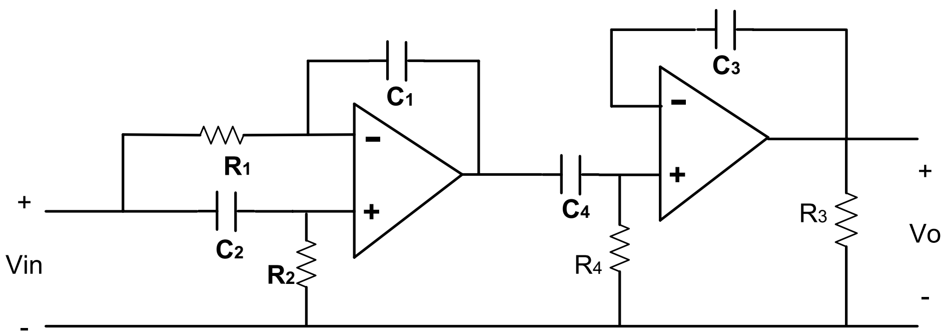
توجه: پاسخ سوالات را مرتب و خوانا و صرفا در برگه پاسخنامه بنویسید. به هیچ وجه از خودکار قرمز برای پاسخگویی استفاده نکنید.	نمره نهایی: به عدد .... به حروف .... امضاء

صفحه اول

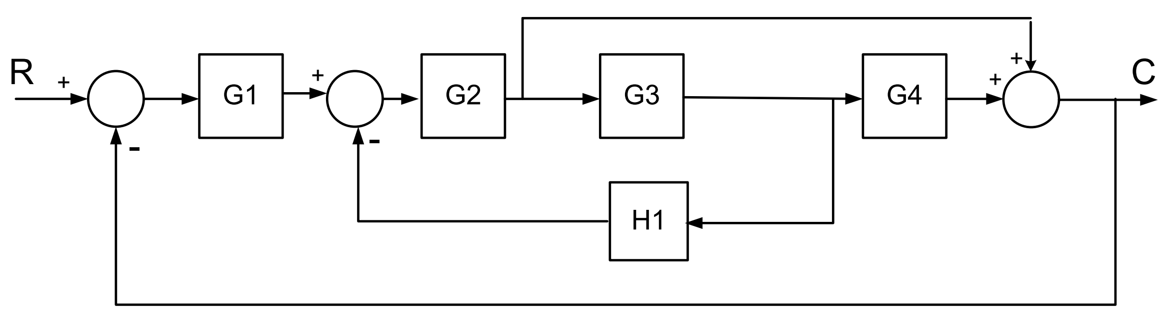
۱- در سیستم الکتریکی زیر تابع تبدیل را بدست آورید. (۳ نمره)



۲- در دیاگرام بلوکی شکل زیر: (۳ نمره)

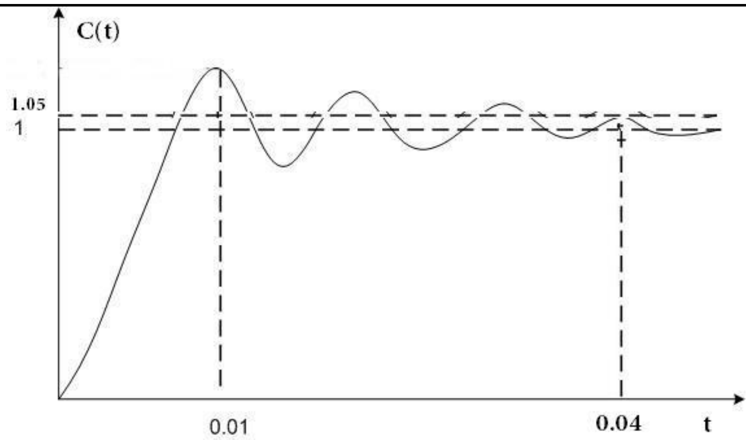
الف) دیاگرام را ساده کرده و تابع تبدیل را بدست آورید.

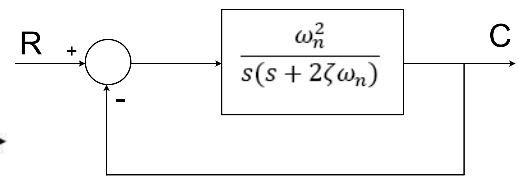
ب) تابع تبدیل را از روش میسن بدست آورید. (بدون ساده سازی)



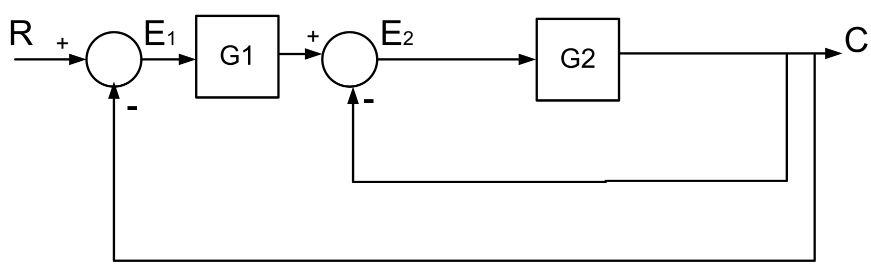
صفحه دوم

۳- دیاگرام بلوکی یک سیستم حلقه بسته و پاسخ پله واحد آن نشان داده شده است. زمان صعود (t_r) و حداکثر فراجهش را برای پاسخ پله داده شده بدست آورید. (۳ نمره)





۴- در سیستم زیر توابع تبدیل G_1 و G_2 داده شده اند. خطای حالت ماندگار پاسخ سیستم را برای E_1 و E_2 بازای ورودی های پله و شیب و سهموی بدست آورید. (۳ نمره)



$$G_1 = \frac{2(s+1)}{s(s+2)(s+4)} \qquad G_2 = \frac{1}{s}$$

۵- تابع تبدیل حلقه باز سیستمی بصورت زیر داده شده است. (۴/۵ نمره)

الف- مکان ریشه حلقه بسته را بازای تغییرات k از صفر تا بینهایت رسم کنید.

ب- محدوده k را برای پایداری تعیین نمایید.

$$G(s) = \frac{k}{(s+2)(s+5)(s+1)^2}$$

۶- نمودار بد تابع تبدیل زیر رسم کنید. (۳/۵ نمره)

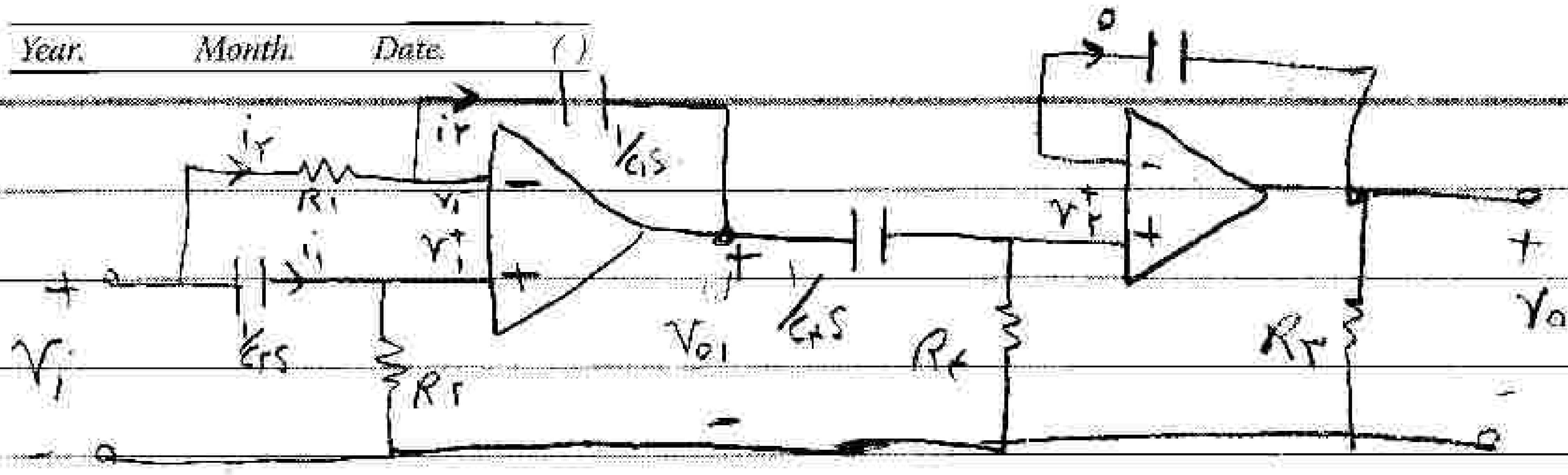
$$G(s) = \frac{200(2-s)}{s(s+1)(s+10)}$$

۷- نمودار نایکوئیست تابع تبدیل داده شده را رسم کنید. (+۲ نمره)

$$G(s) = \frac{(s+1)^2}{s^3}$$

Year. Month. Date. ( )

(1)



$$i_1 = \frac{v_i}{R_2 + \frac{1}{C_2 s}} \Rightarrow v_1^+ = \frac{v_i}{R_2+\frac{1}{C_2 s}} \times R_2 \Rightarrow i_2 = \frac{v_i - v_1^-}{R_1} = \frac{v_i - \frac{R_2}{R_2+\frac{1}{C_2 s}} v_i}{R_1}$$

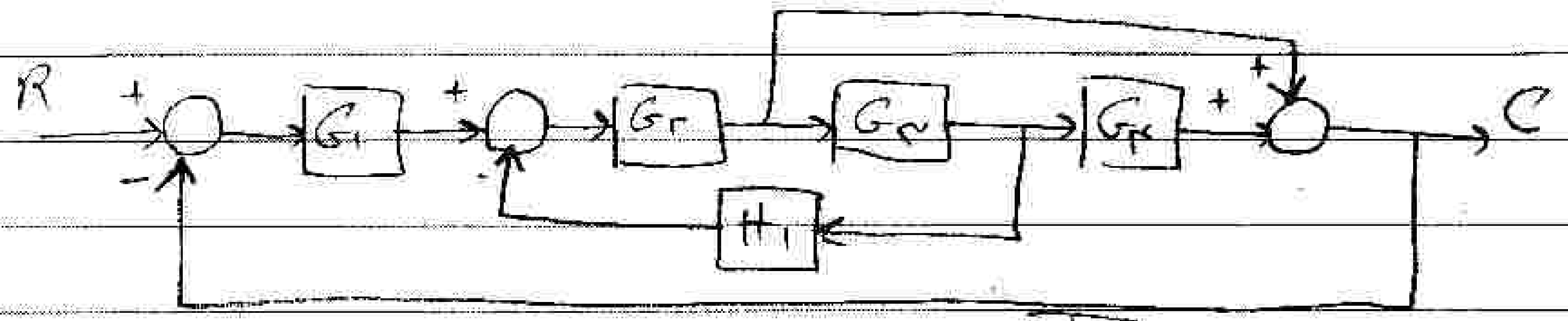
$$\Rightarrow i_2 = \frac{1}{R_1(R_2C_2s+1)} \times v_i \Rightarrow v_{o1} = v_1^- - \frac{1}{C_1 s} i_2 = \frac{R_2C_2s}{R_2C_2s+1} v_i - \frac{1}{R_1C_1s(R_2C_2s+1)} v_i$$

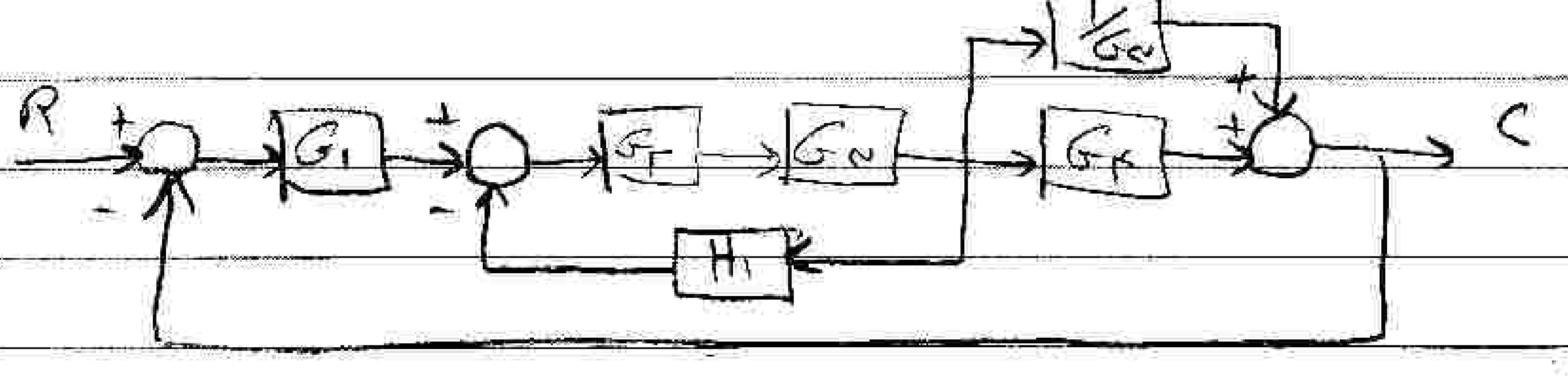
$$\Rightarrow v_{o1} = \frac{R_1R_2C_1C_2s^2 - 1}{R_1C_1s(R_2C_2s+1)} v_i \Rightarrow v_2^+ = v_{o1} \times \frac{R_4}{R_4+\frac{1}{C_4 s}}$$

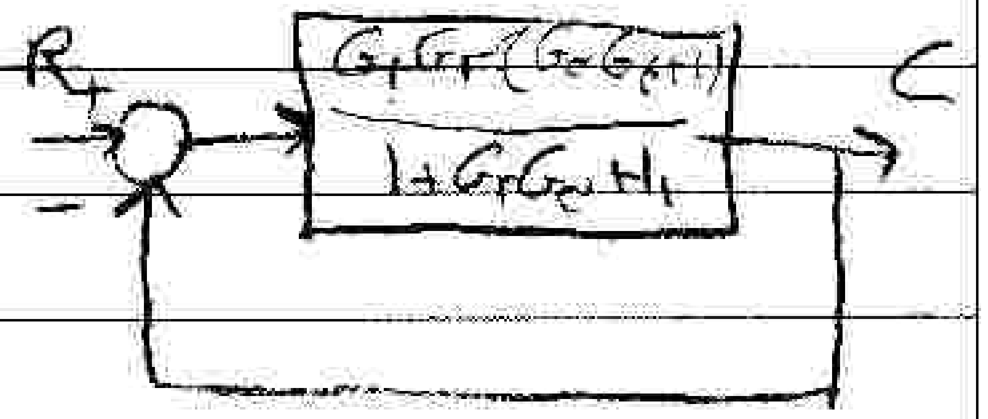
$$\Rightarrow v_2^+ = \frac{R_4C_4s(R_1R_2C_1C_2s^2-1)}{R_1C_1s(R_2C_2s+1)(R_4C_4s+1)} v_i \quad , \quad v_2^+ = v_2^- = v_o$$

$$\Rightarrow \frac{v_o}{v_i} = \frac{R_4C_4s(R_1R_2C_1C_2s^2-1)}{R_1C_1s(R_2C_2s+1)(R_4C_4s+1)}$$

الف (2)

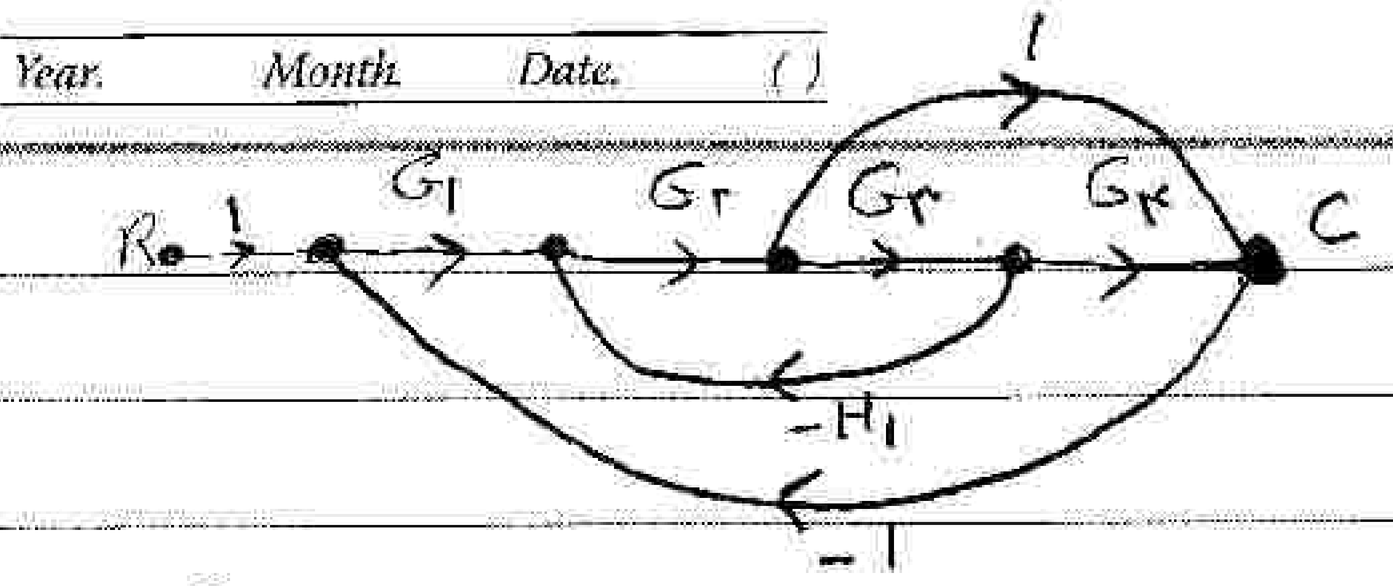






$$\frac{C}{R} = \frac{G_1G_2(G_3G_4+1)}{G_1G_2(G_3G_4+1) + G_2G_3H_1 + 1}$$

ب)



$P_1 = G_1 G_2 G_3 G_4$

$P_2 = G_1 G_2$

$\Delta = 1-(L_1+L_2+L_3) = 1 + G_2G_3H_1 + G_1G_2G_3G_4 + G_1G_2$

$\Delta_1 = \Delta_2 = 1$

$L_1 = -G_2 G_3 H_1$

$L_2 = -G_1 G_2 G_3 G_4$

$L_3 = -G_1 G_2$

$$\frac{C}{R} = \frac{G_1G_2G_3G_4 + G_1G_2}{1+G_1G_2+G_1G_2G_3G_4+G_2G_3H_1}$$

(۳)

$t_s = \frac{3}{\zeta\omega_n} = 0.04 \Rightarrow \zeta\omega_n = 75 \Rightarrow \omega_n = \frac{75}{\zeta}$

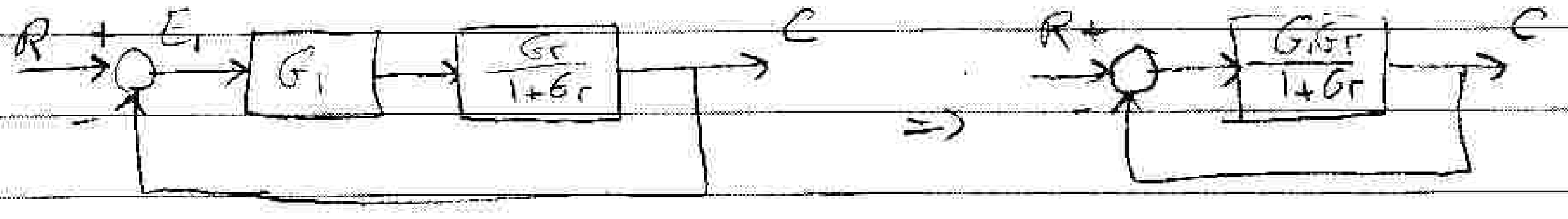
$t_p = \frac{\pi}{\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}} = 0.01 \Rightarrow \omega_n\sqrt{1-\zeta^2} = 100\pi \Rightarrow \frac{75\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta} = 100\pi$

$\Rightarrow \sqrt{1-\zeta^2} = \frac{4}{3}\zeta\pi \Rightarrow 1-\zeta^2 = \frac{16}{9}\zeta^2\pi^2 \Rightarrow \zeta^2(1+\frac{16}{9}\pi^2) = 1 \Rightarrow \zeta = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{16}{9}\pi^2}} = 0.233$

$\Rightarrow \omega_n = 323 \Rightarrow t_r = \frac{\pi - \cos^{-1}\zeta}{\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}} = \frac{\pi - 1.33}{323\sqrt{1-(0.23)^2}} = 0.0058$

$M_p = e^{-\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}} = 0.47$

(۴) برای محاسبه E_1 :



حلقه باز $G = \frac{G_1G_2}{1+G_2} = \dfrac{\frac{2(s+1)}{s^2(s+2)(s+4)}}{1+\frac{2(s+1)}{s(s+2)(s+4)}} = \frac{2(s+1)}{s^2(s+2)(s+4)+2s(s+1)} = \frac{2(s+1)}{s[s(s+2)(s+4)+2s+2]}$

$k_p = \lim_{s\to 0} G(s) = \infty \Rightarrow e_{ss} = \frac{1}{1+\infty} = 0$ برای ورودی پله

$k_v = \lim_{s\to 0} sG(s) = \frac{1}{2} \Rightarrow e_{ss} = 1$ برای ورودی شیب

$k_a = \lim_{s\to 0} s^2G(s) = 0 \Rightarrow e_{ss} = \infty$ برای ورودی سهموی

برای محاسبه E_2: $E_2 = E_1G_1 - C$ و $C = E_2G_2$

$E_2 = E_1G_1 - E_2G_2$, $E_1 = R - C = R - E_2G_2$

$\Rightarrow E_2 = (R - E_2G_2)G_1 - E_2G_2 = RG_1 - E_2G_1G_2 - E_2G_2$

$\Rightarrow E_2(1 + G_1G_2 + G_2) = RG_1 \Rightarrow E_2 = \frac{G_1}{1 + G_1G_2 + G_2} \times R$

$\Rightarrow E_2 = \frac{2s}{s(s+2)(s+4)+2} \times R$

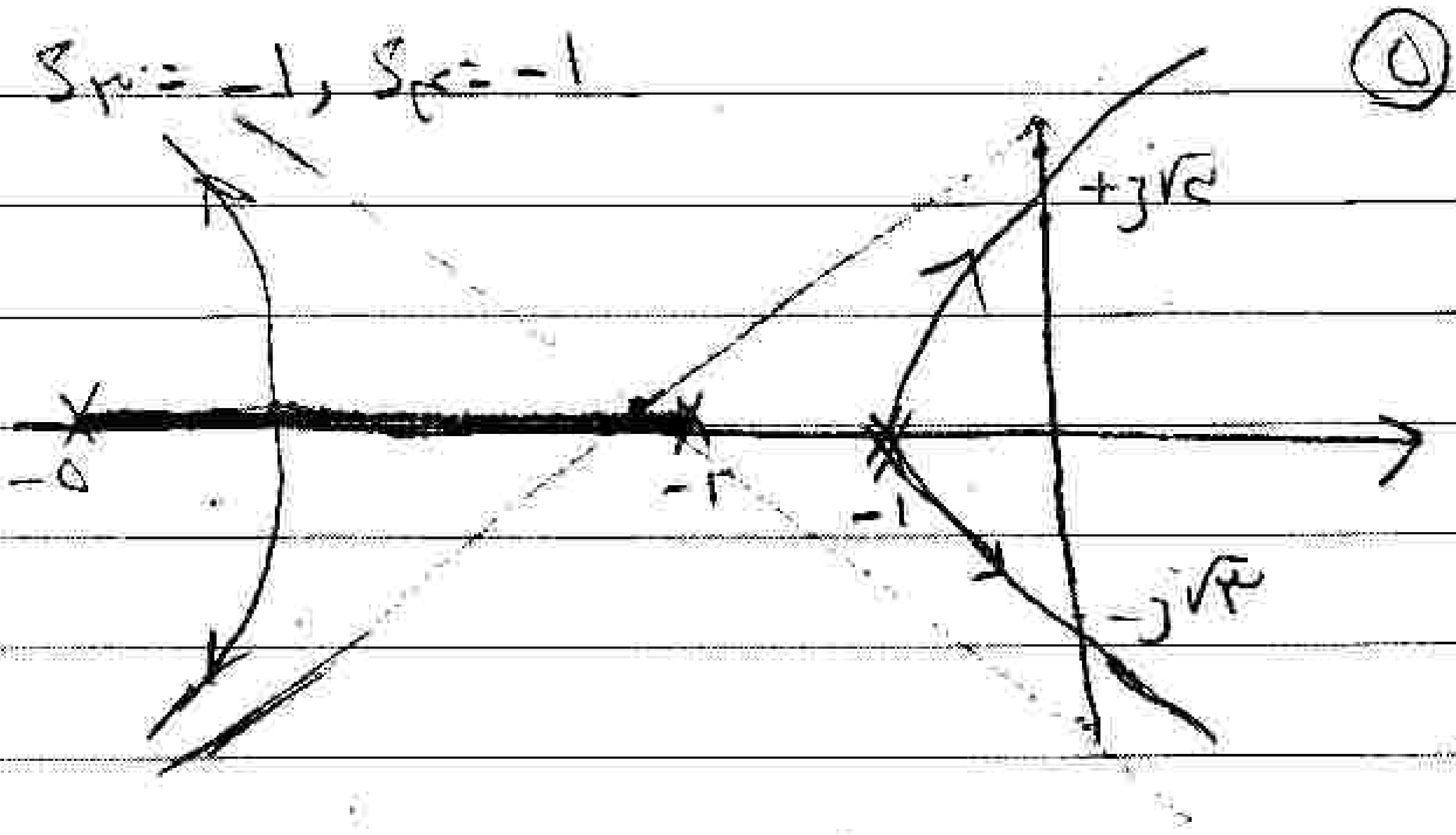
برای ورودی پله واحد: $e_{2ss} = \lim_{s \to 0} sE_2(s) = 0$

برای ورودی شیب واحد: $e_{2ss} = \frac{2}{2} = 1$ ، برای ورودی سهموی: $e_{2ss} = \frac{1}{0} = \infty$

(۵) محل قطب‌ها: $s_1 = -2,\ s_2 = -5,\ s_3 = -1,\ s_4 = -1$

زاویه مجانب‌ها: $\frac{(2k+1)180}{4} \rightarrow 45^\circ,\ 135^\circ,\ 225^\circ,\ 315^\circ$

محل تلاقی مجانب‌ها: $\sigma = \frac{-2-5-1-1}{4} = -2/25$



$G(s) = \frac{k}{(s+2)(s+5)(s+1)^2} = \frac{k}{s^4 + 9s^3 + 25s^2 + 27s + 10}$

تعیین نقاط شکست:

$\frac{dG(s)}{ds} = \frac{0 - (4s^3 + 27s^2 + 50s + 27)}{(\text{مخرج})^2} = 0 \Rightarrow 4s^3 + 27s^2 + 50s + 27 = 0$

با توجه به اینکه ۲ قطب در ۱- قرار دارند لذا تنها یکی از نقاط شکست ۱- است.

$4s^3 + 27s^2 + 50s + 27 = (s+1)(4s^2 + 23s + 27) \Rightarrow 4s^2 + 23s + 27 = 0 \Rightarrow \begin{cases} s_2 = -4/1 & \text{ق ق} \\ s_3 = -1/64 & \times \end{cases}$

مخرج تابع تبدیل حلقه بسته: $s^4 + 9s^3 + 25s^2 + 27s + (10 + k)$

s^4	1	35	$(10+k)$
s^3	9	27	
s^2	32	$(10+k)$	
s^1	$\frac{(594-90-9k)}{32}$		

$$\Rightarrow 504-9k=0 \Rightarrow k=56 \Rightarrow 32s^2+66=0 \Rightarrow s^2+2=0$$

$$\Rightarrow s_{1,2}=\pm j\sqrt{2}$$

محدوده پایداری: $k<56$

⑥ $$G(s)=\frac{200\times 2(1-s/2)}{10(s)(s+1)(1+s/10)}=\frac{40(1-s/2)}{s(s+1)(1+s/10)}$$

این سوال در تمرین ۵-۲-ب) حل شده است!

⑦ این سوال در تمرین (۵-۹-الف) حل شده است!