



The goal of this item is the study and comparison of some of the different types of existing **flow meters**. The equipment incorporates the most didactic and representative flow gauges.

These flowmeters are a **Venturi tube, rotameter, diaphragm, angle seat valve and a Pitot tube** placed in series to allow direct comparison of results.

By carrying out some of the experiments with this equipment, it is possible to understand the behavior of fluids in relation to certain **laws of statics, dynamics or thermodynamics**.

General principles such as the **conservation of mass, or energy** can be put into practice in a simplified and easy way.

Besides regulating valve with variable flow rates allow you to work according to the needs of the experiment.

The results are displayed in both the water column manometer and the supplied electronic differential. Through these gauges, pressure values are read at different strategic points of the equipment.

DIKOIN
FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

4. MÉTODO GENERAL

4.1. PASOS PREVIOS, INSTRUCCIONES DE USO

4.1.1. CONEXIÓN, DESCONEXIÓN DE LOS RACORES INSTANTÁNEOS

Para conectar los tubos a las tomas manométricas, simplemente empujar los tubos dentro de las mismas hasta que hagan tope.

Para su desconexión, utilizar ambas manos. Con una presionar hacia adentro la anilla negra de la toma manométrica que rodea al tubo de conexión, y con la otra tirar de éste último.

CONECTAR



DESCONECTAR




7


DIKOIN
FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

4.1.2. CONEXIÓN, DESCONEXIÓN DE LOS ENCHUFES RÁPIDOS

Para conectar los enchufes rápidos introducir el enchufe macho en los enchufes hembra.



Para desconectarlos simplemente presionar la pieza metálica que hay en la parte superior del enchufe.



8

DIKOIN
FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

4.1.3. MONTAJE, DESMONTAJE DEL DIAFRAGMA

- Con el circuito abierto y el sistema parado, aflojar las tuercas de unión del sistema del diafragma



NOTA: Al retirar el diafragma del circuito el agua que quede en él fugará.

- Una vez extraído el sistema, aflojar las tuercas que fijan las tapas de PVC del conjunto.



- Retirar las varillas roscadas, las piezas del conjunto quedarán sueltas.

9

The manual shows clearly and with a lot of images, the hole process to operate the equipment.

DIKOIN
FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

La fuerza de arrastre se define como $F_d = C_d A_f \rho_f \frac{v_m^2}{2}$ (2)

donde:

- A_f = área flotador;
- C_d = coeficiente de arrastre.
- v_m = velocidad media en el espacio entre el flotador y la pared del tubo.

De (1) y (2) tenemos: $v_m = \sqrt{\frac{2 \rho_f' (p_2 - p_1)}{C_d A_f \rho_f}}$

A partir de esta expresión podemos obtener el caudal multiplicando la velocidad media v_m por el área anular entre el flotador y la pared.

$$Q = v_m A_c; \text{ siendo } A_c = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

donde:

- D = diámetro del tubo a la entrada;
- d = máximo diámetro del flotador.
- z = distancia vertical desde la entrada.
- α = constante de la conicidad del tubo

La ecuación anterior la podemos considerar lineal para las dimensiones normales del tubo cónico y del flotador, con lo que podemos expresar el caudal como:

$$Q = K z \sqrt{\frac{(p_2 - p_1)}{\rho_f}}$$

Donde K es una constante de medida obtenida por calibración.


19

DIKOIN
FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

TUBO DE VENTURI

El tubo de venturi consta de dos troncos de cono invertidos y se intercala en la conducción formando parte de la misma. Se llama así en honor de Giovanni Venturi (1746-1822), físico italiano que estudió por primera vez las expansiones y contracciones cónicas. El venturi original fue inventado por el ingeniero americano Clemens Herschel en 1.898. Está incluido dentro del grupo de los elementos deprimógenos. Todos los instrumentos de esta clase constan esencialmente de dos elementos: un elemento deprimógeno, es decir, que provoca una caída de presión, y un manómetro diferencial que mide esta última. Característico de estos instrumentos es que el caudal es proporcional a la raíz cuadrada de la caída de presión provocada por el elemento deprimógeno y es preciso extraer esta raíz cuadrada para medir el caudal. Un fluido que circula por un conducto cerrado experimenta una caída de presión (pérdida de carga) que es función de la velocidad (en régimen de flujo turbulento, función del cuadrado de la velocidad) y, por tanto, del caudal. Luego como elemento deprimógeno podría servir incluso una longitud suficiente de tubería de sección circular constante o cualquier accesorio de tubería. En la práctica, los accesorios más utilizados para medir caudales son los codos y las válvulas.

Planteamos las ecuaciones de Bernoulli y de continuidad entre una sección anterior al estrechamiento y éste para un flujo incompresible e ideal.



Ec. de Bernoulli: $\frac{p_1}{\rho_f g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho_f g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$ (1)

Ec. de continuidad: $Q = Cte = A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow v_1 = v_2 \frac{A_2}{A_1}$ (2)

Sustituyendo en (1), y despejando v_2 obtenemos v_2 , o velocidad teórica, ya que no hemos tenido en cuenta las pérdidas.

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \sqrt{2g \left[\left(\frac{p_1}{\rho_f g} + z_1\right) - \left(\frac{p_2}{\rho_f g} + z_2\right) \right]}$$
 (3)

20

DIKOIN
FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

El caudal teórico, ya que no hemos tenido en cuenta las pérdidas, que pasa por el caudalímetro será:

$$Q_{teo} = v_2 A_2 = \frac{A_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \sqrt{2g \left[\left(\frac{p_1}{\rho_f g} + z_1\right) - \left(\frac{p_2}{\rho_f g} + z_2\right) \right]}$$
 (4)

El término $\left(\frac{p_1}{\rho_f g} + z_1\right) - \left(\frac{p_2}{\rho_f g} + z_2\right) = h_1 - h_2 = h$ indica la diferencia de alturas piezométricas.

El caudal real que pasa por el tubo de venturi será igual a $A_2 v_2$, siendo v_2 la velocidad real $v_2 = C_v v_{2t}$, donde C_v es el coeficiente de velocidad que se obtiene experimentalmente.

Con lo que el caudal real nos queda $Q_{real} = C_v \frac{A_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \sqrt{2g h}$ (5)

Para el caso de un tubo de venturi en particular tendremos que:

$$Q_{real} = K \sqrt{h} \quad (6)$$

Donde K es la constante específica de cada Venturi.

21

The instruction manual explains and shows all the theoretical foundations, as well as all the mathematic expressions used during the experimentation.

DIKOIN
FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

5-4-3. LECTURAS Y RESULTADOS

CAUDALES

LECTURA N°		CAUDAL (l/h)
1		937,5
2		750
3		500

TANQUE VOLUMÉTRICO				
Lectura n°	Tiempo (segundos)	Volumen (litros)	Caudal volumétrico	Caudal medio (l/s)
1				
2				
3				

39

DIKOIN
FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

LECTURAS

CAUDAL 1 (l/s)						0,2604
Posición	Ø	Área sección mm ²	Velocidad media (m/s)	Altura cinética Hc (mm c.a.)	Altura piezométrica Hp (mm c.a.)	Altura total Hd + Hp (mm c.a.)
a	21,2	353	0,738	29,43	285	314
b	12	113	2,304	286,73	22,5	309
c	21,2	353	0,738	29,43	234,5	264

CAUDAL 2 (l/s)						0,2083
Posición	Ø	Área sección mm ²	Velocidad media (m/s)	Altura cinética Hd (mm c.a.)	Altura piezométrica Hp (mm c.a.)	Altura total Hd + Hp (mm c.a.)
a	21,2	353	0,590	18,84	247	266
b	12	113	1,843	183,51	77,5	261
c	21,2	353	0,590	18,84	215,5	234

CAUDAL 3 (l/s)						0,1389
Posición	Ø	Área sección mm ²	Velocidad media (m/s)	Altura cinética Hd (mm c.a.)	Altura piezométrica Hp (mm c.a.)	Altura total Hd + Hp (mm c.a.)
a	21,2	353	0,394	8,37	215	223
b	12	113	1,229	81,36	139	221
c	21,2	353	0,394	8,37	203	211

40

DIKOIN
FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

GRÁFICA DE RESULTADOS

41

With the instructions manual, it is delivered a completely solved one, with the data that has to be taken from the equipment during the experiments. This way, the teacher can compare easily if students are doing correctle the different experiments.

LEARNING OBJECTIVES

- Comparison of flow mmedida using the following:
 - Rotameter.
 - Venturi.
 - Pitot tube.
 - diaphragm
 - elbow 90 °
 - Valve adjustment
- Calculating the pressure drop of the following elements:
 - Rotameter.
 - Venturi.
 - Pitot tube.
 - diaphragm
 - elbow 90 °
 - Valve adjustment
- Demonstration of the Bernoulli equation in a venturi
- Estudy of static, dynamic and total pressures.

TECHNICAL DATAInner diameters:

- \varnothing inner main pipe = 25 mm.

Manometer:

- Water column gauge, measuring range 500 mm wc
- \pm 7000mBar electronic differential Manometer.

Pressure tapings:

All connections are quick and double seal.

Diaphragm:

- Diameter orifice plate \varnothing 13 mm.
- Diameter orifice plate \varnothing 15 mm.

Rotameter:

- Measuring range 150-1500 l / h.

Venturi Tube:

- \varnothing 12 mm diameter throat.
- Bore \varnothing 21,2 mm upstream.
- Upstream taper 22°.
- 7° downstream taper.

Other elements:

- Pitot tube.

REQUIREMENTS

- Hydraulic Bench FL 01.4 ó Hydraulic Unit FL 01.1.