

Đáp án đề số 1

Câu 1 (4 điểm)

Cho đối tượng có hàm truyền đạt $G(s) = \frac{10}{(3s+1)(5s+1)}$.

- a) Thiết kế bộ điều khiển $R(s)$ sử dụng phương pháp tối ưu độ lớn với mục tiêu đáp ứng thời gian quá độ ngắn.

$$T_1 = 3, T_2 = 5, k = 10$$

$$R(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_I s}\right)$$

$$T_I = T_2 = 5,$$

$$k_p = \frac{T_I}{2kT_1} = \frac{5}{2 \cdot 10 \cdot 3} = \frac{1}{12}$$

- b) Tìm độ dự trữ ổn định pha của hệ thống.

$$G_h(s) = \frac{1}{2T_1 s(T_1 s + 1)} = \frac{1}{6s(3s + 1)}$$

$$|G_h(j\omega)| = 1 \text{ suy ra}$$

$$\left| \frac{1}{6j\omega(3j\omega + 1)} \right| = 1$$

$$\omega_c = 0.1517 \text{ (rad)}$$

$$\varphi(\omega) = -\frac{\pi}{2} - \text{atan}(3\omega)$$

$$\Delta\varphi = \pi + \varphi(\omega_c) = 1.1437 \text{ (rad) (hoặc } 65.5297^\circ \text{)}$$

- c) Tìm sai lệch tĩnh của hệ thống với đáp ứng đầu vào là hàm bước nhảy.

$$e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{1 + G_h(s)} = 0$$

Câu 2 (4 điểm)

Cho đối tượng được có mô hình trạng thái: $\dot{x} = Ax + Bu$ và $y = Cx$, với $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & -2 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ và $C = [0 \quad 0 \quad 1]$.

- a) Kiểm tra tính ổn định, tính điều khiển được và quan sát được của đối tượng.

$\det(sI - A) = s^3 + 2s^2 - 2s - 1$. Vì các hệ số của đa thức đặc trưng không cùng dấu nên đối tượng không ổn định.

Ma trận điều khiển $M_c = [0 \quad 0 \quad 1; 0 \quad 1 \quad -2; 1 \quad -2 \quad 6]$. $\det(M_c) = -1$ nên đối tượng có tính điều khiển được.

Ma trận quan sát $M_o = [0 \quad 0 \quad 1; 1 \quad 2 \quad -2; -2 \quad -3 \quad 6]$. $\det(M_o) = 1$ nên đối tượng có tính quan sát được.

- b) Thiết kế bộ điều khiển phản hồi trạng thái sao cho hệ kín có các điểm cực là $s_1 = s_2 = s_3 = -2$.

$$K = [9 \quad 14 \quad 4]$$

- c) Thiết kế bộ quan sát trạng thái Luenberger với các điểm cực là $p_1 = p_2 = p_3 = -4$.

$$L = [-80 \quad 65 \quad 10]$$

Câu 3 (2 điểm)

Cho hệ thống điều khiển phản hồi âm đơn vị với hàm truyền của hệ hở là $G_h(s) = \frac{K}{s} e^{-2s}$ với $K > 0$.

- a) Vẽ đồ thị Nyquist của hệ hở.

$$G_h(j\omega) = \frac{K}{j\omega} e^{-2j\omega} = K \left(-j \frac{\cos(2\omega)}{\omega} - \frac{\sin(2\omega)}{\omega} \right)$$

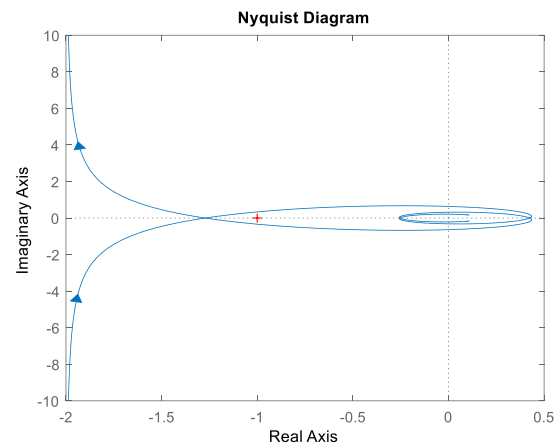
$$\varphi(\omega) = -2\omega - \frac{\pi}{2}, \text{ góc pha biến thiên từ } -\frac{\pi}{2} \text{ tới } -\infty$$

$$|G_h(j\omega)| = \frac{K}{\omega}, \text{ biên độ biến thiên từ } \infty \text{ về } 0.$$

Đồ thị Nyquist như hình bên.

- b) Xác định K để hệ kín ổn định sử dụng tiêu chuẩn Nyquist.

Vì hệ hở có một điểm cực nằm trên trục ảo, do đó hệ kín ổn định khi đồ thị Nyquist của hệ hở bao điểm $(-1+j0)$ đúng một vòng theo chiều ngược kim đồng hồ. Cho nên điểm giao giữa đồ thị với trục thực phải nằm bên phải điểm $(-1+j0)$.



$$\varphi(\omega) = -2\omega - \frac{\pi}{2} = -\pi$$

$$\omega_c = \frac{\pi}{4}$$

$$|G_h(j\omega_c)| = \frac{K}{\omega_c} = \frac{4K}{\pi} < 1$$

$$K < \frac{\pi}{4}$$