad de líquido que sale de la bomba cada vez que esta da una vuelta completa. Este valor se expresa en in^3/rev o cm^3/rev .

Capacidad Nominal

La capacidad nominal de las bombas de desplazamiento positivo se expresa de dos formas:

1. la presión de operación máxima del sistema con la cual la bomba se diseña (por ejemplo, 21.000 kPa o 3.000 lb/pulg²).
2. La salida específica suministrada, expresada ya sea en revoluciones o en la relación entre la velocidad y la presión específica. La capacidad nominal de las bombas se expresa sea en l/min-rpm-kPa o gal EE.UU./min-rpmlb-pulg²)

Cuando la salida de la bomba se da en revoluciones, el flujo nominal puede calcularse fácilmente multiplicando el flujo por la velocidad en rpm (por ejemplo, 2.000 rpm) y dividiendo por una constante. Por ejemplo, calculemos el flujo de una bomba que gira a 2.000 rpm y tiene un flujo de 11,55 pulg³/rev o 190 cc/rev.

$$\begin{aligned} \text{gal EE.UU./min} &= \frac{\text{pulg}^3/\text{rev} \times \text{rpm}}{231} & \text{l/min} &= \frac{\text{cc/rev} \times \text{rpm}}{1.000} \\ \text{gal EE.UU./min} &= \frac{11,55 \times 2.000}{231} & \text{l/min} &= \frac{190 \times 2.000}{1.000} \\ \text{gal EE.UU./min} &= 100 & \text{l/min} &= 380 \end{aligned}$$

Eficiencia Volumétrica

A medida que la presión aumenta, los espacios libres que están entre las piezas de la bomba hacen que el flujo de salida no sea igual al de entrada. Parte del aceite se ve obligado a devolverse a través de los espacios libres entre la cámara de presión alta y la cámara de presión baja. El flujo de salida resultante, comparado con el flujo de entrada, se llama “eficiencia volumétrica”.

Esta cambia con las variaciones de presión y siempre se debe especificar la presión dada. Cuando una bomba se clasifica como de 100 gal EE.UU./min-2.000 rpm-100 psi, que opera contra 1.000 psi, el flujo de salida puede caer a 97 gal EE.UU./min. Esta bomba tendría una “eficiencia volumétrica” de 97% (97/100) a 1.000 psi.

$$\text{Eficiencia volumétrica a 1.000 lb/pulg}^2 = \frac{\text{Flujo de salida}}{\text{Flujo de entrada}}$$

$$\text{Eficiencia volumétrica a 1.000 lb/pulg}^2 = \frac{97}{100}$$

Eficiencia volumétrica a 1.000 lb/pulg² = 0,97 ó 97% de eficiencia volumétrica a 1.000 lb/pulg².

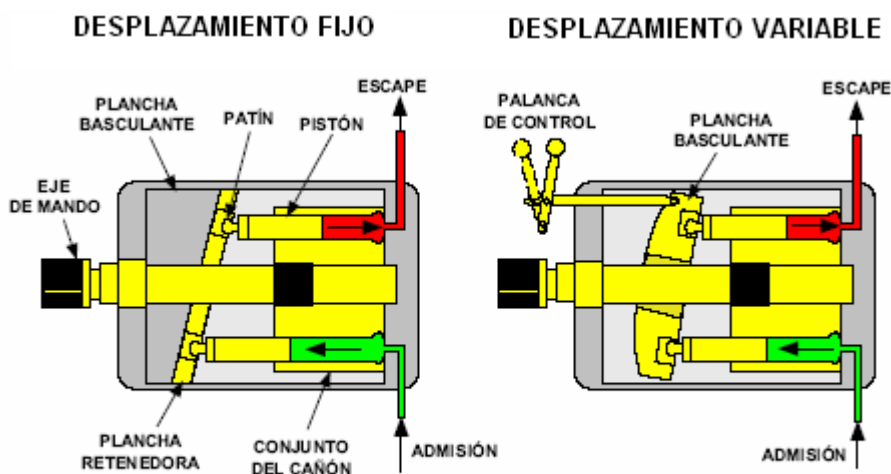


Fig. 3.3.5 Bombas de pistones

Tipo de Desplazamiento

Desplazamiento fijo frente a desplazamiento variable

El flujo de salida de una bomba de desplazamiento fijo cambia sólo si se varía la velocidad de la rotación de la bomba. Si la bomba gira más rápidamente, aumenta el flujo; si gira más lentamente, disminuye el flujo. La bomba de engranajes es ejemplo de una bomba de desplazamiento fijo.

Las bombas de paletas y de pistones pueden ser de desplazamiento fijo o variable. El flujo de salida de una bomba de desplazamiento variable puede aumentar o disminuir independientemente de la velocidad de rotación. El flujo de salida de una bomba de desplazamiento variable puede controlarse manual o automáticamente, o por combinación de ambas.

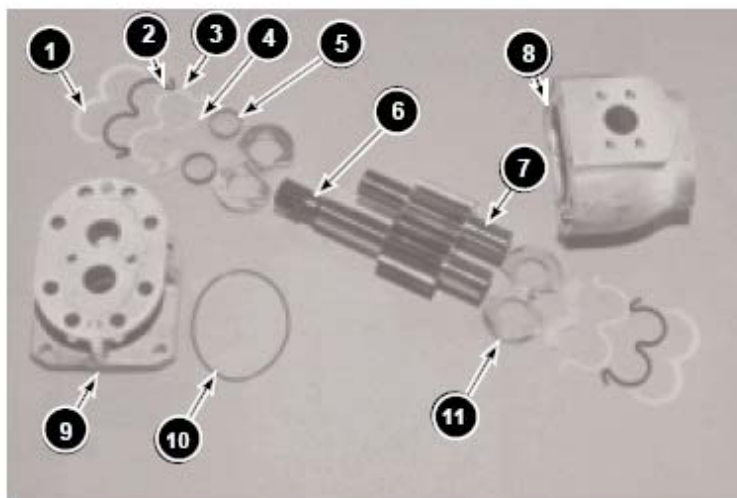


Fig. 3.3.6 Bomba de engranajes

BOMBA DE ENGRANAJES

Partes Principales

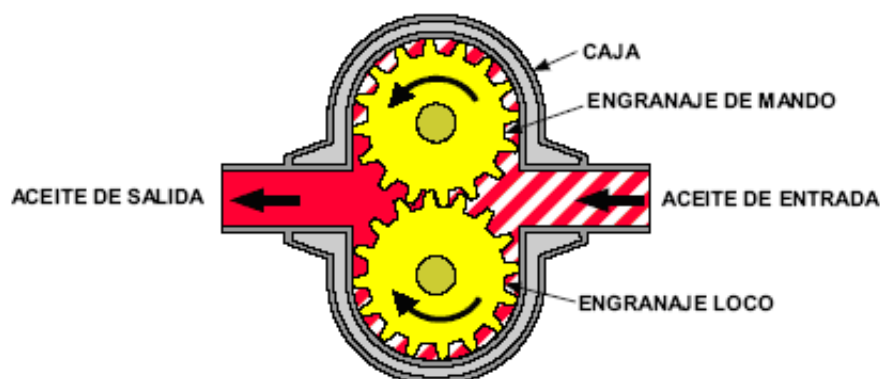
La bomba de engranajes consta de un retenedor de sellos (1), sellos (2), protector de sellos (3), planchas de separación (4), espaciadores (5), engranaje de mando (6), engranaje loco (7), caja (8), brida de montaje (9), sello de la brida (10) y planchas de compensación de presión (11) de ambos lados de los engranajes. Los engranajes están montados en la caja y en las bridas de montaje a los lados de los engranajes para sostener el eje de engranajes durante la rotación.

Características

Las bombas de engranajes son bombas de desplazamiento fijo, por lo que suministran la misma cantidad de aceite por cada revolución del eje de entrada. La salida de la bomba se controla cambiando la velocidad de rotación.

La máxima presión de operación en las bombas de engranajes se limita a 4.000 psi. Este límite de presión se debe al desequilibrio hidráulico propio del diseño de la bomba de engranajes.

El desequilibrio hidráulico produce una carga lateral en los ejes, que es compensada por los cojinetes y por los dientes de engranaje en contacto con la caja. La bomba de engranajes mantiene una “eficiencia volumétrica” mayor de 90% cuando se conserva la presión dentro de las gamas de presión de operación especificadas.



Funcionamiento De la bomba

Todas las bombas producen flujo de aceite de igual forma. Se crea un vacío a la entrada de la bomba. La presión atmosférica, más alta, empuja el aceite a través del conducto de entrada a las cámaras de entrada de la bomba. Los engranajes de la bomba llevan el aceite a la cámara de salida de la bomba. El volumen de la cámara disminuye a medida que se acerca a la salida. Esta reducción del tamaño de la cámara empuja el aceite a la salida.

El flujo de salida de la bomba de engranajes lo determinan la profundidad de los dientes y el ancho del engranaje. La mayoría de los fabricantes de bombas de engranajes estandarizan una profundidad de diente y un perfil que depende de la distancia a la línea central (1,6", 2,0", 2,5", 3,0", etc.) entre los ejes de engranajes.

A medida que la bomba gira, el aceite es llevado entre los dientes de los engranajes y la caja del lado de entrada al lado de salida de la bomba. La dirección del giro del eje del engranaje de mando la determina la ubicación de los orificios de entrada y de salida. La dirección del giro del engranaje de mando siempre será la que lleve el aceite alrededor de la parte externa de los engranajes del orificio de entrada al de salida. Esto sucede tanto en los motores de engranajes como en las bombas de este tipo. En la mayoría de las bombas de engranajes el diámetro del orificio de entrada es mayor que el de salida. En las bombas y en los motores bidireccionales el orificio de entrada y el de salida tienen el mismo diámetro.

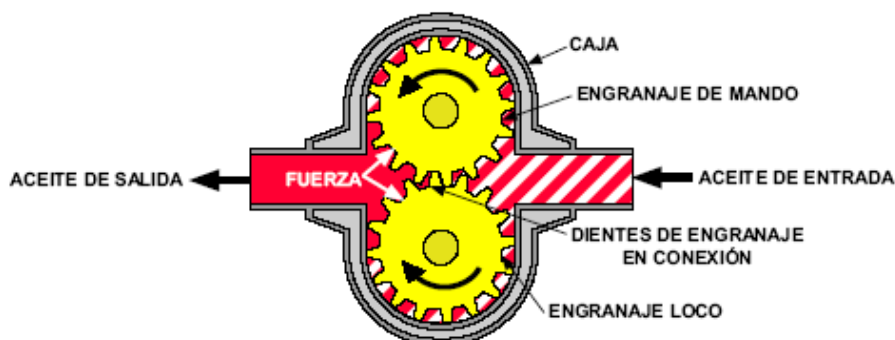


Fig. 3.3.8 Fuerzas en la bomba de engranajes

Fuerzas en la Bomba

En una bomba de engranajes el flujo de salida se produce al empujar el aceite fuera de los dientes de engranajes a medida que se engranan en el lado de salida. La resistencia al flujo de aceite crea una presión de salida. El desequilibrio de la bomba de engranajes se debe a que la presión en el orificio de salida es mayor que la presión en el orificio de entrada. El aceite de presión más alta empuja los engranajes hacia el orificio de salida de la caja. Los engranajes del eje sostienen casi toda la carga de presión lateral para evitar un desgaste excesivo entre las puntas de los dientes y la caja. En las bombas de presión más alta, los ejes de engranaje están ligeramente biselados en el lado del extremo externo de los cojinetes del engranaje. Esto permite un contacto pleno entre el eje y los cojinetes cuando el eje se dobla levemente por la presión de desequilibrio.

El aceite presurizado también es enviado entre el área sellada de las planchas de compensación de presión, la caja y la brida de montaje al sello del extremo del diente del engranaje. El tamaño del área sellada entre las planchas de compensación de presión y la caja limita la cantidad de fuerza que empuja las planchas contra los extremos de los engranajes.

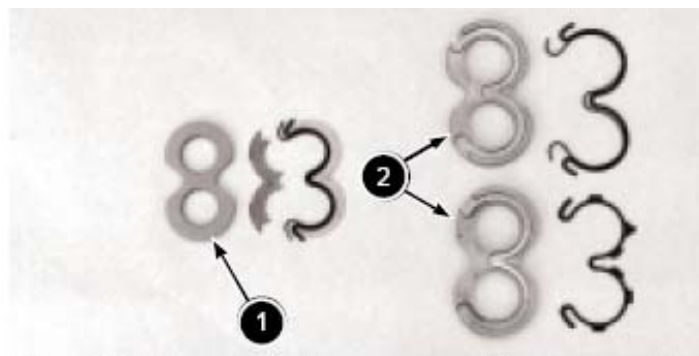


Fig. 3.3.9 Planchas de compensación de presión

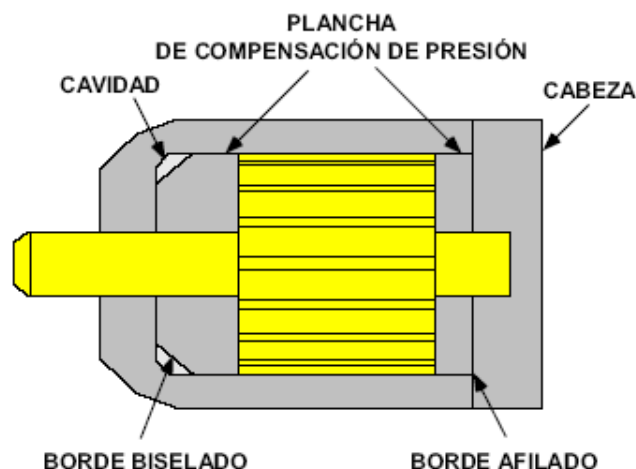


Fig. 3.3.10 Bombas de engranajes con cavidades

Planchas de Compensación de presión

En las bombas de engranajes se usan dos diseños de planchas de compensación de presión. El diseño anterior (1) tiene un reverso plano. En este diseño se usan una plancha de separación, una protección para el sello, un sello en forma de “tres” y un retenedor de sello. El diseño más reciente (2) tiene una ranura en forma de “tres”, incrustada en el respaldo y de mayor grosor que el diseño anterior. En el diseño más reciente de planchas de compensación de presión se usan dos tipos de sellos.

Bombas con cavidades

Las bombas de engranajes con la caja rectificada y cavidades para los engranajes tienen un radio de las paredes de la cavidad a la parte inferior de las cavidades. La plancha de separación o la de compensación de presión del diseño más reciente usada en la cavidad debe tener rebordes externos curvados o biselados para que ajusten completamente contra la parte inferior de la cavidad. Si se usa una plancha de separación de bordes afilados, un retenedor de sellos de borde afilado o una plancha de compensación de presión de borde afilado en una cavidad de la caja, forzará las planchas de compensación de presión contra los extremos de los engranajes y se producirá una falla.

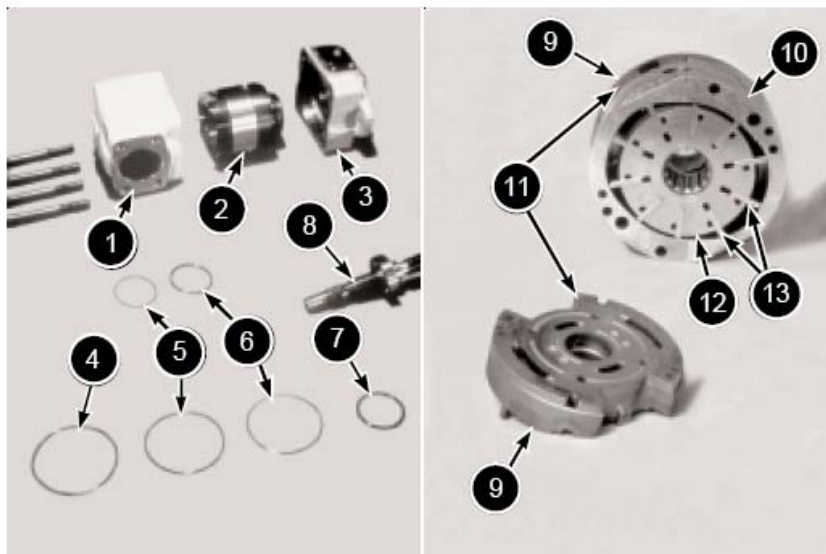


Fig. 3.3.11 Bomba de paletas

Partes Principales

BOMBA DE PALETAS

En las bombas de paletas de desplazamiento fijo y variable se usa la misma nomenclatura de piezas. Cada bomba consta de: caja (1), cartucho (2), plancha de montaje (3), sellos de la plancha de montaje (4), sellos del cartucho (5), anillos de protección del cartucho (6), anillo de resorte (7) y cojinete y eje de entrada (8). Los cartuchos constan de una plancha de soporte (9), anillo (10), planchas flexibles (11), rotor ranurado (12) y paletas (13).

Características

Las bombas de paletas son bombas de desplazamiento positivo. La salida de la bomba puede ser de desplazamiento fijo o variable. Las bombas de paletas se usan en los circuitos hidráulicos de los implementos. Estas bombas operan en una gama de presión entre 1.000 lb/pulg² y 3.000 lb/pulg². Algunos ejemplos de utilización de bombas de paletas son las bombas de dirección y de los implementos de los cargadores de ruedas medianas y las bombas de los implementos de las mototraíllas.

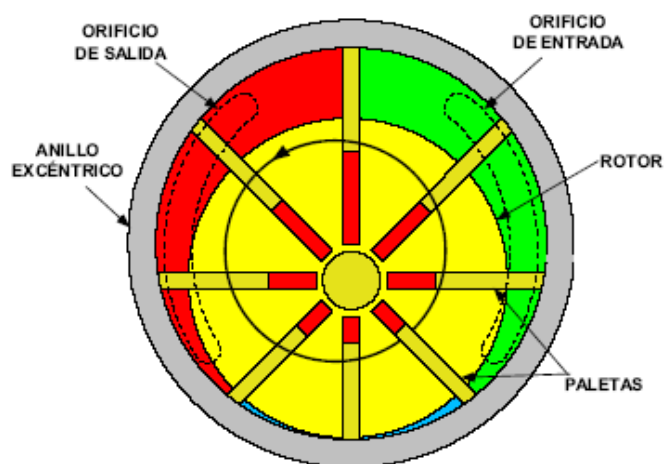


Fig. 3.3.14 Operación de la bomba de paletas

Funcionamiento de la bomba

Cuando el rotor gira por la parte interna de anillo excéntrico, las paletas se deslizan dentro y fuera de las ranuras del rotor para mantener el sello contra el anillo excéntrico. La parte interna del anillo de desplazamiento de la bomba de caudal fijo es de forma elíptica. A medida que las paletas se mueven fuera del rotor ranurado, cambia el volumen entre las paletas. La parte interna del anillo de desplazamiento de la bomba de caudal variable es de forma redondeada. Un aumento de la distancia entre el anillo y el rotor produce un incremento de volumen. El aumento de volumen produce un ligero vacío, que hace que el aceite de entrada sea empujado al espacio entre las paletas por acción de la presión atmosférica o la del tanque. A medida que el rotor continúa funcionando, una disminución en la distancia entre el anillo y el rotor produce una disminución del volumen. El aceite es empujado fuera de ese segmento del rotor al conducto de salida de la bomba. En algunos diseños de bomba para presión baja, las planchas de soporte y la caja sellan los lados del rotor y los extremos de las paletas. Las planchas de soporte se usan para dirigir el aceite a los conductos apropiados de la caja.

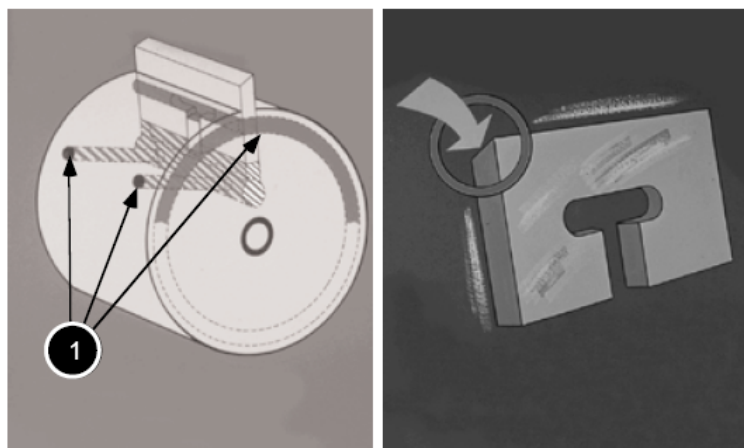
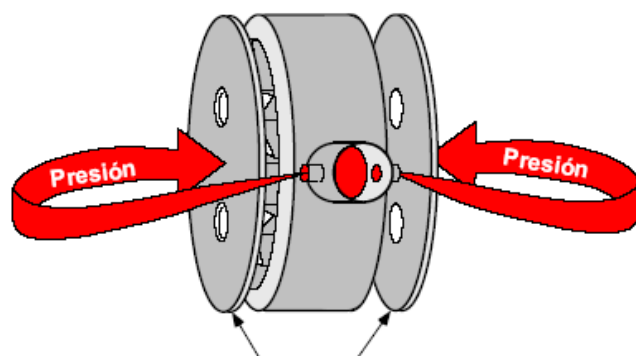


Fig. 3.3.12 Presurización de las paletas



PLANCHAS FLEXIBLES PRESURIZADAS

Fig. 3.3.13 Planchas flexibles presurizadas

Paletas

Las paletas inicialmente se mantienen contra el anillo excéntrico, gracias a la fuerza centrífuga producida por la rotación del rotor. A medida que el flujo aumenta, la presión resultante, que se produce por la resistencia a ese flujo, dirige el flujo a los conductos del rotor entre las paletas (1).

Este aceite presurizado bajo las paletas mantiene las puntas de las paletas presionadas contra el anillo excéntrico, y forman un sello. Las paletas se biselan (flecha) para evitar que se presionen en exceso contra el anillo excéntrico y para permitir así una presión compensadora a través del extremo exterior.

Planchas Flexibles

El mismo aceite presurizado es también enviado entre las planchas flexibles y las de soporte para sellar los lados del rotor y el extremo de las paletas. El tamaño del área del sello entre la plancha flexible y las de soporte controla la fuerza que empuja las planchas flexibles contra los lados del rotor y el extremo de las paletas. Los sellos en forma de riñón deben instalarse en las planchas de soporte, con el lado del sello anular redondeado dentro de la cavidad y el lado de plástico plano contra la plancha flexible.

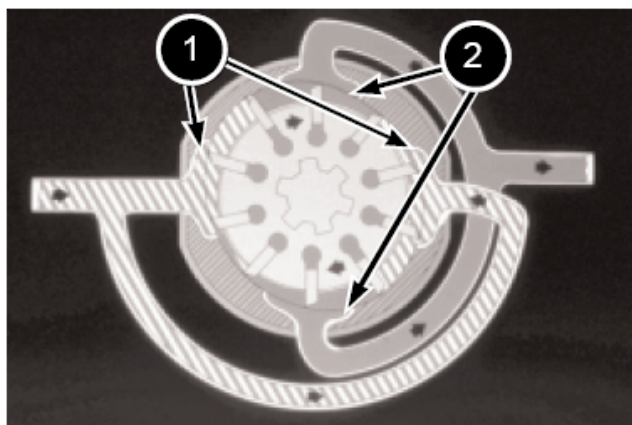


Fig. 3.3.15 Bomba de paletas compensada

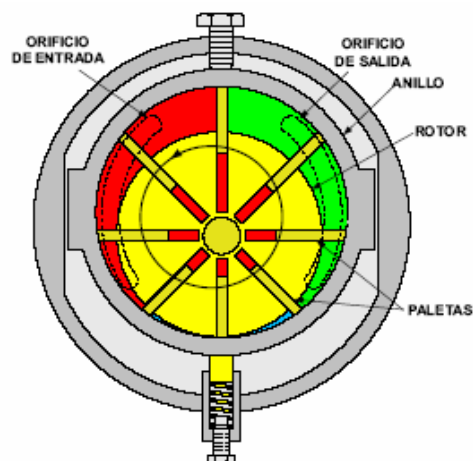


Fig. 3.3.16 Bomba de paletas de desplazamiento variable

Bomba de Paletas Compensada

La bomba de paletas compensada tiene un anillo excéntrico de forma elíptica. Esta forma elíptica hace que la distancia entre el rotor y el anillo excéntrico aumente y disminuya dos veces cada revolución. Las dos entradas (1) y las dos salidas (2) opuestas compensan las fuerzas contra el rotor. Este diseño no requiere grandes cajas y cojinetes para mantener las piezas en movimiento. La presión máxima de operación de las bombas de paletas es de 4.000 psi. Las bombas de paletas usadas en sistemas hidráulicos de equipos móviles tienen una presión máxima de operación de 3.300 psi o menos.

Bomba de Paletas de desplazamiento variable

Las bombas de paletas de desplazamiento variable se controlan desplazando un anillo redondeado atrás y adelante, en relación con la línea central del rotor. Muy rara vez, si acaso nunca, se usan bombas de paletas de desplazamiento variable en aplicaciones de sistemas hidráulicos de equipos móviles.

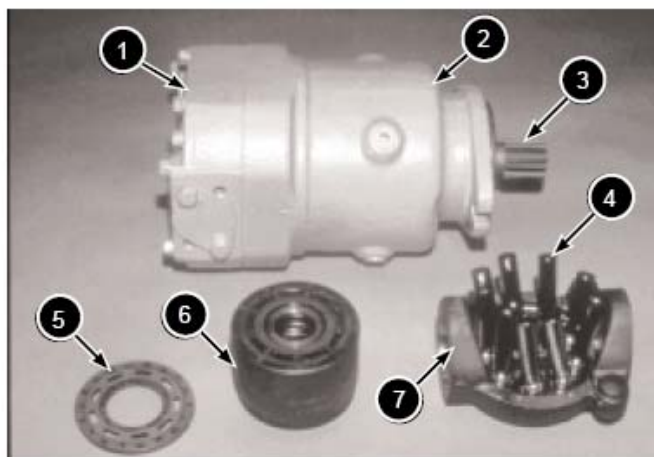
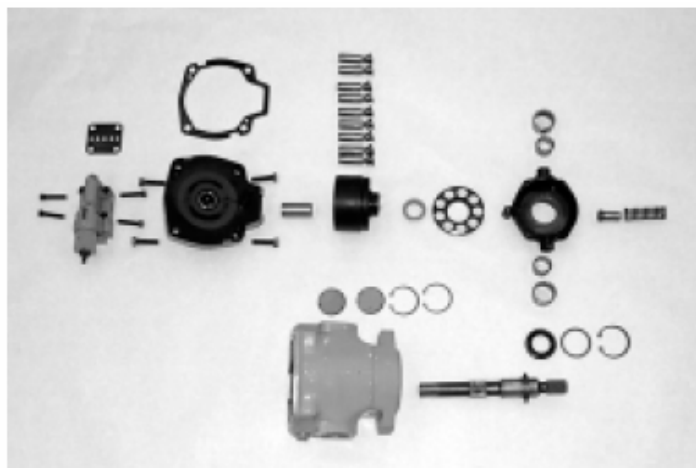


Fig. 3.3.17 Piezas comunes



BOMBA DE PISTONES

Partes Principales

La mayoría de bombas y motores de pistones tienen piezas comunes y usan la misma nomenclatura. Las piezas de la bomba de la figura 3.3.17 son: cabeza (1), caja (2), eje (3), pistones (4), plancha del orificio (5), tambor (6) y plancha basculante (7).

Características

Hay dos diseños de bombas de pistones: la de pistones axiales y la de pistones radiales. Los dos diseños de bombas son de desplazamiento positivo y altamente eficiente. Sin embargo, la salida puede ser de desplazamiento fijo o variable.

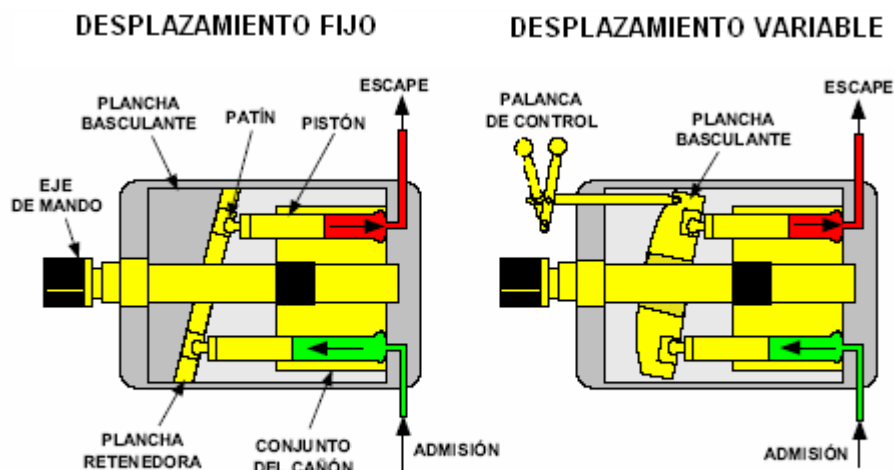


Fig. 3.3.5 Bombas de pistones

Funcionamiento de la Bomba

Bombas y motores de pistones axiales

Las bombas y los motores de pistones axiales de desplazamiento fijo se construyen en una caja recta o en una caja angular. La operación básica de las bombas y de los motores de pistones es la misma.

Pistones axiales de caja Recta

Bombas y motores de pistones axiales de caja recta

La figura 3.3.18 muestra la bomba de pistones axiales de desplazamiento fijo y la bomba de pistones axiales de desplazamiento variable.

En la bomba de caja recta, mostrada en la ilustración a la izquierda de la figura 3.3.18, los pistones se mantienen contra una plancha basculante fija, en forma de cuña. El ángulo de la plancha basculante controla la distancia que el pistón se mueve dentro y fuera de las cámaras del tambor. Mientras mayor sea el ángulo de la plancha basculante en forma de cuña, mayor será la distancia del movimiento del pistón y mayor la salida de la bomba por cada revolución.

En la bomba o motor de pistones axiales de desplazamiento variable, ya sea de plancha basculante o de tambor y plancha del orificio, el pistón puede pivotar atrás y adelante para cambiar su ángulo al del eje. El cambio del ángulo hace que el flujo de salida varíe entre los ajustes máximos y mínimos, aunque la velocidad del eje se mantiene constante.

En estas bombas, cuando un pistón se mueve hacia atrás, el aceite fluye hacia la entrada y llena el espacio dejado por el pistón en movimiento. A medida que la bomba gira, el pistón se mueve hacia adelante, el aceite es empujado hacia afuera a través del escape de salida y de allí pasa al sistema.

Casi todas las bombas de pistones usadas en equipos móviles son de pistones axiales.

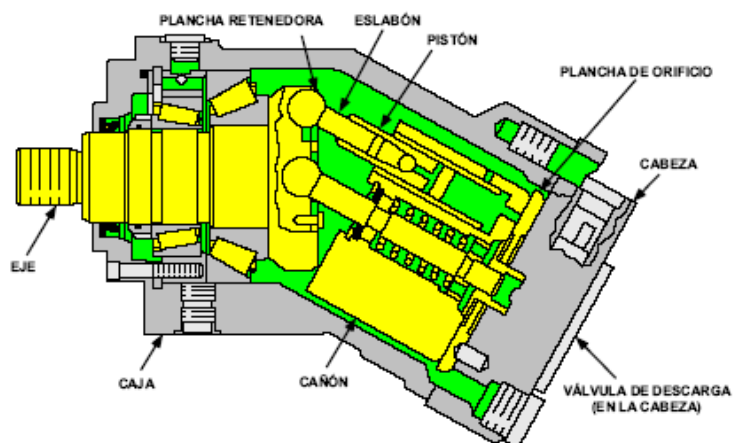


Fig. 3.3.19 Motor de pistones axiales con caja angular

Pistones axiales con caja Angular

Bomba de pistones axiales con caja angular

En la bomba de pistones de caja angular mostrada en la figura 3.3.19, los pistones están conectados al eje de entrada por eslabones de pistón o extremos de pistón esféricos que se ajustan dentro de las ranuras de una plancha. La plancha es una parte integral del eje. El ángulo entre la caja y la línea central del eje controla la distancia entre los pistones que entran y a las cámaras del tambor y salen de ellas. Cuanto más grande es el ángulo de la caja, mayor es la salida de la bomba por cada revolución.

Pistones de caja Recta y Angular

Motores de pistones de caja recta y angular

En el motor de pistones de desplazamiento fijo de caja recta, el ángulo de la plancha basculante en forma de cuña determina la velocidad del eje de salida del motor.

En el motor de pistones de caudal fijo de caja angular, el ángulo de la caja a la línea central del eje determina la velocidad del eje de salida del motor.

En ambos motores, la velocidad del eje de salida puede modificarse únicamente cambiando el flujo de entrada al motor.

Algunas bombas de pistones más pequeñas están diseñadas para presiones de 10.000 psi o más. Las bombas de pistones usadas en el equipo móvil están diseñadas para una presión máxima de 7.000 psi o menos.

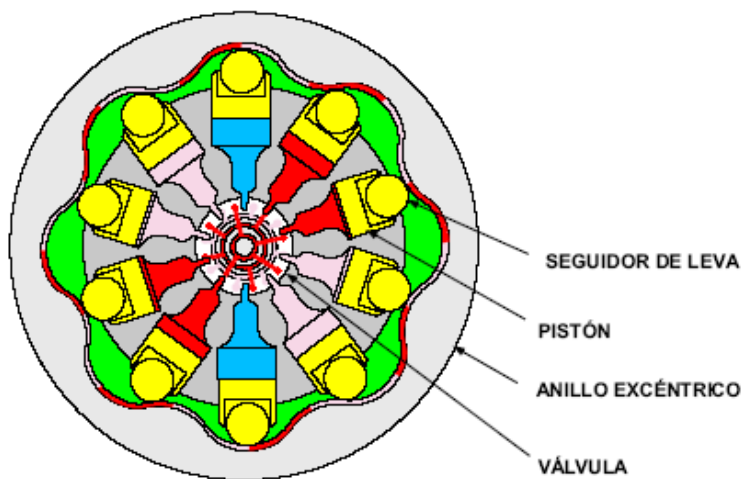


Fig. 3.3.20 Bomba de pistones radiales

Pistones Radiales

Bomba de pistones radiales

En la bomba de pistones radiales de la figura 3.3.20, los pistones se mueven hacia adentro y hacia afuera en una línea a 90 grados de la línea central del eje.

Cuando el seguidor de leva se desliza hacia abajo por el anillo excéntrico, los pistones se mueven hacia atrás. La presión atmosférica o una bomba de carga empuja el aceite a través del orificio de entrada y llena el espacio dejado por el pistón. Cuando el seguidor de leva se desliza hacia arriba por el anillo excéntrico, el pistón se mueve hacia adentro. El aceite es expulsado fuera del cilindro a través del orificio de salida.

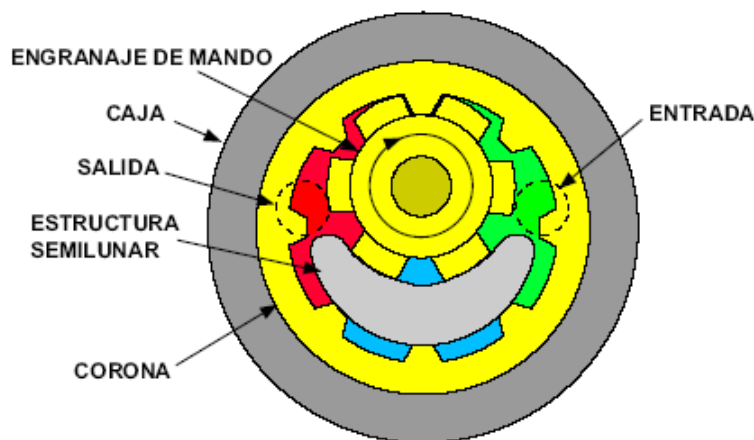


Fig. 3.3.21

Engranajes Internos

Bomba de engranajes internos

La bomba de engranajes internos (figura 3.3.21) tiene un pequeño engranaje de mando (engranaje de piñón) que impulsa una corona más grande (engranaje exterior). El paso de la corona es ligeramente más grande que el engranaje de mando. Debajo del piñón, entre el engranaje de mando y la corona, se encuentra una estructura semilunar fija. Los orificios de entrada y de salida están ubicados a cada lado de la estructura semilunar fija.

Cuando la bomba gira, los dientes del engranaje de mando y de la corona se desengranan en el orificio de entrada de la bomba. El espacio entre los dientes aumenta y se llena con el aceite de entrada.

El aceite es llevado entre los dientes del piñón y la medialuna, y entre los dientes de la corona y la medialuna, al orificio de salida. Cuando los engranajes pasan por el orificio de salida, el espacio entre los dientes disminuye y los dientes engranan. Esta acción expulsa el aceite de los dientes hacia el orificio de salida.

La bomba de engranajes internos se usa como bomba de carga en algunas bombas grandes de pistones.

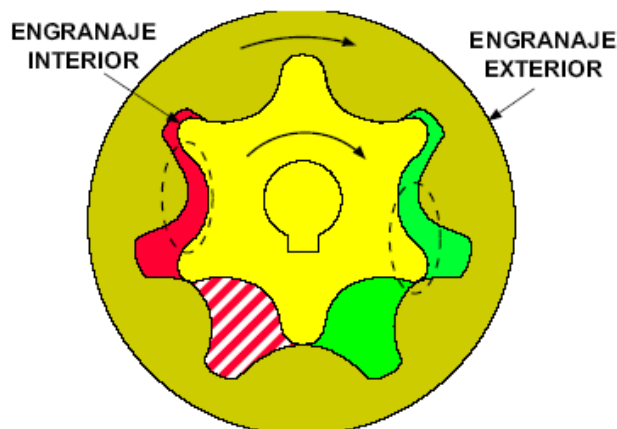


Fig. 3.3.22

Curva Conjugada

Bomba de curva conjugada

La bomba de curva conjugada (figura 3.3.22) también se conoce con el nombre de bomba GEROTORTM. Los engranajes interiores y exteriores giran dentro de la caja de la bomba. El bombeo se hace gracias al modo en que los lóbulos de los engranajes interior y exterior se engranan durante la rotación. A medida que los engranajes interiores y exteriores giran, el engranaje interior gira por dentro del engranaje exterior. Los orificios de entrada y de salida se localizan en las tapas extremas de la caja. El fluido que llega por el orificio de entrada es llevado alrededor hasta el orificio de salida y expulsado cuando los lóbulos engranan.

Las bombas de curva conjugada modificada se usan en algunas Unidades de Control de Dirección (SCU) de los sistemas de dirección y, en estos casos, el engranaje exterior es fijo y sólo gira el engranaje interno.

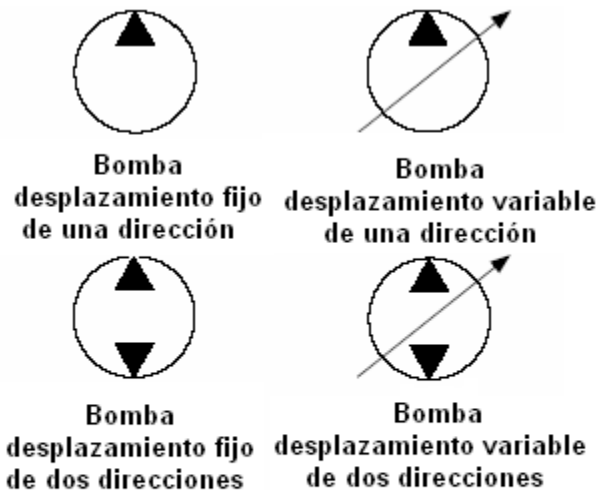


Fig. 3.3.23 Símbolos ISO de la bomba

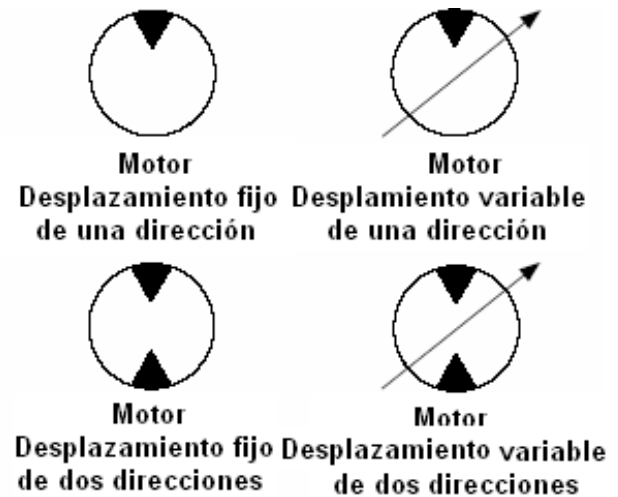


Fig. 3.3.24 Símbolos ISO del motor

Bomba

Símbolos ISO de la bomba

Los símbolos ISO de la bomba se distinguen por un triángulo negro dentro de un círculo. La punta del triángulo toca el borde interno del círculo. Una flecha que atraviesa el círculo completa el símbolo ISO de la bomba de desplazamiento variable.

Motor

Símbolos ISO del motor

Los símbolos ISO del motor se distinguen por un triángulo negro dentro de un círculo. La punta del triángulo señala el centro del círculo. Una flecha que atraviesa el círculo indica una entrada variable por revolución.

Lección 4: válvulas de control de presión

Introducción

Las válvulas se usan para controlar el flujo y la presión del aceite hidráulico en un sistema hidráulico. Las válvulas hidráulicas se agrupan en tres categorías, basadas en su función principal. Los tres tipos principales de válvulas hidráulicas son: válvulas de control de presión, válvulas de control de flujo y válvulas de control direccional. Una válvula puede construirse para combinar varias de estas funciones. Una válvula generalmente toma el nombre de la función que desempeña o de cómo fue construida.

Las válvulas de control de presión se usan para controlar la presión en un circuito o en un sistema. La función de la válvula principal siempre es la misma, aunque el diseño puede cambiar. Ejemplos de válvulas de control de presión incluyen las válvulas de alivio, las válvulas de secuencia, las válvulas reductoras de presión, las válvulas diferenciales de presión y las válvulas de descarga.

Objetivos

Al terminar esta lección, el estudiante podrá:

1. Nombrar las cuatro válvulas de control de presión más comunes.
2. Describir las funciones de la válvula de alivio, de la válvula de secuencia, de la válvula reductora de presión y de la válvula de presión diferencial.
3. Identificar los símbolos ISO de las cuatro válvulas de control de presión más comunes.

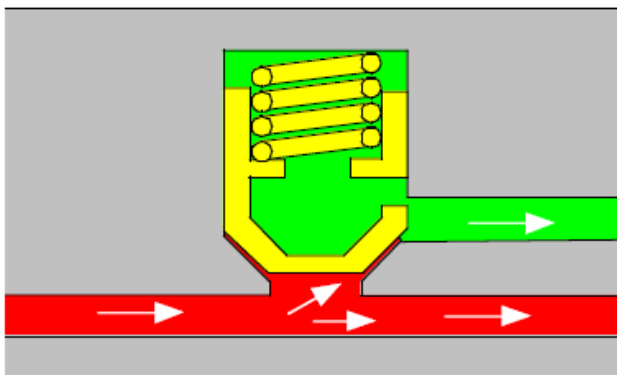
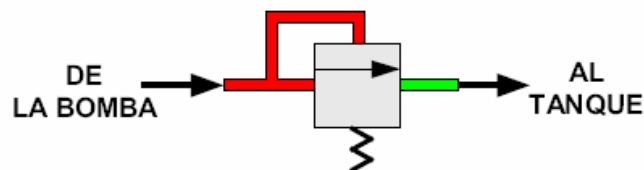


Fig. 3.4.1 Presión de apertura de la válvula



Símbolo ISO de la válvula de alivio

VÁLVULA DE ALIVIO

Los sistemas hidráulicos se diseñan para operar dentro de cierta gama de presión. Exceder esta gama puede dañar los componentes del sistema o convertirse en un peligro potencial para el usuario. La válvula de alivio mantiene la presión dentro de límites específicos y, al abrirse, hace que el aceite en exceso fluya a otro circuito o regrese al tanque.

El símbolo ISO de la válvula de alivio representa tanto a la válvula de alivio simple como a la válvula de alivio de operación piloto. El símbolo ISO es el mismo para todas las válvulas de alivio.

Presión de apertura

Válvula de alivio de presión simple, presión de apertura de la válvula

La válvula de alivio simple (también llamada válvula de accionamiento directo) se mantiene cerrada por acción de la fuerza del resorte. La tensión del resorte se ajusta a una "presión de alivio".

Sin embargo, el ajuste de la presión de alivio no es la presión a la que la válvula comienza a abrirse.

Cuando ocurre una condición que causa resistencia en el circuito al flujo normal de aceite, el flujo de aceite en exceso hace que la presión de aceite aumente. El aumento de la presión de aceite produce una fuerza en la válvula de alivio. Cuando la fuerza de la presión de aceite en aumento sobrepasa la fuerza del resorte de la válvula de alivio, la válvula se mueve contra el resorte y la válvula comienza a abrirse. La presión requerida para comenzar a abrir la válvula se llama "presión de apertura". La válvula se abre lo suficiente para permitir que sólo el aceite en exceso fluya a través de la válvula.

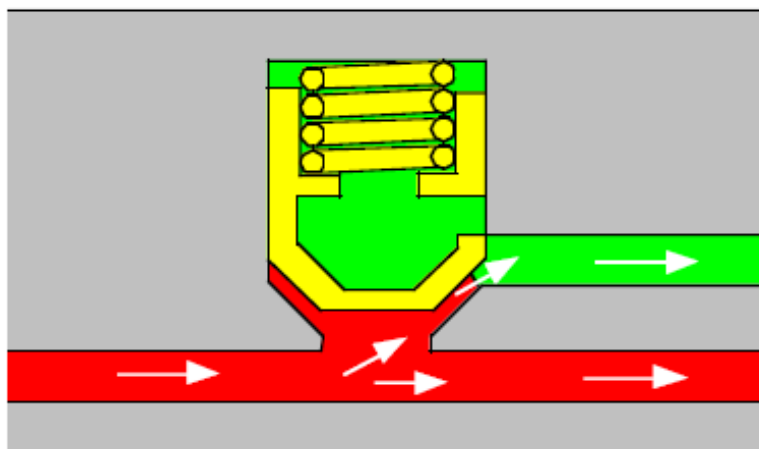


Fig. 3.4.2 Ajuste de la presión de alivio

Ajuste de la Presión de alivio

Válvula de alivio de presión simple, ajuste de la presión de alivio

Un incremento en la resistencia del flujo de aceite aumenta el volumen de aceite en exceso y por lo tanto la presión del circuito. El aumento de presión del circuito sobrepasa la nueva tensión del resorte y hace que se abra la válvula de alivio.

El proceso se repite hasta que todo el flujo de la bomba esté fluyendo a través de la válvula de alivio. Este es el “ajuste de la presión de alivio”, como se muestra en la figura 3.4.2.

La válvula de alivio simple se usa generalmente cuando el volumen del flujo de aceite en exceso es bajo o se necesita una respuesta rápida. Esto hace a la válvula de alivio simple ideal para aliviar presiones por choque o como válvula de seguridad.

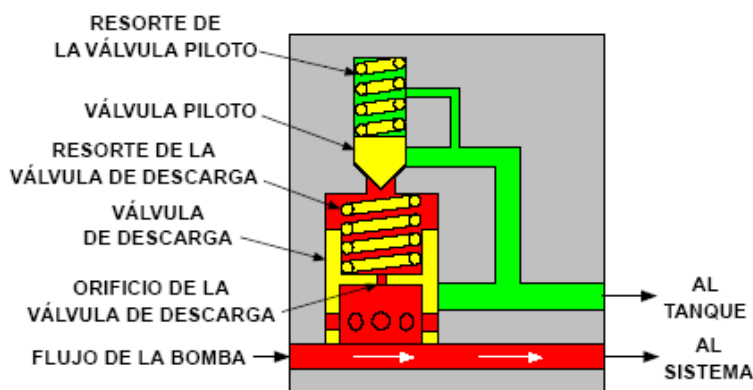


Fig. 3.4.3 Flujo de aceite del sistema

Válvula de alivio de operación piloto

La válvula de alivio de operación piloto (figura 3.4.3) se usa con frecuencia en sistemas que requieren un gran volumen de aceite y donde hay una diferencia pequeña entre la presión de apertura de la válvula y la presión de flujo pleno.

En la válvula de alivio de operación piloto, una válvula piloto (válvula de alivio simple) controla la válvula de descarga (válvula principal).

La válvula piloto es mucho más pequeña y no maneja un volumen grande de flujo de aceite. Por tanto, el resorte de la válvula piloto es también más pequeño y permite un control de presión más preciso. La diferencia entre la presión de apertura de la válvula piloto y la presión máxima se mantiene al mínimo.

La válvula de descarga es lo suficientemente grande para manejar el flujo completo de la bomba a la presión de alivio máxima determinada.

Posición Cerrada

La válvula de descarga usa la presión de aceite del sistema para mantener la válvula cerrada. Por tanto, el resorte de la válvula de descarga no necesita ser muy fuerte y pesado. Esto hace que la válvula de descarga tenga una presión de apertura más precisa.

El aceite del sistema fluye a la caja de la válvula de alivio a través del orificio de la válvula de descarga y llena la cámara del resorte de la válvula de descarga. El aceite de la cámara del resorte de la válvula de descarga entra en contacto con una pequeña área de la válvula piloto.

Esto hace que la válvula piloto use un resorte pequeño para controlar una presión alta. Cuando la presión de aceite aumenta en el sistema, la presión será la misma en la cámara del resorte de la válvula de escape.

Por tanto, la presión de aceite será igual en ambos lados de la válvula de descarga. La fuerza combinada de la presión de aceite del sistema en la cámara del resorte de la válvula de descarga y la fuerza del resorte en la parte superior de la válvula de descarga son mayores que la fuerza de la presión de aceite del sistema contra la parte inferior de la válvula. La fuerza combinada en la cámara del resorte mantiene la válvula de descarga cerrada.

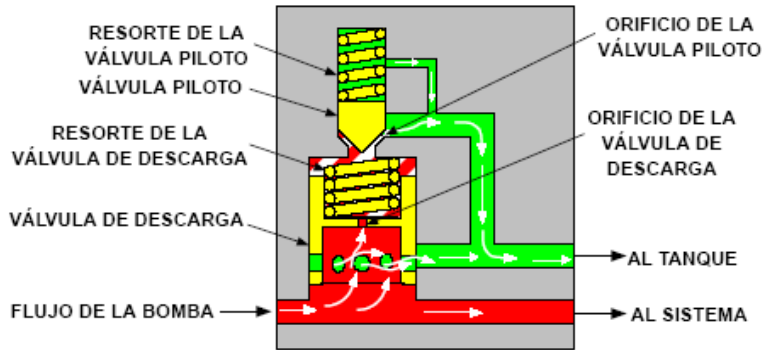
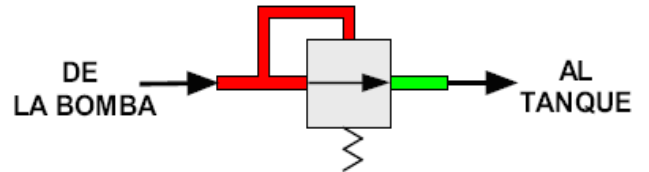


Fig. 3.4.4 Válvula piloto en posición abierta



Símbolo ISO de la válvula de alivio en posición abierta

Posición Abierta

Cuando la presión de aceite del sistema excede el valor del resorte de la válvula piloto (figura 3.4.4), se abre la válvula piloto y hace que el aceite de la cámara del resorte de la válvula de descarga fluya al tanque. El orificio de la válvula piloto es más grande que el de la válvula de descarga. Por tanto, el flujo de aceite pasará por la válvula piloto más rápido que a través del orificio de la válvula de descarga.

Esto hará que la presión disminuya en la cámara del resorte de la válvula de descarga. La fuerza debida a la presión más alta del aceite del sistema mueve la válvula de descarga contra el resorte.

El flujo de aceite en exceso de la bomba fluye a través de los orificios de estrangulamiento, en la válvula de descarga, al tanque. Los orificios de estrangulamiento, al descargar el volumen de aceite necesario, mantienen la presión de alivio deseado en la válvula de descarga.

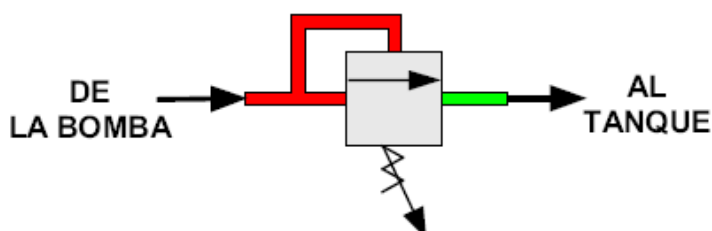


Fig. 3.4.7 Válvula de alivio de caudal variable

Símbolo ISO

Símbolo ISO de la válvula de alivio de caudal variable

La figura 3.4.7 muestra el símbolo ISO de una válvula de alivio de caudal variable.

El símbolo ISO de la válvula de alivio de caudal variable es la representación gráfica de la válvula simple con una flecha que atraviesa el resorte. La flecha indica que la tensión del resorte puede variarse.

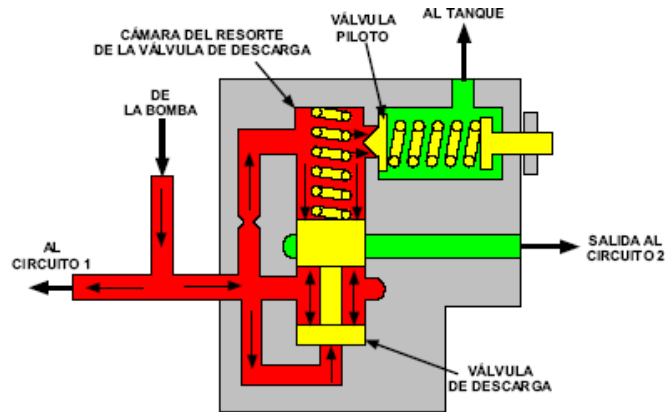
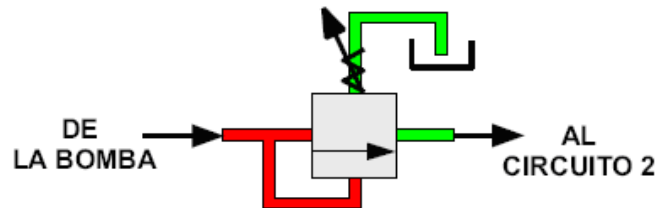


Fig. 3.4.8 Válvula de secuencia en posición CERRADA



Símbolo ISO de la válvula de secuencia

VALVULA DE SECUENCIA

La válvula de secuencia (figura 3.4.8) es simplemente una válvula de alivio de operación piloto en serie con un segundo circuito. La válvula de secuencia se usa cuando una bomba suministra aceite a dos circuitos y uno de los circuitos tiene prioridad sobre el otro.

Posición Cerrada

La válvula de secuencia bloquea el flujo de aceite al circuito 2, hasta que el circuito 1 esté lleno. Cuando el aceite de la bomba llena el circuito 1, comienza a aumentar la presión de aceite. El aumento produce una fuerza a través del circuito, así como en la parte inferior de la válvula de descarga y en la cámara del resorte de la válvula de descarga de la válvula de secuencia.

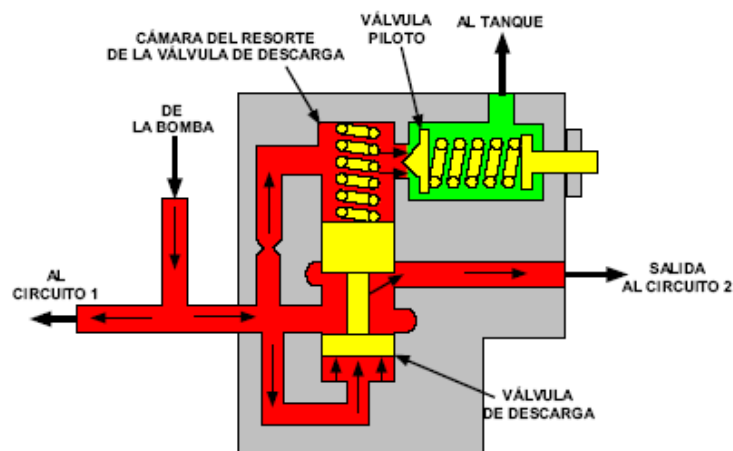


Fig. 3.4.9 Válvula de secuencia ABIERTA

Posición Abierta

Cuando la presión en la cámara del resorte de la válvula de descarga excede el valor del ajuste de la válvula piloto, la válvula piloto se abre. La válvula piloto abierta hace que el aceite pase de la cámara del resorte de la válvula de descarga al tanque y que la presión disminuya en la cámara del resorte de la válvula de descarga. La fuerza de la presión alta del sistema de aceite mueve la válvula de descarga contra el resorte de la válvula de descarga y abre el conducto al circuito 2. El flujo de aceite de la bomba pasa, a través de la válvula de secuencia, al circuito 2. La válvula de secuencia permanece abierta hasta que la presión del circuito 1 disminuya a un valor menor que la presión de control de la válvula de secuencia.

NOTA: La válvula de secuencia se usa en traíllas autocargadores para abrir la puerta del piso antes del avance del expulsor.

Símbolo ISO

Símbolo ISO de la válvula de secuencia

La operación de la válvula de secuencia es igual a la operación de la válvula de alivio.

En la válvula de alivio, la cámara del resorte es normal que se drene internamente en el conducto de salida. En la válvula de secuencia, el conducto de salida se conecta a un segundo circuito. Como el segundo circuito está a presión cuando la válvula de secuencia se abre, la cámara del resorte de la válvula piloto debe drenar externamente al tanque.

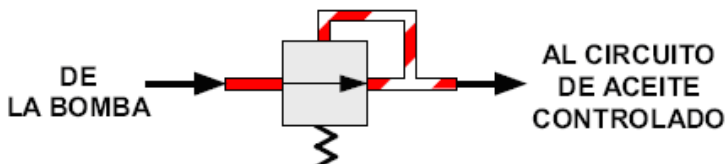
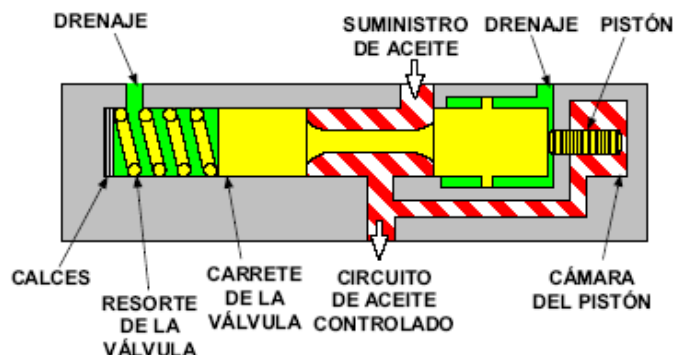


Fig. 3.4.11 Válvula reductora de presión

Símbolo ISO de la válvula reductora de presión

VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN

La válvula reductora de presión hace que dos circuitos con diferente presión obtengan suministro de la misma bomba. La válvula de alivio del sistema controla la presión máxima de aceite de suministro. La válvula reductora de presión controla la presión máxima del circuito de aceite controlado.

Posición Normal Abierta

La figura 3.4.11 muestra la válvula reductora de presión en la posición normal abierta.

Al arrancar la bomba, la fuerza del resorte de la válvula mantiene el carrete de la válvula y el pistón a la derecha. El aceite de suministro fluye alrededor del carrete de la válvula reductora de presión al circuito de aceite controlado (al lado corriente bajo de válvula). El aceite de suministro también fluye, a través del conducto de aceite, a la cámara del pistón a la derecha del carrete de la válvula. Cualquier cambio en la presión del circuito de aceite controlado cambia la presión en la cámara del pistón. Al arrancar la bomba, la presión del aceite de suministro y la presión de aceite controlado son iguales.

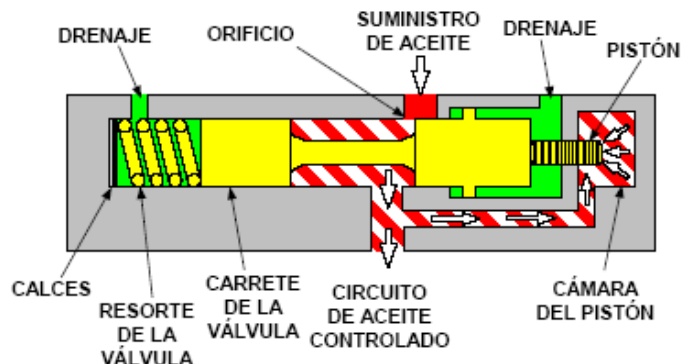


Fig. 3.4.12 Válvula reductora de presión en condición normal de operación

Condición Normal de Operación

La figura 3.4.12 muestra la válvula reductora de presión en condición normal de operación.

Cuando la presión aumenta en el circuito de aceite controlado, el aumento produce una fuerza en la cámara del pistón. El aumento de presión mueve a la izquierda el pistón contra el carrete de la válvula y la fuerza del resorte. Cuando el carrete de la válvula se mueve a la izquierda, el carrete restringe el suministro de aceite que fluye a través de la válvula y reduce la presión del circuito del aceite controlado.

El movimiento del carrete de la válvula crea un orificio variable entre el suministro de aceite y el circuito de aceite controlado. El orificio variable hace que la presión en el circuito de aceite controlado aumente o disminuya, lo cual varía el flujo de aceite, como sea necesario.

El aceite de la cámara del resorte debe drenar al tanque. Cualquier incremento en la presión del aceite de la cámara del resorte produce un aumento en el ajuste de control de presión de la válvula.

NOTA: La válvula reductora de presión se usa en muchos circuitos de los cargadores de ruedas para reducir la presión del cilindro de levantamiento hasta una presión inferior a la del sistema piloto. Esto proporciona un medio de bajar los brazos de levantamiento cuando el motor no está en operación.

Símbolo ISO

Símbolo ISO de la válvula reductora de presión

El símbolo ISO usa un solo rectángulo para representar la posición infinita o la capacidad de dosificación de la válvula reductora de presión.

El aceite de la bomba fluye, a través de la válvula NORMALMENTE ABIERTA, al circuito de aceite controlado. La presión del circuito de aceite controlado ejerce una fuerza a través de la tubería piloto y mueve la válvula (flecha) contra el resorte. Cuando la fuerza de la presión de aceite controlado sobrepasa la fuerza del resorte, la válvula se mueve hacia abajo y restringe el flujo de aceite al circuito de aceite controlado. La presión corriente arriba puede seguir aumentando. Sin embargo, la presión corriente abajo no aumentará más allá de la presión de control de la válvula reductora de presión.

Cuando disminuye la presión del circuito de aceite controlado, la fuerza del resorte desplazará la flecha hacia arriba a la posición abierta. La válvula dosifica constantemente el flujo de aceite para mantener la presión del circuito de aceite controlado.

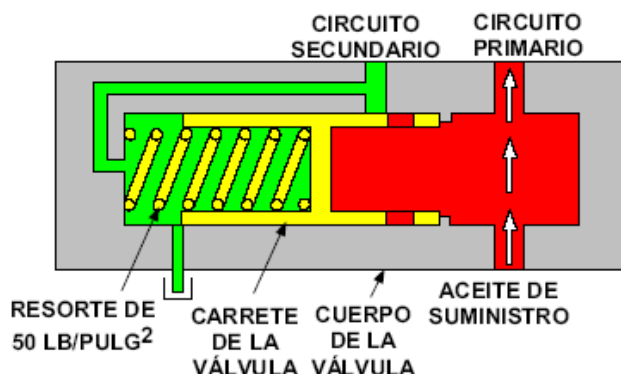
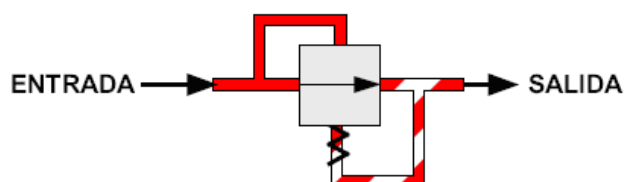


Fig. 3.4.14 Arranque de la bomba



Símbolo ISO de la válvula de presión diferencial

VÁLVULA DE PRESIÓN DIFERENCIAL

En la figuras 3.4.14 el resorte experimenta una fuerza de 50 libras en el carrete de la válvula de 1 pulg². La presión de aceite de suministro debe exceder la presión de 345 kPa (50 psi) para sobrepasar la fuerza del resorte y mover el carrete de la válvula.

Arranque de la Bomba

La figura 3.4.14 muestra una válvula de presión diferencial. La válvula de presión diferencial mantiene una diferencia de presión específica entre dos circuitos.

Al arrancar la bomba, y con una presión cualquiera menor de 345 kPa (50 psi) en el circuito principal, la fuerza del resorte mantiene el carrete de la válvula a la derecha. El flujo de aceite se bloquea en el circuito secundario. Cualquier cambio en la presión del circuito primario se registra en el carrete de la válvula.

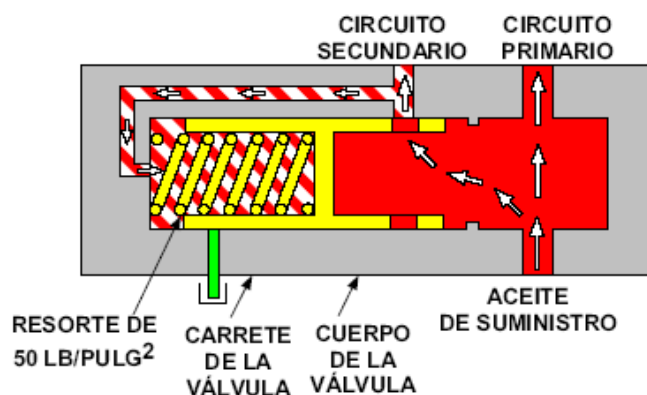


Fig. 3.4.15

Condición de Operación Normal

Cuando el circuito primario se llena de aceite, la presión comienza a aumentar. Cuando la presión del circuito primario alcanza más de 345 kPa (50 psi), la presión del circuito primario sobrepasa la fuerza del resorte de la válvula de presión diferencial de 345 kPa (50 psi) y mueve la válvula de presión diferencial hacia la izquierda. El suministro de aceite fluye al circuito secundario y, a través del conducto, a la cámara del resorte de la válvula de presión diferencial.

Cuando el circuito secundario se llena de aceite, la presión comienza a aumentar. El aumento de presión ejerce fuerza en la cámara del resorte de la válvula de presión diferencial. La fuerza combinada del resorte y la presión de aceite mueven el carrete de la válvula a la derecha intentando cortar el flujo de aceite al circuito secundario. Sin embargo, el aumento de presión del circuito primario mantiene la válvula abierta. La presión aumenta tanto en el circuito primario como en el secundario hasta cuando la válvula de alivio se abre y envía el flujo de la bomba de regreso al tanque.

La válvula de presión diferencial establece una posición que constantemente mantiene a 345 kPa (50 psi) la diferencia de presión entre los circuitos primario y secundario para todas las presiones mayores de 345 kPa (50 psi).

NOTA: Las válvulas de presión diferencial se usan mucho en las servotransmisiones de varias máquinas.

Símbolo ISO	Símbolo ISO de la válvula de presión diferencial
-------------	--

	La presión del lado de entrada ejerce fuerza sobre la válvula y trabaja contra la fuerza del resorte del mismo modo que en la válvula de alivio de presión. La presión de salida se registra en la válvula y trabaja con la fuerza del resorte. La diferencia entre la presión de entrada y de salida es siempre igual a la fuerza del resorte del carrete de la válvula, sin importar los cambios de presión en el orificio de entrada. Por ejemplo, una presión de fuerza del resorte de 345 kPa (50 psi) producirá una diferencia entre la presión de entrada y la de salida de 345 kPa (50 psi).
--	---

	La fuerza del resorte cambia para ajustarse a cualquier variación requerida en la presión diferencial. Normalmente, no se usan calces para ajustar los requerimientos de presión.
--	--

Lección 5: válvulas de control direccional

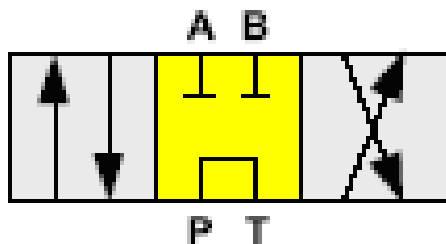
Introducción

Las válvulas de control direccional se usan para enviar el aceite a circuitos separados de un sistema hidráulico. Al usar una válvula de control direccional, se deben considerar la capacidad máxima de flujo y la caída de presión a través de la válvula. Las válvulas de control direccional pueden estar en interfaz con controles manuales, hidráulicos, neumáticos y electrónicos. Estos factores se determinan principalmente durante el diseño del sistema inicial.

Objetivos

Al terminar esta lección, el estudiante podrá:

1. Describir la función de las válvulas de control manual tipo carrete, tipo rotatorio y accionadas por solenoide.
2. Describir la función de la válvula de retención simple, de la válvula de retención de operación piloto, la válvula de retención de traba, la válvula de lanzadera inversa y la válvula de lanzadera.
3. Identificar los símbolos ISO de las diferentes válvulas de control direccional



VÁLVULA DE CONTROL DIRECCIONAL

La válvula de control direccional se usa para enviar el suministro de aceite al accionador en un sistema hidráulico.

El cuerpo de la válvula se perfora, se rectifica y algunas veces el orificio se trata térmicamente.

Los orificios de entrada y de salida se perforan y se roscan. El carrete de la válvula se trata con acero de alto grado. Algunos carretes de válvula se tratan térmicamente, se esmerilan a sus dimensiones y se pulen. Otros carretes de válvula se croman, se esmerilan a sus dimensiones y se pulen. El cuerpo y el carrete de la válvula se acoplan en el conjunto según las especificaciones del diseño. Una vez armado el conjunto, el carrete de la válvula es la única pieza que se mueve.

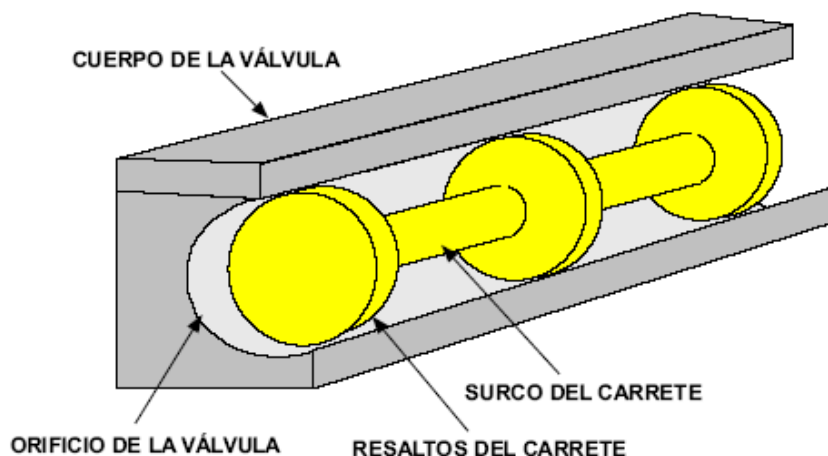


Fig. 3.5.1 Carrete de válvula

Carrete de Válvula

El carrete de válvula (figura 3.5.1) consta de resaltos y surcos. Los resaltos bloquean el flujo de aceite a través del cuerpo de la válvula.

Los surcos hacen que el aceite fluya alrededor del carrete y a través del cuerpo de la válvula.

La “normal” es la posición del carrete cuando no está activado.

Cuando una válvula de “centro abierto” está en posición normal, el suministro de aceite fluye a través de la válvula y retorna al tanque.

Cuando una válvula de “centro cerrado” está en posición normal, el carrete de la válvula bloquea el suministro de aceite.

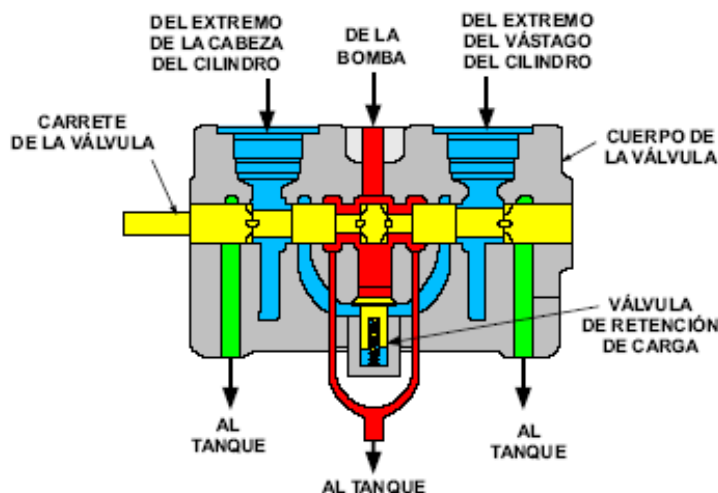


Fig. 3.5.2 Válvula de control direccional en posición FIJA

Centro abierto en posición fija

La figura 3.5.2 muestra un diagrama de corte de una válvula típica de control direccional de centro abierto, en posición FIJA.

En la posición FIJA, el aceite de la bomba fluye al cuerpo de la válvula, pasa alrededor del carrete de la válvula y regresa al tanque. El aceite de la bomba también fluye a la válvula de retención de carga. El conducto detrás de la válvula de retención de carga se llena con aceite bloqueado. El aceite bloqueado y el resorte de la válvula de retención de carga mantienen cerrada la válvula de retención de carga. El carrete de la válvula también bloquea el aceite en la tubería al extremo del vástago y al extremo de la cabeza del cilindro.

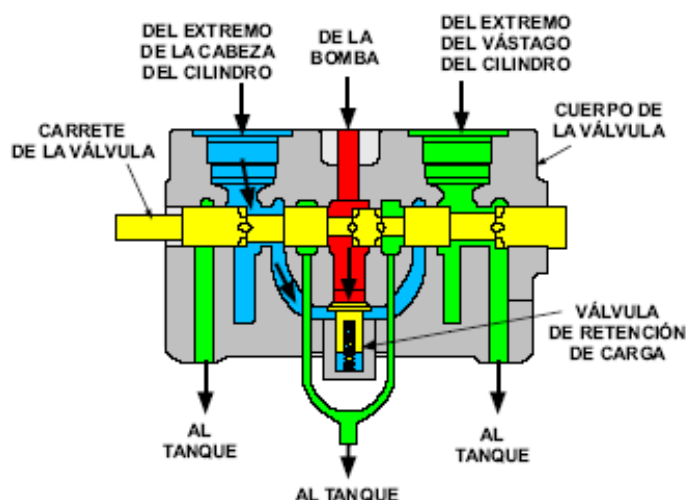


Fig. 3.5.3 Válvula de control direccional en posición LEVANTAR

Centro Abierto en Posición Levantar

La figura 3.5.3 muestra el carrete de válvula en el instante en que se ha movido a la posición LEVANTAR.

Cuando el carrete de la válvula se mueve a la posición LEVANTAR, el carrete de la válvula bloquea el flujo de aceite de la bomba al tanque. Sin embargo, el flujo del aceite de la bomba está abierto a la válvula de retención de carga. El carrete de la válvula también conecta el extremo de la cabeza del cilindro con el aceite detrás de la válvula de retención de carga y el extremo del vástago del cilindro con el conducto al tanque.

La válvula de retención de carga impide que el aceite del extremo de la cabeza del cilindro fluya al conducto de aceite de la bomba. El flujo de aceite de la bomba bloqueado produce un aumento de la presión de aceite.

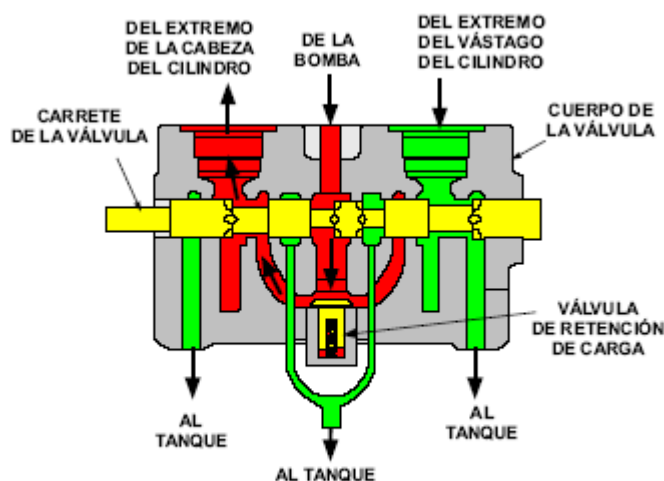


Fig. 3.5.4 Posición levantar

Centro abierto
Posición
Levantar

En la figura 3.5.4 el aumento de la presión de aceite de la bomba sobrepasa la presión detrás de la válvula de retención de carga (saca de su asiento la válvula de retención de carga). El flujo de aceite de la bomba pasa a la válvula de retención de carga y, alrededor del carrete de la válvula, al extremo de la cabeza del cilindro.

El aceite del extremo del vástago del cilindro pasa por el carrete de la válvula y fluye al tanque.

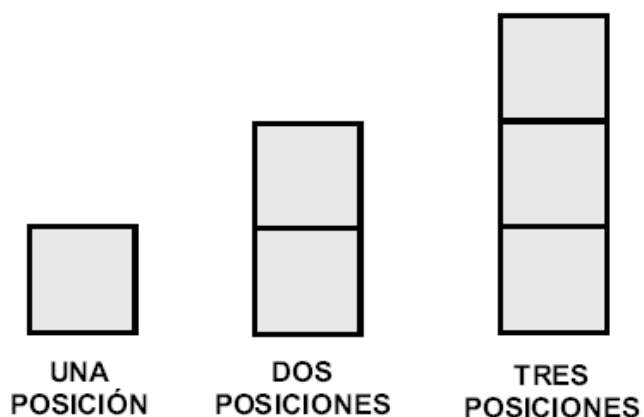


Fig. 3.5.5 Símbolos ISO

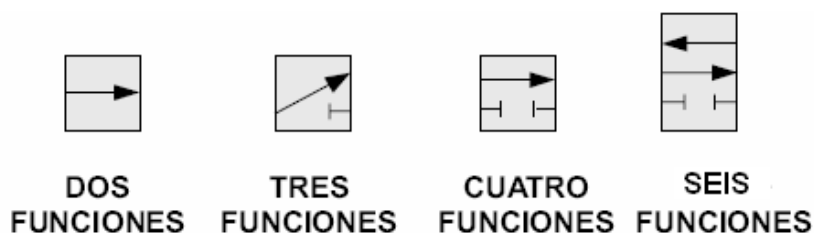


Fig. 3.5.6 Orificio de la válvula

Símbolos ISO de la válvula de control direccional

Rectángulo Básico

El símbolo ISO de la válvula básica de la figura 3.5.5 consta de uno o de varios rectángulos. El número de rectángulos representa las posiciones que puede tener la válvula.

Orificio de la Válvula

En la figura 3.5.6 se muestran los orificios de la válvula que conectan las tuberías de operación.

Una válvula con dos orificios se refiere generalmente a una válvula de dos funciones. No se debe confundir con una válvula de dos posiciones (mostrada en la figura 3.5.5). Las válvulas pueden tener tantas posiciones y orificios como sean necesarios. Sin embargo, la mayoría de las válvulas tienen un número de posiciones entre 1 y 3, y un número de orificios entre 2 y 6.

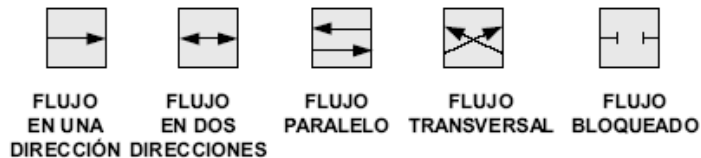


Fig. 3.5.7 Paso del flujo

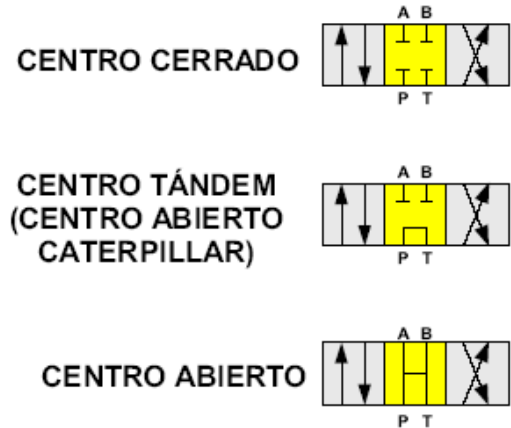


Fig. 3.5.8 Válvula de tres posiciones

Paso del flujo

En la figura 3.5.7 las líneas y las flechas dentro de los rectángulos indican básicamente el paso y la dirección del flujo entre los orificios.

Válvula de tres Posiciones

La figura 3.5.8 muestra el símbolo ISO de una válvula de tres posiciones. En la válvula de tres posiciones, la del centro es la NEUTRAL o FIJA. Cuando la válvula no está haciendo un trabajo, la válvula está en la posición FIJA.

Dependiendo del diseño del carrete, la posición del centro sirve para diferentes propósitos.

El símbolo ISO de la parte superior de la figura representa una válvula de centro cerrado. Cuando está en la posición FIJA, el carrete de centro cerrado bloquea todo el flujo de aceite.

El símbolo ISO del centro de la figura representa una válvula de centro en tándem. Cuando está en la posición FIJA, la válvula de centro en tándem bloquea el flujo de aceite en los puntos A y B, pero conecta la bomba al tanque.

El símbolo ISO de la parte inferior de la figura representa una válvula de centro abierto. Cuando está en la posición FIJA, la válvula de centro abierto conecta todos los orificios al tanque.

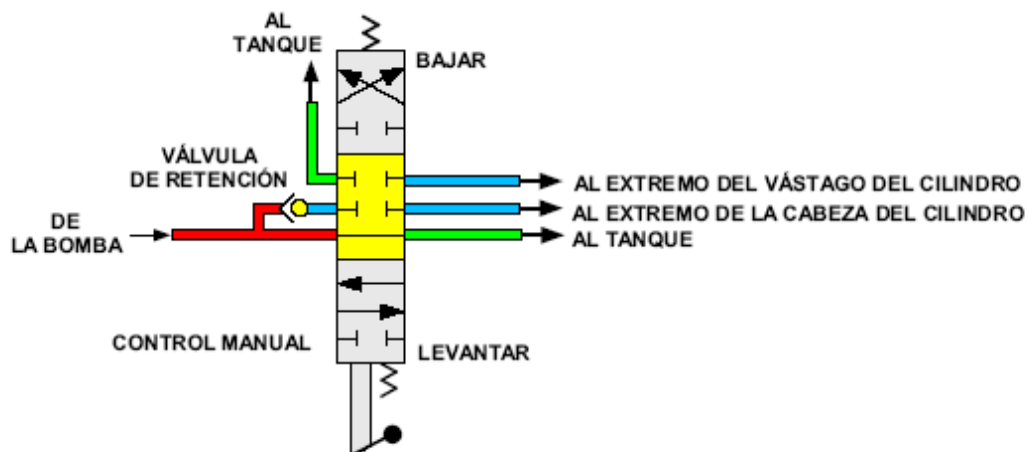


Fig. 3.5.9 Válvula de seis funciones

Válvula de control manual de tres posiciones, seis funciones

Centro Abierto

La figura 3.5.9 muestra una válvula de control manual de tres posiciones, seis funciones, de centro abierto, en la posición FIJA. El aceite de la bomba fluye, alrededor del carrete de la válvula, al tanque. El aceite del cilindro se bloquea en el carrete de la válvula de control.

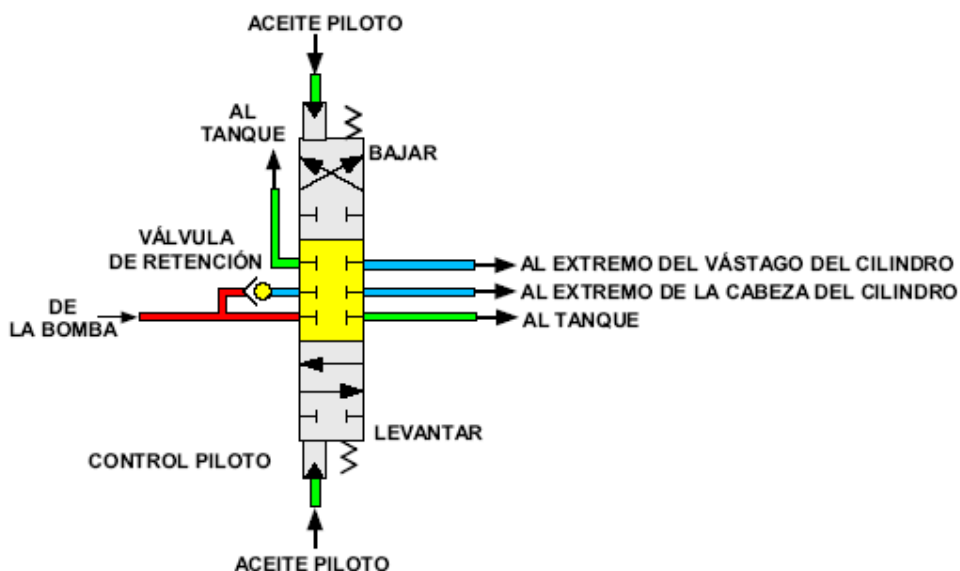


Fig. 3.5.10 Válvula de seis funciones

Válvula de control piloto, tres posiciones, seis funciones

Centro Cerrado

La figura 3.5.10 muestra una válvula de control piloto, de tres posiciones, seis funciones, de centro cerrado. En la posición FIJA, todo el aceite que fluye se bloquea en el carrete de la válvula de control.

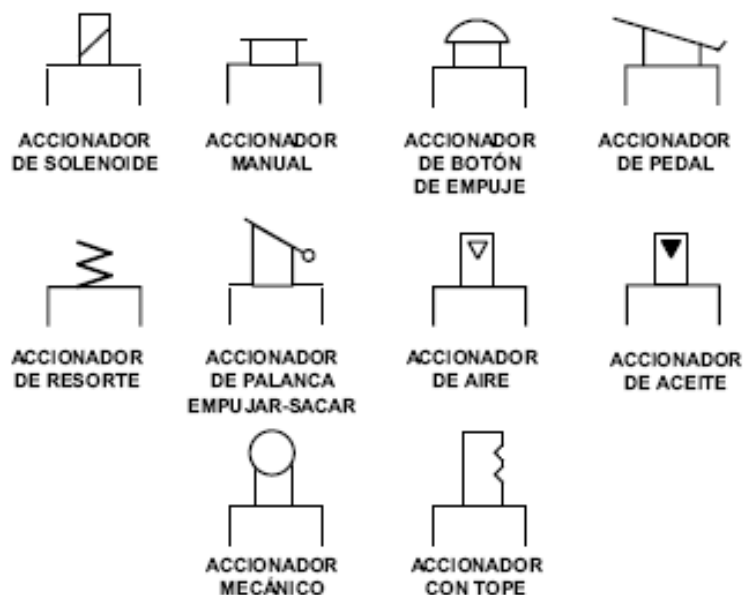


Fig. 3.5.11 Accionador de la válvula de control direccional

Accionadores

Accionador de la válvula de control direccional

La figura 3.5.11 muestra los símbolos ISO de los diferentes accionadores de la válvula de control direccional.

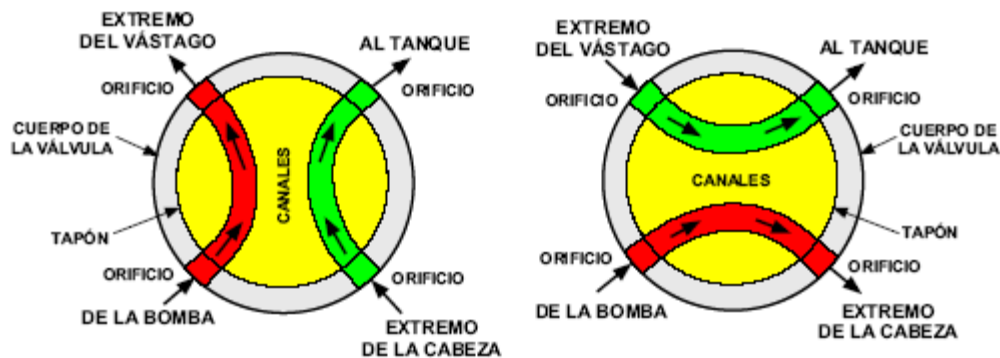


Fig. 3.5.12 Válvula rotatoria

VÁLVULA ROTATORIA

La válvula rotatoria (figura 3.5.12) consta de una conexión circular con conductos o canales. Los canales se conectan con los orificios del cuerpo de la válvula. En vez de tener movimientos a la derecha o a la izquierda, la válvula tiene un movimiento de rotación.

En el diagrama de la izquierda, la válvula conecta la bomba al extremo del vástago del cilindro. El aceite del extremo de la cabeza fluye al tanque. Cuando la válvula gira 90 grados, la bomba se conecta al extremo de la cabeza y el aceite del extremo del vástago fluye al tanque.

La válvula rotatoria de la figura es de cuatro funciones. Sin embargo, las válvulas rotatorias pueden ser de dos o de tres funciones. La válvula rotatoria se usa en operaciones de presión baja.

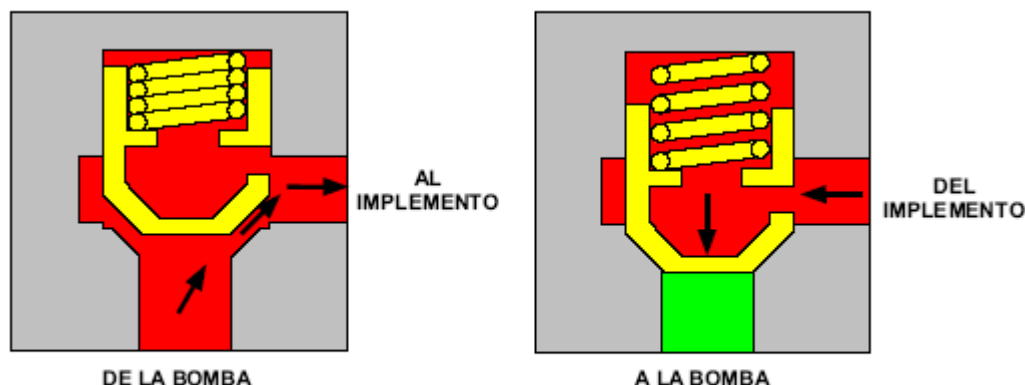


Fig. 3.5.13 Válvula de retención

VÁLVULA DE RETENCIÓN

El objetivo de una válvula de retención es hacer que el aceite fluya fácilmente en un sentido, pero impedir el flujo de aceite en el sentido opuesto. La válvula de retención se llama, algunas veces, válvula de retención “de una función”.

La mayoría de las válvulas de retención consta de un resorte y una válvula de asiento cónico, como se ve en la figura 3.5.13. Sin embargo, algunas veces se usa una bola en lugar de la válvula de asiento cónico. En algunos circuitos, la válvula de retención puede estar flotando libremente (no hay resorte).

En la válvula de la izquierda, cuando la presión del aceite de la bomba sobrepasa la de aceite en el reverso de la válvula de retención y la fuerza leve del resorte de la válvula de retención, la válvula de retención se abre y hace que el aceite fluya al implemento.

En la válvula de la derecha, cuando la presión del aceite de la bomba es menor que la presión del aceite del implemento, la válvula de retención se cierra y evita que el flujo de aceite se devuelva al implemento a través de la válvula.

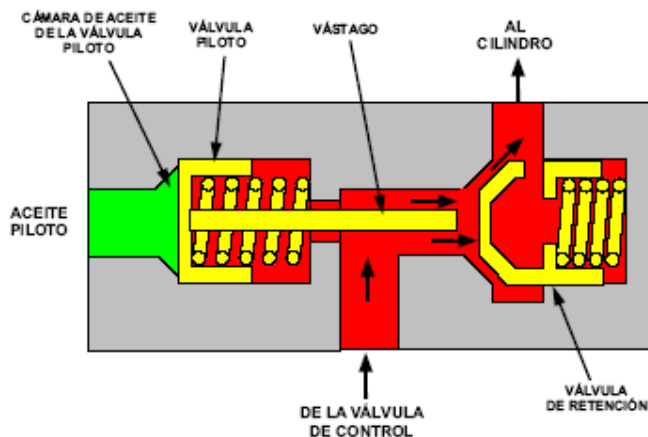


Fig. 3.5.14 Flujo hacia adelante

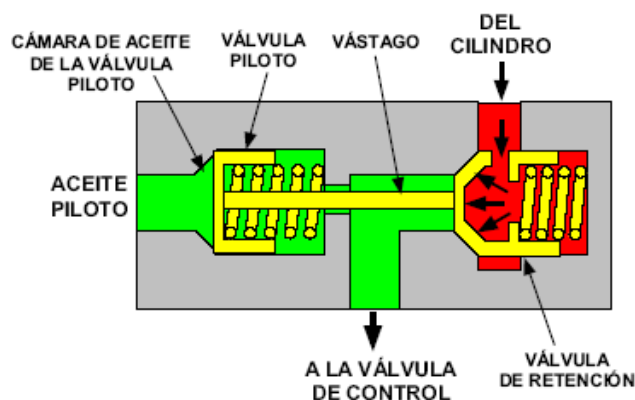


Fig. 3.5.15 Flujo bloqueado

VÁLVULA DE RETENCIÓN DE OPERACIÓN PILOTO

La válvula de retención de operación piloto hace, a diferencia de la válvula de retención simple, que el aceite fluya a través de la válvula en sentido opuesto.

Flujo hacia Adelante

La figura 3.5.14 muestra una válvula de retención de operación piloto. La válvula de retención de operación piloto consta de una válvula de retención, una válvula piloto y un vástago. La válvula de retención de operación piloto permite un flujo libre de la válvula de control al cilindro.

Flujo bloqueado

Cuando el aceite deja de fluir de la válvula de control, la válvula de retención se asienta, como se muestra a la derecha en la figura 3.5.15. El aceite que fluye del cilindro a la válvula de control se bloquea en la válvula de retención.

La válvula de retención de operación piloto se usa con mayor frecuencia en operaciones donde es un problema la carga variable. La válvula de retención de operación piloto permite que los cambios de carga se hagan con una tolerancia muy precisa.

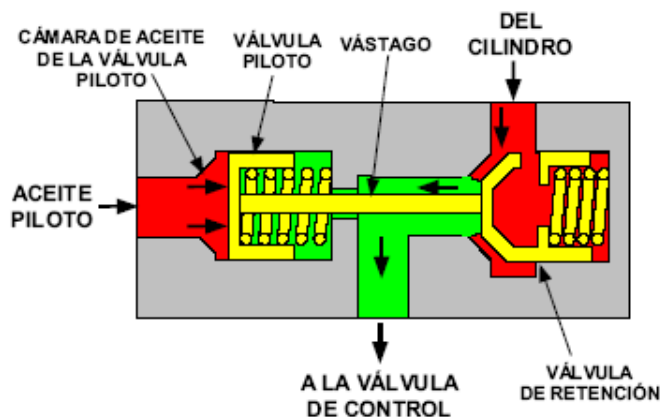


Fig. 3.5.16 Flujo inverso

Flujo inverso

La válvula de la figura 3.5.16 muestra el paso del flujo de aceite del cilindro a la válvula de control.

Cuando se requiere flujo, se envía aceite piloto a la cámara de aceite de la válvula piloto. La presión de aceite piloto mueve la válvula piloto y el vástago hacia la derecha y saca de su asiento la válvula de retención. El flujo de aceite del cilindro fluye, a través de la válvula de retención, a la válvula de control y, de allí, al tanque.

La válvula se diseña para tener una relación específica entre la presión de carga y la presión piloto. La válvula que estudiaremos tiene una relación de presión de 3:1. La presión necesaria para abrir la válvula de retención es igual a un tercio de la presión de carga. Una presión de carga de 4.134 kPa (600 psi) requiere una presión piloto de 1.378 kPa (200 psi) para abrir la válvula de retención.

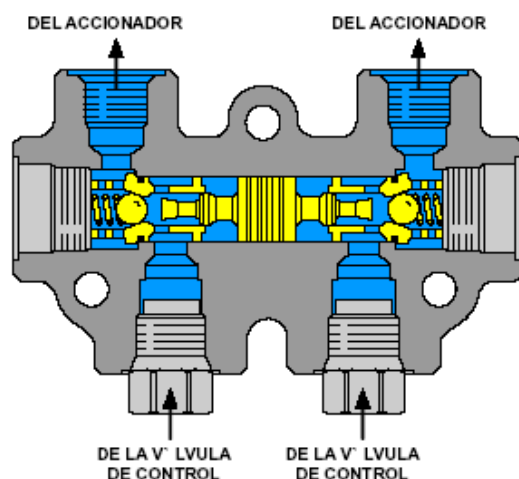


Fig. 3.5.17 Válvula de retención de traba en posición de flujo bloqueado

VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE TRABA

La función de la válvula de retención de traba es similar a la de la válvula de retención de operación piloto en que permite el flujo de aceite en la dirección contraria. La diferencia está en que en la válvula de retención de traba se usa la presión creada por la carga que está siendo movida para abrir la válvula de retención de traba y hacer que el aceite retorne al lado opuesto del accionador.

Las válvulas de retención de traba se usan en los cilindros y en los motores, para asegurarse de que no haya movimiento en ninguna dirección.

Flujo Bloqueado

La figura 3.5.17 muestra una válvula de retención de traba con válvulas de retención en ambos lados del accionador que está siendo cerrado o bloqueado. La longitud de las extensiones de cada extremo de los pistones es más corta que la distancia entre las dos válvulas de retención asentadas. Ambas válvulas se mantienen en sus asientos gracias al aceite bloqueado del accionador.

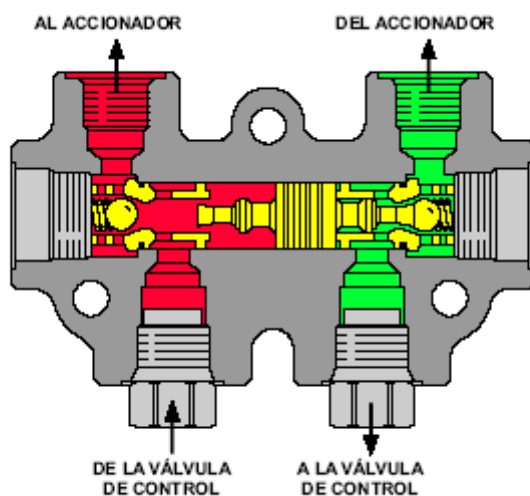


Fig. 3.5.18 Válvula de retención de traba con flujo inverso abierto

Flujo Inverso Abierto

La figura 3.5.18 muestra una válvula de retención de traba cuyo lado izquierdo está siendo presurizado para mover la carga. El flujo abrió la válvula en el lado izquierdo. La presión movió el pistón y su extensión hacia la derecha, y empujó la válvula en el lado derecho abierto, para hacer que regrese el flujo a través de la válvula.

El flujo que abre la válvula izquierda viene de la válvula de control direccional. El aceite de flujo inverso de la válvula derecha regresa, a través de la válvula de control direccional, al tanque.

NOTA: Las válvulas de retención de traba se usan en la mayoría de los circuitos de las motoniveladoras de la Serie G.

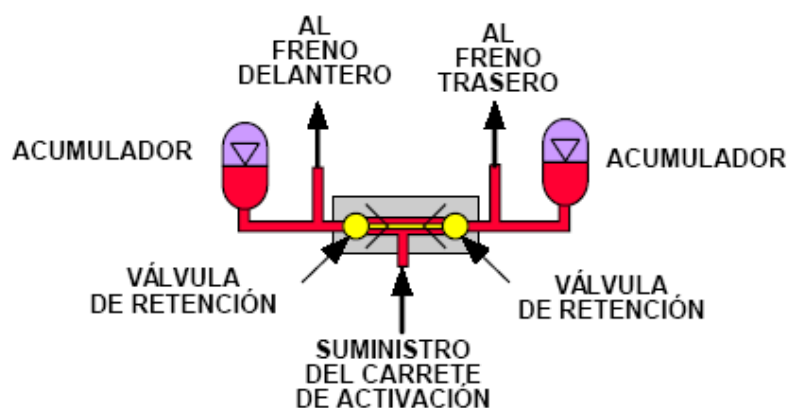


Fig. 3.5.19 Válvula de lanzadera inversa con igual carga en acumuladores

VÁLVULA DE LANZADERA INVERSA

La válvula de lanzadera inversa es similar en construcción a la válvula de retención de traba en que cualquier extremo atrapa el aceite que fluye en sentido contrario en la válvula. Las diferencias entre la válvula de lanzadera inversa y la de retención de traba son:

1. La válvula de lanzadera inversa tiene una fuente única de aceite suministrado en la cámara central.
2. El vástago central entre las dos válvulas de retención es más largo que la distancia entre las dos válvulas de retención asentadas. Así, una o ambas válvulas de retención permanecen siempre abiertas.
3. La válvula de retención inversa se usa siempre con un acumulador en cada salida de válvula, para asegurarse de que los acumuladores estén cargados igualmente. Esto se usa normalmente en el sistema de frenos para asegurar la disponibilidad de presiones iguales en los sistemas de frenos trasero y delantero.

Igual Carga en Acumuladores

La figura 3.5.19 muestra una válvula de lanzadera inversa con los acumuladores igualmente cargados en cada lado. Observe que las válvulas de retención están abiertas en ambos extremos de la válvula, para proporcionar igual flujo de aceite a ambos acumuladores y a los sistemas de frenos trasero y delantero.

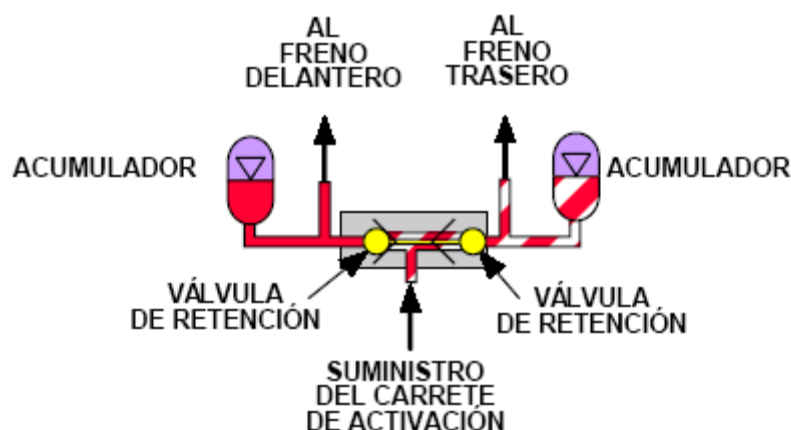


Fig. 3.5.20 Válvula de lanzadera inversa con carga más alta en el acumulador izquierdo

Carga mas alta en acumulador izquierdo

La figura 3.5.20 muestra una válvula de lanzadera inversa cuyo acumulador extremo izquierdo tiene una presión más alta que el del extremo derecho. La presión del acumulador izquierdo empujó la válvula de retención izquierda cerrada contra la presión menor en la cámara central.

El vástago más largo se mantiene en la válvula de retención derecha abierta, de modo que todo el flujo de la válvula de activación está fluyendo al lado derecho hasta que la presión se iguala.

Cuando la presión en los circuitos de los frenos delantero y trasero no es igual, puede deberse al mayor desgaste de los frenos en un extremo, a una precarga desigual de los acumuladores o a fugas en uno de los sistemas de los frenos.

NOTA: Las válvulas de lanzadera inversa se usan en los sistemas de frenos de los cargadores de ruedas medianos.

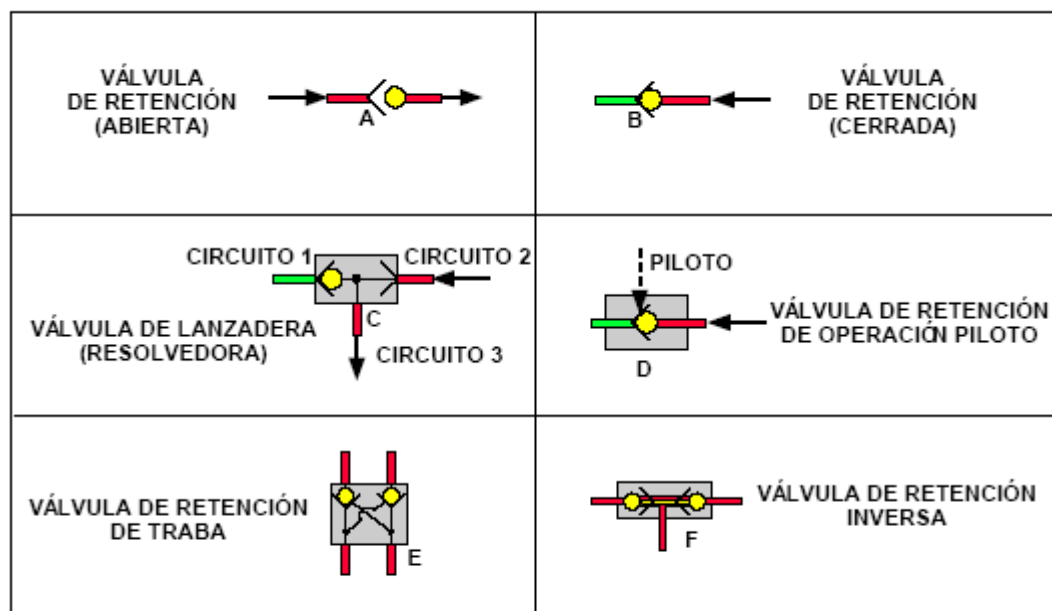


Fig. 3.5.21 Símbolos ISO

Símbolo ISO

Símbolos ISO de la válvula de retención

En la figura 3.5.21, los símbolos ISO “A” y “B” representan la válvula de retención simple en las posiciones ABIERTA y CERRADA.

El símbolo ISO “C” representa una válvula de lanzadera. La válvula de lanzadera (resolvedora) hace que dos circuitos separados suministren aceite a un tercero y mantiene los dos circuitos separados.

El símbolo ISO “D” representa una válvula de retención de operación piloto.

El símbolo E representa la válvula de retención de traba.

El símbolo F representa la válvula de retención inversa.

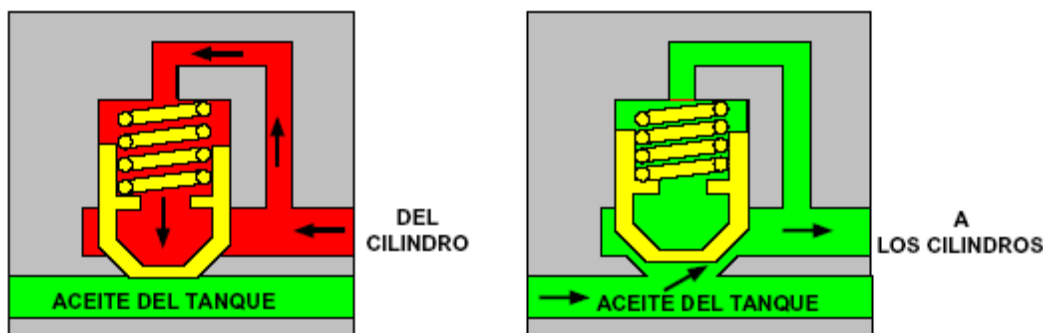


Fig. 3.5.22 Válvula de compensación

VÁLVULA DE COMPENSACIÓN

La válvula de compensación de la figura 3.5.22 es similar a la de retención. Normalmente, la válvula de compensación se ubica en el circuito entre el implemento y el tanque. Durante las operaciones normales, el aceite de la bomba o del cilindro llenan el área detrás de la válvula de compensación. La presión del cilindro mantiene la válvula CERRADA. Cuando la presión del cilindro es aproximadamente menor en 14 kPa (2 psi) que la presión del tanque, la válvula de compensación pasa a la posición ABIERTA. El aceite del tanque se desvía a la bomba y fluye directamente, a través de la válvula de compensación, al cilindro.

La válvula de compensación se usa para impedir la cavitación. Por ejemplo, cuando el cucharón de un cargador está en posición LEVANTAR y el operador mueve el control a la posición BAJAR COMPLETAMENTE, la fuerza gravitacional del cucharón se transmite, a través del pistón del cilindro, al aceite de retorno. El aumento de presión en el aceite de retorno aumenta el flujo del cilindro. Cuando el pistón del cilindro desplaza el aceite de retorno más rápido de lo que la bomba puede enviar el aceite para desplazar el pistón, se forma un vacío en el cilindro y en las tuberías. Este vacío puede hacer que haya cavitación en el cilindro y en las tuberías. Cuando la presión del cilindro y de las tuberías es menor en 14 kPa (2 psi) que la presión del tanque, la válvula de compensación se abre y hace que el aceite del tanque fluya a través de la válvula de compensación, a las tuberías y al cilindro. Este procedimiento evita la cavitación en el cilindro y en las tuberías.



Símbolo ISO

Símbolo ISO de la válvula de compensación

La operación de una válvula de compensación es la misma que la de una válvula de retención. Por tanto, el símbolo ISO de la válvula de compensación es el mismo que el símbolo ISO de la válvula de retención.

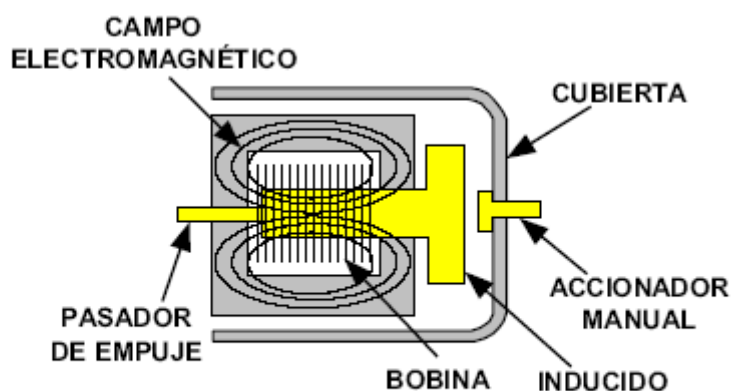


Fig. 3.5.23 Solenoide de espacio de aire

VÁLVULAS DE CONTROL ACCIONADAS POR SOLENOIDE

Accionador de Solenoide

En un accionador de solenoide, un campo electromagnético activa un inducido que, a su vez, mueve un pasador de empuje. El pasador de empuje mueve finalmente el carrete de la válvula.

Los dos accionadores más comunes de solenoide son el de espacio de aire y el húmedo.

Solenoide de espacio de aire

La figura 3.5.23 muestra un solenoide de espacio de aire. Cuando se activa la bobina, se crea un campo electromagnético. Como todo campo, produce electricidad que fluye a través de un cable.

Cuando el cable es recto, el campo es relativamente débil. Cuando el cable está enrollado en una bobina, el campo electromagnético es mucho más fuerte. El campo toma forma circular alrededor de la bobina.

Mientras mayor sea el número de vueltas en la bobina, mayor fuerza tendrá el campo.

Cuando el flujo de electricidad a través de la bobina permanece constante, el campo electromagnético actúa como un campo de una barra de imán permanente. El campo electromagnético atrae el inducido. El inducido activa un pasador de empuje y éste mueve el carrete en la válvula de control.



El solenoide de espacio de aire está protegido por una cubierta. El solenoide de espacio de aire también tiene un “accionador manual”.

El accionador manual hace que la válvula pueda activarse cuando el solenoide esté averiado o se encuentre desarmado. Un pasador pequeño de metal se ubica en la cubierta. El pasador está directamente en línea con el inducido. Cuando se empuja el pasador dentro de la cubierta, mecánicamente mueve el inducido. El inducido mueve el pasador de empuje que, a su vez, desplaza el carrete.

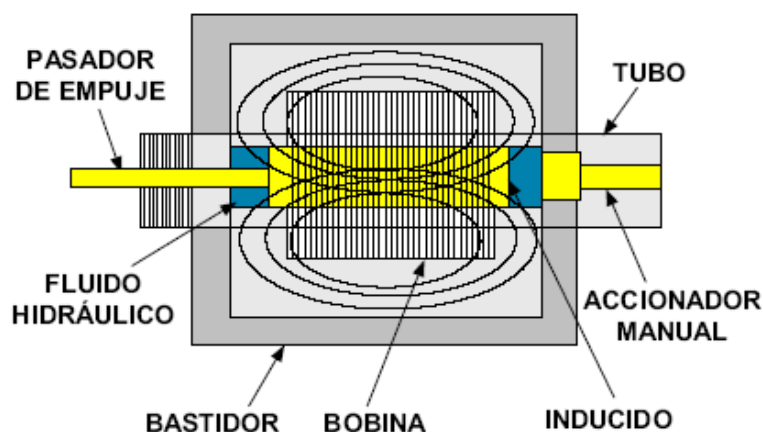


Fig. 3.5.24 Solenoide de inducido húmedo

Solenoido de Inducido húmedo

El solenoide de inducido húmedo figura 3.5.24 es un dispositivo prácticamente nuevo en los sistemas hidráulicos.

El solenoide de inducido húmedo consta de un bastidor rectangular, una bobina, tubo, un inducido, un pasador de empuje y un accionador manual. El bastidor rectangular y la bobina están encapsulados en resina plástica. El tubo se ajusta dentro de un orificio que va por el centro de la bobina y los dos lados del bastidor. El inducido está contenido en el tubo y está bañado con fluido hidráulico que proviene de la válvula direccional. El fluido hidráulico es mejor conductor del campo electromagnético que el aire. Por tanto, el solenoide de inducido húmedo trabaja con mayor fuerza que el solenoide de inducido de espacio de aire.

Cuando la bobina se energiza, se crea un campo electromagnético. El campo electromagnético mueve el inducido. El inducido activa un pasador de empuje y éste, a su vez, mueve el carrete en la válvula de control.

En el solenoide de inducido húmedo, el accionador manual está en el extremo del tubo que contiene el inducido y el pistón de empuje. El accionador manual se usa para verificar el movimiento del carrete de la válvula direccional. Si el solenoide falla porque el carrete se atora, puede revisarse el movimiento del carrete oprimiendo el accionador manual. También puede usarse el accionador manual para verificar el ciclo del accionador, sin necesidad de energizar todo el sistema de control eléctrico.

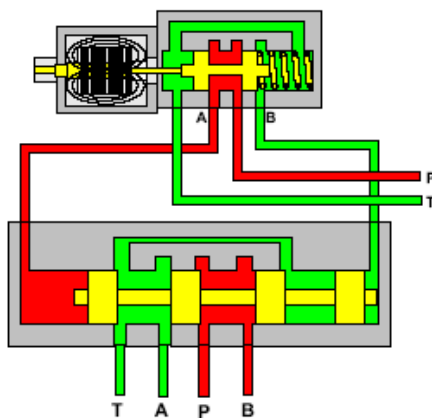


Fig. 3.5.25 Válvula de control direccional de dos posiciones y de cuatro funciones

Válvula de control direccional controlada por solenoide, de resorte descentrado, de operación piloto, de dos posiciones y de cuatro funciones

La figura 3.5.25 muestra una válvula de control direccional controlada por solenoide, de resorte descentrado, de operación piloto, de dos posiciones y de cuatro funciones.

La válvula de control direccional controlada por solenoide, de resorte descentrado, de operación piloto, de dos posiciones, generalmente no tiene dos solenoides. El segundo solenoide se considera un gasto innecesario y un elemento más de qué preocuparse en el sistema.

El solenoide se usa para desplazar el carrete de la válvula piloto. Un resorte retorna el carrete de la válvula a su posición inicial. Cuando se diseña un sistema para un flujo grande de aceite se requiere una válvula direccional grande. Se necesita una fuerza considerable para desplazar un carrete de una válvula grande. El solenoide necesitaría producir una cantidad muy grande de fuerza. En las válvulas de este tipo, se ubica un pequeño solenoide controlado por una válvula piloto en la parte superior del carrete de la válvula principal más grande.

Cuando se requiere desplazamiento, el aceite presurizado fluye del solenoide pequeño, controlado por la válvula piloto, a uno de los lados del carrete de la válvula más grande.

Uso del Solenoide

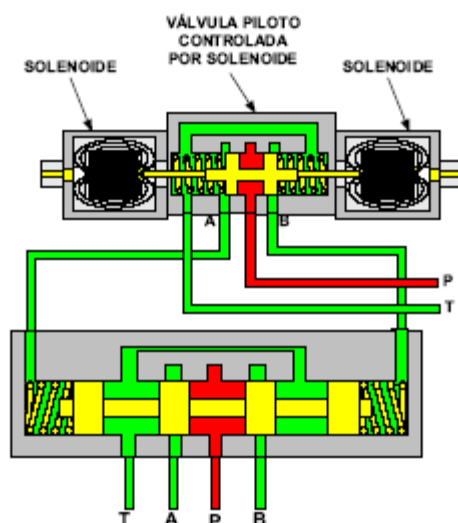


Fig. 3.5.26 Válvula de control direccional de tres posiciones y de cuatro funciones

Válvula de control direccional controlada por solenoide, de operación piloto, de tres posiciones y de cuatro funciones

La figura 3.5.26 muestra una válvula de control direccional controlada por solenoide, de operación piloto, de tres posiciones y de cuatro funciones.

Posición Central

Dos válvulas solenoides controlan la válvula piloto. La válvula piloto también tiene un resorte en cada extremo del carrete. Cuando ningún solenoide está activo, los resortes del carrete de la válvula mantienen el carrete de la válvula en la posición CENTRAL. Cuando la válvula piloto está en la posición CENTRAL, se bloquea el aceite piloto que fluye a la válvula de control más grande. Los resortes de la válvula de control direccional de tres posiciones hacen que el carrete de control vuelva a la posición CENTRAL.

El centrado del resorte es el modo más común de centrar un carrete de válvula de control direccional. La válvula de control direccional tiene un resorte a cada extremo del carrete de la válvula. Cuando la presión del aceite piloto se aplica a uno de los extremos del carrete de la válvula direccional, el carrete de la válvula se mueve y comprime el resorte en el extremo opuesto. Cuando no hay presión del aceite piloto, el resorte nuevamente lleva el carrete de control direccional a la posición CENTRAL.

FALLAS DEL SOLENOIDE

La mayoría de las fallas del accionador de solenoide ocurren cuando las válvulas se pegan. Un carrete pegado evita que el inducido se cierre apropiadamente. La contaminación es la causa más común del “pegado” de un carrete de válvula. Los contaminantes como la arenilla, las virutas de metal y otras partículas pueden acumularse entre el carrete y el orificio, y hacen que el carrete se pegue. También las partículas de oxidación del aceite pueden producir un barniz pegajoso que taponan los espacios libres entre el carrete y las paredes del orificio, lo que hace que el carrete se pegue. Si se pone un filtro de aceite, se pueden quitar la arenilla, las virutas de metal y otras partículas contaminantes. El barniz formado se puede quitar lavando la válvula con un disolvente adecuado. La mayoría de los problemas de este tipo se pueden eliminar usando el aceite apropiado y realizando los intervalos correctos de cambio de filtro.

Válvulas Pegadas

Cuando la válvula se pega y se activa el solenoide, la bobina del solenoide recibe un alto flujo constante de corriente que produce calor excesivo. El solenoide no está diseñado para disipar el calor excesivo, y la bobina se quema. Los problemas de sobrecalentamiento ocurren frecuentemente durante períodos de temperaturas altas del medio ambiente o voltajes bajos del sistema.

Altas Temperaturas

Los problemas por fallas de solenoide ocasionados por altas temperaturas del ambiente pueden controlarse aumentando el flujo de aire a través del solenoide. La temperatura del aceite hidráulico puede reducirse para hacer que el solenoide maneje más calor del sistema hidráulico.

Cuando se lleva a cabo la operación en clima muy caliente, algunas veces es necesario un diseño diferente de válvula.

Bajo Voltaje

Cuando el voltaje de la bobina es demasiado bajo, el campo electromagnético no es lo suficientemente fuerte para atraer el inducido. Del mismo modo, cuando el carrete se pega, la corriente continúa fluyendo a través de la bobina. El flujo constante de corriente producirá calor excesivo.

Suministro eléctrico incorrecto

Hay otros factores que también afectan la operación correcta y la vida útil del accionador de solenoide. El accionador de solenoide puede fallar cuando el ciclo es excesivo, causado por un corto circuito, o cuando se opera con un suministro eléctrico incorrecto (frecuencia o voltajes indebidos).

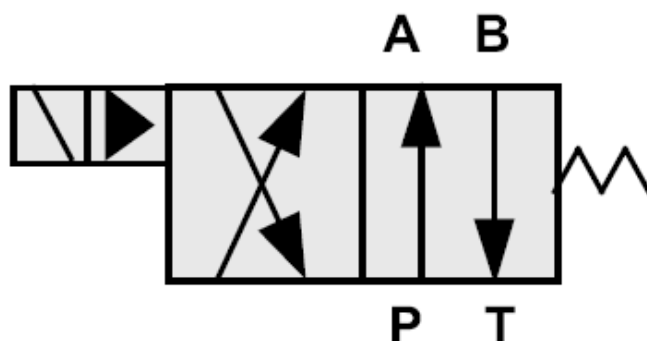


Fig. 3.5.27 Válvula de dos posiciones y de cuatro funciones

Simbología ISO

Válvula piloto controlada por solenoide, de resorte descentrado, de dos posiciones y de cuatro funciones

El símbolo ISO de la figura 3.5.27 muestra una válvula piloto de resorte descentrado en su posición normal. El aceite de la bomba fluye al orificio A, y el aceite que entra por el orificio B fluye al tanque.

Cuando se activa el solenoide, mueve la válvula contra el resorte. El aceite de la bomba entonces fluye a B, y el aceite de A fluye al tanque.

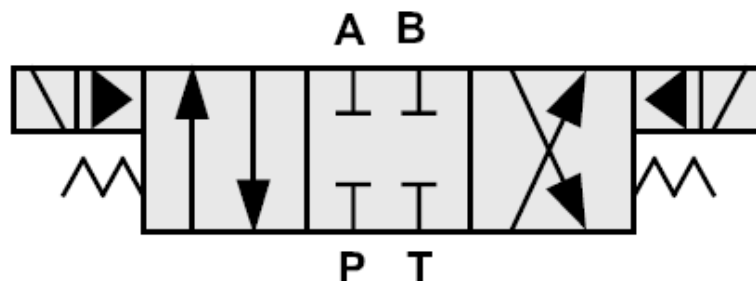


Fig. 3.5.28 Válvula de tres posiciones y de cuatro funciones

Simbología ISO

Válvula de control de centro cerrado, de operación piloto controlada por solenoide, de resorte centrado, de tres posiciones y de cuatro funciones

La figura 3.5.28 muestra el símbolo ISO de una válvula de control, de operación piloto controlada por solenoide, de resorte centrado, de tres posiciones y cuatro funciones, en su posición normal. Las cuatro funciones están bloqueadas en la válvula. Cuando el solenoide de la derecha se energiza, el aceite de la bomba fluye al orificio B, y el aceite de A fluye al tanque.

Cuando se energiza el solenoide de la izquierda, el aceite de la bomba fluye a A, y el aceite de B fluye al tanque.

Lección 6: válvulas de control de flujo

Introducción

El control de flujo tiene como objetivo controlar el volumen de flujo de aceite que entra a un circuito o sale de él. El control de flujo de un circuito hidráulico puede realizarse de varias maneras.

El modo más común es poner un orificio en el sistema. Al hacerlo se produce una restricción mayor de la normal al flujo de la bomba.

Mayor restricción produce aumento de la presión de aceite. El aumento de la presión del aceite hace que parte de él vaya por otro camino. El camino puede ser a través de otro circuito o a través de una válvula de alivio.

También hablaremos de las válvulas de control de flujo con y sin compensación de presión.

Objetivos

Al terminar esta lección, el estudiante podrá:

1. Describir la función de un orificio y de las válvulas de aguja, de control de flujo, de control de flujo con compensación de presión y de la válvula de caída rápida.
2. Identificar los símbolos ISO que representan las diferentes válvulas de control de flujo.

Orificio	Orificio es una abertura pequeña en el paso del flujo de aceite. El flujo que pasa por un orificio se ve afectado por diferentes factores. Tres de los factores más comunes son: 1. La temperatura del aceite. 2. El tamaño del orificio. 3. La presión diferencial a través del orificio.
Temperatura	La viscosidad del aceite varía con los cambios de temperatura. La viscosidad es una medida de la resistencia del aceite a fluir a una temperatura determinada. El aceite hidráulico es más delgado y fluye más fácilmente cuando la temperatura aumenta.
Tamaño del Orificio	El tamaño del orificio controla el régimen de flujo a través de él. Un ejemplo común es un hueco en una manguera de jardín. Un hueco del tamaño de una cabeza de alfiler producirá un escape de agua muy fina. Un hueco más grande producirá un escape en forma de chorro de agua. El hueco, pequeño o grande, produce un flujo de agua que escapa de la manguera. La cantidad de agua que escapa depende del tamaño del hueco (orificio). El tamaño del orificio puede ser fijo o variable.

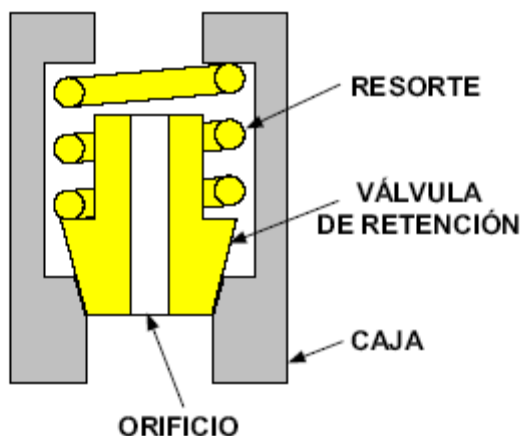


Fig. 3.6.1 Válvula de retención con orificio fijo

Válvula de retención con orificio fijo

La figura 3.6.1 muestra una válvula de retención con un orificio fijo, generalmente usada en equipos de construcción. El orificio fijo es un hueco que va por el centro de una válvula de retención. Cuando el flujo de aceite está en el sentido normal, la válvula se abre y permite que el aceite fluya alrededor de la válvula y a través del orificio.

Cuando el aceite intenta fluir en el sentido contrario, la válvula se cierra. Todo el aceite que fluye en el sentido contrario va a través del orificio y controla así el régimen de flujo.

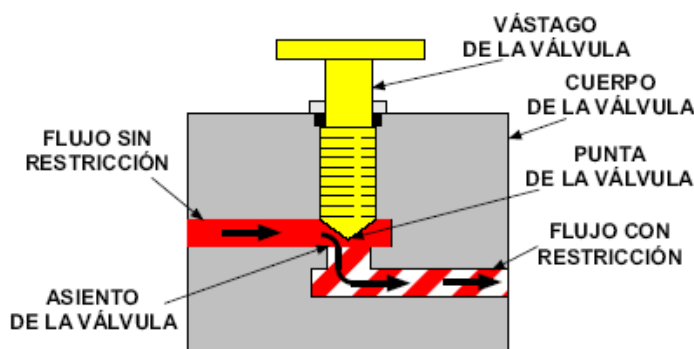


Fig. 3.6.2 Orificio variable

Orificio variable

La figura 3.6.2 muestra un orificio variable en forma de válvula de aguja. En la válvula de aguja, el tamaño del orificio cambia dependiendo de la posición de la punta de la válvula en relación con el asiento de la válvula.

El aceite que fluye a través de la válvula de aguja debe hacer un giro de 90° y pasar entre la punta de la válvula y el asiento de la válvula.

La válvula de aguja es el dispositivo más frecuentemente usado cuando se necesita tener un orificio variable.

Cuando el tornillo de la válvula se gira a la izquierda, el orificio aumenta de tamaño y aumenta el flujo a través de la válvula.

Cuando el tornillo de la válvula se gira a la derecha, el orificio disminuye de tamaño y disminuye el flujo a través de la válvula.

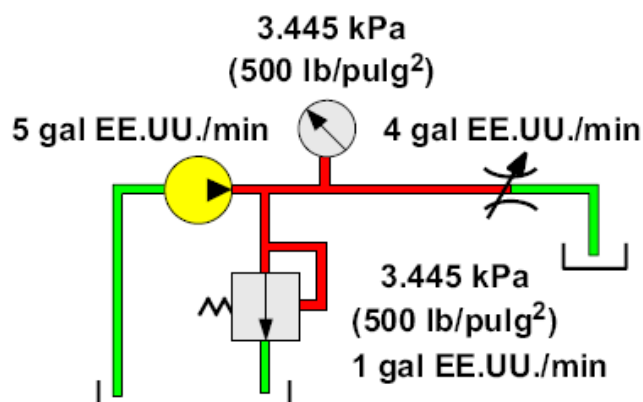


Fig. 3.6.3 Orificio variable de 4 gal EE.UU./min

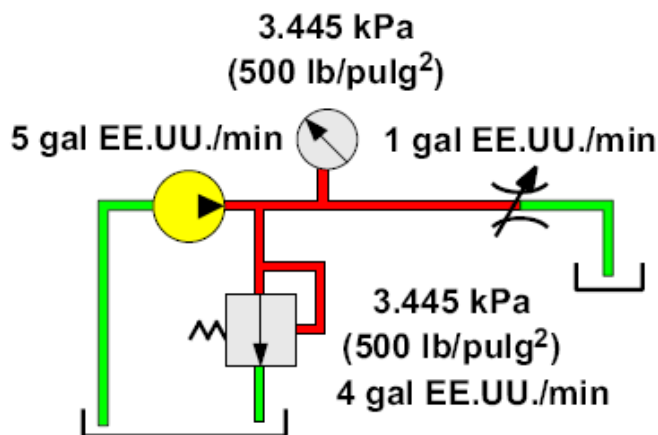


Fig. 3.6.4 Orificio variable de 1 gal EE.UU./min

Los diagramas de las figuras 3.6.3 y 3.6.4 constan de una bomba regulable, una válvula de alivio y un orificio variable. La válvula de alivio se ajusta a 3.445 kPa (500 psi) y limita la presión máxima del sistema. El orificio puede ajustarse a cualquier flujo entre 0 y 5 gal EE.UU./min.

Orificio variable 4 gal EE.UU./min

El orificio variable mostrado en la fig.3.6.3 permite un flujo de 4 gal EE.UU./min a una presión de 3.445 kPa (psi). Cualquier aumento del flujo a través del orificio requiere una presión mayor de 3.445 kPa (500 psi). Cuando la presión excede 3.445 kPa (500 psi), la válvula de alivio se abre y el aceite en exceso (1 gal EE.UU./min.) fluye a través de la válvula de alivio.

Orificio variable 1 gal EE.UU./min

El orificio variable de la fig. 3.6.4 permite un flujo de 1 gal EE.UU./min a una presión de 3.445 kPa (500 psi). Cualquier aumento del flujo a través del orificio requiere una presión mayor de 3.445 kPa (500 psi). Cuando la presión excede 3.445 kPa (500 psi), la válvula de alivio se abre y el aceite en exceso (4 gal EE.UU./min) fluye a través de la válvula de alivio.



Fig. 3.6.5 Presión diferencial

Presión Diferencial

El flujo se ve afectado por la presión diferencial a través del orificio.

A mayor presión diferencial a través del orificio, mayor flujo.

La figura 3.6.5 ilustra la presión diferencial en dos tubos de crema dental. Cuando el tubo se presiona suavemente, como en la figura A, la diferencia entre la presión interna del tubo y la externa es pequeña.

Por tanto, sale únicamente una pequeña cantidad de crema dental.

Cuando el tubo de crema dental se presiona con fuerza, como en la figura B, la diferencia entre la presión interna del tubo y la externa es grande. Por tanto, sale una mayor cantidad de pasta dental.

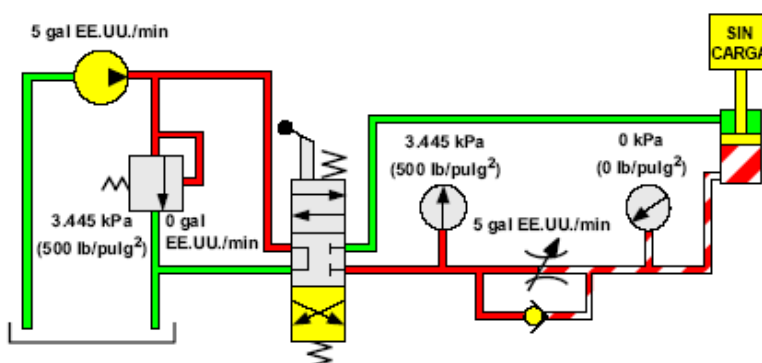


Fig. 3.6.6 Diagrama de la válvula de control de flujo sin compensación de presión

Sin Compensación de presión

VALVULA DE CONTROL DE FLUJO

El diagrama de la figura 3.6.6 consta de una bomba regulable, una válvula de alivio, un cilindro, una válvula de control de flujo sin compensación de presión, dos manómetros y una válvula de control direccional accionada por palanca en tándem centrado, de tres posiciones y cuatro funciones.

La válvula de control de flujo sin compensación de presión tiene un orificio variable y una válvula de retención. Cuando el aceite fluye por el extremo de la cabeza del cilindro, la válvula de retención se asienta. El orificio variable controla el flujo de aceite en el extremo de la cabeza.

Cuando el flujo de aceite sale por el extremo de la cabeza del cilindro, la válvula de retención se abre, el aceite sigue el paso de menor resistencia y fluye sin restricción a través de la válvula de retención.

En un circuito de control de flujo sin compensación de presión, cualquier cambio de la presión diferencial a través del orificio producirá un cambio correspondiente en el flujo.

La válvula de alivio se ajusta a 3.445 kPa (500 psi). El orificio se ajusta a un flujo de 5 gal EE.UU./min a 3.445 kPa (500 psi) sin carga en el cilindro. La presión diferencial a través del orificio es de 3.445 kPa (500 psi). Todo el aceite de la bomba fluye al cilindro a través del orificio.

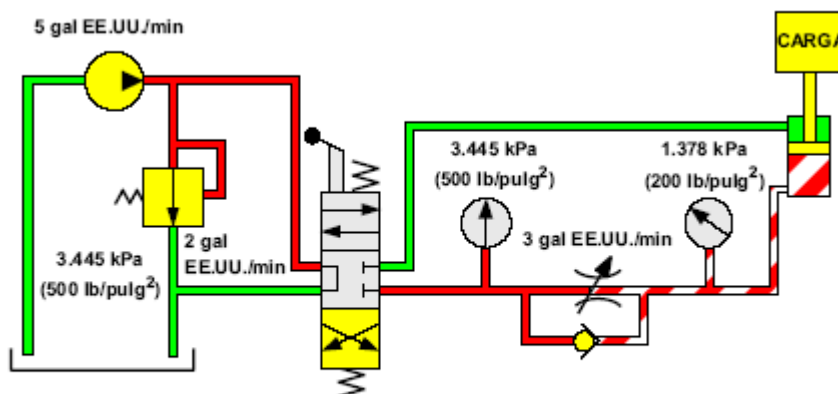


Fig. 3.6.7 Aumentos de carga y de presión

Aumento de Carga

En la figura 3.6.7 la carga del cilindro se aumenta. La presión requerida del cilindro para sobrepasar la resistencia de la carga es de 1.378 kPa (200 psi). Los 1.378 kPa (200 psi) se restan de los 3.445 kPa (500 psi) disponibles corriente arriba del orificio.

Esto reduce la presión diferencial a través del orificio a 2.067 kPa (300 psi). Los 2.067 kPa (300 psi) hacen que el flujo pase el orificio y disminuya a 3 gal EE.UU./min. Cualquier intento de aumentar el flujo a través del orificio hará que la presión del sistema aumente por encima de la presión máxima ajustada en la válvula de alivio de 3.445 kPa (500 psi). El flujo de los 2 gal EE.UU./min restantes hace que la presión del sistema aumente a un valor mayor de 3.445 kPa (500 psi). La válvula de alivio se abre y los 2 gal EE.UU./min fluyen, a través de la válvula de alivio, al tanque.

Una disminución del flujo a través del orificio produce una disminución proporcional en la velocidad del cilindro.

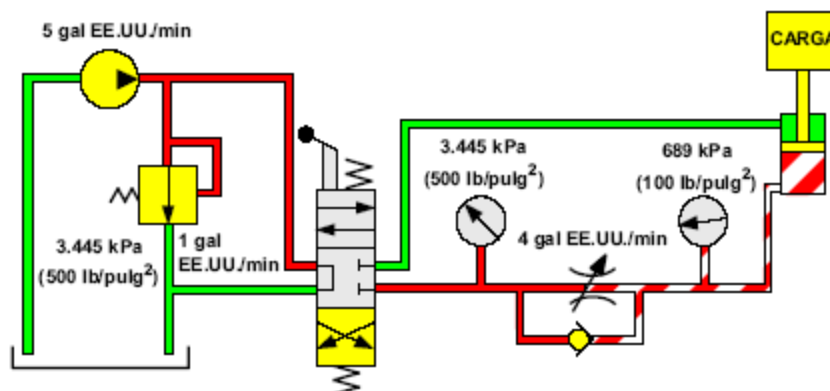


Fig. 3.6.8 Disminución de carga y de presión

Disminución de carga

En la figura 3.6.8 la carga del cilindro disminuye. La presión requerida para sobrepasar la resistencia de la carga disminuye a 689 kPa (100psi). Los 689 kPa (100 psi) se restan de los 3.445 kPa (500 psi) disponibles corriente arriba del orificio. La nueva diferencia de presión a través del orificio es de 2.756 kPa (400 psi). La presión de 2.756 kPa (400 psi) hace que el flujo a través del orificio aumente a 4 gal EE.UU./min. Cualquier intento de aumentar el flujo a través del orificio en un valor mayor de 4 gal EE.UU./min hará que la presión del sistema aumente por encima del valor máximo ajustado de 3.445 kPa (500 psi) en la válvula de alivio. El flujo sobrante de 1 gal EE.UU./min hará que la presión del sistema aumente a un valor mayor de 3.445 kPa (500 psi). La válvula de alivio se abre y 1 gal EE.UU./min fluye, a través de la válvula de alivio, al tanque.

Un aumento del flujo produce un aumento proporcional de la velocidad del cilindro. En las figuras 3.6.7 y 3.6.8, el aumentar el ajuste de la presión de la válvula de alivio a 4.823 kPa (700 psi) hace que la bomba envíe el máximo flujo de 5 gal EE.UU./min a través del orificio mientras la presión de carga del cilindro sea menor que 1.378 kPa (200 psi).

Por tanto, la velocidad del cilindro permanecerá constante a medida que la presión cambia entre 1.378 kPa (200psi) y 689 kPa (100 psi).

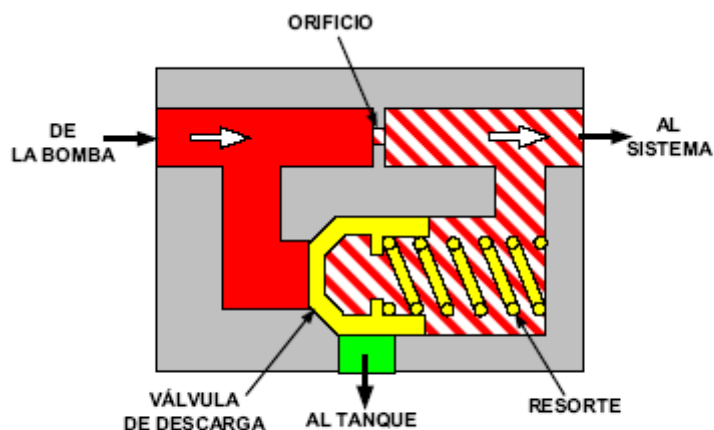


Fig. 3.6.9 Válvula de control de flujo con compensación de presión y de derivación

CIRCUITOS DE CONTROL DE FLUJO CON COMPENSACIÓN DE PRESIÓN

En un circuito de control de flujo con compensación de presión, la presión diferencial a través del orificio no se ve afectada por el cambio de carga. La presión diferencial constante a través del orificio producirá un flujo constante.

Válvula de control de flujo con compensación de presión y de derivación

La figura 3.6.9 muestra una válvula de control de flujo con compensación de presión y de derivación. Esta válvula automáticamente se ajusta a los cambios de flujo y de carga.

Cambio de flujo

El flujo a través de la válvula depende del tamaño del orificio.

Cualquier cambio del flujo de aceite a través del orificio produce un cambio de la presión en el lado corriente arriba del orificio. El mismo cambio de presión actúa contra el resorte y la válvula de descarga.

Cuando el flujo de la bomba está entre los valores de flujo específico del orificio, la fuerza de la presión de aceite corriente arriba que actúa en la válvula de descarga es menor que la fuerza combinada de la presión del aceite corriente abajo y la fuerza del resorte. La válvula de descarga permanece cerrada y todo el aceite de la bomba fluye a través del orificio.



Cuando el flujo de la bomba es mayor que el flujo específico del orificio, la fuerza de la presión del aceite corriente arriba que actúa en la válvula de descarga es mayor que la fuerza combinada de la presión de aceite corriente abajo y la fuerza del resorte. La válvula de descarga se abre y el aceite en exceso fluye, a través de la válvula de descarga, al tanque.

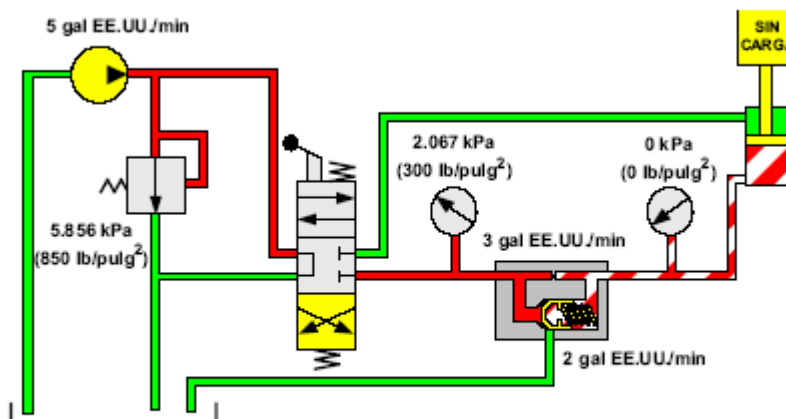


Fig. 3.6.10 Válvula de control de flujo con compensación de presión y derivación

Sin presión de carga

La figura 3.6.10 muestra la válvula de control de flujo con compensación de presión y derivación en un circuito de levantamiento simple.

Cuando la válvula de control se mueve a la posición LEVANTAR, el aceite de la bomba se dirige a la válvula de control de flujo. La válvula de control de flujo requiere una presión diferencial de 1.378 kPa (300 psi) para enviar 3 gal EE.UU./min a través del orificio. Para enviar más de 3 gal EE.UU./min a través del orificio, se requiere un aumento en la presión diferencial. Un aumento de más de 1.378 kPa (300 psi) en la presión diferencial abre la válvula de descarga. El aceite en exceso fluye, a través de la válvula de descarga, al tanque.

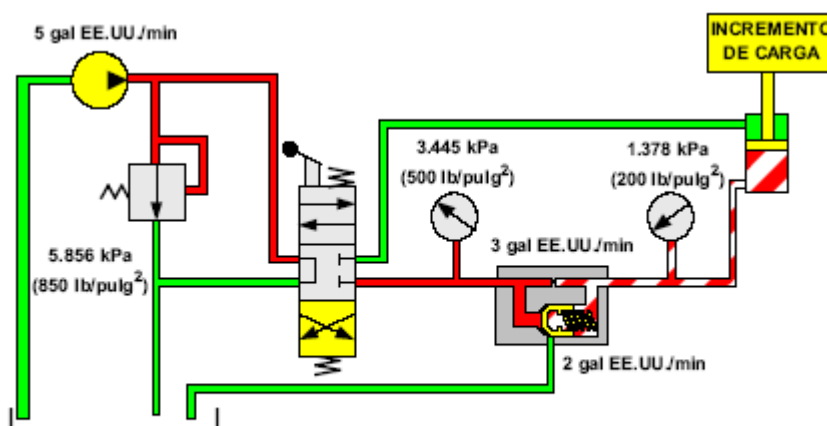


Fig. 3.6.11 Válvula de control de flujo con compensación de presión y derivación

Aumento de la presión de carga

Cuando la presión de carga aumenta, la presión aumenta en el orificio y en la cámara de resorte de la válvula de descarga.

El aumento de la presión en el orificio baja la presión diferencial a través del orificio e intenta reducir el flujo de aceite a través del orificio. Sin embargo, al mismo tiempo, la presión aumenta en la cámara de resorte de la válvula de descarga. La presión adicional cierra la válvula de descarga y bloquea el flujo de aceite al tanque. El aceite bloqueado hace que la presión aumente en el lado de la bomba del orificio.

La presión sigue aumentando hasta cuando la diferencia de presión a través del orificio alcanza 1.378 kPa (300 psi). Una presión diferencial de 1.378 kPa (300 psi) envía 3 gal EE.UU./min a través del orificio y 2 gal EE.UU./min a través de la válvula de descarga.

Esto hace que la válvula de control de flujo responda instantáneamente a cualquier aumento o disminución de la presión de carga.

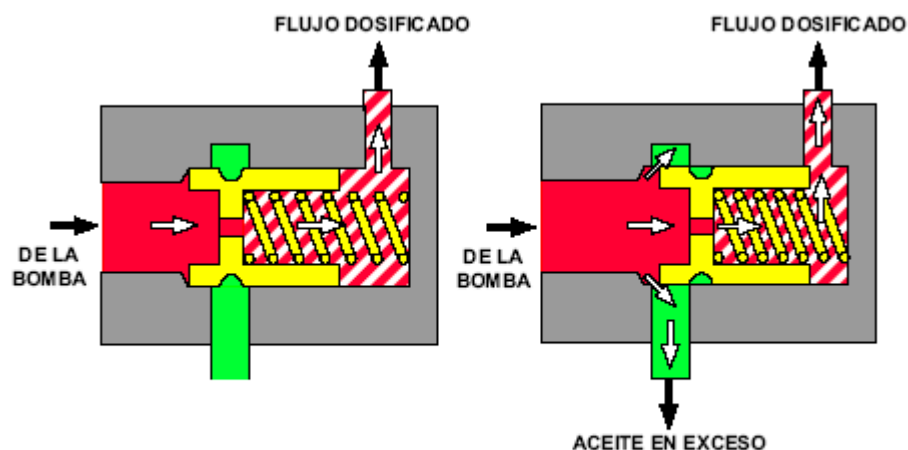


Fig. 3.6.12 Válvula de control de flujo con compensación de presión y de derivación

Combinación de orificio y válvula de descarga

La figura 3.6.12 muestra el tipo más común de válvula de control de flujo. Esta válvula combina la acción del orificio y de la válvula de descarga en una pieza en movimiento. La operación de compensación de presión es la misma que en la válvula de control de flujo con compensación de presión y de derivación.

La figura de la izquierda muestra el flujo a través de la válvula que puede ser el flujo de ajuste o un flujo menor que el flujo de ajuste de la válvula.

La figura de la derecha muestra que el flujo está comenzando a exceder el de ajuste de la válvula, y la presión diferencial resultante del flujo a través del orificio comienza a ser lo suficientemente grande para empezar a comprimir el resorte y descargar el exceso de aceite.

Si el flujo a través de la válvula aumenta, la acción del orificio hará que el resorte se comprima aún más, y se descargará mayor flujo. El flujo controlado (dosificado) permanece prácticamente constante a medida que el flujo de la válvula aumenta o disminuye.

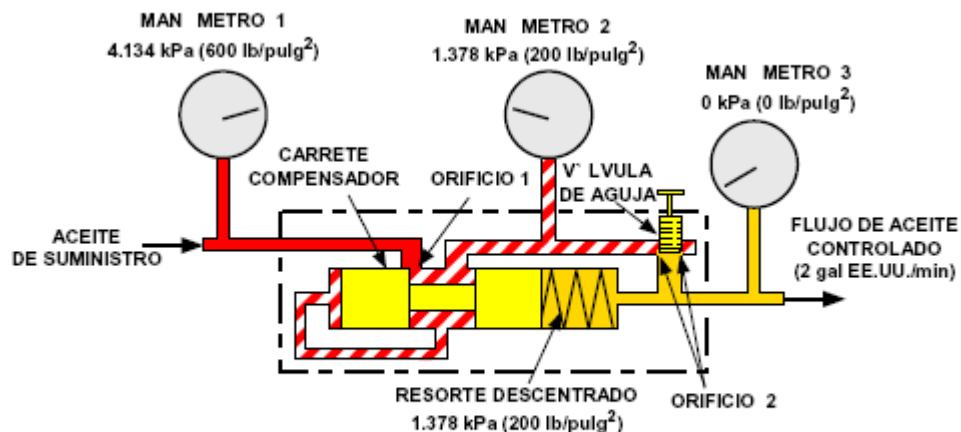


Fig. 3.6.13 Válvula de control de flujo con compensación de presión tipo restrictor

Válvula de control de flujo con compensación de presión tipo restrictor

La figura 3.6.13 muestra una válvula de control de flujo con compensación de presión tipo restrictor. El flujo de aceite controlado se obtiene ajustando la válvula de aguja.

El carrete compensador de presión y el resorte descentrado funcionan como una válvula reductora de presión. La presión de aceite de suministro se reduce a la presión que envía el flujo de aceite correcto permitido por la válvula de aguja.

Cuando el sistema está apagado, el resorte mueve el carrete compensador a la izquierda.

En el arranque, el carrete compensador se abre para dejar pasar todo el flujo de aceite y de presión. Cuando el flujo de aceite alcanza un valor mayor que el de ajuste de la válvula de aguja, la válvula de aguja restringe el flujo de aceite y hace que la presión de aceite aumente, como se muestra en el manómetro 2. El aumento de la presión de aceite también actúa en el lado izquierdo del carrete compensador. Cuando la fuerza de la presión del lado izquierdo del carrete compensador sobrepasa la fuerza del resorte, el carrete compensador se mueve a la derecha.



Aunque la presión de suministro puede continuar aumentando, como se muestra en el manómetro 1, el orificio 1 reduce la presión de aceite en la válvula de aguja a la fuerza del resorte. La presión controlada del flujo de aceite es de 0 kPa (0 psi), y la presión diferencial a través de la válvula de aguja es de 1.378 kPa (200 psi), igual a la fuerza del resorte.

La válvula de aguja se ajusta para permitir 2 gal EE.UU./min a través del orificio 2 cuando la presión diferencial a través de la válvula de aguja es de 1.378 kPa (200 psi).

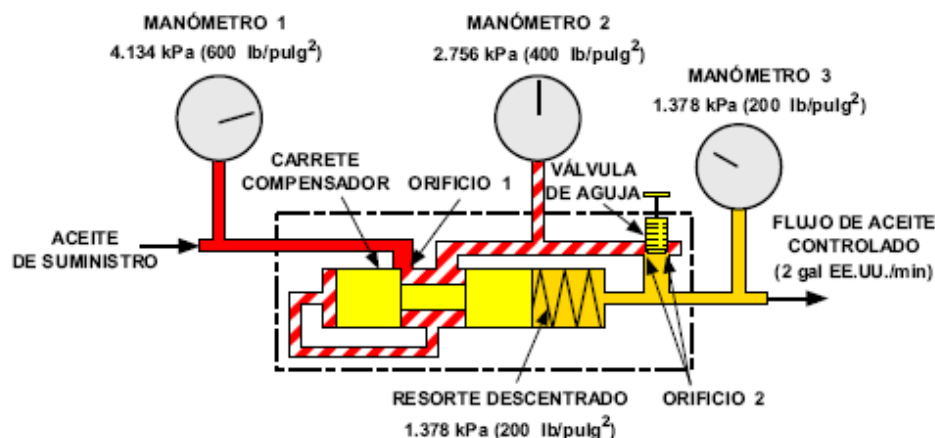


Fig. 3.6.14 Presión de aceite controlada

Presión de Aceite controlada

En la figura 3.6.14 la presión de aceite controlada es de 1.378 kPa (200 psi) como se muestra en el manómetro 3. La presión de aceite en la cámara de resorte de la válvula también es de 1.378 kPa (200 psi). La fuerza de la presión de aceite en la cámara del resorte se suma a la fuerza del resorte. Las fuerzas combinadas mueven el carrete compensador de presión a la izquierda. Cuando el carrete compensador se mueve a la izquierda, se abre el orificio 1. El orificio 1 hace que la presión de aceite aumente en el lado corriente arriba de la válvula de aguja.

El aumento en la presión del aceite actúa también en el lado izquierdo del carrete compensador de presión. El aumento de presión mueve el carrete compensador a la derecha y ofrece resistencia a la fuerza combinada del resorte y a la presión de aceite controlada. El carrete compensador se mueve a una nueva posición, que permite una presión de 2.756 kPa (400 psi) a través del orificio 1. El aumento de la presión del manómetro 2 a 2.756 kPa (400 psi) de 1.378 kPa (200 psi) a través de la válvula de aguja (manómetro 2 menos manómetro 3).

La presión diferencial de 1.378 kPa (200 psi) a través de la válvula de aguja envía 2 gal EE.UU./min a través del orificio 2.



Las válvulas de control de flujo con compensación de presión permiten un control más preciso de la velocidad del cilindro que las válvulas sin compensación de presión. Las válvulas de compensación de presión se ajustan automáticamente para mantener el flujo constante cuando varían las condiciones de carga.

Las válvulas con compensación de presión se instalan generalmente cuando las cargas que operan en el cilindro son de 6.890 kPa (1.000 psi) y superiores.

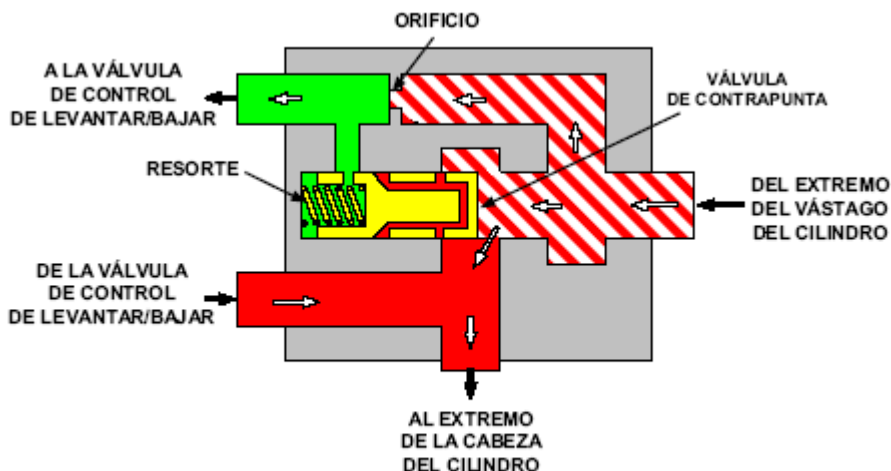


Fig. 3.6.15 Válvula de caída rápida

Caída de la hoja

VÁLVULA DE CAÍDA RÁPIDA

La figura 3.6.15 muestra una válvula de caída rápida. Ésta se instala generalmente en los cilindros de levantamiento de un tractor topador.

Cuando la válvula se activa, hace que la hoja del tractor topador baje rápidamente al piso.

Cuando se levanta la hoja del tractor topador y el operador mueve el control levantar/bajar a la posición CAÍDA RÁPIDA, la válvula de control levantar/bajar hace que el aceite del extremo del vástago del cilindro de levantamiento fluya al tanque. Las fuerzas de gravedad actúan en la hoja del topador empujando el vástago fuera del cilindro y haciendo que el pistón se mueva independientemente de la fuerza de la presión de aceite de la bomba. Esta acción aumenta en gran medida el flujo de aceite a través del orificio de la válvula de caída rápida y produce un vacío en el extremo de la cabeza del cilindro de levantamiento. El aumento en el flujo de aceite a través del orificio hace que la presión corriente arriba del orificio aumente. El aumento de presión del aceite abre la válvula de disco. Cuando se abre la válvula de disco, conecta el conducto del extremo del vástago del cilindro al conducto del extremo de la cabeza del cilindro. El aceite del extremo del vástago del cilindro fluye a través de la válvula de disco abierta y, junto con el aceite de la válvula de control, fluye al extremo de la cabeza del cilindro.



Una pequeña cantidad de aceite fluye, a través del orificio, a la válvula de control levantar/bajar y al tanque.

Cuando la hoja golpea el suelo, se detiene el movimiento del vástago fuera del cilindro. Esto produce una rápida disminución en el flujo de aceite a través del orificio. La presión producida a través del orificio disminuye y el resorte cierra la válvula de disco. Todo el aceite que fluye al extremo de la cabeza, ahora proviene de la válvula de control levantar/bajar.

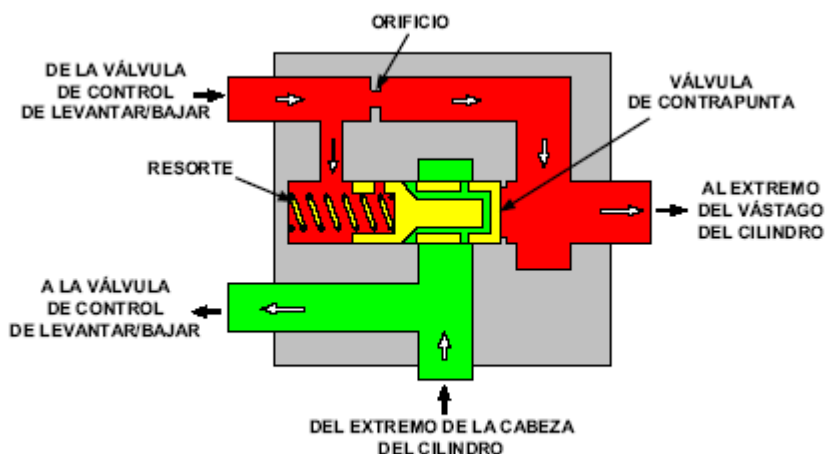


Fig. 3.6.16 Válvula de caída rápida

Levantar la hoja

Válvula de caída rápida

La figura 3.6.16 muestra la válvula de caída rápida cuando la hoja está siendo levantada.

Cuando el operador mueve el control levantar/bajar a la posición LEVANTAR LA HOJA, el aceite de la bomba fluye de la válvula de control levantar/bajar a través del orificio y al extremo del vástago del cilindro de levantamiento. El orificio produce una restricción del flujo de aceite, que aumenta la presión corriente arriba. El aceite de presión alta fluye, a través de un conducto, a la cámara del resorte detrás de la válvula de disco. El aceite presurizado ayuda al resorte y mantiene la válvula cerrada cuando se aplica presión al extremo del vástago del cilindro.

El aceite del extremo de la cabeza fluye, a través de la válvula de caída rápida y de la válvula de control, al tanque.

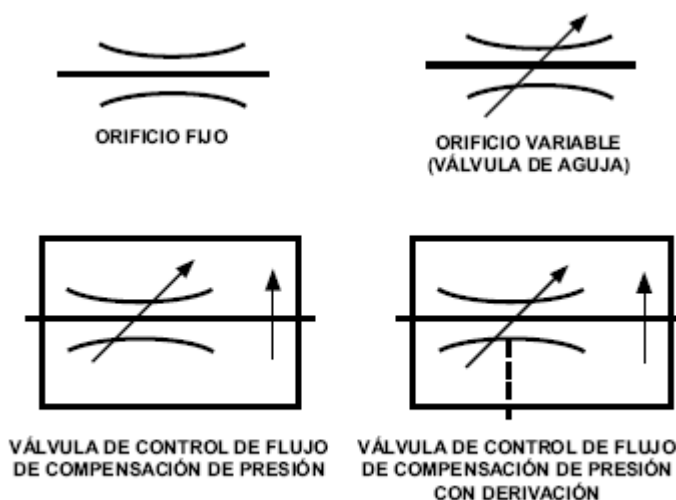


Fig. 3.6.17 Símbolos ISO de control de flujo

Símbolos ISO

La figura 3.6.17 muestra los símbolos ISO de los componentes de control de flujo básicos.

Los símbolos ISO del control de flujo sin compensación de presión son los de orificio fijo y de orificio variable.

Los dispositivos del control de flujo con compensación de presión son la válvula de control de flujo con compensación de presión y la válvula de control de flujo con compensación de presión y derivación.

Los símbolos ISO no dan ninguna información de la estructura física real del componente.



Lección 7: cilindros

Introducción

En su forma más simple, los cilindros son accionadores lineales. Sus salidas son movimiento o fuerza en línea recta. Los tipos más comunes son los cilindros de acción simple y los de acción doble.

Objetivos

Al terminar esta lección, el estudiante podrá:

1. Identificar los dos tipos básicos de cilindros hidráulicos.
2. Describir la función de los dos tipos básicos de cilindros hidráulicos.
3. Identificar los componentes de los cilindros hidráulicos.

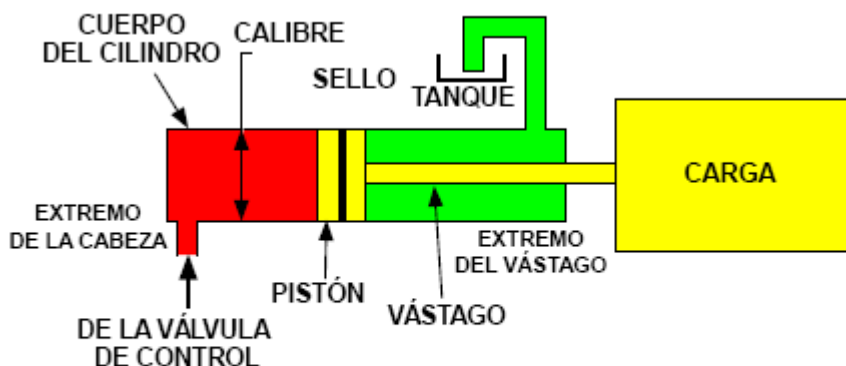


Fig. 3.7.1 Cilindro de acción simple

Cilindros de acción simple

La figura 3.7.1 muestra un cilindro de acción simple.

La caja exterior tubular es el cuerpo del cilindro. Dentro del cuerpo del cilindro están el pistón, el sello del pistón y el vástago. “Calibre” es el término usado para indicar el diámetro interior del cuerpo del cilindro. El extremo de la cabeza (algunas veces llamado “extremo ciego”) se conoce como el extremo del pistón del cilindro. El extremo desde el cual el vástago se extiende y se retrae se conoce como el extremo del vástago.

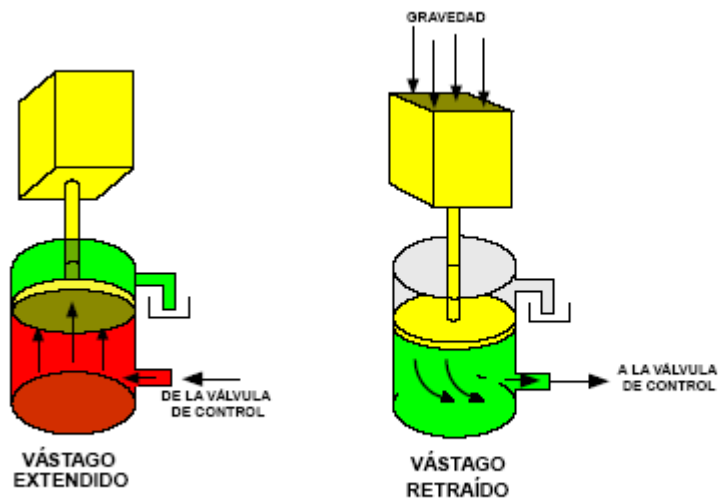


Fig. 3.7.2 Operación de retorno por gravedad del levantamiento vertical

Operación de retorno por gravedad del levantamiento vertical

La figura 3.7.2 muestra un cilindro de acción simple en operación de retorno por gravedad del levantamiento vertical. La válvula de control envía el aceite al extremo de la cabeza del cilindro. La presión de aceite actúa sobre el pistón para extender el vástago y levantar la carga. El efecto de la gravedad en la carga permite retraer el vástago y bajar la carga.

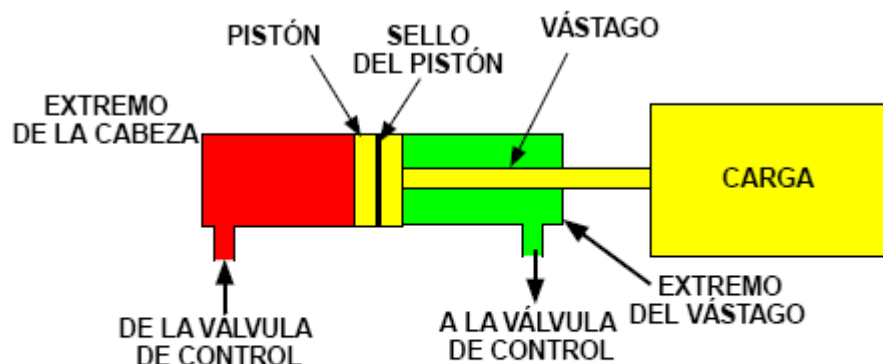


Fig. 3.7.3 Cilindros de acción doble

Cilindros de acción doble

La figura 3.7.3 muestra un cilindro de acción doble. El cilindro de acción doble es el accionador hidráulico más común utilizado actualmente y se usa en los sistemas del implemento, la dirección y otros sistemas donde se requiera que el cilindro funcione en ambas direcciones.

Puesto que los cilindros con vástago de acoplamiento son los cilindros de acción doble más comunes, se tienen en cuenta las pautas de la National Fluid Power Association (NFPA) para fijar las normas de calibre, tipo de montaje y dimensiones generales del cilindro. Esto permite "enganchar" los cilindros de diferentes fabricantes, si tienen la misma descripción de diseño. Sin embargo, recuerde que, aunque los cilindros pueden tener el mismo calibre, su calidad puede ser diferente.

NOTA: El término "enganchar" indica que el extremo del vástago en la carga está unido a la carga con la finalidad de tirarla o empujarla.

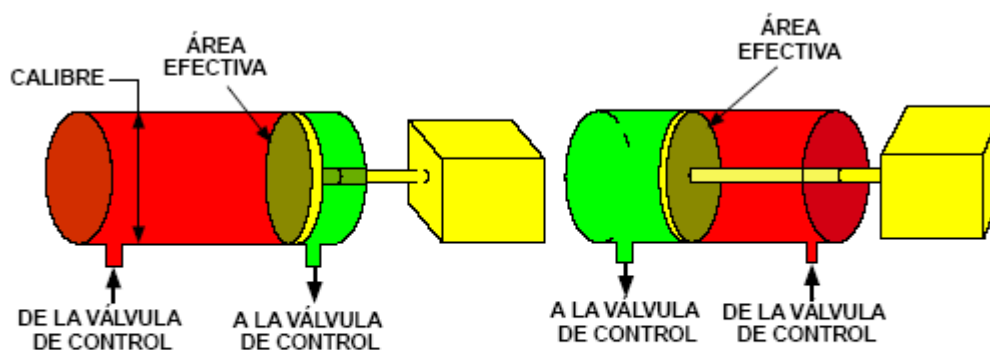


Fig. 3.7.4 Área efectiva del cilindro

Área efectiva del cilindro

Calibre del cilindro son los términos que indican el diámetro interno del cilindro. Un cilindro de calibre grande reduce un mayor volumen por unidad de longitud que un cilindro de calibre pequeño.

Para mover un pistón la misma distancia, un cilindro de calibre grande necesita más aceite que uno de calibre menor. Por tanto, para un régimen de flujo dado, un cilindro de calibre grande se mueve más lentamente que uno de calibre pequeño.

El área efectiva de un cilindro es el área del pistón y de sello de pistón sobre la cual actúa el aceite. Como uno de los extremos del vástago está unido al pistón y el extremo opuesto se extiende fuera del cilindro, el área efectiva del extremo del vástago es menor que el área efectiva del extremo de la cabeza. El aceite no actúa contra el área del pistón cubierta por la unión del vástago.

El volumen de aceite necesario para llenar el extremo del vástago del cilindro es menor que el volumen de aceite necesario para cubrir el extremo de la cabeza del cilindro. Por tanto, para un régimen de flujo dado, el vástago del cilindro se retrae más rápido que el tiempo que tarda en extenderse.

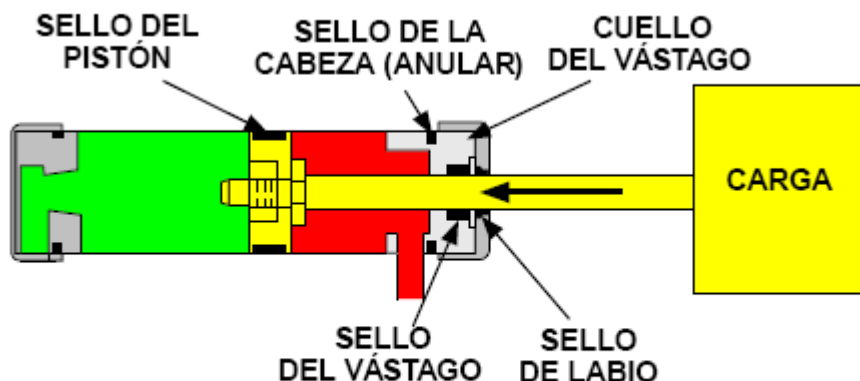


Fig. 3.7.5 Sellos

Sellos

Los sellos se usan en diferentes artes del cilindro, como se muestra en la figura 3.7.5.

El sello del pistón se usa entre el pistón y la pared del cilindro. Su diseño hace que la presión de aceite extienda el sello contra la pared del cilindro, de manera que, a mayor presión, mayor fuerza sellante.

El sello del extremo de la cabeza (anular) evita que el aceite escape por entre el cuello del vástago y la pared del cilindro.

El sello del vástago es en forma de copa en "U" y evita que el aceite escape de entre el vástago y el cuello del vástago y limpia el aceite del vástago a medida que éste se extiende del cilindro.

El sello de limpiador (sello de labio) se ajusta al cilindro e impide que la suciedad y el polvo entren al cilindro cuando se retrae el vástago del cilindro.

Los sellos se fabrican de poliuretano, nitrilo o viton. El material debe ser compatible con los fluidos usados y con las condiciones de operación.

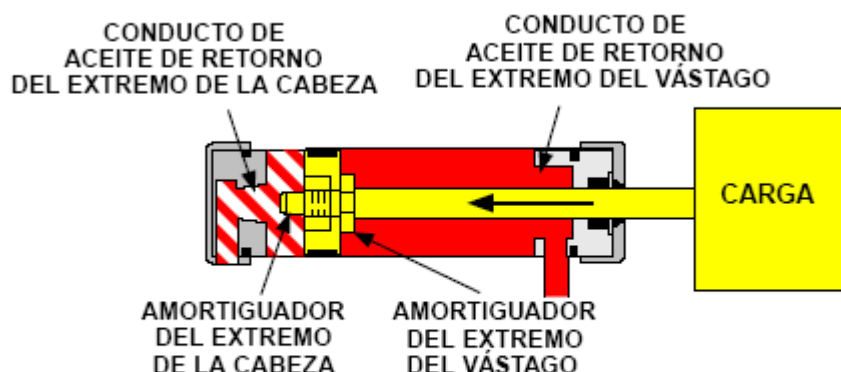


Fig. 3.7.6 Cilindro con amortiguadores

Cilindro con amortiguadores

La figura 3.7.6 muestra un cilindro con amortiguadores.

Cuando un cilindro en movimiento llega a un extremo muerto (como sucede al final de la carrera del cilindro), la acción que experimenta se conoce como “carga de choque”. Cuando un cilindro está sujeto a una carga de choque, se usan amortiguadores para minimizar el efecto.

Cuando el pistón se aproxima al final de la carrera, el amortiguador se mueve dentro del conducto de aceite de retorno y restringe el flujo de aceite de retorno del cilindro. La restricción produce un aumento de la presión de aceite de retorno entre el conducto del aceite de retorno y el pistón. El aumento de la presión de aceite produce un “efecto de amortiguación”, que reduce el movimiento del pistón y minimiza el choque que ocurre al final de la carrera.

Algunos cilindros pueden requerir un amortiguador en el extremo de la cabeza, mientras otros pueden requerir amortiguadores tanto en el extremo de la cabeza como en el extremo del vástago.

MODULO 4

Sistema Hidráulico del Implemento de Operación Piloto

Introducción

En esta unidad, los estudiantes usarán los conocimientos sobre hidráulica básica aprendidos en las unidades 1, 2 y 3, para explicar las funciones del sistema hidráulico del implemento de operación piloto.

Los componentes del sistema de esta unidad se identifican por los colores gris oscuro, gris y amarillo. El color amarillo indica las piezas en movimiento de los componentes en los diagramas ortográficos.

Los colores de identificación del aceite hidráulico usados en esta unidad son:

Verde Aceite del tanque o aceite de tuberías conectadas al tanque.

Azul Aceite bloqueado.

Rojo Aceite de presión alta o aceite de la bomba

Rojo con banda blanca Aceite de presión alta pero no tanto como en el aceite indicado en rojo.

Naranja Aceite de presión piloto

Objetivos

Al terminar esta unidad, el estudiante podrá:

1. Trazar el flujo de aceite del tanque a la bomba, a través de los diferentes componentes hidráulicos y de retorno al tanque.
2. Describir la función de cada componente del sistema.
3. Describir las diferentes formas de operación del sistema.

Lección 1: Sistema Hidráulico del Implemento de Operación Piloto

Introducción

El sistema hidráulico del implemento de operación piloto se usa en diferentes equipos de construcción móviles. Las ilustraciones presentadas en esta lección corresponden al equipo Cargador de Ruedas 928G Caterpillar.

Los estudiantes identificarán los componentes hidráulicos básicos usados en el sistema hidráulico del implemento de operación piloto, describirán las funciones de los diferentes componentes y trazarán el flujo de aceite hidráulico a través de los sistemas.

Objetivos

Al terminar esta lección, el estudiante podrá:

1. Describir los principios de hidráulica aplicados a la operación del sistema hidráulico del implemento de operación piloto.
2. Trazar el flujo de aceite y describir la función de los componentes del sistema del implemento hidráulico de operación piloto.
3. Identificar los símbolos ISO básicos del sistema del implemento hidráulico de operación piloto.

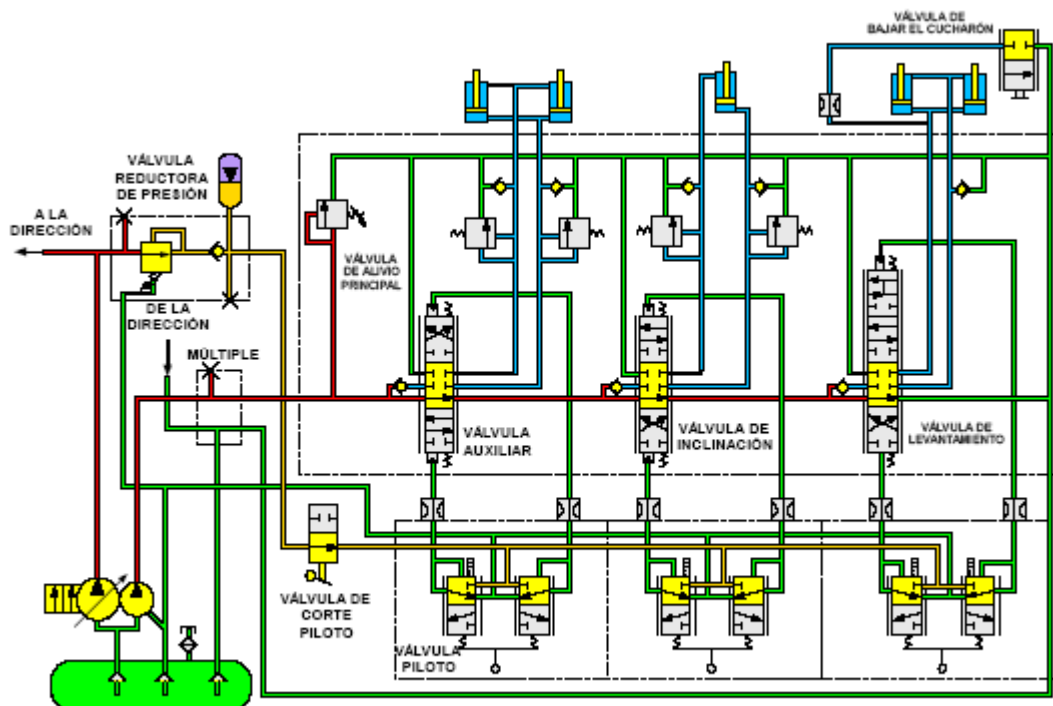


Fig. 4.1.1 Sistema hidráulico del implemento

Sistema hidráulico del implemento

La figura 4.1.1 muestra el sistema hidráulico del implemento con el motor en funcionamiento y todas las palancas de control en posición FIJA.

Los símbolos ISO de colores amarillo y gris indican los componentes movibles. El amarillo del símbolo ISO indica la posición actual del componente. Por ejemplo, en las válvulas de control principal de la figura 4.1.1, el recuadro central amarillo muestra que las válvulas están en posición FIJA.

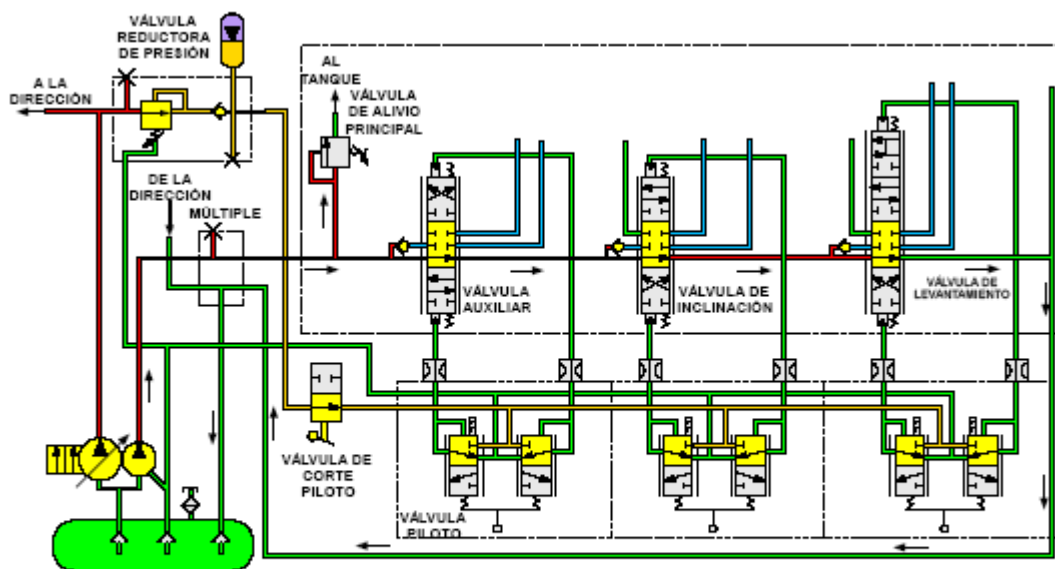


Fig. 4.1.2 Sistema principal en posición FIJA

Posición fija

Sistema principal

En la posición FIJA, la bomba del sistema de dirección y piloto succiona aceite del tanque y envía el flujo de aceite al orificio de suministro del sistema de dirección y a la válvula reductora de presión. La válvula reductora de presión controla la presión máxima en el sistema piloto (la operación de la válvula reductora de presión se explica en la unidad 3, lección 6). El aceite fluye de la válvula reductora de presión, pasa a través de la válvula de retención al acumulador y luego a la válvula de corte piloto.

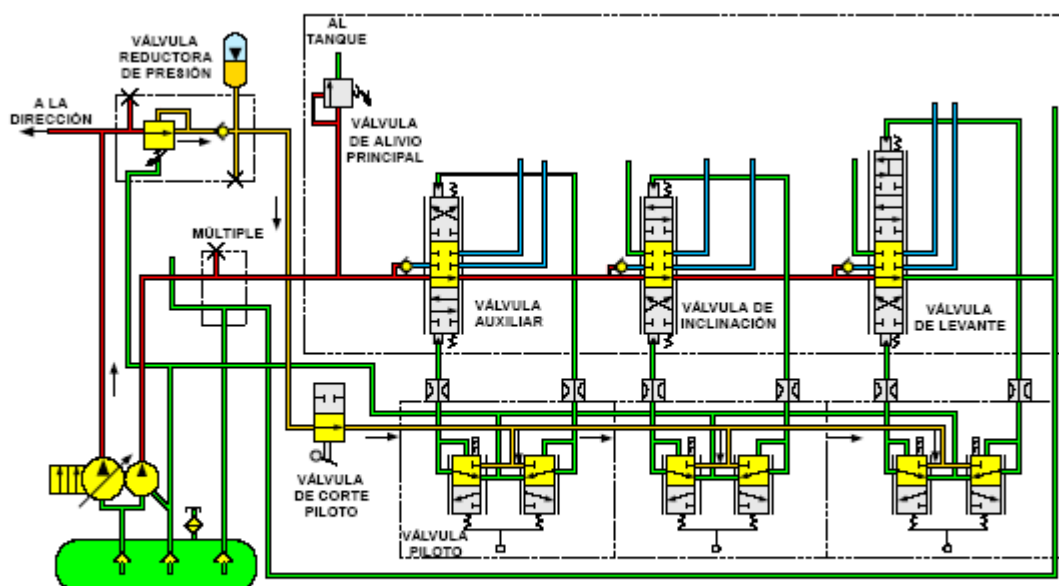


Fig. 4.1.3 Sistema piloto en posición FIJA

Posición Fija

Sistema piloto

En la posición FIJA, la bomba del sistema de dirección y piloto succiona aceite del tanque y envía el flujo de aceite al orificio de suministro del sistema de dirección y a la válvula reductora de presión. La válvula reductora de presión controla la presión máxima del sistema piloto (la operación de la válvula reductora de presión se explica en el capítulo 6). El aceite fluye de la válvula reductora de presión al acumulador y a la válvula de corte piloto, pasando por la válvula de retención.

El acumulador sirve de suministro de aceite piloto de emergencia cuando la bomba no está en funcionamiento.



Cuando la válvula de corte piloto está en la posición CERRADA, se bloquea el aceite piloto y el sistema piloto no funciona. Cuando la válvula de corte piloto está en la posición ABIERTA, el aceite fluye, de la válvula de corte piloto, a las válvulas de control piloto auxiliar, de inclinación y de levantamiento.

Cuando las válvulas de control piloto están en la posición FIJA, el aceite piloto se bloquea en las válvulas de control piloto. Este tipo de sistema se conoce como sistema de "centro cerrado".

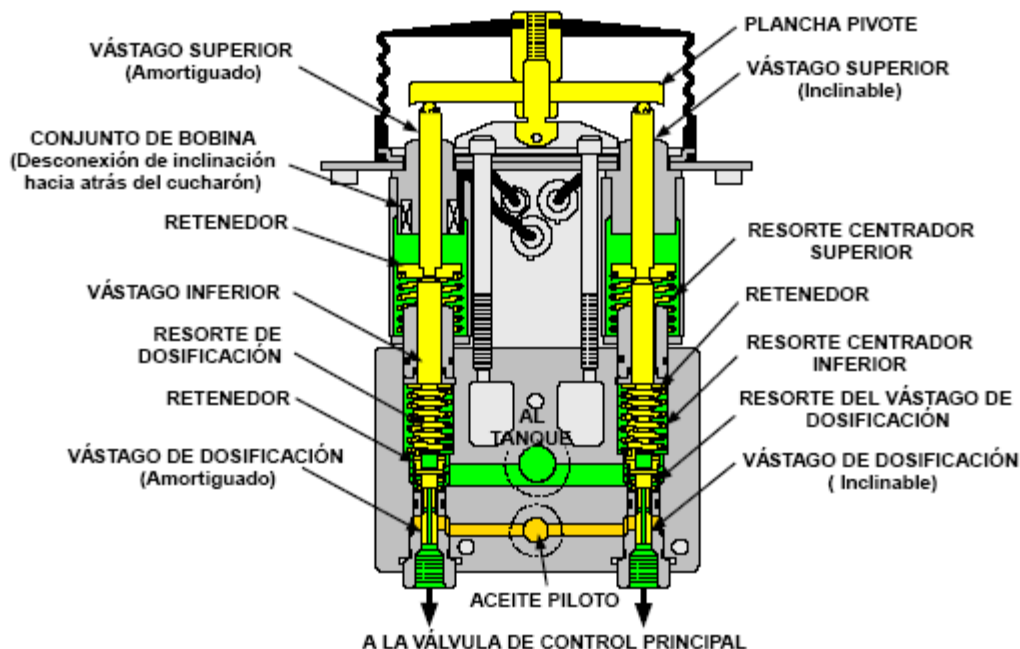


Fig. 4.1.4 Válvula de control piloto de inclinación

Inclinación

Válvula de control piloto

La figura 4.1.4 muestra los componentes principales de la válvula de control piloto de inclinación. Excepto por el conjunto de la bobina en la parte superior de la sección del amortiguador (lado izquierdo), las piezas son las mismas en ambos lados de la válvula.

Con el motor en funcionamiento y la palanca de control en la posición FIJA, el aceite piloto entra por el orificio de suministro (centro inferior del cuerpo de la válvula) y se bloquea por la acción de los vástagos de dosificación. Cualquier aceite en las tuberías en dirección a la válvula de control principal se descarga al orificio del tanque por el centro de los vástagos de dosificación.

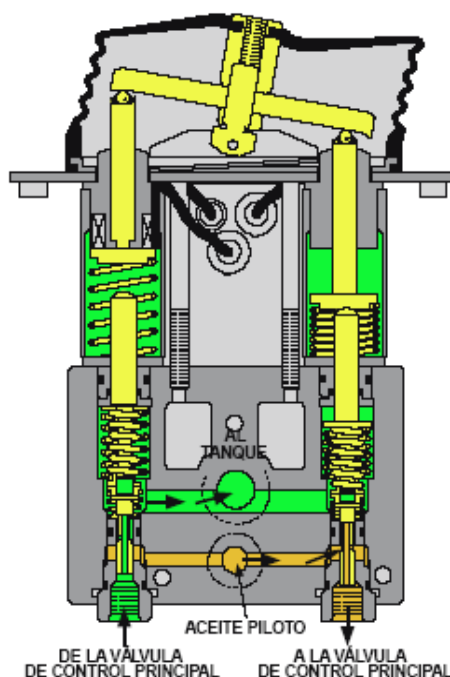


Fig. 4.1.5 Posición INCLINAR HACIA ATRÁS

Inclinar hacia Atrás

Posición INCLINAR HACIA ATRÁS

Cuando el operador mueve la palanca de control piloto a la posición INCLINAR HACIA ATRÁS, la fuerza hace que la plancha pivote mueva hacia abajo el émbolo superior, el émbolo inferior, el resorte de dosificación, el retenedor del resorte del vástago de dosificación, el resorte del vástago de dosificación y el vástago de dosificación. El aceite de la bomba piloto fluye, a través del orificio y del centro del vástago de dosificación, a la válvula de control principal. El aceite de retorno de la válvula de control principal pasa por el orificio del vástago de dosificación amortiguado, sigue por el centro del vástago de dosificación y fluye al orificio del tanque.

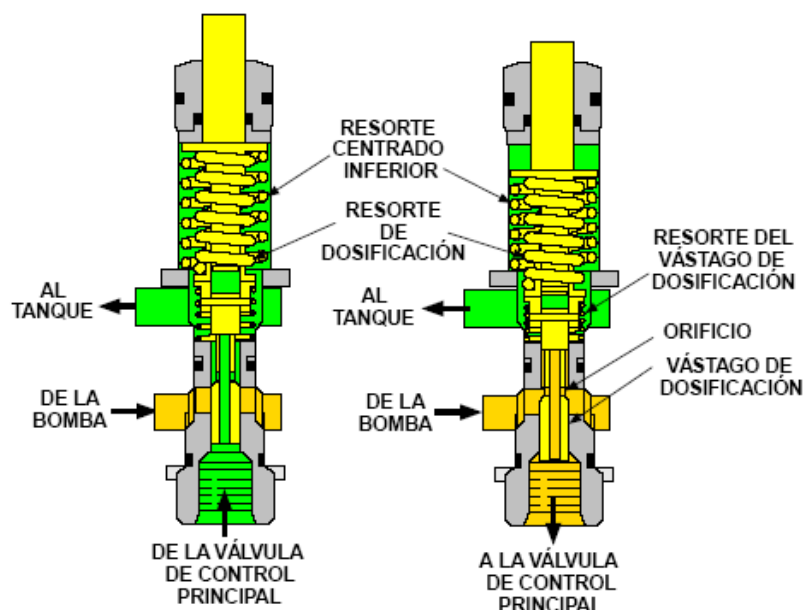


Fig. 4.1.6 Resorte de dosificación

Resorte de dosificación

El trabajo del vástago de dosificación es permitir la relación entre el movimiento del carrete de la válvula de control y el movimiento de la palanca de la válvula piloto. El vástago de dosificación y el resorte de dosificación funcionan como una válvula reductora de presión y controlan la presión de aceite en el carrete de la válvula de control principal.

Cuando el vástago de dosificación se mueve hacia abajo, el aceite piloto fluye a través del orificio, pasa por el centro del vástago de dosificación y sale por el carrete de la válvula de control principal. El aceite piloto se bloquea en el carrete de la válvula de control principal y produce un aumento de la presión piloto. El aumento de la presión acciona el resorte del carrete de la válvula de control principal y mueve el carrete de la válvula de control principal. El carrete de la válvula de control principal envía el aceite del sistema principal al cilindro.



El aumento de presión también actúa contra el extremo inferior del vástago de dosificación. Cuando el aumento de presión sobrepasa la fuerza aplicada, el vástago de dosificación se mueve hacia arriba y comprime el resorte de dosificación. El movimiento restringe el flujo de aceite piloto a través del orificio del vástago de dosificación. La restricción del flujo de aceite controla la presión en el carrete de la válvula de control principal. Por tanto, el resorte de dosificación ajusta la presión en el carrete de la válvula de control principal en proporción al movimiento de la palanca de la válvula piloto.

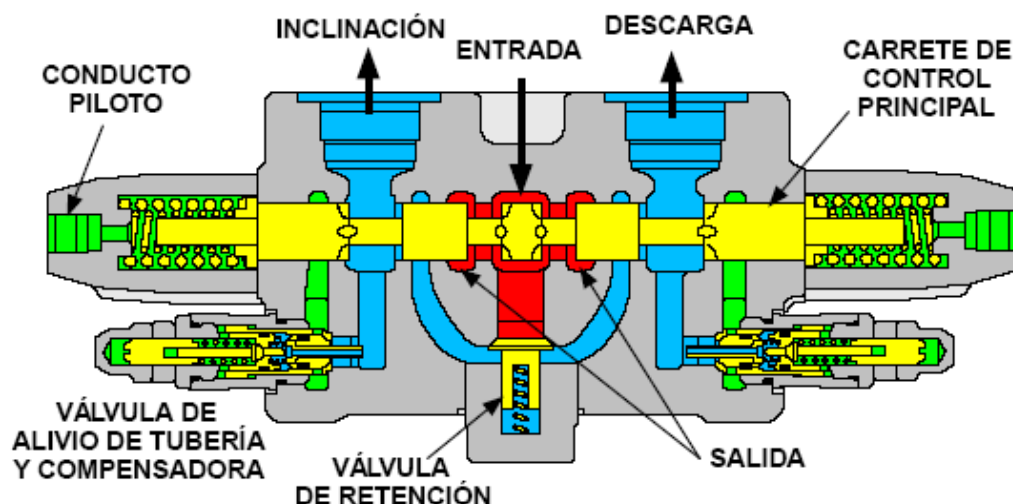


Fig. 4.1.7 Válvula de control en posición FIJA

Posición fija

Válvula de control

La figura 4.1.7 muestra la válvula de control del 928G en la posición FIJA. La función de esta válvula es representativa de las válvulas de inclinación, de levantamiento, auxiliar o válvula de función cuarta. La válvula auxiliar tiene únicamente válvulas de alivio de tubería en ambos orificios de trabajo.

Cuando la válvula está en la posición FIJA, el aceite de suministro de la bomba entra al conducto central, fluye alrededor del carrete de control y pasa a la siguiente válvula a través de los conductos de salida. El aceite de suministro también fluye del conducto interno a la válvula de retención. De la válvula de retención, fluye al carrete de control principal. El carrete de control principal bloquea el flujo de aceite de suministro que va a los orificios de trabajo (conductos de inclinación y descarga). El carrete de control principal también bloquea los conductos de aceite que van del orificio de trabajo a los conductos del tanque.

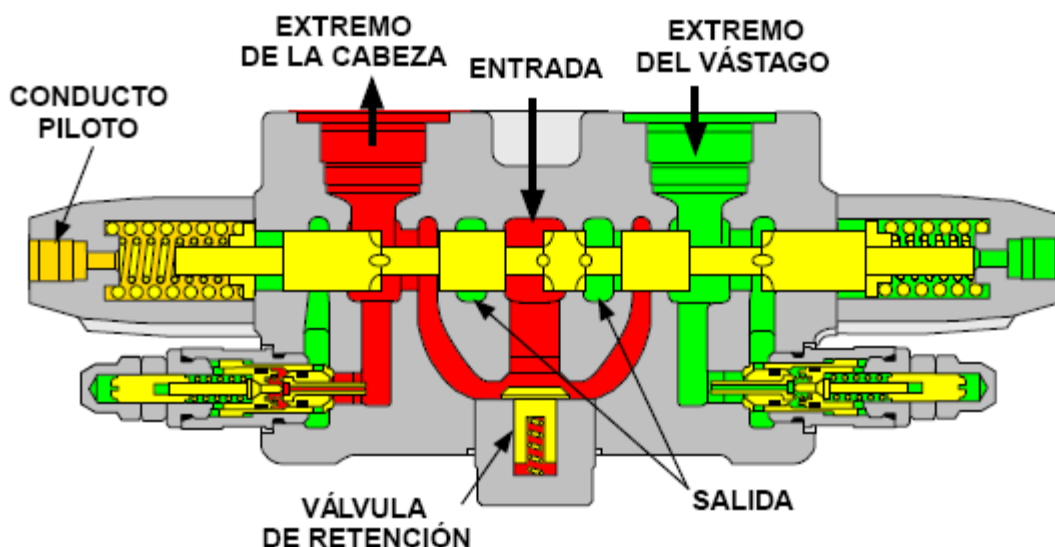


Fig. 4.1.8 Posición INCLINAR HACIA ATRÁS

Posición inclinación hacia

Cuando el operador mueve la palanca de control piloto a la posición INCLINAR, el aceite piloto (de color naranja) mueve el carrete de inclinación hacia la derecha. El carrete de control bloquea los conductos de salida de aceite, conecta la válvula de retención con el extremo de la cabeza del cilindro de inclinación, y el extremo del vástago del cilindro de inclinación con el tanque. Cuando la presión de suministro es mayor que la presión del extremo de la cabeza del cilindro de inclinación, el aceite de suministro abre la válvula de retención y fluye pasando el carrete de control al extremo de la cabeza del cilindro de inclinación. El aceite de retorno fluye del extremo del vástago del cilindro de inclinación, pasa por el carrete de control y fluye al tanque. El cucharón inicia el movimiento de inclinación hacia atrás.

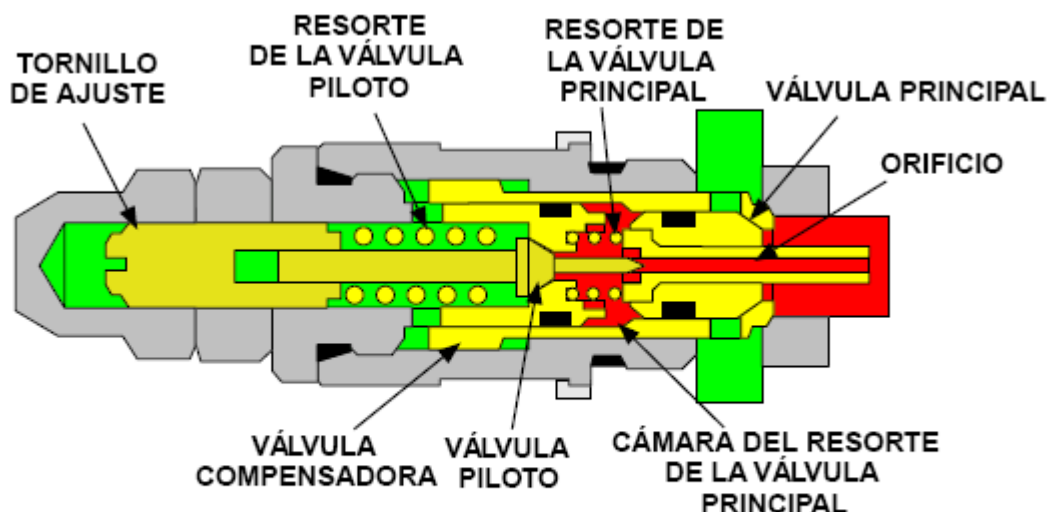


Fig. 4.1.9 Válvula de combinación de alivio y compensación

Válvula de combinación de alivio y compensación

La figura 4.1.9 muestra la válvula de combinación de alivio y compensación. La válvula de alivio simplemente es una válvula de alivio de operación piloto; sin embargo, no está diseñada para manejar el flujo máximo de la bomba del implemento.

El aceite en el cilindro se conecta por tuberías al extremo derecho de la válvula de combinación.

El aceite fluye, a través del orificio de la válvula principal, a la cámara del resorte de la válvula principal. La presión de aceite en la parte frontal (derecha) de la válvula es igual a la de aceite en la cámara del resorte. La presión de aceite en la cámara del resorte de la válvula principal, junto con la fuerza del resorte, mantienen la válvula cerrada.

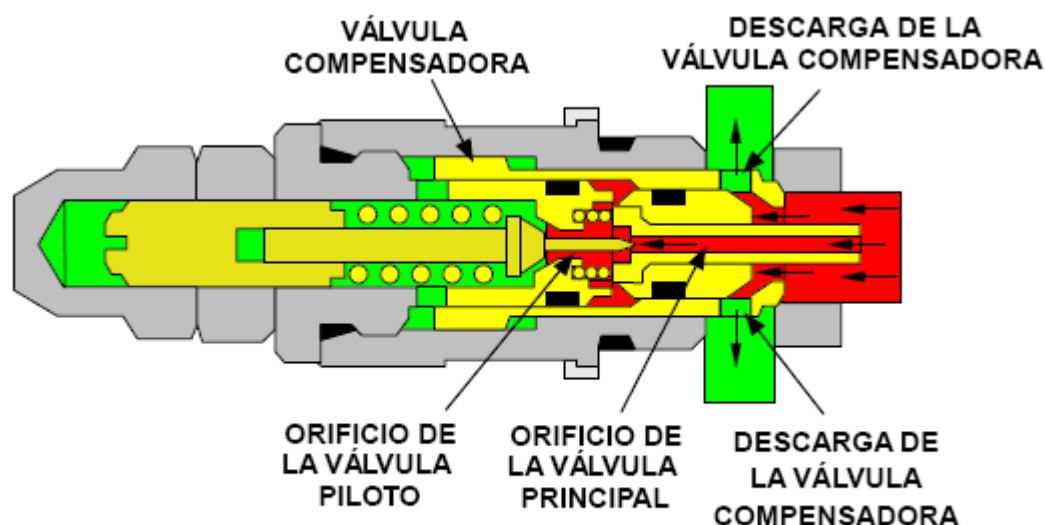


Fig. 4.1.10 Válvula de alivio en línea en posición ALIVIAR

Posición aliviar

Válvula de alivio en línea

La figura 4.1.10, muestra la válvula de alivio de la tubería en posición ALIVIAR. Cuando la presión de aceite alcanza el valor de control de la válvula piloto, la válvula piloto se mueve a la izquierda contra el resorte. El aceite de presión alta en la cámara del resorte de la válvula principal fluye, a través del orificio de la válvula piloto, al conducto de drenaje de la cámara del resorte de la válvula piloto. La presión disminuye en la cámara del resorte de la válvula principal.

El aceite de presión alta, al lado derecho de la válvula principal mueve la válvula principal hacia la izquierda. El aceite de presión alta fluye al tanque, y pasa la válvula principal, a través de las aberturas de descarga de la válvula de compensación.

La válvula de compensación no se mueve cuando se abre la válvula de alivio de la tubería.

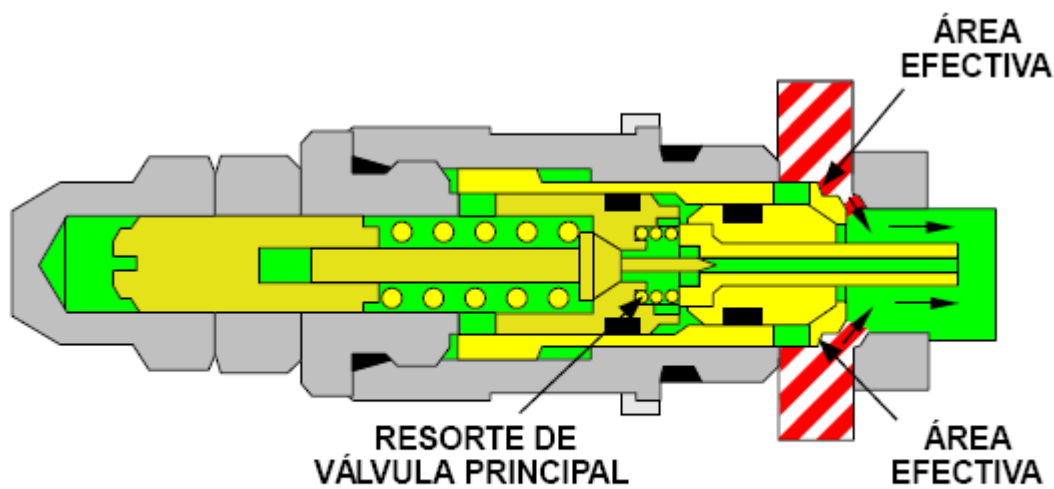


Fig. 4.1.11 Posición COMPENSADA

Posición compensada

La figura 4.1.11 muestra la válvula de alivio y de compensación de la tubería de combinación en posición COMPENSADA. La presión del tanque ejerce acción continua en el área efectiva de la válvula de combinación. Cuando la presión de aceite en el cilindro, en la tubería de conexión y en la cámara del resorte de la válvula de alivio es menor en 13,78 kPa (2 psi) respecto de la presión de aceite del tanque, la presión del tanque mueve a la izquierda la válvula de compensación y la válvula principal contra el resorte de la válvula principal. El aceite del tanque fluye del conducto recién abierto a la tubería de conexión y al cilindro.

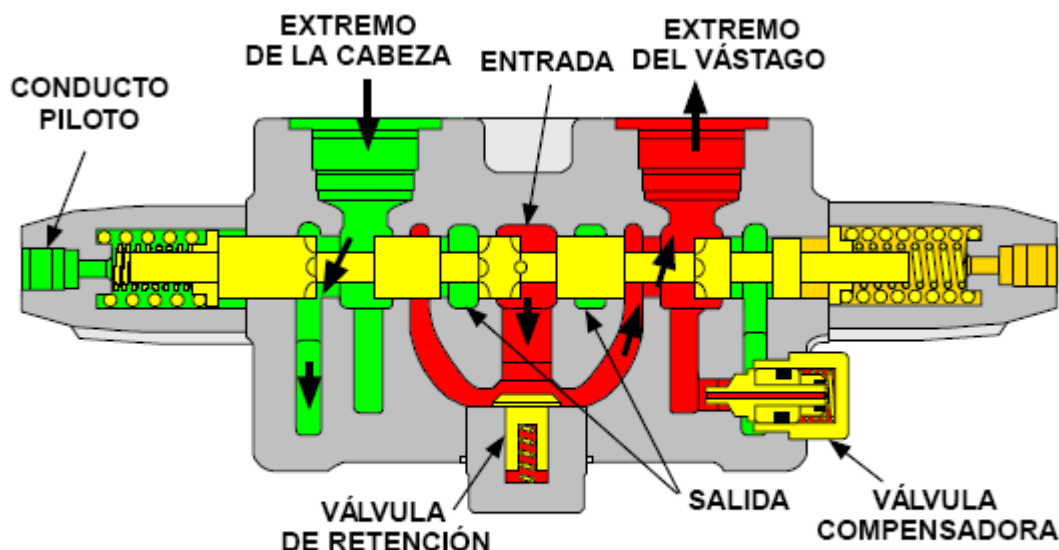


Fig. 4.1.12 Válvula de control de levantamiento en posición BAJAR

Válvula de control de levantamiento

Posición bajar

La figura 4.1.12 muestra la válvula de control de levantamiento en posición BAJAR.

Cuando el operador mueve la palanca de control piloto de levantar/bajar a la posición BAJAR, el aceite piloto (de color naranja) mueve el carrete de control de levantamiento hacia la izquierda.

El carrete de la válvula de control bloquea los conductos de salida del aceite, conecta el conducto de la válvula de retención con el extremo del vástago del cilindro de levantamiento, y conecta el conducto del extremo de la cabeza del cilindro de levantamiento con el conducto de retorno al tanque. Cuando la presión de suministro es más alta que la del extremo del vástago del cilindro de inclinación, el aceite de suministro abre la válvula de retención y fluye pasando el carrete de control al extremo del vástago del cilindro de levantamiento. El aceite de retorno fluye del extremo de la cabeza del cilindro de levantamiento, pasa por el carrete de control y va al tanque.

El cucharón comienza a bajar.

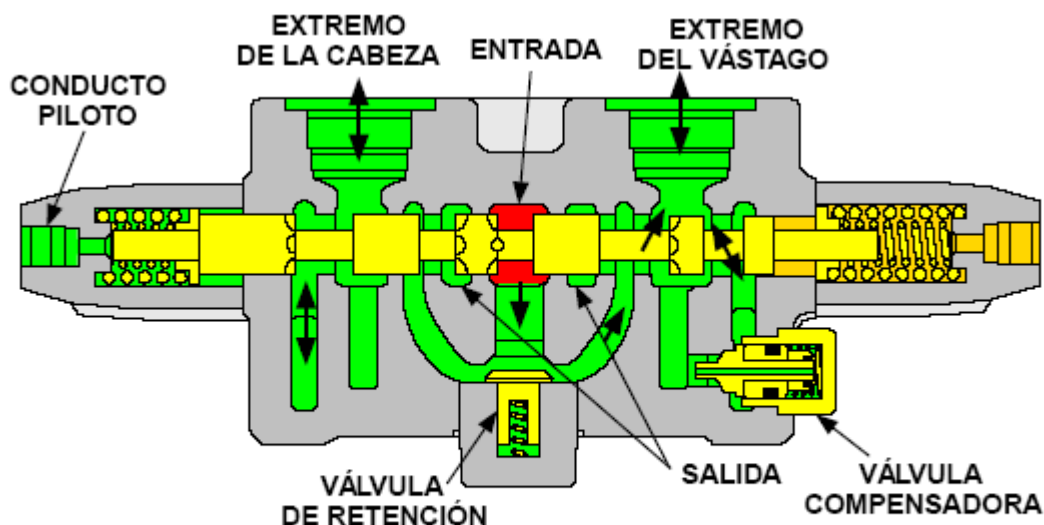


Fig. 4.1.13 Válvula de control de levantamiento en posición LIBRE

Válvula de control de levantamiento

Posición libre

La figura 4.1.13 muestra la válvula de control de levantamiento en posición LIBRE.

Cuando el operador mueve la palanca de control piloto levantar/bajar a la posición LIBRE, el aceite piloto (de color naranja) mueve el carrete de control principal completamente a la izquierda. El carrete de control conecta el conducto de la válvula de retención con la salida del lado derecho y conecta el conducto del extremo de la cabeza del cilindro de levantamiento con el conducto de retorno al tanque. El carrete de control también conecta el extremo del vástago del cilindro de levantamiento con el conducto de retorno al tanque. Cuando la bomba y los extremos del cilindro de levantamiento están conectados al tanque, el cilindro de levantamiento no puede subir ni bajar hidráulicamente.

Cuando la máquina se mueve y el control levantar/bajar está en posición LIBRE, el implemento sigue la curvatura del terreno.

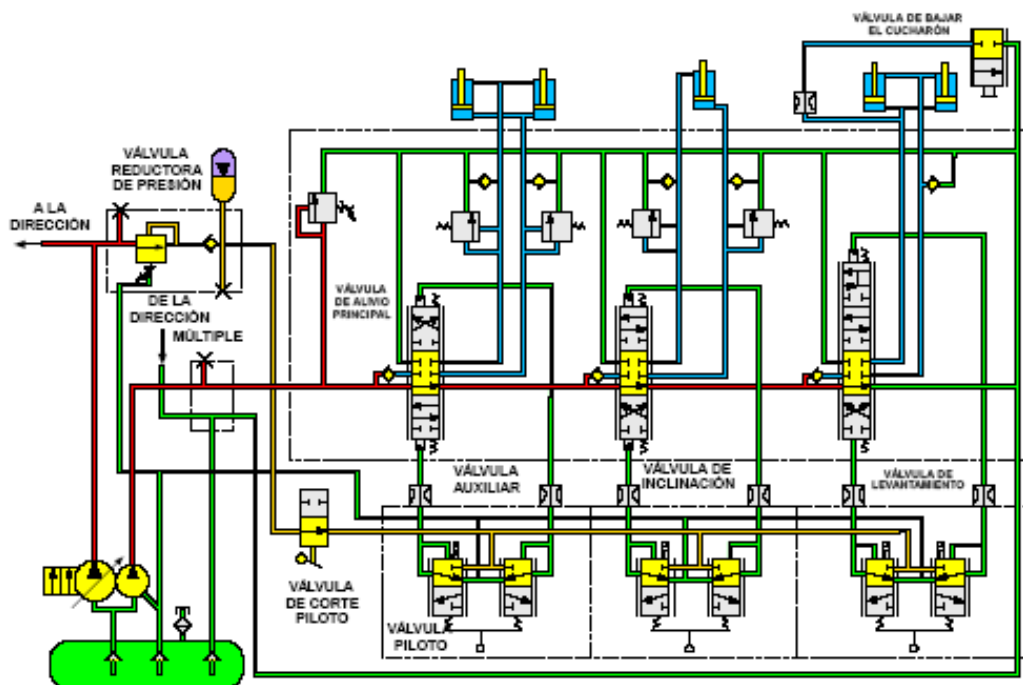


Fig. 4.1.14

SISTEMA HIDRÁULICO DEL IMPLEMENTO DEL 928G

Posición fija

En la posición FIJA, el aceite de la bomba de dirección y piloto fluye al orificio de suministro del sistema de dirección y a la válvula reductora de presión. La válvula reductora de presión controla la presión máxima del sistema piloto. (La operación de la válvula reductora de presión se explica en la unidad 6, capítulo 6). El aceite fluye de la válvula reductora de presión, a través de la válvula de retención, al acumulador y a la válvula de corte piloto.

El acumulador sirve de suministro de aceite piloto de emergencia cuando la bomba no está en funcionamiento.

Cuando la válvula de corte piloto está en la posición CERRADA, se bloquea el aceite piloto y el sistema piloto no funciona. Cuando la válvula de corte piloto está en la posición ABIERTA, el aceite fluye de la válvula de corte piloto a las válvulas de control piloto auxiliar, de inclinar hacia atrás/descargar y de levantar/bajar.

Cuando las válvulas de control piloto están en la posición FIJA, el aceite piloto se bloquea en las válvulas de control piloto. Este tipo de sistema se conoce como sistema de "centro cerrado".

El aceite de la bomba del implemento principal fluye, pasando el orificio de prueba y la válvula de alivio principal, a la válvula de control principal.

El aceite de la bomba del implemento fluye por el centro del carrete de la válvula auxiliar, por el centro del carrete de la válvula de inclinación hacia atrás/descargar, por el centro de la válvula de levantar/bajar y regresa al tanque. Este tipo de sistema se conoce como sistema de "centro abierto".

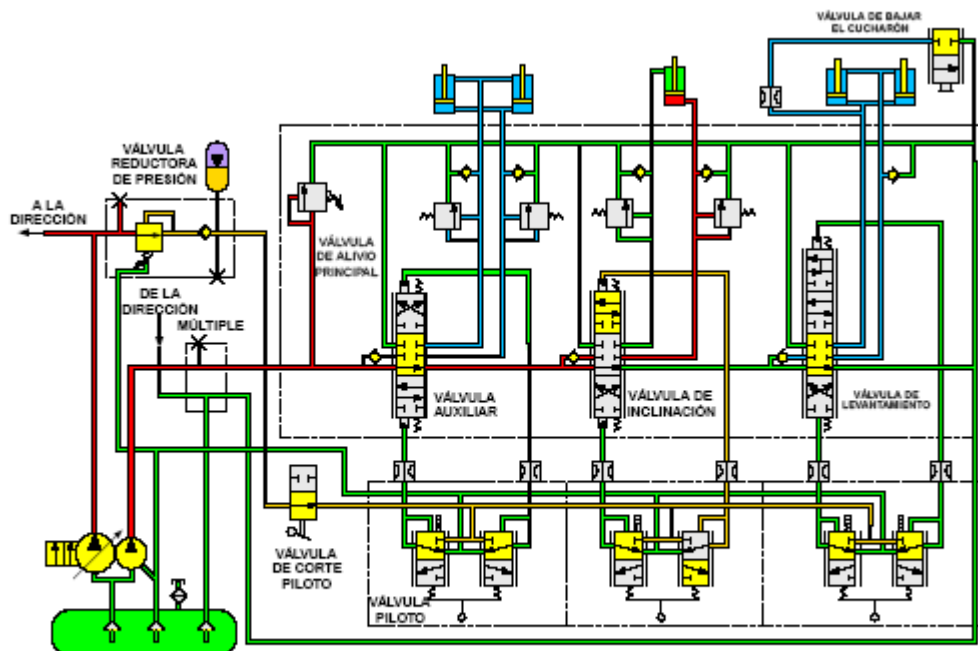


Fig. 4.1.15

SISTEMA HIDRÁULICO DEL IMPLEMENTO DEL 928G

Posición inclin hacia atrás

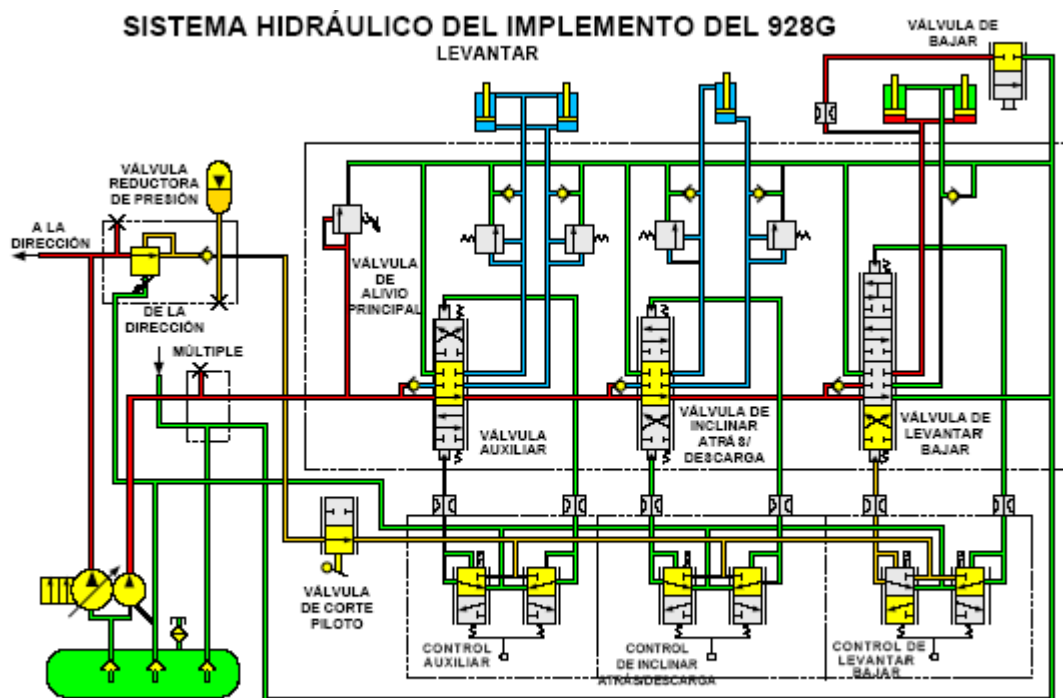
Este diagrama muestra el flujo a través del sistema hidráulico con la palanca de control inclinar hacia atrás/descargar en la posición INCLINAR HACIA ATRÁS.

Cuando el operador mueve la palanca de control inclinar hacia atrás/descargar a la posición INCLINAR HACIA ATRÁS, el aceite piloto fluye de la válvula de control piloto inclinar hacia atrás/descargar al extremo del carrete de la válvula inclinar hacia atrás/descargar en la válvula de control del implemento principal. El aceite piloto mueve el carrete de la válvula inclinar hacia atrás/descargar a la posición INCLINAR HACIA ATRÁS. El aceite del extremo opuesto del carrete de la válvula inclinar hacia atrás/descargar fluye al tanque, pasando la válvula de control inclinar hacia atrás/descargar.



El movimiento del carrete de la válvula inclinar hacia atrás/descargar a la posición INCLINAR HACIAATRÁS bloquea el flujo del aceite de la bomba del implemento y envía el aceite de la bomba del implemento al extremo de la cabeza del cilindro de inclinación. El aceite del extremo del vástago del cilindro de inclinación es forzado a retornar al tanque, pasando por el carrete de la válvula de inclinar hacia atrás/descargar.

Los orificios en las tuberías de aceite piloto entre la válvula de control piloto de inclinar hacia atrás/descargar y el carrete de la válvula de inclinar hacia atrás/descargar producen una restricción al flujo del aceite piloto y proveen al operador un mejor control del carrete de la válvula de inclinar hacia atrás/descargar.



**Posición
inclinada
hacia atrás**

Es este diagrama se muestran las condiciones en el sistema hidráulico del implemento con la palanca de control levantar/bajar en la posición LEVANTAR.



El movimiento del carrete de la válvula levantar/bajar a la posición LEVANTAR bloquea el flujo de aceite de suministro al tanque. El aceite de suministro es enviado al extremo de la cabeza de los cilindros de levantamiento. El aceite de los extremos del vástago de los cilindros es enviado al tanque, pasando por el carrete de la válvula de levantar/bajar.

Los orificios en las tuberías de aceite piloto entre la válvula de control piloto de levantar/bajar y el carrete de la válvula de levantar/bajar producen una restricción al flujo del aceite piloto y proveen al operador un mejor control del carrete de la válvula de levantar/bajar

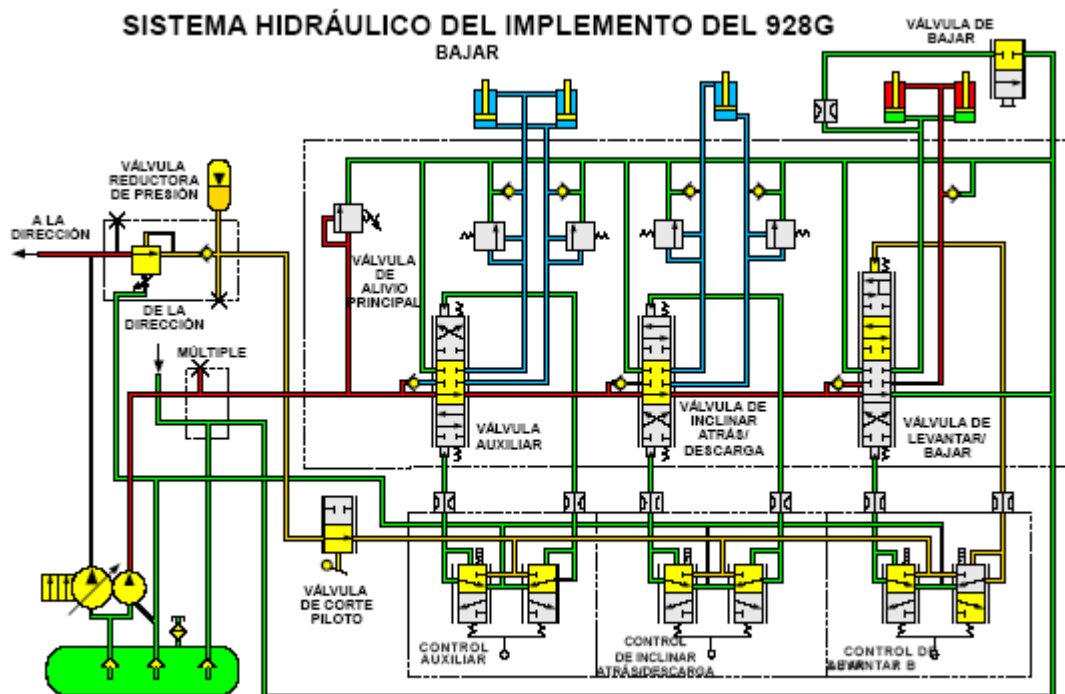


Fig. 4.1.17

Posición Bajar

Es este diagrama se muestran las condiciones en el sistema hidráulico del implemento con la palanca de control levantar/bajar en la posición BAJAR.

Cuando el operador mueve la palanca de control levantar/bajar a la posición BAJAR, el aceite piloto fluye de la válvula de control piloto levantar/bajar al extremo del carrete de la válvula levantar/bajar en la válvula de control del implemento principal. El aceite piloto mueve el carrete de la válvula levantar/bajar a la posición BAJAR. El aceite del extremo opuesto del carrete de la válvula levantar/bajar fluye al tanque, pasando la válvula de control levantar/bajar.



El movimiento del carrete de la válvula levantar/bajar a la posición BAJAR bloquea el flujo de aceite de suministro al tanque. El aceite de suministro es enviado al extremo del vástago de los cilindros de levantamiento. El aceite de los extremos de la cabeza de los cilindros es enviado al tanque, pasando el carrete de la válvula de levantar/bajar.

Los orificios en las tuberías de aceite piloto entre la válvula de control piloto de levantar/bajar y el carrete de la válvula de levantar/bajar producen una restricción al flujo del aceite piloto y proveen al operador un mejor control del carrete de la válvula de levantar/bajar.

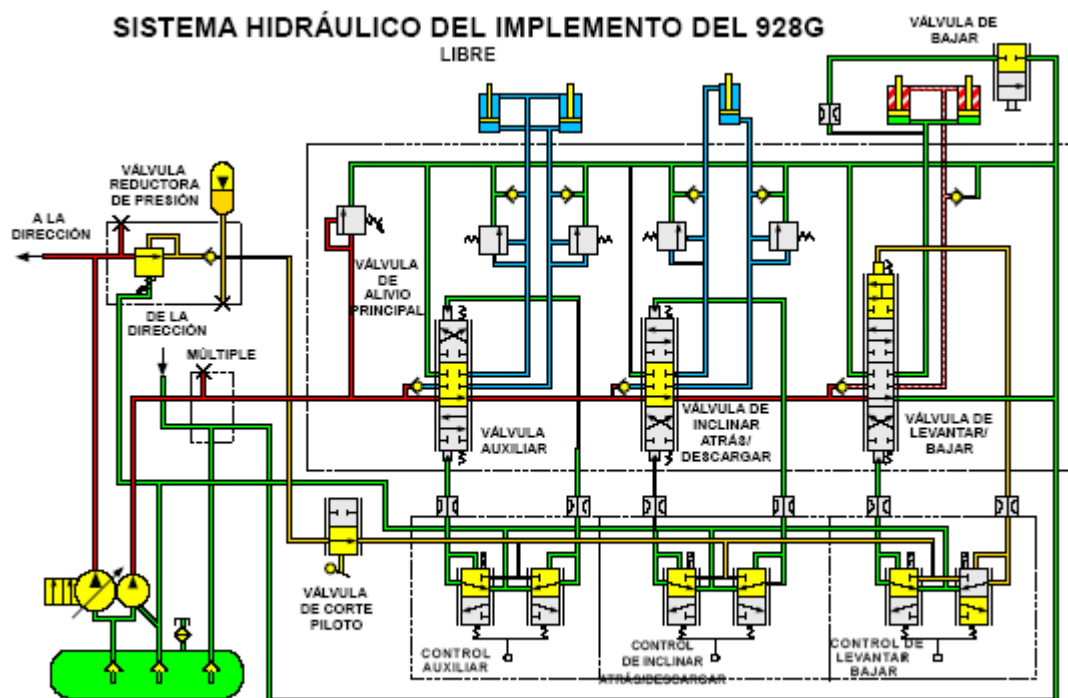


Fig. 4.1.18

Posición libre

Es este diagrama, la palanca de control levantar/bajar está en la posición LIBRE.

Cuando el operador mueve la palanca de control levantar/bajar a la posición LIBRE, el aceite piloto fluye de la válvula de control piloto levantar/bajar al extremo del carrete de la válvula levantar/bajar en la válvula de control del implemento principal. El aceite piloto mueve el carrete de la válvula levantar/bajar a la posición LIBRE. El aceite del extremo opuesto del carrete de la válvula levantar/bajar fluye al tanque, pasando la válvula de control levantar/bajar.



El movimiento del carrete de la válvula levantar/bajar a la posición LIBRE bloquea el flujo de aceite de suministro al tanque. El aceite de suministro es enviado al extremo del vástago de los cilindros de levantamiento y al tanque. El aceite de los extremos de la cabeza de los cilindros es enviado al tanque, pasando el carrete de la válvula de levantar/bajar.

Cuando la máquina se mueve y el implemento está en "libre", el cucharón seguirá la curvatura del piso. La más leve presión en el extremo del vástago de los cilindros de levantar/bajar no empujará el cucharón hacia el suelo.