



Universidad Fidélitas

Curso: Control Automático

Tarea #3 Estabilidad de sistemas

Alumno:

Emmanuel López Soto

Profesor:

Erick Salas Chaverri

## Sistemas en segundo orden

Se ilustra un sistema estándar de segundo orden:

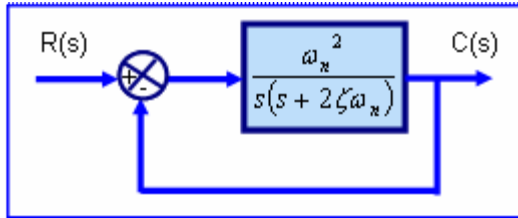


Figura 5(a). Sistema de segundo orden estándar

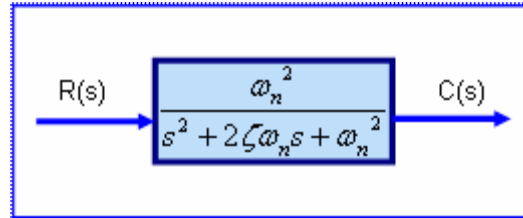


Figura 5(b). Sistema equivalente

La función de transferencia de un sistema de segundo orden en lazo cerrado tiene la forma estándar:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

En ingeniería de control un sistema de segundo orden se caracteriza porque tiene dos polos, la función de transferencia genérica de un sistema de segundo orden en bucle cerrado tiene la siguiente forma:

$K \equiv$  Ganancia

$\delta \equiv$  Factor de amortiguamiento o frecuencia propia no amortiguada

$\omega_n \equiv$  Frecuencia natural

Si sacamos las raíces del denominador observaremos que los sistemas de segundo orden pueden clasificarse en tres tipos diferentes de sistemas, las raíces son:

$$s = -\delta\omega_n \pm \omega_n(\delta^2 - 1)^{1/2}$$

## EJERCICIO

$$F1(s) = \frac{s}{s^2 + 2s}$$

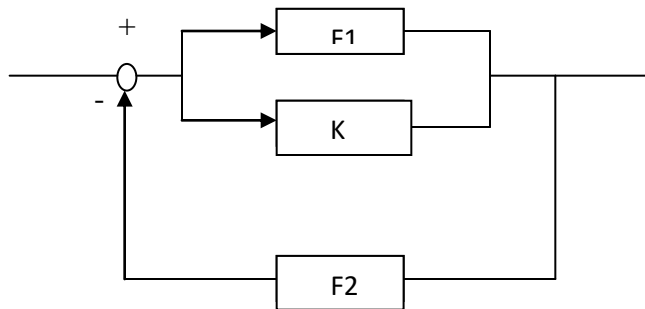
$$F2(s) = \frac{1}{s}$$

Este sistema lo retroalimentamos basados en el diagrama de bloques para dicho sistema.

$$\frac{F1}{1 + F1F2}$$

Originalmente el sistema es un sistema inestable debido a que existen valores de polos positivos, por tal motivo es necesario variar el diagrama de bloques para así hacer el sistema estable.

La solución para este sistema es colocar una ganancia  $K(s)$  en paralelo a  $F1(s)$ , realizando esto logramos hacer el sistema estable.



$$K = s$$

$$= \frac{\frac{s^3 + 2s + 1}{s^2 + 2s}}{\frac{1}{s}}$$

$$= \frac{s^2 + 2s^3 + s}{2s^3 + 2s^2 + 2s + 1}$$

De esta manera obtenemos los siguientes polos

$$P1 = -0.64$$

$$P2 = -0.176 + 0.8607i$$

$$P3 = -0.1761 - 0.8607i$$

Ahora procederemos a realizar los cálculos a través del sistema Octave

The screenshot shows the Octave Command Window with the following content:

```

>> pkg load control
>> pkg load signal
>>
>> H0=tf([1 0 2 1], [1 2 0])

Transfer function 'H0' from input 'u1' to output ...

      s^3 + 2 s + 1
y1:  -----
      s^2 + 2 s

Continuous-time model.
>> G0=tf([1], [1 0])

Transfer function 'G0' from input 'u1' to output ...

      1
y1:  -
      s

Continuous-time model.
>> J0=feedback([H0],[G0])

Transfer function 'J0' from input 'u1' to output ...

      s^4 + 2 s^2 + s
y1:  -----
      2 s^3 + 2 s^2 + 2 s + 1

Continuous-time model.
>>

```

The Workspace pane shows the following variables:

Name	Class	D
G0	tf	1
H0	tf	1
J0	tf	1

The Command History pane shows the following commands:

```

# Octave 4.4.0, Sun Jun 03 19:27:45 2015
pkg load control
pkg load signal
H0=tf([1 0 2 1], [1 2 0])
G0=tf([1], [1 0])
J0=feedback([H0],[G0])

```

The screenshot shows the Octave Command Window with the following content:

```

Continuous-time model.
>> G0=tf([1], [1 0])

Transfer function 'G0' from input 'u1' to output ...

      1
y1:  -
      s

Continuous-time model.
>> J0=feedback([H0],[G0])

Transfer function 'J0' from input 'u1' to output ...

      s^4 + 2 s^2 + s
y1:  -----
      2 s^3 + 2 s^2 + 2 s + 1

Continuous-time model.
>> [Zer,Pol,k]=tf2zp(J0)

Zer =

      0.22670 + 1.46771i
      0.22670 - 1.46771i
     -0.45340 + 0.00000i
      0.00000 + 0.00000i

Pol =

     -0.17610 + 0.86072i
     -0.17610 - 0.86072i
     -0.64780 + 0.00000i

k = 0.50000
>>

```

The Workspace pane shows the following variables:

Name	Class	D
G0	tf	1
H0	tf	1
J0	tf	1
Pol	double	3
Zer	double	4
k	double	1

The Command History pane shows the following commands:

```

pkg load control
pkg load signal
H0=tf([1 0 2 1], [1 2 0])
G0=tf([1], [1 0])
J0=feedback([H0],[G0])
[Zer,Pol,k]=tf2zp(J0)

```

De esta manera obtuvimos los polos negativos y logramos hacer el sistema estable.