

---

# Modelación y Simulación

## Laboratorio 3

### 1. Objetivo

El objetivo de este laboratorio es complementar el aprendizaje de modelos de estado y sistemas discretos, a través de la realización de actividades prácticas en MATLAB.

### 2. Modelos de estado

La función `ss(A, B, C, D)` es usada para obtener el modelo de estado de un sistema, dado las correspondientes matrices A, B, C y D. El modelo obtenido puede ser usado en funciones como `step`, `impulse` y `lsim`.

Un ejemplo de `ss` esto sería

```
1  A = [-2 2; 1 -5];
2  B = [1/2; 0];
3  C = [1 0; 0 1];
4  D = [0; 0];
5  M = ss(A, B, C y D);
6  step(M)
```

### 3. Respuestas de un sistema

Anteriormente, ya se ha trabajado con la función `step(H)`, la cual retorna el comportamiento de un sistema representado por H con un escalón como entrada. Sin embargo, MATLAB ofrece dos funciones mas para analizar sistemas, `impulse` y `lsim`. `impulse`, como indica su nombre, retorna el comportamiento del sistema ante un impulso. `lsim` por el otro lado, retorna el comportamiento del sistema ante una función  $u(t)$  para  $t$  en un intervalo  $[a, b]$ .

Un ejemplo de `lsim` para un entrada sinusoidal definida entre  $[0, 2\pi]$ .

```
1  s = tf('s');
2  H = 1/(s + 1);
3  t = linspace(0, 2*pi, n);
4  u = sin(t);
5  lsim(H, u, t);
```

$n$  corresponde a un valor entero que indica la cantidad de puntos a obtener del intervalo. Mientras mayor sea  $n$ , más precisión se tiene.

---

## 4. Continuo a discreto

Dado un modelo continuo, se puede obtener la forma discreta de este a través de la función `c2d(M, T_m, d)`, donde `M` corresponde al modelo, `T_m` al tiempo de muestreo, y `d` corresponde al tipo de discretización usado. Un modelo discreto también puede ser usado en la función `step`, `impulse` y `lsim`.

Un ejemplo de `c2d` corresponde a

```
1  A = [-2 2; 1 -5];
2  B = [1/2; 0];
3  C = [1 0; 0 1];
4  D = [0; 0];
5  M = ss(A, B, C y D);
6  M_z = c2d(M, 1e-4, 'zoh');
7  step(M_z);
```

En este laboratorio se hará uso de dos tipos de discretización: `zoh` (*Zero order hold*) y `foh` (*First order hold*).

---

## 5. Informe

El informe debe contener lo siguiente:

### 5.1. Primera parte

Dado el diagrama de bloques mostrado en la Figura 1, escriba una función llamada `bam` que reciba los valores  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$  y  $f$  y retorne las matrices correspondientes del modelo de estados. De la misma forma, escriba una función llamada `mab` que tenga como entrada la salida de la función anterior y retorne la función de transferencia  $H$  del sistema.

En el informe incluya el desarrollo de manera algebraica tanto de la función `bam` como `mab`. Grafique el resultado de la función `mab` y compárelo con `step(feedback(H1, H2))` para verificar que lo obtenido este correcto.

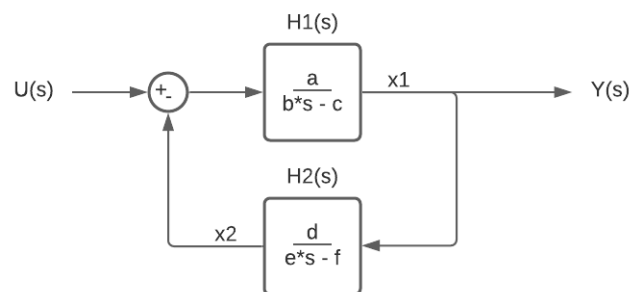


Figura 1: Diagrama de bloque

**Nota:** Incluya un solo gráfico que incluya ambos resultados, incluir leyenda.

## 5.2. Segunda parte

Dado el sistema mostrado en la Figura 2, y sabiendo que este se rige por la Ecuación 1, obtenga el modelo de estado algebraico del sistema. Grafique el resultado del sistema ante un impulso, un escalón y una función  $u(t)$  cuando  $A_1 = 2m^2$ ,  $A_2 = 4m^2$ ,  $R_{i1} = 0,25\frac{s}{m^2}$ ,  $R_{i2} = 0,0625\frac{s}{m^2}$ ,  $R_{s1} = 0,1\frac{s}{m^2}$ ,  $R_{s2} = 0,1\frac{s}{m^2}$ . La definición de  $u(t)$  corresponde a

```
1 t = linspace(0, 12*pi, 5000);
2 u = 100*sin(t/4);
3 u(u<0) = 0.;
```

En el informe incluya el desarrollo algebraico, la salida a estudiar, el modelo de estado resultante, los gráficos y un análisis sobre la respuesta ante distintas entradas.

$$\begin{aligned} F_{i1} &= \frac{h_1 - h_2}{R_{i1}} \\ F_{i2} &= \frac{h_2 - h_1}{R_{i2}} \\ F_{s1} &= \frac{h_1}{R_{s1}} \\ F_{s2} &= \frac{h_2}{R_{s2}} \end{aligned} \quad (1)$$

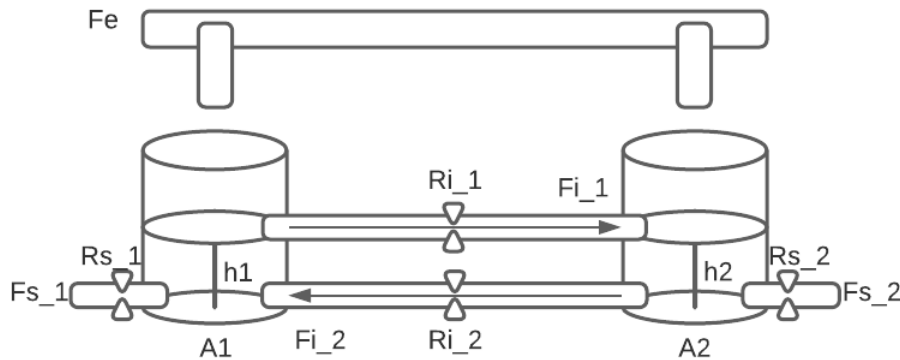


Figura 2: Diagrama de vasos comunicantes

**Nota:** La nota de la primera parte también aplica para esta.

---

### 5.3. Tercera parte

Para el sistema anterior y teniendo en cuenta los mismos valores para los parámetros, obtener el sistema discreto para los tipos de discretización *zero order hold* y *first order hold*, y graficar la respuesta del sistema ante una entrada a elección. Para ambos casos, tenga en cuenta un tiempo de muestreo  $T_1 = 0,001s$ ,  $T_2 = 0,1s$  y  $T_3 = 2s$ .

En el informe incluya dos gráficos, uno por cada tipo de discretización que incluya la respuesta del sistema ante los distintos tipos de muestreo, y un análisis de las distintas respuestas donde compare los resultados obtenidos.

---

## 5.4. 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. Desarrollo de la Tercera Parte
7. Conclusión
8. Referencias (Formato APA).

**El informe debe ser escrito según formato memoria.**  
**El código fuente debe estar correcto y completamente comentado.**  
**Los laboratorios son en grupos de máximo 3 integrantes.**  
**La copia de trabajos será evaluada con nota mínima.**  
**Entrega informe: Domingo 20 de noviembre de 2022 (23:55).**  
**¡Éxito!**