



Manual de prácticas



Ingeniería Mecatrónica

Control Analógico

Análisis de la Respuesta de un Sistema Sistemas de Primer Orden

Práctica #1



1. Objetivo y competencias a desarrollar por el participante

Objetivos:

- Examinar la respuesta en el tiempo de los sistemas de primer orden ante una entrada mediante el uso de MATLAB.

Competencia a desarrollar

- Analizar el comportamiento de la respuesta transitoria y el comportamiento en estado estable de la respuesta de un sistema de control mediante programación en MATLAB.

2. Competencias previas.

- Conocimiento de Transformada de Laplace.
- Conocimiento de Transformada inversa de Laplace
- Conocimiento de la función de transferencia de un sistema.

3. Equipo, Materiales e Insumos

- Computadora.
- Software Matlab

4. Descripción de la Práctica

En esta práctica se realizará el análisis de respuesta en el tiempo de un sistema de control, donde veremos la importancia de analizar el comportamiento en el estado transitorio y el estado estable ante alguna entrada al sistema de control. Para ello utilizaremos Matlab para implementar y realizar dichos análisis.

5. Procedimiento

5.1 Entradas de prueba comunes.

- Entrada Escalón. Si el sistema está sujeto a perturbaciones repentinas.
- Entrada Impulso. Si el sistema está sujeto a una entrada de choque.
- Entrada rampa. Si la entrada es una función en el tiempo que cambia de forma gradual.

5.2 Respuesta transitoria y de estado estacionario

- Respuesta Transitoria ($y_T(t)$): Parte de la respuesta total que va del estado inicial al final, ver Figura 1.
- Respuesta en estado estacionario o permanente ($y_{EE}(t)$): Parte de la respuesta que se comporta la salida conforme el tiempo tiende al infinito, ver Figura 1.

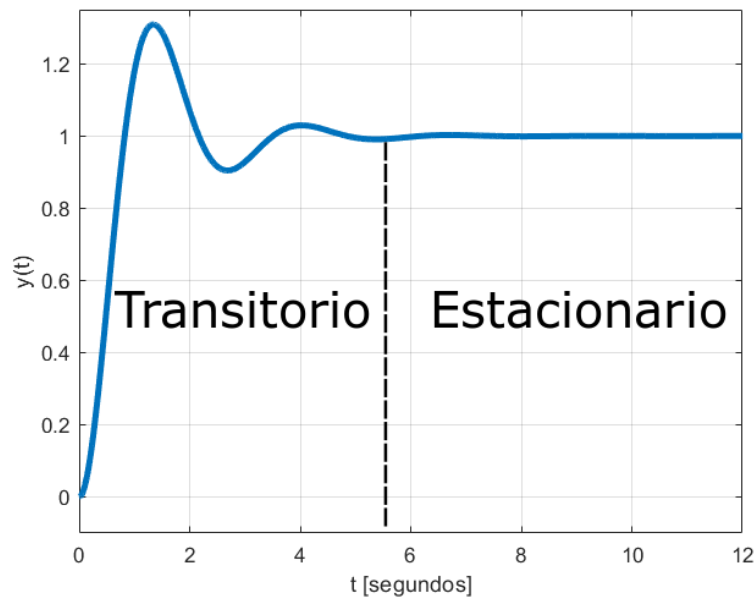


Figura 1. Respuesta transitoria y respuesta en estado estacionario

Actividad 1:

Sea $y(t) = 1 - e^{-t/T}$, entonces $y(t) = y_{EE}(t) + y_T(t)$

1.-Implementar el siguiente código en un script de Matlab:

```
clc;
clear all;
close all;

t=0:0.1:30;
T=5;

y=1-exp(-t/T);

plot(t,y,'LineWidth',2)
grid on
xlabel('t [segundos]')
ylabel('y(t)')
title('Respuesta al escalón unitario (Sistemas de Primer Orden)')
```

2.- Agregar comentarios a cada línea de código, describiendo que hace cada línea.

3.-Determinar cuál es la respuesta $y_T(t)$ y $y_{EE}(t)$ en la gráfica.

5.3 Sistemas de Primer Orden

Recordemos que el orden de un sistema se define mediante su función de transferencia:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$$

considerando el grado de polinomio del denominador $U(s)$

Siendo así, los sistemas de primer orden tienen la siguiente forma:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{Y(s)}{Ts + 1}$$

Actividad 2:

Tómese en cuenta el sistema de primer mostrado en la Figura 2. Donde $T = RC$

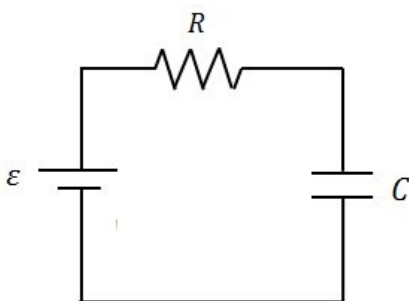


Figura 2. Circuito RC

Para la entrada impulso unitario $u(t) = \delta(t) \Rightarrow U(s) = 1$, el sistema proporciona una salida de la forma:

$$Y(s) = \frac{1}{Ts + 1}$$

Calcular la transformada inversa de Laplace y ajustar el código la Actividad 1 para graficar la respuesta al impulso de este sistema RC en un tiempo que va desde 0 hasta 6 veces T . Para saber cuanto vale T , proponga valores comerciales de los componentes R y C .

Notar lo siguiente en la gráfica:

- En una constante de tiempo, la curva de respuesta exponencial ha ido de 0 a 63.2% del valor final.
- En dos constantes de tiempo, la respuesta alcanza el 86.5% del valor final
- En $t = 3T$, $4T$ y $5T$, la respuesta alcanza 95, 98.2 y 99.3%, respectivamente del valor final.
- Para $t \geq 4T$, la respuesta se establece alrededor del valor final.
- En la práctica el valor del estado estacionario es de 4 o 5 constantes de tiempo.



Manual de prácticas

Actividad 3: Repetir el procedimiento de la actividad 2 para el mismo circuito RC para la entrada del escalón unitario

Actividad 4: Repetir el procedimiento de la actividad 2 para el mismo circuito RC para la entrada rampa unitaria.

5.4 Error de estado estacionario

Cuando la salida de un sistema de control no coincide con la entrada, se dice que hay un error en el estado estacionario. Dicho error nos permite determinar la precisión del sistema. Al analizar un sistema de control, es necesario examinar tanto el comportamiento de la respuesta transitoria como el del estado estacionario.

Actividad 5: Utilizar el código de la Actividad 4 y mediante el uso del comando *hold on* en Matlab, agregar la gráfica de la salida y comparar para observar el error de estado estacionario cuando si tiene por entrada la rampa.

$$e(t) = u(t) - y(t)$$

5.5 Realice conclusiones de cada ejercicio realizado.

6. Bibliografía

6.1 Ogata, K. (2003). Ingeniería de control moderna. Pearson Educación.