

Comprobación del Teorema de Bernoulli

I. Objetivos:

En esta práctica se comprueba la validez de la ecuación de Bernoulli utilizando un **tubo de Venturi**.

II. Introducción teórica:

Las ecuaciones de conservación de la masa y la energía nos permiten obtener una multitud de relaciones útiles para el estudio de diversos sistemas físicos. Por ejemplo, cuando el sistema en estudio es un fluido incompresible (densidad constante) que circula por diversos conductos, se puede obtener una relación entre la sección de dichos conductos y la velocidad del fluido aplicando la ecuación de conservación de la masa. Si S_i es la sección del tubo en un punto i , y v_i es la velocidad del fluido en dicho punto, se cumple

$$S_i v_i = S_j v_j = \text{Caudal} \quad (1)$$

para cualquier par de puntos i y j (ecuación de conservación del flujo).

Utilizando ahora la ecuación de conservación de la energía se puede obtener una relación entre la velocidad del fluido en un punto, v_i , la presión P_i en dicho punto, y la altura h_i de éste con respecto a un nivel de referencia. Si ρ es la densidad del fluido, se cumple

$$P_i + \rho g h_i + \frac{1}{2} \rho v_i^2 = P_j + \rho g h_j + \frac{1}{2} \rho v_j^2 \quad (2)$$

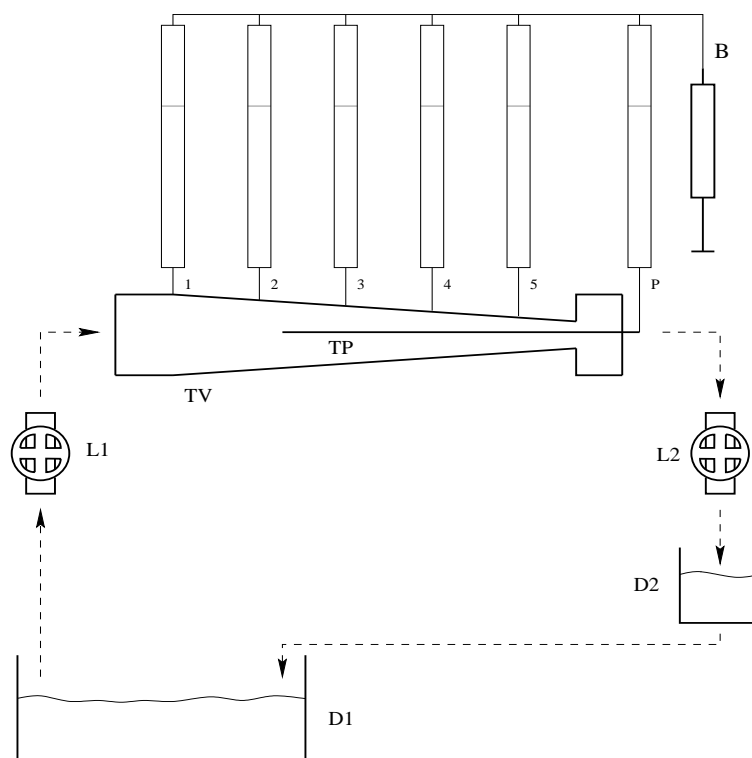
para cualquier par de puntos i y j (ecuación de Bernoulli).

En esta práctica se comprobará la validez de la ecuación (2) en el caso de un fluido que se desplaza por un conducto horizontal (h_i constante). Tomando como altura de referencia la posición del propio conducto, la ecuación de Bernoulli se reduce a

$$P_i + \frac{1}{2} \rho v_i^2 = P_j + \frac{1}{2} \rho v_j^2 = \text{Cte.} \quad (3)$$

III. Procedimiento experimental:

Para realizar esta práctica se utiliza un tubo de Venturi conectado a un banco hidráulico que suministra un flujo continuo de agua.



El banco hidráulico tiene un depósito (D1) del cual se extrae agua por medio de una bomba neumática eléctrica. Usando la llave L1 se regula el caudal de agua que suministra esa bomba al tubo de Venturi (TV), y por medio de la llave L2 se regula el caudal que sale del tubo de Venturi en dirección a un segundo depósito (D2) en el cual se miden volúmenes de agua.

El tubo de Venturi consiste en un tubo cuya sección disminuye o aumenta en el sentido de la corriente del fluido, y a lo largo del cual se han practicado una serie de pequeños orificios. A estos orificios se conectan tubos verticales en los que se mide la presión del fluido registrando la altura de las columnas de agua correspondientes.

Puesta en marcha:

Antes de enchufar la bomba eléctrica a la corriente se recomienda comprobar que las llaves L1

y L2 están cerradas y las mangueras conectadas, para evitar salpicaduras. Una vez se ha puesto en marcha la bomba neumática, manteniendo la llave L2 cerrada, girar **lentamente** la llave L1 para llenar poco a poco el tubo de Venturi. Comprobar cuidadosamente que no queden burbujas de aire en los tubos porque pueden falsear las medidas.

Cuando comiencen a llenarse las columnas de agua en los tubos en los que se medirá la presión, girar **lentamente** la llave L2 para establecer un flujo constante de agua. Si la llave L2 deja pasar más agua que la L1 se vaciarán los tubos de medición, y el propio tubo de Venturi. Si deja pasar menos agua, las columnas de agua rebosarán los tubos de medición.

Actuando sobre ambas llaves, aumentar lentamente el caudal hasta conseguir que la diferencia entre las alturas de las columnas de agua en el primer tubo y el último sea suficientemente grande.

Toma de datos y obtención de resultados:

Una vez establecido un caudal constante, se procede de la siguiente manera:

1. Medir el caudal utilizando la probeta de plástico graduada. Provisos de un cronómetro, medir cuánto tiempo tarda en recogerse un determinado volumen de agua en la probeta. Promediando una serie de **8** medidas se obtendrá el valor del caudal.

Conociendo las secciones del tubo de Venturi en cada punto, y el caudal que circula por el tubo, se puede obtener, usando la ecuación de conservación del flujo [ecuación (1)], la velocidad del fluido en dichos puntos.

2. Medir la altura de agua, Δ_i , en cada columna.
3. Representar la altura Δ_i medida en cada tubo, frente a la velocidad v_i al cuadrado.
4. Interpretar la dependencia que se observa entre Δ_i y v_i^2 .

Tener en cuenta que la presión ejercida por la columna de agua de altura Δ_i viene dada por la expresión $\rho g \Delta_i$.

5. ¿A qué corresponde la pendiente de las rectas que se obtienen?

Repetir las medidas para tres caudales diferentes.