

PRACTICA TEOREMA DE BERNOULLI

OBJETO:

Comprobación del *Teorema de Bernoulli* para un flujo permanente de fluido perfecto e incomprensible a través de un tubo de Venturi horizontal

EQUIPO E INSTALACIONES:

Para el buen desarrollo de la práctica es necesario disponer de un equipo adecuado formado por un deposito de reserva para la alimentación y recirculación, una bomba centrífuga, un tubo de Venturi donde se inserta los piezómetros y el tubo de Pitot, un deposito de aforo y un cronómetro.

FUNDAMENTO DEL TEOREMA DE BERNOULLI:

Mediante el supuesto de que el flujo es permanente, es decir que la velocidad de una partícula no depende del tiempo sino de su posición y de que el fluido es perfecto (viscosidad nula) e incomprensible, entonces la energía mecánica del fluido es constante:

$$E_m = E_p + E_g + E_c = PV + mgz + \frac{1}{2}mv^2$$

Como el cálculo de las energías es difícil debido a que tenemos que saber el valor de volumen y de masa de fluido que pasa, nos referimos a la energía específica o carga H, que es la energía por unidad de peso de la masa fluida.

$$H = P/\gamma + z + \frac{v^2}{2g}$$

En realidad la carga H no es constante debido a que existe una pérdida de energía en forma de calor provocada por la viscosidad del fluido que da lugar a fuerzas de rozamiento entre las capas adyacentes de fluido.

Para el cálculo de la línea piezométrica utilizaremos los piezómetros que nos calculan la altura de presión h, tal que $h = P/\gamma + z$.

Para el cálculo de la carga H utilizamos un tubo de Pitot.

PROCEDIMIENTO:

Una vez hechas las conexiones pertinentes y lleno el deposito de alimentación, ponemos en marcha la bomba. Después maniobramos con las llaves de alimentación y descarga hasta conseguir el régimen deseado.

Seguidamente medimos el tiempo que tarda en pasar un volumen prefijado a través del conducto.

Finalmente anotamos las alturas de columna de agua observadas en los distintos piezómetros y en el tubo de Pitot para las distintas posiciones.

Datos de laboratorio:

Volumen de aforo: $6 \cdot 10^{-3}$
 m^3

Tiempo: 40 s **Caudal:** $1.5 \cdot 10^{-4} m^3 / s$

	Toma1	Toma2	Toma3	Toma4	Toma5	Toma6
H(mm)	280	229	180	134	83	167
H(mm)	287	285	283	280	276	196

Diámetro toma1: 25mm

Diámetro toma2: 13.9mm

Diámetro toma3: 11.8mm

Diámetro toma4: 10.7mm

Diámetro toma5: 10mm

Diámetro toma6: 25mm

COMENTARIOS:

El plano de comparación se toma para la altura cero por tanto está situado en la directriz del tubo de Venturi.

La altura de presión se mantiene constante hasta el comienzo del estrechamiento, la cual decae notablemente hasta que se regulariza en el conducto más estrecho.

La altura total sufre poca variación a lo largo del tubo a excepción del momento en el cual se produce el ensanchamiento del tubo. Esto se debe a que el agua por sus propiedades físicas se acerca más a la idealidad cuando se produce una convergencia que cuando se expande. De manera que se produce mayor N° de turbulencias en la expansión del agua que en la convergencia.

También hay que tener en cuenta que la parte en que se estrecha el tubo es más hidrodinámica que por la que se ensancha es decir que el ángulo de convergencia es más suave que el de divergencia.

La altura cinética se mantiene prácticamente constante hasta que comienza el estrechamiento, a partir del cual aumenta considerablemente, la cual se regulariza en el conducto más estrecho.

Cuando comienza el ensanchamiento la altura cinética decae radicalmente, esto es debido por un lado al aumento de presión y por otro lado a la caída de energía, la cual se ha disipado en forma de calor causada por la formación de remolinos en el ensanchamiento anteriormente explicados. Por lo cual el principio de Bernoulli no se cumple en este tramo final

Calculo de la componente cinética

Se puede realizar por medio de dos métodos.

a)
$$\frac{U^2}{2g} = H - h$$

b) $U = Q/W$, $Q = v/t!$
$$U = \frac{Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Se observa que sale diferente resultado siendo mayor la componente cinética con el primer método por que la velocidad que se mide con el tubo de pitot es la máxima mientras que con el otro método se trata de la velocidad media.

Toma1 : a) $287-280=7\text{mm}$ b)
$$\frac{4 * 1.5.10^{-4}}{\Pi * (25.10^{-3})^2} = 0.305$$

m/s $0.305^2 / 2 * 9.8 = 4.7.10^{-3}$

m que es igual a 4.7 mm

Toma2: a) $285-229=56\text{mm}$ b)
$$\frac{4 * 1.5.10^{-4}}{\Pi * (13.9.10^{-3})^2}$$

=0.988m/s

$0.988^2 / 2 * 9.8 = 49.8.10^{-3} m$

igual a 49.8mm

Toma 3: a) $283-180=97\text{mm}$ b)
$$\frac{4 * 1.5.10^{-4}}{\Pi * (11.8.10^{-3})^2}$$

=1.37m/s

$1.37^2 / 2 * 9.8 = 95.7.10^{-3} m$

igual 95.7mm

Toma 4: a) $280-134=146\text{mm}$ b)
$$\frac{4 * 1.5.10^{-4}}{\Pi * (10.7.10^{-3})^2} = 1.67 m / s$$

$1.67^2 / 2 * 9.8 = 142.3.10^{-3} m$

igual 142.3mm

Toma5: a) $276-83=193\text{mm}$ b)
$$\frac{4 * 1.5.10^{-4}}{\Pi * (10.10^{-3})^2} = 1.90 m / s$$

$1.690^2 / 2 * 9.8 = 145.7.10^{-3} m$

igual 145.7mm

Toma 6: a) $196-167=29\text{mm}$ b)
$$\frac{4 * 1.5.10^{-4}}{\Pi * (25.10^{-3})^2} = 0.30 m / s$$

$0.30^2 / 2 * 9.8 = 4.59.10^{-3} m$

igual a 4.59mm

1

4