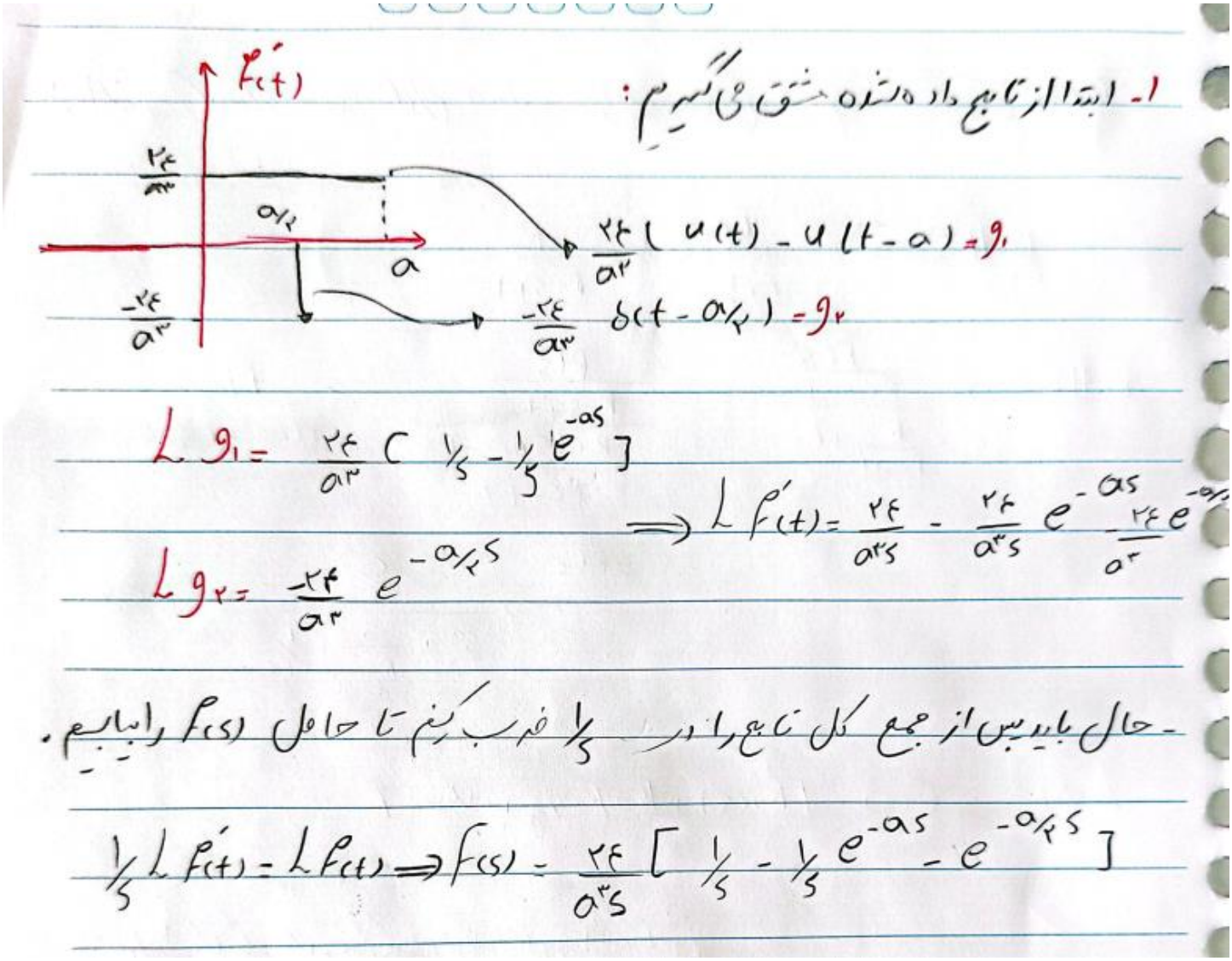
مصطفی لطیفیان-40122193

تکلیف شماره یک کنترل خطی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

1)



2) الف

۲. الف) مقاومت معادل ۳ مقاومت را بدست می آوریم

$$R_1 = \frac{1}{Cs} \parallel R \Rightarrow \frac{\frac{R}{Cs}}{R+\frac{1}{Cs}} = \frac{R}{RCs+1}$$

$$R_1 \parallel Ls \Rightarrow \frac{\frac{RLs}{RCs+1}}{\frac{R}{RCs+1}+Ls} = \frac{\frac{RLs}{RCs+1}}{\frac{R+LsRCs+Ls}{RCs+1}} = \frac{RLs}{RLCs^2+Ls+R}$$

$$\div RLC \Longrightarrow \frac{\frac{s}{L}}{s^2+\frac{s}{RC}+\frac{1}{LC}} = Req$$

$$kvl: \quad E(s) = IR_1(s) + I(s)Req_\theta + V_{emf}$$

رابطه مکانیکی با در نظر گرفتن گشتاور اغتشاش

$$T = T_L + J\ddot{\theta} + b\dot{\theta} + k\theta$$

$$\xrightarrow{L} \quad T = T_L + Js^2\theta(s) + bs\,\theta(s) + k\theta(s)$$

$$T = k_m I(s)$$

$$V_{emf} = k_v \dot{x}(t) = k_v \dot{\theta}(t) = k_v s\theta$$

$$\Rightarrow E(s) = IR_1 + I\,Req + k_v s\theta(s) \quad (1)$$

$$T = T_L + Js^2\theta(s) + bs\,\theta(s) + k\theta(s) \quad (2)$$

$k_v w(s)$

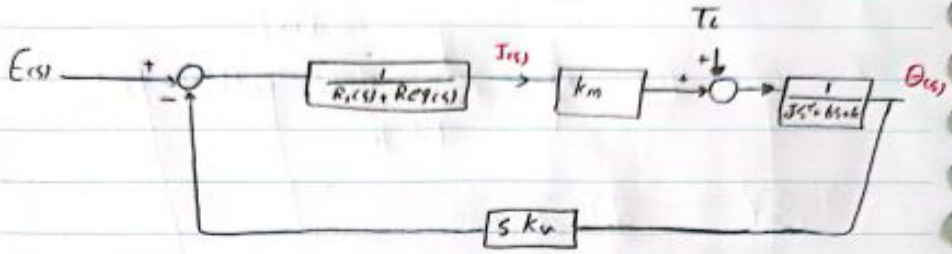
$$(1) \rightarrow I(s) = \left(E(s) - \overline{k_v s\,\theta}\right) \cdot \frac{1}{R_1 + Req}$$

$$(2) \Rightarrow \theta(s) = \left(k_m I(s) - T(s)\right) \frac{1}{Js^2+bs+k}$$

2) ب و ج

Date: Subject:

ب) طبق رابطه ① و ② داریم:



ج) $E(s) = IR_1(s) + IReq + k_v s\theta \Rightarrow R_1 = \frac{1}{I}\left(\frac{1}{s} - k_v s\theta - IReq\right)$

$$\Rightarrow R_1 = \frac{1}{sI} - \frac{k_v s\theta}{I} - Req$$

$$\theta = (k_m I - T_L)\frac{1}{Js^2+bs+k} \xrightarrow[\text{از ورودی}]{\text{در صورت چشم پوشی}} \theta = \frac{k_m I}{Js^2+bs+k}$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{\theta} = \frac{Js^2+bs+k}{k_m s I^2} - \frac{k_v s}{I} - \frac{Req(Js^2+bs+k)}{k_m I}$$

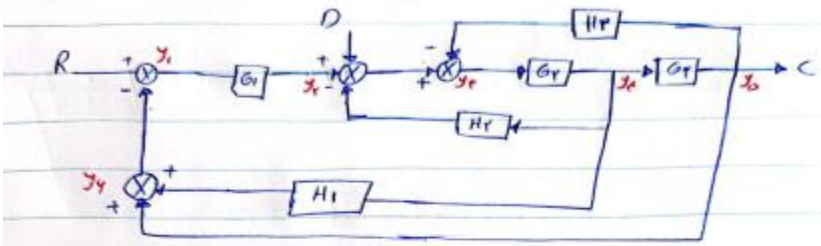
$$\Rightarrow \frac{R_1}{\theta} = \frac{Js^2+bs+k - k_m k_v s I^2 - Req\,s I(Js^2+bs+k)}{k_m s I^2}$$

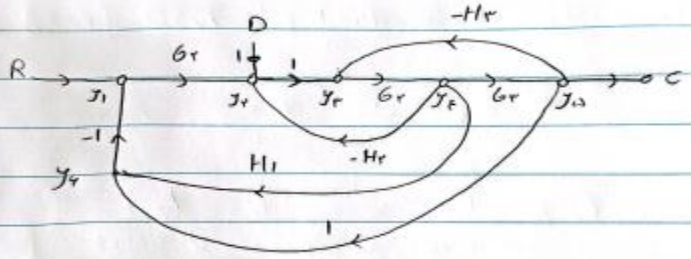
$$\Rightarrow \frac{\theta(s)}{R_1(s)} = \frac{k_m s I^2}{s^3(-Req\,IJ) + s^2(J - k_m k_v I - Req\,Ib) + s(b - Req\,Ik) + k}$$

فقط در صورتی این تابع تبدیل معتبر است که I مقداری ثابت باشد و متغیر نباشد.

3) الف

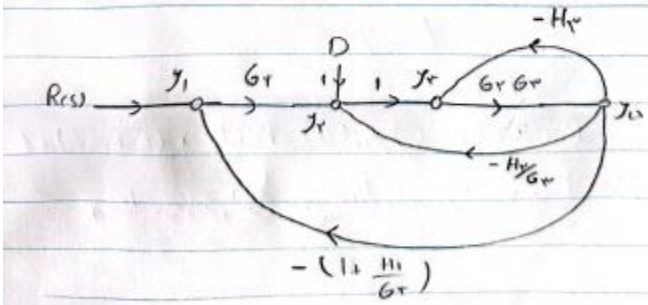
۳- الف) نمودار SFG یا گذر سیگنال را رسم می‌کنیم:





* برای ساده سازی می‌توان G_2 را به عقب انتقال داد و داریم $\Rightarrow \frac{-H_2}{G_2} \rightarrow -H_2$ و $\frac{H_1}{G_2} \rightarrow H_1$

* پس از انتقال، $\frac{H_1}{G_2}$ و 1 با گیرنده موازی می‌شوند و داریم $\rightarrow (1+\frac{H_1}{G_2})$



طبق شکل تنها یک مسیر پیشرو داریم:

$$P_1 = G_1 G_2 G_3$$

حلقه‌ها:

$$L_1 = -G_2 G_3 H_3 \quad , \quad L_2 = -G_1 G_2 G_3 (1+\frac{H_1}{G_2}) \rightarrow L_2 = -G_1 G_2 (G_3 + H_1)$$

$$L_3 = -G_2 H_2$$

همگی از حلقه‌ها با هم تماس دارند:

$$\Delta_1 = 1 \quad , \quad \Delta = 1 - L_1 - L_2 - L_3$$

$$\Rightarrow \Delta = 1 + G_2 G_3 H_3 + G_2 H_2 + G_1 G_2 G_3 + G_1 G_2 H_1$$

$$Y(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{P_1 \Delta_1}{\Delta} = \frac{G_1 G_2 G_3}{1 + G_2 G_3 (H_3 + G_1) + G_2 (H_2 + G_1 H_1)}$$

3) ب

ب)

$P_1 = G_2 G_3 \quad , \quad \Delta_1 = 1$

حلقه ها مثل قسمت الف:

$$Y_{r(s)} = \frac{C(s)}{D(s)} = \frac{G_2 G_3}{1 + G_2 G_3 (H_2 + G_1) + G_2 (H_2 + G_1 H_1)}$$

$$C(s) = Y_{(s)} R(s) + Y_{r(s)} D(s) = \frac{G_1 G_2 G_3}{\Delta} R(s) + \frac{G_2 G_3}{\Delta} D(s)$$

$$= \frac{G_2 G_3}{\Delta} (G_1 R(s) + D(s))$$

اگر G_1 را افزایش دهیم، اثر D کم می‌شود

4) Matlab code

```
clc; clear; close all;

%% تعریف توابع و گین های داده شده
s = tf('s');
G1 = 1/s;
G2 = 2*s+1;
G3 = 1 / (s^2+1);
G4 = s / (s+1);
H1 = 3/s;
H2 = (s-1) / (s+3);
H3 = s / (s^2+3*s+1);
H4 = 1 / (s+2);
Y5 = 1;

%% تعریف سیستم و مشخص کردن ورودی های سیستم
systemnames = 'G1 G2 G3 G4 H1 H2 H3 H4 Y5';
inputvar = '[Y1]';
outputvar = '[Y5]';
input_to_G1 = '[Y1 -H1 -H3]';
input_to_G2 = '[G1]';
input_to_G3 = '[G2 +G4 -H2]';
input_to_G4 = '[Y1 -H1 -H3]';
input_to_H1 = '[G1]';
input_to_H2 = '[G3 -H4]';
input_to_H3 = '[G3 -H4]';
input_to_H4 = '[G3 -H4]';
input_to_Y5 = '[G3 -H4]';
sysoutname = 'P4';
cleanupsysic = 'yes';
sysic
P4.Inputname={'Y1'};
P4.Outputname={'Y5'};

%% یافتن تابع تبدیل و قطب های مدار
P4 = minreal(P4)
poles = pole (P4)
```

4) output

Transfer Function:

```
P4 =

  From input "Y1" to output "Y5":

         3 s^7 + 27 s^6 + 91 s^5 + 143 s^4 + 109 s^3 + 41 s^2 + 6 s + 1.963e-15

  ---------------------------------------------------------------------------------

  s^9 + 10 s^8 + 42 s^7 + 109 s^6 + 220 s^5 + 329 s^4 + 313 s^3 + 214 s^2 + 105 s + 21
```

poles:

```
   0.0262 + 1.9612i
   0.0262 - 1.9612i
  -3.0414 + 0.5200i
  -3.0414 - 0.5200i
  -2.4444 + 0.0000i
  -0.1041 + 0.7989i
  -0.1041 - 0.7989i
  -0.9276 + 0.0000i
  -0.3896 + 0.0000i
```