

**ĐỀ THI HỌC KỲ PHỤ**  
**MÔN: LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG**

**LỚP: CD TD20-21**

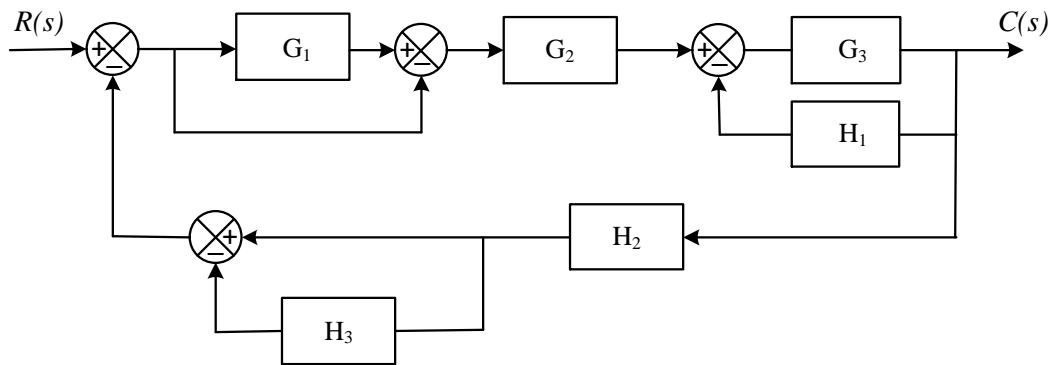
**Mã đề thi số: LTĐKTĐ 01**

**Ngày thi: 19/06/2023**

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

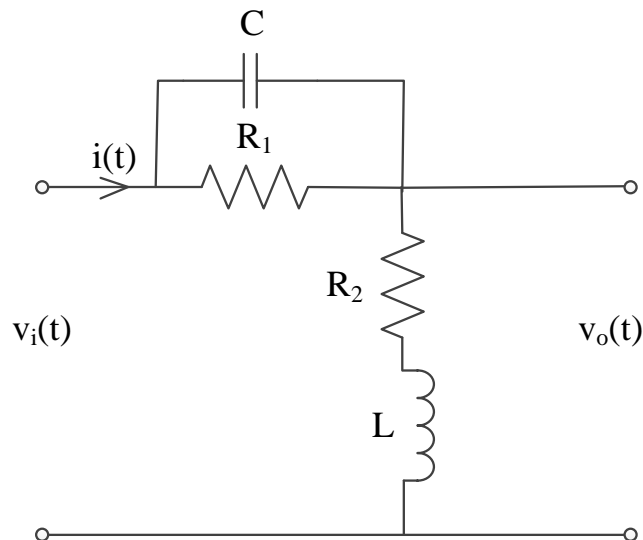
**Câu 1: (1.5 điểm)**

Tìm hàm truyền tương đương của sơ đồ khối sau:



**Câu 2: (1.5 điểm)**

Tìm hàm truyền đạt của hệ thống có mạch điện sau:



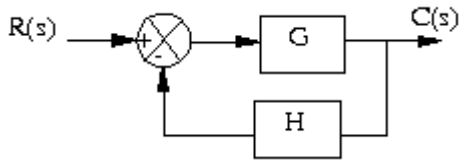
**Câu 3: (2 điểm)**

Cho hàm truyền hở  $G(s)$  của hệ điều khiển hồi tiếp âm đơn vị:  $G(s) = \frac{K}{s(s+1)(s^2+7s+12)}$

Tìm  $K$  để hệ thống kín ổn định theo tiêu chuẩn ổn định đại số

**Câu 4: (2 điểm)**

Tính sai số xác lập cho hệ thống sau:



$$\text{Với } G(s) = \frac{8(s+6)}{(s^2+16s+16)} \quad H(s) = \frac{4}{s}$$

- a. Đầu vào là hàm nấc đơn vị (0.75 điểm)
- b. Đầu vào là hàm dốc đơn vị (0.75 điểm)
- c. Đầu vào là hàm  $r(t) = \sin 2t$  (0.5 điểm)

$$\text{Với: } \sin at \xrightarrow{L} \frac{a}{s^2+a^2}$$

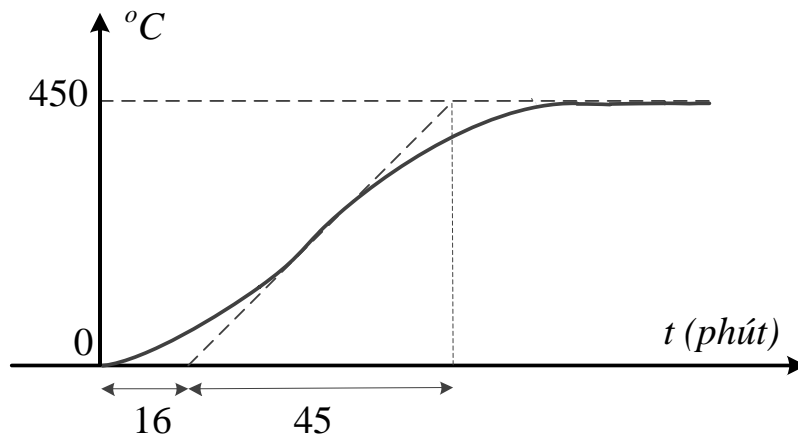
**Câu 5: (2 điểm)**

Vẽ biểu đồ Bode biên độ theo tiệm cận của hàm truyền  $G(s)$ , xác định các giá trị biên độ tại các tần số gãy và tần số cắt  $\omega_c$

$$G(s) = \frac{100(0.5s+1)^2}{s^2(2s+10)}$$

**Câu 6: (1 điểm)**

Cho đặc tính quá độ lò sấy thu được từ thực nghiệm có dạng:



Tìm thông số bộ điều khiển PID tính theo công thức Zeigler – Nichols và viết hàm truyền bộ điều khiển PID này.

TP. HCM, ngày 12 tháng 06 năm 2023

**BỘ MÔN TỰ ĐỘNG**

**GIÁO VIÊN RA ĐỀ**

**ĐÁP ÁN ĐỀ THI HỌC KỲ PHỤ**  
MÔN: LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

LỚP: CĐ TĐ 20-21

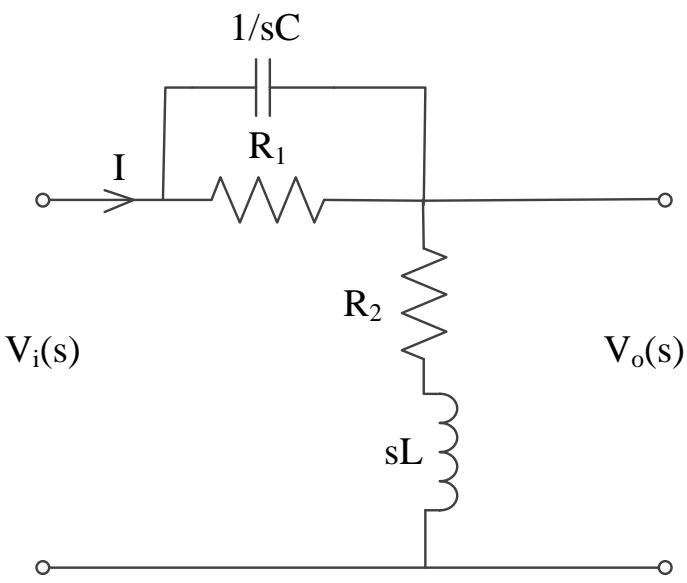
Mã đề thi số: LTĐKTD 01

Ngày thi: .../.../.....

Thời gian: 90 phút (Không kể thời gian chép/phát đề thi)

.....  
(Thang điểm: 10)

Câu	Nội dung	Điểm
<b>1</b>	<b>Tìm hàm truyền tương đương</b>	<b>1.5</b>
	$G_1$ song song -1 $\Rightarrow G_A = G_1 - 1$ $G_3$ và $H_1$ hồi tiếp âm $\Rightarrow G_B = \frac{G_3}{1 + G_3 H_1}$ $G_A, G_2, G_B$ mắc nối tiếp $\Rightarrow G_C = \frac{(G_1 - 1)G_2 G_3}{1 + G_3 H_1}$	0.75
	$H_3$ song song -1 $\Rightarrow G_D = 1 - H_3$ $G_D$ nối tiếp $H_2 \Rightarrow G_E = (1 - H_3)H_2$	0.25
	$G_{tđ} = \frac{G_C}{1 + G_C G_E} = \frac{(G_1 - 1)G_2 G_3}{1 + G_3 H_1 + (G_1 - 1)(1 - H_3)G_2 G_3 H_2}$	0.5
<b>2</b>	<b>Tìm hàm truyền đạt</b>	<b>1.5</b>

		0.25												
	$V_i = \left( \frac{R_1 \cdot \frac{1}{sC}}{R_1 + \frac{1}{sC}} + R_2 + sL \right) I = \left( \frac{R_1}{R_1Cs + 1} + R_2 + sL \right) I$	0.5												
	$V_o = (R_2 + sL)I$	0.25												
	$G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R_2 + sL}{\frac{R_1}{R_1Cs + 1} + R_2 + sL} = \frac{(R_2 + sL)(R_1Cs + 1)}{R_1 + (R_2 + sL)(R_1Cs + 1)}$	0.5												
<b>3</b>	<b>Tìm K để hệ ổn định</b>	<b>2</b>												
	<p>Phương trình đặc trưng của hệ thống: <math>1 + G(s) = 0</math></p> $\Rightarrow 1 + \frac{K}{s(s+1)(s^2 + 7s + 12)} = 0 \quad (1)$ $(1) \Rightarrow s^4 + 8s^3 + 19s^2 + 12s + K = 0 \quad (2)$	0.5												
	<p>Lập bảng Routh như sau:</p> <table border="1" data-bbox="516 1690 1295 1963"> <tr> <td><math>S^4</math></td> <td>1</td> <td>19</td> <td>K</td> </tr> <tr> <td><math>S^3</math></td> <td>8</td> <td>12</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>S^2</math></td> <td><math>\frac{35}{2} = 17.5</math></td> <td>K</td> <td></td> </tr> </table>	$S^4$	1	19	K	$S^3$	8	12	0	$S^2$	$\frac{35}{2} = 17.5$	K		1
$S^4$	1	19	K											
$S^3$	8	12	0											
$S^2$	$\frac{35}{2} = 17.5$	K												

		$S^1$	$12 - \frac{16}{35}K$	0			
		$S^0$	K				
	Điều kiện để hệ ổn định là: $\begin{cases} 12 - \frac{16}{35}K > 0 \\ K > 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} K < \frac{105}{4} = 26.25 \\ K > 0 \end{cases}$						0.5
	Điều kiện của K để hệ ổn định là: $0 < K < 26.25$						
<b>4</b>	<b>Tìm sai số xác lập</b>						<b>2</b>
	Đối với ngõ vào hàm bậc đơn vị: $K_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s).H(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{8(s+6)}{(s^2+16s+16)} \cdot \frac{4}{s} \rightarrow \infty$ $e_{xl} = \frac{1}{1+\infty} \rightarrow 0$						0.75
	Đối với ngõ vào là hàm dốc đơn vị: $K_v = \lim_{s \rightarrow 0} sG(s).H(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{8s(s+6)}{(s^2+16s+16)} \cdot \frac{4}{s} = 12$ $e_{xl} = \frac{1}{K_v} = \frac{1}{12} = 0.083$						0.75
	Đầu vào là hàm $r(t) = \sin 2t$ $R(s) = \frac{2}{s^2+4}$ $e_{xl} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sR(s)}{1+G(s)H(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s \frac{2}{s^2+4}}{1 + \frac{8(s+6)}{(s^2+16s+16)} \cdot \frac{4}{s}} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{2s}{s^2+4 + \frac{32(s^2+4)(s+6)}{s(s^2+16s+16)}}$ $= \lim_{s \rightarrow 0} \frac{2s^2(s^2+16s+16)}{s(s^2+4)(s^2+16s+16) + 32(s^2+4)(s+6)} = 0$						0.5
<b>5</b>	<b>Vẽ biểu đồ Bode biên độ theo tiệm cận và giá trị biên tại các tần số gãy, tần số cắt <math>\omega_c</math></b>						<b>2</b>
	Hàm truyền $\frac{100(0,5s+1)^2}{s^2(2s+10)} = \frac{10(0,5s+1)^2}{s^2(0,2s+1)}$						0.25
	Tần số cắt $\omega_1 = 1/0,5 = 2 \Rightarrow \lg \omega_1 = 0,3$						0.5

	$\omega_2 = 1/0,2 = 5 \Rightarrow \lg \omega_2 = 0,7$ A có tọa độ $\begin{cases} \omega_0 = 1 \\ L_A = 20 \lg K = 20 \text{dB} \end{cases}$	
	Độ dốc đầu tiên là: -40dB Tại $\omega_1 = 2$ thay đổi độ dốc 1 lượng +40dB $\Rightarrow$ có độ dốc là 0dB Tại $\omega_1 = 5$ thay đổi độ dốc 1 lượng -20dB $\Rightarrow$ có độ dốc là -20dB	0.25
		0.5
	Biên độ tại các tần số gãy: Xét $\triangle ABC$ : $\frac{AC}{BC} = 40 \Rightarrow AC = 40 \cdot BC = 40 \cdot 0,3 = 12 \text{dB}$ $\Rightarrow L(\omega_1) = L(\omega_2) = 20 - 12 = 8 \text{dB}$	0.25
	Tần số cắt $\omega_c$ Xét $\triangle DEF$ : $\frac{DF}{FE} = 20 \Rightarrow FE = DF/20 = 8/20 = 0,4$ $\Rightarrow \lg \omega_c = 0,7 + 0,4 = 1,1$ $\Rightarrow \omega_c = 12,59$	0.25
<b>6</b>	<b>Thông số bộ điều khiển PID và viết hàm truyền PID</b>	<b>1</b>
	Từ hình suy ra: $K = 450$ $T_1 = 16 \text{ phút} = 960 \text{ s}$ $T_2 = 45 \text{ phút} = 2700 \text{ s}$	0.25
	Thông số bộ điều khiển PID tính theo công thức Zeigler - Nichols là :	0.5

	$K_p = 1,2 \frac{T_2}{T_1 K} = 1,2 \frac{2700}{960.450} = \frac{4}{375} = 0.0075$ $T_I = 2. T_1 = 2. 960 = 1920$ $T_D = 0.5 T_1 = 480$	
	$G(s) = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right) = 0.0075 \left( 1 + \frac{1}{1920s} + 480s \right)$	0.25

TP. HCM, Ngày 12 Tháng 06 Năm 2023

**TRƯỞNG BỘ MÔN**

**GIÁO VIÊN RA ĐỀ**