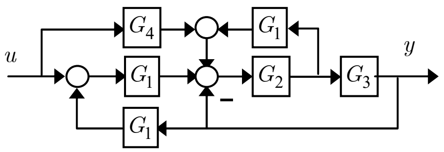
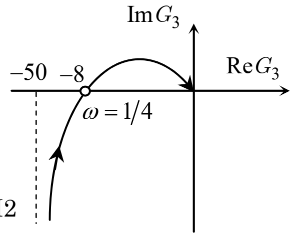
TRƯỜNG ĐHBK HÀ NỘI VIỆN ĐIỆN	ĐỀ THI (KSTN-ĐKTĐ) Lý thuyết điều khiển I Thời gian làm bài: 90 phút	Chữ ký của giảng viên phụ trách học phần

Bài 1 (5 điểm): Cho hệ có sơ đồ khối ở hình H1.



H1



H2

1. Hãy xác định hàm truyền tương đương của hệ.
2. Biết rằng $G_1 = 0$, đối tượng điều khiển G_3 có đồ thị Nyquist thu được bằng thực nghiệm như ở hình H2, G_4 là khâu quán tính bậc nhất và G_2 là bộ điều khiển PID:

$$G_4 = \frac{k}{1+Ts},\quad G_2 = k_p\left(1+\frac{1}{T_Is}+T_Ds\right)$$

Hãy xác định các tham số $k_p,\ T_I,\ T_D,\ k_p,\ T$ để hệ ổn định với độ dự trữ ổn định lớn nhất (tương ứng với $a=4$) và có độ quá điều chỉnh nhỏ nhất. Có bao nhiêu bộ tham số như vậy?

Bài 2 (5 điểm): Cho đối tượng điều khiển (**ĐT**) có mô hình:

$$\begin{cases}\dfrac{d\underline{x}}{dt} = A\underline{x} + B\underline{u} \\ y = x_1 + x_2\end{cases}, \text{ trong đó } \underline{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix},\ A = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 2 \end{pmatrix},\ B = (\underline{b}_1, \underline{b}_2),\ \underline{b}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix},\ \underline{b}_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},\ \underline{u} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix}$$

1. Chứng minh rằng hệ con ứng với một đầu vào u_2 là không điều khiển được, nhưng quan sát được.
2. Hãy thiết kế bộ điều khiển phản hồi trạng thái gán các điểm cực $s_1 = s_2 = s_3 = -3$ và bộ quan sát trạng thái với các điểm cực $s_1' = s_2' = s_3' = -4$ cho trước.
3. Hãy xác định ma trận hàm truyền hệ kín thu được, gồm đối tượng đã cho và bộ điều khiển phản hồi đầu ra gồm bộ quan sát trạng thái và bộ điều khiển phản hồi trạng thái tìm được ở câu 2.

Đáp án

1.1 $Y = G_2G_3\left[G_4U - Y + G_1U + G_1^2Y + G_1G_3^{-1}Y\right] \Rightarrow G = G_2G_3\left[G_4 - G + G_1 + G_1^2G + G_1G_3^{-1}G\right]$

$$G = \frac{G_2G_3(G_4+G_1)}{1+G_2G_3\left[1-G_1^2-G_1G_3^{-1}\right]}$$

1.2 Khi $G_1 = 0$ thì $G = \dfrac{G_2G_3G_4}{1+G_2G_3}$ với $G_3 = \dfrac{k}{s(1+T_1s)(1+T_2s)}$, $-k(T_1+T_2) = -50$, $\dfrac{-kT_1T_2}{T_1+T_2} = -8$ và $\dfrac{1}{\sqrt{T_1T_2}} = \dfrac{1}{4}$, tức là: $k=5,\ T_1=2,\ T_2=8$ hoặc $k=5,\ T_1=8,\ T_2=2$

Áp dụng phương pháp tối ưu đối xứng ứng với $a=4$ theo các công thức: $T_I = T_1 + 4T_2$, $T_D = \dfrac{4T_1T_2}{T_1+4T_2}$, $k_p = \dfrac{T_1+4T_2}{6kT_2^2}$ và $G_4 = \dfrac{1}{1+Ts} = \dfrac{1}{1+4T_2s}$ sẽ được 2 bộ tham số:

$T_I = 34,\ T_D = 32/17,\ k_p = 17/960,\ T = 32$ và $T_I = 16,\ T_D = 4,\ k_p = 1/15,\ T = 8$

2.1 Hệ con ứng với đầu vào u_2 là:

$\dfrac{d\underline{x}}{dt} = A\underline{x} + \underline{b}_2u_2$ và $y = x_1 + x_2 = \underline{c}^T\underline{x}$ có $\underline{c}^T = (1\ ,1\ ,0)$

Hệ này có $\operatorname{rank}\left(\underline{b}_2\ ,A\underline{b}_2\ ,A^2\underline{b}_2\right) = \operatorname{rank}\begin{pmatrix} 1 & 3 & 9 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = 1 < 3$ nên không điều khiển được

nhưng có $\operatorname{rank}\begin{pmatrix} \underline{c}^T \\ \underline{c}^TA \\ \underline{c}^TA^2 \end{pmatrix} = \operatorname{rank}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 3 & 1 & 2 \\ 9 & 5 & 8 \end{pmatrix} = 3$ nên quan sát được

2.2 Hệ con ứng với một đầu vào u_1 mô tả bởi:

$\begin{cases}\dfrac{d\underline{x}}{dt} = A\underline{x} + \underline{b}_1u_1 \\ y = x_1 + x_2 = \underline{c}^T\underline{x}\end{cases}$ có $\operatorname{rank}\left(\underline{b}_1\ ,A\underline{b}_1\ ,A^2\underline{b}_1\right) = \operatorname{rank}\begin{pmatrix} 0 & 1 & 7 \\ 1 & 2 & 6 \\ 1 & 4 & 12 \end{pmatrix} = 3$ nên điều khiển được.

Vậy chỉ cần gán điểm cực nhờ u_1. Ký hiệu bộ điều khiển phản hồi trạng thái gán điểm cực là $R = \begin{pmatrix} \underline{r}_1 \\ \underline{0}^T \end{pmatrix}$ thì khi áp dụng Ackerman cho hệ một đầu vào trên sẽ được: $\underline{r}_1 = (54\ ,3\ ,12)$

Áp dụng Ackermann cho hệ đối ngẫu $\dfrac{dx}{dt} = A^T\underline{x} + \underline{c}u$ thì bộ quan sát trạng thái Luenberger của hệ là $\dot{\hat{\underline{x}}} = A\hat{\underline{x}} + B\underline{u} + L\left(y - \underline{c}^T\hat{\underline{x}}\right)$ sẽ có $L^T = (-44.5\ ,62.5\ ,109)$

2.3 Hệ kín có mô hình:

$\dfrac{d\underline{x}}{dt} = \hat{A}\underline{x} + \left(\underline{b}_1\ ,\underline{b}_1\right)\begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix},\ y = \underline{c}^T\underline{x}$ với $\hat{A} = A - BR = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 1 \\ -54 & -2 & -11 \\ -54 & -1 & -10 \end{pmatrix}$

nên sẽ có hàm truyền hệ kín $G_{kín} = (G_1\ ,G_2)$ với

$$G_1 = \underline{c}^T(sI-A)^{-1}\underline{b}_1 = \frac{s^2-3s+4}{(s+3)^3} \text{ và } G_2 = \underline{c}^T(sI-A)^{-1}\underline{b}_2 = \frac{s^2-42s+63}{(s+3)^3}$$