Control Automático III - Ing. Electrónica
Trabajo Práctico 1: Introducción al Control Robusto

Ejercicio 1: Analice la estabilidad interna de los lazos de control dados por los siguientes pares de plantas y controladores:

a.
$$g(s) = \frac{s-1}{s+2}, \qquad k(s) = \frac{s+2}{s+5}.$$

b.
$$g(s) = \frac{s-2}{s+3}, \qquad k(s) = \frac{1}{s^2-2}.$$

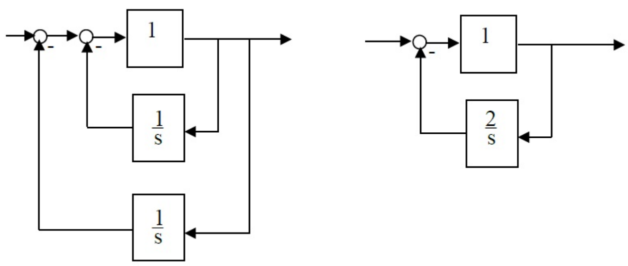
c.
$$g(s) = \frac{s}{(s+1)(s+2)}, \qquad k(s) = \frac{3}{s}.$$

Ejercicio 2: Considere un lazo de control dado por las siguiente planta y controlador:

$$g(s) = \frac{(1-s)(s^2+0{,}2s+1)}{(s+1)(s+3)(s+5)}, \qquad k(s) = \frac{(s+1)(s+5)}{s(s^2+0{,}2s+1)}.$$

Analice la estabilidad interna del sistema y si se ha realizado una buena elección del controlador.

Ejercicio 3: Dado los siguientes sistemas:



¿Son equivalentes? Analizar la estabilidad interna de ambos lazos y justificar.

Ejercicio 4: Considere las siguientes familias de plantas y obtenga un modelo que las represente mediante una descripción de incerteza multiplicativa.

a.
$$g(s) = \frac{e^{-Ls}}{s}, \qquad 0 \le L \le 0{,}1.$$

b.
$$g(s) = \frac{e^{-Ls}}{0{,}1s+1}, \qquad 0 \le L \le 0{,}5.$$

c.
$$g(s) = \frac{e^{-Ls}}{s+1}, \qquad 10 \leq L \leq 15.$$

Ejercicio 5: Dada la familia de modelos:

$$G = \left\{ \frac{1}{s^2 + as + 1} : 0{,}4 \leq a \leq 0{,}8 \right\}$$

Obtener una descripción mediante incerteza inversa.

Ejercicio 6: Utilizando el teorema de la pequeña ganancia obtener la condición de estabilidad robusta para una descripción de incerteza aditiva e inversa. Obtenga los diagramas en bloques de estas descripciones.

Ejercicio 7: Diseñe un controlador para una familia de modelos con descripción de incerteza multiplicativa cuyo modelo nominal y peso de incertidumbre son:

$$g_0(s) = \frac{1}{s(s+1)} \quad W_\delta(s) = 100\frac{s+0{,}1}{s+100}$$

El requerimiento de performance debe cumplir con:

$$|S(j\omega)| < 0{,}1 \quad 0 < \omega < 0{,}1 \quad rad/s.$$

Ejercicio 8: Diseñar un controlador k(s) que verifique EN, ER, PN y PR de la siguiente familia de modelos:

$$G(s) = (1 + W_\delta(s)\delta)\,\frac{1}{s+5}, \quad |\delta| < 1, \delta \in C$$
$$W_\delta(s) = \frac{1}{2}\frac{s}{0{,}1s+1}$$

La performance debe cumplir con:

$$W_d(s) = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{s}\right)$$

Ejercicio 9: Para los modelos obtenidos en el Ejercicio 4:

a. Diseñar un controlador mediante loopshaping que asegure performance robusta suponiendo que el error en estado estacionario tiene que ser menor al 10 % para frecuencias menores a $\omega = 0{,}1$ rad/s.

b. Idem inciso anterior pero para $\omega = 0{,}5$ rad/s.

c. Realice un planteo similar pero para error de estacionario nulo.

Simule las respuestas del sistema.

Ejercicio 10: *(Opcional)* Para la condición de performance robusta $\||W_dS| + |W_\delta T|\|_\infty < 1$, demostrar que es necesario que $min\{|W_d(j\omega)|, |W_\delta(j\omega)|\} < 1, \ \forall\ \omega$.

Pista. Utilizar $S + T = I$.

Ejercicio 11: *(Opcional)* Partiendo de la condición de performance robusta

$$\Gamma(j\omega) = \left|\frac{W_d(j\omega)}{1 + L_0(j\omega)}\right| + \left|\frac{W_\delta(j\omega)L_0(j\omega)}{1 + L_0(j\omega)}\right| \leq 1, \forall \ \ \omega,$$

obtener las siguientes condiciones alternativas en función de la ganancia de lazo nominal $L_0(j\omega)$

$$|L_0(j\omega)| > \frac{1 + |W_d(j\omega)|}{1 - |W_\delta(j\omega)|}, \quad para\ \omega,\ |L_0(j\omega)| > 1$$

$$|L_0(j\omega)| < \frac{1 - |W_d(j\omega)|}{1 + |W_\delta(j\omega)|}, \quad para\ \omega,\ |L_0(j\omega)| < 1$$

Pista. Utilizar $|1 - |L_0(j\omega)|| \leq |1 + L_0(j\omega)| \leq 1 + |L_0(j\omega)|$.