

Evaluación del control del flujo de una válvula en un sistema hidráulico con fines académicos

PROBLEMA

La enseñanza del control de flujo hidráulico se basa, en muchos casos, en modelos teóricos ideales que no reflejan el comportamiento real de sistemas físicos. La ausencia de plataformas experimentales accesibles dificulta la comprensión práctica del comportamiento dinámico y estático de las válvulas de control y la aplicación adecuada de controladores PID en sistemas de tuberías.

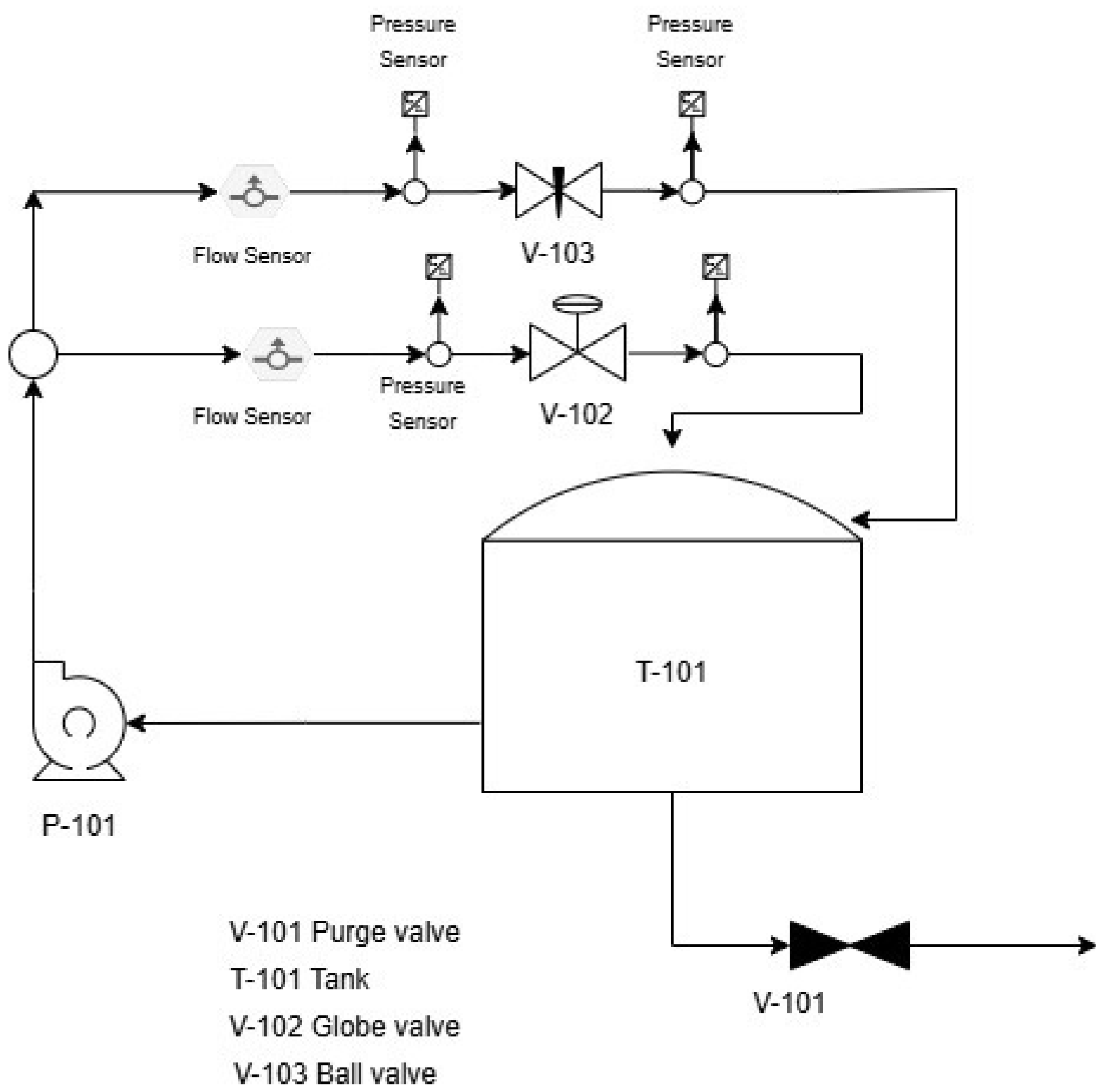
OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema dinámico de control de una válvula en un sistema de tuberías que permita la entrega regulada de caudal adecuado en función del grado de apertura de la válvula.

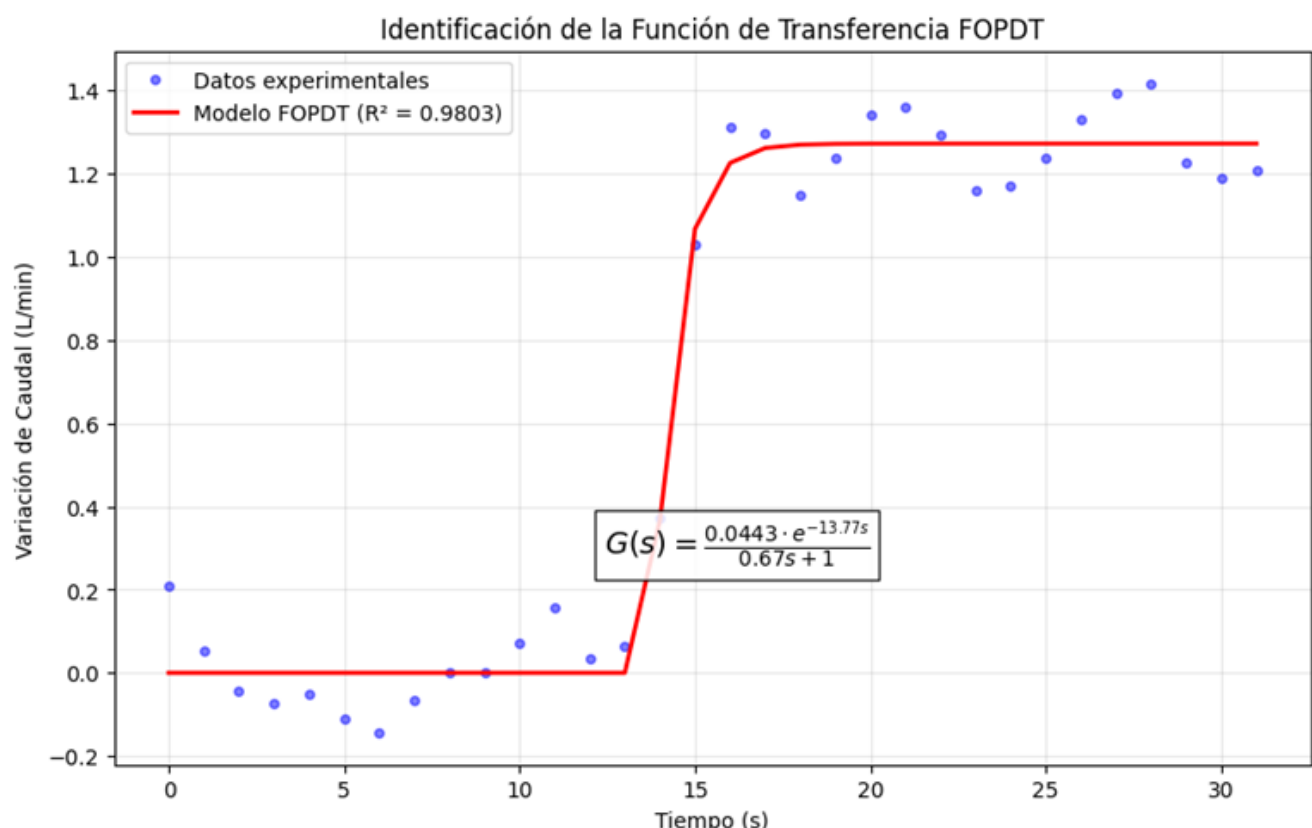
PROPUESTA



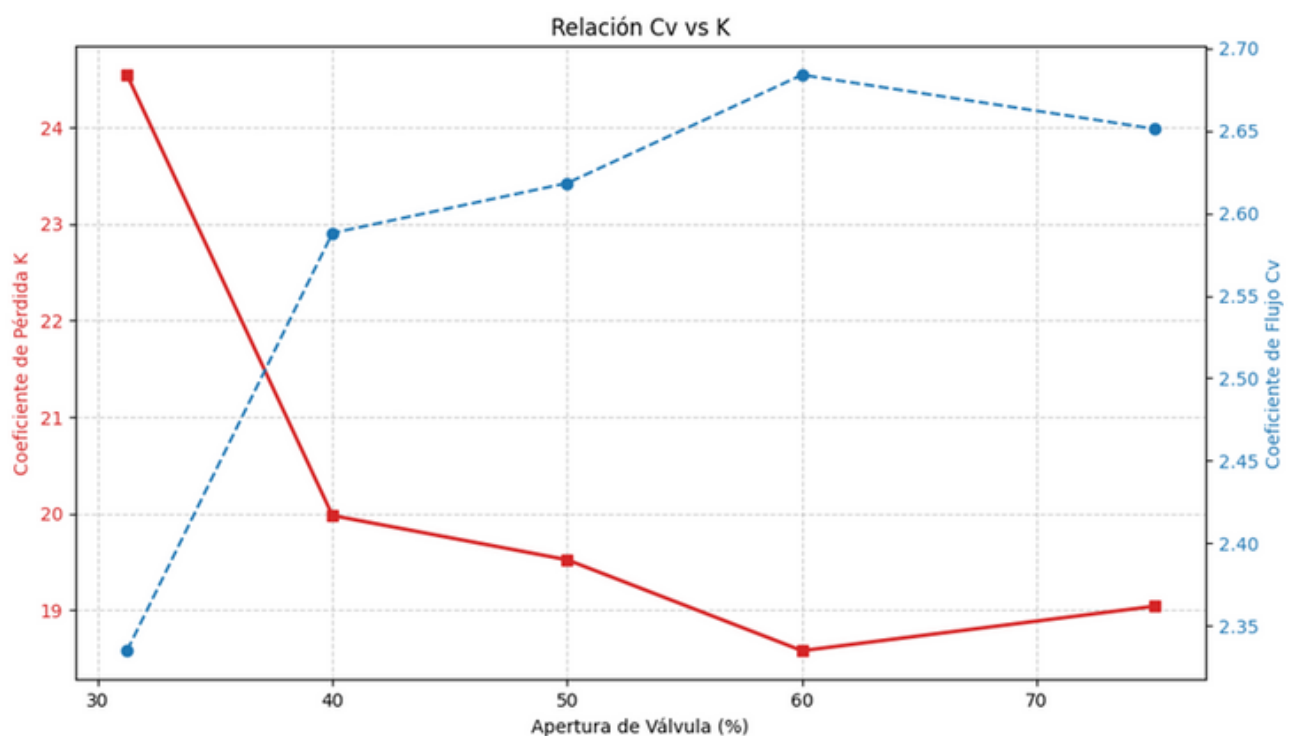
Desarrollar una plataforma académica de control de flujo hidráulico basada en un sistema real de tuberías, que integre instrumentación para la medición de caudal y presión, adquisición de datos y herramientas de análisis computacional. La propuesta contempla el pretratamiento de datos experimentales, la identificación dinámica del sistema mediante modelos de primer orden con tiempo muerto (FOPDT), la sintonización teórica de un controlador PID y la caracterización estática de la válvula a través de los coeficientes Cv y K. El sistema busca servir como herramienta didáctica para fortalecer la formación práctica en control de procesos hidráulicos y sentar las bases para futuras validaciones experimentales y simulaciones avanzadas.



RESULTADOS



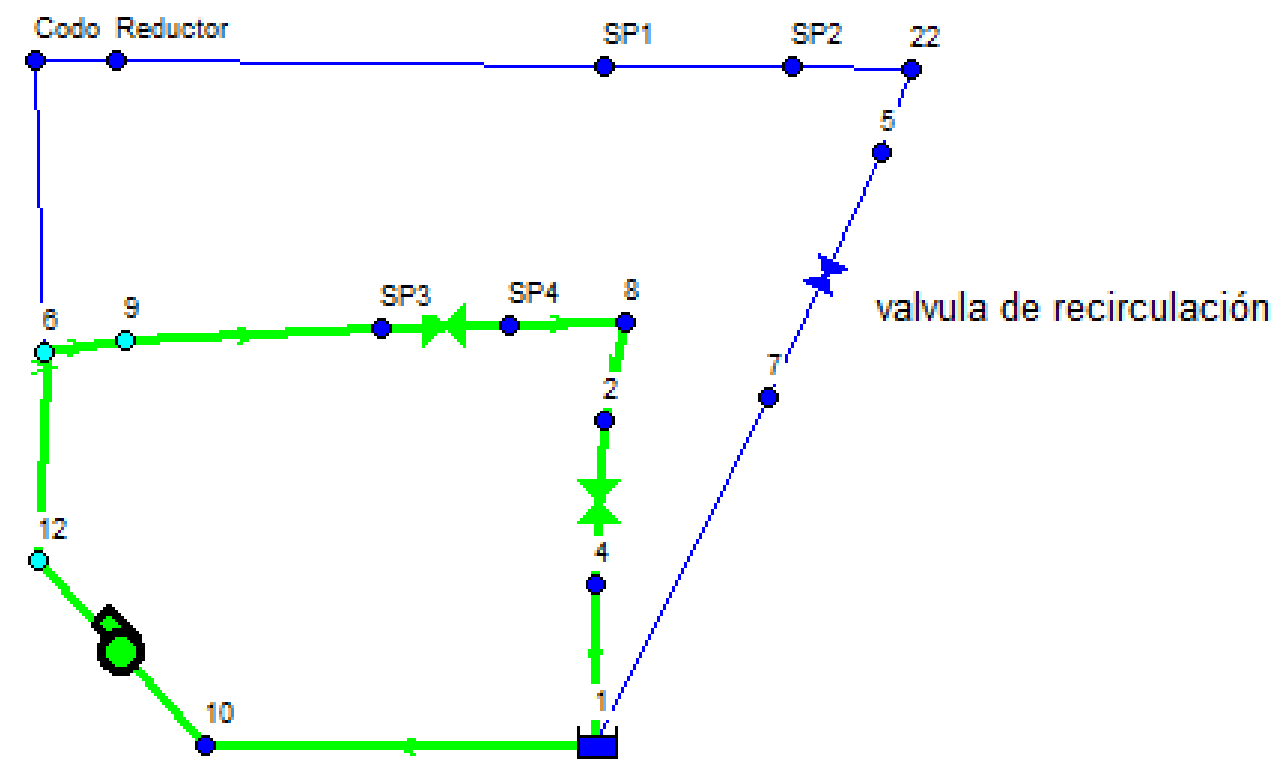
Función de Transfereencia (Dinamica)



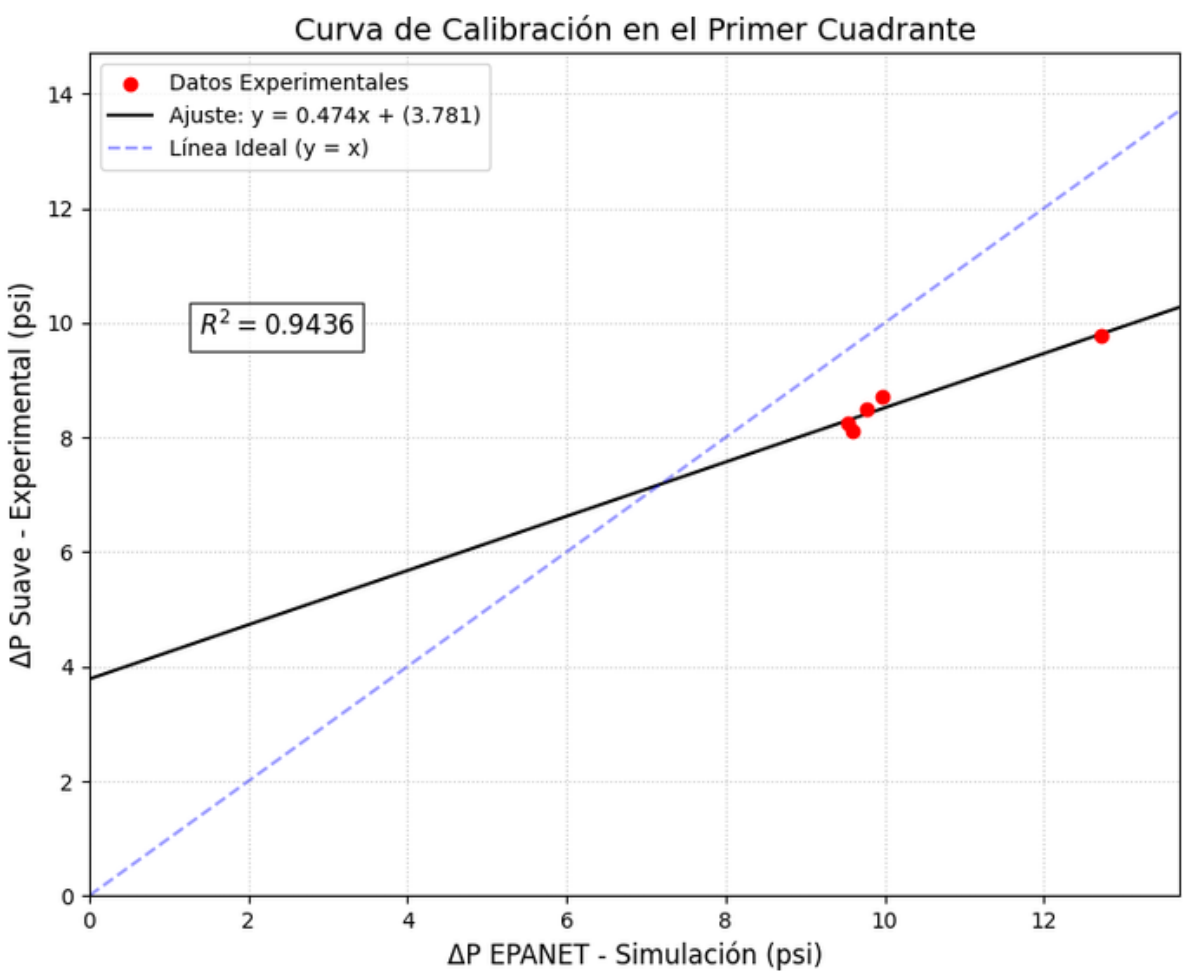
Relación entre Cv y K a diferentes Aperturas

P	I (1/s)	D (s)	N
29.034.471	5.322.790	25.340.107	10
18.239.174	3.125.776	17.028.349	10
11.972.041	3.887.643	5.898.886	10
8.167.346	1.095.102	9.746.025	10

Valores de P, I, D y N obtenidos



Simulación en Epanet



Curva de calibración entre los datos experimentales y simulación (Caída de presión)

CONCLUSIONES

Se logró desarrollar y caracterizar un sistema dinámico de control de flujo en un sistema hidráulico a escala de laboratorio, mediante la identificación experimental de su comportamiento dinámico y estático, estableciendo una base sólida para la regulación del caudal en función del grado de apertura de la válvula.

A partir de los modelos dinámicos identificados, se realizó la sintonización teórica de un controlador PID, obteniéndose parámetros promedio $P = 16.85$, $I = 3.36 \text{ s}^{-1}$ y $D = 14.50 \text{ s}$, los cuales demostraron ser coherentes y estables, confirmando la viabilidad del control dinámico del caudal aun cuando la validación experimental final no pudo completarse por limitaciones técnicas del sistema físico.

Se logró contrastar la caída de presión obtenida experimentalmente con los resultados simulados en EPANET, obteniéndose una relación de calibración lineal $\Delta P = 0.474 \cdot \Delta P_{\text{EPANET}} + 3.787$, lo que demuestra una correspondencia razonable entre ambos enfoques y establece una base válida para futuras simulaciones y estudios comparativos.

Se analizó el sistema de tuberías sin control dinámico mediante EPANET, determinando los parámetros hidráulicos básicos, en particular la caída de presión con valores cercanos a 10.31 psia y valores de caudal de 35.4 LPM del sistema simulado.