



The objective to be achieved with this equipment is the study of primary pressure losses produced along a pipeline in both laminar and turbulent regimen.

This equipment has a horizontal pipe in which perform readings of the pressure loss produced for different flow rates. It also has, with the possibility to study the friction in the same pipe for both laminar and turbulent regime.

To get this last, we feed pipe from a tank of constant height. For readings of upstream and downstream of the pressure test pipe, we have two differential pressure gauges, one of water and other digital.

For regulation of the flow use two valves, one located at the begin of the installation and another place at the exit of the test pipe. The flow through into the pipe is measured using .

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 RÁPIDOS INSTANTÁNEOS

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

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.

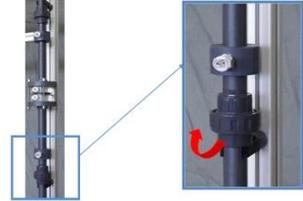


8

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 $F_r = C_D A_f \rho \frac{v_m^2}{2}$ (2)

dónde:
 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 $v_m = \sqrt{\frac{\rho g \Delta z (D - a_f)}{C_D A_f \rho}}$

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.

$$Q = v_m A_c \quad \text{siendo} \quad A_c = \frac{\pi}{4} [(D - a_f)^2 - a_f^2]$$

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

$$Q = K z \sqrt{\frac{\rho g \Delta z}{\rho}}$$

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 1898. Está incluido dentro del grupo de los elementos deprímogenos. Todos los instrumentos de esta clase constan esencialmente de dos elementos: un elemento deprímogeno, 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 deprímogeno 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 declaradamente turbulento, función del cuadrado de la velocidad) y, portanto, del caudal. Luego como elemento deprímogeno 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: $\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$ (1)

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

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

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}}} \sqrt{2g \left[\left(\frac{P_1}{\rho g} + z_1 \right) - \left(\frac{P_2}{\rho g} + z_2 \right) \right]}$$
 (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:

$$Q_{teo} = v_2 A_2 = \frac{A_2}{\sqrt{1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}}} \sqrt{2g \left[\left(\frac{P_1}{\rho g} + z_1 \right) - \left(\frac{P_2}{\rho g} + z_2 \right) \right]}$$
 (4)

El término $\left(\frac{P_1}{\rho g} + z_1 \right) - \left(\frac{P_2}{\rho g} + z_2 \right) = h_1 - h_2 = h$ 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. $v_2 = C_{v2} v_{2t}$, donde C_{v2} es el coeficiente de velocidad que se obtiene experimentalmente.

Con lo que el caudal real nos queda $Q_{rea} = \frac{C_{v2} A_2}{\sqrt{1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}}} \sqrt{2g h}$ (5)

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

$$Q_{rea} = K \sqrt{2g h}$$
 (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.

| ROTAMETRO | | | | |
|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| 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

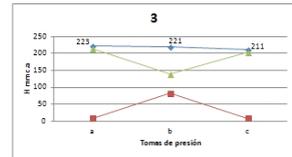
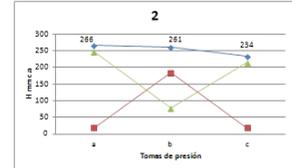
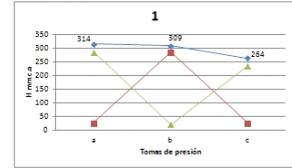
| CAUDAL 1 (l/s) | | | | | | 0,2604 |
|----------------|------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Posición | Ø | Área sección mm ² | Velocidad media (m/s) | Altura cinética Hc (mm 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 |

40

| 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 | 81,56 | 139 | 221 |
| c | 21,2 | 353 | 0,394 | 8,37 | 203 | 211 |

40



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.

FL 17.1 - PIPE FRICTION

LEARNING OBJECTIVES

Experiments and experiences that can be realized with this equipment are as follows:

- Determination of the primary loss of pressure produced in a pipe in laminar flow.
- Determination of the primary loss of pressure produced in a pipe in turbulent flow.
- Determination of friction factor.
- Determination of the critical Reynolds number.

TECHNICAL DATA

- Charge tank 150 mm of diameter by 500 mm long.
- Elevation head maximum to laminar regime is 900mm.
- Inside diameter of the pipe test is 3 mm.
- Length between survey in the test pipe 500mm.
- Manometer of water column , measuring range 500 mm ca.
- Digital differential manometer, measuring range ± 7000 mbar.

REQUIREMENTS

- Hydraulic Bench FL 01.4.