



El objetivo de este equipo es el estudio y comparación de algunos de los diferentes tipos de **medidores de caudal** existentes. El equipo incorpora los medidores de caudal más didácticos y representativos.

Estos medidores de caudal serán un **tubo de Venturi**, un **rotámetro**, un **diafragma**, una **válvula de asiento inclinado** y un **tubo de Pitot** que colocados en serie permitirán realizar una comparación directa de resultados.

A través de la realización de algunas de las prácticas de este equipo se alcanza a comprender el comportamiento de los fluidos frente a determinadas **leyes de la estática, dinámica o la termodinámica**.

Se podrán poner en práctica principios generales como el de la **conservación de la masa, o la energía** de una manera simplificada y sencilla.

Además la válvula de regulación permitirá trabajar con caudales variables según las necesidades de la práctica.

Los resultados se visualizarán tanto en el manómetro de columna de agua como en el diferencial electrónico suministrado. Mediante estos manómetros se extraen los valores de presión en los distintos puntos estratégicos del equipo.

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 conectarlos 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



DIKOIN
FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

4.1.2. CONEXIÓN, DESCONEXIÓN DE LOS ENCHUFES RÁPIDOS

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



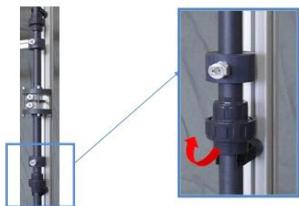
Para desconectarlos simplemente presionar la pieza metálica que hay en la parte superior del enchufe.



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 quedaran sueltas.

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: $v_m = \sqrt{\frac{2 g V (\rho_f - \rho_l)}{C_d A_f \rho_f}}$

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.

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

donde:

D = diámetro del tubo a la entrada; d = máximo diámetro del flotador.

z = distancia vertical desde la entrada; α = constante de la concidad 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:

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

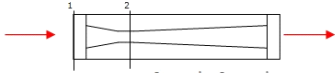
Donde K es una constante de medida obtenida por calibración.

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 deprimgenos. Todos los instrumentos de esta clase constan esencialmente de dos elementos: un elemento deprimgeno, 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 deprimgeno 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, por tanto, del caudal. Luego como elemento deprimgeno 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.

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



Ec. de Bernoulli: $\frac{p}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$ (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_{20} o velocidad teórica, ya que no hemos tenido en cuenta las pérdidas.

$v_{20} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{A_1^2}{A_2^2}}} \sqrt{2g \left(\left(\frac{p_1}{\rho g} + z_1 \right) - \left(\frac{p_2}{\rho g} + z_2 \right) \right)}$ (3)

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:

$Q_{teo} = v_{20} A_2 = \frac{A_2}{\sqrt{1 - \frac{A_1^2}{A_2^2}}} \sqrt{2g \left(\left(\frac{p_1}{\rho g} + z_1 \right) - \left(\frac{p_2}{\rho g} + z_2 \right) \right)}$ (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 $v_2 = C_{ve} v_{20}$ donde C_{ve} es el coeficiente de velocidad que se obtiene experimentalmente.

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

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

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

Donde K es la constante específica de cada Venturi.

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

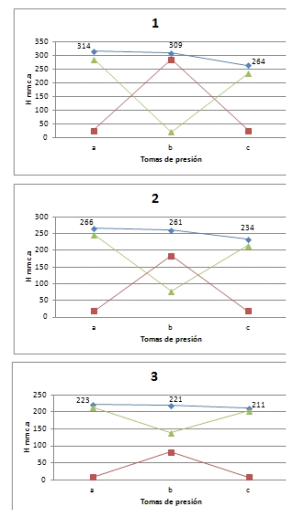
CAUDAL 1 (l/s)					
0,2504					
Posición	Ø	Área sección mm²	Velocidad media (m/s)	Altura cinética Hc (mm c.a.)	Altura total Hd + Hp (mm c.a.)
a	21,2	353	0,738	29,43	285
b	12	113	2,304	286,73	22,5
c	21,2	353	0,738	29,43	234,5
CAUDAL 2 (l/s)					
0,2083					
Posición	Ø	Área sección mm²	Velocidad media (m/s)	Altura cinética Hd (mm c.a.)	Altura total Hd + Hp (mm c.a.)
a	21,2	353	0,590	18,84	247
b	12	113	1,843	183,51	77,5
c	21,2	353	0,590	18,84	215,5
CAUDAL 3 (l/s)					
0,1389					
Posición	Ø	Área sección mm²	Velocidad media (m/s)	Altura cinética Hd (mm c.a.)	Altura total Hd + Hp (mm c.a.)
a	21,2	353	0,394	8,37	215
b	12	113	1,229	81,56	139
c	21,2	353	0,394	8,37	203

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

- Comparación entre la medida del caudal utilizando los siguientes elementos:
 - Rotámetro.
 - Tubo de Venturi.
 - Tubo de Pitot.
 - Diafragma
 - Codo 90°
 - Válvula de regulación
- Cálculo de la pérdida de carga de los siguientes elementos:
 - Rotámetro.
 - Tubo de Venturi.
 - Tubo de Pitot.
 - Diafragma
 - Codo 90°
 - Válvula de regulación
- Demostración de la ecuación de Bernoulli en un tubo de Venturi.
- Estudio de las presiones estática, dinámica y total.

DATOS TECNICOS**Diámetros interiores:**

- Tubería principal $\varnothing$ interior = 25 mm.

Manómetro:

- Manómetro de columna de agua, rango de medida 500 mm c.a.
- Manómetro diferencial electrónico ± 7000 mBar.

Tomas manométricas:

- Todas las conexiones son rápidas y de doble obturación.

Diafragma:

- Diámetro de la placa del orificio $\varnothing 13$ mm.
- Diámetro de la placa del orificio $\varnothing 15$ mm.

Rotámetro:

- Rango de medida 150-1500 l/h.

Tubo de Venturi:

- Diámetro garganta $\varnothing 12$ mm.
- Diámetro interior aguas arriba $\varnothing 21,2$ mm.
- Conicidad aguas arriba 22°.
- Conicidad aguas abajo 7°.

Otros elementos:

- Tubo de Pitot.

REQUERIMIENTOS

- Banco Hidráulico FL 01.4.