

## Práctica 6

### Cálculo de un compensador PI

#### 1 Introducción

En esta práctica se estudiará el comportamiento de un sistema de tercer orden con un polo no dominante y las mejoras obtenidas en su respuesta al escalón mediante un esquema de control PI.

##### 1.1 Respuesta del sistema en lazo abierto

Se puede utilizar la instrucción `step` y `rlocus` para trazar la respuesta al escalón del sistema descrito por la función de transferencia

$$G(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)(s+10)},$$

con ganancia  $K = 164.6$ , en un lazo de retroalimentación unitaria, para lo cual, se puede utilizar la siguiente secuencia en MATLAB

```
num_k = 164.6;  
den_k = 1;  
K = tf(num_k,den_k);  
num_G = 1;  
den_G = conv([1 1],conv([1 2],[1 10]));  
G = tf(num_G,den_G);  
num_H = 1;  
den_H = 1;  
H = tf(num_H,den_H);  
sis_nc = feedback(K*G,H);  
step(sis_nc);
```

Nótese el uso de la instrucción `feedback`, la cual describe un sistema en un lazo de retroalimentación, a partir de las funciones de transferencia en trayectoria directa  $G(s)$  y la retroalimentación  $H(s)$ .

##### 1.2 Cálculo del factor de amortiguamiento

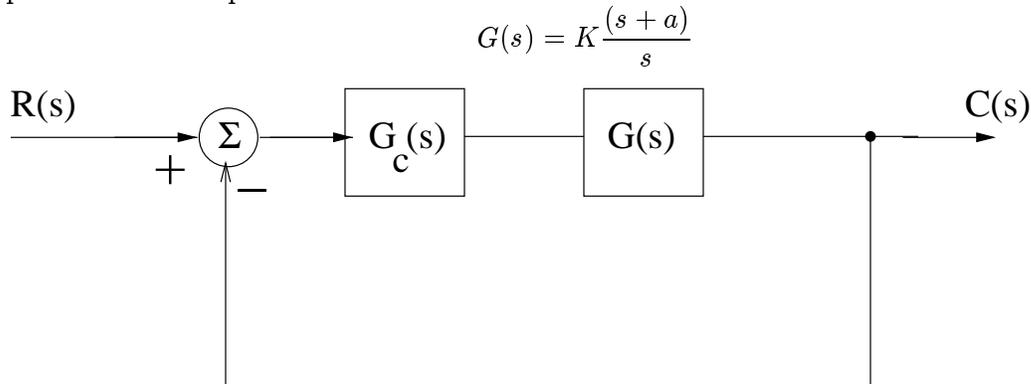
Se puede utilizar

```
rlocus(G)
```

para determinar el factor de amortiguamiento  $\zeta$  que corresponde a la ganancia dada en el paso anterior. Este valor se usará en el diseño de nuestro compensador.

### 1.3 Cálculo del compensador

El esquema de control que se utilizará en este sistema se muestra en la figura, en donde el controlador propuesto está dado por



Se desea encontrar una combinación de  $K$  y  $a$ , acotada por

$$0 \leq a \leq 0.3$$

tal que la respuesta del sistema se altere lo menos posible (se desea conservar el valor del factor de amortiguamiento  $\zeta$ ).

Comencemos con un valor (elegido arbitrariamente) de  $a = 0.1$ . De esta manera, podemos construir la función de transferencia del compensador

```
a = 0.1;  
num_c = [1 a];  
den_c = [1 0];  
G_c = tf(num_c,den_c);
```

Posteriormente, graficaremos el lugar de las raíces del sistema compensado.

```
rlocus(G_c*G)
```

En este diagrama podemos el valor de ganancia  $K$  que hace que este nuevo sistema tenga el factor de amortiguamiento deseado. Tomar nota de este valor, el cual se utilizará en el siguiente paso.

### 1.4 Sistema compensado

Primero, definamos la función de transferencia de la ganancia conforme al valor calculado en el paso anterior.

```
num_k = 164.6; % Sustituir por el valor nuevo  
den_k = 1;  
K = tf(num_k,den_k);
```

Seguidamente, podemos construir el sistema retroalimentado con compensador, y graficar su respuesta al escalón.

```
sis_c = feedback(K*G_c*G,H);  
step(sis_c);
```

En su reporte, presentar la gráfica de la respuesta al escalón de los sistemas sin compensar y compensado en lazo cerrado, así como las gráficas del lugar de las raíces que muestren (i) el cálculo de la ganancia  $K$  para el factor de amortiguamiento deseado y (ii) que el sistema se aproxima bien a uno de segundo orden.

## 2 Cuestionario

1. Investigar y explicar brevemente el funcionamiento de la instrucción `feedback`.
2. ¿Cuál es el error en estado estacionario de los sistemas compensado y sin compensar?
3. ¿Cuál sería el valor de la ganancia  $K$  si se diseñara el compensador para  $\alpha=0.2$ ?