

# Proyecto de Laboratorio de Control Avanzado

I PAO 2020  
Julio

# Caso de estudio

Para este proyecto se utilizará la planta de 3 tanques del laboratorio de Sistemas de Control como caso de estudio. El objetivo de este proyecto es utilizar los conocimientos adquiridos tanto en el componente práctico como en el componente teórico del curso para lograr diseñar controladores que permitan obtener cierto desempeño del sistema; realizando cada uno de los pasos previos necesarios para este fin. La salida de interés para este proyecto será el nivel del segundo tanque.

La planta en mención está compuesta por tres tanques de igual dimensiones que se encuentran interconectados a través de válvulas. El sistema cuenta también con un tanque reservorio en la parte inferior del que se alimentan los tanques y donde retorna el líquido, y con una bomba cuyo caudal es regulado a partir de un variador de frecuencia. El voltaje máximo admitido por el variador de frecuencia es de 10V. En la figura 1.1 se observa una fotografía de la planta.



Figura 1.1: Fotografía de la planta: Vista frontal

En la siguiente tabla se presentan algunos parámetros conocidos del sistema:

Descripción	Valor	Unidad
Largo del tanque	15	centímetros
Ancho del tanque	15	centímetros
Alto del tanque	70	centímetros
Resistencia de la tubería $\Psi_{1-2}$	0.6909	
Resistencia de la tubería $\Psi_{2-3}$	0.8274	
Resistencia de la tubería $\Psi_3$	0.5208	

# Parte 1: Controladores PID discretizados

Registre el procedimiento y comentarios de las gráficas obtenidas en el reporte de su proyecto. Recuerde generar las gráficas con los datos del workspace y que las figuras presenten cuadrícula, título y nombres de los ejes. De ser necesario, incluya leyenda y marquillas.

1. Descargue los archivos adjuntos a este documento y ubíquelos en una misma carpeta. Haga que dicha carpeta sea el directorio actual de trabajo de MATLAB® .
2. Abra el script adjunto e ingrese los valores que le correspondan según su número de matrícula como se detalla en el archivo de Excel dado.
3. Con el modelo del sistema dado, obtenga la respuesta en lazo abierto del sistema. Considere el tiempo de arranque del sistema (Step time) de manera que se observe que la salida del sistema se estabiliza completamente en su punto de operación antes del cambio en la entrada. Utilice el punto de operación y variación especificados en el archivo de Excel.
4. Obtenga la gráfica de entrada y salida del sistema usando subplot y seleccione un tiempo de muestreo adecuado para el sistema. Recuerde que a partir del tiempo de estabilización del sistema se puede estimar el valor de la constante de tiempo  $\tau$  y a su vez esta permite estimar el ancho de banda del sistema.
5. Con el modelo del sistema dado y usando un tiempo de **muestreo máximo para Simulink** de  $T= 1e-2$ , arme el diagrama de bloques del sistema en lazo cerrado para un controlador PID analógico.
6. Sintonice dicho controlador de manera que el nivel del segundo tanque presente una respuesta con sobrenivel porcentual alrededor de 20 %, error de estado estacionario igual a cero y tiempo de estabilización alrededor de 200 segundos. Además verifique que la señal de control no supere el límite indicado en las especificaciones del proyecto.
7. Obtenga las gráficas de entrada y salida del sistema y señal de control tal como se realizó en la práctica 5. Verifique que se hayan cumplido los índices de desempeño solicitados de manera experimental.
8. Con el modelo del sistema dado y usando diferentes tiempos de muestreo para el controlador discretizado, simule el sistema en lazo cerrado usando
  - Controlador PID discreto en forma posicional regular

- Controlador PID discreto en forma posicional trapezoidal.
- Controlador PID discreto en forma de velocidad

Para cada caso realice al menos dos simulaciones especificando el tiempo de muestreo máximo que permita que aunque no se cumplan todas las especificaciones, el sistema logre estabilizarse y el mayor tiempo de muestreo que permita obtener un buen desempeño del sistema.

9. Obtenga las gráficas de entrada y salida del sistema y señal de control tal como se realizó en la práctica 5. Estime los índices de desempeño solicitados de manera experimental para los valores de tiempo de muestreo seleccionados y para cada controlador.
10. Indique cuál controlador discreto y qué tiempo de muestreo utilizaría para la implementación del lazo de control. Justifique su respuesta.

## NOTA

Para crear los diagramas de bloques utilice el bloque **Model** y configúrelo de manera que este apunte al modelo adjunto a este proyecto. Como parámetros del modelo configure los valores de A12,A23 y A3 que le correspondan separados por una coma.

Para la prueba del sistema en lazo cerrado considere una variación de 2cm con respecto al punto de operación de la salida que le corresponda. Recuerde que al tratarse de un modelo no lineal, la salida del controlador PID debe ser sumada al voltaje de operación correspondiente antes de alimentar la planta.