
Modelación y Simulación

Laboratorio 3

1. Objetivo

El objetivo del laboratorio es simular, analizar, controlar y modelar sistemas; implementando funciones de transferencia discretas, mediante el uso de MATLAB y la herramienta Simulink. Además se aplicarán los conocimientos del curso relacionados con modelos de estado. Para esto, MATLAB posee comandos que transforman funciones continuas a discretas, como también una completa librería de control para diagramas de bloque.

2. Funciones discretas en MATLAB

En la consola de MATLAB, es posible graficar funciones continuas, como fue visto en el primer laboratorio del curso. Asimismo, MATLAB posee comandos que permiten graficar funciones discretas o más bien discretizar una función continua y viceversa. Esto se realiza de la siguiente forma:

Se tiene:

$$H(s) = \frac{4s + 3}{s^5 + 3,5s^3 - 4s^2 + 2s + 6} \quad (1)$$

Entonces:

1. Definir el numerador y denominador a discretizar:

```
1 numc = [4 3];  
2 denc = [1 0 3.5 -4 2 6];
```

2. Aplicar el comando de discretización `c2dm`:

```
1 [numd,dend] = c2dm(numc,denc,0.05,'zoh');
```

Donde 0.05 es el tiempo de muestreo y `zoh` es el bloqueador de orden cero que permite discretizar la función continua.

3. Se debe graficar esta nueva función, pero con los comandos `step` (usado para funciones continuas) o `plot` no es conveniente, debido a que estos comandos toman ciertos puntos e interpolan para encontrar la función adecuada, por lo tanto, es necesario utilizar el comando `stairs`, el cual solo toma los valores punto a punto (en forma discreta).

- a) Primero se construyen los puntos

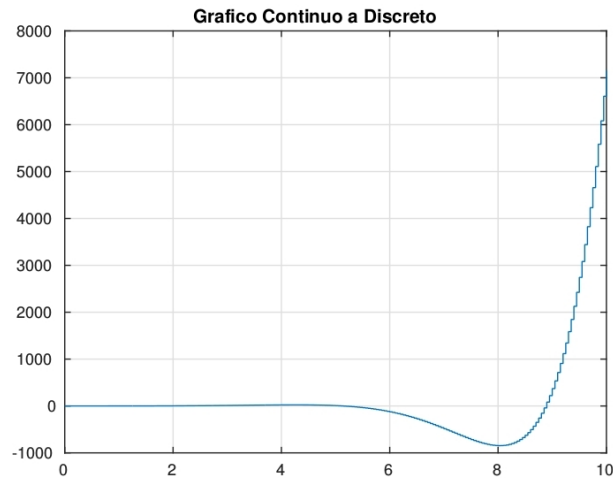
```
1 [y] = dstep(numd,dend,200+1);
```

El valor de 200 es la cantidad de puntos a graficar y el 1 es para ajustar el valor con los valores de x (no es un parámetro obligado solo una comodidad para construir el vector de x).

```
1 x = 0:0.05:0.05*200; %Esto entrega como resultado 200 puntos.
```

b) Finalmente se grafica según los puntos previamente determinados:

```
1 stairs(x,y);  
2 grid;  
3 title('Grafico Continuo a Discreto');
```



Con estos resultados es posible obtener y manejar las funciones en el ámbito discreto, se les puede aplicar distintos tipos de bloqueadores cada uno con algún propósito específico.

Finalmente, MATLAB también puede tomar una función discreta y llevarla al espacio continuo utilizando el comando `d2cm`. Así, es posible observar que la función original es recuperada (pasar del dominio discreto al continuo). Sin embargo, no en su forma original necesariamente ¿Qué determina la confiabilidad de esta nueva función? El Teorema de Shannon.

$$Tm = \frac{1}{2*f_{max}*10} \quad \text{Usada en la práctica}$$
$$Tm = \frac{1}{2*f_{max}} \quad \text{Teóricamente}$$

2.1. Funciones discretas en Simulink

Con Simulink, también es posible manejar funciones discretas y discretizar funciones continuas, de la misma forma que se manejan los diagramas de bloque habituales y con la misma facilidad, por ejemplo si se tiene la siguiente función de transferencia continua y se le aplica un bloqueador de orden cero (Zero-Order Hold: Z-OH) se obtiene:

1. Primero, se abre Simulink con el comando `simulink`.

```
1 simulink
```

2. Se crea el modelo.

3. Elementos utilizados:

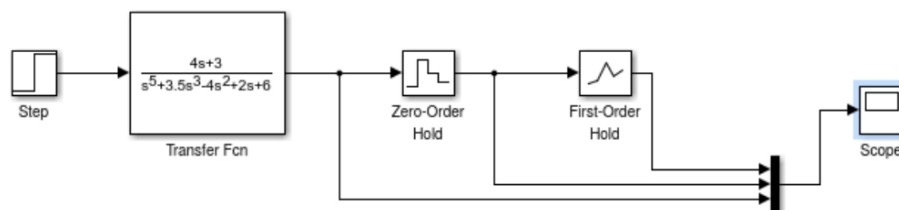
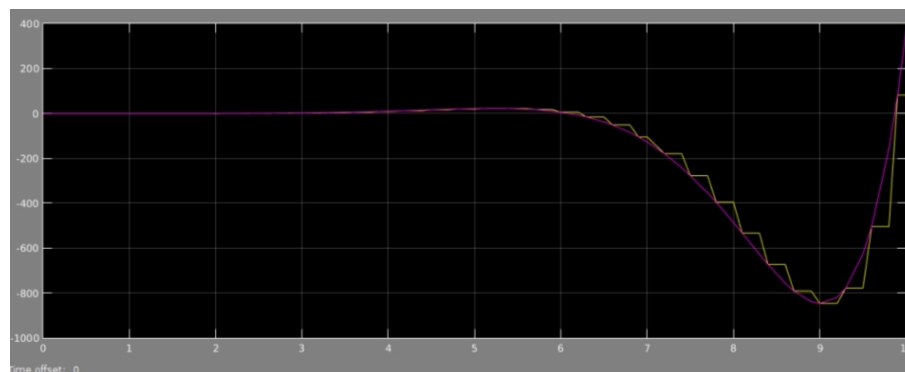
- Escalón (Step): Señal de entrada.
- Función de transferencia (*Transfer Fcn*).
- Bloqueador de orden cero (*Zero-Order Hold*): Para discretizar.
- Bloqueador de primer orden (*First-Order Hold*): Para 'interpolar' e 'invertir' la discretización.
- Multiplexor (*Mux*): Recibe más de una señal para poder graficarlas.
- Gráfico (*Scope*).

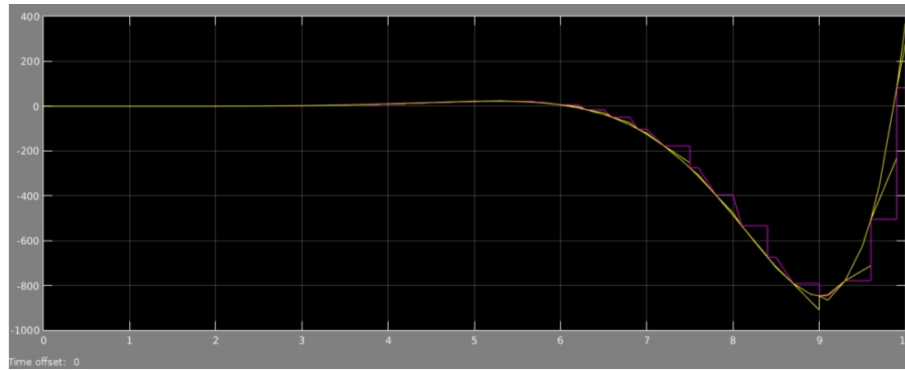
4. Se da un tiempo de muestro 0.3 en el bloqueador de orden cero.

5. Luego se le da play, para dar doble click a scope al terminar de operar.

Con este esquema es posible ver en el gráfico tanto la función original, como la función discretizada.

Simulink también permite, dada una función discreta, llevarla al espacio continuo de forma de recuperar la función original utilizando un bloqueador de primer orden (*First-Order Hold: F- OH*), esto se realiza de la forma:





En este último esquema se ven tres gráficos en los cuales se muestra la función original, la función discretizada, y la función transformada nuevamente discreta a continua. Se utilizó el mismo tiempo de muestreo del ejemplo anterior, para ambos bloqueadores (0.3) ¿Qué ocurre si el tiempo de muestreo se baja a 0.05 segundos en Z-OH y F-OH?

3. Informe

El informe debe contener lo siguiente:

3.1. Primera parte

Se tiene la siguiente ecuación diferencial:

$$14\frac{d^2y}{dt^2} - 7\frac{dy}{dt} + 21y(t) - 5\frac{du}{dt} - 15u(t) = 0 \quad (2)$$

Con condiciones iniciales nulas.

Tomando como entrada el escalón, encuentre la respuesta continua (1 gráfico), realice el proceso de discretización (2 gráficos) y luego lleve nuevamente al espacio continuo, analizando el porqué de los resultados obtenidos. Se deben hacer a lo menos dos gráficos para pasar de continua a discreta, aplicando distintos tiempos de muestreo. El tiempo de muestreo debe ser 0.1 cuando se pase de discreta a continua (1 gráfico).

Adicionalmente, realice un pequeño comentario acerca del impacto del tiempo de muestreo usado. Puede apoyarse con la construcción de gráficos adicionales o en el análisis de los gráficos obtenidos anteriormente.

Nota: En el desarrollo por consola se debe realizar a lo menos 4 gráficos (C, C- D(2), D-C) incluyendo las instrucciones que se ejecutaron para llegar a los resultados obtenidos. Además, debe averiguar cómo utilizar `d2cm` para realizar D-C.

3.2. Segunda parte

Utilizando Simulink y la función de transferencia deducida en la primera parte, obtenga 2 gráficos (Z-OH, tiempos distintos) donde se presente el proceso de ajuste del tiempo de muestreo para discretizar la función y 2 gráficos (F-OH, tiempos distintos) donde se presente el proceso inverso.

El objetivo es ir ajustando el tiempo de muestreo para obtener un buen gráfico, sin requerir tantas muestras (minimización).

3.3. Formato del informe

El informe debe contener:

1. Portada
2. Introducción
3. Marco teórico.
4. Desarrollo de la Primera Parte.
5. Desarrollo de la Segunda Parte.
6. Conclusiones.
7. Referencias (Formato APA).

El informe debe ser escrito según formato tesis.
El código fuente debe estar correctamente comentado.
Los laboratorios son en parejas.
La copia de trabajos será evaluada con nota mínima.
Entrega informe: viernes 7 de diciembre (23:55).
¡Éxito!