

Câu 1 (1đ) a) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{FG}{1+FG}$ 0,5

b) $\frac{Y(s)}{N(s)} = -\frac{FG}{1+FG}$ 0,5

Câu 2 (1đ) a) $G(s) = \frac{1}{(s+1)(s+3)} \rightarrow e_{cl} = \frac{1}{1+K_p} = \frac{3}{4}$

Với $K_p = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s) = \frac{1}{3}$ 0,5

b) $F(s) = \frac{1}{s}$ 0,5

Câu 3 (1đ) ptđt $T_i s^3 + 4T_i s^2 + T_i s(3+K_p) + K_p = 0$ 0,5

① ĐK cần $\begin{cases} 3+K_p > 0 \\ K_p > 0 \end{cases} \rightarrow K_p > -3$

② ĐK ổn định theo Routh

$\begin{cases} T_i > 0 ; K_p > 0 \\ 4T_i(3+K_p) - K_p > 0 \end{cases} \Rightarrow T_i > \frac{K_p}{4(3+K_p)}$

Câu 4 (2,5đ) a) $G_{h2}(s) = \frac{10K_f}{s(s+1+10K_f)}$

$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot G_{h2}(s) = \frac{10K_f}{1+10K_f} = 10 \rightarrow K_f = 1+10K_f$ ①

ptđt $s^2 + (1+10K_f)s + 10K_f = 0$

① $\omega_n = \sqrt{10K_f}$

③ $2\delta\omega_n = 1+10K_f = \omega_n$ (với $\delta = 0,5$)

\Rightarrow T_i ①, ②, ③

$\Rightarrow 100K_f^2 - 8K_f - 9 = 0$

$\Rightarrow \begin{cases} K_f = 0,9 \\ K_f = -0,1 \text{ (loại)} \end{cases} \Rightarrow K_f = 10$

$$\begin{aligned}
 \text{b) } \overline{m_1} &= e^{-\pi\% + \delta^2} \cdot 1000 = \boxed{10,31\%} & \cos \delta &= 0,5 \\
 N &= \frac{2\sqrt{1-\delta^2}}{\pi \delta} = \boxed{1,1 \text{ km}} & \sqrt{1-\delta^2} &= 0,866 \\
 \overline{f_d}(220) &= \frac{4}{8000} = \frac{4}{0,5 \cdot 10} = \boxed{0,8(3)}
 \end{aligned}$$

Câu 5 (4+)

$$\text{a) } \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{280(s+0,5)}{s(s+0,2)(s+5)(s+70)} \xrightarrow{280s+140} \frac{280s+140}{s^4+75,2s^3+365s^2+350s+140}$$

Đặt biến phụ $Y(s)$, ta có:

$$\begin{cases}
 C(s) = (280s+140)Y(s) \\
 R(s) = (s^4+75,2s^3+365s^2+350s+140)Y(s)
 \end{cases}$$

$$\xrightarrow{-1} \begin{cases}
 c(t) = 280\dot{y}(t) + 140y(t) \\
 r(t) = \ddot{y}(t) + 75,2\dot{y}(t) + 365y(t) + 350\dot{y}(t) + 140y(t)
 \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Đặt } x_1(t) &= y(t) \\
 x_2(t) &= \dot{x}_1(t) = \dot{y}(t) \\
 x_3(t) &= \dot{x}_2(t) = \ddot{y}(t) \\
 x_4(t) &= \dot{x}_3(t) = \dddot{y}(t)
 \end{aligned}$$

$$\dot{x}_4(t) = \dddot{y}(t) = -140x_1(t) - 350x_2(t) - 365x_3(t) - 75,2x_4(t) + r(t)$$

Hệ pt btt có dạng $\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + B r(t) \\ c(t) = Cx(t) \end{cases}$

$$\text{với } A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -140 & -350 & -365 & -75,2 \end{bmatrix} ; B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 140 & 280 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

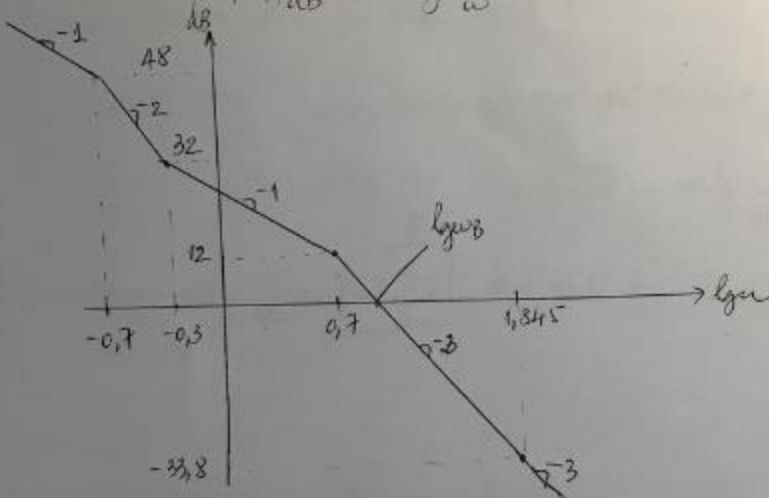
5b) $K_B = \frac{1}{e_0} = 50 = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s) \cdot G(s) = 2K_C \rightarrow K_C = 25$

$$G_1(s) = K_C \cdot G(s) = \frac{7000 (s+0,5)}{s (s+0,2) (s+5) (s+70)}$$

TSG

ω	0,2	0,5	5	70
$\lg \omega$	-0,7	-0,3	0,7	1,845

$$\omega \rightarrow 0 \Rightarrow |G_1|_{dB} = 20 \lg \frac{50}{\omega} = 34 dB - 20 \lg \omega$$



$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{\omega}{0,5} - 90^\circ - \arctg \frac{\omega}{0,2} - \arctg \frac{\omega}{5} - \arctg \frac{\omega}{70}$$

ω	0	0,2	0,5	5	70	∞
$\varphi(\omega)$	-90°	$-115,65^\circ$	$-119,3^\circ$	$-187,41^\circ$	$-221,16^\circ$	-270°

$$\lg \omega_B = 0,7 + \frac{12}{40} = 1 \rightarrow \omega_B = 10^{12}/s \rightarrow |G(\omega_B)| = -165,27$$

$$\rightarrow PDT = 16,73$$

$$\phi_{max} = PDT_{yc} - PDT + (5^\circ - 20^\circ) = 41^\circ$$

$$\rightarrow \alpha = \frac{1 - \cos \phi_{max}}{1 + \cos \phi_{max}}$$

$$-\text{ctg } \alpha = -6,812 \rightarrow \omega'_0 = 14,8 \text{ rad/s} = \frac{1}{T\alpha}$$

$$\rightarrow T = \frac{1}{\omega'_0 \cdot \sqrt{\alpha}} = 0,0308$$

$$\rightarrow \alpha T = 0,1485$$

$$\Rightarrow G(s) = 25 \frac{1 + 0,1485s}{1 + 0,0308s}$$

Kiểm tra lại PDT sau khi chỉnh

$$\begin{aligned} \angle G(\omega'_0) G(\omega'_0) &= \arctg 0,148\omega'_0 - \arctg 0,0308\omega'_0 + \arctg \frac{\omega'_0}{0,5} - 90^\circ - \\ &\quad - \arctg \frac{\omega'_0}{0,2} - \arctg \frac{\omega'_0}{5} - \arctg \frac{\omega'_0}{70} = -133,47^\circ \end{aligned}$$

$$\rightarrow \text{PDT}_{\text{mũ}} = \boxed{46,53} \text{ đạt yêu cầu}$$

Câu 1:(1đ) Figure 1 shows a block diagram of a control system.

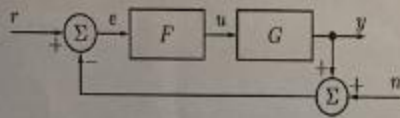


Figure 1

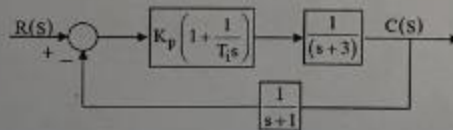
Determine the transfer function:

- of the closed loop system from $R(s)$ to $Y(s)$
- from the disturbance $N(s)$ to the output $Y(s)$

Câu 2:(1đ) Sơ đồ khối như hình vẽ 1, giả sử nhiễu $n = 0$ và $G(s) = \frac{1}{(s+1)(s+3)}$

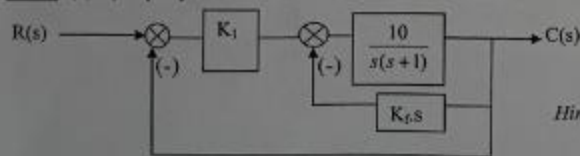
- Cho $F(s) = 1$. Hãy xác định sai số xác lập khi $r(t)$ là hàm bậc đơn vị
- Bộ điều khiển $F(s)$ phải thỏa mãn điều kiện nào thì sai số xác lập bằng 0 khi $r(t) = 1(t)$

Câu 3:(1,5đ) Một đối tượng điều khiển có sơ đồ khối như hình 2. Tìm điều kiện của K_p và T_i để hệ thống ổn định



Hình 2

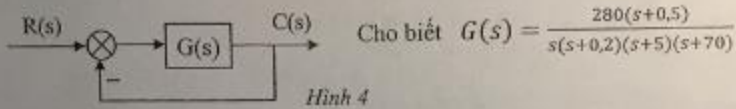
Câu 4: (2,5đ) Một hệ điều khiển có sơ đồ khối như hình vẽ 3



Hình 3

- a) Tìm K_1 và K_f để hằng số sai số vận tốc $K_v = 10$ và hệ số giảm chấn $\delta = 0,5$
 (Lưu ý: K_f phải có giá trị dương)
- b) Xác định độ vọt lố, thời gian quá độ (t/c 2%), số lần dao động N với K_1 và K_f vừa tìm.

Câu 5:(4đ) Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển hồi tiếp âm đơn vị như hình 4

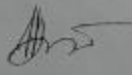


- a) Thành lập phương trình trạng thái dùng phương pháp tọa độ pha (1đ)
- b) Hãy thiết kế khâu hiệu chỉnh sớm pha $G_c(s)$ để hệ đạt được sai số xác lập vận tốc $e_v \leq 0,02$ và góc pha dự trữ $\geq 45^\circ$ (3đ)

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
[G 1.3] Xác định được mô tả toán học cho một đối tượng bất kỳ trong lĩnh vực điều khiển tự động	Câu 1, 2, 3, 5
[G 2.1] Hiểu được các thuật ngữ tiếng Anh dùng cho hệ thống điều khiển tự động	Câu 1
[G 3.1] Phân tích được tính ổn định của đối tượng cụ thể	Câu 3
[G3.2] Đánh giá được chất lượng của hệ thống	Câu 4
[G 4.2] Phân tích và đánh giá được việc áp dụng bộ điều khiển phù hợp với đối tượng	Câu 2,5
[G 4.3] Tính toán được các thông số của bộ điều khiển đối với từng đối tượng cụ thể	Câu 5

Ngày 12 tháng 6 năm 2018
 Thông qua bộ môn


 Nguyễn Tấn Anh