UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VICTORIA

SISTEMA MASA – RESORTE - AMORTIGUADOR

PRÁCTICA 3.1.2

ESCUELA: Universidad Politécnica de Victoria

ASIGNATURA: Control Digital

CATEDRÁTICO: Dr. Yahir Hernández Mier

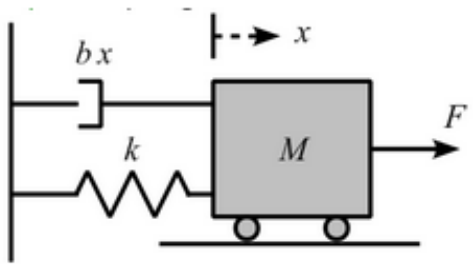
ALUMNO: Ángel Arturo Ramírez Suárez

GRUPO: IM 8-1

Objetivo. Comprender las operaciones involucrados en la realización de controladores en tiempo continuo y tiempo discreto mediante el análisis y la simulación de sistemas.

Instrucciones.

Práctica 3.1.2. Suponga un sistema masa resorte amortiguador simple:



Considere los siguientes datos:

- M = 1 Kg
- b = 10 Kg/s
- k = 20 kg/s^2
- F(s) = 1

Enseguida, construya los siguientes controladores en tiempo continuo, con las ganancias especificadas:

Proporcional: K_p = 300

Proporcional-Derivativo: K_p = 300, K_d = 10

Proporcional-Integral: K_p=30, K_i=70

Proporcional-Integral-Derivativo: Varíe los valores de K_p, K_i y K_d para obtener:

- Tiempo de subida rápido
- Sobretiro mínimo
- Eliminación del EEE

Fabrique un reporte en formato PDF que contenga introducción, desarrollo y conclusiones. En las conclusiones incluya sus observaciones sobre las diferencias entre las respuestas del sistema cuando se utilizan los diferentes controladores.

INTRODUCCIÓN.

“El esquema de control PID analógico ha sido usado de manera exitosa en muchos sistemas de control industrial por más de medio siglo. El principio básico del esquema de control PID es que actúa sobre la variable a ser manipulada a través de una apropiada combinación de las tres acciones de control: acción de control proporcional (donde la acción de control es proporcional a la señal de error actuante, la cual es la diferencia entre la entrada y la señal de realimentación): la acción de control integral (donde la acción de control es proporcional a la integral de la señal de error actuante) y la acción de control derivativa (donde la acción de control es proporcional a la derivada de la señal de error actuante).

En situaciones donde muchas plantas se controlan directamente mediante una sola computadora digital (como un esquema de control en el que se controlan desde unos cuantos lazos hasta cientos de éstos mediante un solo controlador digital), la mayoría de los lazos de control se pueden manipular mediante esquemas de control PID.”[1]

Sin embargo, existen muchas más formas de control más simples que pueden ser utilizadas cuando se vuelve inconveniente el elaborar un control demasiado complejo o un sistema de control cuyos costos vuelven necesaria la utilización de un esquema de control más sencillo.

Además de la selección del tipo de controlador a utilizar, también es necesario tomar en cuenta el ajuste de las ganancias del controlador, las cuales son establecidas de manera empírica de acuerdo a las necesidades y respuesta que presenta el sistema a los cambios en la función.

DESARROLLO.

1. Se considera el sistema masa-resorte-amortiguador mostrado en la **figura 1**:

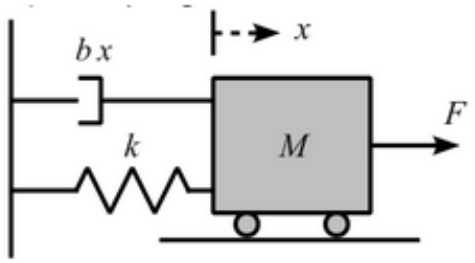


Figura 1. Diagrama del modelo de un sistema masa-resorte-amortiguador.

2. Posteriormente se obtiene la función de transferencia del sistema en el dominio de Laplace.

$$\frac{1}{s^2 + 10s + 20}$$

3. Se elaboró el código que se ilustra en el **apéndice A** de este documento para determinar la respuesta del sistema a una ganancia proporcional Kp=300. La gráfica generada se observa en la **figura 2**.

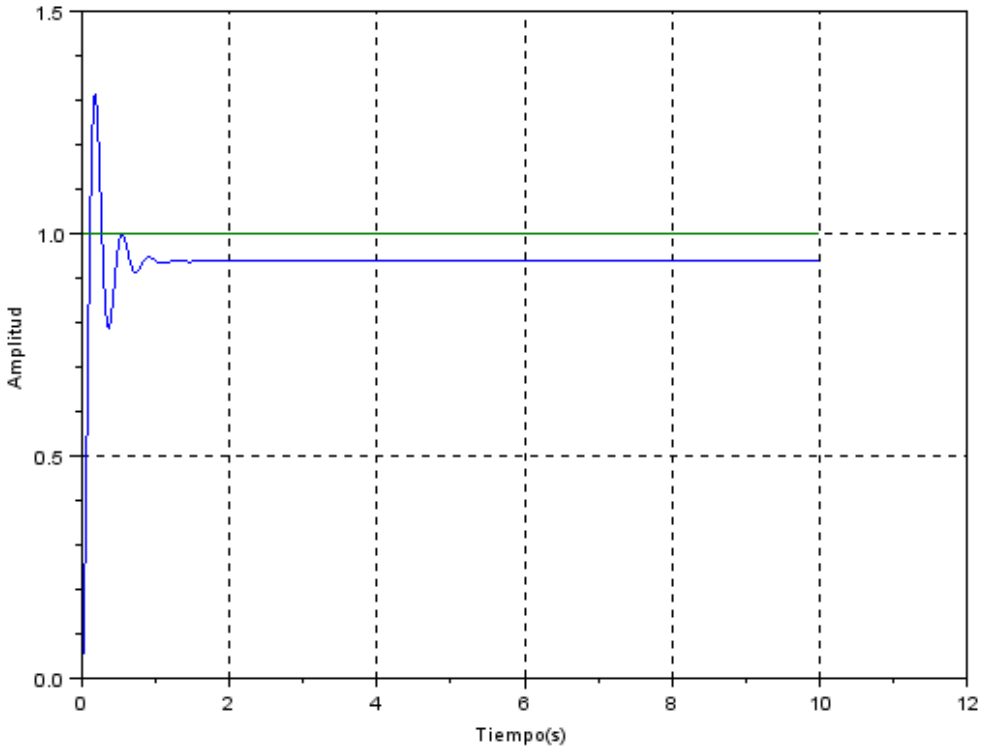


Figura 2. Respuesta del sistema a una ganancia Kp = 300.

4. Se obtiene la respuesta al sistema utilizando un controlador PD generando la gráfica que se muestra en la **figura 3** utilizando el código utilizado en el **apéndice B** de este documento.

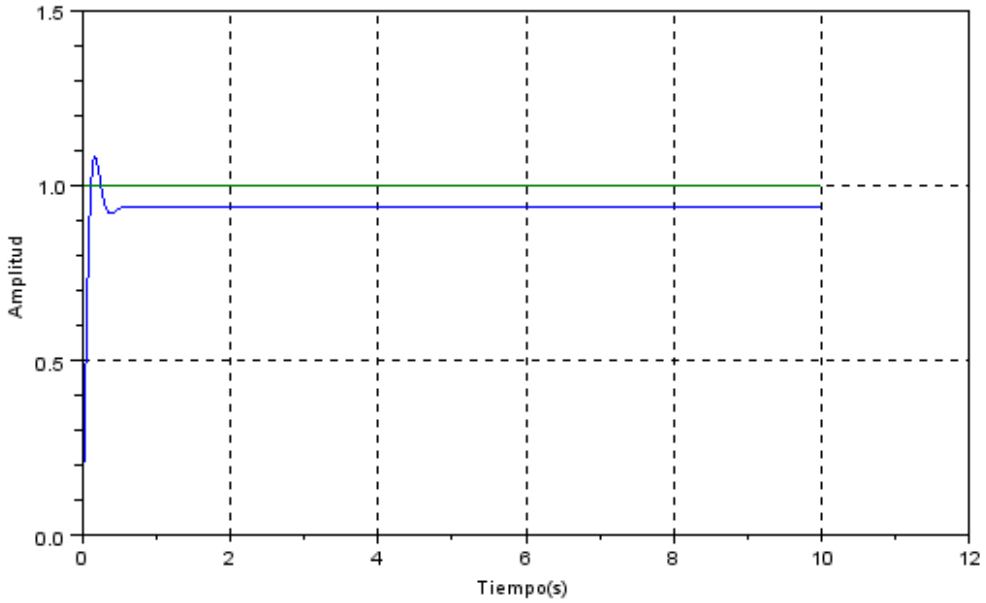


Figura 3. Respuesta del sistema a una entrada tipo escalón utilizando un controlador PD.

5. Hecho esto, se repite el código pero se modifica para utilizar un controlador tipo KI con ganancias $K_p = 30 \; y \; K_i = 70$ como se observa en el **apéndice C**. La respuesta puede observarse en la **figura 4**.

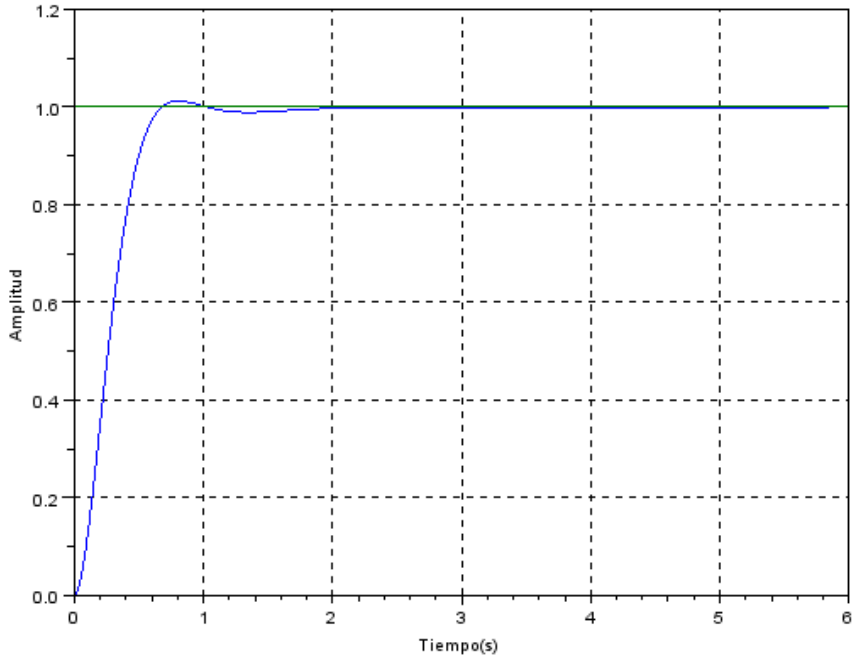


Figura 4. Respuesta del sistema a una entrada escalón con un controlador PI.

6. Finalmente se modificó el código como se observa en el **apéndice D** obteniendo una respuesta del mismo como se observa en la **figura 5**. Se modificaron las ganancias para buscar el tiempo de respuesta mínimo con el menor sobretiro.

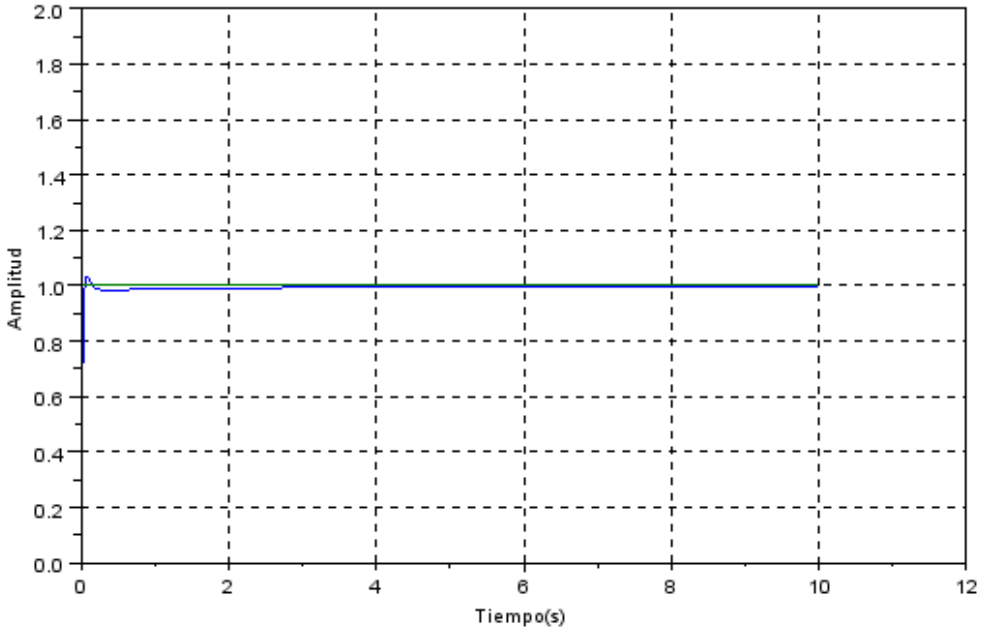


Figura 5. Respuesta del sistema a una entrada tipo escalón utilizando un control PID.

CONCLUSIONES.

Mediante la elaboración de esta práctica se observaron las distintas respuestas posibles del sistema a los distintos tipos de controladores, observando la mejor respuesta al utilizar un controlador de tipo PD o PID. Éstos sin embargo deben de ser correctamente ajustados para obtener la respuesta deseada ya que en caso de generar un ajuste erróneo pueden llegar a generarse efectos adversos y no previstos, o en casos más graves, provocando la desestabilización del sistema.

Se demostró cómo es posible lograr la visualización de los efectos de los distintos tipos de controladores utilizando la aplicación para procesamiento matemático Scilab, la cual cuenta con poderosas capacidades de simulación y que aceleraron el proceso de generación de las simulaciones.

APÉNDICE A.

Aplicación para el cálculo de la respuesta del sistema utilizando una ganancia proporcional Kp=300.

```
clc
clear

//Se declara la variable del número imaginario s.
s = %s;

//Se declara el valor de la ganancia proporcional Kp.
Kp=300;

//Se genera la función de transferencia del sistema masa-resorte-amortiguador.
num = Kp*1;
den = s^2 + 10*s + 20;

//Se elabora la función de transferencia en lazo abierto.
Gs = syslin('c', num, den); //La 'c' es por tiempo continuo.

//Se genera la función de tranferencia en lazo cerrado utilizando una ganancia unitaria.
GsLC = Gs/. 1;

//Simulamos la respuesta a un escalón en tiempo continuo
t = 0 : 0.01 : 10;
u = ones(1:length(t))
respesc = csim(u, t, GsLC);

//Se elabora la gráfica.
scf();

//Respuesta a la escalón
plot(t, respesc, t, u )
xgrid
xlabel('Tiempo(s)')
ylabel('Amplitud')
ha=gca();
ha.data_bounds = [0 0 ; 11 1.5]
```

APÉNDICE B.

Código en el cual se obtiene la respuesta al sistema utilizando un controlador PD con una entrada tipo escalón.

```
clc
clear

//Se declara la variable del número imaginario s.
s  = %s;

//Se declara el valor de las ganancias Kp y Kd.
Kp = 300;
Kd = 10;

//Se obtiene la función de transferencia utilizando las ganancias.
num = Kp + (Kd * s);
den = s^2 + 10*s + 20;

//Se elabora la función de transferencia en lazo abierto.
Gs = syslin('c', num, den); //La 'c' es por continuo

//Se genera la función de tranferencia en lazo cerrado utilizando una ganancia unitaria.
GsLC = Gs/. 1;
//Simulamos la respuesta a un escalón en tiempo continuo
t = 0 : 0.01 : 10;
u = ones(1:length(t))
respesc = csim(u, t, GsLC);

//Se elabora la gráfica.
scf();

//Respuesta al escalón.
plot(t, respesc, t, u )
xgrid
xlabel('Tiempo(s)')
ylabel('Amplitud')
ha=gca();
ha.data_bounds = [0 0 ; 11 1.5]
```

APÉNDICE C.

Respuesta del sistema a una entrada escalón utilizando un controlador PI con ganancias $Kp = 30, K_i = 70$.

```
clc
clear

//Se declara la variable del número imaginario s.
s  = %s;

//Se declara el valor de las ganancias Kp y Ki.
Kp = 30;
Ki = 70;

//Se obtiene la función de transferencia utilizando las ganancias.
num = Kp*s + Ki;
den = s*(s^2 + 10*s + 20);

//Se elabora la función de transferencia en lazo abierto.
Gs = syslin('c', num, den); //La 'c' es por continuo

//Se genera la función de tranferencia en lazo cerrado utilizando una ganancia unitaria.
GsLC = Gs/. 1;
//Simulamos la respuesta a un escalón en tiempo continuo
t = 0 : 0.01 : 10;
u = ones(1:length(t))
respesc = csim(u, t, GsLC);
//Se elabora la gráfica.
scf();
//Respuesta al escalón
plot(t, respesc, t, u )
xgrid
xlabel('Tiempo(s)')
ylabel('Amplitud')
ha=gca();
ha.data_bounds = [0 0 ; 6 1.2]
```

APÉNDICE D.

Código para generación de la respuesta del sistema a un escalón con un control PID.

```
clc
clear

//Se declara la variable del número imaginario s.
s  = %s;

//Se declaran las ganancias Kp, Ki y Kd.
Kp = 1000;      //30
Ki = 330;      //70
kd = 60;

//Se genera la función de transferencia utilizando las ganancias Kp, Ki y Kd.
num = (Kp*s) + Ki + kd*s^2;
den = s*(s^2 + 10*s + 20);

//Se elabora la función de transferencia en lazo abierto.
Gs = syslin('c', num, den); //La 'c' es por continuo

//Se genera la función de tranferencia en lazo cerrado utilizando una ganancia unitaria.
GsLC = Gs/. 1;

//Simulamos la respuesta a un escalón en tiempo continuo
t = 0 : 0.01 : 10;
u = ones(1:length(t))
respesc = csim(u, t, GsLC);

//Se elabora la gráfica.
scf();

//Respuesta al escalón.
plot(t, respesc, t, u )
xgrid
xlabel('Tiempo(s)')
ylabel('Amplitud')
ha=gca();
ha.data_bounds = [0 0 ; 11 2]
```

BIBLIOGRAFÍA.

1. Katsuhiko Ogata. ***Sistemas de control en tiempo discreto*.** Pearson. Segunda Edición.