

Escuela Superior Politécnica del Litoral
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Guía de Práctica de Instrumentación

PRÁCTICA # 7

Medidor de Flujo

El aparato es diseñado para familiarizar al estudiante con los métodos típicos de medición de descarga de un fluido esencialmente incomprensible, y al mismo tiempo dar una aplicación de la ecuación de la energía de flujo estable (ecuación de Bernoulli). La medición de flujo de agua, se la hace a través de un banco hidráulico, tanque de pesaje (solo se usa para la admisión), un medidor de placa de orificio y un rotámetro.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El equipo se lo conecta al banco hidráulico que tiene el tanque de pesaje. Para el suministro de agua al equipo se hace de esta forma, debido a que el rango de operación de caudal y cabezal de la bomba es menor que la del tanque hidráulico ARMFIELD.

La descarga va al tanque hidráulico ARMFIELD para utilizar la escala de nivel fijando el valor del volumen. y medir el caudal.

Los tubos manométricos son conectados en sus extremos superiores a un ductor múltiple común (Manifold), la cantidad de aire puede ser controlada por una válvula situada en un extremo. Este aire es entregado por una bomba manual que se conecta con una boquilla similar al que se usa al inflar una llanta de bicicleta.

EQUIPOS Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

Preparación del equipo

- Abrir la válvula de control y la de suministro del banco hidráulico que tiene el tanque de pesaje, permitiendo que el agua fluya hasta eliminar las burbujas de aire.
- Ajustar las válvulas de suministro y controlar hasta que el rotámetro se encuentre en su posición deseada. Extraer el aire de los tubos manométricos por flexión de la tubería.
- La condición para asegurar que no existe aire en el manómetro multitubular es cerrando la válvula de control y todas las columnas deben marcar la misma altura.
- Cerrar la válvula de control y luego la del banco hidráulico.

Toma de datos experimentales

1. El agua entra al aparato medidor de flujo a través de la válvula reguladora del tanque con pesaje.
2. El agua avanza sucesivamente a través de los siguientes elementos:
 - Medidor de Venturi – Difusor – una placa de orificio – un codo de 90°grados y a través del rotámetro regresando el flujo al tanque hidráulico de ARMFIELD.
3. Las presiones estáticas a través del sistema son registradas por medio de un manómetro multitubular. Tomar las lecturas de h_A , h_B , h_C , h_D , h_E , h_F , h_G , h_H , h_I ; nivel del rotámetro. Repetir el procedimiento a varias razones de flujo establecido por el nivel del rotámetro.



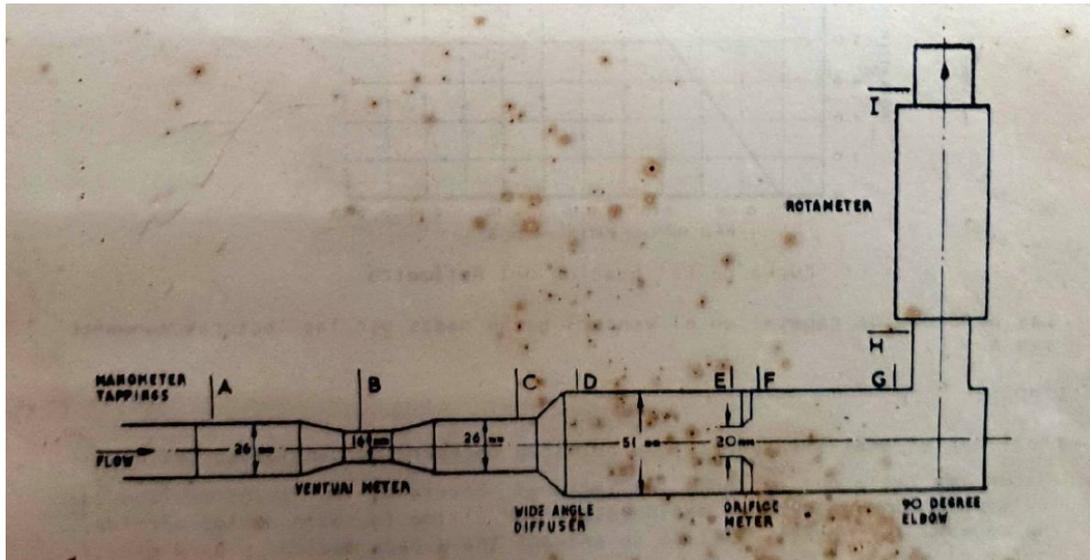


Figura No.12 Diagrama explicatorio del aparato de flujo.

4. La manguera de agua que pasa a través de la válvula de control de salida se traslada al banco hidráulico ARMFIELD.
 5. Registrar el tiempo que toma llenar n (docente especifica la cantidad) litros a la razón de flujo establecida en el rotámetro del punto 3.
- [3]

DATOS:

- Densidad del agua= Usar un valor a temperatura ambiente, debe especificar en su reporte. Buscar en tabla de texto guía de la materia o cualquier otro sitio web de referencia confiable.
- Volumen = n litros

CÁLCULOS:

Aparato medidor de flujo:

Para el Venturi:

$$Q_V = 0.962/\rho_{\text{Agua}} (h_a - h_b)^{1/2} \quad \text{Ecuación 1}$$

Para la Placa Orificio:

$$Q_{PO} = 0.846/\rho_{\text{Agua}} (h_e - h_f)^{1/2} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

$$Q = \text{Caudal} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$h_a, h_b, h_e, h_f = \text{columna de agua en metros [m]}$

NOTA 1: Recuerde realizar la estimación de incertidumbre para las columnas de agua a partir de la escala numérica del manómetro multitubular.

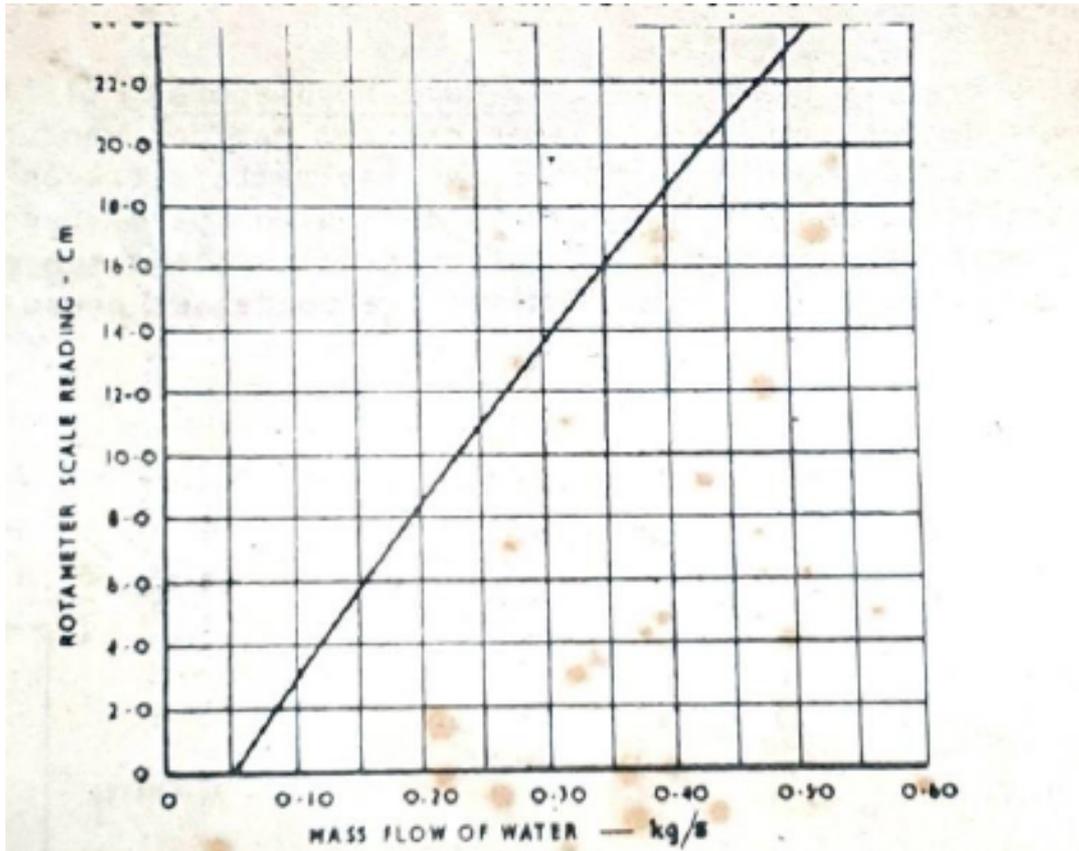


NOTA 3: La caída de presión a través del rotámetro (PH-PI) es grande y virtualmente independiente de la descarga. Aproximadamente la altura a la que llega el rotámetro, hasta estabilizarse, es directamente proporcional a la descarga. La figura de la curva de calibración del rotámetro se muestra a continuación.

Error porcentual (EP): Para comparar los flujos máxicos del Venturi, placa orificio y del banco hidráulico ARMFIELD respecto al dado en la curva de calibración del rotámetro.

$$EP = \frac{|\text{Valor teórico} - \text{valor experimental}|}{\text{valor experimental}} * 100\% \quad \text{Ecuación 6}$$

Figura 2: Curva de calibración del rotámetro.



TABLAS DE DATOS Y RESULTADOS:

ROTAMETRO [cm]		APARATO MEDIDOR DE FLUJO [mm]									
R	$\pm \partial R$	h_A	h_B	h_C	h_D	h_E	h_F	h_G	h_H	h_I	$\pm \partial h$

Tabla 1. Datos recolectados durante el desarrollo del experimento y cálculo de incertidumbres de acuerdo al tipo de medición.

ROTAMETRO [cm]		VENTURI $\frac{m^3}{s}$		PLACA ORIFICIO $\frac{m^3}{s}$		CURVA DE CALIBRACIÓN $\frac{m^3}{s}$	
R	$\pm \partial R$	Q_V	δQ_V	Q_{PO}	δQ_{PO}	Q_{CC}	δQ_{CC}

Tabla 2. Resultados para comparación de caudal en los diferentes medidores de flujo.

ERROR PORCENTUAL		
VENTURI $\frac{m^3}{s}$	PLACA ORIFICIO $\frac{m^3}{s}$	BANCO HIDRAULICO $\frac{m^3}{s}$

Tabla 3. Comparación de caudal esperado con el experimental.

Nota 4: Puede generar las tablas que considere necesarias para su reporte, lo anterior es una guía de todas las variables que debe encontrar.



RESULTADOS:

1. Identifique el error asociado a la instrumentación analógica y digital de cada variable experimental. Presente un ejemplo de cada uno.
2. Realizar el cálculo ejemplo para comparar el caudal del Venturi, Placa orificio, Banco hidráulico y del rotámetro (obtenido de la Curva de calibración) con su respectiva incertidumbre utilizando la fórmula general de propagación de error.
3. Elabore la gráfica de comparación de caudal junto con la curva de calibración. Es decir, en el eje horizontal, los valores del rotámetro y en el eje vertical el caudal (siga las sugerencias para generar gráficos). Se sugiere realizar esta actividad previamente en una planilla de cálculo. Debe incluir la ecuación de la línea de tendencia y el factor de correlación (R^2)

REFERENCIAS:

- [1] Sears, Zemansky, Young y Freedman. (2009). Física universitaria volumen 1. Decimoprimer edición. México. Pearson Educación.
- [2] Hewitt, Paul. (2007). Física conceptual. Décima edición. México. Pearson Educación.
- [3] Manual del Aparato para Medición de Flujo.
- [4] S. Gil y E. Rodríguez, Física re-Creativa, Prentice Hall, Buenos Aires 2001.
<http://www.fisicarecreativa.com>
- [5] C. E. Swartz, Used Math for the first two years of college science, American Association of Physics Teachers, 2^a ed., 1993.
- [6] Introduction to error analysis. Adapted from JR Taylor.



