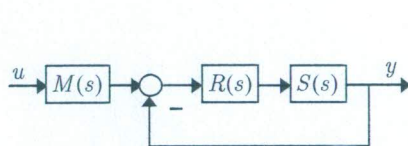


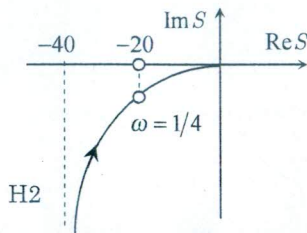
Đáp án.
3.9.2016

TRƯỜNG ĐHBK HÀ NỘI VIỆN ĐIỆN	ĐỀ THI Lý thuyết điều khiển I Ngày 25.8.2016. Thời gian làm bài: 90 phút	Chữ ký của giảng viên phụ trách học phần PK
---------------------------------	--	---

Bài 1 (6 điểm): Cho hệ có sơ đồ khối ở hình H1, trong đó $R(s)$ là hàm truyền của bộ điều khiển, $S(s)$ là hàm truyền của đối tượng điều khiển và $M(s)$ là hàm truyền của khâu tiền xử lý. Hình H2 là đồ thị đặc tính tần số biên pha của đối tượng điều khiển thu được bằng thực nghiệm.



H1



H2

- Hãy xác định hàm truyền $S(s)$ của đối tượng điều khiển.
- Đối tượng được điều khiển bằng bộ điều khiển PI:

$$R(s) = k_p \left[1 + 1/(T_I s) \right]$$

Hãy xác định các tham số k_p , T_I của bộ điều khiển PI và khâu tiền xử lý $M(s)$ theo tiêu chuẩn tối ưu đối xứng.

- Hệ được điều khiển bằng bộ điều khiển PID và khâu tiền xử lý:

$$R(s) = k_p \left[1 + 1/(T_I s) + T_D s \right], \quad M(s) = \frac{1}{1 + Ts}$$

với các tham số $k_p = 1/5$, $T_I = 8$, $T_D = 2$, $T = 4$. Hãy xác định hàm truyền hệ kín và từ đó là tính ổn định, sai lệch tĩnh, độ quá điều chỉnh, thời gian quá độ $T_{5\%}$ của hệ.

Bài 2 (4 điểm): Cho đối tượng điều khiển SISO với đầu vào u , đầu ra y , mô tả bởi:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = Ax + bu \\ y = c^T x \end{cases}, \text{ trong đó } x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 2 & -4 & 0 \\ 1 & 3 & -5 \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, c = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

- Hãy xác định hàm truyền và kiểm tra tính điều khiển được, quan sát được của đối tượng.
- Hãy thiết kế bộ điều khiển phản hồi trạng thái gán các điểm cực $s_1 = -3$, $s_2 = -4$, $s_3 = -5$ và bộ quan sát trạng thái gán các điểm cực $\lambda_1 = \lambda_2 = -4$, $\lambda_3 = -5$ cho hệ.
- Hãy xác định hàm truyền hệ kín phản hồi đầu ra theo nguyên lý tách gồm đối tượng đã cho, bộ quan sát trạng thái và bộ điều khiển phản hồi trạng thái đã có ở câu 2.

Đáp án

- (2 điểm) Từ dạng đồ thị hàm tần số biên pha đã cho thì:

$$S(s) = \frac{k}{s(1 + T_I s)} \quad \text{với} \quad \begin{cases} kT = 40 \\ T_I = 4 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} k = 10 \\ T_I = 4 \end{cases} \text{ tức là } S(s) = \frac{10}{s(1 + 4s)}$$

- (2 điểm) Áp dụng phương pháp tối ưu đối xứng $T_I = aT_I$, $k_p = \frac{1}{kT_I \sqrt{a}}$, $M(s) = \frac{1}{1 + aT_I s}$ với $a = 4$ có $T_I = 16$, $k_p = 1/80$ và $T = 16$.

- (2 điểm) Với $R(s) = \frac{1}{5} \left(1 + \frac{1}{8s} + 2s \right) = \frac{1 + 8s + 16s^2}{40s} = \frac{(1 + 4s)^2}{40s}$ thì hàm truyền hệ hở và hệ kín là:

$$G_h = RS = \frac{1 + 4s}{4s^2}, \quad G = M \frac{G_h}{1 + G_h} = \frac{1}{(1 + 2s)^2} \Rightarrow h(t) = 1 - e^{-t/2} \left(\frac{t}{2} + 1 \right)$$

Như vậy hệ kín là khâu quán tính bậc 2 nên nó ổn định, có sai lệch tĩnh bằng 0, không có độ quá điều chỉnh và có thời gian quá độ $x = T_{5\%}$ là:

$$0.05 = e^{-x/2} \left(\frac{x}{2} + 1 \right) \Rightarrow T_{5\%} = x \approx 9.5$$

- (1 điểm) $G = c^T (sI - A)^{-1} b = \frac{s^2 + 10s + 30}{(s + 5)(s + 4)(s - 3)} = \frac{s^2 + 10s + 30}{s^3 + 6s^2 - 7s - 60}$

$$\text{Rank}(\underline{b}, A\underline{b}, A^2\underline{b}) = \text{Rank} \begin{pmatrix} 1 & 3 & 9 \\ 0 & 2 & -2 \\ 0 & 1 & 4 \end{pmatrix} = 3 \Rightarrow \text{điều khiển được}$$

$$\text{Rank} \begin{pmatrix} c^T \\ c^T A \\ c^T A^2 \end{pmatrix} = \text{Rank} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 4 & 3 & -1 \\ 13 & -27 & 25 \end{pmatrix} = 3 \Rightarrow \text{quan sát được}$$

- (2 điểm) Thiết kế bộ điều khiển phản hồi trạng thái R gán điểm cực $s_1 = -3$, $s_2 = -4$, $s_3 = -5$

Cách 1: Áp dụng phương pháp modal. Vì đã có hai điểm cực $s_2 = -4$, $s_3 = -5$ trùng với điểm cực cũ nên R chỉ cần chuyển $\lambda_1 = 3$ tới $s_1 = -3$.

$$\underline{0}^T = \underline{\beta}^T (\lambda_1 I - A) = \underline{\beta}^T \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -2 & 7 & 0 \\ -1 & -3 & 8 \end{pmatrix} \Rightarrow \underline{\beta}^T = (1, 0, 0)$$

$$\Rightarrow R = -\underline{\beta}^T (s_1 - \lambda_1) (\underline{\beta}^T \underline{b})^{-1} = (6, 0, 0)$$

Cách 2: Áp dụng Ackermann

$$\begin{cases} \det(sI - A) = s^3 + 6s^2 - 7s - 60 \\ (s + 5)(s + 4)(s + 3) = s^3 + 12s^2 + 47s + 60 \end{cases} \Rightarrow R' = (120, 54, 6)$$

$$\underline{s}^T = (0, 0, 1) (\underline{b}, A\underline{b}, A^2\underline{b})^{-1} = (0, 0, 1) \begin{pmatrix} 1 & 3 & 9 \\ 0 & 2 & -2 \\ 0 & 1 & 4 \end{pmatrix}^{-1} = (0, -0.1, 0.2)$$

$$\Rightarrow S = \begin{pmatrix} \underline{s}^T \\ \underline{s}^T A \\ \underline{s}^T A^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -0.1 & 0.2 \\ 0 & 1 & -1 \\ 1 & -7 & 5 \end{pmatrix} \Rightarrow R = R' S = (120, 54, 6) \begin{pmatrix} 0 & -0.1 & 0.2 \\ 0 & 1 & -1 \\ 1 & -7 & 5 \end{pmatrix} = (6, 0, 0)$$

Thiết kế bộ quan sát trạng thái:

$$\dot{\underline{x}} = A\underline{x} + bu + L(y - \underline{c}^T \underline{x})$$

đồng nghĩa với việc tìm bộ điều khiển L^T phản hồi trạng thái để gán các điểm cực:

$$\lambda_1 = \lambda_2 = -4, \lambda_3 = -5$$

cho hệ đối ngẫu:

$$\dot{\underline{z}} = A^T \underline{z} + \underline{c}u$$

Lại áp dụng modal một lần (vì chỉ phải chuyển $s_1 = 3$ tới $\lambda_1 = -4$ là đủ), hoặc Ackermann như đã làm với việc thiết kế R sẽ được:

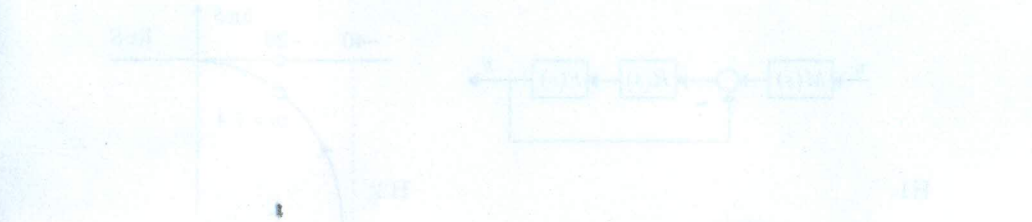
$$L^T = \frac{1}{3}(112, 32, 26)$$

- 2.3 (1 điểm) Vì bộ điều khiển phản hồi đầu ra theo nguyên lý tách, ngoài việc gán điểm cực, nó không làm thay đổi điểm 0 của đối tượng, tức là không làm thay đổi đa thức từ số trong hàm truyền G của đối tượng, nên hệ kín sẽ có hàm truyền là:

$$G_{kin} = \frac{s^2 + 10s + 30}{(s+5)(s+4)(s+3)}$$

1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.	2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.	3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
--	--	--

Đáp án: 1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.



1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.

Đáp án: 1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.

Đáp án: 1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.

Đáp án: 1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.

Đáp án: 1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.

Đáp án: 1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.

Đáp án: 1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.

Đáp án: 1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.

Đáp án: 1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.

Đáp án: 1. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.
3. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi đầu ra để hệ thống kín có các điểm cực tại $s = -3, -4, -5$.