**LABORATORIO 7**

**SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL**

Profesor: Sergio Andres Castaño Giraldo

**Objetivos**

Obtener el modelo matemático del sistema a partir de la base de datos generada estimulando el sistema con una señal pseudo aleatoria PRBS.

**Bases teóricas**

Como ya hemos estudiado, los sistemas del mundo real generalmente los expresamos en modelos matemáticos para poder hacer todo el análisis del sistema o simplemente para poder realizar simulaciones, donde podemos proyectar nuestros algoritmos de control directamente empleando softwares de ingeniería.

La representación en función de transferencia es una de las más comunes, la cual nos permite modelar el sistema de forma lineal empleando para ello la transformada de Laplace. Entre las funciones de transferencia más empleadas tenemos la función de transferencia de primer orden con retardo y la función de transferencia de segundo orden.

Si usted desea profundizar un poco en los conceptos de la función de transferencia, puede dar un vistazo en los tres siguientes videos de YouTube:

¿Qué es la función de transferencia? <https://youtu.be/mbQuHNg5k8Y>

Función de Transferencia de Primer Orden: <https://youtu.be/nF_748YmLWs>

Función de Transferencia de Segundo Orden: <https://youtu.be/YhJF1v5cEfw>

Resolución de sistemas empleando la transformada de Laplace:

<https://www.youtube.com/watch?v=kp4hkDDgiXM&list=PLF-qcfymUY4UPlCZ4vYwXtZckLEmtLGv9&index=12>

1. **Modelo Planta de Primer Orden con Retardo:**

Un sistema lineal de primer orden con retardo de tiempo es una descripción empírica común de muchos procesos dinámicos estables. El modelo First Order Plus Dead Time (FOPDT) se utiliza para obtener las constantes iniciales de ajuste del controlador.

La ecuación diferencial de primer orden con retardo viene dada por:

La función de transferencia correspondiente a una planta de primer orden con retardo está dada por:

Cuya función de transferencia en el dominio transformado de Laplace es:

En donde K = ganancia de la planta,= constante de tiempo y = retardo o tiempo muerto.

La solución de la ecuación diferencial para una entrada del tipo escalón viene dada por:

Donde es un cambio en la entrada del tipo escalón, es la condición inicial y es la función de Heaviside.

A continuación, se presenta un script en Python que nos permite observar como cada uno de los parámetros del sistema de primer orden afecta la respuesta temporal ante una entrada del tipo escalón unitario y con condiciones iniciales nulas.

|  |
| --- |
| """  Script que muestra el comportamiento de un sistema de primer orden con retardo  """  import numpy as np  import matplotlib.pyplot as plt  def heaviside(*theta*, *t*):      """      Parameters      ----------      theta : retardo del sistema      t : vector de tiempo (simulación)      Returns      -------      H(t-theta): Interruptor Heaviside      """      delay = np.empty\_like(*t*)      for i in range(len(*t*)):          if *t*[i] < *theta*:              delay[i] = 0.0          else:              delay[i] = 1.0      return delay  def fopdt\_plot(*K*, *tau*, *theta*, *n*):      t = np.linspace(0, *n*, 100) # vector tiempo        # calcula la respuesta ante entrada escalón      y = *K*\*(1.0 - np.exp(-(t-*theta*)/*tau*)) \* heaviside(*theta*, t)        # grafica la respuesta      plt.figure(1)      plt.plot(t, y, 'k-', *linewidth*=4, *label*='$y(t)$')      plt.legend(*loc* = 'best')      K = 5  tau = 20  theta = 5  n = 100  fopdt\_plot(K, tau, theta, n) |

El procedimiento experimental para estimar el modelo consiste en abrir el lazo de control (llevando el controlador a manual) antes del elemento final de control y crear un pequeño y rápido cambio en escalón en el proceso o inyectar la señal PRBS. La respuesta del sistema se gráfica y sobre la curva obtenida se hace el análisis para estimar los valores de la ganancia (K) de la constante de tiempo () y de el retardo () del proceso. Para lograr lo anterior se procede así: Se determina el punto de operación del proceso y se aplica al sistema, en lazo abierto, un cambio en escalón de magnitud apropiada. Esta operación se debe realizar varias veces, cubriendo toda la zona lineal del proceso, luego se promedian los valores obteniendo así una información confiable.

La base de datos estimulando un sistema con la señal PRBS se comporta así para el TCLAB:

Chart, line chart

Description automatically generated

Con esa base de datos, podemos emplear la regresión lineal que aprendimos en el laboratorio anterior para estimar los parámetros de la función de transferencia de primer orden.

Chart

Description automatically generated

**Actividad**

1. A partir de los códigos suministrados, levante una base de datos excitando su sistema con una señal PRBS e anexe la grafica de su adquisición de datos.
2. Usando el código de regresión, estime la función de transferencia de primer orden (modelo lineal) que mejor represente la dinámica de su sistema real.
3. Compare el modelo con los datos obtenidos del TCLAB