UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA LEÓN

Practica 2

Por

Erik Lorenzo González Fuentes

Marco Cesar Morales Morales

Para el curso

600821 – Control Analógico

Impartido por el profesor

Dr. OSCCAR SALVADOR TORRES MUÑOZ

Campus León 16 de febrero de 2023

Índice

1. Introducción

En la presente práctica se estará realizando el estudio de la respuesta de un sistema de segundo orden RLC, donde se mostraran las respuestas de un sistema subamortiguado, amortiguado critico, sobreamortiguado y No amortiguado.

2. Marco Teórico

Un sistema de segundo orden es aquel que cuenta con dos grados de libertad, esto se puede modelar utilizando ecuaciones diferenciales, donde podemos definir su función de transferencia de la siguiente manera

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \tag{1}$$

Donde

- ω_n será la frecuencia natural del sistema
- ζ será el coeficiente de amortiguamiento

Para la presente practica el caso que se utilizó fue el de un circuito RLC, pero haciendo uso de la ecuación 1 se pueden modelar diferentes sistemas como un servomotor, de la siguiente manera

$$J\ddot{x} + B\dot{x} = T$$

A la expresión anterior se le puede aplicar la transformada de Laplace donde se obtendría la siguiente expresión

$$Js^2X(s) + BsX(s) = T(S)$$

De esta expresión anterior podemos obtener la función de transferencia del sistema

$$\begin{aligned}\frac{X(s)}{T(s)} &= \frac{1}{s\,(Js+B)} \\ &= \frac{K}{Js^2+Bs+K} \\ &= \frac{\frac{K}{J}}{s^2+\frac{B}{J}s+\frac{K}{J}}\end{aligned}$$

De esta manera podemos observar que cualquier sistema de segundo orden seguirá la forma de la ecuación 1. Respecto a los parámetros de nuestro sistema podremos obtener diferentes tipos de respuestas como las siguientes:

- Subamortiguado $0<\zeta<1$
  Respuesta transitoria oscilatoria
- Amortiguamiento crítico $\zeta=1$
  La respuesta empieza a oscilar
- Sobreamortiguado $\zeta>1$
  La respuesta no oscila
- No amortiguado $\zeta=0$
  La respuesta es oscilatoria o críticamente estable

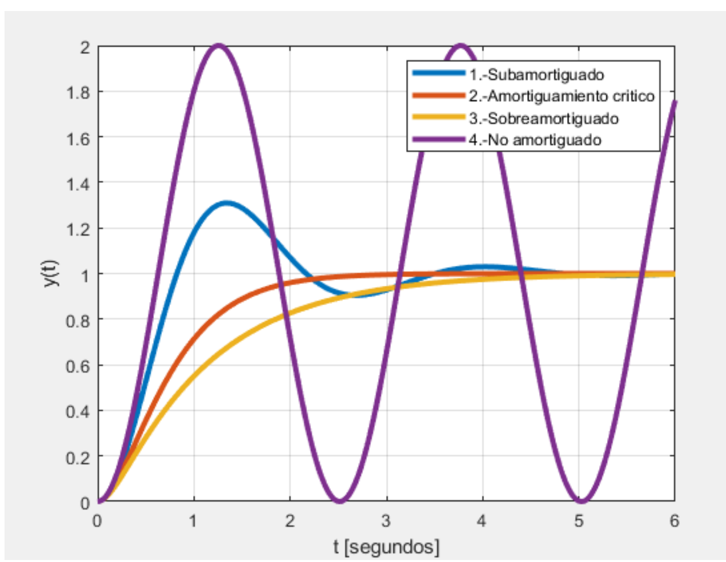

Figura 1: Ejemplos de respuestas para un sistema de segundo orden.

3. Desarrollo

Para la práctica se realizaron 2 actividades, las cuales se realizaron haciendo uso del software MATLAB para generar el código necesario y obtener los gráficos de la actividad.

3.1. Actividad 1

Para generar las gráficas de la Figura 1, se utilizó el siguiente código en MATLAB

```
clc; %limpiar ventana de comandos
clear all; %limpiar el workspace
close all; %cerrar ventanas emergentes
t=0:0.01:6;
Wn=2.5; %frecuencia natural
%% subamortiguado 0<Z<1
Z=0.35; %Coeficiente de amortiguamiento
Wd=Wn*sqrt(1-Z^2);
Vo1=1.-exp(-Z.*Wn.*t).*( cos(Wd.*t) + (Z/sqrt(1-Z^2)).*sin(Wd.*t) );
plot(t,Vo1,'LineWidth',3)
grid on
hold on
%% Amortiguamiento cr tico*
Z=1; %Coeficiente de amortiguamiento
Wd=Wn*sqrt(1-Z^2);
Vo2=1.-exp(-Z.*Wn.*t).*( cos(Wd.*t) + (Wn.*t) );
hold on
plot(t,Vo2,'LineWidth',3)
%% Sobreamortiguado*
Z=1.5; %Coeficiente de amortiguamiento
Wd=Wn*sqrt(1-Z^2);
Vo3=1.-exp(-Z.*Wn.*t).*( cos(Wd.*t) + (Z/sqrt(1-Z^2)).*sin(Wd.*t) );
hold on
plot(t,Vo3,'LineWidth',3)
%% no amortiguado
Z=0; %Coeficiente de amortiguamiento
Wd=Wn*sqrt(1-Z^2);
Vo4=1.-exp(-Z.*Wn.*t).*( cos(Wd.*t) + (Z/sqrt(1-Z^2)).*sin(Wd.*t) );
hold on
```

```
plot(t,Vo4,'LineWidth',3)
legend('1.-Subamortiguado','2.-Amortiguamiento critico','3.-
    Sobreamortiguado','4.-No amortiguado')
xlabel('t [segundos]')
ylabel('y(t)')
```

3.2. Actividad 2

Considere el sistema del circuito RLC mostrado en la Figura 2.

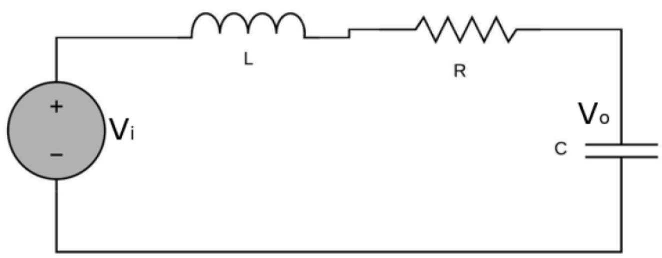

Figura 2: Circuito RLC

Para la actividad 2 se utilizaron valores comerciales para la resistencia R, capacitor C e inductor L y se obtuvieron las siguientes gráficas con este código

```
clc;
clear all;
close all;

%% variables

R = 330; % omh
L = 10*exp(-3); %mH
C = 820*exp(-6); % pF

t=0:0.01:10; % vector del tiempo

wn = 1/sqrt(L*C);  % frecuencia natural

%% subamortiguado 0<Z<1
Z=0.5; %Coeficiente de amortiguamiento
wd = wn*sqrt(1-Z^2);
```

```
Vo1=1.-exp(-Z.*wn.*t).*( cos(wd.*t) + (Z/sqrt(1-Z^2)).*sin(wd.*t) );
plot(t,Vo1,'LineWidth',3)
grid on
hold on
%% Amortiguamiento cr tico*
Z=1; %Coeficiente de amortiguamiento
wd = wn*sqrt(1-Z^2);
Vo2=1.-exp(-Z.*wn.*t).*( cos(wd.*t) + (wn.*t) );
hold on
plot(t,Vo2,'LineWidth',3)
%% Sobreamortiguado*
Z=1.3; %Coeficiente de amortiguamiento
wd = wn*sqrt(1-Z^2);
Vo3=1.-exp(-Z.*wn.*t).*( cos(wd.*t) + (Z/sqrt(1-Z^2)).*sin(wd.*t) );
hold on
plot(t,Vo3,'LineWidth',3)
%% no amortiguado
Z=0; %Coeficiente de amortiguamiento
wd = wn*sqrt(1-Z^2);
Vo4=1.-exp(-Z.*wn.*t).*( cos(wd.*t) + (Z/sqrt(1-Z^2)).*sin(wd.*t) );
hold on
plot(t,Vo4,'LineWidth',3)
legend('1.-Subamortiguado','2.-Amortiguamiento critico','3.-
    Sobreamortiguado','4.-No amortiguado')
xlabel('t [segundos]')
ylabel('y(t)')
```

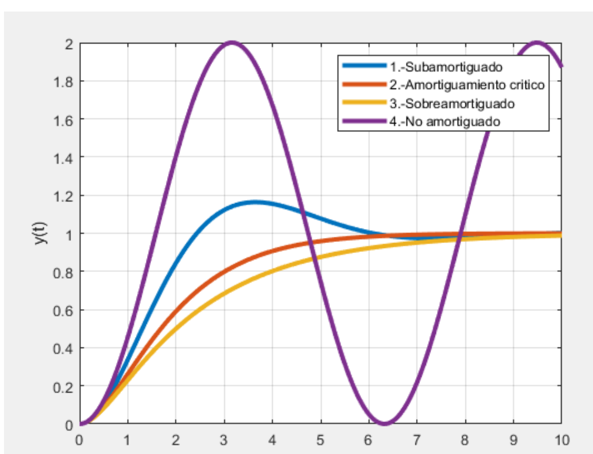

Figura 3: Respuestas del sistema RLC con valores comerciales

4. Conclusiones

4.1. Erik González

Lo que se aprendió en la presente práctica fue como es que no importa el sistema, si es de segundo orden se puede realizar su modelado con la misma expresión 1, y como es que las respuestas de nuestro sistema pueden comportarse dependiendo de los valores que les asignemos en su coeficiente de amortiguamiento y los valores de RLC.

4.2. Cesar Morales

Lo que aprendí en esta práctica fue a como leer los datos para poder sacar las fórmulas del coeficiente de fricción y la frecuencia natural en un sistema de control de segundo orden para así saber qué tipo de amortiguamiento es, todo esto respecto al tiempo.

5. Bibliografía

Ogata, K., Canto, D. S. (2010). INGENIERÍA DE CONTROL MODERNA (1st ed.). PRENTICE HALL.