

TEMA 14: CIRCUITOS HIDRÁULICOS. GENERALIDADES FÍSICAS. DESCRIPCIÓN DE UN CIRCUITO Y SU DISEÑO. BOMBAS HIDRÁULICAS. MOTORES HIDRÁULICOS. ACUMULADORES

1. CIRCUITOS HIDRÁULICOS. GENERALIDADES FÍSICAS. DESCRIPCIÓN DE UN CIRCUITO Y SU DISEÑO

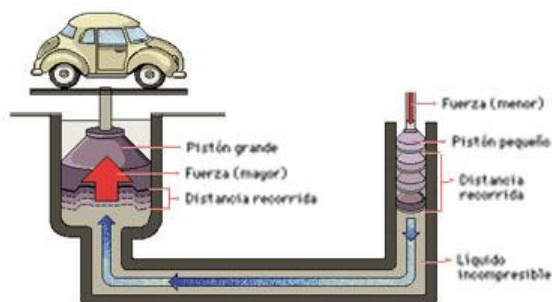
1.1 Caracterización.

La utilización de circuitos hidráulicos es muy empleada en la actualidad. Equipos como grúas, excavadoras, elevadores, monta-cargas e incluso robots, usan este tipo de accionamiento debido a la simplicidad con que se convierten esfuerzos pequeños en grandes fuerzas.

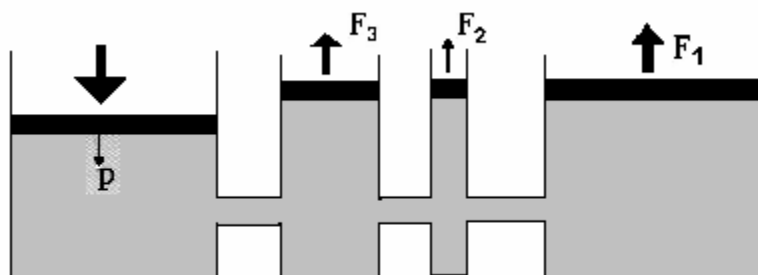
Los principios físicos que permiten explicar el funcionamiento de un circuito hidráulico son los siguientes principios hidráulicos:

- Un líquido puede asumir cualquier forma y puede ser bidireccional sin que esto afecte el movimiento libre del flujo.

- La **Ley de Pascal** que sostiene que cuando un fluido dentro de un contenedor es sometido a presión, la presión se transmite igualmente en todas direcciones y a todas las caras del contenedor. Éste es el principio que se usa para extender el ariete en un cilindro hidráulico.



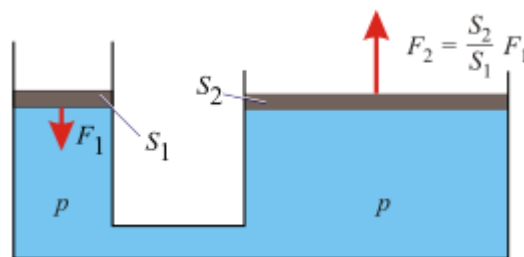
La presión ejercida sobre un punto cualquiera de un líquido en equilibrio se transmite íntegramente a los demás.



$$P = F / s; \quad F_3 = p \times S_3; \quad F_2 = p \times S_2; \quad F_1 = p \times S_1$$

$$p = F / S = F_1 / S_1 = F_2 / S_2 = F_3 / S_3$$

El siguiente esquema nos permitirá entender cómo se comportan las fuerzas entre dos cilindros dotados de pistones y conectados a través de un fluido dotado de pistones y conectados a través de un fluido. En el esquema hay un cilindro pequeño (1) y otro grande (2) cada uno de los cuales tendrá su respectiva área de acuerdo al diámetro, es decir área 1 y área 2. Cuando se aplica una fuerza F_1 al pistón 1, este empuja el fluido al pistón 2 y en él se produce una fuerza ascendente F_2 amplificada en la misma proporción que la relación entre las áreas del cilindro 1 y 2.



Si suponemos ahora que el cilindro 2 tiene 100 veces más área que el cilindro 1, tendríamos que 1 Kg aplicado sobre el pistón 1, se traduce en 100 Kg de empuje en el cilindro 2. Este incremento de fuerza se produce a expensas del aumento del recorrido del pistón 1, lo que significa que al mismo tiempo el movimiento del pistón 1 es 100 veces mayor que el del pistón 2.

Las razones para la utilización de este tipo de dispositivos son:

- Pueden generarse colosales fuerzas utilizando pequeños motores de accionamiento.
- Los sistemas hidráulicos son muy duraderos y seguros.
- Puede regularse la velocidad de accionamiento de forma continua o escalonada, sin la necesidad de mecanismos adicionales.
- Un mismo motor puede accionar múltiples mecanismos de fuerza, incluso de manera simultánea.
- El motor y los mecanismos de fuerza así como los mandos pueden estar a distancia acoplados por tubos.
- Pueden lograrse movimientos muy exactos.
- Tienen auto frenado.

El fluido más comúnmente utilizado es algún aceite ligero (aceite hidráulico) derivado del petróleo debido a su innata cualidad lubricante que alarga la vida de las piezas en rozamiento del sistema. Estos aceites deben tener las características básicas siguientes:

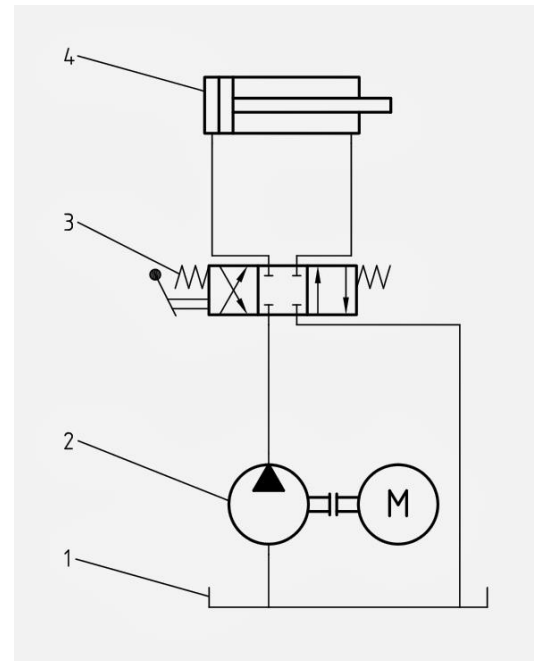
- Una viscosidad no muy alta y modificada poco con la temperatura

- Elevada resistencia a la formación de espuma.
- Elevada estabilidad con el tiempo.
- No deben ser agresivos a los materiales de goma, como mangueras y empaquetaduras.
- Mientras más capacidad lubricante, mejor.

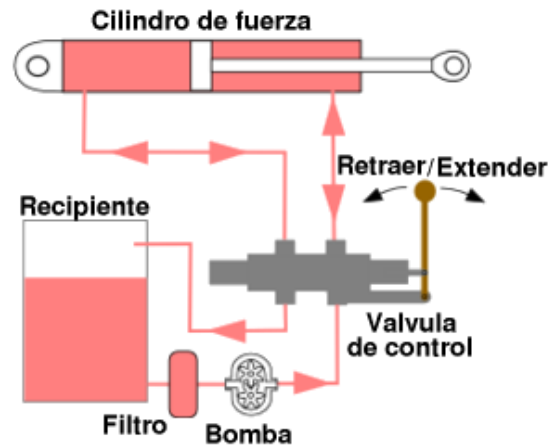
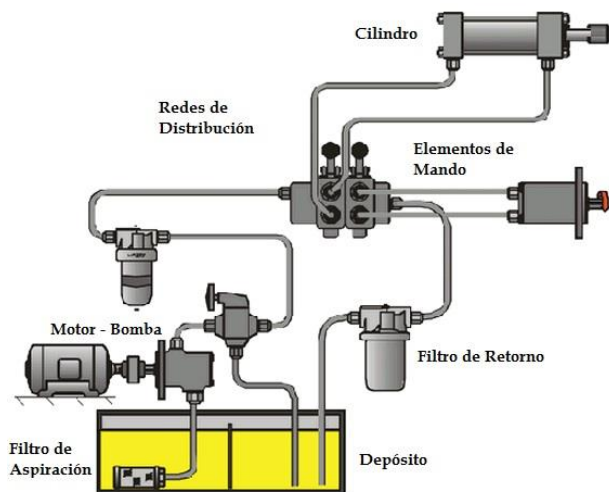
1.2 Circuito básico

El esquema que sigue, representa un circuito hidráulico básico, donde el elemento de trabajo es un cilindro de fuerza. Los elementos constitutivos del circuito hidráulico como puede verse son:

1. Un recipiente con aceite.
2. Una bomba hidráulica.
3. Una válvula de control y la respectiva palanca de mando.
4. El cilindro de fuerza.



Mientras la palanca de accionamiento de la válvula está en su posición de reposo (centro), el aceite bombeado por la bomba retorna libremente al recipiente, de manera que el cilindro de fuerza se mantiene inmóvil. Una vez que se acciona la palanca de control en cualquiera de las dos direcciones, se cierra la comunicación del retorno libre al recipiente y se conecta la salida de la bomba a uno de los lados del cilindro de fuerza mientras que el otro lado se conecta al retorno. De esta forma la elevada presión suministrada por la bomba actúa sobre el pistón interior del cilindro de fuerza, desplazándolo en una dirección con elevada fuerza de empuje. El movimiento de la palanca de control en otra dirección hace el efecto contrario.

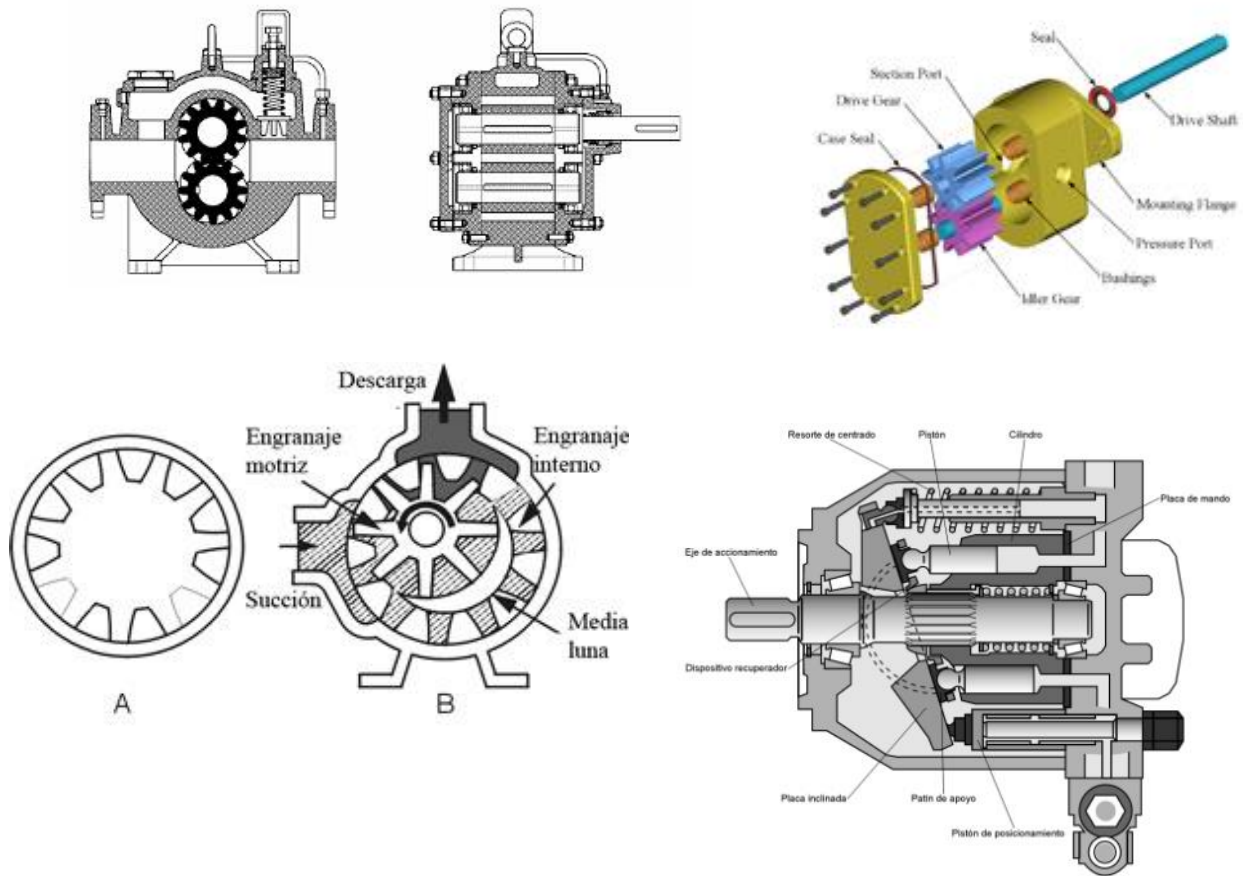


2. BOMBAS HIDRÁULICAS

2.1 Caracterización.

Una **bomba hidráulica** es un dispositivo que, recibiendo energía mecánica de una fuente exterior, la transforma en una energía de presión transmisible de un lugar a otro de un sistema hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas estén sometidas precisamente a esa presión. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el **principio de Bernoulli**. Las bombas hidráulicas son los elementos encargados de impulsar el aceite o líquido hidráulico, transformando la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica.

El propósito de una bomba hidráulica es suministrar un flujo de líquido a un sistema hidráulico. La bomba no crea la presión de sistema, puesto que la presión se puede crear solamente por una resistencia al flujo. Mientras que la bomba proporciona flujo, transmite una fuerza al líquido. Dado que el flujo de líquido encuentra resistencia, esta fuerza se vuelve en una presión. La resistencia al flujo es el resultado de una restricción o de una obstrucción en la trayectoria del mismo. Esta restricción es normalmente el trabajo logrado por el sistema hidráulico, pero puede ser también debido a restricciones de líneas, de guarniciones y de válvulas dentro del sistema. Así, la presión es controlada por la carga impuesta sobre el sistema o la acción de un dispositivo regulador de presión.

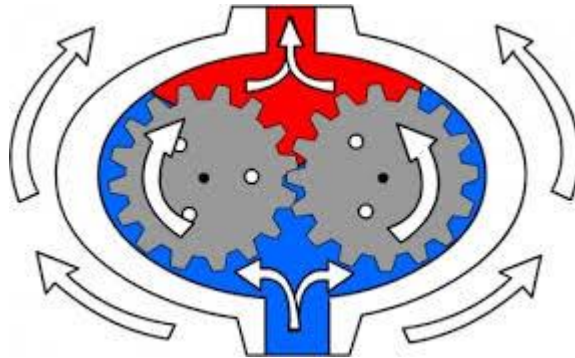


Una bomba debe tener una fuente continua de líquido disponible en el puerto de entrada para suministrar el líquido al sistema. Dado que la bomba fuerza el líquido a través del puerto de salida, se crea un vacío parcial o un área de baja presión en el puerto de entrada. Cuando la presión en el puerto de entrada de la bomba es más baja que la presión atmosférica local, la presión atmosférica que actúa sobre el líquido en el depósito fuerza el líquido hacia la entrada de bomba. Si la bomba está situada en un nivel más bajo que el depósito, la fuerza de la gravedad complementa a la presión atmosférica sobre el depósito. Los aviones y misiles que funcionan a altas altitudes se equipan con depósitos hidráulicos presurizados para compensar la baja presión atmosférica encontrada en dichas altitudes.

El proceso de transformación de energía se efectúa en dos etapas: **aspiración** y **descarga**.

- **Aspiración:** Al comunicarse energía mecánica a la bomba, ésta comienza a girar y con esto se genera una disminución de la presión en la entrada de la bomba, como el depósito de aceite se encuentra sometido a presión atmosférica, se genera entonces una diferencia de presiones lo que provoca la succión y con ello el impulso del aceite (o el agua, o el fluido que sea) hacia la entrada de la bomba.

- **Descarga:** Al entrar aceite, la bomba lo toma y lo traslada hasta la salida y se asegura, por la forma constructiva, que el fluido no retroceda. Dado esto, el fluido no encontrará más alternativa que ingresar al sistema que es donde se encuentra espacio disponible, consiguiéndose así la descarga.



Muchos y diversos métodos se utilizan para clasificar las bombas. Los términos tales como desplazamiento no positivo, desplazamiento positivo, desplazamiento fijo, salida volumétrica fija, volumen de caudal variable, volumen constante y otros se utilizan para describir las bombas. Los primeros dos de estos términos, describen la división fundamental de las bombas; es decir, todas las bombas son o de desplazamiento no positivo o desplazamiento positivo.

2.2 Clases.

-**Según su funcionamiento.** La principal clasificación de las bombas se realiza atendiendo al principio de funcionamiento en el que se basan:

- **Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas**, en las que el principio de funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada ciclo, el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan bombas volumétricas. En caso de poder variar el volumen máximo de la cilindrada se habla de bombas de volumen variable. Si ese volumen no se puede variar, entonces se dice que la bomba es de volumen fijo.

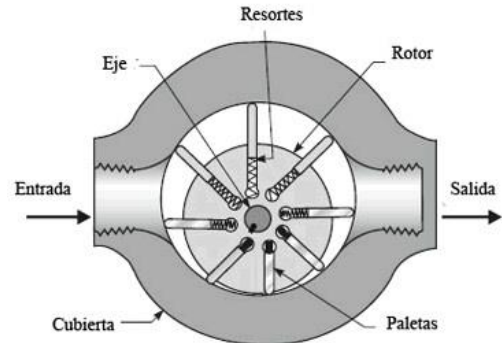
A su vez, este tipo de bombas pueden subdividirse en:

- **Bombas de émbolo alternativo**, en las que existe uno o varios compartimentos fijos, pero de volumen variable por la acción de un émbolo o de una membrana. En estas máquinas, el movimiento del fluido es discontinuo y los procesos de carga y descarga se realizan por válvulas que abren y



cierran alternativamente. Algunos ejemplos de este tipo de bombas son la bomba alternativa de pistón, la bomba rotativa de pistones o la bomba de pistones de accionamiento axial.

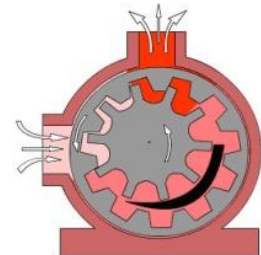
- **Bombas volumétricas rotativas o rotoestáticas**, en las que una masa fluida es confinada en uno o varios compartimentos que se desplazan desde la zona de entrada (de baja presión) hasta la zona de salida (de alta presión) de la máquina. Algunos ejemplos de este tipo de máquinas son la bomba de paletas, la bomba de lóbulos, la bomba de engranajes, la bomba de tornillo o la bomba peristáltica.



- **Bombas rotodinámicas**, en las que el principio de funcionamiento está basado en el intercambio de cantidad de movimiento entre la máquina y el fluido, aplicando la hidrodinámica. En este tipo de bombas hay uno o varios rodets con álabes que giran generando un campo de presiones en el fluido. En este tipo de máquinas el flujo del fluido es continuo.

Estas turbomáquinas hidráulicas generadoras pueden subdividirse en:

- **Radiales o centrífugas**, cuando el movimiento del fluido sigue una trayectoria perpendicular al eje del rodete impulsor.
- **Axiales**, cuando el fluido pasa por los canales de los álabes siguiendo una trayectoria contenida en un cilindro.



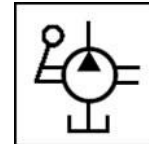
- **Diagonales o helicocentrífugas**, cuando la trayectoria del fluido se realiza en otra dirección entre las anteriores, es decir, en un cono coaxial con el eje del rodete.

- **Según el tipo de accionamiento**. En este caso, se distingue:

- **Electrobombas**. Genéricamente, son aquellas accionadas por un motor eléctrico, para distinguirlas de las motobombas, habitualmente accionadas por motores de explosión.



- **Bombas neumáticas** que son bombas de desplazamiento positivo en las que la energía de entrada es neumática, normalmente a partir de aire comprimido.
- **Bombas de accionamiento hidráulico**, como la bomba de ariete o la noria.
- **Bombas manuales**. Un tipo de bomba manual es la bomba de balancín.



- **Según la disposición geométrica:** Las bombas centrífugas pueden ser **bombas verticales** o **bombas horizontales**. El eje de rotación puede ser horizontal o vertical, (rara vez inclinado). De esta disposición se derivan diferentes diseños en la construcción de la bomba.



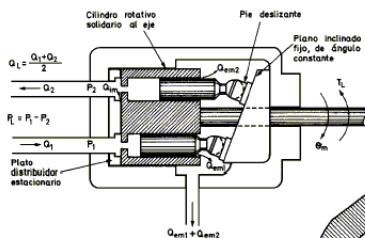
- **Bombas centrífugas horizontales:** El eje de la bomba y del motor están a la misma altura. La bomba no debe trabajar en seco ya que necesita el líquido bombeado como lubricante entre anillos rozantes y rodete y entre empaquetadura y eje. Antes de su puesta en marcha deben quedar cebadas por no ser auto-transpirantes. Este proceso puede ser bastante complejo si la bomba no trabaja en carga y colocada por encima del nivel del líquido. Este caso se presenta muy frecuente con bombas centrífugas horizontales, se debe colocar una válvula en la parte de la aspiración. Ventajas de las bombas centrífugas horizontales:
 - Son de construcción más barata que las verticales.

- Su mantenimiento y conservación es mucho más sencillo y económico.
 - El desmontaje de la bomba se puede hacer sin necesidad de mover el motor.
 - No hay que tocar las conexiones de aspiración e impulsión.
 - Fácil de instalar.
 - **Bombas centrífugas verticales:** Este tipo de bomba tiene un eje vertical y el motor generalmente está encima de la bomba. Esto permite que la bomba trabaje siempre rodeada por el líquido a bombear. Estas bombas no deben quedar cebadas antes de la puesta en marcha. El eje de la bomba puede ser rígido o flexible por medio de juntas universales. Esto soluciona el problema del alineamiento.
- La ventaja de las bombas verticales es que necesitan muy poco espacio horizontal, son ideales para trabajar en barcos, pozos, etc. Se debe prever suficiente espacio vertical para su montaje y desmontaje. Para bombas de gran capacidad, la construcción vertical generalmente es menos cara que la horizontal.
- Las bombas centrífugas verticales no sumergidas tienen su campo en:

- Aplicaciones marinas.
- Aguas sucias.
- Drenajes.
- Riego.
- Circulación de condensadores.

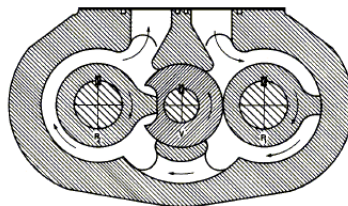
3. MOTORES HIDRÁULICOS

Un motor hidráulico es un actuador mecánico que convierte presión hidráulica y flujo en un par de torsión y un desplazamiento angular, es decir, en una rotación o giro. Su funcionamiento es pues inverso al de las bombas hidráulicas y es el equivalente rotatorio del cilindro hidráulico. Se emplean sobre todo porque entregan un par muy grande a velocidades de giro pequeñas en comparación con los motores eléctricos.



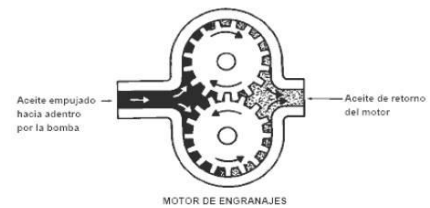
• Motor de pistones.

• Motor de aletas rotativas.



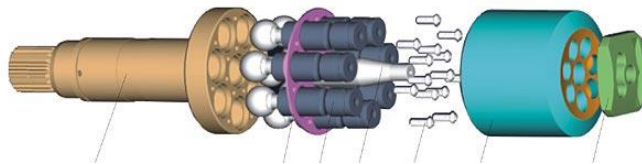
Dentro de los motores hidráulicos, se diferencian los siguientes tipos:

-Motores de engranajes. Son de tamaño reducido y pueden girar en los dos sentidos, pero el par es pequeño, son ruidosos, pueden trabajar a altas velocidades pero de forma análoga a los motores de paletas, su rendimiento cae a bajas velocidades.



-Motores de paletas. Tienen la misma estructura que las bombas de paletas, pero el movimiento radial de las paletas debe ser forzado, mientras que en las bombas se debe a la fuerza centrífuga

-Motores de pistones. Son los más empleados de todos, ya que se consiguen las mayores potencias trabajando a altas presiones. En función de la posición de los pistones con respecto al eje podemos encontrar:



- Motores de pistones axiales: Los pistones van dispuestos en la dirección del eje del motor. El líquido entra por la base del pistón y lo obliga desplazarse hacia fuera. Como la cabeza del pistón tiene forma de rodillo y apoya sobre una superficie inclinada, la fuerza que ejerce sobre ella se descompone según la dirección normal y según la dirección tangencial a la superficie. Ésta última componente la obligará a girar y con ella solidariamente, el eje sobre la que va montada. Variando la inclinación de la placa o el basculamiento entre el eje de entrada y salida puede variar la cilindrada y con ella el par y la potencia.

- Motor de pistones radiales: Los pistones van dispuestos perpendicularmente al eje del motor. El principio de funcionamiento es análogo al de los axiales, pero aquí el par se consigue debido a la excentricidad que hace que la componente transversal de la fuerza que el pistón ejerce sobre la carcasa, sea distinta en dos posiciones diametralmente opuestas, dando lugar a una resultante no nula que origina el par de giro.

4. ACUMULADORES

4.1 Caracterización.

Los fluidos usados en los sistemas hidráulicos no pueden ser comprimidos como los gases y así almacenarse para ser usados en diferentes lugares o a tiempos distinto. Un acumulador consiste en un depósito destinado a almacenar una cantidad de fluido incomprensible y conservarlo a una cierta presión mediante una fuerza extrema.



El fluido hidráulico bajo presión entra a las cámaras del acumulador y hace una de estas tres funciones: comprime un resorte, comprime un gas o levanta un peso y posteriormente, cualquier caída de presión en el sistema provoca que el elemento reaccione y fuerce al fluido hacia fuera otra vez. Los acumuladores, en los motores hidráulicos se pueden aplicar como:

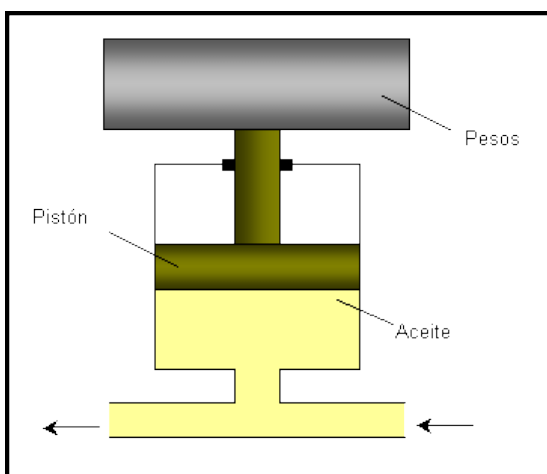
- Acumulador de energía.
- Antigolpe de ariete.
- Antipulsaciones.
- Compensador de fugas.
- Fuerza auxiliar de emergencias.
- Amortiguador de vibraciones.
- Transmisor de energía de un fluido a otro.

El golpe de ariete es una sobrepresión transitoria que puede ser de gran entidad y causar roturas de las tuberías.



4.2 Acumulador de contrapeso.

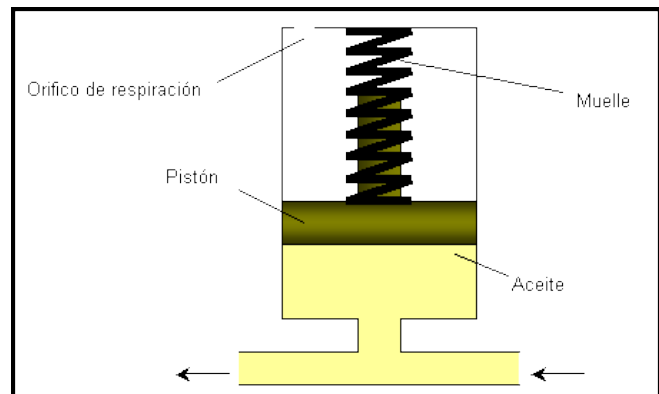
El acumulador cargado por peso, ejerce una fuerza sobre el líquido almacenado por medio de grandes pesos que actúan sobre el pistón o émbolo. Los pesos pueden fabricarse de cualquier material pesado, como hierro, concreto e incluso agua. Generalmente los acumuladores cargados por peso son de gran tamaño; en algunos casos, su capacidad es de varios cientos de litros. Pueden prestar servicio a varios sistemas hidráulicos al mismo tiempo y usualmente son utilizados en fábricas y sistemas hidráulicos centrales. Su capacidad para almacenar fluidos a presión relativamente constante, tanto si se encuentran llenos como casi vacíos, representa una ventaja con respecto a otros tipos de acumuladores que no poseen esta característica. La fuerza aplicada por el peso sobre el líquido es siempre la misma independiente de la cantidad de fluido contenido en el acumulador.



Una circunstancia desventajosa de los acumuladores cargados por peso, es que generan sobrepresiones. Cuando se encuentran descargando con rapidez y se detienen repentinamente, la inercia del peso podría ocasionar variaciones de presión excesivas en el sistema. Esto puede producir fugas en las tuberías y accesorios, además de causar la fatiga del metal, lo cual acorta la vida útil de los componentes.

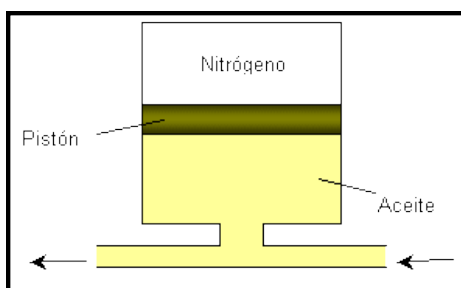
4.3 Acumulador cargado por muelle.

En los acumuladores cargados por resorte, la fuerza se aplica al líquido almacenado por medio de un pistón sobre el cual actúan un resorte. Suelen ser más pequeños que los cargados por peso y su capacidad es de sólo algunos litros. Usualmente dan servicio a sistemas hidráulicos individuales y operan a baja presión en la mayoría de los casos. Mientras el líquido se bombea al interior del acumulador, la



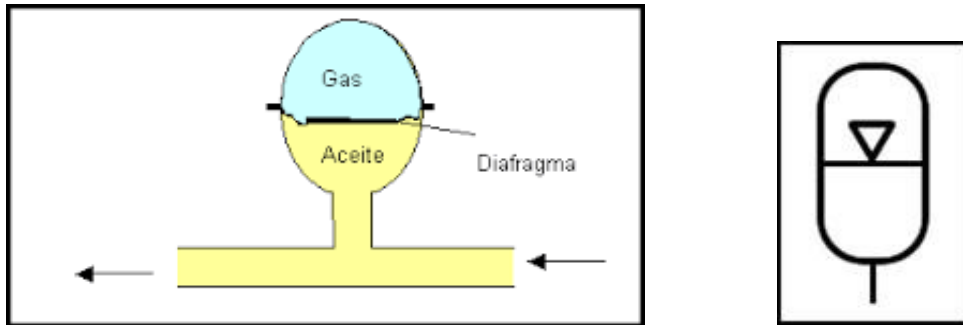
presión del fluido almacenado se determina por la compresión del resorte. Si el pistón se moviese hacia arriba y comprimiera diez pulgadas al resorte, la presión almacenada sería mayor que en el caso un resorte comprimido tan sólo cuatro pulgadas. A pesar de los sellos del pistón, cierta cantidad de fluido almacenado podría infiltrarse al interior de la cámara del resorte del acumulador. Para evitar la acumulación de fluido, un orificio de respiración practicado en la cámara permitirá la descarga del fluido cuando sea necesario.

- **Acumulador de pistón.** Un acumulador de tipo pistón consiste en un cuerpo cilíndrico y un pistón móvil con sellos elásticos. El gas ocupa el volumen por encima del pistón y se comprime cuando el fluido entra al interior del cuerpo cilíndrico. Al salir el fluido del acumulador, la presión del gas desciende. Una vez que todo el líquido ha sido descargado, el pistón alcanza el final de su carrera y cubre la salida manteniendo el gas dentro del acumulador.



- **Acumulador de gas no separado.** Los acumuladores de gas no separado consisten en un depósito en el que se coloca un volumen de fluido y a continuación se le da la presión al gas. Normalmente se instalan en circuitos donde el volumen de aceite tiene un máximo y un mínimo dentro del acumulador. Este acumulador es sencillo de construcción, económico y se puede realizar para caudales medianos. Tiene el inconveniente de que existe el peligro de que el gas se mezcle con el aceite.

- **Acumulador de diafragma.** El acumulador de tipo diafragma se compone de dos hemisferios metálicos atornillados juntos, pero cuyo volumen interior se halla separado por un diafragma de hule sintético, el gas ocupa el hemisferio superior. Cuando el fluido entra en el espacio inferior, el gas se comprime. Al descargar todo el líquido, el diafragma desciende hasta la salida y mantiene el gas dentro del acumulador. Este tipo de acumuladores son para caudales relativamente pequeños y presiones medias.



- **Acumulador de vejiga.** El acumulador de tipo vejiga se compone de un casco de metal en cuyo interior se encuentra una vejiga de hule sintético que contiene al gas. Cuando el fluido entra al interior del casco, el gas en la vejiga se comprime, la presión disminuye conforme el fluido sale del casco. Una vez que todo el líquido ha sido descargado, la presión del gas intenta empujar la vejiga a través de la salida del acumulador. Sin embargo, una válvula colocada encima del puerto de salida interrumpe automáticamente el flujo cuando la vejiga presiona el tapón de la misma.

