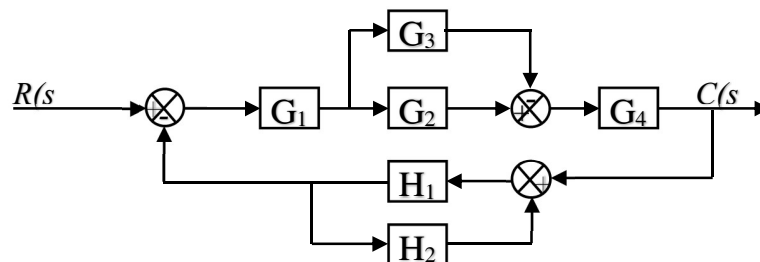


ĐỀ THI HỌC KỲ 4
MÔN: LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG
LỚP: CĐ TD20AB

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: (1.5 điểm)

Cho sơ đồ khối sau:



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

Câu 2: (1.5 điểm)

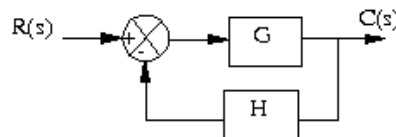
Cho hàm truyền hở $G(s)$ của hệ điều khiển hồi tiếp âm đơn vị:

$$G(s) = \frac{2s^2 + 5s + 1}{s(140s^2 + 9s + 96)}$$

Xét tính ổn định của hệ thống kín theo tiêu chuẩn ổn định đại số. Có bao nhiêu nghiệm làm cho hệ thống không ổn định?

Câu 3: (3 điểm)

Tính sai số xác lập cho hệ thống sau với:



Với: $G(s) = \frac{4s^2}{(s^2 + 3s + 5)}$ $H(s) = \frac{5}{s^2}$

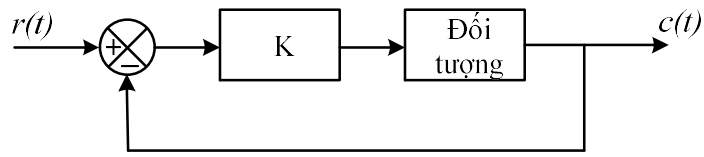
- a. Đầu vào là hàm nấc đơn vị (1 điểm)
- b. Đầu vào là hàm dốc đơn vị (1 điểm)
- c. Đầu vào: $r(t) = 5t^2$ (1 điểm)

Câu 4: (2 điểm)

Vẽ biểu đồ Bode biên độ theo tiệm cận của hàm truyền vòng kín sau:

$$G(s) = \frac{2(s+1)}{s^2(0,1s+1)(0,25s+1)}$$

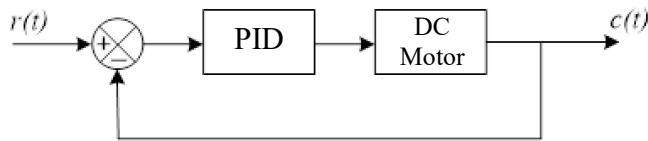
Câu 5: (1 điểm)



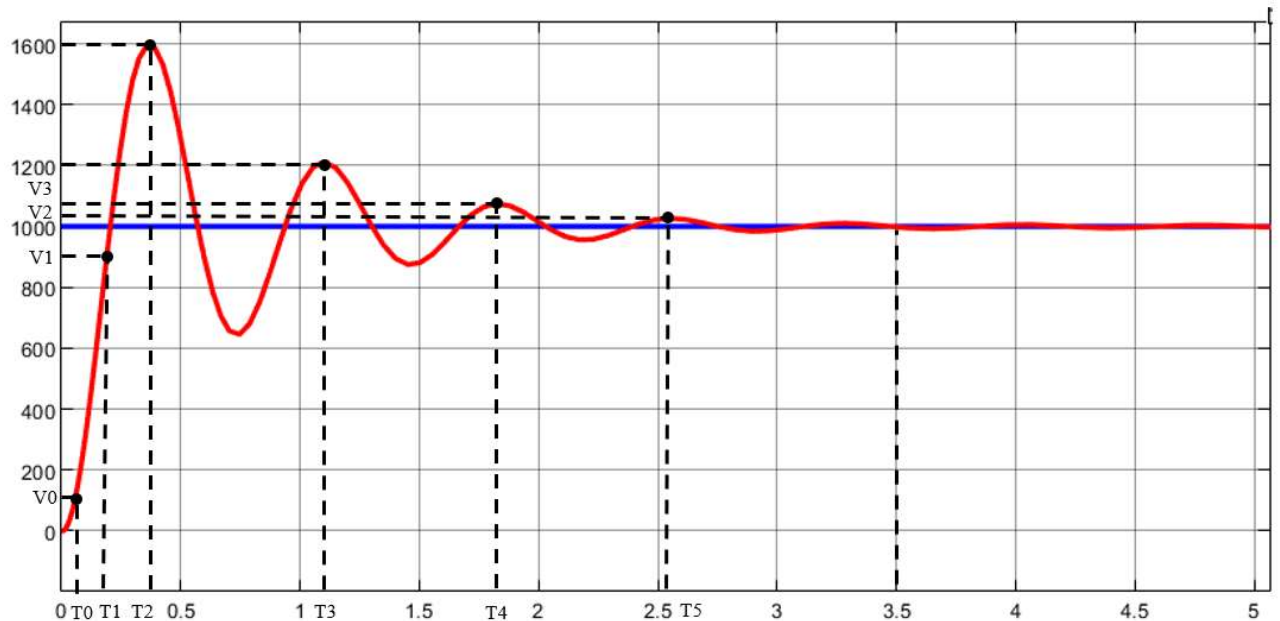
Cho hệ thống điều khiển góc quay của động cơ DC sử dụng bộ điều khiển tỉ lệ. Bằng thực nghiệm ta xác định được khi $K=100$ vị trí góc quay động cơ ở trạng thái dao động xác lập với chu kỳ $T=2s$.

Thiết kế bộ điều khiển PID theo phương pháp Ziegler Nichol.

Câu 6: (1 điểm)



Cho hệ thống điều khiển tốc độ động cơ 24 [VDC] như hình trên thu được đáp ứng tốc độ [RPM] như hình dưới, lúc này các hệ số của bộ điều khiển PID: $K_p = 10$, $K_i = 1$, $K_D = 0$, em hãy xác định giá trị của các tiêu chí đánh giá chất lượng điều khiển E_{ss} , POT, T_r , T_{qd} . Em hãy đưa ra phương pháp cải thiện chất lượng.



Với: $T_0 = 0.06$ [s]; $T_1 = 0.19$ [s]; $T_2 = 0.36$ [s]; $T_3 = 1.1$ [s]; $T_4 = 1.82$ [s]; $T_5 = 2.55$ [s];
 $V_0 = 100$ [RPM]; $V_1 = 900$ [RPM]; $V_2 = 1020$ [RPM]; $V_3 = 1050$ [RPM]; $C_{xl} = 1005$ [RPM]

TP. HCM, Ngày 17 Tháng 6 Năm 2022

BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA

GIÁO VIÊN RA ĐỀ

TS. Đặng Đức Chi

Nguyễn Anh Vũ

ĐÁP ÁN ĐỀ THI HỌC KỲ 4
MÔN: LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG
LỚP: CĐ ĐKĐT 20 AB
Thời gian: 90 phút (Không kể thời gian chép/phát đề thi)

Câu	Nội dung	Điểm																				
1	Hàm truyền tương đương	1.5																				
	$G_A = G_1 G_4 (G_2 - G_3)$	0.5																				
	$G_B = H_1 / (1 + H_1 H_2)$	0.5																				
	$G_{td} = G_A / (1 + G_A G_B)$ $G_{td} = (G_1 G_4 (G_2 - G_3) \cdot (1 + H_1 H_2)) / (1 + H_1 H_2 + G_1 G_4 H_1 (G_2 - G_3))$	0.5																				
2	Xét tính ổn định của hệ thống	1.5																				
	<p>Phương trình đặc trưng của hệ thống:</p> $1 + G(s) = 0$ $\Leftrightarrow 1 + \frac{2s^2 + 5s + 1}{s(140s^2 + 9s + 96)} = 0$ $\Leftrightarrow 140s^3 + 11s^2 + 101s + 1 = 0$	0.25																				
	<p>Lập bảng Routh như sau:</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <tr> <td></td> <td>s^3</td> <td>140</td> <td>101</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>s^2</td> <td>11</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>$\alpha_3 = \frac{140}{11}$</td> <td>$s^1$</td> <td>$101 - \frac{140}{11} \cdot 1 = \frac{971}{11}$</td> <td>$0 - \frac{140}{11} \cdot 0 = 0$</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>$\alpha_4 = \frac{121}{971}$</td> <td>$s^0$</td> <td>$1 - \frac{121}{971} \cdot 0 = 1$</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>		s^3	140	101	0		s^2	11	1	0	$\alpha_3 = \frac{140}{11}$	s^1	$101 - \frac{140}{11} \cdot 1 = \frac{971}{11}$	$0 - \frac{140}{11} \cdot 0 = 0$	0	$\alpha_4 = \frac{121}{971}$	s^0	$1 - \frac{121}{971} \cdot 0 = 1$	0	0	0.75
	s^3	140	101	0																		
	s^2	11	1	0																		
$\alpha_3 = \frac{140}{11}$	s^1	$101 - \frac{140}{11} \cdot 1 = \frac{971}{11}$	$0 - \frac{140}{11} \cdot 0 = 0$	0																		
$\alpha_4 = \frac{121}{971}$	s^0	$1 - \frac{121}{971} \cdot 0 = 1$	0	0																		
	Vì cột 1 của bảng Routh không đổi dấu nên hệ thống ổn định và không nghiệm nào nằm bên phải mặt phẳng phức.	0.25																				
	Không có nghiệm nào làm cho hệ thống mất ổn định.	0.25																				

3	Tính sai số xác lập cho hệ thống sau với đầu vào lần lượt là hàm nấc đơn vị và hàm dốc đơn vị và hàm ngõ vào dạng $r(t)=5t^2$	3
	<p>a) Đối với ngõ vào hàm nấc đơn vị:</p> $K_p = \lim_{s \rightarrow 0} [G(s)H(s)] = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{4s^2}{(s^2 + 3s + 5)} \cdot \frac{5}{s^2} \right] = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{20}{(s^2 + 3s + 5)} \right] = 4$ $\Rightarrow e_{xl} = \frac{1}{1 + K_p} = \frac{1}{1 + 4} = 0.2$	1
	<p>b) Đối với ngõ vào là hàm dốc đơn vị:</p> $K_v = \lim_{s \rightarrow 0} [sG(s)H(s)] = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{4s^3}{(s^2 + 3s + 5)} \cdot \frac{5}{s^2} \right] = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{20s}{(s^2 + 3s + 5)} \right] = 0$ $e_{xl} = \frac{1}{K_v} = \infty$	1
	<p>c) Đối với ngõ vào $r(t)=5t^2$</p> $R(s) = 5 \cdot \frac{2}{s^3} = \frac{10}{s^3}$ $e_{xl} = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{sR(s)}{1 + G(s)H(s)} \right] = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{\frac{10}{s^2}}{1 + \frac{4s^2}{(s^2 + 3s + 5)} \cdot \frac{5}{s^2}} \right]$ $= \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{\frac{10}{s^2}}{1 + \frac{20}{(s^2 + 3s + 5)}} \right] = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{\frac{10}{s^2}}{\frac{(s^2 + 3s + 5) + 20}{(s^2 + 3s + 5)}} \right] = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{10s^2 + 30s + 50}{s^2(s^2 + 3s + 25)} \right] = \infty$	1
4	Vẽ biểu đồ Bode biên độ gần đúng theo các tiệm cận	2
	<p>Tần số cắt :</p> $w_1 = \frac{1}{1} = 1(\text{rad} / \text{s}) \quad \rightarrow \log w_1 = 0$ $w_2 = \frac{1}{0.25} = 4(\text{rad} / \text{s}) \quad \rightarrow \log w_2 = 0.6$ $w_3 = \frac{1}{0.1} = 10(\text{rad} / \text{s}) \quad \rightarrow \log w_3 = 1$	0.25
	<p>A có tọa độ $\begin{cases} \omega_0 = 0.1(\text{rad} / \text{s}) \rightarrow \log(\omega_0) = -1 \\ L(\omega_0) = 20 \log(K) - a20 \log(\omega_0) = 46 \end{cases}$</p>	0.25
	<p>Biểu đồ bode biên độ có độ dốc ban đầu là: -40dB do G(s) chứa 2 khâu tích phân lý tưởng. Độ dốc của biểu đồ bode sẽ thay đổi tại các tần số gãy như sau : Tại $w_1 = 1(\text{rad} / \text{s})$ thay đổi độ dốc 1 lượng 20dB \Rightarrow Bode biên độ có độ dốc là -20 dB</p>	0.5

	<p>Tại $\omega_2 = 4(\text{rad} / \text{s})$ thay đổi độ dốc 1 lượng $-20\text{dB} \Rightarrow$ Bode biên độ có độ dốc là -40 dB</p> <p>Tại $\omega_1 = 10(\text{rad} / \text{s})$ thay đổi độ dốc 1 lượng $-20\text{dB} \Rightarrow$ Bode biên độ có độ dốc là -60 dB</p>	
		1
5	Thiết kế bộ điều khiển PID theo phương pháp Ziegler Nichol	2
	<p>Theo đề bài ta có : $K_{gh} = 100$ $T_{gh} = 2\text{s}$</p> <p>Thông số bộ điều khiển PID tính theo công thức Zeigler - Nichols là :</p> <p>$K_c = K_p = 0,6K_{gh} = 0,6 \times 100 = 60$</p> <p>$T_I = 0,5T_{gh} = 0,5 \times 2 = 1 \text{ [s]} \Rightarrow K_I = \frac{K_C}{T_I} = \frac{60}{1} = 60$</p> <p>$T_D = 0,125T_{gh} = 0,125 \times 2 = 0.25 \text{ [s]} \Rightarrow K_D = K_C T_D = 60 \times 0.25 = 15$</p>	0.25
	<p>$G(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right) = 60 \left(1 + \frac{1}{s} + 0.25s \right)$</p> <p>$= K_p + \frac{K_I}{s} + K_D s = 60 + \frac{60}{s} + 15s$</p>	0.25
6	<p>$POT \approx \frac{1600 - 1000}{1000} \times 100 = 60[\%]$ $T_r = T_{90\%} - T_{10\%} = 0.19 - 0.06 = 0.13[\text{s}]$</p> <p>$E_{ss} = 100 - 100 = 0$, $T_{qd}(5\%) = 1.82 \text{ [s]}$, $T_{qd}(2\%) = 2.55 \text{ [s]}$</p>	0.5
	<p>Đáp ứng trên có tốc độ đáp ứng nhanh, sai số xác lập xấp xỉ bằng không tuy nhiên độ vọt lố còn lớn, phương pháp cải thiện là sẽ thay đổi các tham số của bộ điều khiển PID để cải thiện đáp ứng này. Vì tốc độ đáp ứng rất nhanh và độ vọt lố lớn nên ta có thể giảm K_p. Sai số xác lập còn nên ta có thể tăng K_I lên một giá trị rất nhỏ để triệt tiêu sai số xác lập này. Độ vọt lố hiện tại rất lớn và chúng bị gây ra bởi khâu P nên ta có thể tăng K_D để giảm độ vọt lố này.</p>	0.5