

Conceptos clave:

Densidad: es el cociente entre la masa y el volumen que ocupa, suponiendo que el material sea homogéneo. $d = m / V$

Densidad relativa: es el cociente entre la densidad de un material y la del agua. En este caso no tendría unidad. Sería adimensional. La densidad del agua es de 1 kg/dm³ a los 4° C.

Presión vapor: la evaporación de los líquidos se producen porque sus moléculas se escapan de su superficie. Si encerramos un líquido en un espacio, las moléculas del vapor generado realizan una presión parcial en dicho espacio llamado presión vapor.

Cavitación: en el movimiento de líquidos en instalaciones hidráulicas se pueden producir presiones muy bajas. Si esta presión es menor o igual a la presión del vapor, el líquido se transformará en vapor que forman bolsas, que luego se transforman en líquidos al variar nuevamente la presión. Esto tiene como consecuencia la erosión en las partes metálicas de bombas o turbinas. También se suelen dar en las tuberías.

Viscosidad: esta propiedad se debe al frotamiento interior entre las moléculas de un fluido y representa una medida de oposición a su movimiento. Un fluido que circula fácilmente se dice que tiene una viscosidad baja (el agua), mientras que otros como el alquitrán tienen una viscosidad alta porque se mueve lentamente porque su fricción entre las partículas es elevada. **Es aquella propiedad de los fluidos que determina la cantidad de resistencia opuesta a las fuerzas cortantes o la resistencia que opone una capa de un fluido a circular sobre otra.**

Viscosidad cinemáticas: es el cociente entre la viscosidad absoluta y la densidad. $\nu = \mu / d$

ν = viscosidad cinemática.

μ = viscosidad absoluta o dinámica.

d = densidad.

Índice de viscosidad: los aceites minerales son derivados del petróleo. El aceite de Pensilvania tiene un índice **100** porque varía muy poco la viscosidad con la temperatura. Y los aceites del Golfo Pérsico tienen un índice **0** porque la variación de la viscosidad con la temperatura es muy alto. Si un fluido se hace muy viscoso a temperaturas bajas y muy fluido a temperaturas altas, se dice que posee un índice de viscosidad muy bajo. Al contrario, si mantiene la viscosidad casi inalterable con los cambios de temperatura se dice que su índice es muy alto.

En cada máquina hidráulica hay que usar los aceites recomendados por el constructor. En el caso de mezclar dos o más tipos se producen reacciones químicas indeseables.

Punto de fluidez: es la temperatura más baja a la que un fluido puede fluir. Hay que tenerlo en cuenta a la hora de exponer un fluido a determinado ambiente.

Capacidad de lubricación: es la propiedad de los fluidos para que no exista contacto entre dos partes móviles metálicas. El fluido sirve de elemento aislante entre las partes metálicas.

Resistencia a la oxidación: los aceites con procedencia del petróleo se oxidan al contacto con el aire, debido a su contenido en carbono e hidrógeno. Los productos en contacto con el aire pueden ser solubles o insolubles y producen efectos perjudiciales:

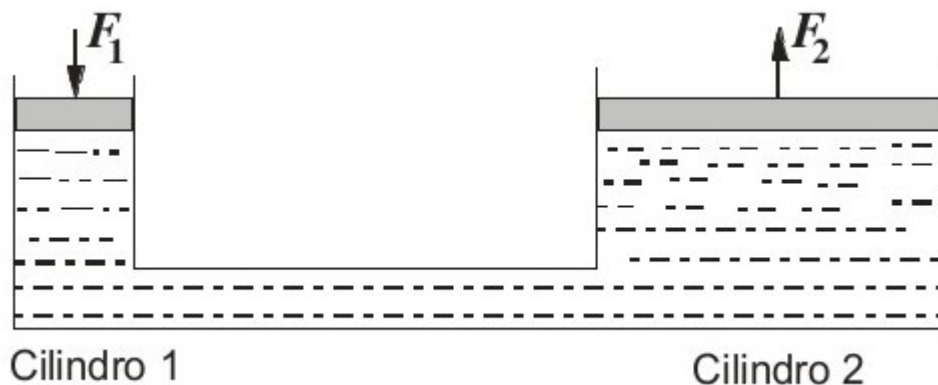
Los productos solubles: producen reacciones que forman gomas o lodos, que provocan la corrosión del sistema y aumentan la viscosidad.

Los productos insolubles: taponan los orificios y hacen que las válvulas se obstruyan.

Flujo laminar o turbulento: si comparamos las aguas de un canal o de un barranco podemos comprobar que el primero las aguas normalmente se mueven lentamente, mientras que en el barranco se rompe su forma homogénea y se forman remolinos debido a los cambios de velocidad y al choque con diferentes obstáculos. En el flujo laminar el fluido sigue la misma trayectoria denominadas líneas de flujo o líneas de corriente. Cualquier fluido real debido a la viscosidad tendrá una velocidad mayor en el centro del tubo que en las partes más alejadas de él. En régimen laminar cuando cada línea de corriente tenga diferente velocidad, deslizan unas sobre otras y no se mezclan. En caso contrario se dice que el flujo es turbulento. La viscosidad amortigua cualquier tendencia a la turbulencia.

Se admiten velocidades de fluido entre 1.5 a 2,5 m/s para tuberías de aspiración y descarga. Y de 2,5 a 5 m/s para tuberías de presión.

Ley de Pascal: la presión de un fluido confinado se transmite íntegramente en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, actuando estas fuerzas normalmente a las paredes del recipiente.



Esto quiere decir que la presión en la figura superior que se comunica por dos cilindros es la misma,

aunque la fuerza varía.
$$P = \frac{F1}{S1} = \frac{F2}{S2}$$

También se dice que el volumen que se desplaza en el cilindro 1 es igual al volumen que se desplaza en el cilindro 2: $S1 \times L1 = S2 \times L2$

Ley de la continuidad: hay que decir que en este tema al contrario que los circuitos neumáticos estamos tratando con fluidos incompresibles. Esto quiere decir que no varía su volumen por mucho que varíe la presión (variación ínfima).

La ecuación del caudal es $Q = V/t$ (Caudal es igual al Volumen dividido entre el tiempo)

En un cambio de sección de una tubería $Q = S1 \times v1 = S2 \times v2$. Esto quiere decir que el producto de la sección por la velocidad del fluido se mantiene constante al pasar de una tubería a otra.

Teorema de Bernoulli: este teorema se basa en que la masa de un líquido en movimiento tiene energía. Aplicamos el principio de conservación de energía entre dos puntos para dicho líquido y

simplificando obtenemos una ecuación muy útil.

La suma de energías en dos puntos de la tubería debe de ser la misma.

$$m g h_1 + p_1 S_1 l_1 + \frac{1}{2} m v_1^2 = m g h_2 + p_2 S_2 l_2 + \frac{1}{2} m v_2^2$$

Si $S_1 l_1 = S_2 l_2 = \text{Volumen}$ y $m = d V = \text{masa} = \text{densidad por el volumen}$

$$h_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

m = masa del fluido

g = constante de la gravedad

h_1 = altura de la tubería en el punto 1

p_1 = presión en la tubería en el punto 1

S_1 = sección de la tubería en el punto 1

l_1 = longitud recorrido por el fluido en el punto 1

v_1 = velocidad del fluido en el punto 1

h_2 = altura de la tubería en el punto 2

p_2 = presión en la tubería en el punto 2

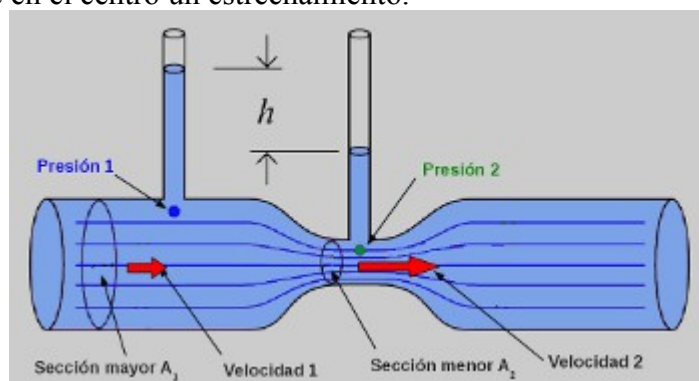
S_2 = sección de la tubería en el punto 2

l_2 = longitud recorrido por el fluido en el punto 2

v_2 = velocidad del fluido en el punto 2

Efecto Venturi: consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado (una tubería) disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor. Se explica por el Principio de Bernoulli, puesto que para que la igualdad de la ecuación del teorema sea correcta al aumentar la velocidad en el punto dos V_2 debe variar otro elemento, en este caso la presión que disminuye.

En la siguiente figura se muestra un esquema que sirve para entender el efecto, se trata del llamado *tubo Venturi* que tiene en el centro un estrechamiento.



Los dos tubos perpendiculares colocados en ambas secciones, dan el valor de la presión en cada zona en forma de altura del fluido. En la zona del estrechamiento la presión es menor que en la sección amplia del tubo. Y la diferencia está indicada como h .

Pérdida de carga: o caída de presión es la disminución de presión que experimenta un líquido al

circular por un conducto. Es necesario que las pérdidas de carga sean lo más pequeñas posibles.

$$h_f = \frac{\Psi l v^2}{D^2 g}$$

Donde:

h_f = Pérdida de carga expresada en altura.

l = longitud del conducto.

D = diámetro del conducto.

g = gravedad.

Ψ = coeficiente de fricción o rozamiento (adimensional).

Características de las instalaciones hidráulicas:

Fácil de regular la velocidad: debido a que no se comprime el fluido.

La reversibilidad de los accionamientos deben tener un punto muerto antes de invertir el sentido de marcha con el fin de decelerar y luego acelerar.

Se usan válvulas limitadoras de presión para proteger contra sobrecargas.

Se puede parar los mecanismos hidráulicos en cualquier posición al ser los fluidos incompresibles.

La bomba es el elemento de generar presión de trabajo.

Los elementos de transporte tuberías y racores se encargan de la conducción del fluido hasta el lugar de consumo.

Los elementos actuadores son los cilindros y los motores que para su correcto funcionamiento necesitan el uso de válvulas como elementos reguladores.

Elementos de potencia: bombas hidráulicas

Tipos:

Hidrodinámicas: son de tipo turbinas. Su capacidad de presión depende de las velocidades de rotación y no existe separación física entre la entrada y la salida. Se usan sólo para mover el fluido de un punto a otro, pero no como elemento de presión en un circuito hidráulico, que aunque pueden mover grandes caudales la presión de trabajo es pequeña.

Hidrostáticos: Suministran una cantidad de fluido en cada carrera o ciclo independientemente de la presión de salida.

Características de las bombas:

Valor nominal de la presión: es la presión de trabajo para la que está fabricada la bomba.

Caudal: valor orientativo del caudal de trabajo (nominal).

Desplazamiento: es el volumen de líquido bombeado en una vuelta completa.

Rendimiento volumétrico: es el cociente entre el caudal real y el teórico.

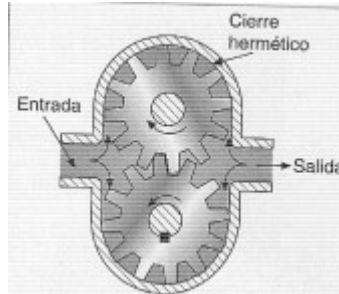
$$\eta_v = \text{caudal real} / \text{caudal teórico}$$

Rendimiento total: es el cociente entre la potencia hidráulica que se obtiene y la potencia hidráulica que se consume.

Bomba de engranjes:

Es la más empleada en los mandos hidráulicos, especialmente móviles, por su sencillez y economía, a pesar de su bajo rendimiento.

Puede alcanzar presiones de 200 bar y rango de rotación de 500 a 600 rpm

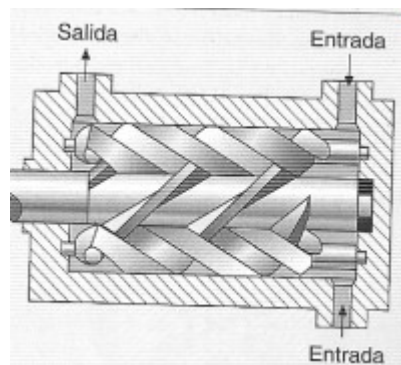


$$\eta_v = \text{del } 0,75 \text{ al } 0,85$$

Bombas de tornillo:

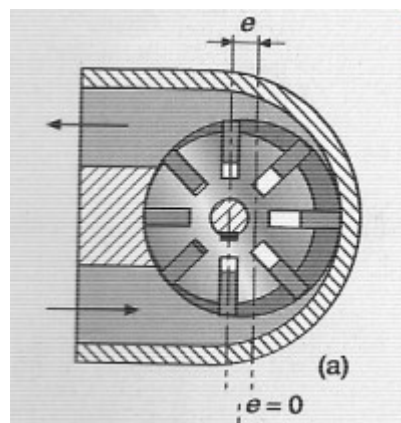
Están constituidos por dos o tres tornillos helicoidales que engrana y ajustan perfectamente entre sí y con la carcasa que los envuelve.

El caudal se conduce de manera uniforme y sin vibraciones, por lo que son muy silenciosas.



Bombas de paleta.

Son las de tipo turbina.

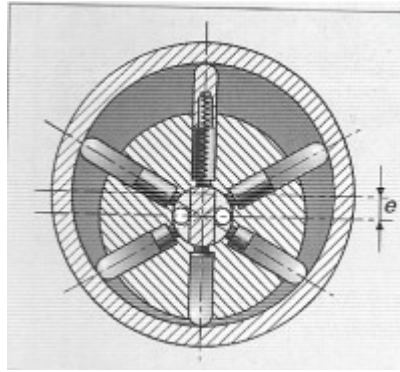


Bombas de pistones.

Su funcionamiento ya lo conocemos, puesto que son similares a los motores de combustión interna en su estructura, salvando diferencias.

Pueden obtener presiones de 700 bar, la cilindrada es pequeña y revoluciones de 1000 a 3000 rpm.

$$\eta_v = \text{hasta } 0,95$$



Simbología hidráulica

CONDUCTOS DE CONEXIÓN Y TOMAS		Denominación	Símbolo	Denominación	Símbolo
Denominación	Símbolo	Bomba de caudal variable		Alimentación de presión	
Conducto de alimentación y de retorno		CILINDROS		MANDOS	
Denominación	Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación	Símbolo
Conducto de gobierno		Cilindro de simple efecto		Mando manual	
Conducto de escape o descarga		Cilindro de simple efecto retorno por muelle		Mando manual de pulsador	
Conducto flexible		Cilindro de doble efecto		Mando manual de palanca	
Punto de conexión		Cilindro de doble efecto vástago bilateral		Mando manual de pedal	
Cruce de conductos sin conexión		Cilindro telescópico		Mando mecánico por leva	
Tomas rápidas (sin o con válvula de retención)		FUENTES DE ENERGÍA		Mando mecánico de resorte	
BOMBAS				Mando electromagnético por solenoide	
Denominación	Símbolo	Denominación	Símbolo	Mando directo por presión	
Bomba de caudal constante		Motor eléctrico			
		Motor térmico			

Denominación	Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación	Símbolo
Mando indirecto (gobernado) a presión		Descarga al depósito		Estrangulador unidireccional	
Conducto de gobierno		Encuadramiento de varios elementos en un solo bloque			Selector de circuito
VARIOS		DISTRIBUIDORES Y VÁLVULAS		Limitadora de presión (seguridad)	
Denominación	Símbolo	Denominación	Símbolo	Limitadora de presión pilotada	
Acumulador		Distribuidor 2/2 2 vías, 2 posiciones		Reductor de presión con descarga	
Filtro		Distribuidor 3/2 3 vías, 2 posiciones		Válvula de secuencia	
Refrigerador		Distribuidor 4/2 4 vías, 2 posiciones		Estrangulación constante	
Manómetro		Distribuidor 3/3 3 vías, 3 posiciones			
Termómetro		Distribuidor 4/3 4 vías, 3 posiciones			