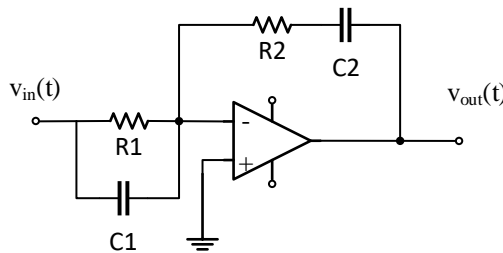


ĐỀ THI HỌC KỲ 4
MÔN: LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG
LỚP: CD TD21AB

Thời gian: 90 phút (Không kể thời gian chép/phát đề thi)
(Sinh viên được sử dụng tài liệu trên một tờ giấy A4 viết tay)

Câu 1: (2 điểm)

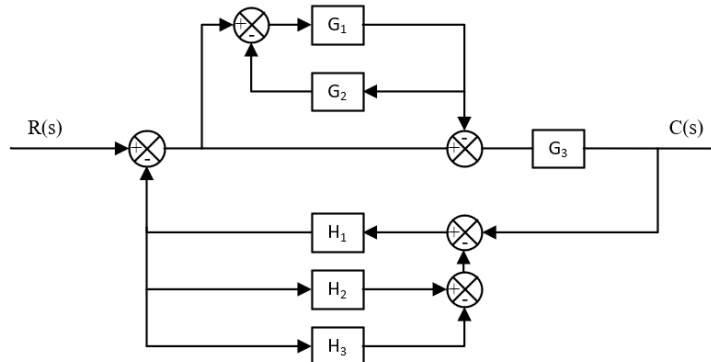
Cho mạch điện như hình:



Em hãy tìm hàm truyền tương đương của sơ đồ khối trên

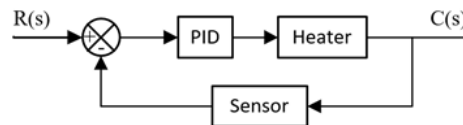
Câu 2: (2 điểm)

Cho sơ đồ khối sau:



Em hãy tìm hàm truyền tương đương của sơ đồ khối trên

Câu 3: (1.5 điểm)



Cho sơ đồ khối hệ thống điều khiển nhiệt độ lò nhiệt như hình trên, hàm truyền hở $G(s)$ của hệ lò nhiệt như sau:

$$G_{Heater}(s) = \frac{K}{(T_1 T_2) s^2 + (T_1 + T_2) s + 1}$$

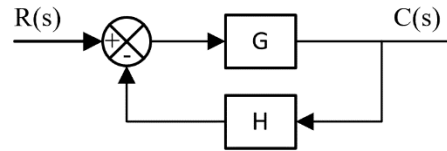
Với T_1 [s] và T_2 [s] là các hằng số thời gian ($T_1 > 0$; $T_2 > 0$) và K là hệ số

gia nhiệt của lò ($K > 0$). Hệ lò nhiệt sử dụng cảm biến có hàm truyền là 1 và được điều khiển bởi một bộ điều khiển PID có các thông số như sau: $K_p = 1$, $K_I = 0$, $K_D = 0$. Hệ thống trên có ổn định hay không, em hãy chứng minh cụ thể.

Câu 4: (1 điểm)

Tính sai số xác lập cho hệ thống như hình bên:

Với: $G(s) = \frac{5}{(s+1)}$ $H(s) = \frac{1}{s}$



a. Đầu vào là hàm nấc đơn vị (0.5 điểm)

b. Đầu vào là hàm dốc đơn vị (0.5 điểm)

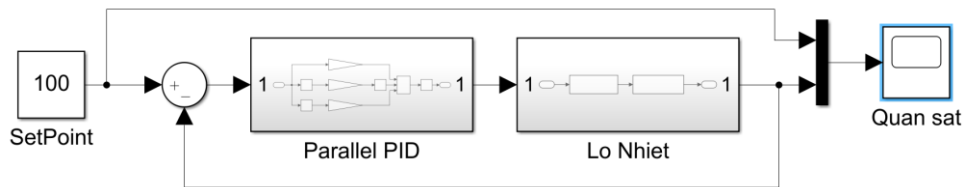
Câu 5: (2.5 điểm)

Cho hàm truyền vòng kín như bên dưới, em hãy vẽ biểu đồ Bode biên độ theo phương pháp gần đúng:

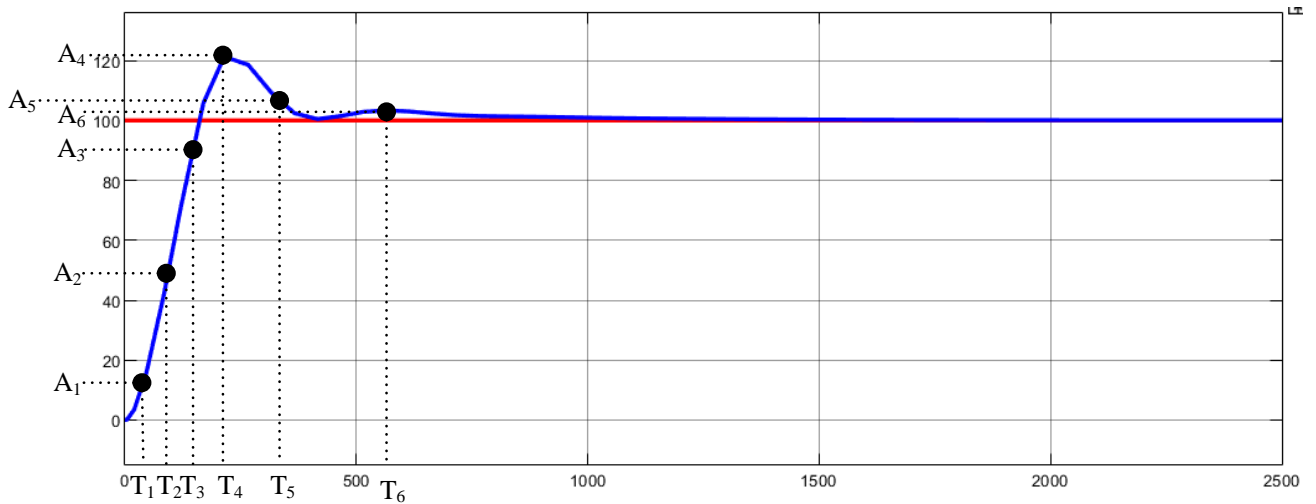
$$G(s) = \frac{20s(100s+10)}{(10s+10)(100s+1)^2}$$

Sinh viên thực hiện phải trình bày rõ độ dốc của đồ thị bode, phương trình, công thức tính và giá trị biên độ cụ thể tại các tần số gãy (tần số cắt) trong biểu đồ.

Câu 6: (1 điểm)



Cho sơ đồ hệ thống điều khiển nhiệt độ lò nhiệt tại 100 [°C] như hình trên thu được đáp ứng nhiệt độ như hình dưới, lúc này các hệ số của bộ điều khiển PID: $K_p = 0.02$, $K_I = 0.00005$, $K_D = 0.01$, em hãy xác định giá trị của các tiêu chí đánh giá chất lượng điều khiển E_{ss} , POT, T_r , T_{qd} .



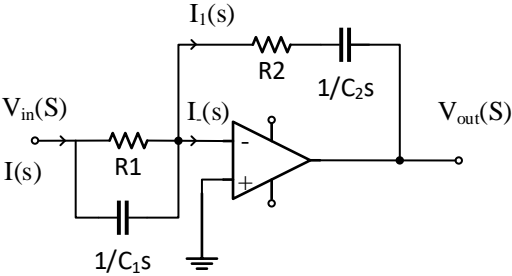
Với: $T_1 = 35$ [s]; $T_2 = 94$ [s]; $T_3 = 147$ [s]; $T_4 = 218$ [s]; $T_5 = 347$ [s]; $T_6 = 691$ [s];
 $A_1 = 10$ [°C]; $A_2 = 50$ [°C]; $A_3 = 90$ [°C]; $A_4 = 121$ [°C]; $A_5 = 105$ [°C] $A_6 = 102$ [°C]

TP. HCM, Ngày 22 Tháng 12 Năm 2022

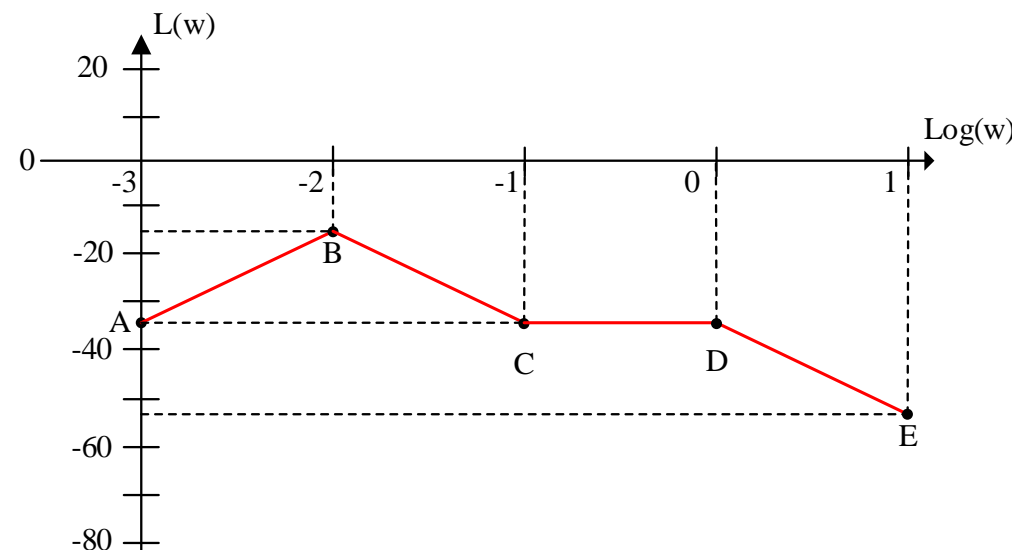
BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA

GIÁO VIÊN RA ĐỀ

ĐÁP ÁN ĐỀ THI HỌC KỲ 4
MÔN: LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG
LỚP: CĐ ĐKTĐ 21 AB
Thời gian: 90 phút (Không kể thời gian chép/phát đề thi)

Câu	Nội dung	Điểm
1	Hàm truyền tương đương	2
	<p>Laplace hóa mạch điện đề bài ta được:</p>  <p>Áp dụng định luật Kirchhoff 1:</p> $\Rightarrow I(s) = I^-(s) + I_1(s) \quad (*)$ <p>Mà $I^+(s) = I^-(s) = 0$ (Tính chất Opamps)</p> $(*) \Rightarrow I(s) = I_1(s)$ $\Leftrightarrow \frac{V_{in}(s) - V^-(s)}{\frac{R_1}{R_1 C_1 s + 1}} = \frac{V^-(s) - V_{out}(s)}{\frac{R_2 C_2 s + 1}{C_2 s}} \quad (**)$ <p>Mà $V^+(s) = V^-(s) = 0$ (Tính chất Opamps)</p> $(**) \Rightarrow G_{TD}(s) = \frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = -\frac{(R_1 C_1 s + 1)(R_2 C_2 s + 1)}{R_1 C_2 s}$	
2	<p>Xét tính ổn định của hệ thống</p> $G_A(s) = [(G_1(s) \text{ ht } G_2(s)) // (1)] \text{ nt } G_3(s) = \left(G_3(s) - \frac{G_1(s)G_3(s)}{1 + G_1(s)G_2(s)} \right)$ $G_B(s) = [(H_2(s) // H_3(s)) \text{ ht } H_1(s)] = \frac{H_1(s)}{1 + H_1(s)(H_2(s) - H_3(s))}$	<p>0.75</p> <p>0.75</p>

	<p>b) Đối với ngõ vào là hàm dốc đơn vị:</p> $K_v = \lim_{s \rightarrow 0} [sG(s)H(s)] = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{5s}{(s+1)} \cdot \frac{1}{s} \right] = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{5}{(s+3)} \right] = \frac{5}{3}$ $e_{st} = \frac{1}{K_v} = \frac{3}{5} = 0.6$	0.5
5	Vẽ biểu đồ Bode biên độ gần đúng theo các tiệm cận	2.5
	<p>Chuẩn hóa hàm truyền ta được:</p> $G(s) = \frac{20s(10s+1)}{(s+1)(100s+1)^2}$	0.25
	<p>Tần số cắt :</p> $w_1 = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ [rad]/[s]} \quad \rightarrow \log w_1 = -2$ $w_2 = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ [rad]/[s]} \quad \rightarrow \log w_2 = -1$ $w_3 = \frac{1}{1} = 1 \text{ [rad]/[s]} \quad \rightarrow \log w_3 = 0$	0.25
	<p>A có tọa độ</p> $\begin{cases} \omega_A = 0.001 \text{ (rad / s)} \log(\omega_A) = -3 \\ L(\omega_A) = 20 \log(K) + \alpha 20 \log(\omega_A) = -33.9794 \text{ [dB]} \end{cases}$	0.25
	<p>Biểu đồ bode biên độ có độ dốc ban đầu là: +20dB do G(s) chứa 1 khâu vi phân lý tưởng. Độ dốc của biểu đồ bode sẽ thay đổi tại các tần số gãy như sau :</p> <p>Tại $w_1 = 0.01 \text{ [rad]/[s]}$ thay đổi độ dốc 1 lượng -40dB \Rightarrow Bode biên độ có độ dốc là -20 [dB]</p> <p>Tại $w_2 = 0.1 \text{ [rad]/[s]}$ thay đổi độ dốc 1 lượng 20dB \Rightarrow Bode biên độ có độ dốc là 0 [dB]</p> <p>Tại $w_3 = 1 \text{ [rad]/[s]}$ thay đổi độ dốc 1 lượng -20dB \Rightarrow Bode biên độ có độ dốc là -20 [dB]</p>	0.25
	<p>Tìm phương trình đường thẳng (AB)</p> <p>Thay độ dốc và hệ trục vào dạng tổng quát của đường thẳng $y = ax + b$ ta được :</p> $L(w) = 20 \log(w) + b$ <p>Tiếp tục thay tọa độ điểm A(-3 ; -33.9794) vào ta được :</p> $L(w_A) = 20 \log(w_A) + b$ $\Leftrightarrow -33.9794 = 20 \cdot (-3) + b$ $\Leftrightarrow b = 26.0206$ <p>Từ đó ta được:</p> <p>(AB): $L(w) = 20 \log(w) + 26.0206 \text{ [dB]}$ $\Rightarrow B(-2; -13.9794)$</p> <p>Chứng minh tương tự ta được :</p> <p>(BC): $L(w) = -20 \log(w) - 53.9794 \text{ [dB]}$ $\Rightarrow C(-1; -33.9794)$</p>	

	<p>(CD): $L(w) = -33.9794 \text{ [dB]}$ $\Rightarrow D(0; -33.9794)$</p> <p>(DE): $L(w) = -20 \log(w) - 33.9794 \text{ [dB]}$ $\Rightarrow E(1; -53.9794)$</p> 	1.5
6	<p>$POT = \frac{c_{\max} - c_{xl}}{c_{xl}} \times 100 = \frac{121 - 100}{100} \times 100 = 21[\%]$</p> <p>$T_r = T_{90\%} - T_{10\%} = T_3 - T_1 = 147 - 35 = 112[s]$</p> <p>$E_{ss} = SP - c_{xl} = 100 - 100 = 0 \text{ [}^\circ\text{C]}$</p> <p>$T_{qd}(5\%) = 347 \text{ [s]}$</p> <p>$T_{qd}(2\%) = 691 \text{ [s]}$</p>	<p>0.25</p> <p>0.25</p> <p>0.25</p> <p>0.25</p>