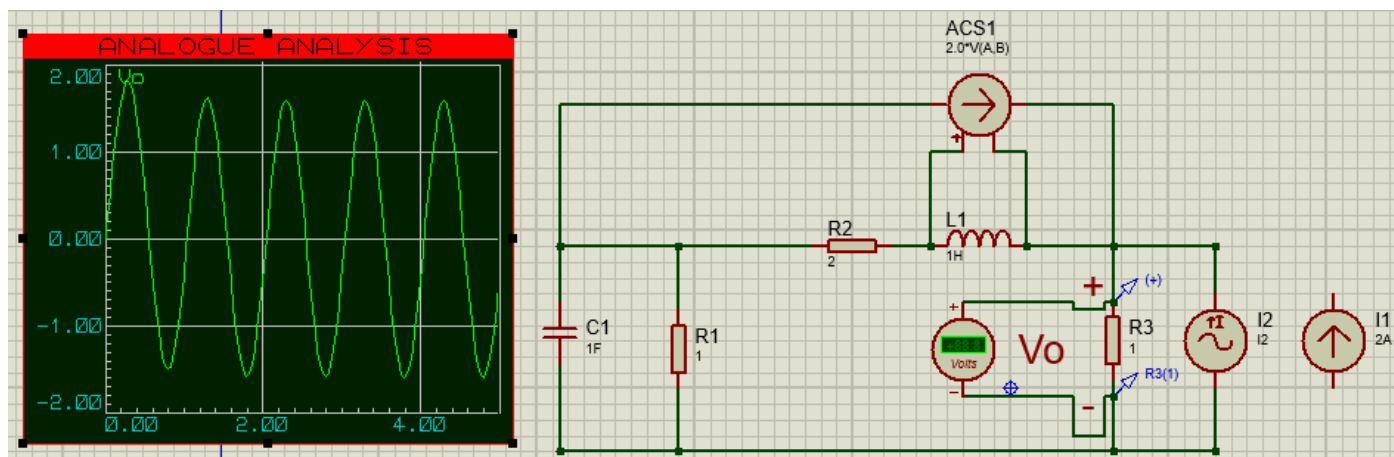
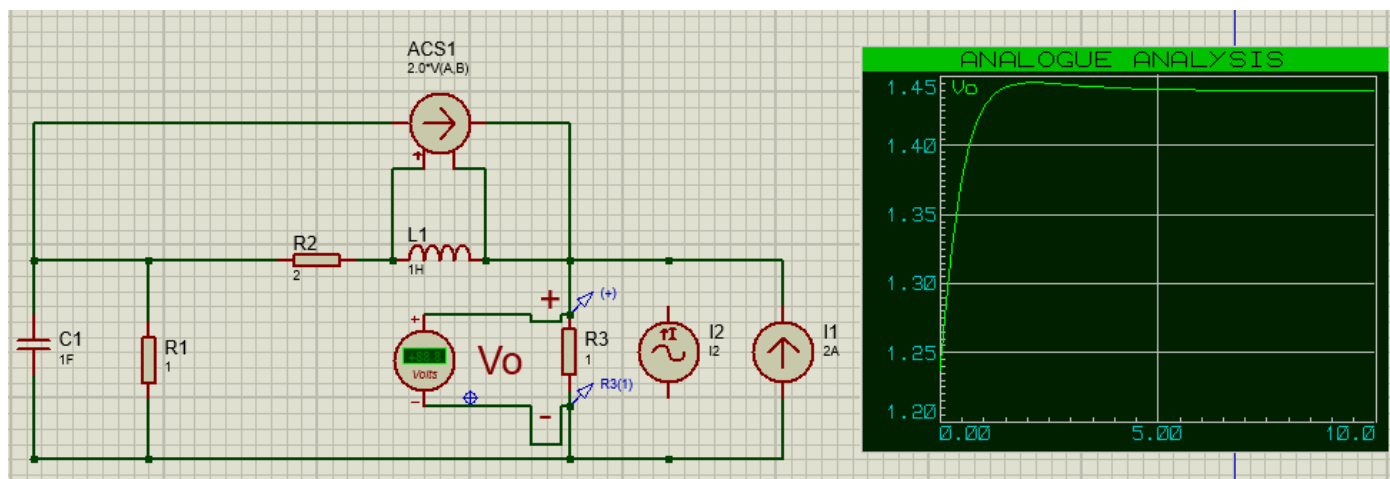


سوال ۱: ابتدا مدار را در نرم افزار شبیه سازی کردیم و پارامتر های مورد نظر را مانند سوال قرار دادیم. سپس یکبار با منبع جریان dc، ورودی آن را  $2u(t)$  قرار دادیم و سپس با منبع جریان ac، ورودی آن را  $4\sin(2\pi t)$  قرار دادیم.

منبع ac را بدین صورت تعریف کردیم:

برای رسم نمودار دو تا probe در دو سر R3 در نظر گرفتیم و میدانیم که:  $V_o = (+) - (-)$  و سپس با استفاده از add traces مقادیر نمودار را معلوم می کنیم. بدین صورت:

نتایج با استفاده از analogue analysis به این صورت در آمد:



سوال ۲: در اینجا ابتدا زمان  $t$  و ماتریس های مربوط به معادلات حالت را تعریف می کنیم. سپس با استفاده از دستور `ss` سیستم را تعریف می کنیم.

در آخر ورودی هایی که می خواهیم به ازای آنها خروجی بگیریم را مینویسیم. که برای پاسخ پله از `step` استفاده می کنیم فقط به آن ضریب ۲ می دهیم و تابع `4sin(2pit)` را همان گونه تحت عنوان  $u$  تعریف می کنیم. و سپس با استفاده از `lsim` خروجی مربوط به تابع سینوسی را دریافت می کنیم.

و در نهایت با استفاده از دستور `subplot` هر دو نمودار را در یک صفحه رسم می کنیم. در آخر میتوانیم با استفاده از دستور `grid on` صفحه نمودار را شطرنجی کنیم یا با استفاده از 'b' رنگ آبی به آن بدهیم یا با استفاده از `linewidth` سایز نمودار را مشخص کنیم.

مشاهده میشود نمودارهای بدست آمده در `matlab` با نمودارهایی که در سوال ۱ با `proteus` بدست آوردیم یکی است.

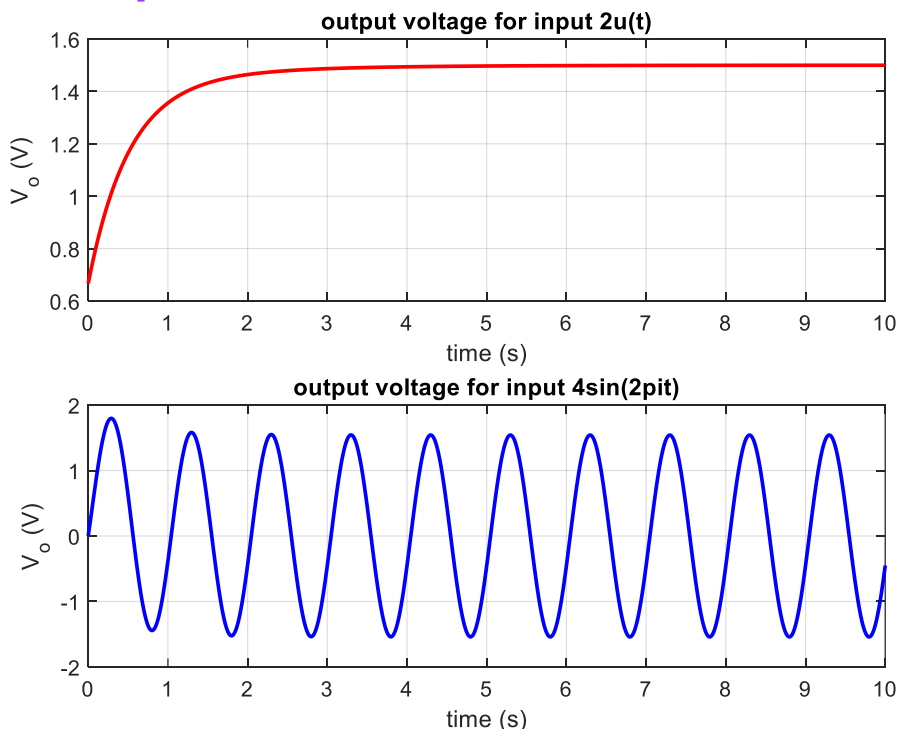
```
clc;
clear all;
close all;

A=[-1 1/3;1 -5/3];
B=[-1/3;2/3];
C=[-1 2/3];
D=[1/3];
sys=ss(A,B,C,D);

t=0:0.005:10;
sr=2*step(sys,t);
u=4*sin(2*pi*t);
ur=lsim(sys,u,t);

subplot(2,1,1),plot(t,sr,'r','linewidth',1.5)
grid on;
xlabel('time (s)')
ylabel('V_o (V)')
title('output voltage for input 2u(t)')

subplot(2,1,2),plot(t,ur,'b','linewidth',1.5)
grid on;
xlabel('time (s)')
ylabel('V_o (V)')
title('output voltage for input 4sin(2pit)')
```



سوال ۳: در این سوال هم مانند سوال ۲ ابتدا ماتریس های  $A, B, C, D$  را تعریف می کنیم و سپس با استفاده از دستور `ss2tf` ماتریس ضرایب صورت و مخرج را که  $N$  و  $D$  نام گذاری کردیم بدست می آوریم. سپس با استفاده از دستور `tf` تابع  $H$  را بدست می آوریم. و در ادامه مانند سوال قبل عمل می کنیم. با این تفاوت که به جای `sys` برای تعریف سیستم از  $H$  استفاده مینماییم. با رسم نمودارها متوجه میشویم که نمودارهای بدست آمده همان نمودارهای بدست آمده در سوال ۱ هستند. پس پاسخمان درست است.

```
clc;
clear all;
close all;

syms s;
t=0:0.005:10;

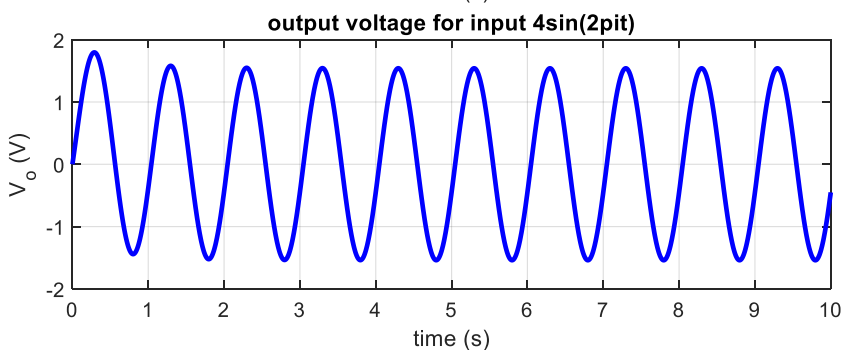
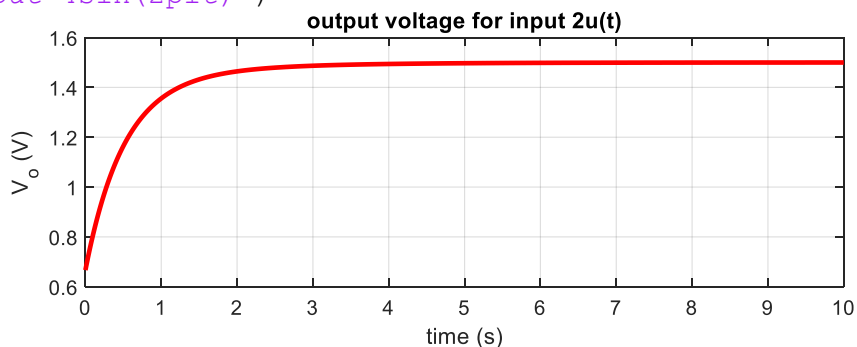
A=[-1 1/3;1 -5/3];
B=[-1/3;2/3];
C=[-1 2/3];
D=[1/3];

sys=ss(A,B,C,D);
[N,D]=ss2tf(A,B,C,D);
H=tf(N,D);

sr=2*step(H,t);
u=4*sin(2*pi*t);
ur=lsim(H,u,t);

subplot(2,1,1),plot(t,sr,'r','linewidth',2)
grid on;
xlabel('time (s)')
ylabel('V_o (V)')
title('output voltage for input 2u(t)')

subplot(2,1,2),plot(t,ur,'b','linewidth',2)
grid on;
xlabel('time (s)')
ylabel('V_o (V)')
title('output voltage for input 4sin(2pit)')
```



سوال ۴: در این سوال پس از تعریف  $s$  به صورت سمبولیک و مشخص کردن بازه و قدم های  $t$ ، ماتریس های معادلات حالت را تعیین کرده و سیستم را تعریف می کنیم.

سپس از فرمول  $H = C(sI - A)^{-1}B + D$  استفاده کرده و  $H$  را تعریف می نماییم. و با ضرب  $H$  در لاپلاس تابع پله با ضریب ۲،  $v$  بدست می آید. حال برای بدست آوردن  $V_o$  در حوزه زمانی، از  $v$  معکوس لاپلاس می گیریم.

و در نهایت نمودار  $V_o$  را رسم می کنیم. برای رسم نمودار ابتدا از `plot` استفاده کردیم ولی ارور داد. به همین دلیل از `fplot` کمک گرفتیم.

نتایج در زیر آمده است: همانطور که مشاهده میشود نمودار بدست آمده با سوال ۱ مشابه است.

```
clc;
clear all;
close all;

syms s;
t=0:0.005:10;

A=[-1 1/3;1 -5/3];
B=[-1/3;2/3];
C=[-1 2/3];
D=[1/3];

sys=ss(A,B,C,D);

H=C*((s*eye(2)-A)^(-1))*B+D;
v=H*2/s
V=ilaplace(v)

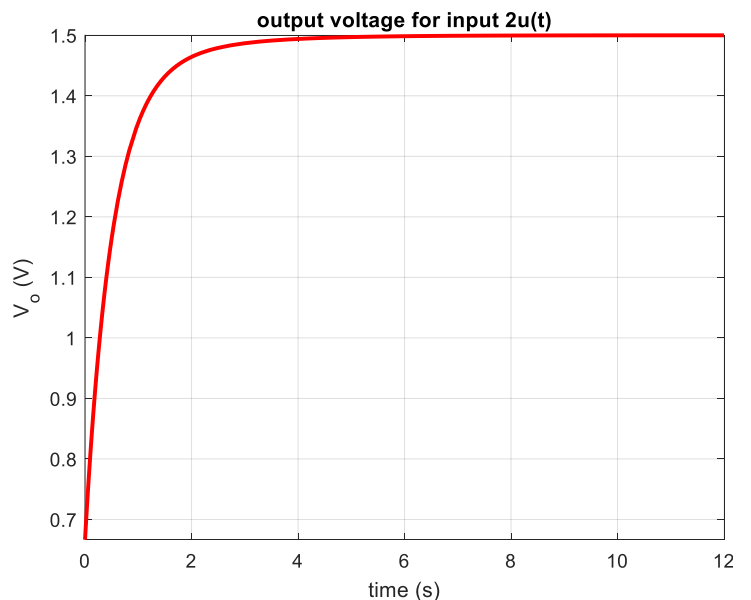
fplot(V,[0,12],'r','linewidth',2)
grid on;
xlabel('time (s)')
ylabel('V_o (V)')
title('output voltage for input 2u(t)')
```

Command Window

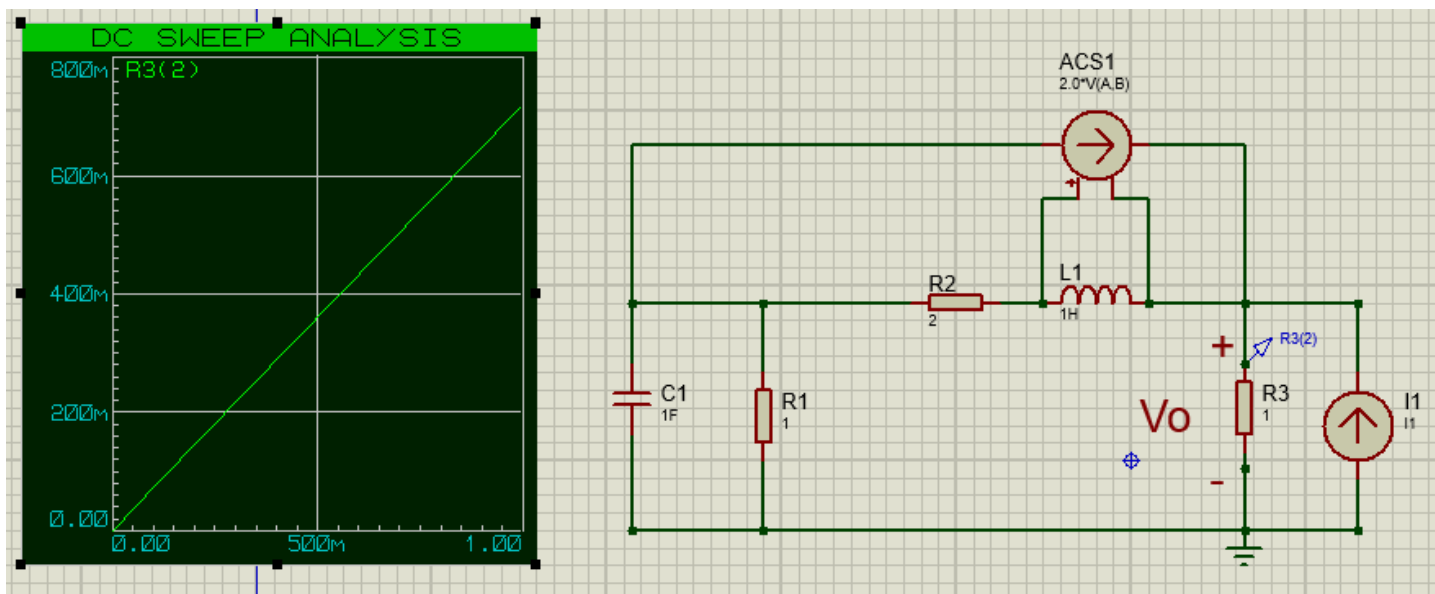
```
v =
((2*(3*s + 5))/(3*(3*s^2 + 8*s + 4)) - 8/(3*(3*s^2 + 8*s + 4)) + (8*(s + 1))/(3*(3*s^2 + 8*s + 4)) + 2/3)/s

V =
3/2 - exp(-(2*t)/3)/12 - (3*exp(-2*t))/4

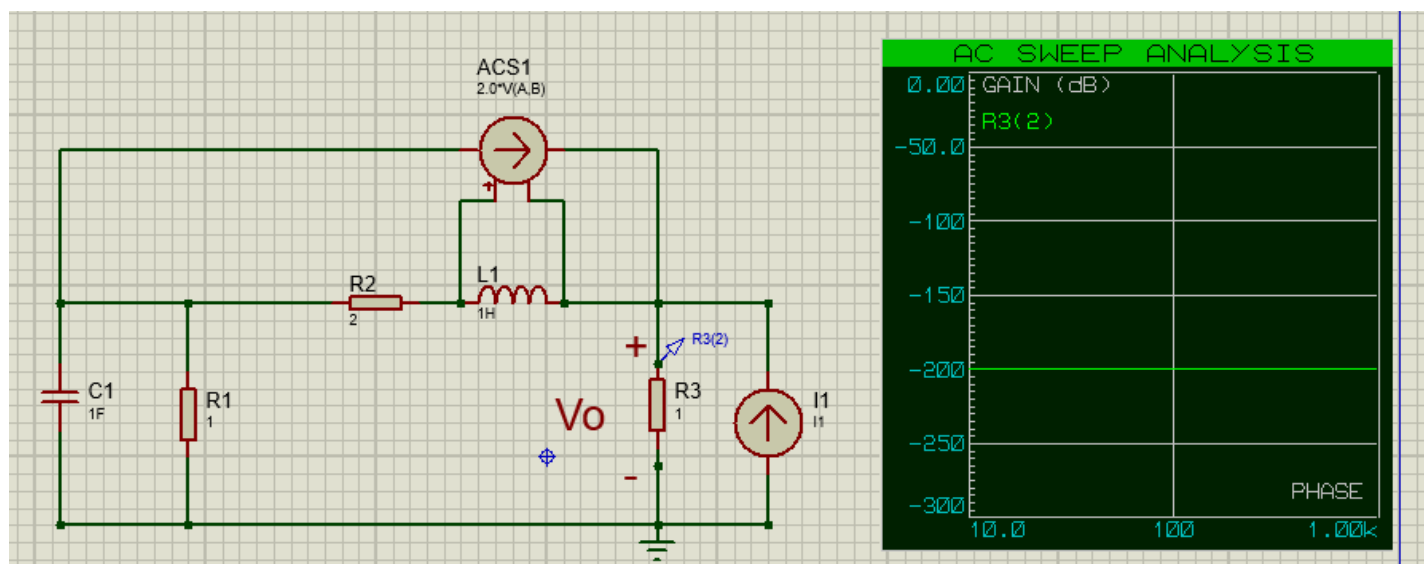
fx >>
```



سوال ۵: میدانیم که پاسخ فرکانسی همان حاصل تقسیم خروجی به ورودیست. که در اینجا ورودی همان  $I_1$  و خروجی همان  $V_o$  میباشد. پس یکبار با استفاده از dc sweep نمودار خروجی را برحسب ورودی رسم کردیم. که بدین شکل درآمد:



همچنین طبق ویدئو آموزشی که برای pspice آپلود شده بود، از ac sweep هم استفاده کردیم که نمودار بدین صورت رسم شد:



سوال ۶: این سوال را در ۲ پارت حل می کنیم.

در پارت اول باید ماتریس ضرایب صورت و مخرج را بدست آوریم. به همین دلیل پس از تعریف ماتریس های معادلات حالت، از ss2tf استفاده کرده و ماتریس ضرایب صورت و مخرج H را بدست می آوریم.

```
clc;
clear all;
close all;

% part1
syms s;

A=[-1 1/3;1 -5/3];
B=[-1/3;2/3];
C=[-1 2/3];
D=[1/3];

sys=ss(A,B,C,D);
[N,D]=ss2tf(A,B,C,D)
```

Command Window

N =

0.3333 1.6667 1.0000

D =

1.0000 2.6667 1.3333

fx >>

در پارت ۲ ابتدا علاوه بر زمان و s، این بار w را نیز تعریف می کنیم. و s را به صورت jw می نویسیم.

سپس صورت و مخرج H را به صورت گسترده باز نویسی می کنیم. و H را از حاصل تقسیم صورت به مخرج بدست می آوریم. حال برای اندازه H از abs به معنای قدر مطلق استفاده می کنیم. و برای یافتن زاویه آن از angle بهره میگیریم که با ضرب در 180/pi واحد آن را تغییر می دهیم.

نهایتاً نمودار اندازه و پاسخ فرکانسی را با دستور plot رسم می کنیم که نتیجه آن در زیر آمده است:

```
clc;
clear all;
close all;

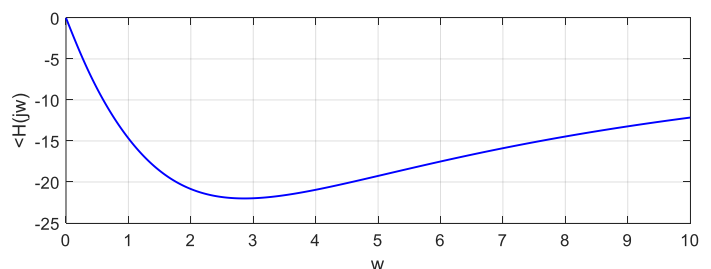
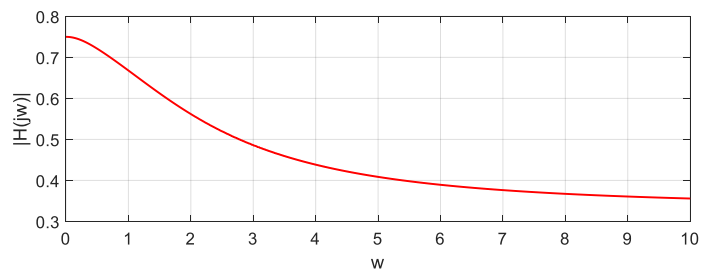
% part2
syms s;
t=0:0.005:10;
w=0:0.0005:10;
s=j*w

N=0.3333*s.^2+1.6667*s+1;
D=s.^2+2.6667*s+1.3333;
H=N./D;

A=abs(H)
B=angle(H)*180/pi

subplot(2,1,1),plot(w,A,'r','linewidth',1)
grid on;
xlabel('w')
ylabel('|H(jw)|')

subplot(2,1,2),plot(w,B,'b','linewidth',1)
grid on;
xlabel('w')
ylabel('<H(jw)')
```



سوال ۷: در این سوال از ضرایب بدست آمده در سوال قبل استفاده کرده و ماتریس ضرایب صورت را  $b$  و ماتریس ضرایب مخرج را  $a$  می‌نامیم. سپس از دستور `eqtlength` در جهت یکسان سازی طول این بردارها استفاده کردیم. و در آخر با دستور `tf2zp` صفر و قطب‌ها را تعیین کردیم. نهایتاً با استفاده از دستور `fvtool` به صورت زیر نمودار صفر و قطب‌ها را رسم نمودیم. خروجی عددی و نموداری صفر و قطب‌ها در زیر آمده است:

```
clc;
clear all;
close all;
```

```
b=[0.3333    1.6667    1.0000];
a=[1.0000    2.6667    1.3333];
[b,a] = eqtlength(b,a);
[z,p,k] = tf2zp(b,a)
```

```
fvtool(b,a,'polezero')
text(real(z)+.1,imag(z),'Zero')
text(real(p)+.1,imag(p),'Pole')
```

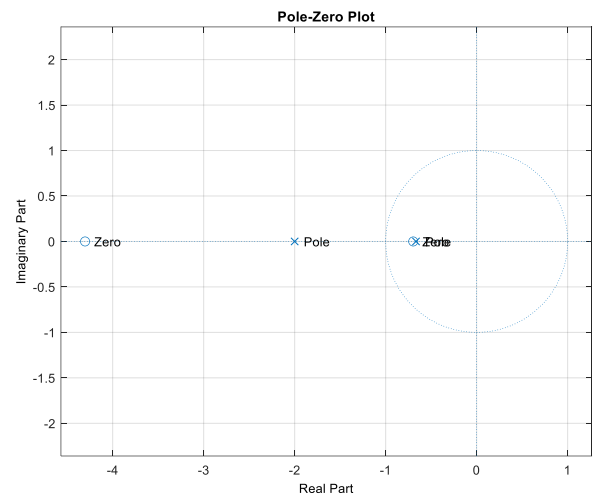
Command Window

```
z =
    -4.3034
    -0.6972

p =
    -2.0001
    -0.6666

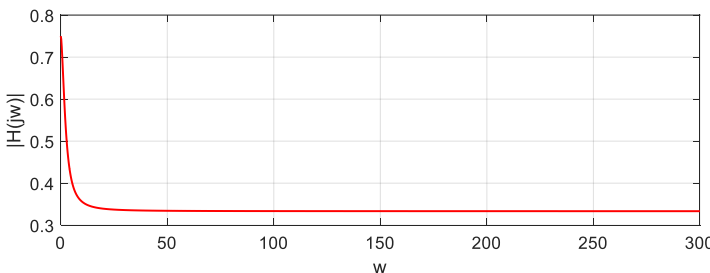
k =
    0.3333

fx>>
```

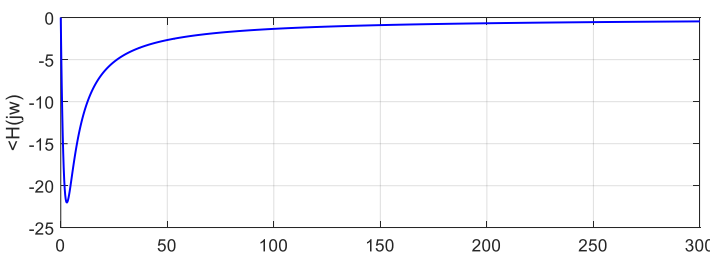


حال نمودار بدست آمده را با پاسخ فرکانسی حاصله در سوال ۶ مقایسه می‌کنیم. برای اینکار بار دیگر نمودار سوال ۶ را در فرکانس‌های بسیار بالاتر هم رسم می‌کنیم تا بتوانیم نتیجه تقریبی در بی نهایت را داشته باشیم.

```
w=0:0.0005:300;
```



می‌بینیم که در  $j\omega=0$  سمت چپ محور، قطب داریم؛ پس نمودار اندازه پاسخ فرکانسی با یک ماکزیمم شروع می‌شود. همچنین تعداد صفرها و قطب‌ها برابر هستند و می‌بینیم که در نمودار هم در بی نهایت به عددی غیر صفر میل می‌کنیم. عدد  $0.33$ .



همچنین مشاهده می‌کنیم که در مبدأ، نه صفر داریم و نه قطب پس فاز اولیه نداریم و فاز پاسخ فرکانسی باید از صفر شروع شود که در سوال ۶ این مطلب صادق است. همچنین تمام صفر و قطب‌ها روی محور حقیقی هستند و قطب چپ روی محور حقیقی در بی نهایت  $90^\circ$  درجه فاز منفی و صفر  $90^\circ$  درجه فاز مثبت ایجاد می‌کند. و از آنجایی که تعداد صفر و قطب هایمان برابر است. پس در نهایت باید نمودار به صفر میل کند. که در نمودار سوال ۶ هم مشخص است نمودار دارد به صفر میل می‌کند

در خصوص پایداری، سیستمی را پایدار می‌دانیم که درجه مخرج بزرگتر از درجه صورت باشد، یا بخش حقیقی آن کوچکتر از صفر باشد یعنی در سمت چپ نمودار  $j\omega$ ، یا پاسخ ضربه در آن محدود باشد.

در این سیستم هم می‌بینیم که تمام صفر و قطب‌ها در سمت چپ محور  $j\omega$  هستند پس سیستم پایدار است. همچنین در پاسخ حوزه زمان بدست آمده در سوال ۴ هر عبارتی که به صورت  $e^{-\theta t}$  داریم، حتماً  $\theta$  کوچکتر از صفر است. پس سیستم پایدار است.