

4 Bombas hidrostáticas

Una bomba hidrostática o de desplazamiento positivo es aquella que suministra la misma cantidad de líquido en cada ciclo o revolución del elemento de bombeo, independientemente de la presión que encuentre el líquido a su salida.

Las bombas hidrostáticas o de desplazamiento positivo se pueden clasificar en dos grandes grupos en función del tipo de fuerza que se les ha de aplicar para su funcionamiento. Así las que trabajan absorbiendo una fuerza lineal las denominaremos bombas oscilantes, mientras que las que necesitan un esfuerzo rotativo aplicado a su eje las denominaremos bombas rotativas.

4.1 Bombas oscilantes

Las bombas oscilantes o recíprocas ilustran claramente el principio de las bombas de desplazamiento positivo, ya que son el ejemplo más elemental de este tipo de bombas.

Este tipo de bombas constan de un vástago conectado a un pistón, con sus elementos de estanqueidad, que se desplaza en el interior de un orificio cilíndrico (fig. 4.1) cerrado por el extremo opuesto por donde tiene los orificios de aspiración y salida.

Por así decirlo, esta bomba es como un cilindro en el que se han invertido sus funciones: en lugar de transformar la energía hidráulica en movimiento lineal y fuerza aplicada a un vástago, se transforma la fuerza y el movimiento lineal de un vástago en energía hidráulica.

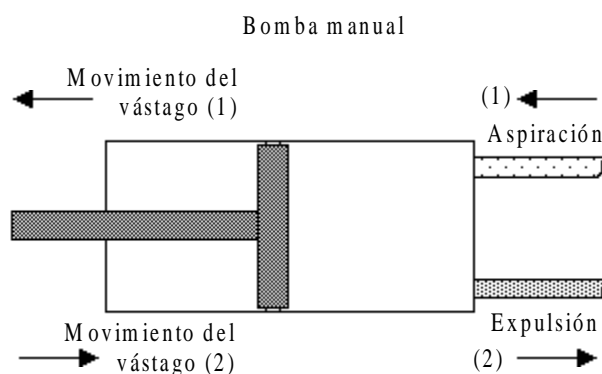


Fig. 4.1 Bomba manual

Mientras no se conecte el orificio de salida a un sistema o accionador que genere contrapresión, el accionamiento de esta bomba consumirá muy poca energía (la suficiente para vencer los rozamientos internos), y se limitará a suministrar un determinado caudal de líquido en cada embolada. Cuando exista una contrapresión en la salida de la bomba, el caudal seguirá siendo el mismo pero la energía necesaria para mover el émbolo incrementará en función de la presión que alcance el fluido.

La figura 4.2 muestra cómo al salir el pistón se crea vacío en la cámara de bombeo. Este vacío succiona el fluido del depósito a través del antirretorno de aspiración, y ayuda también al cierre hermético del antirretorno de salida. Al cambiar el sentido de traslación del pistón, el fluido contenido en el cilindro se ve forzado a salir, cerrando el antirretorno de aspiración y abriendo el de la línea de impulsión.

El volumen de fluido succionado se define por la geometría de la bomba, en este caso un cilindro:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot l,$$

donde r = radio de la sección recta
 l = carrera

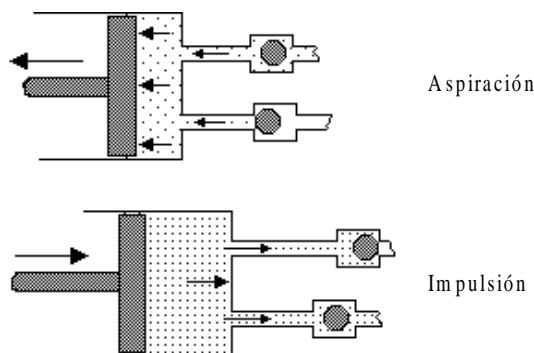


Fig. 4.2 Fases de la bomba manual

Este volumen succionado será también el que saldrá de la bomba cuando el pistón retroceda.

En este ejemplo de bomba, la estanqueidad entre la aspiración y la línea de presión la realizan los dos antirretornos, mientras que la presión máxima que alcanzará la bomba está en función de la fuerza que se aplique en el pistón.

$$\text{Presión} = \text{Fuerza} / \text{Superficie}$$

El volumen de fluido bombeado en cada ciclo variará simplemente en función de la carrera del pistón ya que la superficie de bombeo es constante.

Todas las bombas de desplazamiento positivo (tanto oscilantes como rotativas) suministran el mismo volumen de líquido en cada ciclo. Ésta es una característica física de la bomba, y no varía en función

de la velocidad de accionamiento; de todas formas, cuanto más rápidamente sea accionada mayor volumen total de líquido suministrará por unidad de tiempo. Por ello al definir una bomba de desplazamiento positivo podemos hacerlo expresando su cilindrada, o volumen de fluido suministrado por ciclo, o indicando el caudal total suministrado a un determinado número de ciclos por unidad de tiempo.

Lógicamente en las bombas oscilantes deberá indicarse su cilindrada, mientras que en las rotativas se podrá emplear cualquiera de los dos sistemas.

En la práctica, las unidades típicas empleadas son: centímetros cúbicos por revolución (cuando se expresa la cilindrada), o litros por minuto (cuando se expresa el volumen total), si bien en este caso deberá indicarse la velocidad o las revoluciones por minuto para este caudal.

Este factor es muy importante, ya que según el origen del fabricante de la bomba el caudal puede estar medido a distintas r.p.m., según la aplicación para que haya sido concebido la bomba (industria o móvil) y el tipo de corriente eléctrica.

En la mayoría de los casos el caudal se determina a 1.500 r.p.m. al ser esta la velocidad de trabajo de los motores eléctricos en Europa.

Teóricamente el volumen total será igual al producto de la cilindrada por el número de ciclos por minuto. Así, una bomba de 30 cm³/rev suministraría un caudal total de 45 l/min trabajando a 1.500 r.p.m.. Sin embargo se han de tener en cuenta dos factores: 1º) el rendimiento volumétrico de la bomba y 2º) el hecho de que los motores eléctricos de 1.500 r.p.m. trabajan a una velocidad real de 1.450 r.p.m., por lo que el caudal total suministrado por esta bomba. Suponiendo un rendimiento volumétrico del 80%, sería:

$$Q = 30 \cdot 1.450 \cdot 0,8 = 34.800 \text{ cm}^3/\text{min} = 34,8 \text{ l/min}$$

Un ejemplo típico de bombas oscilantes de desplazamiento positivo son las bombas manuales, así llamadas porque son accionadas manualmente y ejercen una fuerza manual sobre el pistón de la bomba (o a una palanca conectada a éste), como son los gatos hidráulicos empleados frecuentemente en talleres de reparación de automóviles y en maquinaria de obras públicas.

Este tipo de bombas pueden ser empleadas en los circuitos hidráulicos convencionales como fuente de presión y caudal en casos de emergencia, es decir, para poder realizar o terminar un ciclo cuando por cualquier motivo la bomba principal deje de funcionar (por ejemplo, cuando hay un corte de fluido eléctrico, cuando por avería de algún elemento regulador, el caudal o la presión no lleguen al elemento accionador).

En circuitos hidráulicos muy simples ésta es a veces la única bomba. Así por ejemplo, en gatos hidráulicos donde el cilindro tiene poco recorrido, se emplean bombas manuales.

Existen diversos tipos de bombas manuales, y aunque todas trabajen según el principio anteriormente definido, las hay simples, donde el bombeo se realiza por una sola cámara del cilindro; dobles, donde mientras una cámara del cilindro está aspirando, la otra está bombeando (fig. 4.3); y combinadas de gran caudal a baja presión y pequeño caudal a alta presión, utilizadas para conseguir un avance rápido del accionador, y posteriormente una elevada presión a poca velocidad (fig. 4.4)

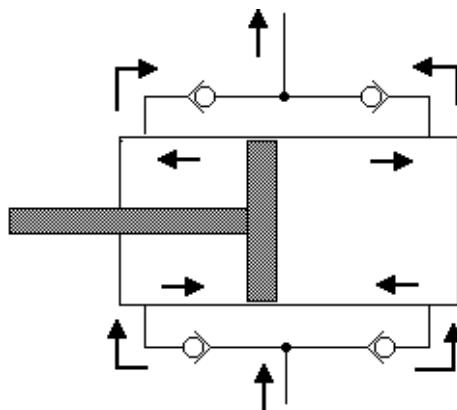


Fig. 4.3 Bomba manual de doble efecto

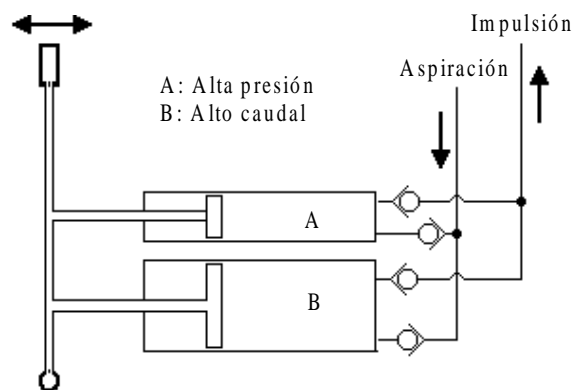


Fig. 4.4 Bomba manual combinada

En este tipo de bombas manuales la presión máxima alcanzada es función del esfuerzo aplicado en la palanca de accionamiento (mientras que el caudal será función de la velocidad de bombeo). Por ello éstas suelen tener un brazo de palanca de una longitud suficiente para obtener una presión máxima con un mínimo esfuerzo físico.

4.2 Bombas rotativas

En las bombas de tipo rotativo es este tipo de movimiento el que traslada el fluido desde la aspiración hasta la salida de presión. Estas bombas se clasifican normalmente en función del tipo de elemento que transmite el movimiento al fluido. Así pues, hay bombas de engranajes, paletas, pistones, husillos, etc.

Cada uno de estos tipos tiene un funcionamiento distinto de las otras, por ello son estudiadas en profundidad todas ellas, incluidas también algunas de sus principales aplicaciones.

Todas las bombas rotativas son accionadas exteriormente por un elemento motriz de trabajo rotativo: generalmente son accionadas por motores eléctricos o de explosión, aunque también pueden ser accionadas por otros elementos motrices como turbinas hidráulicas o eólicas.

4.2.1 Bombas de engranajes externos

Una bomba de engranajes externos produce caudal al transportar el fluido entre los dientes de dos engranajes bien acoplados. Uno de los engranajes es accionado directamente por el eje de la bomba (motriz), y este engranaje hace girar al otro (libre). Las cámaras formadas entre los dientes de los engranajes están encerradas entre el cuerpo de la bomba y las placas laterales (también llamadas placas de presión o de desgaste). Las figuras 4.5 y 4.6 representan dos bombas típicas de engranajes externos, de baja y alta presión respectivamente.

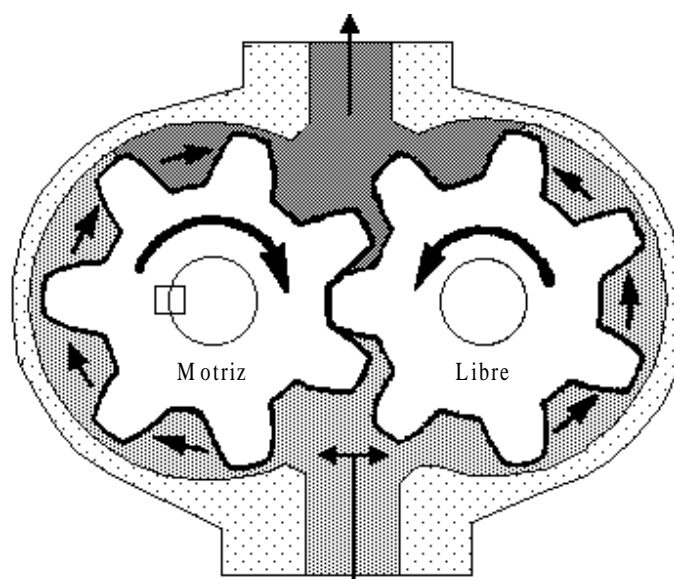


Fig. 4.5 Bomba de engranajes externos de baja presión

Se origina un cierto vacío en la aspiración cuando se separan dos dientes que estaban engranados, ya que en este momento aumenta el volumen en la cámara de aspiración; simultáneamente los dientes se van alejando, arrastrando consigo el fluido que ha penetrado en la cámara de aspiración.

La impulsión se origina en el extremo opuesto de la bomba por la disminución de volumen que tiene lugar al engranar dos dientes que estaban separados. El fluido no puede retornar a la cámara de aspiración entre los dientes engranados, ni entre los extremos de los dientes y la carcasa, debido a sus reducidas tolerancias de fabricación; por ello se ve forzado a salir al exterior por la cámara de presión.

Las bombas de engranajes externos pueden dividirse en varios tipos según la forma del engranaje: las más utilizadas, por ser las de más fácil mecanizado, y consiguientemente las más económicas, son las de engranajes rectos, aunque también las hay de engranajes helicoidales y bihelicoidales, modelos mucho más silenciosos pero más costosas de construcción.

El rendimiento volumétrico de las bombas de engranajes puede llegar a ser de un 93 % en condiciones óptimas. Las tolerancias en movimiento entre las caras de los engranajes y las placas de presión, y entre las crestas de los dientes, crean una fuga casi constante del fluido bombeado a una presión constante. Esto representa una disminución del rendimiento volumétrico cuando se trabaja a poca presión y con caudales reducidos; por ello las bombas de engranajes deben trabajar a velocidades elevadas.

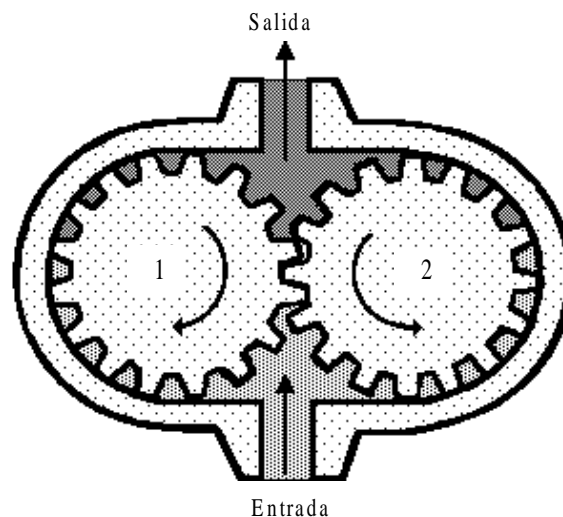


Fig. 4.6 Bomba de engranajes externos de alta presión

A pesar de que las fugas internas aumentan con la presión, se mantienen casi constantes con las variaciones de velocidad, a partir de una velocidad mínima.

Las bombas de engranajes externos son las menos sensibles a los contaminantes del fluido que, al producir abrasión en las piezas en movimiento aumentan las tolerancias y disminuyen la estanqueidad y consiguientemente el rendimiento volumétrico. Raramente sufrirán roturas o agarrotamientos súbitos por culpa del contaminante y por este motivo son las más empleadas en maquinaria de obras públicas y de movimiento de tierras, es decir, aplicaciones con ambientes muy contaminados y fluidos hidráulicos a los que se les presta pocas atenciones de mantenimiento.

Las bombas de engranajes externos son, sin duda, las más ruidosas del mercado. Por ello no suelen emplearse en aplicaciones fijas e interiores, donde su nivel sonoro puede perjudicar a los operarios que trabajen cerca, pero sí son ampliamente utilizadas en aplicaciones móviles en maquinaria móvil de obras públicas y minería.

4.2.2 Bombas de lóbulos

Las bombas de lóbulos son bombas rotativas de engranajes externos, que difieren principalmente de éstas en la forma en que son accionados los engranajes (en este caso lóbulos).

Mientras en la bomba de engranajes externos un engranaje hace girar al otro, en las bombas de lóbulos ambos son accionados independientemente por medio de un sistema de engranajes, externo a la cámara de bombeo. La figura 4.7 muestra esquemáticamente una bomba de lóbulos.

Este tipo de bombas no son comúnmente empleadas en sistemas oleohidráulicos: por un lado ofrecen un mayor desplazamiento que las de engranajes externos, pero por otro su coste es bastante superior y sus prestaciones de presión y velocidad son generalmente inferiores a las de las bombas de engranajes.

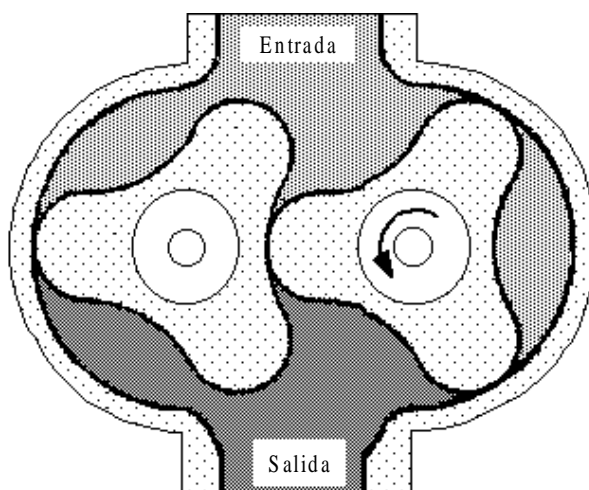


Fig. 4.7 Bomba de lóbulos

4.2.3 Bombas de husillos

Las bombas de husillos, también llamadas de tornillos, son bombas de engranajes de caudal axial. Hay tres tipos de bombas de husillos, según tengan uno, dos o tres husillos. En la bomba de un solo husillo un rotor en forma de espiral gira excéntricamente en el interior de un estator.

La bomba de doble husillo consiste en dos rotores paralelos que se entrelazan al girar en una carcasa mecanizada con tolerancias muy ajustadas. La bomba de triple husillo consiste en un rotor central, que es el motriz, y dos rotores locos que se entrelazan con el primero. También aquí los rotores giran en el interior de una carcasa mecanizada con tolerancias muy ajustadas.

El caudal a través de una bomba de husillos es axial, y va en el sentido del rotor motriz. El fluido que rodea los rotores en la zona de aspiración es atrapado a medida que éstos giran; este fluido es empujado uniformemente, con el giro de los rotores, a lo largo del eje, y se ve forzado a salir por el otro extremo.

Es muy importante tener en cuenta que el fluido en este tipo de bombas no gira, sino que se mueve linealmente, y el rotor funciona como un tornillo sin fin que continuamente se mueve hacia adelante.

Por este motivo no hay pulsaciones incluso trabajando a altas velocidades. Esta peculiaridad las hace recomendables para trabajar con fluidos sensibles a las pulsaciones o a la cizalladura (ver anexo 6) debido a que algunos fluidos oleohidráulicos sintéticos y/o con alto índice de viscosidad presentan problemas de cizalladura.

La ausencia de pulsaciones, y el hecho de que no haya contacto de metal con metal, hace que estas bombas sean muy silenciosas.

Las principales aplicaciones de este tipo de bombas se encuentran en sistemas hidráulicos donde el nivel sonoro tiene que controlarse y mantenerse al mínimo posible, como por ejemplo en los submarinos. Otras aplicaciones son como bombas de gran caudal y baja presión en circuitos de prellenado de grandes prensas.

4.2.4 Bombas de engranajes internos

Las bombas de engranajes internos están compuestas de dos engranajes, uno externo y otro interno. En estas bombas, el engranaje interno tiene uno o dos dientes menos que el engranaje exterior.

Por ejemplo: si el número de dientes de los engranajes interno y externo son respectivamente 10 y 11, el engranaje interno girará 11 revoluciones mientras el externo sólo girará 10.

La reducida relación entre las velocidades de giro de los engranajes hace que este tipo de bombas tenga una menor relación de desgaste, comparados con los otros tipos de bombas.

Este tipo de bombas son generalmente utilizadas para caudales pequeños, y se suelen comercializar como pequeñas unidades compactas.

Según su construcción, las bombas de engranajes internos pueden ser de dos tipos diferentes: de semiluna y gerotor.

4.2.5 Bombas de semiluna

En este tipo de bombas hay, entre los dos engranajes, una pieza de separación en forma de media luna (semiluna). Esta pieza está situada entre los orificios de entrada y salida, donde la holgura entre los dientes de los engranajes interno y externo es máxima (fig. 4.8). Ambos engranajes giran en la misma dirección, pero el interno es más rápido que el externo.

El fluido hidráulico se introduce en la bomba en el punto en que los dientes de los engranajes empiezan a separarse, y es transportado hacia la salida por el espacio existente entre la semiluna y los dientes de ambos engranajes.

La estanqueidad se consigue entre el extremo de los dientes y la semiluna; posteriormente, en el orificio de salida, los dientes de los engranajes se entrelazan, reducen el volumen de la cámara y fuerzan al fluido a salir de la bomba.

Hasta hace poco tiempo estas bombas se empleaban en circuitos con poca potencia instalada, y para presiones inferiores a 100 bar; actualmente han aparecido en el mercado modelos de dos etapas para presiones superiores a 280 bar.

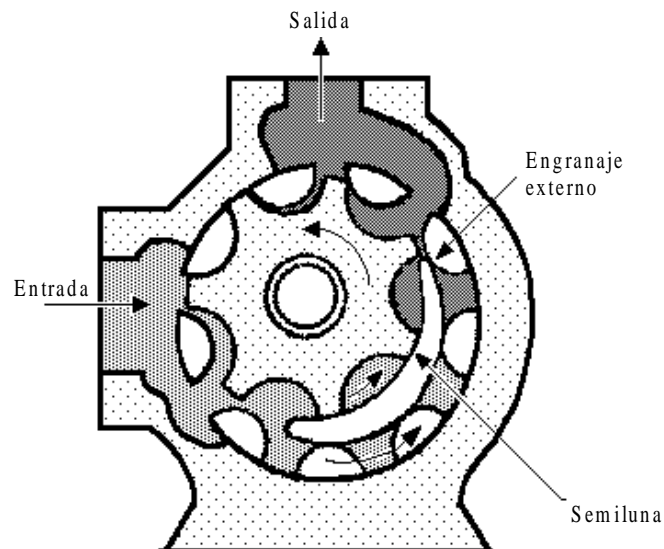


Fig. 4.8 Bomba de semiluna

4.2.6 Bombas gerotor

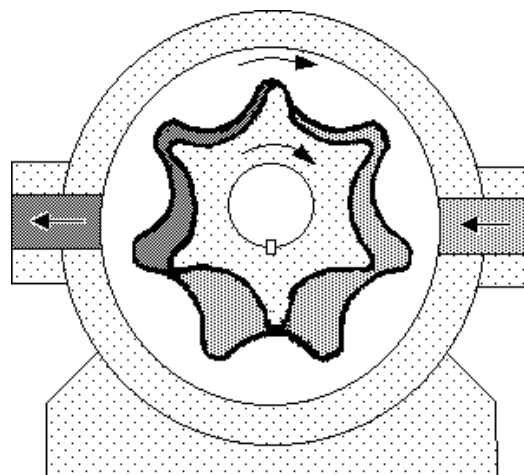


Fig. 4.9 Bomba gerotor

Este tipo de bombas de engranajes internos consiste en un par de engranajes que están siempre en contacto. El rotor interno (motriz) arrastra al rotor externo, que a su vez tiene un diente más, y giran ambos en la misma dirección (fig. 4.9).

El fluido entra en la cámara donde los dientes empiezan a separarse (creándose una aspiración), y es expulsado cuando éstos vuelven a entrelazarse. La estanqueidad la crea el contacto deslizante entre los dientes.

Generalmente la bomba gerotor tiene mayor eficiencia volumétrica que la de semiluna trabajando a bajas velocidades. El rendimiento volumétrico y total de este tipo de bombas es generalmente similar al que ofrecen las bombas de engranajes externos, sin embargo su sensibilidad al contaminante es bastante superior.

4.2.7 Bombas de paletas

En estas bombas un determinado número de paletas se deslizan en el interior de unas ranuras de un rotor que a su vez gira en un alojamiento o anillo (fig. 4.10). Las cámaras de bombeo se forman entre las paletas, el rotor, y el alojamiento, y este conjunto queda cerrado lateralmente por las placas laterales.

El contacto entre las paletas y el anillo se consigue según el tipo de bomba por medio de la fuerza centrífuga o por una determinada presión aplicada en el extremo opuesto de la paleta. En otros modelos la fuerza centrífuga se complementa con la acción de muelles colocados en la parte interior del rotor y que fuerzan a la paleta a mantener contacto con el anillo. Así mismo existen modelos que combinan la presión interna con la fuerza de los muelles.

Durante la rotación, a medida que aumenta el espacio comprendido entre las paletas, el rotor y el anillo, se crea un determinado vacío que hace entrar al fluido por el orificio de aspiración. A medida que este espacio se reduce, el líquido se ve forzado a salir por el orificio opuesto.

El desplazamiento de este tipo de bombas depende de la separación entre el rotor y el anillo, así como del ancho de éstos, es decir, de la distancia entre las placas laterales y de la forma de alojamiento. La estanqueidad se consigue gracias a una tolerancia muy ajustada entre el conjunto rotor-paletas y las placas laterales, así como en el ajuste entre el vértice de las paletas y el anillo. Este ajuste depende de la fuerza que mantiene a la paleta presionada contra el anillo, fuerza que, ya se ha dicho, puede ser la de un muelle o la propia fuerza centrífuga de la bomba, o la de una determinada presión hidráulica aplicada a la paleta.

En los modelos que sólo utilizan la fuerza centrífuga se precisa un número mínimo de revoluciones para garantizar que esta fuerza sea suficiente; normalmente estas bombas no están recomendadas para trabajar a velocidades inferiores a 600 r.p.m..

Otra tipo de bombas de paletas utilizan la presión hidráulica para conseguir el apoyo de la paleta sobre el anillo. En estos casos (según el diseño del circuito) la velocidad mínima es inferior al anterior, pero mientras no se alcance esta presión, la estanqueidad entre la paleta y el rotor dependerá sólo de la fuerza centrífuga.

Las bombas de paletas que disponen de muelles para asegurar una fuerza mínima de apoyo de las paletas pueden trabajar con un rendimiento óptimo a velocidades comprendidas entre las 100 y 200 r.p.m. Este factor es muy importante cuando se quiere utilizar una bomba de paletas accionada por un motor de explosión o con un reductor o cuando se quiere usar la bomba como motor hidráulico (ver motores hidráulicos).

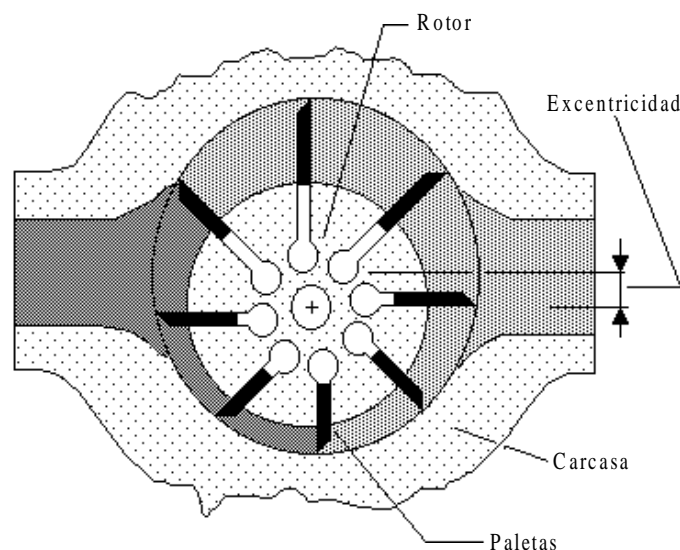


Fig. 4.10 Bomba de paletas

Las bombas de paletas son relativamente pequeñas en función de las potencias que desarrollan y su tolerancia al contaminante es bastante aceptable.

4.2.8 Bombas de paletas no compensadas

En las bombas de paletas no compensadas el alojamiento es circular, y dispone interiormente de un solo orificio de aspiración y otro de presión. Estas bombas presentan el inconveniente de que las cámaras de presión y aspiración están opuestas, por lo que se genera una carga lateral sobre el eje motor. Este tipo de bombas pueden ser de caudal fijo (utilizadas para bajas presiones como circuitos de engrase), o de caudal variable, normalmente usadas en máquinas herramientas a presiones inferiores a los 175 bar.

En las bombas de paletas de caudal variable un mando (externo = palanca, o interno = compensador hidráulico de presión) mueve el anillo para cambiar su excentricidad con respecto al rotor, cambiando consiguientemente el tamaño de la cámara de bombeo, y el desplazamiento por revolución.

Tanto en los modelos compensados, como en los de regulación manual, el caudal de estas bombas puede llegar a ser cero. Esto ocurre cuando la cámara de bombeo y la de aspiración tienen la misma cilindrada, con lo que al no disminuir el volumen de la primera el fluido no se ve forzado a salir, y permanece en el interior de la bomba.

4.2.9 Bombas de paletas compensadas

Este tipo de bombas, que sólo existe para caudales fijos, se diferencia de las anteriores en que su anillo tiene forma elíptica (no circular) que permite utilizar dos conjuntos de orificios de aspiración y de impulsión.

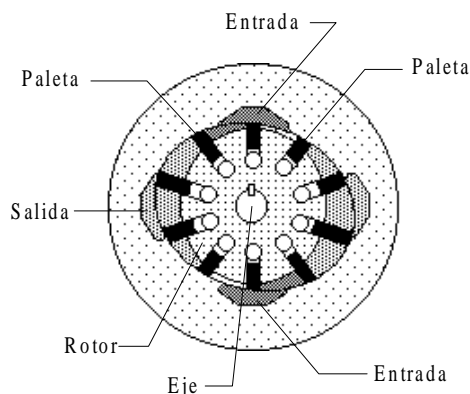


Fig. 4.11 Bomba de paletas compensada

Las dos cámaras de bombeo, separadas 180° , hacen que las fuerzas laterales sobre el rotor se equilibren. Este equilibrio, que anula los esfuerzos laterales sobre el rotor, evita que los esfuerzos se transmitan lateralmente al eje, y consiguientemente a los cojinetes. Por ello estas bombas están diseñadas para una mayor presión de trabajo.

El resto de las características de funcionamiento de las bombas de paletas compensadas es igual a las de las no compensadas. La figura 4.11 esquematiza un bomba de paletas compensada, con doble cámara de aspiración y de impulsión.

4.2.10 Bombas de paletas fijas

No se utilizan en sistemas hidráulicos por su pequeña cilindrada y por ser muy ruidosas. Se caracterizan por tener el rotor en forma elíptica, el anillo circular, y las paletas fijas en su interior.

4.2.11 Bombas de pistones

Las bombas de pistones son unidades rotativas que usan el principio de las bombas oscilantes para producir caudal. En lugar de utilizar un solo pistón, estas bombas disponen de muchos conjuntos pistón-cilindro. Parte del mecanismo de la bomba gira alrededor de un eje motriz que crea el movimiento oscilante del pistón dentro del cilindro, haciendo que éste aspire el fluido hacia el interior del cilindro en su carrera de expansión y posteriormente expulsándolo en su carrera de compresión, produciéndose así el caudal.

Hay dos tipos básicos de bombas de pistones: las de pistones axiales y las de pistones radiales, y pueden ser de cilindrada fija o variable. La principal diferencia entre estos dos tipos de bombas estriba en la disposición de los pistones con respecto al eje de la bomba.

Las unidades de caudal variable pueden ofrecer la opción de ser reversibles, es decir, la aspiración puede convertirse en la línea de salida y la línea de salida en la aspiración (transmisiones hidrostáticas).

La eficiencia de este tipo de bombas es, en general, mayor que cualquier otro tipo. Las bombas de pistones ofrecen generalmente mayor variedad de caudales y presiones de trabajo más elevadas que las bombas de engranajes o de paletas.

4.2.12 Bombas de pistones axiales

Los pistones, en este tipo de bombas, oscilan axialmente, es decir, paralelamente al eje (fig. 4.12). Mediante este funcionamiento el movimiento rotativo del eje motriz se convierte en un movimiento axial oscilante de los pistones. La mayoría de estas bombas tienen varios pistones, y suelen utilizar válvulas de retención o placas de distribución para dirigir el caudal desde la aspiración a la salida.

4.2.13 Bombas de pistones axiales en línea

El modelo más simple de bomba de pistones axiales es el diseño en el que el barrilete de cilindros gira, accionado por el eje motriz. Los pistones, alojados en los orificios del barrilete, se conectan al plato inclinado por medio de "pies" y de un anillo de retroceso. De esta forma los pies se apoyan en el plato inclinado.

A medida que el barrilete gira, los pies de los pistones siguen apoyados al plato inclinado, haciendo que los pistones se muevan linealmente con respecto al eje, en un movimiento alternativo.

Los orificios, en la placa de distribución, están dispuestos de tal forma que los pistones pasan por el orificio de entrada o aspiración cuando empiezan a salir de sus alojamientos, y por la salida cuando están nuevamente entrando en sus alojamientos.

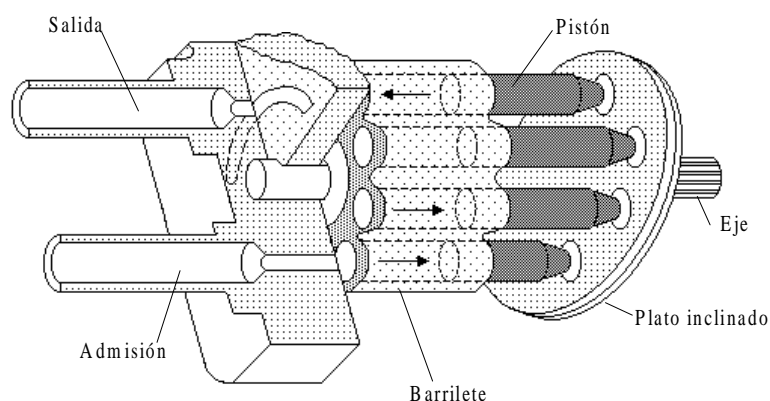


Fig. 4.12 Bomba de pistones axiales

En estas bombas el desplazamiento viene determinado por el número y tamaño de los pistones así como por la longitud de su carrera, que depende del ángulo del plato.

4.2.14 Bombas de pistones axiales en ángulo

Este tipo de bombas están compuestas por un eje motriz, un bloque o barrilete de cilindros, y una placa de válvulas que está encarada con los orificios de los cilindros del barrilete, y que dirige el fluido de la aspiración a la salida.

El eje motriz está en ángulo con relación al eje del barrilete de cilindros. El giro del eje motriz causa la rotación de los pistones y del barrilete.

Como el plano de rotación de los pistones está en ángulo con el plano de la placa de válvulas, la distancia entre cualquiera de los pistones y la placa de válvulas cambia constantemente durante la rotación. Individualmente cada pistón se separa de la placa de válvulas durante media revolución, y se acerca a ésta durante la otra media revolución.

La placa de válvulas tiene los orificios dispuestos de forma tal que la aspiración está abierta a los orificios de los cilindros en la zona de la revolución en que éstos se separan de la placa. Su orificio de salida está encarado a los orificios de los pistones en la zona del giro en la que los pistones se acercan a la placa de válvulas. Así, durante el giro de la bomba los pistones succionan fluido hacia el interior de los cilindros y, posteriormente, lo expulsan por la cámara de salida.

Las bombas de pistones axiales en ángulo pueden ser de desplazamiento fijo o variable, pero no pueden ser reversibles.

4.2.15 Bombas de pistones axiales con placa oscilante

Ésta es una variación del modelo de pistones axiales en línea, con la diferencia de que los pistones son estáticos, y lo que gira es la placa inclinada. Cuando la placa gira (oscila) se produce el desplazamiento de los pistones, que se apoyan sobre ésta por medio de muelles. Este movimiento alternativo hace que los pistones aspiren y expulsen el fluido.

Al ser los cilindros estáticos, funcionan como las bombas oscilantes (5.1), es decir, sólo tienen un orificio que es alternativamente la aspiración o la salida. En estas bombas, para dirigir el fluido en el sentido correcto se necesitan válvulas antirretorno en la aspiración y en la salida de cada uno de los cilindros.

4.2.16 Bombas de pistones radiales

En estas bombas los pistones están colocados radialmente en un bloque de cilindros; estos pistones se mueven perpendicularmente con relación al eje. Existen dos tipos básicos de bombas de pistones radiales, unas con pistones cilíndricos, y otras con pistones de bola.

Estas bombas pueden ser también de caudal fijo y variable, e incluso reversibles.

La figura 4.13 muestra el funcionamiento de las bombas de pistones radiales, en las que el bloque de cilindros gira sobre un pivote estacionario en el interior de un anillo circular o rotor. A medida que el bloque gira, la fuerza centrífuga, una presión de carga, o algún tipo de acción mecánica, hace que el pistón siga la superficie interna del anillo, que está desplazada con relación al eje del bloque de cilindros.

La situación de los orificios localizados en el anillo de distribución permite que los cilindros, durante sus movimientos alternativos, aspiren el fluido cuando se expanden, y lo expulsan cuando se mueven hacia dentro.

La cantidad, tamaño y longitud de la carrera de los pistones determinan el desplazamiento de la bomba.

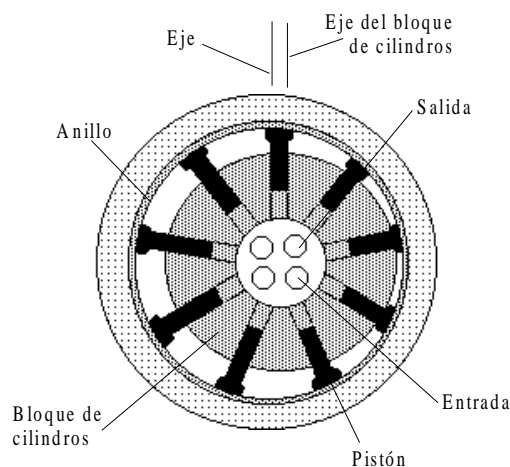


Fig. 4.13 Bomba de pistones radiales

4.2.17 Bombas de pistones oscilantes

Existe un tipo de bombas de pistones en las que el bombeo se produce igualmente por el movimiento oscilante de los pistones en el interior de los alojamientos; sin embargo, en este tipo los cilindros están fijos en la bomba, no giran alrededor del eje motriz.

Al igual que en un motor de explosión, los pistones se mueven en un sentido por el esfuerzo transmitido por un cigüeñal (*crankshaft*), una excentricidad del eje, o un plato (*wobble*). Cuando se usan excéntricas, el retorno se realiza por medio de muelles.

El funcionamiento de este tipo de bombas recuerda al de un motor de explosión, pero invertidas las funciones: lo que en el motor de explosión es el eje de salida, en estas bombas es el eje primario por el que recibe la energía; y los pistones del motor de explosión son los que en la bomba generarían la presión y el caudal (fig. 4.14).

Ante la dificultad de instalar una placa de válvulas para abrir y cerrar el paso del fluido con el giro, estas bombas suelen usar válvulas antirretorno de entrada y salida en cada uno de sus pistones.

Debido a su construcción estas bombas ofrecen dos ventajas que no tienen los otros tipos de bombas: la primera es la de que ofrecen un sistema de estanqueidad mucho mejor entre la entrada y la salida, permitiendo mayores presiones sin fugas excesivas; la segunda es el hecho de que en estas bombas la lubricación de las partes móviles, a excepción del pistón y su alojamiento, puede hacerse con un fluido distinto al bombeado, permitiendo el bombeo de líquidos con poco poder de lubricación.

La eficiencia o rendimiento volumétrico y general de estas bombas es muy similar a las de pistones radiales y axiales.

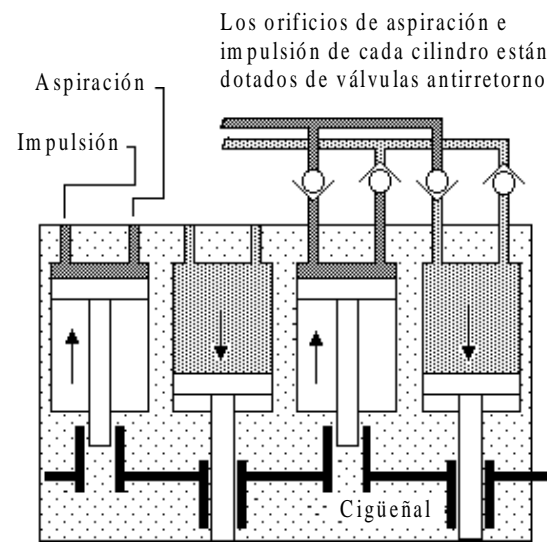


Fig. 4.14 Bomba de pistones oscilantes

5 Bombas: varios

5.1 Bombas de caudal variable

Aunque todas las bombas pueden variar su caudal de salida simplemente variando la velocidad de trabajo, se entiende por bombas de caudal variable aquellas que, manteniendo constante el régimen de funcionamiento, pueden variar el caudal de salida cambiando la geometría o el volumen de las cámaras de bombeo internas; por ello se llaman también bombas de cilindrada variable.

La variación de la cilindrada en estas bombas se consigue de diversas formas que son analizadas posteriormente. Entre ellas las más frecuentes son: control manual por palanca, control manual por volante, servocontrol, compensador de presión, pilotaje externo, control electrónico, etc.

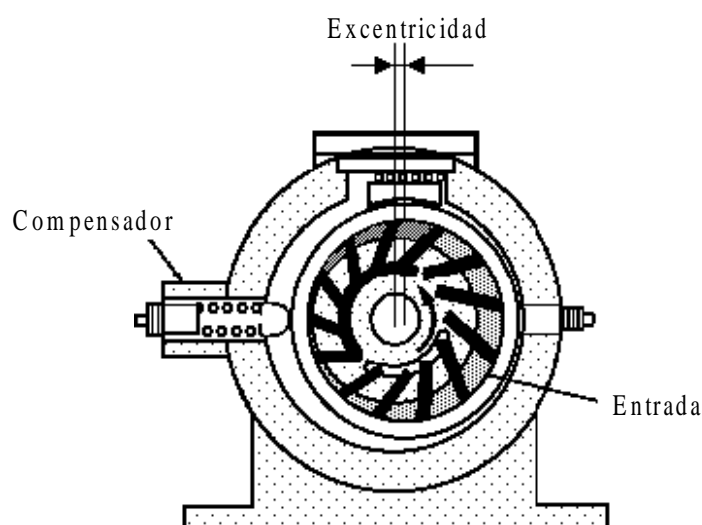


Fig. 5.1 Bomba de paletas de caudal variable

La figura 5.1 muestra una bomba de paletas de caudal variable por compensador; como se puede comprobar el compensador desplaza el anillo de rozamiento de las paletas y varía así la excentricidad