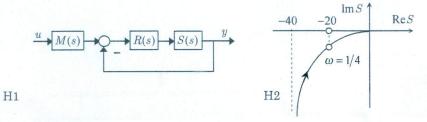
TRƯỜNG ĐHBK HÀ NỘI VIỆN ĐIỆN ĐỀ THI Lý thuyết điều khiển I Ngày 25.8.2016. Thời gian làm bài: 90 phút Chữ ký của giảng viên phụ trách học phần

**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 tín tần số biên pha của đối tượng điều khiển thu được bằng thực nghiệm.



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

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

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.

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

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

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:

$$\begin{cases} \frac{d\underline{x}}{dt} = A\underline{x} + bu \\ y = \underline{c}^T\underline{x} \end{cases}, \text{ trong d\'o } \underline{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}, \ A = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 2 & -4 & 0 \\ 1 & 3 & -5 \end{pmatrix}, \ \underline{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \ \underline{c} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

- 1. Hãy xác định hàm truyền và kiểm tra tính điều khiển được, quan sát được của đối tượng.
- 2. 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

1.1 (2 điểm) Từ dạng đồ thị hàm tần số biên pha đã cho thì:

$$S(s) = \frac{k}{s(1+T_1s)} \quad \text{v\'oi} \quad \begin{cases} kT = 40 \\ T_1 = 4 \end{cases} \iff \begin{cases} k = 10 \\ T_1 = 4 \end{cases} \quad \text{t\'uc là } S(s) = \frac{10}{s(1+4s)}$$

1.2 (2 diễm) Áp dụng phương pháp tối ưu đối xứng  $T_I=aT_1,\ k_p=\frac{1}{kT_1\sqrt{a}},\ M(s)=\frac{1}{1+aT_1s}$  với a=4 có  $T_I=16$ ,  $k_p=1/80$  và T=16.

1.3 (2 điểm) Với 
$$R(s) = \frac{1}{5} \left( 1 + \frac{1}{8s} + 2s \right) = \frac{1 + 8s + 16s^2}{40s} = \frac{\left( 1 + 4s \right)^2}{40s}$$
 thì hàm truyền hệ hở và hệ kín là:  $G_h = RS = \frac{1 + 4s}{4s^2}, \ G = M \frac{G_h}{1 + G_h} = \frac{1}{\left( 1 + 2s \right)^2} \implies h(t) = 1 - e^{-t/2} \left( \frac{t}{2} + 1 \right)$ 

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 chinh và có thời gian quá độ  $x = T_{5\%}$  là:

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

2.1 (1 diểm) 
$$G = \underline{c}^T (sI - A)^{-1} \underline{b} = \frac{s^2 + 10s + 30}{(s+5)(s+4)(s-3)} = \frac{s^2 + 10s + 30}{s^3 + 6s^2 - 7s - 60}$$

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

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

2.2 (2 điểm) Thiết kế bộ điều khiển phản hồi trạng thái R gán điểm cực  $s_1 = -3$ ,  $s_2 = -4$ ,  $s_3 = -5$  <u>Cách 1</u>: 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  $s_1 = -3$ .

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

$$\Rightarrow R = -\underline{\beta}^{T} \left( s_{1} - \lambda_{1} \right) \left( \underline{\beta}^{T} \underline{b} \right)^{-1} = \left( 6, 0, 0 \right)$$

Cách 2: Áp dụng Ackermann

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

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

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

Thiết kế bộ quan sát trạng thái:

$$\underline{\hat{x}} = A\underline{\hat{x}} + \underline{b}u + L\left(y - \underline{c}^T\underline{\hat{x}}\right)$$

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:

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

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 tử số trong hàm truyền G của đối tượng, nên hệ kín sẽ có hàm truyền là:

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

Table 10 to the date of the test of the te

(4) Já hám mayén sam 301 tropag ellén kindervik. Mírót Enfang mayén com kinku (tén ser fyr ser fyr kin ) Já nó tói dige (ki sinc só t-sér, plac com dés torong diem kinder that durce many dige ogsiktin.

3-34 Com-

High sales of the bear following the constraint of the bearing distribution.

The constraint stage of the constraint bearing the bearing the bearing the constraint of the con

Managar (1+1)// (1+1) and the state of the s

the and day samp. The from the state of the person of the state of the

Bit B on at B and B degree madellings are BB , A = B , B = B , B = B , B and B are the restriction.

di dipli, sar içon eine, do que deci unudo thoi gua que de da un prante. La dicenti Alba dei naveg avas tinco ASO voi alia vica se das un prante acci.

Grand Control of the Control of the

ay van dight inter teapers we kifen tra timb dide kitling duter your our dance the dide to the your garden and the first part of the light of the light part in the transport of the light of the light part in the transport of the light of the light part of the light of the light

d care the properties that the case of covering result or with his mane and the object mild with add wife

A plant to the different transfer artists and the second and the second along the management of the second and the second and

Address the day do the least the selection of the decide of the

The design and any one time their still on Alabo are 180-bit 29-