

به نام خدا

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
دانشگاه تهران

مینی پروژه اول درس ابزار دقیق

دکتر نیری

دانشجو : فاطمه نائینیان

شماره دانشجویی : 810198479

بهار 1401

فهرست

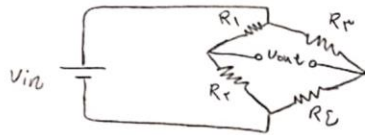
3	سوال 1
3	الف)
4	ب)
5	ج)
6	سوال 2
6	الف)
7	ب)
7	ج)
7	د)
8	ه)
8	سوال 3
8	1)
9	2)
10	3)
11	4)
11	5)
13	6)
15	7)
15	8)
19	9)
20	10)
20	11)
21	سوال 4
21	1)
21	2)
21	3)
22	4)

(الف)

۸۱۰۹۸۴۷۹ : شماره دانشجویی
سین دهن

مقاومت های انتقالی باید کمتر از ۱۱۰۰ اهم باشد

$$b = (1 + v) = \Lambda \quad \leadsto \quad v_{out} = [0, \Lambda]$$



$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \left[\frac{R_f}{R_1 + R_f} - \frac{R_E}{R_f + R_E} \right] = \frac{1}{19.0}$$

$$\left. \begin{array}{l} R_1 + R_2 = 190 \\ R_2 + R_3 = 190 \\ R_2 - R_3 = 1 \end{array} \right\} \quad R_1 = 91 \, \Omega \quad R_2 = 99 \, \Omega \quad R_3 = 99 \, \Omega \quad R_4 = 91 \, \Omega$$

• جریان نرسیده از هر یک به یک به جهت روبرو است

$$R_t = (R_1 + R_r) \parallel (R_r + R_E) = 190 \parallel 190 = 95 \Omega$$

$$I_G = \frac{V}{R_G} = \frac{190}{95} = 2A \rightarrow I_1 = 1A \quad I_r = 1A \quad I_r = 1A \quad I_E = 1A$$

• تو ان مصدقہ بہ صورت زیر محاسبہ میں ملے

$$P = R_1 I_1 + R_2 I_2 + R_3 I_3 + R_4 I_4 = 91 + 99 + 99 + 91 = 380 \text{ W}$$

• دفعہ می کیم مدرسہ ۱۹۵۷ء میں ضوابط محدودہ خراجہ ماہیہ کیم

$$V_{out} = \left[\frac{R_r}{R_i + R_r} - \frac{R_E}{R_s + R_{E_1}} \right] \times V_{in}$$

برای پیراژن کسب حالت V_{out} فرض می‌کنیم R_1 , R_E مثبت و R_2 در حد توانی و R_3 منفی μ

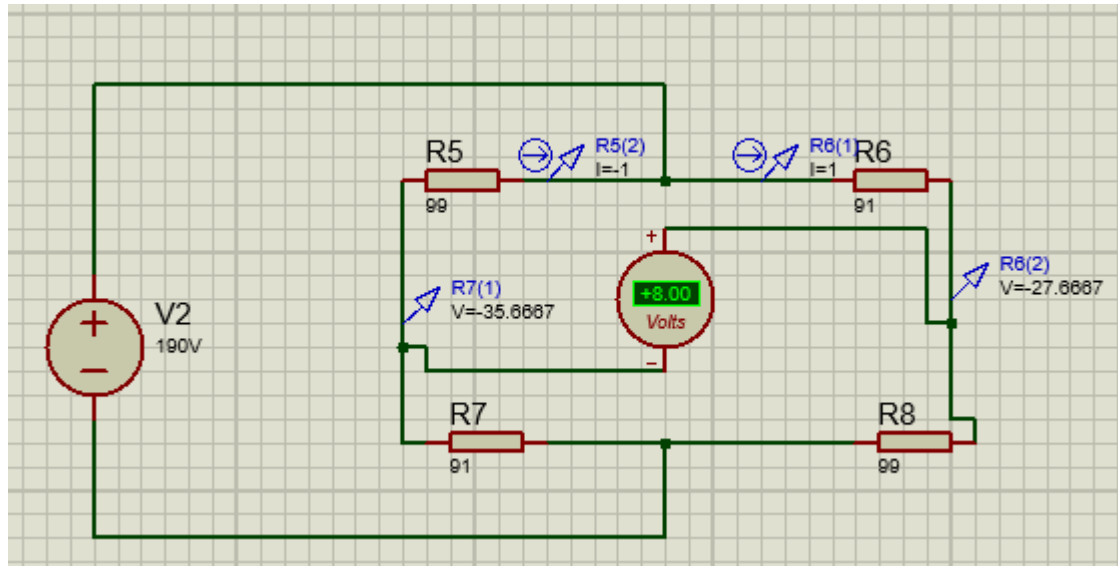
$$V_{out} = \left[\frac{99 \times 0.9V}{99 \times 0.9V + 91 \times 10^3} - \frac{91 \times 10^3}{91 \times 10^3 + 99 \times 0.9V} \right] = 1.3029V \text{ is correct}$$

برای پیدا کردن بیشینه حالت V_{out} فرض می کنیم R_1 و R_2 متغیر ۳ درجه - توانایی R_1, R_2, R_3 است -

$$V_{out} = \left[\frac{99 \times 1,0V}{99 \times 1,0V + 99 \times 0,9V} - \frac{91 \times 0,9V}{91 \times 0,9V + 99 \times 1,0V} \right] = 11,41V$$

$$V_{out} = [1, 30.24, 13, 412.5]$$

مدار طراحی شده در پروتئوس به شکل زیر است



میبینیم برای ولتاژ ورودی 190 ولت ، ولتاژ خروجی 8 ولت خواهیم داشت و کاملاً خواسته مسئله را برآورده می کند.

(ب)

سؤال 1) ب

حال مقادیر را باید از یک سیستم جبرانی از نتایج این استفاده میکنیم ، مقادیر ها را هم در نظر میگیریم

$$R_1 = 91 \text{ M}\Omega \quad R_2 = 99 \text{ M}\Omega \quad R_3 = 99 \text{ M}\Omega \quad R_4 = 91 \text{ M}\Omega$$

• جریان کمترین از هر کجی به صورت رو به رو قابل حساب است.

$$R_t = (91 + 99) \parallel (91 + 99) = 95 \text{ M}\Omega$$

$$I_t = \frac{V}{R_t} = \frac{190}{95 \text{ M}\Omega} = 2 \mu\text{A} \Rightarrow I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 1 \mu\text{A}$$

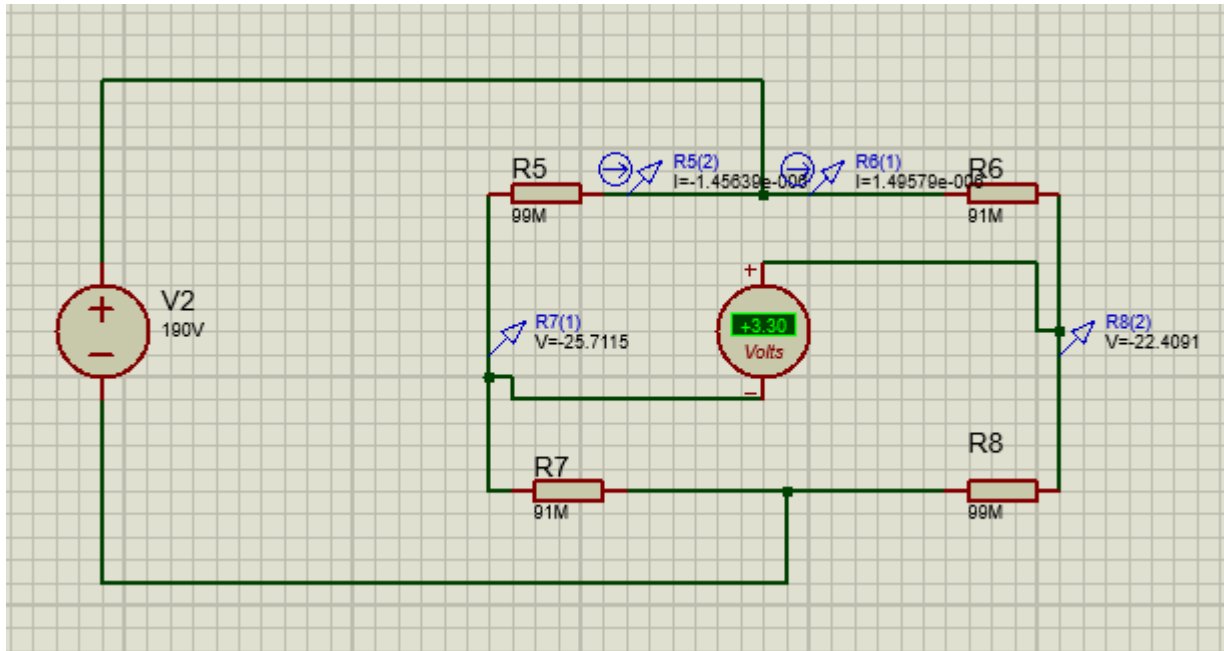
• توان مصرفی به صورت رو به رو حساب می شود.

$$P = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2 + R_4 I_4^2 = 380 \times 10^4 \times 10^{-12} = 380 \times 10^{-8} = 3.8 \times 10^{-6} \text{ W}$$

• دلیل اینجاست با تغییر واحد مقاومت ها باز هم نسبت ثابت می ماند پس کمتری در این بخش رخ نخواهد داد ، محدوده تغییرات ولتاژ به صورت قابل است

$$V_{out} = [212029, 1314827]$$

شبیه سازی در پروتئوس به شکل زیر است :



می بینیم ولتاژ خروجی از 8 ولت کمتر است و خواسته مساله را برآورده میکند.

(ج)

سؤال ۱) ج ← اگر مقاومت ها ضعیف بزرگ باشند جریان کوچک می شود و در نتیجه $P = RI^2$ کاهش خواهد یافت. اما مقاومت بزرگ می تواند موجب مدار باز شدن مدار شود و مانع عبور جریان شود.

سوال (2)

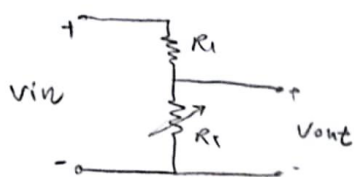
(الف)

سوال (2) الف

$$a = \frac{(5 + 4)}{2} \times 10 = V_0$$

$$b = (10 + 4) \times 10 = 1V_0$$

$$R \in [V_0, 1V_0]$$



$$V_{in} = 5V$$

$$R_2 = [V_0, 1V_0]$$

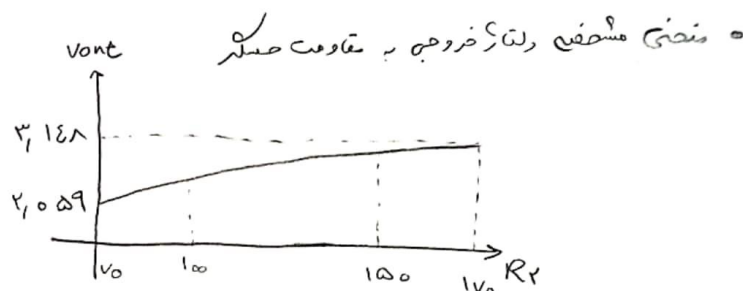
$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}$$

$$\text{if } R_2 = V_0 \Omega \rightarrow V_{out} = \frac{V_0}{R_1 + V_0} \times 5 \leq 3.3 \rightarrow R_1 \geq 34.04$$

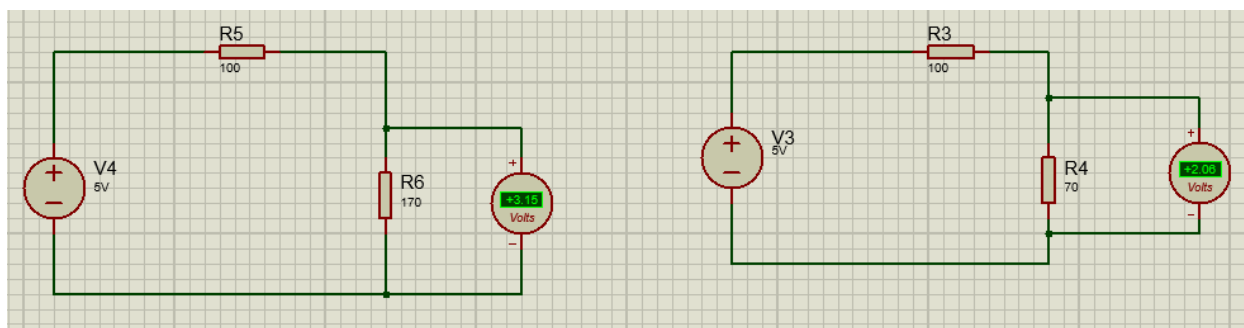
$$\text{if } R_2 = 1V_0 \Omega \rightarrow V_{out} = \frac{1V_0}{R_1 + 1V_0} \times 5 \leq 3.3 \rightarrow R_1 \geq 17.54$$

مقدار انتخابی من با توجه به رنج‌های $0 \leq R_1 \leq 100 \Omega$ است.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}$$



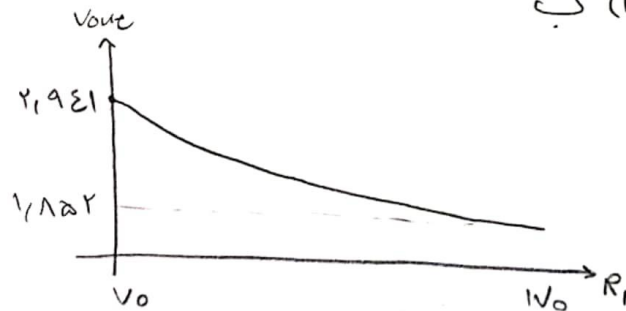
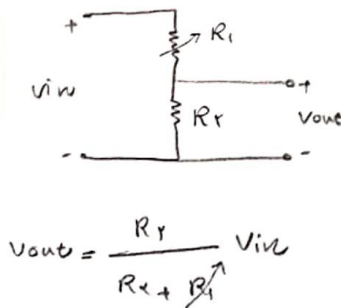
مدار شبیه سازی شده در پروتئوس به شکل زیر است



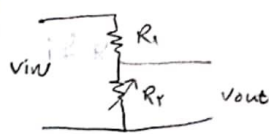
از خروجی های گرفته شده برای حداکثر و حداقل مقاومتی که مقاومت متغیر به خودش میگیرد ، یعنی 70 و 170 اهم ، میبینیم که همواره برای مقاومت های این بازه ، ولتاژ خروجی کمتر از 3.3 ولت است.

(ب)

سؤال ۲ ب



(ج)



if $R_L = V_0 \rightarrow P = \frac{V^2}{R} = \frac{25}{(V_0 + 100)} = 0.147 \text{ W}$ (سؤال ۲ ج)

if $R_L = 1V_0 \rightarrow P = \frac{V^2}{R} = \frac{25}{(1V_0 + 100)} = 0.0924 \text{ W}$

$\Rightarrow P = [0.0924, 0.147]$

(د)

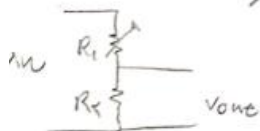
سؤال ۲ د



$$V_{out} = \frac{R_L}{R_i + R_L} V_{in}$$

در این حالت می توان با انتخاب R_i و R_L مناسب به یک مدار

تقریباً صفی رسید یعنی اگر $R_i > R_L$ باشد می توان $V_{out} = \frac{R_L}{R_i} V_{in}$ در نظر گرفت و در این حالت gain کم است و باید بین gain هدف بودن و ضایع کردن



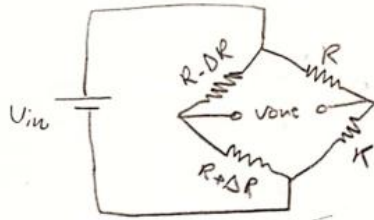
$$V_{out} = \frac{R_L}{R_i + R_L} V_{in}$$

این حالت غیر فایده است.

و می توان C حدوده V_{in} افزایش پیدا کرد و gain بیشتری دارد

(5)

سوال (2) هـ



$$V_{out} = \left[\frac{R + \Delta R}{R + \Delta R + R + \Delta R} - \frac{R}{R + R} \right] V_{in} = \frac{\Delta R}{R} V_{in}$$

$$\Delta R = 1V_0 - V_0 = 100 \text{ } \Omega \quad , \quad V_{in} = 5 \text{ V} \quad , \quad V_{out} = 1 \text{ V}$$

$$V_{out} = \frac{\Delta R}{R} V_{in} \Rightarrow 1 \text{ V} = \frac{100}{R} \times 5$$

$$\rightarrow \boxed{R = 151,51 \text{ } \Omega}$$

سوال (3)

(1)

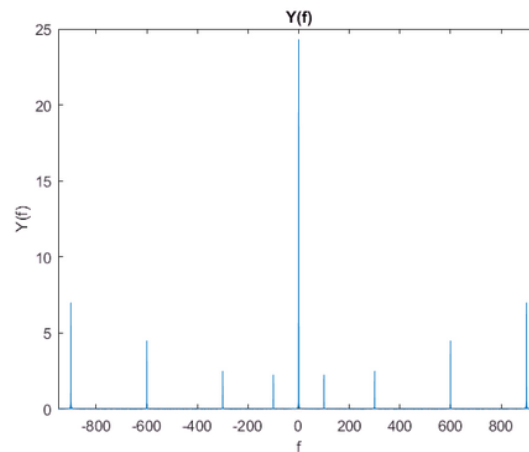
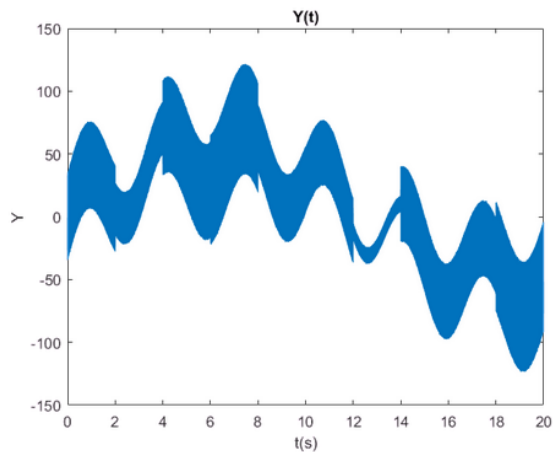
ابتدا به صورت گفته شده در پروژه سیگنال را به دست می آوریم و سپس تبدیل فوریه میگیریم و نمایش میدهم.

```
clear
%% 1
Y = HW1_sig(810198479);
t = 0:20*1/length(Y):20-20*1/length(Y);

plot(t,Y);
xlabel('t(s)')
ylabel('Y')
title('Y(t)')

fs=100000;
f=-fs/2:fs/length(Y):fs/2-fs/length(Y);

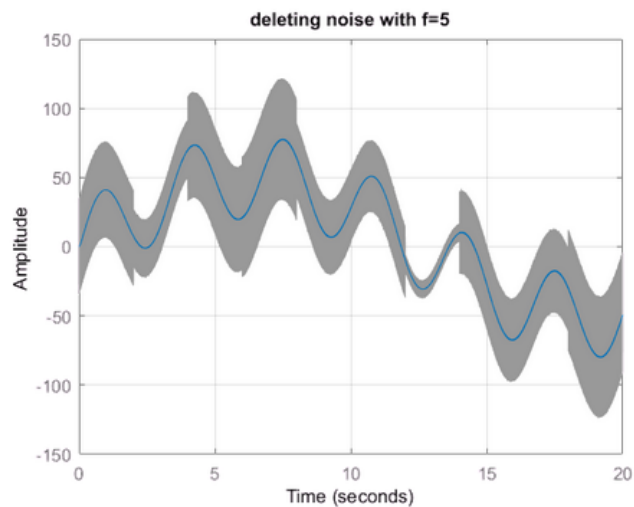
Yf = abs(fftshift(fft(Y))/length(Y));
figure
plot(f,Yf);
xlim([-950 950]);
xlabel('f')
ylabel('Y(f)')
title('Y(f)')
```

(2

در این بخش می‌خواهیم سیگنال حامل را پیدا کنیم. چون سیگنال آنالوگ است پس باید با یک فیلتر پایین گذر فرکانس‌های حدود صفر را جدا کنیم و نمایش دهیم. نتیجه به صورت زیر می‌شود.

```
%% 2
fl = 5;
Rc = 1/(2*pi*fl);
g = tf(1,[Rc 1])
lsim(g,Y,t)
grid on
title('deleting noise with f=5')
```

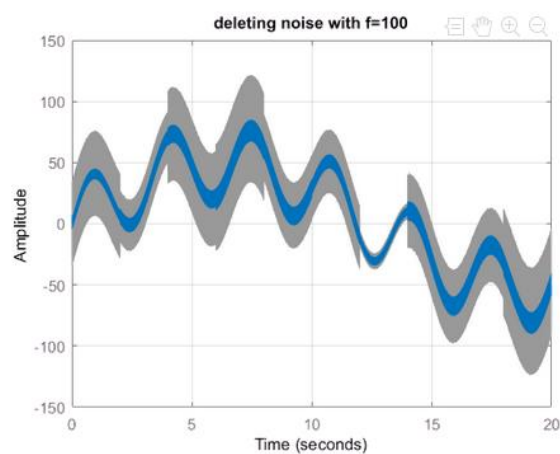
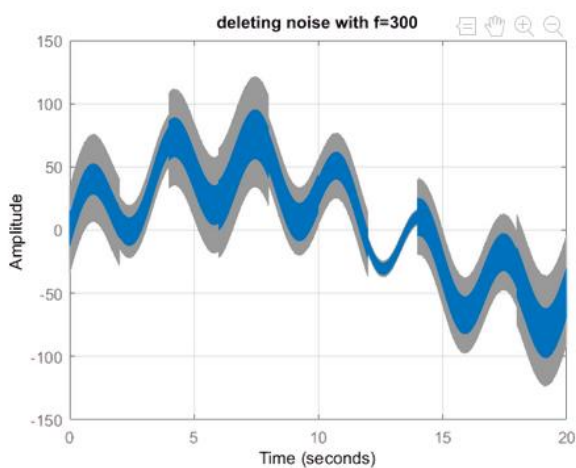


(3)

هرچه ثابت زمانی کم شود یعنی فرکانس قطع زیاد شود ، نویز بیشتری از فیلتر عبور می کند که حاوری اطلاعات سیگنال غیر حامل است. حال با افزایش ثابت زمانی و کاهش سیگنال قطع ، اطلاعات سیگنال حامل نیز علاوه بر نویز از دست می رود.

```
%% 3
fl = 100;
Rc = 1/(2*pi*fl);
g = tf(1,[Rc 1])
lsim(g,Y,t)
grid on
title('deleting noise with f=100')
```

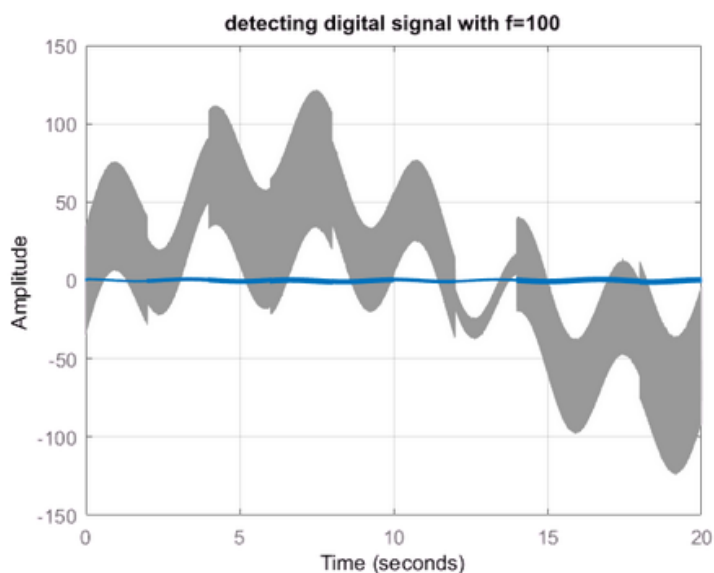
```
fl = 300;
Rc = 1/(2*pi*fl);
g = tf(1,[Rc 1])
lsim(g,Y,t)
grid on
title('deleting noise with f=300')
```



(4)

یک فیلتر میان گذر طراحی میکنیم که با آن فرکانس 100 هرتز را جدا کنیم. فرکانس قطع بالا و پایین آن را 90 و 110 در نظر میگیریم.

```
%% 4 %% f = 100
fc = 100;
RhCl = 1/(fc - 10);
RlCl = 1/(fc + 10);
gl00 = tf([RhCl 0],[RhCl*RlCl RhCl+RlCl 1])
lsim(gl00,Y,t)
grid on
title('detecting digital signal with f=100')
```



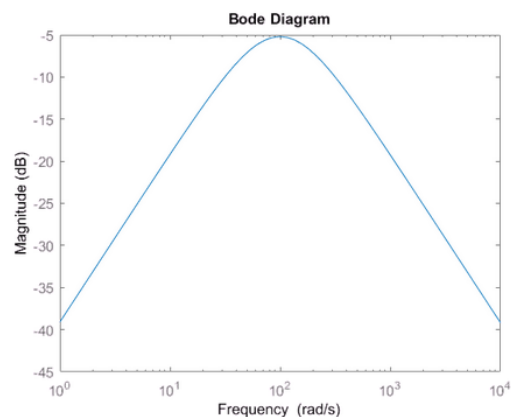
(5)

حال با رسم نمودار بود آن میبینیم فیلتر سیگنال را در ضریبی ضرب کرده است که سبب تضعیف سیگنال شده است. آن ضریب را از بین میبریم تا سیگنال اصلی را پیدا کنیم.

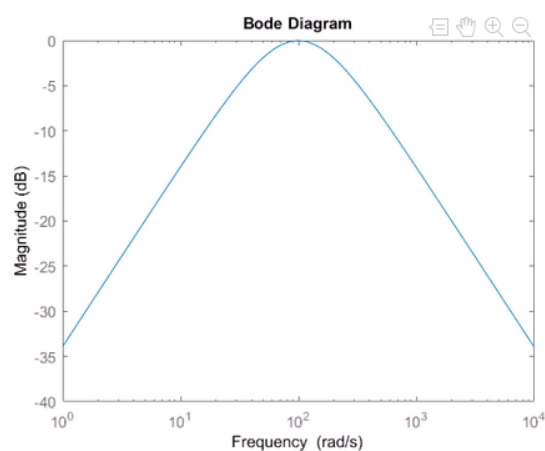
```
%% 5 %% f = 100
bodemag(gl00)

k = 1/10^(-5.19/20);
kg100 = k*gl00
bodemag(kg100)
lsim(kg100,Y,t)
grid on
title('detecting digital signal with f=100 kg')
```

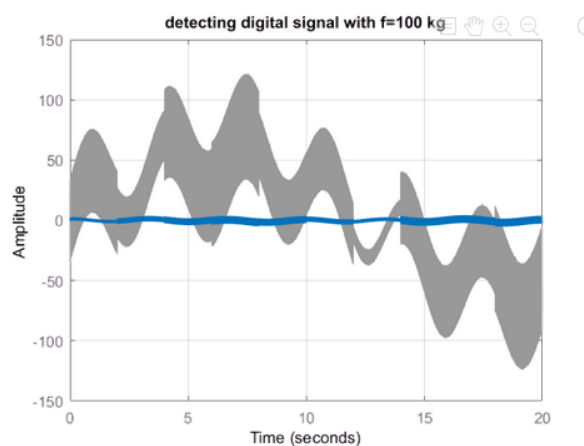
در این نمودار میبینیم که ماکسیمم آن حدودا 5- دسیبل است.



بعد از اینکه در ضریب k ضرب کردیم میبینیم ماکسیمم نمودار بود 0 دسیبل یا همان عدد 1 شده است.



حال بار دیگر سیگنال 100 هرتز با دامنه 5 ولت را جداسازی میکنیم. میبینیم که به خوبی جدا شده است.

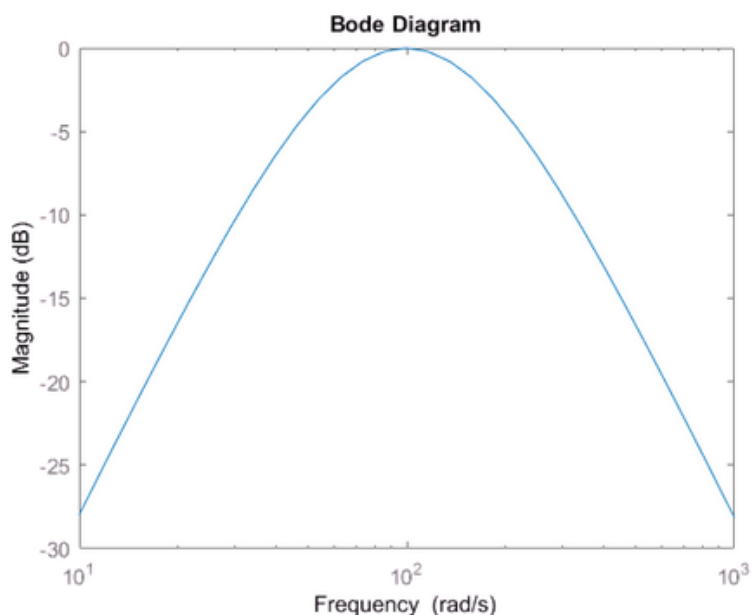


(6)

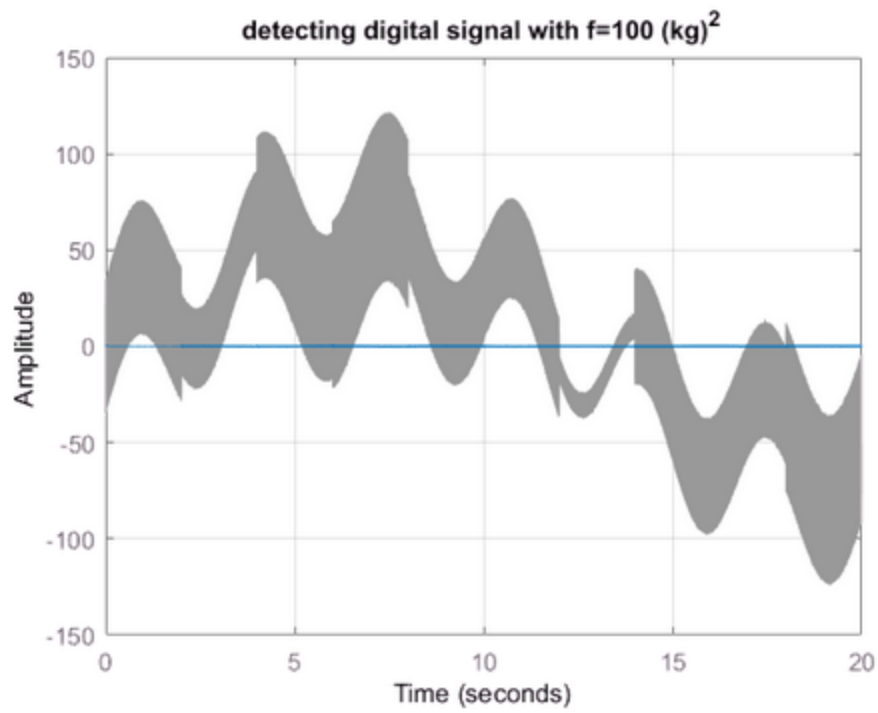
توقع داریم فرکانس های غیر از 100 هرتز خیلی بیشتر از 100 هرتز تضعیف شوند. مشاهده می شود هرچه توان n را بیشتر میکنیم سیگنال های غیر 100 هرتز بیشتر تضعیف می شوند.

```
%% 6 %% f = 100
n = 2;
F100 = (kg100)^n;
bodemag(F100)
lsim(F100,Y,t)
grid on
title('detecting digital signal with f=100 (kg)^2')
n = 3;
F100 = (kg100)^n;
bodemag(F100)
lsim(F100,Y,t)
grid on
title('detecting digital signal with f=100 (kg)^3')
```

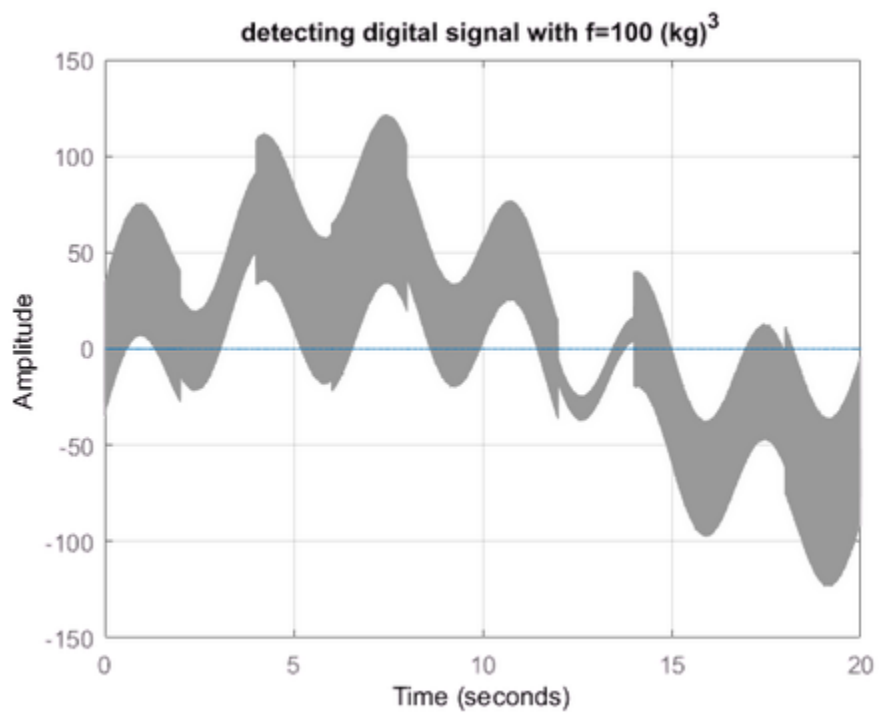
نمودار بود همچنان دارای ماکسیمم 0 دسیبل است و یعنی 100 هرتز به خوبی باقی میماند.



حال اگر kg را به توان 2 برسانیم به شکل زیر میرسیم.



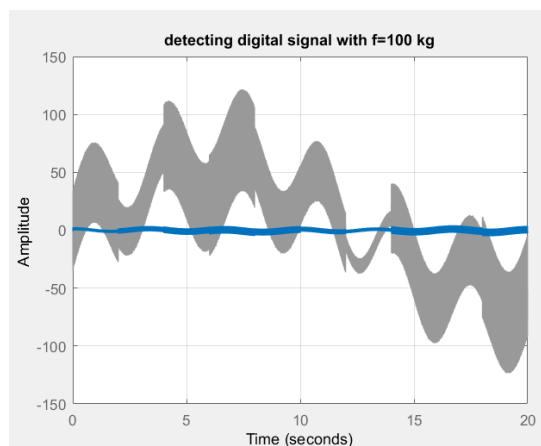
اگر kg را به توان 3 برسانیم به شکل زیر میرسیم .



(7)

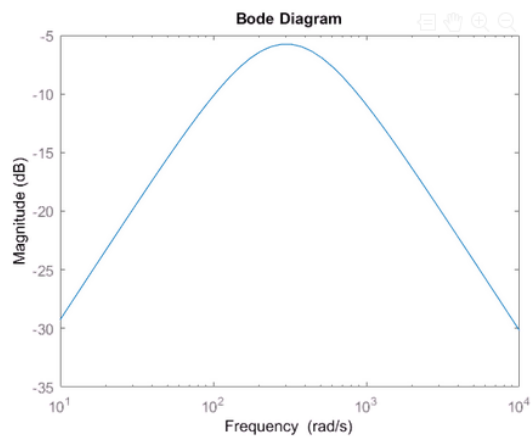
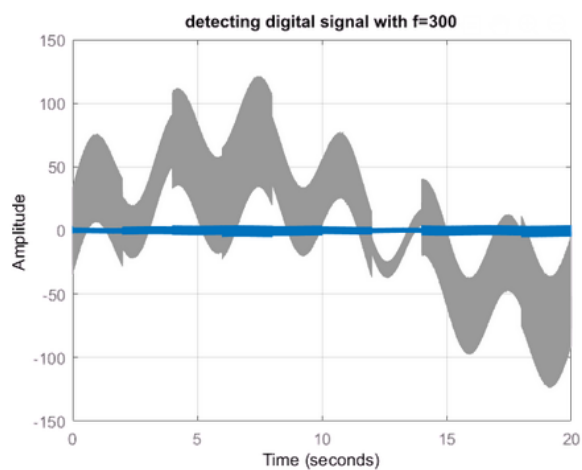
اگر به صورت شهودی بخواهیم با توجه به سیگنال به دست آمده سیگنال باینری را پیدا کنیم. به عدد زیر میرسیم.

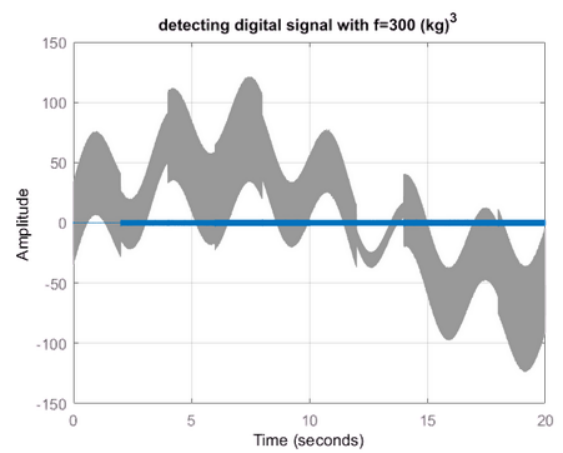
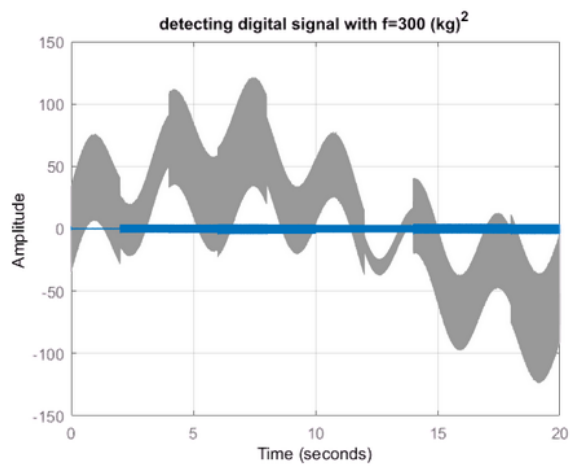
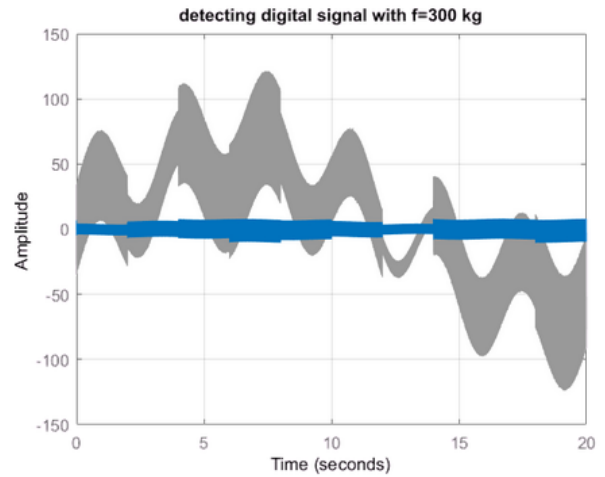
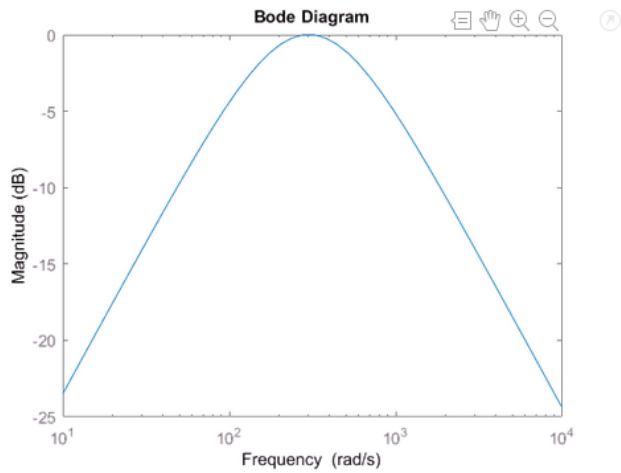
0111100111



(8)

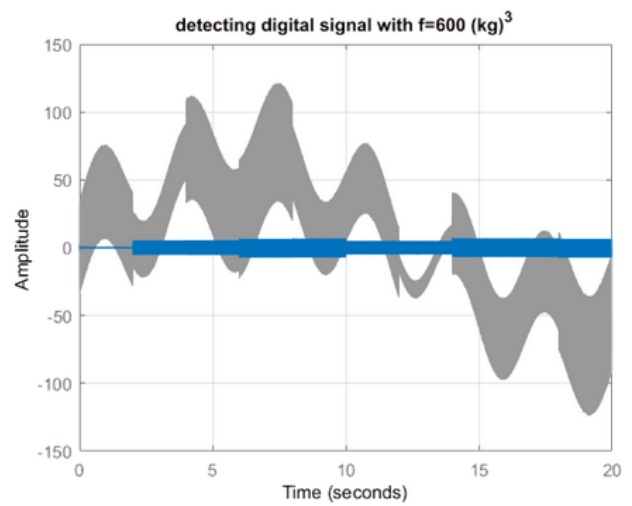
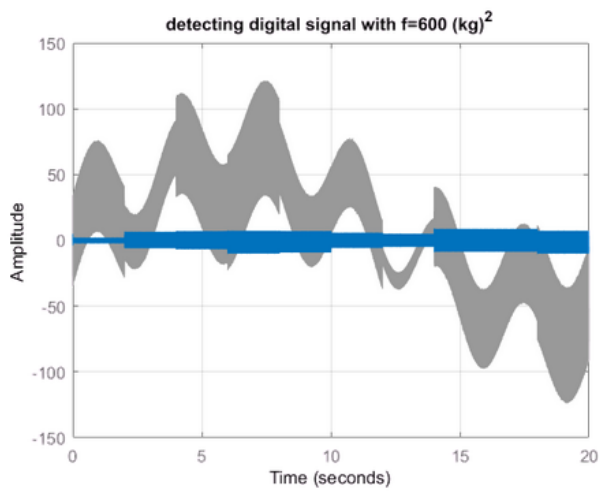
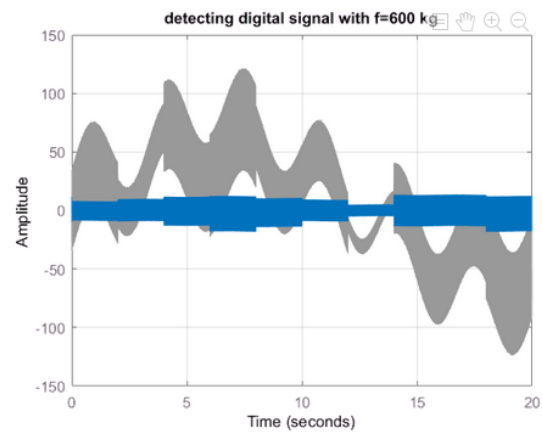
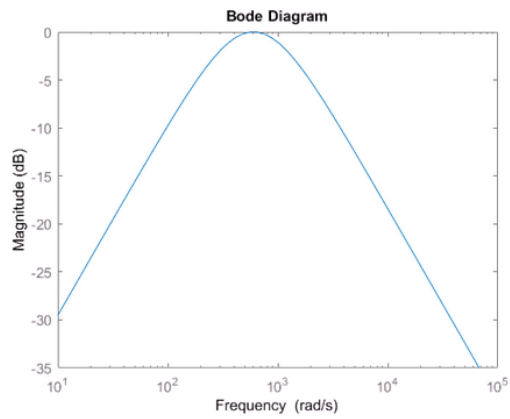
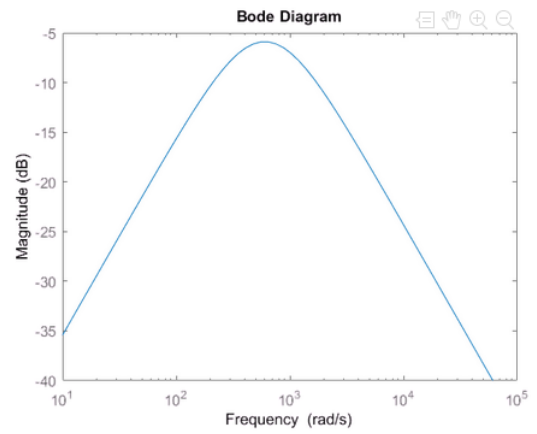
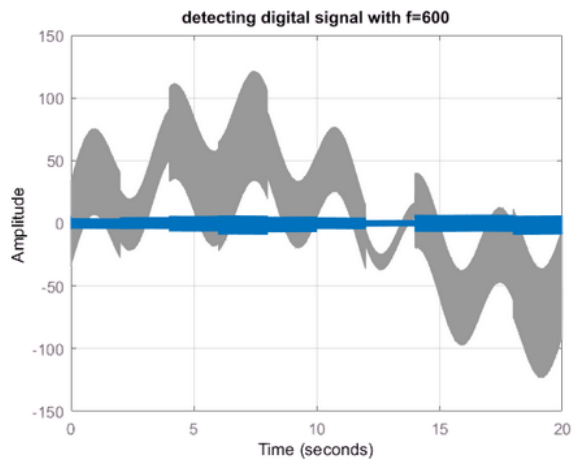
F = 300





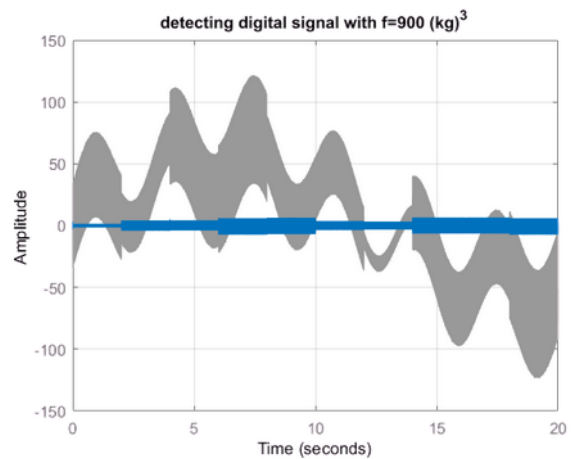
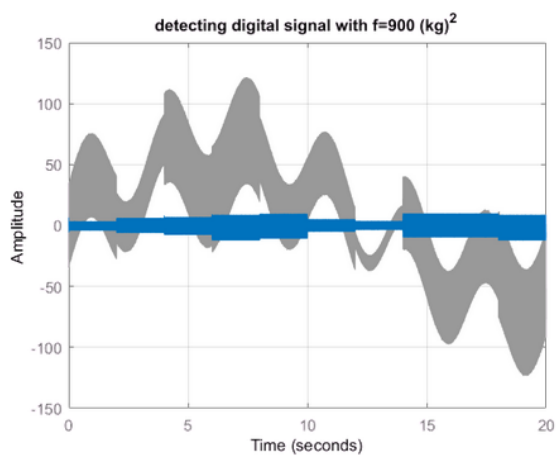
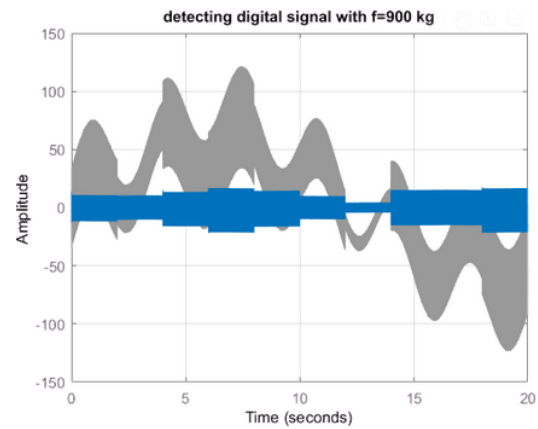
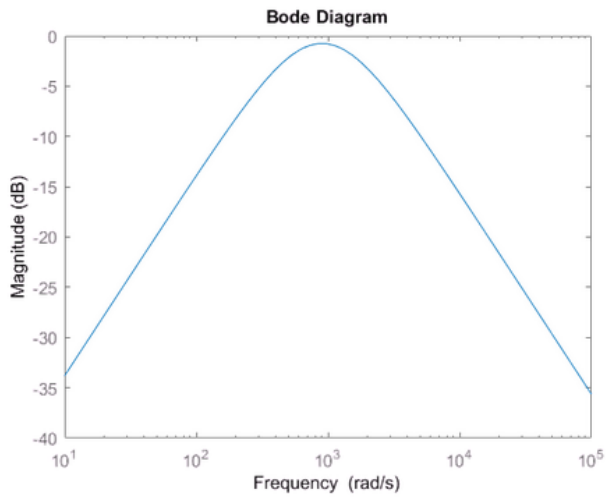
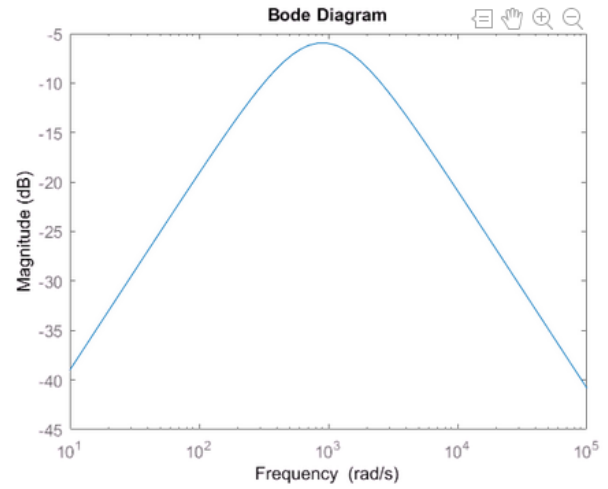
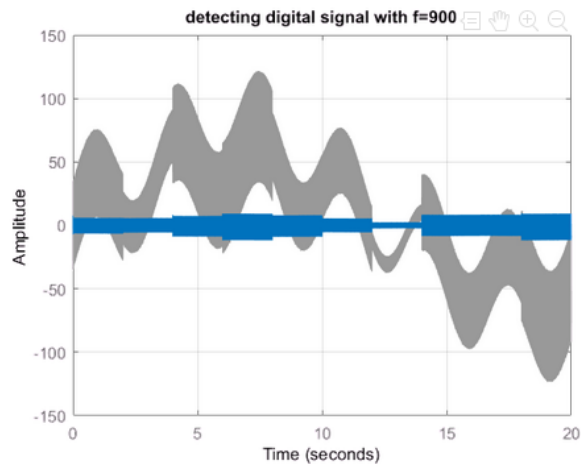
سیگنال دیجیتال بازیابی شده برابر 0111110111 است.

$F = 600$



سیگنال دیجیتال بازیابی شده برابر 1111110111 است.

F = 900



سیگنال بازیابی شده برابر 0111100111 است.

بفرض $\omega \leftarrow 10$

① سینال جلد 1 $\frac{1}{R_1 C_1} = 2\pi f \xrightarrow{f=10} R_1 C_1 = 0,0159$

$R_1 = 10 \text{ k}\Omega \rightarrow C_1 = 1,59 \text{ }\mu\text{F}$

② سینال 10 دیت
با فرکانس 100 هرتز

$R_L C_{L1} = \frac{1}{2\pi \times 110} = 0,00158 \rightarrow \begin{cases} R_{L1} = 1 \text{ k}\Omega \\ C_{L1} = 1,58 \text{ }\mu\text{F} \end{cases}$

$R_H C_{H1} = \frac{1}{2\pi \times 90} = 0,00177 \rightarrow \begin{cases} R_{H1} = 1 \text{ k}\Omega \\ C_{H1} = 1,77 \text{ }\mu\text{F} \end{cases}$

③ سینال 10 دیت
با فرکانس 300 هرتز

$R_L C_{L3} = \frac{1}{2\pi \times 310} = 0,00051 \rightarrow \begin{cases} R_{L3} = 1 \text{ k}\Omega \\ C_{L3} = 510 \text{ nF} \end{cases}$

$R_H C_{H3} = \frac{1}{2\pi \times 290} = 0,00055 \rightarrow \begin{cases} R_{H3} = 1 \text{ k}\Omega \\ C_{H3} = 550 \text{ nF} \end{cases}$

④ سینال 10 دیت
با فرکانس 400 هرتز

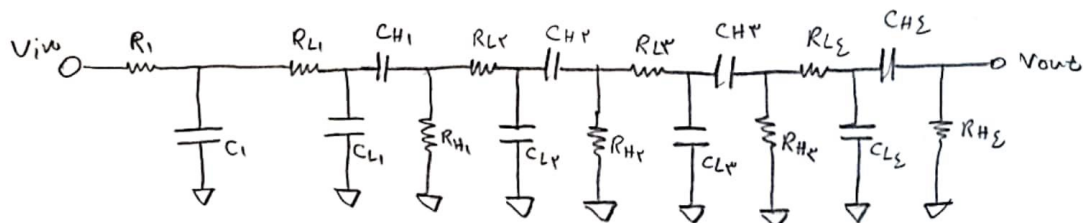
$R_L C_{L4} = \frac{1}{2\pi \times 410} = 3,9 \times 10^{-5} \rightarrow \begin{cases} R_{L4} = 1 \text{ k}\Omega \\ C_{L4} = 40 \text{ nF} \end{cases}$

$R_H C_{H4} = \frac{1}{2\pi \times 390} = 2,1 \times 10^{-5} \rightarrow \begin{cases} R_{H4} = 1 \text{ k}\Omega \\ C_{H4} = 20 \text{ nF} \end{cases}$

⑤ سینال 10 دیت
با فرکانس 900 هرتز

$R_L C_{L5} = \frac{1}{2\pi \times 910} = 1,75 \times 10^{-5} \rightarrow \begin{cases} R_{L5} = 1 \text{ k}\Omega \\ C_{L5} = 75 \text{ nF} \end{cases}$

$R_H C_{H5} = \frac{1}{2\pi \times 890} = 1,78 \times 10^{-5} \rightarrow \begin{cases} R_{H5} = 1 \text{ k}\Omega \\ C_{H5} = 178 \text{ nF} \end{cases}$

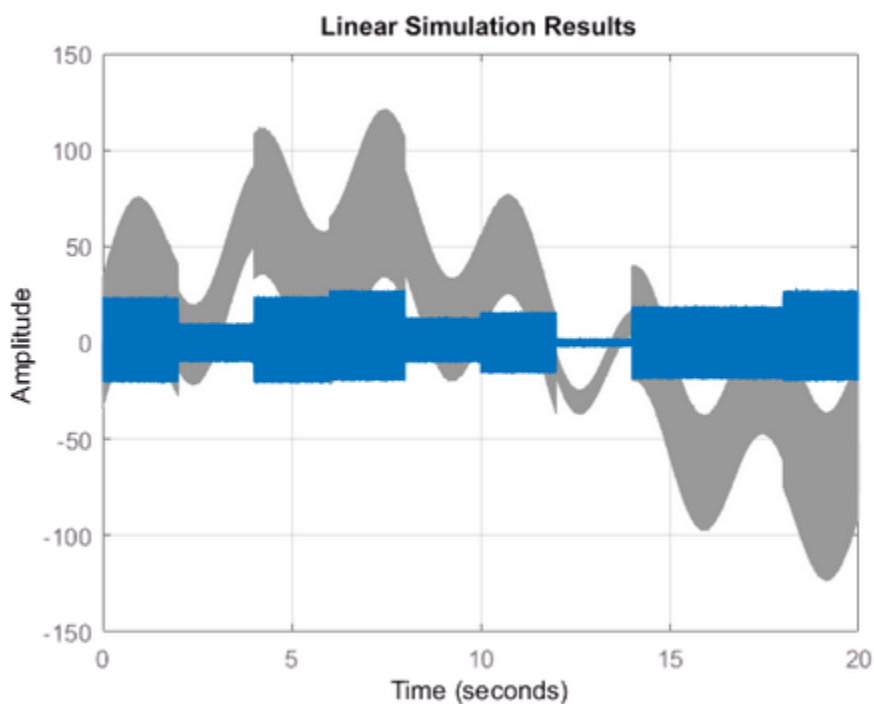


(10)

با کمک یک فیلتر بالاگذر نویز ها را جدا میکنیم و میبینیم نویز تاثیر خیلی زیادی در سیگنال اصلی داشته است. به صورتی که در سیگنال اولیه که فرکانس پایین تری دارد به نسبت نویز بیشتری مشاهده می شود که این موضوع به علت توان بالاتر این سیگنال می باشد. هرچه فیلتر های میانگذر بیشتری را اعمال کنیم ، نویز بیشتری فیلتر می شود. بنابر این اثر نویز بعد از گذشت از همه فیلتر هایی که داریم ، به خوبی از بین می رود.

```
%%% 10
```

```
fl = 900;  
Rc = 1/(2*pi*fl);  
g = tf([Rc 0],[Rc 1])  
lsim(g,Y,t)  
grid on
```



(11)

سوال 4)

(1)

ابتدا با توجه به شماره دانشجویی داده ها را استخراج میکنیم.

```
[y,x] = HW1_sensor(810198479);
```

(2)

سپس داده ها را به train و test تقسیم میکنیم.

```
y_train = y(1:70);  
x_train = x(1:70);  
y_test = y(71:100);  
x_test = x(71:100);
```

(3)

حال ماتریس های مورد نیاز برای تبدیل z داده شده را پیدا میکنیم. واضح است برای بررسی هر داده به داده های قبلی آن نیاز داریم.

```
%% 3  
x_with_lag = [x; [0, x(1:99)]; [0, 0, 0, x(1:97)] ];  
x_with_lag_train = x_with_lag(:,1:70);  
x_with_lag_test = x_with_lag(:,71:100);  
  
max_check_degree = 20;  
  
for i = 1 : max_check_degree  
    y_lag(i,:) = [zeros(1,i), y(1:100-i)];  
end  
y_with_lag_train = y_lag(:,1:70);  
y_with_lag_test = y_lag(:,71:100);
```

```

for n_check = 3: max_check_degree
    phi_train = [x_with_lag_train; y_with_lag_train(1:n_check,:)];
    phi_train = phi_train(:,n_check+1:70);
    y_cut_train = y_train(:,n_check+1:70);
    theta = (phi_train*phi_train') \ (phi_train * y_cut_train');

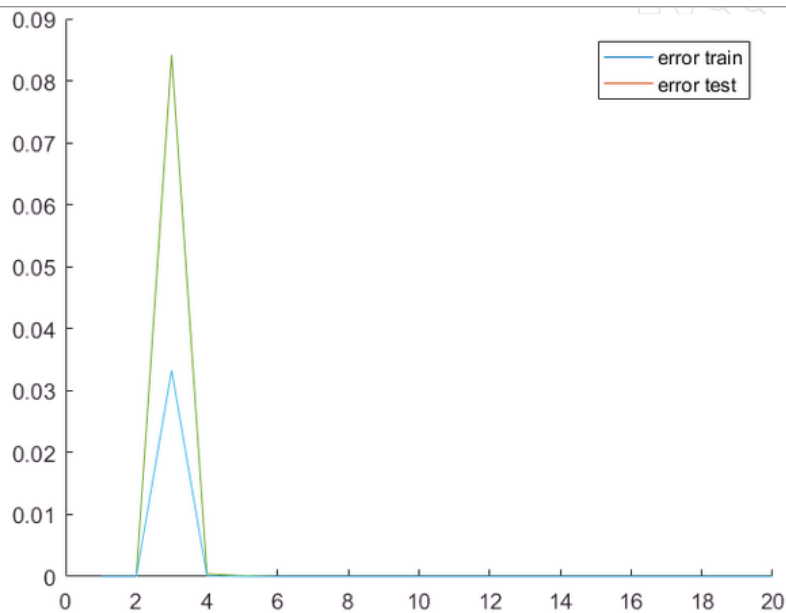
    y_es_by_train = theta' * phi_train;
    err_train(n_check) = sum((y_es_by_train - y_cut_train).*(y_es_by_train - y_cut_train));

    phi_test = [x_with_lag_test; y_with_lag_test(1:n_check,:)];
    phi_test = phi_test(:,n_check+1:30);
    y_cut_test = y_test(:,n_check+1:30);
    y_es_by_test = theta' * phi_test;
    err_test(n_check) = sum((y_es_by_test - y_cut_test).*(y_es_by_test - y_cut_test));
end

hold on
plot(err_train)
plot(err_test)

```

با توجه به نمودار خطاها میببینیم بهترین n برابر 5 است زیرا در این نقطه خطا بسیار ناچیز می شود.



(4)

حال با کمک نتایج به دست آمده ضرایب را معرفی می کنیم.

```

%% 4
disp('best theta is 5');
n_check = 5;
phi_train = [x_with_lag_train; y_with_lag_train(1:n_check,:)];
phi_train = phi_train(:,n_check+1:70);
y_cut_train = y_train(:,n_check+1:70);
theta = (phi_train*phi_train') \ (phi_train * y_cut_train');

disp('b0 =')
disp(theta(1))
disp('b1 =')
disp(theta(2))
disp('b2 =')
disp(theta(3))
disp('a1 =')
disp(-theta(4))
disp('a2 =')
disp(-theta(5))
disp('a3 =')
disp(-theta(6))
disp('a4 =')
disp(-theta(7))
disp('a5 =')
disp(-theta(8))

```

best theta is 5

b0 =

1.0999

b1 =

3.5222

b2 =

-0.0308

a1 =

1.0926

a2 =

0.4229

a3 =

0.0615

a4 =

8.8681e-04

a5 =

-7.3032e-04