

1. Magnitudes principales y sus Unidades

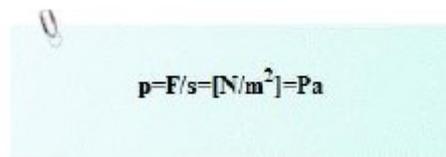
Magnitudes Principales

Presión

Cuando ponemos en contacto dos solidos, estos ejercen entre si fuerzas de penetracion. Esta depende de dos paraetros:

1. **Fuerza(F)** : Ejercida por los cuerpos, normalmente el peso. La unidad de medida en el sistema internacional es el Newton (N).

2. **Superficie(S)** : De la superficie de contacto de los dos cuerpos. La unidad de medida en el sistema internacional es el m².


$$p = F/s = [N/m^2] = Pa$$

Aunque la unidad de presion en el S.I. es el Pascal, no es de uso habitual. Otras unidades que se usan habitualmente son:

- ◆ atmosferas: 1 atm = 101300 Pa
- ◆ bares: 1 bar = 100000 Pa
- ◆ kg-fuerza por cm²: 1kgf/cm²= 98000 Pa
- ◆ pound per square inch1 psi= 6894,76 Pa

Presión hidrostática I

Los fluidos **no tienen forma pero sí volumen propio**.

Vamos a estudiar el caso, en que no existe ninguna fuerza externa sobre el fluido. Se puede comprobar que la presion en un punto cualquiera del fluido depende de tres factores:

1. De la gravedad (g): Medida en m/s².
2. De la densidad del fluido (d): Medida en kg/m³
3. De la altura (h): Medida en m.

$$p = d \cdot g \cdot h = [Pa] = [N/m^2]$$

Esta presión es perpendicular a las paredes del recipiente, e igual en cualquier punto a una misma altura.

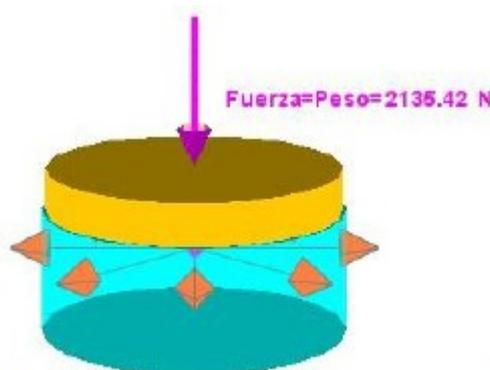
La **presión hidrostática** en un punto del interior de un líquido es directamente proporcional a la densidad del fluido, d , a la profundidad, h , y a la gravedad del lugar, g .

Presión hidrostática II

Vamos a considerar ahora el caso de un fluido sometido a la acción de una fuerza externa (F). Supongamos, como en la animación de la derecha, que tenemos un depósito cubierto con una tapa de peso (P). La tapa tiene una sección s . Se puede demostrar, que en esta situación la presión en cualquier punto del fluido es la misma y de valor:

$$P = F/s = [Pa] = [N/m^2]$$

Esta característica es la que aprovechamos para hacer transmisiones hidráulicas, como veremos en el siguiente apartado.



La presión en el interior del fluido es igual en todos sus puntos y depende de la presión de la tapa, que se transmite al fluido en todas las direcciones.

Velocidad

La velocidad es el espacio que recorre el fluido por unidad de tiempo; se representa por una v y se mide en m/s.

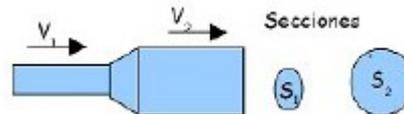
$$V = [m/seg]$$

Muy unido a la velocidad en los fluidos esta otra magnitud denominada caudal, que es la cantidad de fluido que se desplaza por unidad de tiempo. Representamos el caudal con la letra Q y lo medimos en m^3/s .

$$Q = [m^3/s].$$

Caudal y velocidad se relacionan: $Q=v*s$, siendo s la seccion en m^2/s .

Supongamos la tubería de la figura.



Como los caudales se tienen que mantener ($Q_1=Q_2$), entonces:

$$v_1*s_1=v_2*s_2 \text{ por lo que } v_2= v_1*s_1/s_2.$$

Como $s_2 \gg s_1$, entonces $v_1 \gg v_2$.

Esto indica que a mayor seccion, menor velocidad, y viceversa.

La ley de la **continuidad** nos dice que un fluido que fluye en una tubería de sección mantiene constante su caudal.

Energía

La energía es la capacidad de un sistema de realizar trabajo. Su unidad en el sistema internacional es el **Julio (J)**, aunque también es de uso común la **caloría (cal)** o el **kWh**. La energía que posee un fluido es la suma de tres factores:

1. **Energía potencial:** Debida a la altura a que se encuentre el fluido.

$$E_p = m*g*h.$$

2. **Energía cinética:** Debida a la velocidad a que se desplace el fluido.

$$E_c = 0.5*m*v^2.$$

3. **Energía Hidrostática:** Debida a la presión a la que se encuentra el fluido.

$$E_h = p*V$$

La energía total del fluido es la suma de las tres. El físico suizo Bernoulli demostró que en un fluido:

$$E_p + E_c + E_h = \text{constante}$$

Unidades Principales

Las distintas magnitudes empleadas en los cálculos de los circuitos pueden expresarse según distintos sistemas: el métrico-decimal (el más empleado) y el anglosajon (usado en el Reino Unido y en USA). La relación siguiente muestra algunas de estas unidades, su símbolo convencional y la abreviatura usada para cada magnitud:

Simbolo	Magnitud	Unidad	
A	área	metro cuadrado	m ²
a	aceleración	metro por segundo al cuadrado	m / s ²
c	velocidad absoluta	metro por segundo	m / s
C _f	coeficiente de fricción	adimensional	
D, φ	diámetro	metro	m
e	espesor de una tubería	metro	m
F	fuerza	newton	N
f	coeficiente de fricción en tuberías	adimensional	
G	fuerza de gravedad	newton	N
g	aceleración de la gravedad	metro por segundo al cuadrado	m / s ²
K	constante en general	adimensional	
K	modulo de elasticidad volumétrico	adimensional	
L, l	longitud	metro	m
M	momento de inercia	newton metro	N·m
M	par	newton metro	N·m
m	masa	kilogramo	kg
n	número de revoluciones		s ⁻¹
N	potencia en general	vatio	W
P	presión	bar, pascal	bar, Pa
P _a	presión atmosférica	bar	bar
ΔP	golpe de ariete, pérdida de carga	bar	bar
Q, q	caudal	metro cúbico por segundo	m ³ / s
r	radio	metro	m
Re	número de Reynolds	adimensional	

t	temperatura Celsius	grado	°C
t	tiempo	segundo	s
u	velocidad tangencial	metro por segundo	m / s
V	volumen	metro cúbico	m ³
W	trabajo en general	julio	J
α	ángulo plano	radián	rad
β	ángulo plano	radián	rad
β	coeficiente de fricción en tuberías	segundo cuadrado por metro	s ² / m
γ	peso específico	kilogramo por metro cúbico	kg / m ³
η_t	rendimiento	adimensional	
η_b	rendimiento de la bomba	adimensional	
η_m	rendimiento motor	adimensional	
η_h	rendimiento hidráulico	adimensional	
η_c	rendimiento mecánico	adimensional	
κ	coeficiente de compresibilidad	pascal	Pa ⁻¹
μ	coeficiente de rozamiento	adimensional	
λ	viscosidad dinámica	newton segundo por metro cuadrado	N·s / m ²
ν	viscosidad cinemática	metro cuadrado por segundo	m ² / s
ρ	densidad	kilogramo por metro cúbico	kg / m ³
σ	tensión superficial	newton por metro	N / m
ω	velocidad angular	radian por segundo	rad / s
ϵ	modulo de elasticidad	kilopondio por centímetro cuadrado	Kp / cm ²

Principios Fundamentales

Principio de Pascal

La figura 2.1 muestra gráficamente el principio de Pascal. Como complemento a este principio se ha de decir que los líquidos son prácticamente incompresibles: a diferencia de los gases que pueden comprimirse, los líquidos, como los sólidos, no experimentan una reducción significativa de su volumen al verse sometidos a presión.

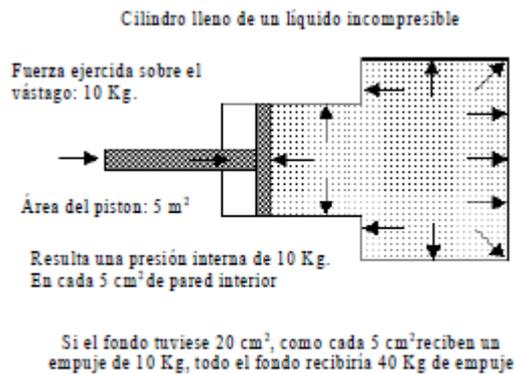


Fig. 2.1 Principio de Pascal

Esta figura introduce el concepto de presión, que es la fuerza por unidad de superficie a que está sometido un fluido. Aplicando el principio de Pascal y observando la figura 2.2, se puede comprobar cómo una pequeña fuerza F_1 se ejercida sobre un émbolo pequeño, de área " A_1 ", produce sobre el émbolo una presión de:



Fig. 2.2 Equilibrio hidráulico

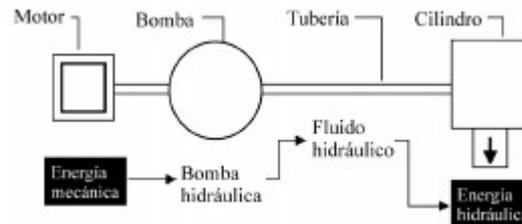
$$P = F_1 / A_1$$

Esta presión se transmite a lo largo del tubo y por medio de un fluido hasta un émbolo de sección mayor, cuya área es A_2 . Puesto que el sistema se encuentra en equilibrio, las presiones en ambos émbolos son las mismas, de donde se deduce que

$$P = F_1 / A_1 = F / A_2,$$

$$\text{de donde } F_2 = (A_2 / A_1) \cdot F_1$$

y se llega a la conclusión de que con una fuerza f pequeña se puede obtener otra fuerza F considerablemente mayor, ya que poseemos un dispositivo para multiplicar la fuerza, con la gran ventaja mecánica de que es directamente proporcional a la relación de las áreas de los pistones.



Para conseguir esta fuerza determinada para la realización de un trabajo se necesita una energía, que será transmitida a través de un conducto por medio de un fluido hidráulico, y se generará a partir de una fuerza inicial. Atendiendo al principio de Pascal todo el conducto tiene la misma presión (atención a las juntas, latiguillos, etc.) y las fuerzas son proporcionales a las áreas.

En resumen: un motor proporciona una determinada energía mecánica a una bomba, y ésta, según la energía que recibe, suministra una determinada energía hidráulica, la cual, se transfiere, bajo forma de caudal y presión, y mediante un fluido hidráulico, a un pistón donde se vuelve a transformar en la energía mecánica necesaria para realizar un trabajo. El croquis anterior representa esquemáticamente este sistema de transmisión de energía. El principio demostrado en esta figura es el mismo de los gatos hidráulicos, de muy frecuente aplicación.

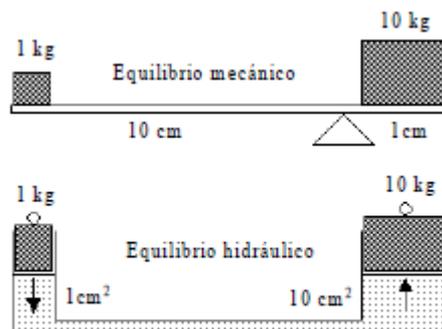


Fig. 2.3 Comparación entre el equilibrio mecánico e hidráulico

La figura 2.3 muestra gráficamente el principio de la prensa de Bramah, y se compara con una palanca mecánica; en mecánica es la fuerza por su brazo, y en la hidráulica es la fuerza por la superficie en que se aplica.

Si se aplica una fuerza de 20 kg sobre una superficie de 4 cm^2 se obtiene una presión de $20 / 4 = 5 \text{ kg/cm}^2$; si ahora esta presión se transmite por una conducción a un pistón con una superficie de 70 cm^2 , la fuerza que este desarrollará será de:

$$\text{Fuerza} = \text{Presión} \cdot \text{Superficie} = 5 \cdot 70 = 350 \text{ kg}$$

Así se demuestra matemáticamente cómo se incrementan las fuerzas en una transmisión hidráulica. Pero hay una ley fundamental en física que dice que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma; por ello en este caso, el incremento de presión se obtiene en detrimento de otro factor, que en este caso es el espacio o la velocidad.

La figura 2.4 representa la influencia de la fuerza y el caudal en una transmisión hidráulica; en todo caso el producto de la fuerza ejercida y el espacio recorrido por el pistón de la izquierda debe ser igual al producto del espacio recorrido por la fuerza desarrollada en el pistón de la derecha.

Se puede, pues, definir la *presión* como la fuerza por unidad de superficie, o el conjunto de éstas, que actúan perpendicularmente sobre una superficie, y que están distribuidas con uniformidad sobre la misma (según Pascal estas fuerzas son iguales en todos los puntos).

El otro factor, el *caudal*, es el volumen de fluido (litros, m³, cm³, etc.) por unidad de tiempo (min, horas, etc.) que circula por una determinada conducción.

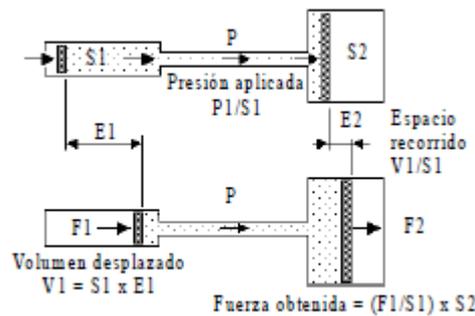


Fig. 2.4 Relación presión / avance

La fig. 2.5 introduce el concepto de *diferencia de presión*, que, como su propio nombre indica, es la diferencia entre las presiones de dos puntos de un sistema: si no hay una diferencia de presión entre dos puntos, tampoco habrá circulación de fluido entre ellos.

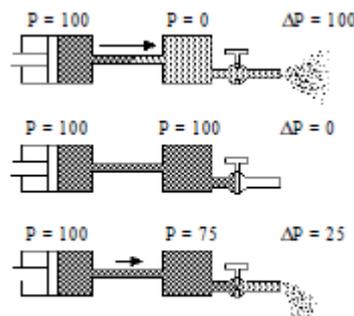


Fig. 2.5 Diferencia de presión

En un sistema hidráulico el caudal y la presión son factores independientes, y afectan cada uno de ellos a distintas funciones del mismo (velocidad y fuerza respectivamente).

Otro factor que influye en el diseño y funcionamiento de un sistema hidráulico es la *viscosidad*, que es la fuerza necesaria para hacer deslizar una capa líquida monomolecular sobre otra paralela de la misma área, venciendo el rozamiento de las moléculas.

En los líquidos la viscosidad depende, generalmente, de la temperatura (incremento de la temperatura=> disminución de la viscosidad).