

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

KHOA: ĐIỆN-ĐIỆN TỬ

BỘ MÔN: TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN

ĐỀ THI CUỐI KỲ HKI NĂM HỌC 2019-2020

Môn: Hệ thống điều khiển tự động

Mã môn học: ACSY330346

Đề số: 01. Đề thi có 02 trang.

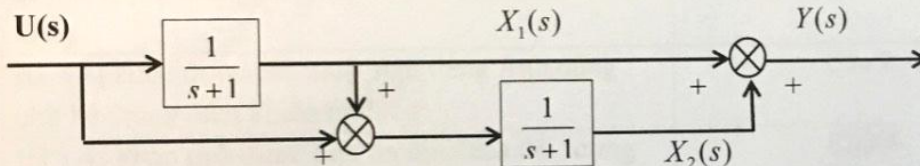
Thời gian: 90 phút.

SV được phép sử dụng tài liệu là 1 tờ giấy A4 viết tay hai mặt để tham khảo.

Câu 1:(3đ) Hệ thống hồi tiếp âm đơn vị có hàm truyền hở $G(s) = \frac{K}{s(s+4)(s+5)}$

- Vẽ quỹ đạo nghiệm số của hệ kín khi $0 < K < +\infty$.
- Xác định giá trị của K để hệ thống có hệ số giảm chấn (hệ số tắt dần) là 0.707.

Câu 2:(1đ) With state variables in block diagram



Write the state equation for the block diagram

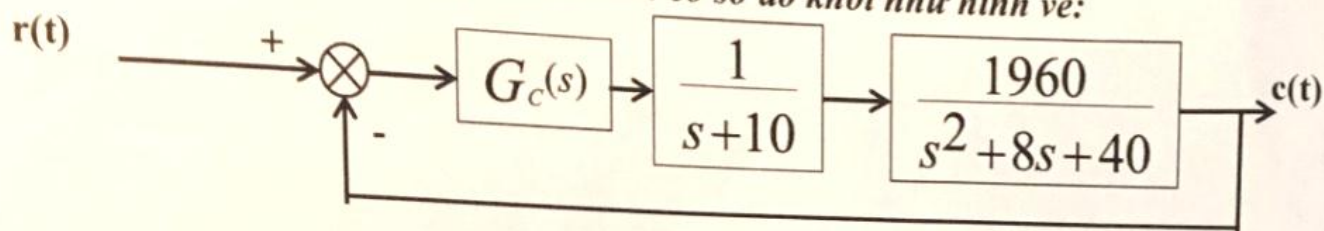
$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) = Cx(t) \end{cases}$$

Câu 3: (1.5đ) Cho hệ thống hồi tiếp âm đơn vị có hàm truyền hở

$$G(s) = \frac{500}{(s+24)(s^2+5s+14)}$$

- Tìm sai số xác lập của hệ thống khi tín hiệu vào $r(t) = 30.1(t)$
- Xác định độ vọt lố phần trăm, thời gian quá độ theo tiêu chuẩn 5%, số lần dao động quanh vị trí xác lập N.

Câu 4 (4.5đ) Một hệ thống điều khiển có sơ đồ khối như hình vẽ:

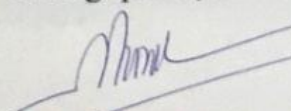


- Cho $G_c(s)=1$. Hãy vẽ biểu đồ Bode biên độ và Bode pha của hệ hở. Tìm tần số cắt biên, độ dự trữ pha và cho biết hệ có ổn định không?
- Thiết kế khâu hiệu chỉnh $G_c(s)$ sao cho hệ thống sau hiệu chỉnh có pha dự trữ lớn hơn hoặc bằng 30, sai số xác lập không thay đổi khi $r(t)=1(t)$.

Ghi chú: Cán bộ coi thi không được giải thích đề thi

Chuẩn đầu ra của học phần (về kiến thức)	Nội dung kiểm tra
[G1.5] Đánh giá được chất lượng của hệ thống.	Câu 1, câu 3
[G 4.1] Xây dựng được mô hình toán học cho một số đối tượng đơn giản trong lĩnh vực điều khiển tự động.	Câu 2
[G 3.1] Hiểu được các thuật ngữ tiếng Anh dùng cho hệ thống điều khiển tự động	Câu 2
[G 1.4] Phân tích được tính ổn định của đối tượng cụ thể	Câu 4
[G 4.2] Phân tích, đánh giá được việc áp dụng bộ điều khiển phù hợp với đối tượng, tính toán được thông số bộ điều khiển	Câu 4

Ngày 10 tháng 12 năm 2019
Thông qua bộ môn


PGS.TS. Trương Đình Nhơn

Câu 1: (3đ)

a) vẽ QĐNS

PTĐT $1 + G(s) = 0 \Leftrightarrow 1 + \frac{K}{s(s+4)(s+5)} = 0 \quad (1)$

$\Leftrightarrow s^3 + 9s^2 + 20s + K = 0 \quad (2)$

$\rightarrow K = -(s^3 + 9s^2 + 20s) \quad (3)$

Cực $p_1 = 0$ $p_2 = -4$ $p_3 = -5$ $n = 3$

Zero: không có $m = 0$

$\sigma_A = \frac{0 - 4 - 5}{3} = -3$

$\alpha_1 = \frac{\pi}{3}$ $\alpha_2 = -\frac{\pi}{3}$ $\alpha_3 = \pi$

điểm tách nhập $\frac{dK}{ds} = 0$

$\Leftrightarrow 3s^2 + 18s + 20 = 0$

$\Rightarrow \begin{cases} s_1 = -1,47 \text{ (nhận)} \\ s_2 = -4,53 \text{ (loại)} \end{cases}$

Giao điểm QĐNS và trục ảo

Thay $s = j\omega$ vào (2)

$\Rightarrow -j\omega^3 - 9\omega^2 + 20j\omega + K = 0$

$K = 9\omega^2$

$\Rightarrow \begin{cases} \omega(-\omega^2 + 20) = 0 \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} \omega = 0 \\ K = 0 \\ \omega^2 = 20 \Rightarrow \omega = \pm 4,47 \\ K = 180 \end{cases}$

$s = \pm 4,47j$

Câu 1b Tìm K để $\zeta = 0,707$

PTĐT của hệ kín

$s^3 + 9s^2 + 20s + K = 0 \quad (1)$

PTĐT để $\zeta = 0,707$

$(s+a)(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2) = 0$

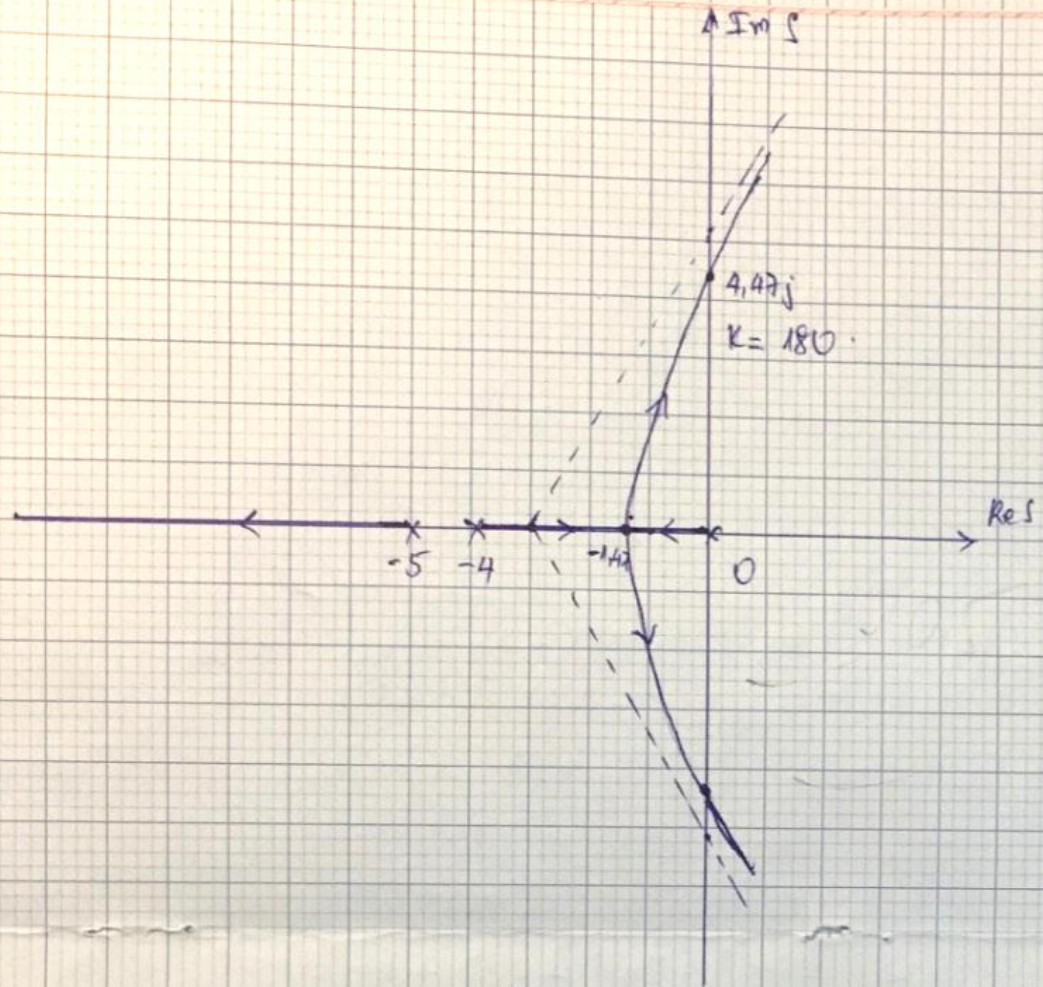
$s^3 + (a + 2\zeta\omega_n)s^2 + (\omega_n^2 + 2\zeta\omega_n a)s + a\omega_n^2 = 0 \quad (2)$

Đồng nhất hệ số (1) và (2)

$\Rightarrow \begin{cases} a + 2\zeta\omega_n = 9 \\ \omega_n^2 + 2\zeta\omega_n a = 20 \\ K = a\omega_n^2 \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} a = 9 - 2\zeta\omega_n \\ \omega_n^2(1 - 4\zeta^2) + 2 \cdot 9 \cdot \frac{1}{2}\omega_n = 20 = 0 \\ K = a\omega_n^2 \end{cases} \quad (3)$

②



$$a) \Rightarrow \begin{cases} \omega_n = 10.89 & \Rightarrow a = -6.4 & \Rightarrow K < 0 \\ \omega_n = 1.84 & \Rightarrow a = 6.4 & \Rightarrow K = 24.67 \end{cases}$$

(3)

Câu 2:

(1đ)

$$X_1(s) = U(s) \cdot \frac{1}{s+1} \Rightarrow \dot{x}_1(t) = -x_1(t) + u(t)$$

$$\begin{aligned} X_2(s) &= [U(s) + X_1(s)] \frac{1}{s+1} \Rightarrow \dot{x}_2(t) = x_1(t) - x_2(t) + u(t) \\ \text{PTTT} \quad \begin{cases} \dot{x}_1(t) &= -x_1(t) + Bu(t) \\ \dot{x}_2(t) &= Cx_1(t) \end{cases} \end{aligned}$$

$$Y(s) = X_1(s) + X_2(s) \Rightarrow y(t) = x_1(t) + x_2(t)$$

$$\Rightarrow A = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C = [1 \quad 1]$$

Câu 3:

(1,5đ)

$$G(s) = \frac{500}{(s+24)(s^2+5s+14)}$$

$$\Rightarrow h(t) = 30 \cdot 1(t) \Rightarrow R(s) = \frac{30}{s}$$

$$e_{xe} = \frac{30}{1+K_p}$$

$$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{500}{(s+24)(s^2+5s+14)} = 1,489$$

$$\Rightarrow e_{xe} = 12,1$$

b) POT ? , t_{qđ} , N.

$$\text{PTTT} \quad 1 + \frac{500}{(s+24)(s^2+5s+14)} = 0$$

$$\Rightarrow s^3 + 29s^2 + 134s + 936 = 0$$

$$s_1 = -24,97$$

$$\begin{cases} s_{2,3} = -2,01 \pm 5,42j \end{cases}$$

$$= -\zeta\omega_n \pm j\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \zeta\omega_n = 2,01 \\ \omega_n\sqrt{1-\zeta^2} = 5,42 \end{cases} \Rightarrow \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} = 0,371$$

$$\text{POT} = e^{-\frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}} \times 100\% = 31,18\%$$

$$T/C \quad 5\% \quad t_{qđ} = \frac{3}{\zeta\omega_n} = \frac{3}{2,01} = 1,49$$

Số lần dao động

$$N = \frac{2\sqrt{1-\zeta^2}}{\pi \cdot \zeta} = \frac{2 \cdot 5,42}{\pi \cdot 2,01} = 1,72 \text{ (lần)}$$

Câu 4 (4,5*)

$$\begin{aligned} a) \quad G(s) &= \frac{1960}{(s+10)(s^2+8s+40)} \\ &= \frac{1960}{4,9} \left(\frac{s}{10} + 1 \right) \left(\frac{1}{40} s^2 + \frac{1}{5} s + 1 \right) \end{aligned}$$

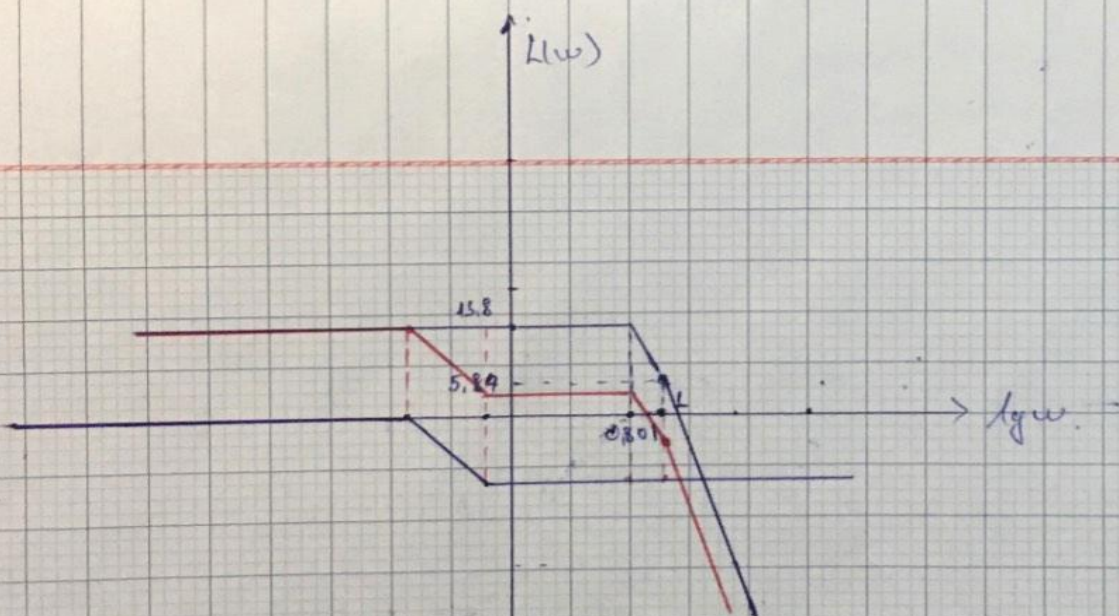
Tần số góc

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{40}}} = 6,32 \text{ (rad/s)} \Rightarrow \lg \omega_1 = 0,801$$

$$\omega_2 = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ (rad/s)} \Rightarrow \lg \omega_2 = -1$$

$$\begin{aligned} A \quad & \left\{ \begin{aligned} \omega_0 &= 1 \text{ (rad/s)} \\ L(\omega_0) &= 20 \lg 4,9 = 13,8 \text{ dB} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

$$\lg \omega_c = \frac{0 - 5,84}{-60} + 1 = 1,097 \Rightarrow \omega_c = 12,5 \text{ rad/s}$$



$$\varphi(\omega) = -\arctan^{-1} \frac{\omega}{10} - \arctan^{-1} \frac{\frac{1}{3}\omega}{1 - \frac{1}{40}\omega^2}$$

$$\omega < 6.32$$

$$\varphi(\omega) = -\arctan^{-1} \frac{\omega}{10} - \arctan^{-1} \frac{\frac{1}{3}\omega}{1 - \frac{1}{40}\omega^2} - 180^\circ$$

ω	0	1	6.32	10	$+\infty$
$\varphi(\omega)$	0	-17.3	-122.2	-171.9	-270

$$\phi_M = 180^\circ + \varphi(\omega_c) = -10.6^\circ$$

$$\begin{aligned} b) \varphi(\omega_c') &= -180^\circ + \phi_M + \theta \\ &= -180^\circ + 30^\circ + 7 \\ &= -143^\circ \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \omega_c' = 7.6 \text{ (rad/s)} \Rightarrow \lg \omega_c' = 0.881 \Rightarrow L(\omega_c') = (0.881 - 0.801)(-40) + 138$$

$$L(\omega_c') = -20 \lg \alpha$$

$$\Rightarrow -20 \lg \alpha = 10.6 \Rightarrow \alpha = 10^{-\frac{10.6}{20}} = 0.295$$

$$\frac{1}{\alpha T} \leq \frac{\omega_c'}{10} \Rightarrow \frac{1}{\alpha T} \leq 0.76 \Rightarrow \alpha T \geq 1.3$$

$$\text{chọn } \alpha T = 1.5$$

$$T = \frac{\alpha T}{\alpha} = \frac{1.5}{0.295} = 5.1$$

$$G_c(s) = \frac{1.5s + 1}{5.1s + 1}$$

Kiểm tra pha lại

$$G_z(s) = G_c(s) G(s) = \frac{1.5s + 1}{5.1s + 1} \cdot \frac{1960}{(s+10)(s^2 + 8s + 40)}$$

$$\varphi_z(\omega) = +\arctan^{-1}(1.5\omega) - \arctan^{-1}(5.1\omega) - \arctan^{-1}\left(\frac{\omega}{10}\right) - \arctan^{-1}\frac{\frac{1}{3}\omega}{1 - \frac{1}{40}\omega^2} - 180^\circ$$

$$\omega_c' = 7.6 \text{ (rad/s)}$$

$$\phi_{M_z} = 180^\circ + \varphi_z(\omega_c) = 32.9^\circ$$