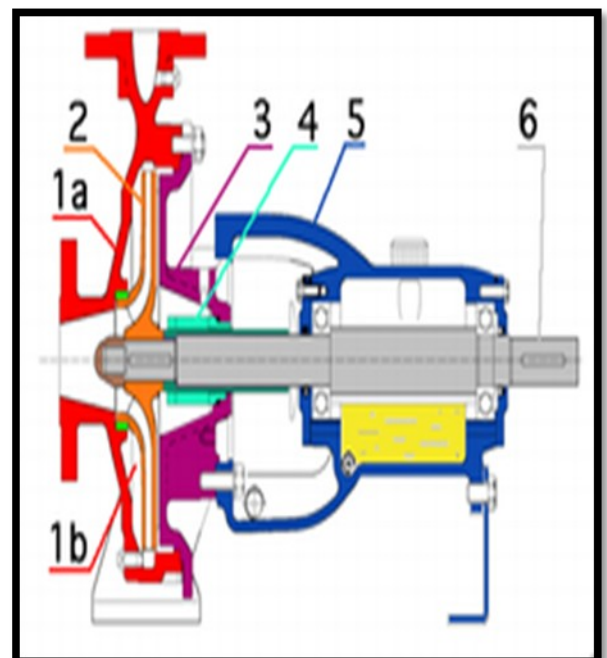
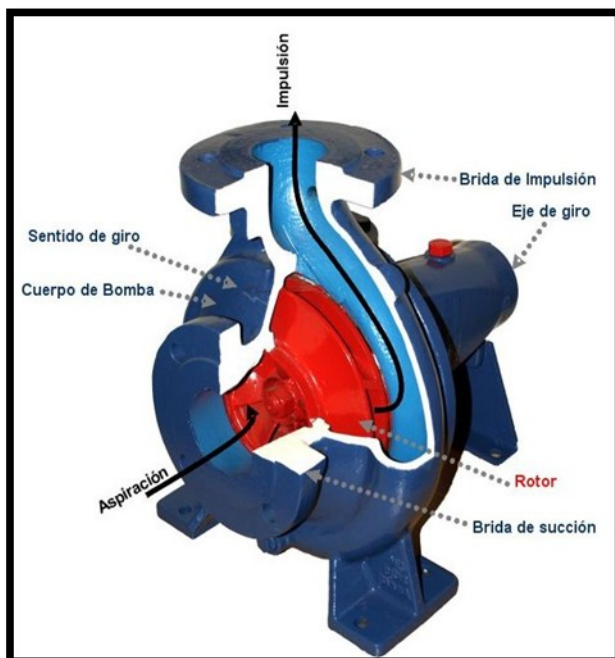


Bomba Centrífuga: es un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor rotatorio llamado rodete en energía cinética y potencial requeridas. El fluido entra por el centro del rodete, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba, que por el contorno su forma lo conduce hacia las tubuladuras de salida o hacia el siguiente rodete (siguiente etapa).

Las bombas centrífugas tienen un uso muy extendido en la industria ya que son adecuadas casi para cualquier uso. Las más comunes son las que están construidas bajo normativa DIN 24255 (en formas e hidráulica) con un único rodete, que abarcan capacidades hasta los 500 m³/h y alturas manométricas hasta los 100 metros con motores eléctricos de velocidad normalizada. Estas bombas se suelen montar horizontales, pero también pueden estar verticales y para alcanzar mayores alturas se fabrican disponiendo varios rodetes sucesivos en un mismo cuerpo de bomba. De esta forma se acumulan las presiones parciales que ofrecen cada uno de ellos. En este caso se habla de bomba multifásica o multietapa, pudiéndose lograr de este modo alturas del orden de los 1200 metros para sistemas de alimentación de calderas.

Constituyen no menos del 80% de la producción mundial de bombas, porque es la más adecuada para mover más cantidad de líquido que la bomba de desplazamiento positivo.

Corte esquemático de una bomba centrífuga. 1a carcasa, 1b cuerpo de bomba, 2 rodete, 3 tapa de impulsión, 4 cierre del eje, 5 soporte de cojinetes, 6 eje



DEFINICIÓN.- La bomba es una máquina que absorbe energía mecánica que puede provenir de un motor eléctrico, térmico, etc., y la transforma en energía que la transfiere a un fluido como energía hidráulica la cual permite que el fluido pueda ser transportado de un lugar a otro, a un mismo nivel y/o a diferentes niveles y/o a diferentes velocidades.

CLASIFICACION

Se pueden considerar dos grandes grupos: Dinámicas (Centrífugas, Periféricas y Especiales) y de Desplazamiento Positivo (Reciprocantes y Rotatorias).

BOMBAS DINÁMICAS.

- **BOMBAS CENTRIFUGAS.** Son aquellas en que el fluido ingresa a ésta por el eje y sale siguiendo una trayectoria periférica por la tangente.
- **BOMBAS PERIFÉRICAS.** Son también conocidas como bombas tipo turbina, de vértice y regenerativas, en este tipo se producen remolinos en el líquido por medio de los álabes a velocidades muy altas, dentro del canal anular donde gira el impulsor. El líquido va recibiendo impulsos de energía. No se debe confundir a las bombas tipo difusor de pozo profundo, llamadas frecuentemente bombas turbinas aunque no se asemeja en nada a la bomba periférica.

La verdadera bomba turbina es la usada en centrales hidroeléctricas tipo embalse llamadas también de Acumulación y Bombeo, donde la bomba consume potencia; en determinado momento, puede actuar también como turbina para entregar potencia.

· **BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO.** 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.

o **BOMBAS RECIPROCANES.**- Llamadas también alternativas, en estas máquinas, el elemento que proporciona la energía al fluido lo hace en forma lineal y alternativa. La característica de funcionamiento es sencilla.

o **BOMBA ROTATORIA.**- Llamadas también rotoestáticas, debido a que son máquinas de desplazamiento positivo, provistas de movimiento rotatorio, y son diferentes a las rotodinámicas. Estas bombas tienen muchas aplicaciones según el elemento impulsor. El fluido sale de la bomba en forma constante, puede manejar líquidos que contengan aire o vapor. Su principal aplicación es la de manejar líquidos altamente viscosos, lo que ninguna otra bomba puede realizar y hasta puede carecer de válvula de admisión de carga.

USO DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS

Las bombas centrífugas, debido a sus características, son las bombas que más se aplican en la industria. Las razones de estas preferencias son las siguientes:

- a. Son aparatos giratorios.
- b. No tienen órganos articulados y los mecanismos de acoplamiento son muy sencillos.
- c. La impulsión eléctrica del motor que la mueve es bastante sencilla.
- d. Para una operación definida, el gasto es constante y no se requiere dispositivo regulador.
- e. Se adaptan con facilidad a muchas circunstancias.

Aparte de las ventajas ya enumeradas, se unen las siguientes ventajas económicas:

- a. El precio de una bomba centrífuga es aproximadamente $\frac{1}{4}$ del precio de la bomba de émbolo equivalente.
- b. El espacio requerido es aproximadamente $\frac{1}{8}$ del de la bomba de émbolo equivalente.
- c. El peso es muy pequeño y por lo tanto las cimentaciones también lo son.
- d. El mantenimiento de una bomba centrífuga sólo se reduce a renovar el aceite de las chumaceras, los empaques del pres-estopa y el número de elementos a cambiar es muy pequeño.

CARGA NETA POSITIVA DE ASPIRACIÓN (NPSH)

Otro parámetro que requiere especial atención en el diseño de bombas es el denominado **carga neta positiva de aspiración**, la cual es la diferencia entre la presión existente a la entrada de la bomba y la presión de vapor del líquido que se bombea. Esta diferencia es la necesaria para evitar la cavitación. La cavitación produce la vaporización súbita del líquido dentro de la bomba, reduce la capacidad de la misma y puede dañar sus partes internas. En el diseño de bombas destacan dos valores de NPSH, **el NPSH disponible** y **el NPSH requerido**. El NPSH requerido es función del rodete, su valor, determinado experimentalmente, es proporcionado por el fabricante de la bomba. El NPSH requerido corresponde a la carga mínima que necesita la bomba para mantener un funcionamiento estable. Se basa en una elevación de referencia, generalmente considerada como el eje del rodete. El NPSH disponible es función del sistema de aspiración de la bomba, se calcula en metros de agua, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{NPSH}_A = h_a - h_{vp} - h_s - h_f$$

donde h_a es la presión absoluta (m de agua), h_{vp} es la presión de vapor del líquido (m. de agua), h_s es la carga estática del líquido sobre el eje de la bomba (m, de agua) y h_f es la pérdida de carga debida al rozamiento dentro del sistema de succión (m de agua).

Descripción de las Bombas Centrífugas y de Flujo Axial:

El elemento rotativo de una bomba centrífuga se denomina impulsor. La forma del impulsor puede forzar al agua a salir en un plano perpendicular a su eje (flujo radial); puede dar al agua una velocidad con componentes tanto axial como radial (flujo mixto) o puede inducir un flujo en espiral en cilindros coaxiales según la dirección del eje (flujo axial). Normalmente, a las máquinas con flujo radial o mixto se les denomina bombas centrífugas, mientras a las de flujo axial se las llama

bombas de flujo axial o bombas de hélice. Los impulsores de las bombas radiales y de las mixtas pueden abiertos o cerrados. Los impulsores abiertos consisten en un eje al cual están [unidos](#) los álabes, mientras que los impulsores cerrados tienen láminas (o cubiertas) a cada lado de los álabes.

Las bombas de flujo radial tienen una envolvente helicoidal, que se denomina voluta, que quita el flujo desde el impulsor hasta el tubo de descarga. El incremento de la sección transversal a lo largo de la envolvente tiende a mantener constante la velocidad en su interior.

Algunas bombas tienen álabes difusores en la voluta. Estas bombas son conocidas como turbobombas.

Las bombas pueden ser unicelulares o multicelulares. Una bomba unicelular tiene un único impulsor, mientras que una multicelular tiene dos o mas impulsores dispuestos de forma que la salida de uno de ellos va a la entrada siguiente.

Es necesario emplear una disposición apropiada de las tuberías de aspiración y descarga para que una bomba centrífuga funcione con su máximo rendimiento. Por motivos [económicos](#), el diámetro de la cubierta de la bomba en la aspiración y descarga suele ser menor que el del tubo al cual se conecta. Si existe un reductor horizontal entre la aspiración y la bomba, deberá utilizarse un reductor excéntrico para evitar la acumulación de [aire](#). Deberá instalarse una válvula de pie (válvula de [registro](#)) en el tubo de aspiración para evitar que [el agua](#) abandone la bomba si ésta se detiene. La tubería de descarga suele incorporar una válvula de registro una válvula de cierre. La válvula de registro evita que se cree un flujo de retorno a través de la bomba en caso de que haya una caída de [potencia](#). Las tuberías de aspiración que toman agua de un depósito deben tener un filtro para prevenir la entrada de partículas que pudieran atascar la bomba.

Las bombas de flujo axial suelen tener solo dos o cuatro palas, por lo que tienen grandes conductos sin obstáculos, que permiten trabajar con agua que contengan elementos sólidos sin que se produzca atascos. Los álabes de algunas bombas axiales grandes son ajustables para permitir fijar la inclinación que dé el mejor rendimiento bajo condiciones reales.

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, (ver figura 103). 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.

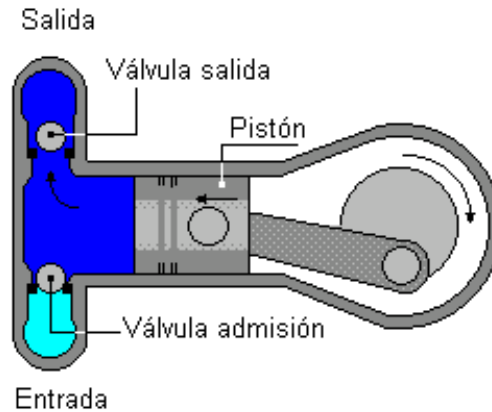
Clasificación:

- Bombas de émbolo reciprocante.
- Bombas de embolo reciprocante de descarga variable.
- Bombas reciprocantes de diafragma.

BOMBA 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 figura 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.

De pistón



BOMBAS ROTATORIAS

Estas bombas, como ya antes se dijo» no tienen válvulas ni partes reciprocantes; 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 $\frac{2}{3}$ 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 se ve claramente en la figura 112, 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 $\frac{1}{8}$ 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.

Eyectores

Ordinariamente cuando uno se refiere a los aparatos de chorro se acostumbra usar el término "eyector " que cubre todos los tipos de bombas de chorro que no cuentan con partes móviles, que utilizan fluidos en movimiento bajo condiciones controladas y que descargan a una presión intermedia entre las presiones del fluido motor y de succión. El eyector a chorro de vapor es el aparato más simple que hay para extraer el aire, gases o vapores de los condensadores y de los equipos que operan a vacío en los procesos industriales. Es un tipo simplificado de bomba de vacío o compresor, sin partes móviles, como válvulas, pistones, rotores, etc. Su funcionamiento está dado por el principio de conservación de la cantidad de movimiento de las corrientes involucradas.

Los eyectores o bombas de chorros, son máquinas cuyo trabajo se basa en la transmisión de energía por impacto de un chorro fluido a gran velocidad, contra otro fluido en movimiento o en reposo, para proporcionar una mezcla de fluido a una velocidad moderadamente elevada, que luego disminuye hasta obtener una presión final mayor que la inicial del fluido de menor velocidad.

Los eyectores se emplean muy comúnmente para extraer gases de los espacios donde se hace vacío, por ejemplo, en los condensadores, en los sistemas de evaporación, en torres de destilación al vacío y en los sistemas de refrigeración, donde los gases extraídos son generalmente incondensables, tales como el aire. Aunque también se usan en el mezclado de corrientes como por ejemplo en los procesos de sulfitación en ingenios azucareros.

Ventajas

Son de diseño simple con gran flexibilidad, fáciles de construir, ocupan poco espacio, son fáciles de manejar, confiables.

Su costo de mantenimiento (no necesita lubricación, ni se desgasta) es bajo, no tienen partes móviles como válvulas, pistones, rotores, etc. y las sustituciones de piezas o partes son poco frecuentes (los más comunes son de toberas de acero inoxidable y de cámara y difusor de hierro fundido, los materiales cambian según su uso), y bajo costo de servicio o operación.

No necesita cimentación y puede ser sujetado conectando las tuberías.

Desventajas

Su costo operacional es relativamente alto debido al consumo de fluido motor, generalmente vapor. En este caso utiliza vapor tomado directamente de los generadores (alta presión), el que, después de expandirse, mezclarse y comprimirse es totalmente condensado, descargándose al pozo barométrico con pérdidas de todo su calor latente. Sobre base anual el costo de operación es generalmente

mayor que el costo inicial del equipo, de aquí que su rendimiento económico sea bajo.

Tienen una baja [eficacia mecánica](#) y falta de flexibilidad para las variaciones de las condiciones de operación.

Inyector

Un **inyector** es un dispositivo utilizado para bombear fluidos utilizando el [efecto Venturi](#). Utiliza un fluido a alta presión que sale por una boquilla a alta velocidad y baja presión convirtiendo su energía potencial en energía cinética. En esta zona de baja presión se mezcla con el fluido que se quiere bombear y le imparte energía cinética (velocidad). A continuación ambos fluidos mezclados entran por otra boquilla donde la energía cinética vuelve a convertirse en potencial, disminuyendo la velocidad y aumentando la presión. El fluido bombeado puede ser o líquido o gaseoso y, en algunos casos puede llevar sólidos en suspensión. En todos los casos el fluido propulsor y el bombeado salen totalmente mezclados a la salida del inyector. Una de las aplicaciones más frecuentes del inyector es en la [inyección de combustible](#) en los motores termodinámicos.

El **efecto Venturi** (también conocido tubo de Venturi) consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su [presión](#) al aumentar la [velocidad](#) después de pasar por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto.