

Designación GL-B09

GUÍA DE LABORATORIO PÉRDIDAS DE PRESIÓN POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS Y ACCESORIOS

LINEA PVC

Resumen: En esta guía de laboratorio se encuentra el proceso para el cálculo de las pérdidas de energía que tiene un fluido debido a la fricción de este con las paredes de las tuberías mediante la lectura de presiones manométricas.

1. INTRODUCCIÓN

A medida que un fluido fluye por un conducto, tubo o algún otro dispositivo, ocurren pérdidas de energía debido a la fricción que hay entre el líquido y la pared de la tubería; tales energías traen como resultado una disminución de la presión entre dos puntos del sistema de flujo. La pérdida de carga en una tubería, es la pérdida de energía dinámica del fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí contra las paredes de la tubería que las contiene.

En estructuras largas, las pérdidas por fricción son muy importantes, por lo que ha sido objeto de investigaciones teórico experimental para llegar a soluciones satisfactorias de fácil aplicación.

Para la evaluación de las pérdidas de presión, existen diversos modelos matemáticos, que se ajustan al comportamiento de los fluidos en condiciones estándar de referencia, en vista que no hay una certeza de la exactitud de los resultados obtenidos teóricamente, es necesario experimentar con un modelo real (didáctico), para poder comprender y medir la influencia de todas las variables. El banco de pruebas utilizado en esta práctica cuenta con diversos accesorios, tramos de tuberías y válvulas para configurar distintos tipos de circuitos. En este caso solo se tendrá en cuenta la línea presente en la Imagen 1 la cual nos servirá en el desarrollo de los cálculos para las pérdidas en la tubería.

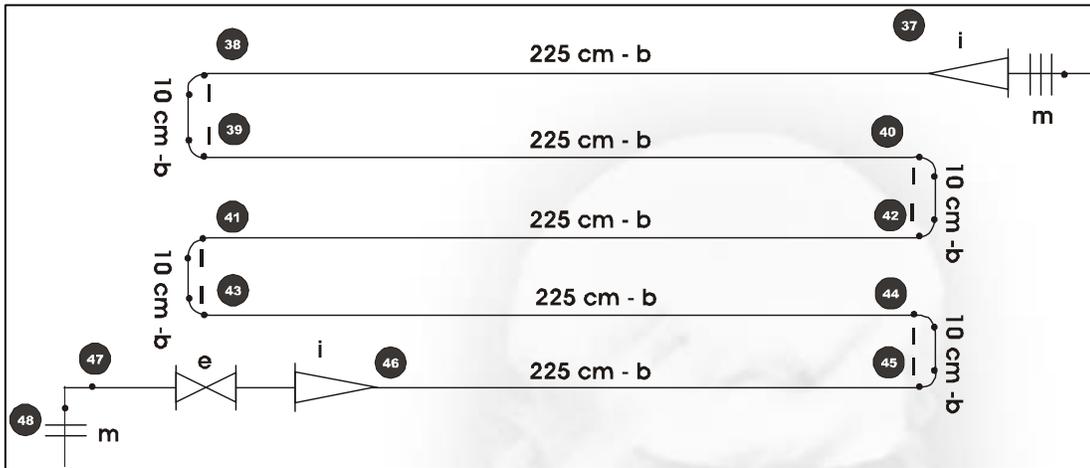


Imagen 1. Línea de trabajo

Ecuación de pérdidas debidas a fricción (ecuación de Darcy utilizada en flujo laminar y turbulento):

$$hf = f \frac{L V^2}{D 2g} (1)$$

Donde;

hf: Pérdidas. [m].

f: Coeficiente de fricción. (0,0015)

v: Velocidad de flujo [m/s].

g: Gravedad 9,81 [m/s²].

L: longitud de tubería. [m]

D: Diámetro nominal del conducto [m]. (1,25 pulg)

Ecuación de Bernoulli entre dos puntos de la tubería:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + hf = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 (2)$$

Debido a que no hay elementos que obstruyan el flujo del fluido decimos que la velocidad es igual en ambos puntos por lo cual podemos cancelar estos términos, y como se encuentran a la misma altura del suelo, este término también se elimina. De esta manera nuestra ecuación queda de esta forma:

$$\frac{P_1}{\rho g} + hf = \frac{P_2}{\rho g}$$

Despejando hf obtenemos:

$$h_r = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} \quad (3)$$

Donde;

hf: Perdidas. [m].

P₂: Presión en el punto 2 [Pa].

P₁: Presión en el punto 1 [Pa].

ρ : Densidad del agua a 20° de temperatura. 1000 [Kg/m³].

g: Gravedad. 9,81 [m/s²].

PORCENTAJE DE ERROR:

Un porcentaje de error es el error que se aplica al comparar una cantidad observada experimental, con una cantidad teórica, que es considerado el verdadero valor. El error porcentual es el valor absoluto de la diferencia dividida por el verdadero valor multiplicado por 100.

$$\%ERROR = \frac{|Valor\ practico - Valor\ teorico|}{Valor\ teorico} * 100 \quad (4)$$



2. MATERIALES REQUERIDOS

2.1. Banco de pruebas.



Imagen 2. Banco de pruebas

2.2. Bayetilla

2.3. Libreta de apuntes

2.4. Libro guía (de ser necesario)

3. OBJETIVO

Determinar las pérdidas por fricción en una línea de PVC.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. Identifique el diseño esquemático en el banco de pruebas por medio del poster.

Calle 68D Bis A Sur # 49F-70 Bloque 11 Piso 1

PBX 57 (1) 3239300 Ext. 5024 – Bogotá D.C., Colombia

Acreditación Institucional de Alta Calidad. Resolución No. 23096 del 15 de diciembre de 2016

labtecmecanica@udistrital.edu.co



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Facultad Tecnológica
Laboratorios y Talleres de Mecánica

GL-B09

- 4.2. Cerrar atentamente las válvulas 1, 2, 3 y 4 según el poster y la línea de referencia (La práctica se realiza con la válvula de bola de la línea completamente abierta).
- 4.3. Identifique el control de caudal e interfaz gráfica.
Conectar el sistema a una toma corriente de 220 V- AC y realizar la respectiva conexión de polo a tierra con el cable de color verde que se muestra en la Imagen 3.

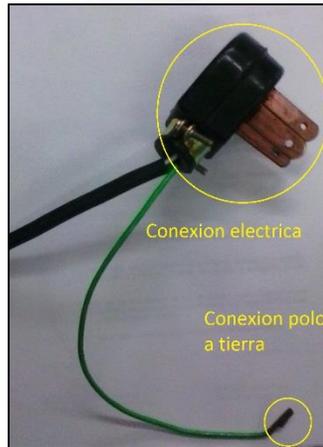


Imagen 3. Conexión eléctrica.

Para acceder al sistema de control y/o de monitoreo (PLC-SCADA) se debe realizar la conexión de un cable de red de conectores RJ45 tipo macho (Patch Cord Ethernet), entre la ranura de conexión del tablero como se muestra en la imagen 4 y la tarjeta de red LAN del computador.

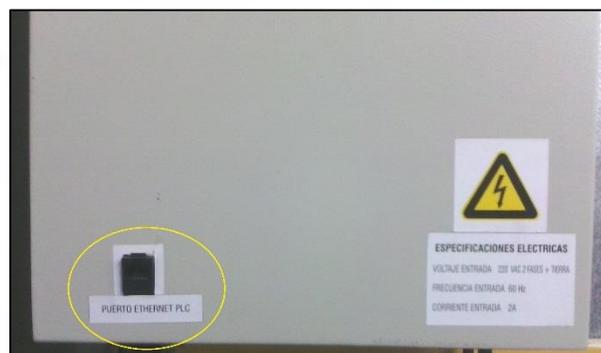


Imagen 4. Puerto conexión Ethernet PLC-SCADA

Operación del sistema:

La operación del sistema se puede realizar de dos formas: Modo manual o Modo automático.

4.3.1.MODO MANUAL: En el modo manual sistema responde a los cambios hechos por el operador, es decir, la velocidad la controla el operador.



Imagen 5. Selector MANUAL/AUTOMATICO

4.3.1.1. Encendido: Para la operación en modo manual se debe girar el selector hacia la izquierda como lo muestra la Imagen 5. Después se debe presionar el botón verde de encendido que se observa en la Imagen 6. Se debe tener en cuenta que la velocidad establecida por defecto es de 60 Hz, si se requiere cambiar la velocidad por defecto remitirse al manual de usuario del variador.



Imagen 6. Encendido del sistema

- 4.3.1.2. Apagado: Para detener el giro del variador en modo manual, solo debe presionar el botón de color rojo como se muestra en la Imagen 7.



Imagen 7. Apagado del sistema

- 4.3.1.3. Velocidad: El sistema funciona en un rango de velocidades de 0Hz a 60 Hz o de 0 L/m a 60 L/m. Para aumentar la velocidad solo debe presionar varias veces el botón con la flecha hacia arriba que se muestra en la Imagen 8, hasta obtener la velocidad deseada. Para disminuir la velocidad debe presionar el botón con la flecha hacia abajo que se muestra en Imagen 8 varias veces hasta obtener la velocidad deseada.



Imagen 8. Control manual de velocidad



4.3.2.MODO AUTOMATICO: Para el funcionamiento del modo automático se debe girar el selector MANUAL/AUTOMATICO hacia la derecha, realizar la conexión de dados descritas en el aparatado de conexiones, después debe abrir el ejecutable del SCADA. En donde se observan los comandos de operación y animaciones del sistema como lo muestra la Imagen 9.



Imagen 9. Ventana principal SCADA

- 4.3.2.1. Inicio: Para iniciar el sistema solo debe hacer clic en el botón color verde que se encuentra en la esquina superior izquierda (Numeral 1, Imagen 9). El sistema inicia por defecto en una velocidad de 0Hz. Y se observa la señal de inicio (Numeral 2, Imagen 9).
- 4.3.2.2. Setpoint/referencia: Como el sistema inicia en 0Hz, se debe deslizar la barra de SetPoint que se encuentra a la derecha de la pantalla, este setpoint varia en un rango de 0% a 100% (Numeral 3, Imagen 9).
- 4.3.2.3. Variables del sistema: En los numeral 4 y 5 de la Imagen 9 se muestran los indicadores de cada una de las variables del sistema, tales como: Sensor (Hz), Variador (Hz) y la salida (L/m). La salida se puede observar en diferentes unidades (L/m y G/m), para ello se debe seleccionar las unidades de la lista desplegable señalada en el numeral 6, Imagen 9.



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Facultad Tecnológica
Laboratorios y Talleres de Mecánica

- 4.3.2.4. Apagado: Para detener el sistema solo debe hacer clic en el botón rojo que se encuentra en la esquina superior izquierda (Numeral 7, Imagen 9)
- 4.3.2.5. Paro de emergencia: Para detener el sistema ante una emergencia tanto en operación manual o automática debe presionar el botón color rojo ubicado en la parte baja del tablero de medición análoga de variables ubicado en el costado derecho del banco de pruebas.(Imagen 9).



Imagen 10. Paro de emergencia.

- 4.3.2.6. Alarmas: Para monitorear los estados de alarmas del sistema debe hacer clic en la figura de la campana que se muestra en el Numeral 8, Imagen 9 y se pueden monitorear como se muestra en la Imagen 11.

No.	Time	Date	Status	Text	QGR
\$ 190011	8:48:07 AM	8/31/2015	I	Top Lin. Set: value could not be written to the PLC.	0
\$ 140001	8:48:07 AM	8/31/2015	I	Connection disconnected- HMI_connection, Station 192.168.0.1, Rack 0, Slot 1.	0
\$ 110001	8:47:56 AM	8/31/2015	I	Change to operating mode 'online'.	0
\$ 70018	8:47:56 AM	8/31/2015	I	User administration imported successfully.	0
\$ 70022	8:47:56 AM	8/31/2015	I	User administration import started.	0

Imagen 11. Historial de alarmas.



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Facultad Tecnológica
Laboratorios y Talleres de Mecánica

4.3.2.7. Ayuda: En el numeral 9, Imagen 9 se observa el icono de ayuda, en el cual podrá encontrar el manual técnico de cada uno de los componentes del sistema (variador de velocidad, sensor, PLC), topología de la red y el diagrama unifilar de las conexiones eléctricas.

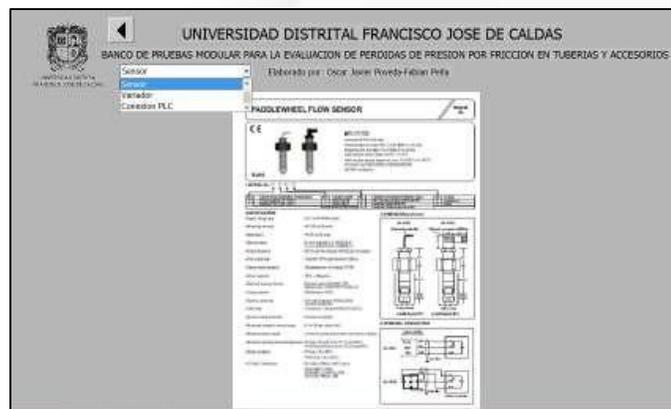


Imagen 12. Ayuda sensor.

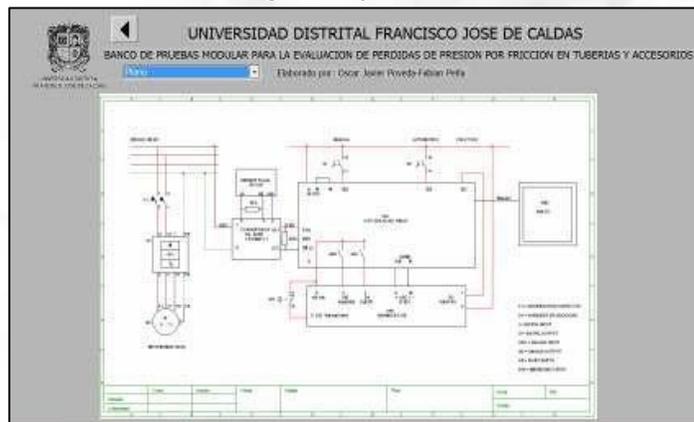


Imagen 13. Ayuda plano eléctrico.

4.3.2.8. Sistema De Control: Para observar el comportamiento del sistema debe hacer clic en el numeral 11, Imagen 9, una vez en la ventana se podrá observar la señal de referencia vs la señal de salida.



GL-B09

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Facultad Tecnológica
Laboratorios y Talleres de Mecánica

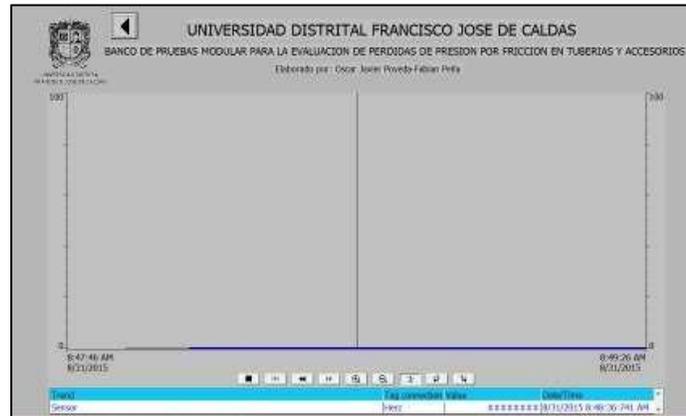


Imagen 14. Comportamiento sistema de control

4.3.2.9. Solución De Problemas:

- Cuando se realiza un **PARO DE EMERGENCIA** y en el Variador de velocidad se visualiza **F00085**, se debe reiniciar el variador presionando la tecla **FN**.
- Si en el **SCADA** se visualiza el valor de las variables como **#####**, se ha perdido el enlace del **PLC** con el **SCADA**, se debe reiniciar la conexión.

4.4. Se toman lecturas de los manómetros una vez en cada uno de los tramos rectos (todas por el mismo observador) y se llena la tabla 1.

4.5. Apagar la bomba.

Nota: La frecuencia y el caudal tienen un crecimiento lineal. 0 hz-0L/min, 60 Hz-60L/min.

5. RESULTADOS

Haciendo uso de las Ecuaciones 1, 3 y 4 procedemos a llenar la Tabla 2. Para el cálculo de la velocidad en la tubería se debe tener en cuenta la ecuación de caudal $Q=V*A$; Se despeja V y se toma el caudal dado por el variador y el diámetro nominal de la tubería ($\varnothing= 1,25$ pulg.)



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Facultad Tecnológica
Laboratorios y Talleres de Mecánica

6. RECOMENDACIONES

- Verificar el estado de los elementos antes de utilizarlos.
- Dejar los elementos utilizados en la práctica en completo orden.
- Por seguridad realice **TODAS LAS CONEXIONES** con la bomba apagada.

Proyectó	Paula Rincón, Andrés Ramírez	Monitores académicos 2016-1
Revisó	Carlos Andrés Romero	Auxiliar de laboratorio
Aprobó	Luini Hurtado	Coordinador de Laboratorios y Talleres de Mecánica
Fecha	25/02/2017	Versión 02



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Facultad Tecnológica
Laboratorios y Talleres de Mecánica

GL-B09

ANEXO 1

N° MANOMETRO	LECTURA (PSI)	LECTURA (Pa)	LONGITUD ENTRE LOS PUNTOS DE MEDIDA
46			
45			
44			
43			
42			
41			
40			
39			
38			
37			

Tabla 1.

TRAMO	PERDIDA POR FRICCION PRACTICA (m)	PERDIDA POR FRICCION TEORICA (m)	% ERROR
TRAMO 46 A 45			
TRAMO 44 A 43			
TRAMO 42 A 41			
TRAMO 40 A 39			
TRAMO 38 A 37			

Tabla 2.