

Đáp án 02: Đề thi giữa kỳ môn Lý thuyết điều khiển tự động I

Câu 1:

- *Xác định K và T để cho hệ kín ổn định.*

Hàm truyền của hệ kín là:

$$G_K(s) = \frac{G(s)}{1+G(s)} = \frac{K(Ts+1)}{Ts-1+K(Ts+1)} = \frac{K(Ts+1)}{T(1+K)s+K-1}$$

Điểm cực của hệ kín là: $s_1 = \frac{1-K}{T(1+K)}$ **(0.5 điểm)**

Để hệ ổn định thì $s_1 < 0$.

Nếu $T > 0$ thì $\frac{1-K}{K+1} < 0$. Do đó, $K > 1$ hoặc $K < -1$

Nếu $T < 0$ thì $\frac{1-K}{K+1} > 0$. Vậy $-1 < K < 1$

Điều kiện để hệ ổn định là: $T < 0$ và $-1 < K < 1$ hoặc $T > 0$ và $\begin{cases} K > 1 \\ K < -1 \end{cases}$

(0.5 điểm)

- *Vẽ đồ thị đặc tính tần số biên độ lô ga rút và đặc tính tần số pha lô ga rút với K và T tìm được ở trên.*

Đặc tính tần số biên độ pha của hệ hở là: $G(j\omega) = K \frac{j\omega T + 1}{j\omega T - 1}$ **(0.5 điểm)**

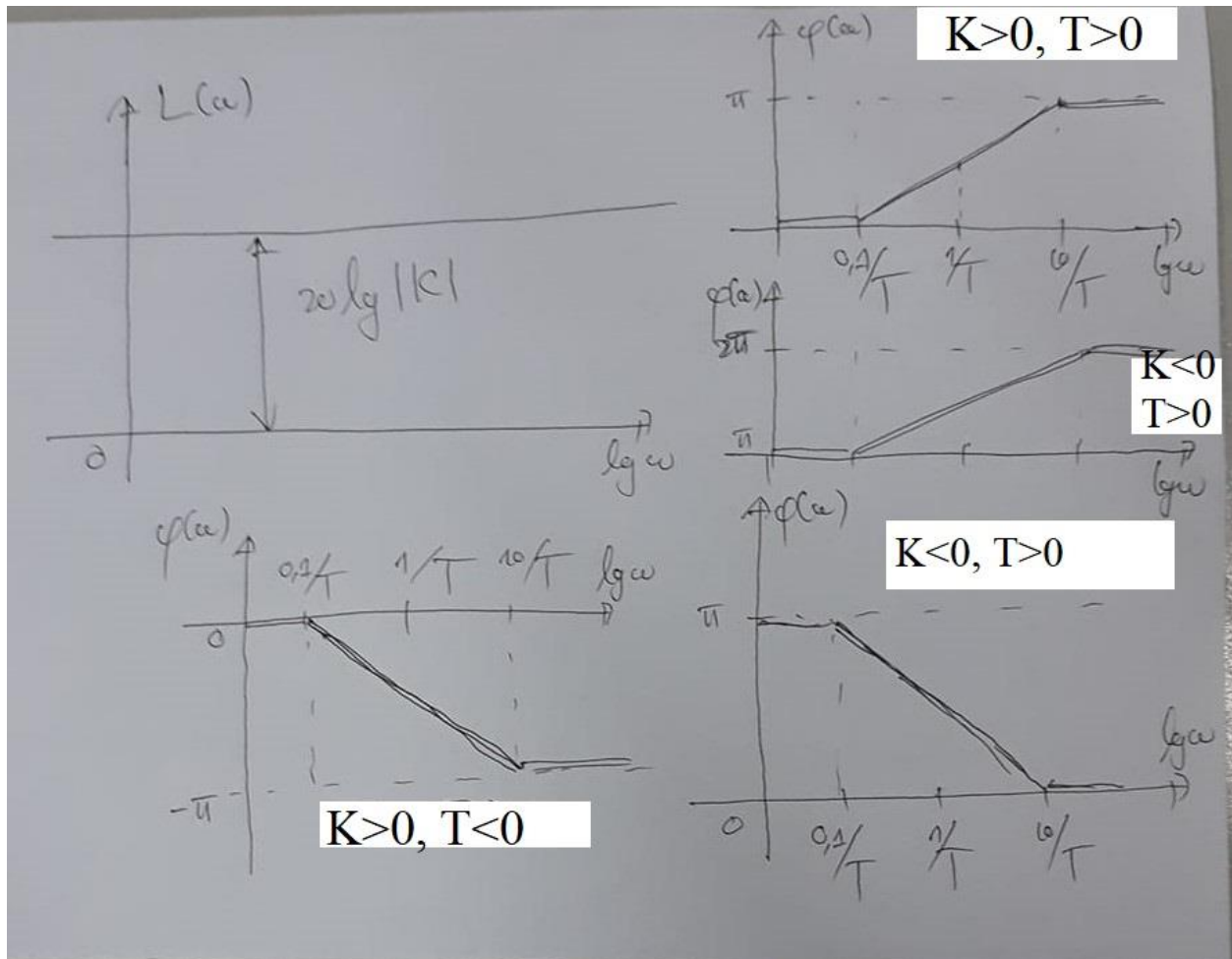
Đặc tính tần số biên độ Lô ga rút là: $L(\omega) = 20\lg|G(j\omega)| = 20\lg|K|$ **(0.5 điểm)**

Đặc tính tần số pha là: $\varphi(\omega) = a \tan \frac{T\omega}{1} - a \tan \frac{T\omega}{-1} + a \tan \frac{0}{K}$ **(0.5 điểm)**

$$= 2a \tan(T\omega) + a \tan \frac{0}{K}$$

$$a \tan \frac{0}{K} = \begin{cases} 0 & \text{khi } K > 0 \\ \pi & \text{khi } K < 0 \end{cases}$$

Đồ thị được vẽ như hình sau: $\varphi(\omega)$ có bốn trường hợp tùy vào dấu của K và T. (0.5 điểm)



- **Sử dụng tiêu chuẩn ổn định Nyquist xét ổn định cho hệ kín**

Dựa vào $L(\omega)$ và $\varphi(\omega)$ ta thấy $|G(j\omega)| = |k|$ và $\varphi(\omega)$ biến thiên từ 0 đến 2π hoặc ngược lại khi có ω biến thiên từ $-\infty$ đến ∞ . Do đó đồ thị Nyquist có dạng đường tròn có tâm tại gốc tọa độ có bán kính là $|K|$.

Khi $T < 0$ điểm cực của hệ hở là $S_0 = \frac{1}{T} < 0$. Hệ kín ổn định khi đường đặc tính tần số của hệ hở không bao điểm $(-1 + j_0)$. Suy ra, $|K| < 1$. (0.5 điểm)

Khi $T > 0$ điểm cực của hệ hở là $S_0 = \frac{1}{T} > 0$, do đó hệ hở không ổn định. Hệ kín ổn định khi đường đặc tính tần số Nyquist bao điểm $-1 + j_0$ theo chiều ngược chiều kim đồng hồ. Suy ra $|K| > 1$. **(0.5 điểm)**

Câu 2:

- **Xác định K_h sao cho hệ kín có độ quá điều chỉnh bằng 4%**

Hàm truyền của vòng phản hồi bên trong là: $G_1(s) = \frac{\frac{10}{s+1}}{1 + K_h \frac{10}{s+1}} = \frac{10}{s+1+10K_h}$

Hàm truyền của hệ kín là: $G(s) = \frac{G_1(s) \frac{1}{s}}{1 + G_1(s) \frac{1}{s}} = \frac{10}{s^2 + (1+10K_h)s + 10} = \frac{1}{\frac{s^2}{10} + \frac{(1+10K_h)s}{10} + 1}$ **(0.5 điểm)**

Suy ra, $k = 1$, $T = \frac{1}{\sqrt{10}}$ và $D = \frac{1+10K_h}{2\sqrt{10}}$.

Để cho hệ có độ quá điều chỉnh là **6%** thì $D = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\pi^2}{\ln^2 \frac{\Delta h}{k}}}} = 0.6671$.

Suy ra $K_h = \frac{2\sqrt{10}D-1}{10} = 0.3219$. **(0.5 điểm)**

- **Tính thời gian xác lập $T_{2\%}$ với K_h tìm được trên.**

$$T_{2\%} = \frac{4T}{D} = 1.8961 \text{ (1 điểm)}$$

- **Tính sai lệch tĩnh $e(\infty)$, với $e = r - c$.**

$$E(s) = \frac{1}{1 + G_1(s)} \frac{1}{s} = \frac{1}{1 + \frac{10}{s+1+10K_h}} \frac{1}{s}$$

$$e(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s) = 0 \text{ (1 điểm)}$$

- **Tìm hàm quá độ của hệ kín**

$$h(t) = k \left(1 - \frac{e^{-\frac{D}{T}t}}{\sqrt{1-D^2}} \sin \left(\frac{\sqrt{1-D^2}}{T} t + \arccos(D) \right) \right)$$

$$h(t) = 1 - 1.3424e^{-2,1096t} \sin(2,3557t + 0.8405) \quad (1 \text{ điểm})$$

Câu 3:

$$a_0 = 1 ; a_1 = 2 ; a_2 = K + 3 ; a_3 = 4 ; a_4 = 5$$

s^4	a_0	a_2	a_4
s^3	a_1	a_3	
s^2	b_1	b_2	
s^1	c_1		
s^0	d_1		

$$b_1 = \frac{a_1 a_2 - a_0 a_3}{a_1} = \frac{2(K+3) - 1 * 4}{2} = K + 1$$

$$b_0 = \frac{a_1 a_4 - a_0 a_5}{a_1} = \frac{2 * 5 - 0 * 1}{2} = 5$$

$$c_1 = \frac{b_1 a_3 - a_1 b_2}{b_1} = \frac{4(K+1) - 2 * 5}{K+1} = \frac{4K-6}{K+1}$$

$$d_1 = \frac{c_1 b_2 - 0 * b_1}{c_1} = b_2 = 5$$

Để hệ ổn định thì $b_1 > 0$ và $c_1 > 0$

Suy ra $K > \frac{3}{2}$ **(2 điểm)**