



El objetivo que se pretenden alcanzar con este equipo es el estudio de las pérdidas de carga primarias que se producen a lo largo de una tubería, tanto en régimen laminar como turbulento.

Este equipo cuenta con una tubería horizontal, en la que realizamos las lecturas de la pérdida de carga producida para diferentes caudales. Cuenta también, con la posibilidad de estudiar la fricción en la misma tanto para régimen turbulento como laminar.

Para conseguir este último, alimentamos la tubería desde un depósito de altura constante. Para las lecturas de las presiones aguas arriba y abajo de la tubería de ensayo, contamos con dos manómetros diferenciales, uno de agua y otro digital electrónico.

Para la regulación del caudal utilizamos dos válvulas, una situada al comienzo de la instalación y otra colocada a la salida de la tubería de ensayo. El caudal que circula por la tubería lo medimos utilizando el vaso medidor suministrado.

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

El manual de usuario muestra claramente y con gran cantidad de imágenes, todo el proceso a seguir para el manejo del equipo.

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 concavidad 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.

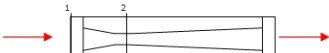
19

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 1858. 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 $v_2 = C_v v_2$, 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

El manual de prácticas muestra y explica todos los fundamentos teóricos, así como las fórmulas matemáticas utilizadas para la realización de toda la experimentación.

DIKOIN
FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

5-4-3. LECTURAS Y RESULTADOS

CAUDALES

ROTÁMETRO	
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

Junto con el manual de uso, se entrega un manual completamente resuelto con los datos que se deben obtener durante las prácticas con el equipo. De este modo, el profesor puede revisar fácilmente si los alumnos están realizando el trabajo correctamente.

PRACTICAS REALIZABLES

Las prácticas y experiencias que se pueden realizar con este equipo son las siguientes:

- Determinación de las pérdidas de carga primarias producidas en una tubería en régimen laminar.
- Determinación de las pérdidas de carga primarias producidas en una tubería en régimen turbulento.
- Determinación del factor de fricción.
- Determinación de número crítico de Reynolds.

DATOS TECNICOS

- Depósito de carga de 150 mm de diámetro por 500 mm de longitud.
- Carga máxima para régimen laminar 900 mm.
- Diámetro interior de la tubería de ensayo 3 mm.
- Longitud entre tomas en la tubería de ensayo 500 mm.
- Manómetro de columna de agua, rango de medida 500 mm c.a.
- Manómetro diferencial digital, rango de medida ± 7000 mbar.

REQUERIMIENTOS

- Banco Hidráulico DIKOIN.