

Laboratorio de Robótica

EC3514/EC5811

Octubre 2024
Número 1

En este Laboratorio

- 1 Conocer los conceptos básicos de SIMULINK
- 2 Implementar sistemas sencillos con SIMULINK
- 3 Crear lazos de control con SIMULINK
- 4 Implementaremos el problema del péndulo invertido en SIMULINK
- 5 Aprenderemos la comunicación entre MATLAB y SIMULINK

UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR
Valle de Sartenejas
Baruta
Edo. Miranda

PRACTICA N° 0

*Profesores: Dr. Juan Carlos Grieco y
Dr. Gerardo Fernández*

En esta práctica del Laboratorio de Robótica (EC3514/EC5811) se pretende que el estudiante se familiarice con el ambiente de Modelado y Simulación MATLAB® y SIMULINK®

Objetivos

Los objetivos específicos de la práctica son:

1. Conocer los conceptos básicos de operación de SIMULINK.
2. Al finalizar la práctica se espera que el estudiante sea capaz de implementar en SIMULINK un sistema sencillo representado en variables de estado.
3. Se espera que el estudiante tenga suficiente destreza en la generación de gráficos y reportes empleando SIMULINK.
4. Cerrar un lazo de control de un sistema de primero y segundo orden empleando controladores PID.

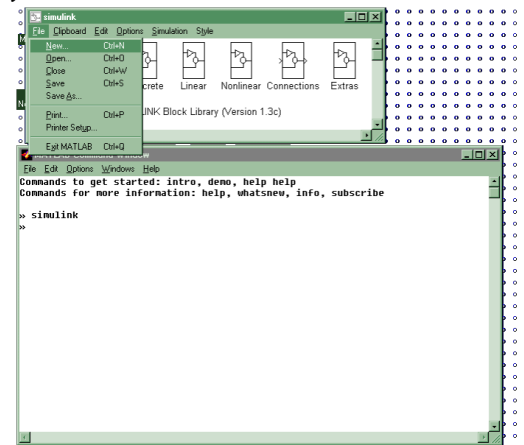
Para empezar

1. Inicialice MATLAB
2. Teclee “simulink” <enter>

3. Una vez inicializado SIMULINK con el ratón indique “File” y luego “New” (Ver Figura 1).

Bloques preprogramados

SIMULINK ofrece una cantidad de bloques preprogramados.



1. Abra el bloque correspondiente a FUENTES (SOURCES). Seleccione un generador de funciones, arrástrelo hasta su ventana de trabajo y programe su salida de tipo sinusoidal de 10 volts a una frecuencia cualquiera.
2. Abra ahora el bloque LINEAL (LINEAR); seleccione un integrador y arrástrelo hasta su área de trabajo.
3. Abra ahora el bloque de SALIDAS (SINKS). Seleccione una salida de pantalla (SCOPE). Conecte las partes tal y como se ve en la Figura 2. Ajuste las escalas y vea la entrada y la salida (Use para ello un bloque MUX seleccionado del grupo CONEXIONES ó CONNECTIONS).

- Para ejecutar la simulación use el comando SIMULATION y luego START (selecciónelo con el ratón). Estudie las opciones del método de integración. Modifique los parámetros y concluya.
- Explore los distintos grupos de bloques. Estudie su contenido.

Pruebe al menos tres métodos de integración y cambie el paso mínimo de integración.

- Vaya a MATLAB.
- Teclee WHO y verifique que su variable se encuentra en el espacio de trabajo. Verifique que también tiene la variable tiempo en su

espacio de trabajo.

- Use el comando PLOT para graficar la salida respecto al tiempo.
- Cambie los métodos de integración, ejecute la simulación y concluya.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 20.601 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -0.4905 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0.5 \end{bmatrix}$$

La matriz de variables de estado viene definida por las variables:

$$x = \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ d \\ \dot{d} \end{bmatrix}$$

Donde las variables θ y d son el ángulo del péndulo respecto a la vertical, y el desplazamiento del carrito, respectivamente. La matriz de control K viene dada por:

$$K = [157.6336 \quad 35.3733 \quad 56.0652 \quad 36.7466]$$

Y $K_I = -50.9684$

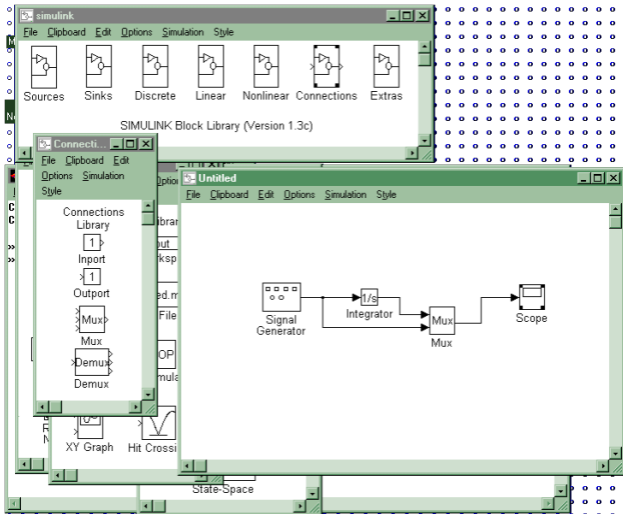
- Defina como salida la posición del carrito. Mueva el carrito con un escalón "pequeño". Grafique también las salidas de todas las variables de estado. Describa lo que ocurre.

Funciones de Transferencia

Implemente el sistema de segundo orden indicado:

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{\omega^2}{s^2 + 2\xi\omega s + \omega^2}$$

- Controle con un PID, haciendo $I=0$, $D=0$. Varíe el valor de P, disminuya P primero y luego aumente su valor. Concluya.



- Proponga rápidamente un sistema sencillo y móntelo. Consulte con el profesor.

Envío de variables al espacio de trabajo de MATLAB.

En el grupo de bloques de SALIDAS (SINKS) localice un bloque denominado "To Workspace". Este bloque permite la comunicación de datos entre SIMULINK y el espacio de trabajo de MATLAB.

- Monte el sistema para la ecuación siguiente (Ecuación de Van der Pol):

$$\ddot{x} + (x^2 - 1)\dot{x} + x = 0$$

- Haga correr la simulación con valores iniciales en los integradores de 1. **Transmita los datos a MATLAB, incluyendo el tiempo.**

El péndulo invertido

Las ecuaciones que siguen corresponden al sistema realimentado del péndulo invertido. Implemente en SIMULINK el sistema.

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

$$y = Cx$$

$$u = -Kx + K_I \xi$$

$$\dot{\xi} = e = r - y$$

Donde r es la referencia del sistema realimentado y las matrices del sistema son: