Taller 1: Simulación, Sistema y Modelo

Ph.D. Javier Fernando Botía Valderrama
Modelos de Sistemas I

1 de octubre de 2020

En el siguiente taller, resolver los siguientes puntos en grupos de 3 o 4 estudiantes. Por favor, entregar la solución del taller en un archivo en formato pdf que debe ser enviado por Google Classroom en el enlace llamado *Entrega Taller 1*, con la siguiente nomenclatura del nombre del archivp:

- *Formato del archivo pdf:* Taller1_nombres completos.
- Adjuntar los archivos de las simulaciones realizadas.

Por favor, procuren que el tamaño del archivo pdf sea inferior a 10 MB.

Fecha límite de entrega: Martes 13 de octubre de 2020, antes de las 11:59 pm

1. Ejercicio 1:

Considere la siguiente representación de una matriz de una función de transferencia de un sistema lineal:

$$G(s) = \frac{\mathbf{C}(s\mathbf{I}-\mathbf{A})^d\mathbf{B} + det[s\mathbf{I}-\mathbf{A}]\mathbf{D}}{det[s\mathbf{I}-\mathbf{A}]}$$

donde $(s\mathbf{I}-\mathbf{A})^d$ representa como la matriz de adjunto de $(s\mathbf{I}-\mathbf{A})$. Si se conoce las ecuaciones de un sistema de dos tanques interconectados:

$$A_1\dot{h_1} + \frac{1}{R_{12}}(h_1 - h_2) = F_1$$
$$A_2\dot{h_2} + \frac{1}{R_2}h_2 = \frac{1}{R_{12}}(h_1 - h_2) + F_2$$
$$V_T = A_1h_1 + A_2h_2$$

donde A_1, A_2, R_12 y R_2 son los parámetros del sistema, F_1 y F_2 son las entradas del sistema, h_1 y h_2 son las variables del sistema, $\dot{h_1}$ y $\dot{h_2}$ son las variables de estado del sistema y V_T es la salida del sistema. A partir de este modelo matemático, encontrar:

1. Encontrar la representación del modelo matemático como un sistema de variables de estado.
2. Encontrar la función de transferencia $G(s)$ a partir de la representación matricial dado al inicio del ejercicio.

3. Asumir $A_1 = 150$, $A_2 = 50$, $R_{12} = 9$ y $R_2 = 12$. Si F_1 y F_2 son entradas *step* con una amplitud de 20 y un ancho de pulso de 3, simule el comportamiento del sistema en *simulink*. ¿Qué comportamiento genera el sistema? ¿Si se incrementa R_2, cuáles son los efectos del comportamiento del sistema?

2. Ejercicio 2:

Considere el siguiente modelo matemático de un sistema electromecánico, definido como variables de estado.

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{B}{J} & \frac{K_p}{J} \\ -\frac{K_b}{L_i} & -\frac{R_i}{L_i} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{L_i} \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

A partir de este modelo, encontrar la representación del sistema como una función de transferencia. Luego, reemplazar $B = 2$, $J = 100$, $R_i = 150$, $K_p = 0{,}5$, $K_b = 0{,}5$ y $L_i = 5$ y realice la simulación con una entrada *step* con una amplitud igual a 1 para la función de transferencia y las variables de estado. La simulación se debe realizar en simulink de Matlab.

3. Ejercicio 3:

Considere el siguiente modelo matemático definido como variables de estado.

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{C_1}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) & -\frac{1}{R_2 C_1} \\ -\frac{1}{R_2 C_2} & -\frac{1}{R_2 C_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{R_2 C_2} \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

A partir de este modelo, encontrar la representación del sistema como una función de transferencia. Luego, realice la simulación con $C_1 = 0{,}0001$, $C_2 = 0{,}005$, $R_1 = 10000$, $R_2 = 5000$ y una entrada *sine* con una amplitud de 120, una frecuencia $2 * pi * 60$ y un tiempo de muestreo de 0,00001. Las simulaciones se deben hacer para el modelo de variables de estado y la función de transferencia, usando simulink de Matlab.

4. Ejercicio 4:

Considere la simulación MonteCarlo realizado en clase con Python. Utilizar la base de datos MOEX (`https://pandas-datareader.readthedocs.io/en/latest/remote_data.html`), considerando el periodo entre 2017-01-01 y 2019-12-01. Luego, filtrar los datos en dos columnas, OPEN y CLOSE. A partir de la base de datos, realizar los siguientes puntos:

- Considerar inicialmente 10 simulaciones y cambiar los valores del parámetro *bust* entre -0.05 y -0.2. A partir de lo anterior, mostrar las gráficas de las simulaciones, analizando el comportamiento y tendencia que generan.

- Dejando fijo el valor de *bust*, realizar varias simulaciones con diferentes valores del parámetro *sims*, observando los comportamientos que genera la simulación.
- Analizar la eficiencia de los resultados para predecir el comportamiento de la base de datos MOEX. Cómo se validaría los resultados encontrados?

5. Ejercicio 5:

Descargar la base de datos **htru2.zip** que se encuentra en la página web: `https://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/00372/`. A partir de la base de datos, realizar los siguientes pasos:

- Cargar la base de datos usando la librería pandas (Python). Considere la última columna de la base de datos como el vector de clases o etiquetas.
- Usar la función *train_test_split* para separar 70 % como datos de entrenamiento y 30 % como datos de validación y prueba.
- A partir de lo anterior, utilice los datos de entrenamiento para crear el modelo de clasificación (puede utilizar cualquier algoritmo de clasificación de la librería *scikit-learn*).
- Una vez creado el modelo, utilice los datos de prueba para validar el desempeño del modelo. Se recomienda investigar diferentes métricas para analizar el desempeño del modelo.
- Registre los resultados de la simulación junto con el respectivo análisis.
- Utilice otro algoritmo de clasificación distinto al anterior y compare los resultados de la simulación. Mejoró el desempeño del modelo? Es necesario hacer ajuste en los valores de los parámetros o las condiciones del modelo?