

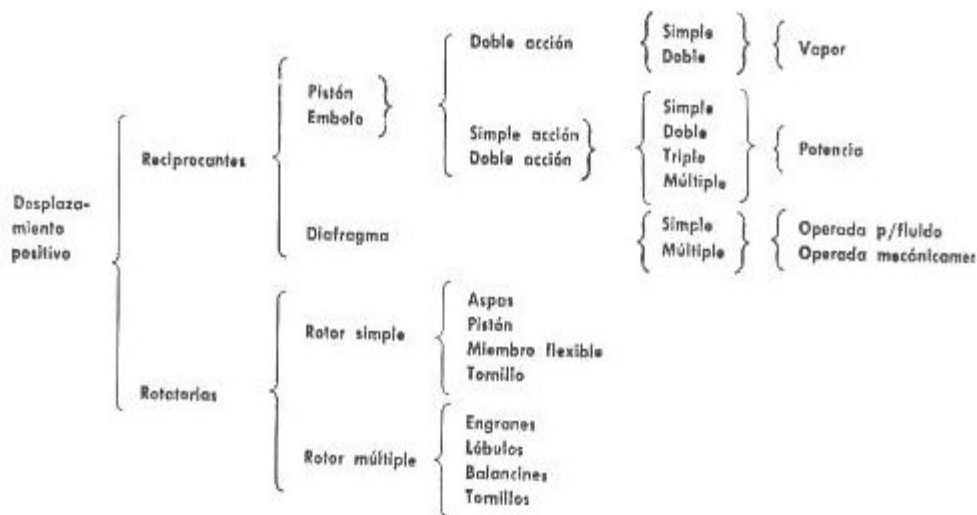
Unidad 4

Bombas de Desplazamiento Positivo

Antes de comenzar a conocer los fundamentos de operación de las bombas de desplazamiento positivo (BDDP) se debe distinguir las diferentes clases de bombas que existen, y para esto la clasificación dada por el "Hydraulic Institute" de E.U.A. (1984) parece ser la más adecuada. Ver Fig. 4.1

Existe una diversidad de clasificación de bombas que ocasionalmente puede causar confusión al intentar ubicarlas dentro de un cierto tipo, clave u otra distinción, sin embargo la más adecuada para propósitos de este trabajo es la proporcionada por el instituto de Hidráulica de los E.E.U.U.

Esta clasificación toma en cuenta la forma cómo el fluido se desplaza dentro de los elementos de la bomba, así para aquellos en los que el fluido se desplaza a presión dentro de una carcasa cerrada, como resultados del movimiento suavizada de un pistón o embolo, se le denomina "bombas de desplazamiento positivo", mientras que las bombas en las cuales el fluido es desplazado por el movimiento circular de uno o varios impulsores provistos de alabe, se les denomina "Bombas Centrifugas" cuyo estudio fue tratado en la Unidad 1 y 2.



4.1. Características y ventajas de las bombas BDDP

Estas bombas guían al fluido que se desplaza a lo largo de toda su trayectoria, el cual siempre está contenido entre el elemento impulsor, que puede ser un embolo, un diente de engranaje, un aspa, un tornillo, etc., y la carcasa o el cilindro. “El movimiento del desplazamiento positivo” consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara. Por consiguiente, en una máquina de desplazamiento positivo, el elemento que origina el intercambio de energía no tiene necesariamente movimiento alternativo (émbolo), sino que puede tener movimiento rotatorio (rotor).

Sin embargo, en las máquinas de desplazamiento positivo, tanto reciprocantes como rotatorias, siempre hay una cámara que aumenta de volumen (succión) y disminuye volumen (impulsión), por esto a éstas máquinas también se les denomina Volumétricas. Con el nombre general de Bombas Positivas se conoce a las Bombas Reciprocantes y a las Rotatorias, de las cuales a continuación se exponen sus características principales.

Las bombas positivas tienen la ventaja de que para poder trabajar no necesitan “cebarse”, es decir, no es necesario llenar previamente el tubo de succión y el cuerpo de la bomba para que ésta pueda iniciar su funcionamiento, tal como acontece en las bombas centrífugas. En las bombas positivas, a medida que la bomba por sí misma va llenándose de líquido, éste va desalojando el aire contenida en la tubería de succión, iniciándose el escurrimiento a través del sistema cuando ha acabado de ser desalojado el aire.

Para completar lo antes dicho relativo a las bombas positivas o de presión mecánica ya sea reciprocante o rotatoria y por lo que respecta a la altura de succión más conveniente en ellas, al final se da el diagrama ver Fig. 4... en el cual puede encontrarse la altura práctica de succión a que conviene instalar una bomba de éstas, con el fin de obtener de ellas su mejor funcionamiento.

Queda entendido que la altura práctica de succión, aquí indicada, es igual a la distancia vertical a la que puede ser elevada el agua en la succión, menos las pérdidas de carga por fricción y otras si las hay. Cabe aclarar que la temperatura del agua por manejar, considerada para construir la gráfica, fue de 25°C.

En el diagrama ver Fig. 4... también se muestra la presión barométrica correspondiente a cada altitud; expresada tanto en mm de mercurio como en metros de columna de agua.

4.1. Bombas reciprocantes

El funcionamiento de una Bomba Reciprocante depende del **llenado y vaciado sucesivo** de receptáculos de volumen fijo, para lo cual cierta cantidad de agua es obligada a entrar al cuerpo de la bomba en donde queda encerrada momentáneamente, para después ser forzada a salir por la tubería de descarga. De lo anterior se deduce, en términos generales, que el gasto de una Bomba Reciprocante es directamente

proporcional a su velocidad de rotación y casi independiente de la presión de bombeo.

Como el proceso de llenado y vaciado sucesivo de receptáculos de volumen fijo requiere fricción por resbalamiento entre las paredes estacionarias del receptáculo y las partes móviles, estas bombas **no son apropiadas para manejar líquidos que contengan arenas o materias en suspensión**. Además, la variación cíclica del gasto de descarga puede obligar al empleo de Cámara de aire y de grandes tuberías.

Estas bombas son relativamente de baja velocidad de rotación, de tal manera que cuando tienen que ser movidas por motores eléctricos deben ser intercaladas transmisiones de engranes o poleas para **reducir la velocidad entre el motor y la bomba**.

Clasificación:

- Bombas de émbolo reciprocante.
- Bombas de embolo reciprocante de descarga variable.
- Bombas reciprocante de diafragma.
De acción directa
potencia

4.2. Bombas de diafragma

Ocasionalmente, las bombas reciprocantes están provistas de un diafragma flexible recíprocamente en vez de un émbolo o pistón reciprocante, con lo cual se elimina la fricción y las fugas en el punto donde el émbolo atraviesa la caja de empaque. Un ejemplo de esta bomba queda ilustrado en la Fig 4.2 en la cual el movimiento del diafragma es obtenido mediante una cama excéntrica y una palanca; las válvulas de succión y de descarga trabajan en forma ordinaria. Tales bombas son muy comunes en la actualidad para levantar combustible de los tanques posteriores de los automóviles a los carburadores de los mismos.

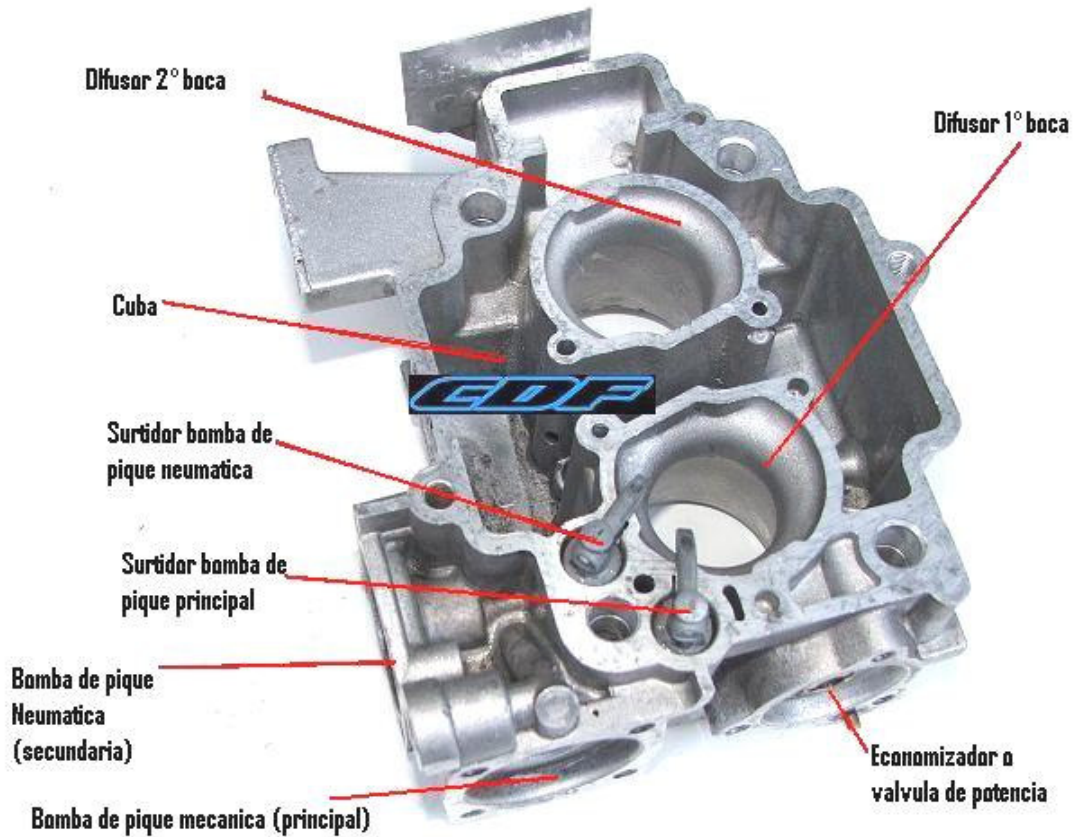


Fig. 4.2. Bomba de diafragma

4.3. Bombas de embolo

Los elementos de una Bomba Reciprocante, comúnmente llamada de émbolo o de presión ver Fig. 4.3. En ella puede verse que, como la manivela o cigüeñal se mueve a

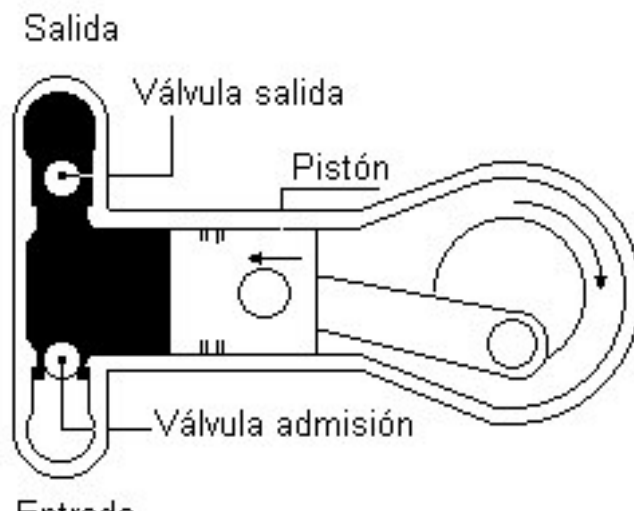


Fig. 4.3. Bomba de embolo

velocidad uniforme, accionada por el motor, el émbolo o pistón se mueve hacia adelante y hacia atrás en el cuerpo del cilindro; en el golpe hacia afuera un vacío parcial detrás del émbolo permite a la presión atmosférica que obra sobre la superficie del agua en el pozo hacer subir el agua dentro del tubo de succión, la cual, pasando por la válvula de succión llena el cilindro; en el golpe hacia adentro, la válvula de succión se cierra y el agua es presionada a salir hacia el tubo de descarga.

Eficiencia volumétrica de una bomba de émbolo:

$$\eta_{vol} = \frac{Q - Q_E}{Q} \cdot 100$$

Gasto ideal o teórico:

$$Q_i = \frac{\pi}{4} D^2 v$$

Gasto efectivo:

$$Q_e = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{2RN}{60} \frac{100 - fugas}{100}$$

Presión dinámica o de inercia que tiene lugar en las tuberías de descarga y de succión de una bomba de émbolo:

$$P_i = \frac{wL}{g} \frac{2\pi N^2}{60} R \cos \theta \frac{D}{d}^2$$

$$P_i = KLRN^2 \cos \theta \frac{D}{d}^2$$

4.4. Bombas reciprocantes de émbolo de descarga variable

En sistemas de transmisión de circuito hidráulico cerrado, es algunas veces necesaria una forma de bomba cuyo gasto de descarga pueda ser variado sin cambiar la velocidad de rotación. Tal bomba está indicada en la Fig. 4.4 y tiene un cierto número de cuerpos cilíndricos paralelos A, hechos formando un bloque B, que gira mediante engranes alrededor de un eje central.

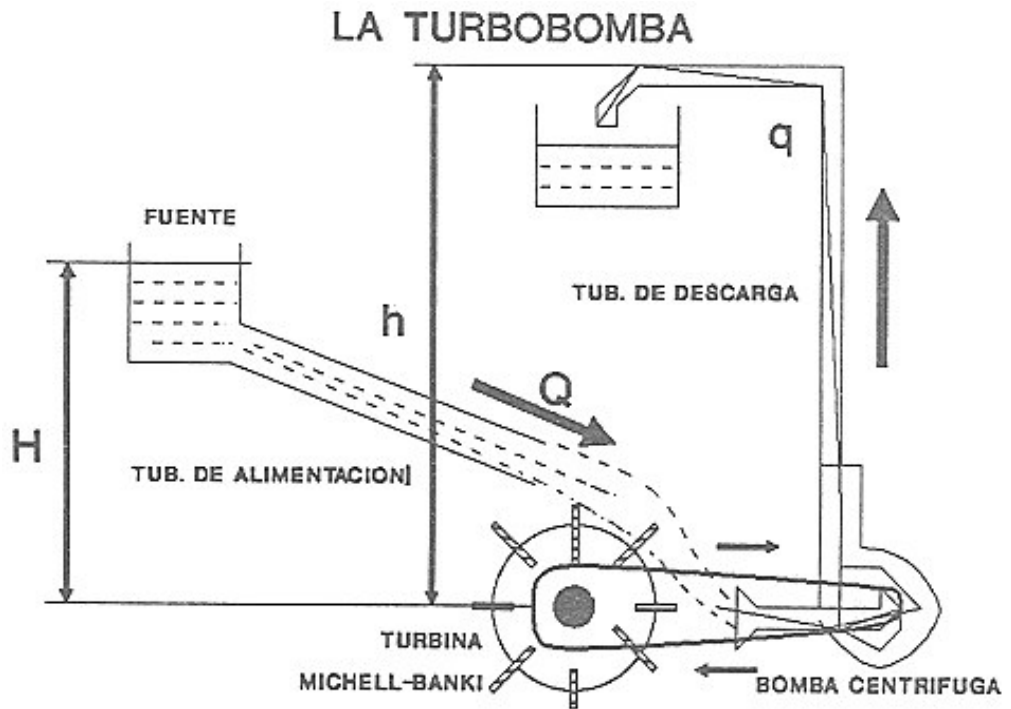


Fig. 4.4. Bomba reciprocante

Los pistones o émbolos están articulados a un anillo D que es mantenido en contacto con un platillo E, el cual puede inclinarse fuera de la perpendicular; de este modo cuando el anillo D gira en conjunto con el bloque de cilindros, también se balancea e imparte el movimiento reciprocante necesario a los pistones o émbolos.

En estas bombas no son necesarias las válvulas que tienen las bombas de émbolo antes descritas; en su lugar tienen dos entradas o ranuras semicirculares que obturan las extremidades de los cilindros, una de las entradas está conectada a la tubería de succión y la otra a la de descarga. Así todos los cilindros del bloque en el lado en que suben los émbolos, que es cuando se mueven éstos hacia afuera, son puestos en comunicación directa con la tubería de succión, mientras que el líquido descargado de los cilindros en los cuales bajan los émbolos, tienen salida libre al tubo de descarga.

A fin de variar el gasto de descarga de la bomba, es necesario alterar la carrera de los émbolos, lo cual puede hacerse cambiando el ángulo de inclinación del plato E. Para este objeto el plato está montado sobre ejes, de tal modo que él puede mecerse alrededor de un eje horizontal, transversal al eje principal de la bomba. Mientras más normal se hace el plato E, menor será la descarga, hasta que ésta cesa por completo cuando el plato E, es paralelo a F. Si se sigue variando la inclinación, el escurrimiento vuelve a tener lugar; pero ahora en sentido contrario, saliendo el líquido por el tubo en que antes se hacía la succión.

Debido al hecho de que estas bombas son empleadas exclusivamente para manejar aceite y de que todas las partes móviles están ahogadas en aceite, a pesar del número de superficies de fricción que tienen, alcanzan una alta eficiencia, de un ochenta por ciento o más. La presión media usual de trabajo es de unos 35 kg/cm².

4.5. Bombas rotatorias

Estas bombas, como ya antes se dijo no tienen válvulas ni partes reciprocantes, ver Fig. 4.5; el movimiento del líquido es efectuado por la acción combinada de dos elementos giratorios semejantes a las ruedas dentadas. En la bomba Stone-Paramor, el elemento giratorio que es acoplado directamente a la flecha motora, es un piñón de cuatro dientes que engrana con una corona dentada de seis dientes.

Esta corona gira dentro de la armadura de la bomba a $2/3$ de la velocidad con que gira la flecha motora. Una lengüeta fija de forma creciente y saliente de la armadura, impide el de descarga a la de succión. La forma en la cual el líquido es llevado de la entrada de la succión a la descarga, donde los puntos son usados para indicar las posiciones sucesivas del líquido en el hueco dejado entre el piñón y la corona, después de que la flecha ha girado $1/8$ de revolución. Cuando se bombea aceite lubricante contra una presión de unos 7 kg/cm^2 a esta máquina tiene una eficiencia mecánica de más de 70% y una eficiencia, volumétrica de 95%. No debe intentarse el emplearla para el bombeo de líquidos delgados. Debido a su gasto de descarga casi uniforme, las bombas positivas rotatorias pueden trabajar a grandes velocidades sin el peligro de que se presenten presiones de inercia ni aún en el caso de no ser empleadas Cámaras de aire. Las bombas Stone-Paramor, por ejemplo, con una capacidad de 720 litros por minuto pueden trabajar a 300 r.p.m.

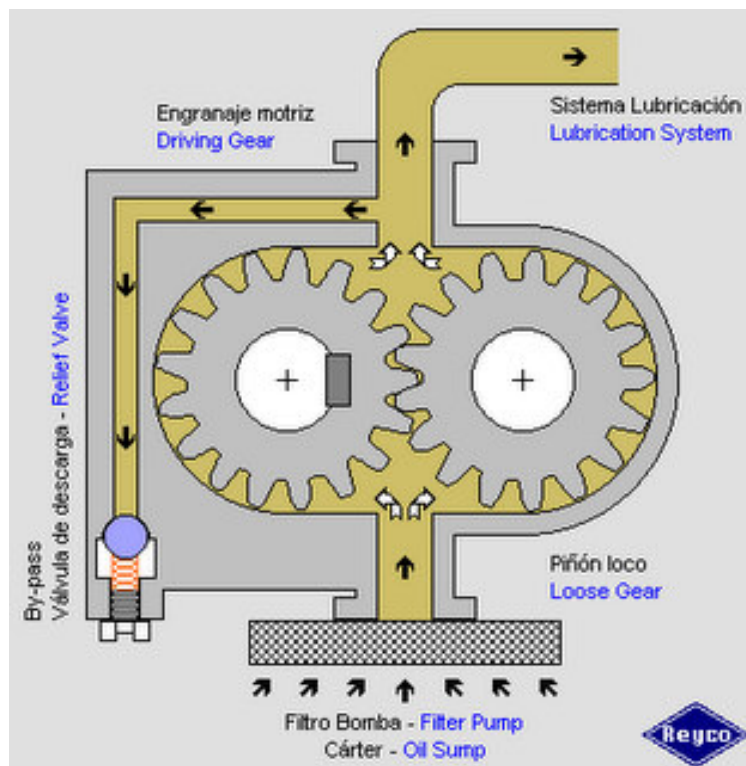


Fig. 4.5. Bomba rotatoria

4.6. Bombas lobulares

Estas bombas se asemejan a las del tipo de engranes en su forma de acción, tienen dos o más rotores cortados con tres, cuatro, o más lóbulos en cada rotor. Los rotores se sincronizan para obtener una rotación positiva por medio de engranes externos. Debido a que el líquido se descarga en un número más reducido de cantidades mayores que en el caso de la bomba de engranes, el flujo del tipo lobular no es tan constante como en la bomba del tipo de engranes. Existen también combinaciones de bombas de engrane y lóbulo.

