

---

# Modelación y Simulación

## Laboratorio 2

### 1 Objetivo

El objetivo de este laboratorio realizar el análisis de sistemas de primer y segundo orden por medio de sus funciones de transferencia mediante MATLAB. Para este análisis se utilizarán las respuestas de las funciones de lazo abierto y lazo cerrado, además de los diagramas de bode (amplitud y fase) y la utilización de funciones de MATLAB para la construcción de los mismos diagramas.

### 2 Análisis de funciones

#### 2.1 Lazo abierto

MATLAB posee la función:

```
1 step(numerador , denominador)
```

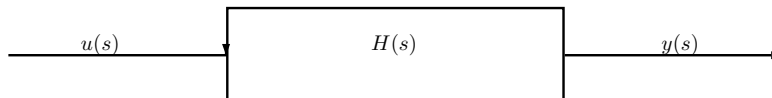
En donde opera la función con entrada escalón en el diagrama de bloques generando de salida un gráfico del lazo abierto.:

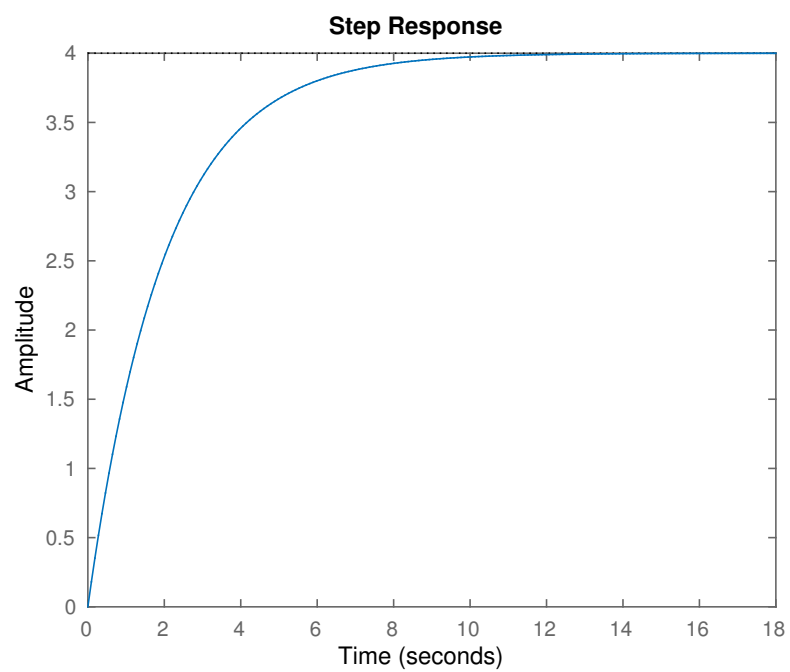
$$H(s) = \frac{\text{numerador}}{\text{denominador}} \quad (1)$$

Por ejemplo:

$$H(s) = \frac{20}{10s + 5} \quad (2)$$

```
1 >>step(20 , [10 5])
```





## 2.2 Lazo cerrado

MATLAB posee la función:

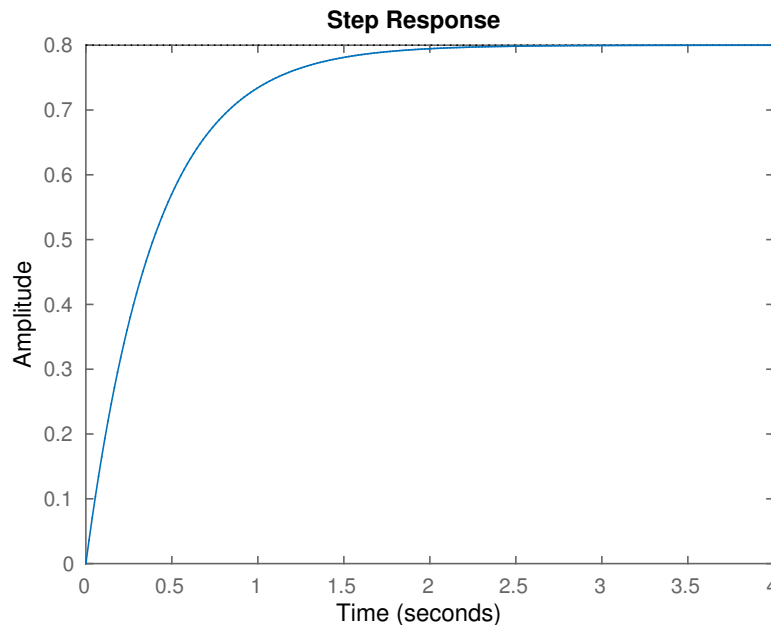
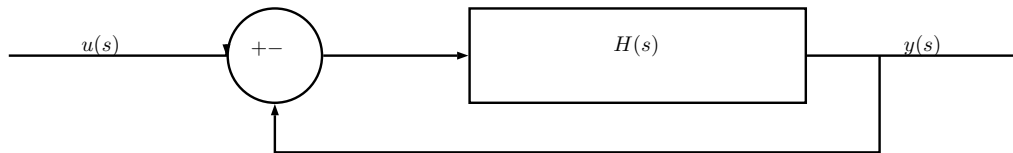
```
1  cloop(numerador, denominador)
```

Que toma como entrada la función de transferencia en lazo cerrado para transformarla a una de lazo abierto. A diferencia de la función anterior, los argumentos deben ser vectores del mismo tamaño. Luego, para ver su respuesta al escalón se le aplica a este resultado la función `step(numerador, denominador)`.

Por ejemplo:

$$H(s) = \frac{20}{10s + 5} \quad (3)$$

```
1  >>[num, den] = cloop([0 20], [10 5]);  
2  >>step(num, den);
```



## 2.3 Diagramas de Bode

MATLAB posee la función:

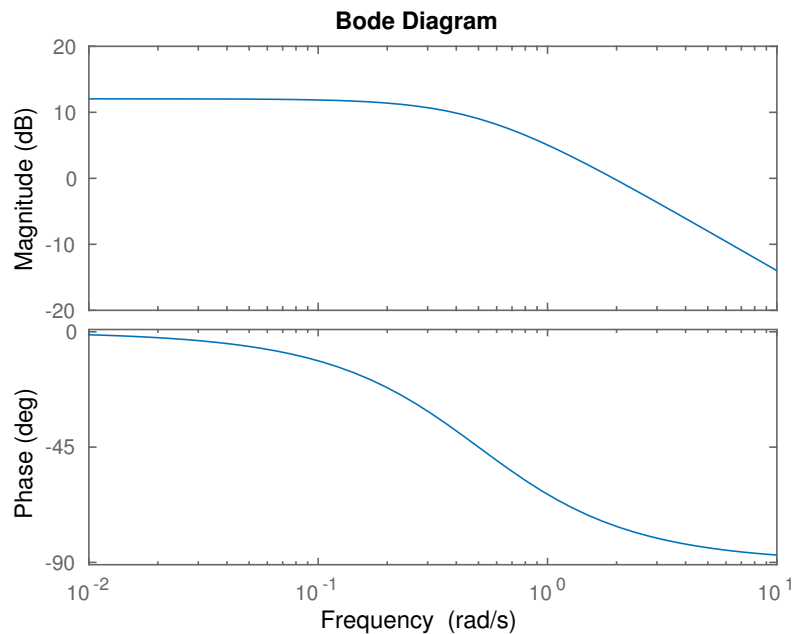
```
1 bode(numerador , denominador)
```

Que presenta un gráfico doble donde se ve la magnitud vs. la frecuencia y la fase vs. frecuencia, en escala logarítmica.

Por ejemplo:

$$H(s) = \frac{20}{10s + 5} \quad (4)$$

```
1 >>bode(20 , [10 5]);
```



Note que este es el diagrama de bode para la respuesta de lazo abierto.

### 3 Diagramas de bloque de consola

Dentro de las funciones de MATLAB también se encuentran unas que permiten manejar de forma práctica los diagramas de bloque.

```
1 [num, den] = series(num1, den1, num2, den2); %Donde num1 y den1
2 %son el numerador y denominador del primer bloque,
3 %num2 y den2 son el numerador denominador del segundo bloque, en serie.
4 [num, den] = feedback(num1, den1, num2, den2); %Donde num1 y den1 son
5 %el numerador y denominador del primer bloque,
6 %num2 y den2 son el numerador y denominador del segundo bloque,
7 %en lazo cerrado.
8 [num, den] = parallel(num1, den1, num2, den2); %Donde num1 y den1 es el
9 %numerador y denominador del primer bloque, num2 y den2 es el numerador
10 %y denominador del segundo bloque, en paralelo.
```

Note que los numeradores y denominadores ingresados deben tener el mismo grado. Para ello se le agrega el valor 0 a los coeficientes que faltan en el numerador o denominador, dependiendo cual sea el de mayor grado.

Ejemplo:

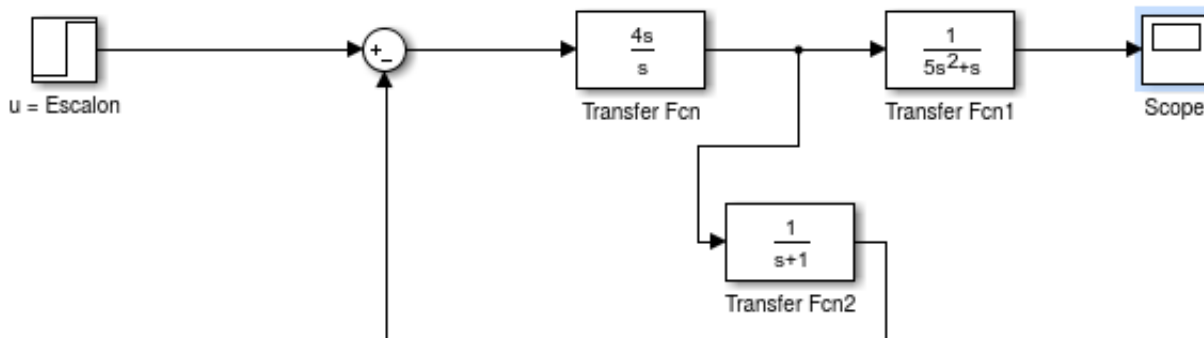


Figure 1: Diagrama creado con la herramienta Simulink

Esto se logra con:

```
1 num1 = [0 0 4 0];
2 den1 = [0 0 1 0];
3 num2 = [0 0 0 1];
4 den2 = [0 5 1 0];
5 num3 = [0 0 0 1];
6 den3 = [0 0 1 1];
7 [n1, d1] = feedback (num1, den1, num3, den3);
8 >> n1
9 n1 = 0 0 0 0 4 4 0
10 >> d1
11 d1 = 0 0 0 0 1 5 0
12 [n2, d2] = series (n1, d1, num2, den2);
13 >> n2
14 n2 = 0 0 0 0 0 0 0 4 4 0
15 >> d2
16 d2 = 0 0 0 0 0 5 26 5 0 0
```

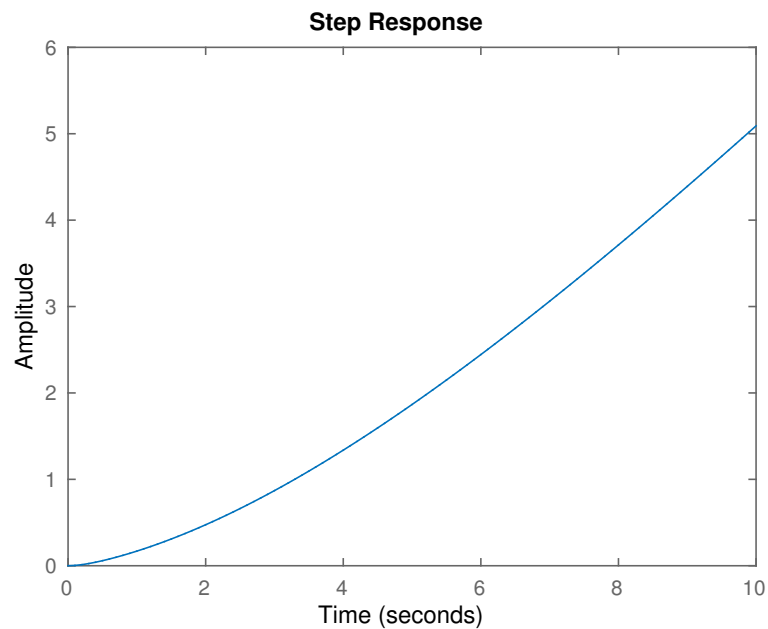


Figure 2: Respuesta del escalón luego de ejecutar el comando `step(n2,d2,10)`

## 4 Informe

El informe debe contener lo siguiente:

### 4.1 Primera parte

Para las siguientes funciones graficar las respuestas de lazo abierto, lazo cerrado y diagramas de Bode, explicando cada paso realizado para obtener los resultados:

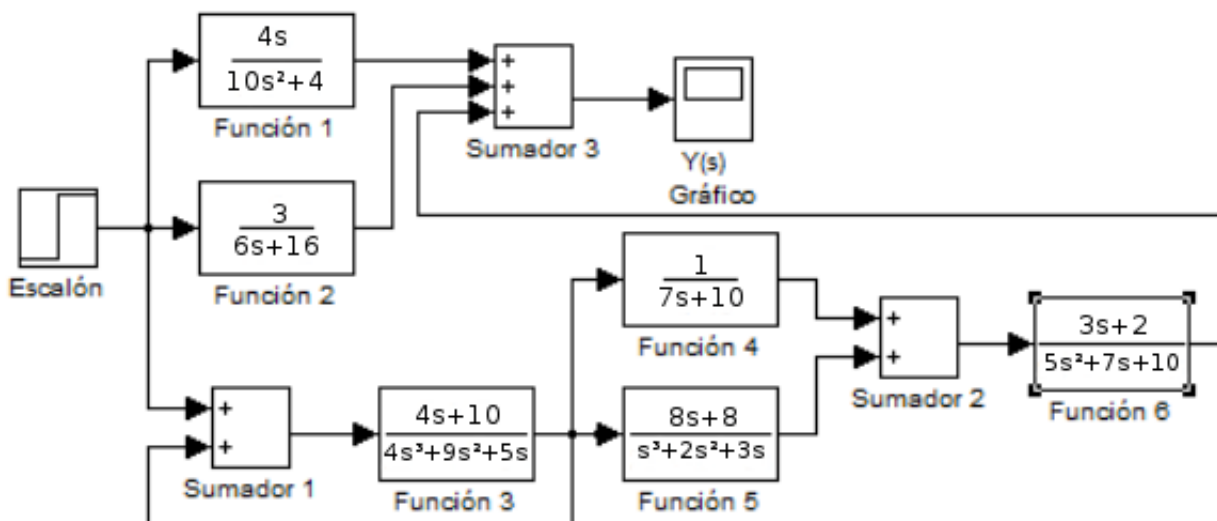
1.  $2\frac{dy(t)}{dt} + y(t) = 3\frac{du(t)}{dt}$ ,  $y(0) = 1$ ,  $u(0) = 1$
2.  $\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 4\frac{dy(t)}{dt} + 7y(t) - 2\frac{d^2u(t)}{dt^2} - 8\frac{du(t)}{dt} - u(t) = 0$ ,  $y(0) = 0$ ,  $\frac{dy(0)}{dt} = 0$ ,  $\frac{du(0)}{dt} = 1$ ,  $u(0) = 0$
3. Proponer una función de tercer orden.

Realizar un cuadro comparativo entre las funciones de primer y segundo orden para los gráficos de lazo abierto. Note que  $u(t)$  es la función escalón para todos los casos.

Se piden todos los gráficos, en total son 12, cuatro por cada función de transferencia: una de lazo abierto, otra de lazo cerrado y el diagrama de bode de cada una (abierto y cerrado). En el cuadro comparativo indicar los valores de ganancia estática, tiempo de estabilización, ceros, polos, etc. Todo lo que se pueda indicar de la función (que sea ajustado a la materia). Además de los títulos, nombres a los ejes correspondientes y grilla.

### 4.2 Segunda parte

Graficar la respuesta al escalón del siguiente diagrama de bloque utilizando las funciones de la consola de MATLAB, además entregue el valor tomado por la función de transferencia del sistema (mostrar todos los pasos):



---

### 4.3 Formato del informe

El informe debe contener:

1. Portada
2. Introducción
3. Marco teórico sobre los procesos continuos y Bode.
4. Desarrollo de la Primera Parte: Explicación del desarrollo de cada uno de los gráficos.
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 correcta y completamente comentado.  
Los laboratorios son en parejas.  
Entrega informe: 21 de abril de 2017 (23:55).  
¡Éxito!