

XX 电子科技大学

自动控制技术上机实验报告

班级： 0212#

学号： 0212##

姓名： #####

目录

自动控制技术上机实验报告.....	1
时域分析.....	3
1.1 源程序及结果.....	3
1.2 源程序及结果.....	5
1.3 源程序及结果.....	6
1.4 源程序及结果.....	8
频域分析.....	9
2.1 源程序及结果.....	9
2.2 源程序及结果.....	13
2.3 源程序及结果.....	14
2.4 源程序及结果.....	15
2.5 源程序及结果.....	16
现代控制理论.....	18
3.1 源程序及结果.....	18
3.2 源程序及结果.....	21
3.3 源程序及结果.....	24
3.4 源程序及结果.....	25
3.5 源程序及结果.....	26
校正设计.....	27
1.增量 PID 控制算法.....	27
2.积分分离 PID 控制算法.....	29
3.抗积分饱和 PID 控制算法.....	32
4.带死区的 PID 控制算法.....	36

时域分析

1.1 设质量-阻尼-弹簧系统的微分运动方程为 $M \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + B \frac{dx(t)}{dt} + Kx(t) = f(t)$

式中, $x(t)$ 为位移输出信号, $f(t)$ 为输入的力信号。质量为 $M=1\text{kg}$, 粘性摩擦系数为 $B=5\text{N/m}\cdot\text{s}^{-1}$, 弹簧的弹性系数为 $K=20\text{N/m}$ 。当 $t=0$ 时, 施加外力 $f(t)=30\text{N}$, 试问系统何时达到稳定? 并画出该机械系统位移、速度随时间变化的曲线以及速度与位移的关系曲线。

提示: 龙格-库塔法求解微分方程数值解的函数: `ode113()`,

调用方式: `[T,Y] = ode113(ODEFUN,TSPAN,Y0,OPTIONS)`。

其中 ODEFUN 为用户自定义的系统微分方程的描述, 本题中可使用 `xt4odefile.m` 文件定义的函数;

TSPAN 表示计算开始和结束的时间; Y0 表示微分方程的初始条件; OPTION 为计算精度的可选参数, 由 `odeset()` 函数设置。

`ode113()` 函数只接受一阶微分方程的形式, 使用时需要先将高阶方程化为若干个一阶微分方程;

绘图函数: `plot()`, `subplot()`;

1.1 源程序及结果

```
ft = 30;
M=1;
B=5;
K=20;
tspan = [0,5];
x0 = [0,0];
options = odeset('AbsTol',[1e-6;1e-6]);
[T,X]=ode45('xt4odefile',tspan,x0,options);
figure(1)
subplot(3,1,1),plot(T,X(:,1),'r'),title('位移随时间变化曲线'),grid on
subplot(3,1,2),plot(T,X(:,2),'b'),title('速度随时间变化曲线'),grid on
subplot(3,1,3),plot(X(:,2),X(:,1),'m'),title('位移随速度变化曲线'),grid on
a = 1/M*(ft-B*X(:,2)-K*X(:,1));

i = 1;
while (abs(a(i))>0.0001|(abs(X(i,2))>0.0001))
    i = i+1;
end

disp('系统到达稳态时的时间、速度和加速度及对应的位移分别为: ');
result = sprintf('时间 t=%4.2fn',T(i));
disp(result);
```

```
result = sprintf('速度 v=%9.6f\n',X(i,2));
```

```

disp(result);
result = sprintf('加速度 a=%9.6f\n',a(i));
disp(result);
result = sprintf('位移 d=%6.4f\n',X(i,1));
disp(result);

```

其中 `xt4odefile.m` 文件为

```

function xt = odefileC(t,x);
ft = 30;M=1;B=5;K=20;
xt = [x(2);1/M*(ft-B*x(2)-K*x(1))];

```

`end`

输出：

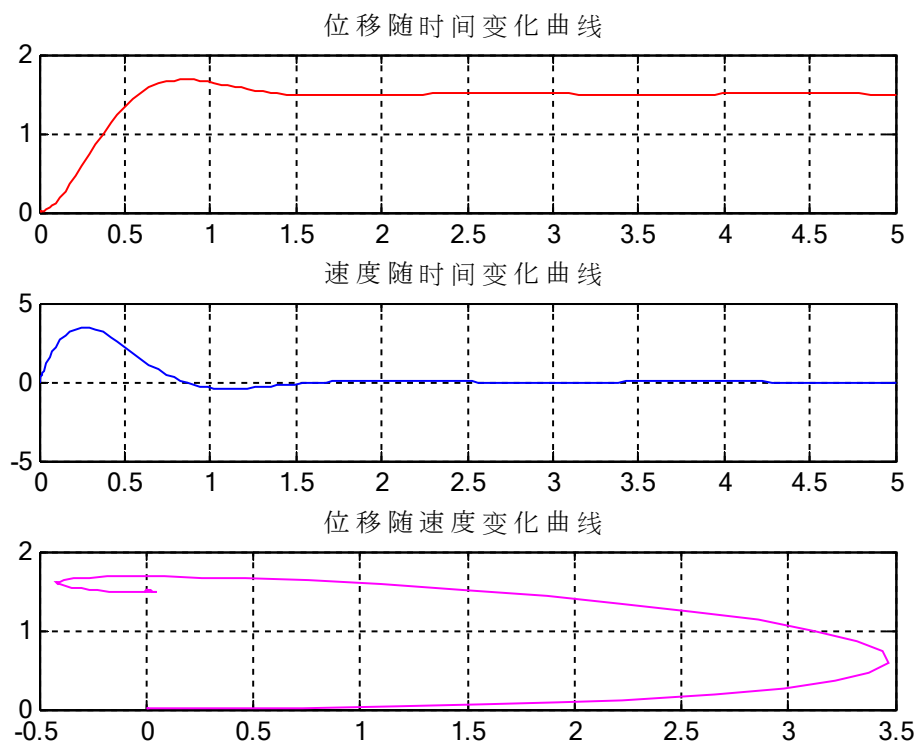
系统到达稳态时的时间、速度和加速度及对应的位移分别为：

时间 $t=4.47$

速度 $v=-0.000087$

加速度 $a=-0.000060$

位移 $d=1.5000$



1.2 假设控制系统的传递函数为 $\Phi(s) = \frac{2s^2 + 5s + 7}{s^3 + 6s^2 + 10s + 6}$ ，试求其零点、极点和增益，

并进行部分分式展开。

提示：传递函数描述：*tf* *O*，调用方式：SYS = TF (NUM, DEN)。

求取零点和极点的函数：*tf2zp* *O*，调用方式：[Z, P, K] = TF2ZP (NUM, DEN)

传递函数的部分分式展开：*residue* *O*，调用方式：[R, P, K] = RESIDUE (B, A)

1.2 源程序及结果

```
num=[2,5,7];
den=[1,6,10,6];
[z,p,k]=tf2zp(num,den)
[r,a,b]=residue(num,den)
```

输出：

z =

-1.2500 + 1.3919i
-1.2500 - 1.3919i

p =

-3.7693
-1.1154 + 0.5897i
-1.1154 - 0.5897i

k =

2

r =

2.2417
-0.1208 - 1.0004i
-0.1208 + 1.0004i

a =

b =

[]

结论:

零点为 $-1.2500 + 1.3919i$, $-1.2500 - 1.3919i$; 极点为 -3.7693 , $-1.1154 + 0.5897i$, $-1.1154 - 0.5897i$; 增益为 2

1.3 考虑由下式表示的高阶系统 $\Phi(s) = \frac{6.3223s^2 + 18s + 12.811}{s^4 + 6s^3 + 11.3223s^2 + 18s + 12.811}$, 试求取

系统的单位阶跃响应, 并计算系统的上升时间、峰值时间、超调量和调整时间(2%误差带)。

提示: 阶跃响应函数: *step0*, 调用方式: [Y,T] = STEP(SYS)。

1.3 源程序及结果

```
num=[6.3223,18,12.811];
den=[1,6,11.3223,18,12.811];
t=0:0.005:20;
[y,x,t]=step(num,den,t);
plot(t,y);grid on
title('单位阶跃响应曲线')
xlabel('t')
ylabel('c(t)')

r10=1;while y(r10)<.1; r10=r10+1;end;
r90=1;while y(r90)<.9; r90=r90+1;end;
rise_time=(r90-r10)*0.005

[ymax,tp]=max(y);
peak_time=(tp-1)*.005

max_overshoot=ymax-1

s=4001;while y(s)>.98&y(s)<1.02;s=s-1;end;
setting_time=(s-1)*.005
```

输出:

rise_time =

0.5750

peak_time =

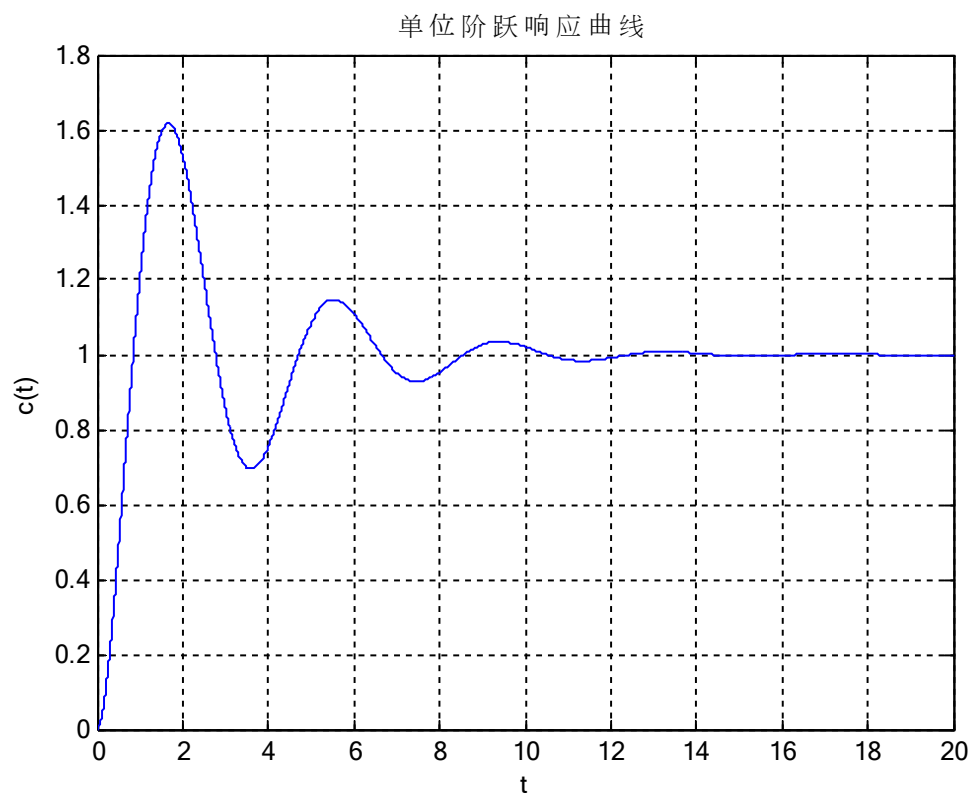
1.6700

max_overshoot =

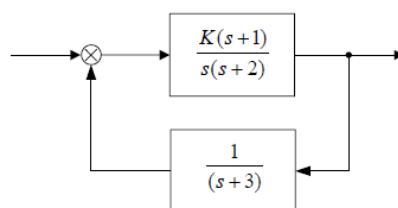
0.6182

setting_time =

10.0300



1.4 对于图示的闭环控制系统，绘制响应的根轨迹。并考虑当 $K=20.575$ 时，系统的主导极点如何选取？系统的时间响应情况如何？（单位阶跃输入）



提示：应用 MATLAB 绘制根轨迹图时，是以系统的开环传递函数作为基础的。

具体的绘制根轨迹的指令：`rlocus(num,den)`,

1.4 源程序及结果

```
num=[1 1];den=[1 5 6 0];
sys1=tf(num,den)
subplot(3,1,1)
step(sys1)
subplot(3,1,2)
rlocus(num,den)
title('系统的根轨迹曲线')
r=rlocus(num,den,20.575)
a=[1];b=[1 0.8989];
sys2=tf(a,b)
sys=series(sys1,sys2)%系统串联
subplot(3,1,3)
step(sys)
```

输出：

Transfer function:

$$\frac{s + 1}{s^3 + 5s^2 + 6s}$$

r =

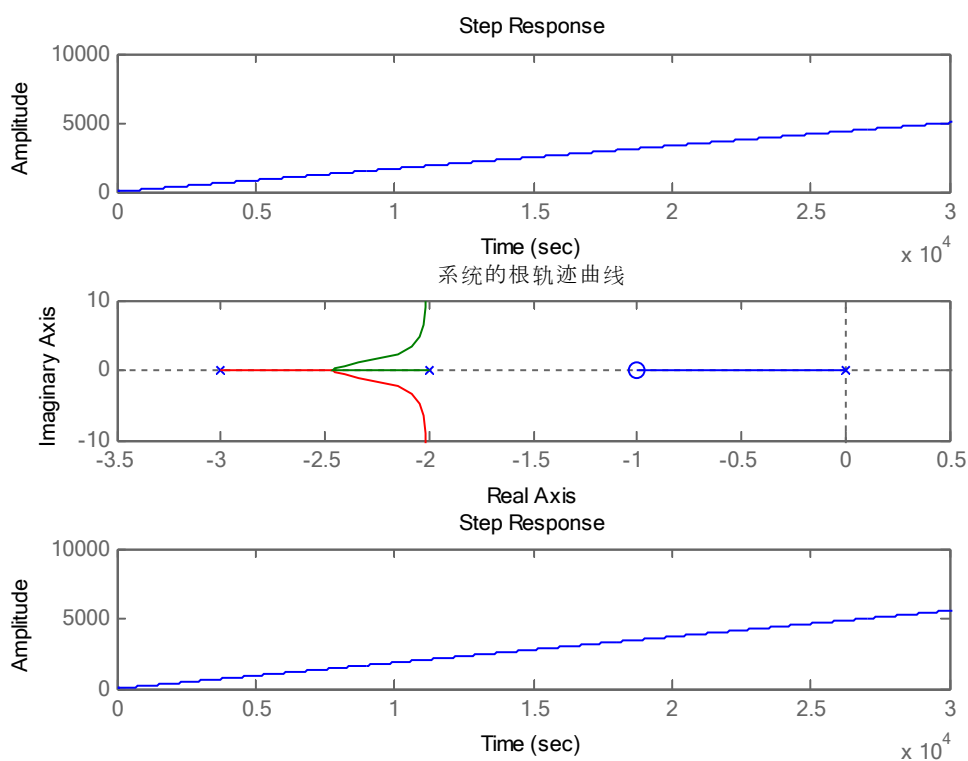
$$-2.0505 + 4.3225i \quad -2.0505 - 4.3225i \quad -0.8989$$

Transfer function:

$$\frac{1}{s + 0.8989}$$

Transfer function:

$$\frac{s + 1}{s^4 + 5.899s^3 + 10.49s^2 + 5.393s}$$



频域分析

2.1 具有复数零点和复数极点的系统的 Bode 图，传递函数为：

$$KG(s) = \frac{0.01(s^2 + 0.01s + 1)}{s^2 \left[\left(\frac{s^2}{4} \right) + 0.02 \left(\frac{s}{2} \right) + 1 \right]}$$

分别作出系统各典型环节的 Bode 图，以及系统总的 Bode 图，并加以印证。

提示：对数频率特性绘制函数：**bode()**，

调用方式：**[MAG, PHASE] = BODE(SYS, W)**，传递函数模型；

[MAG, PHASE] = BODE(A, B, C, D, iu, W)，状态空间模型。

2.1 源程序及结果

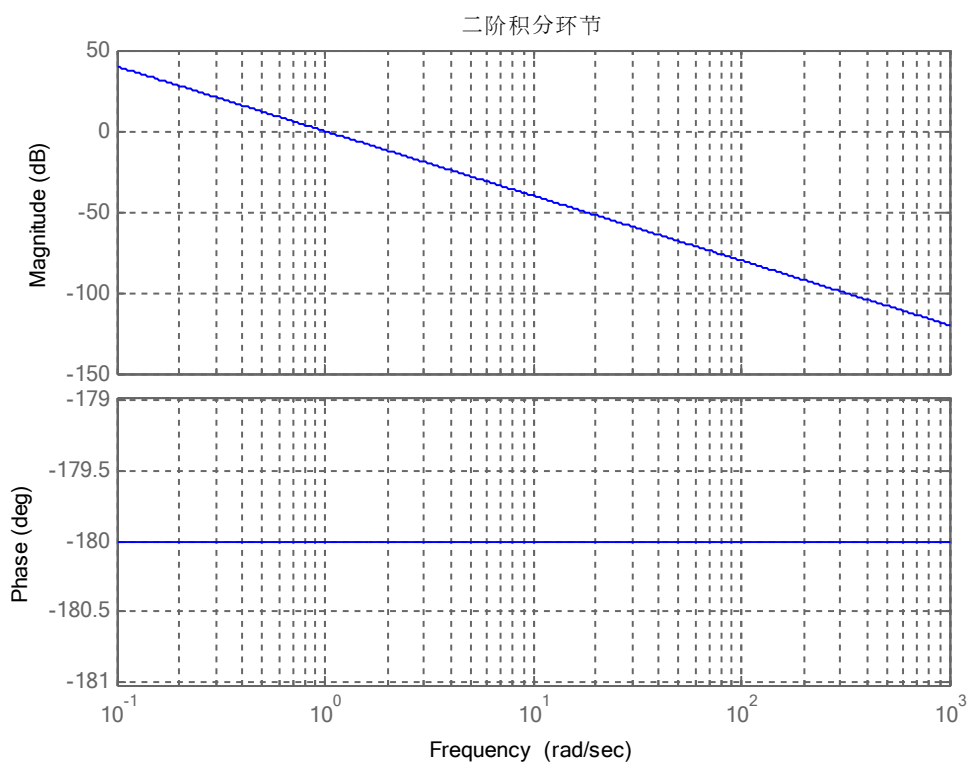
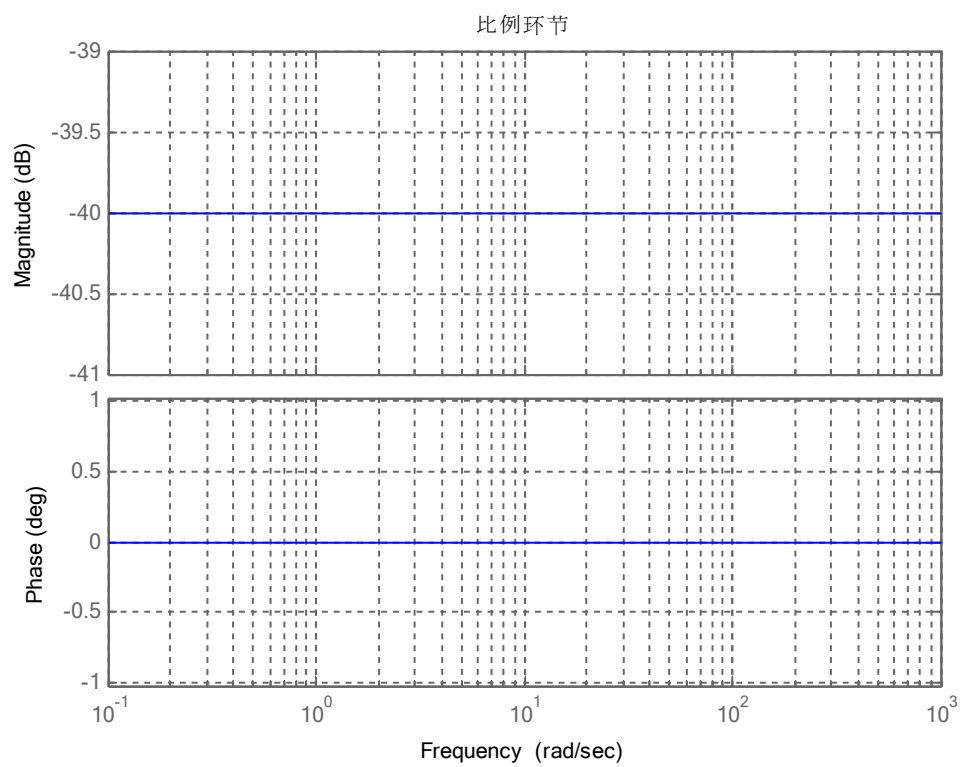
```
w=logspace(-1,3,1000);
%比例环节
num0=0.01;
den0=1;
g0=tf(num0,den0);
```

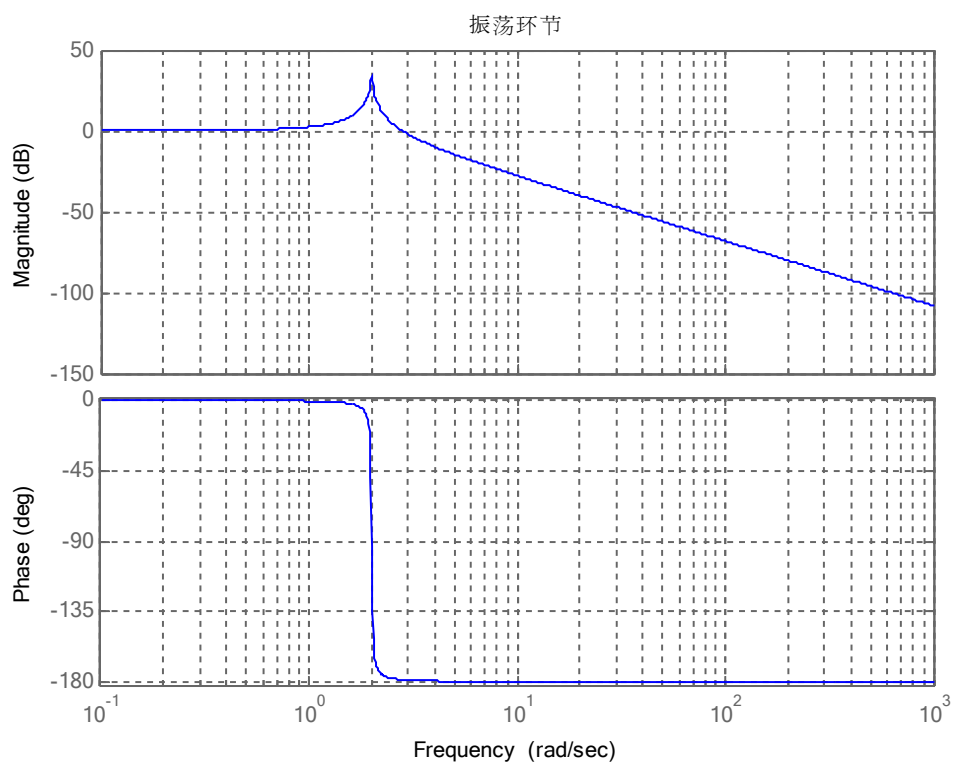
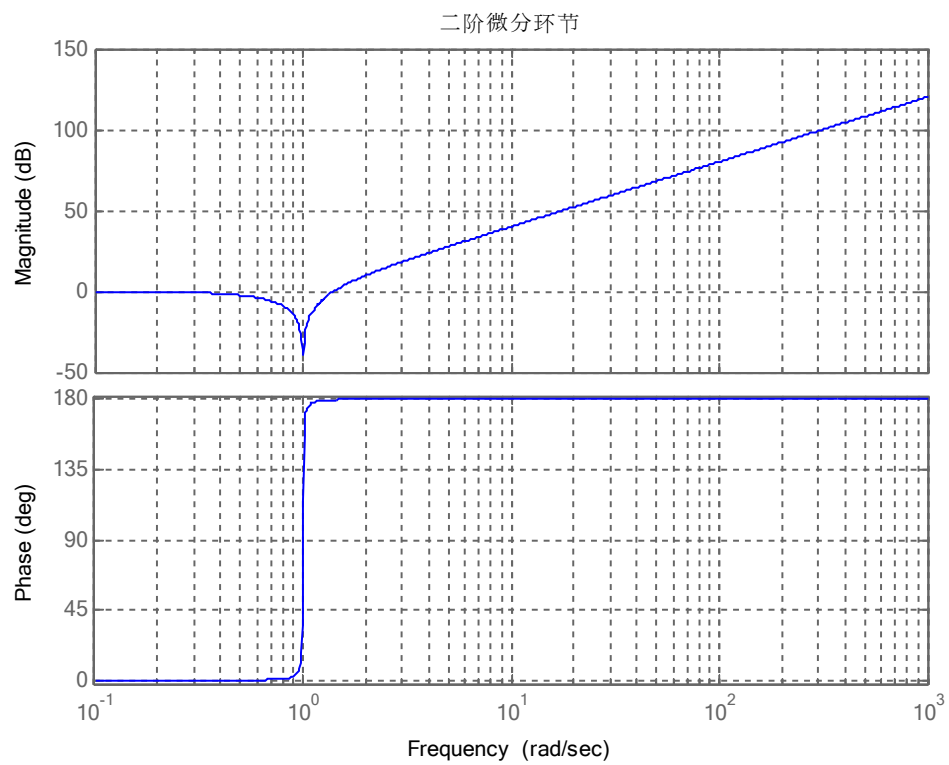
```

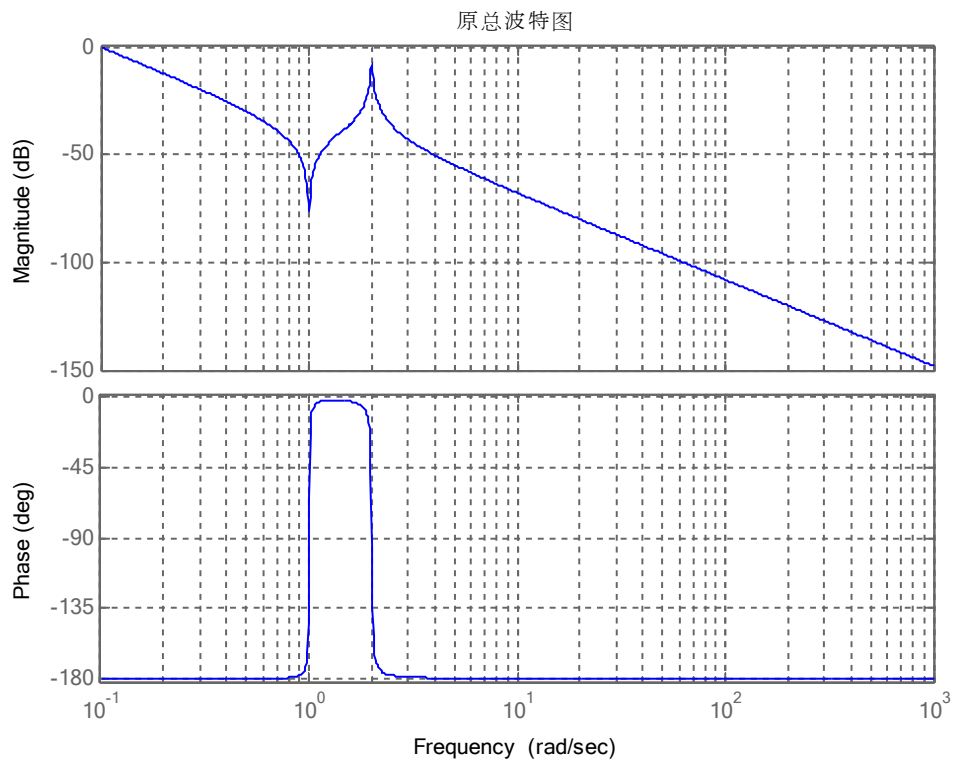
bode(g0,w)
title('比例环节')
grid
%二阶积分环节
num1=1;
den1=[1,0,0];
g1=tf(num1,den1);
figure(2)
bode(g1,w)
title('二阶积分环节')
grid
%二阶微分环节
num2=[1,0.01,1];
den2=1;
g2=tf(num2,den2);
figure(3)
bode(g2,w)
title('二阶微分环节')
grid
%振荡环节
num3=1;
den3=[0.25,0.01,1];
g3=tf(num3,den3);
figure(4)
bode(g3,w)
title('振荡环节')
grid
%总:
num=0.01*[1,0.01,1];
den=[0.25,0.01,1,0,0];
g=tf(num,den);
figure(5)
bode(g,w)
title('原总波特图')
grid

```

输出：







2.2 已知系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{20(s^2 + s + 0.5)}{s(s + 1)(s + 10)}$ ，试绘制其极坐标图。

提示：极坐标图绘制函数： *nyquist 0* ，

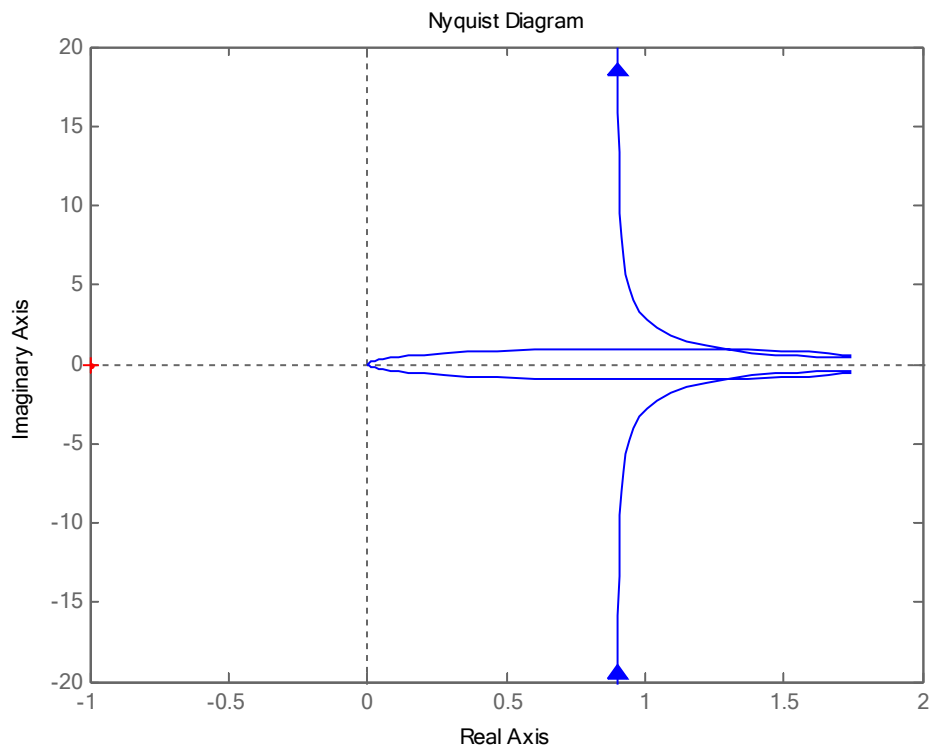
调用方式： [RE, IM, W] = NYQUIST(SYS)，传递函数模型；

[RE, IM, W] = NYQUIST(A, B, C, D, iu, W)，状态空间模型。

2.2 源程序及结果

```
num=[0,20,20,10];
den=conv([1,1,0],[1,10]);
nyquist(num,den)
```

输出：



2.3 已知系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{2000(s+1)}{s(s+0.5)(s^2+14s+400)}$ ，试绘制对数幅相图。

提示：对数幅相特性函数：*nichols 0*，

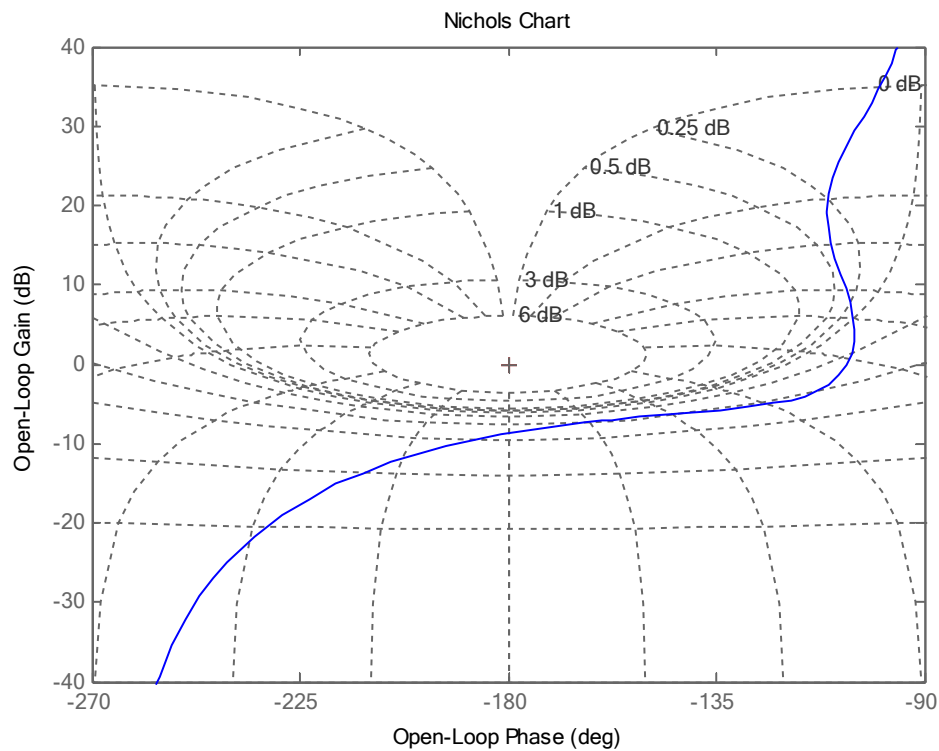
调用方式：`[MAG, PHASE] = NICHOLS (SYS, W)`，传递函数模型；

`[MAG, PHASE] = NICHOLS (A, B, C, D, iu, W)`，状态空间模型。

2.3 源程序及结果

```
num=[2000,2000];
den=conv([1 0.5 0],[1 14 400]);
nichols(num,den)
v = [-270 -90 -40 40];
axis(v)
ngrid
```

输出：



2.4 已知系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{2000(s+1)}{s(s+0.5)(s^2+14s+400)}$ ，绘制 bode 图，并计算

增益裕度(Gm)、相位裕度(Pm)以及对应的相角穿越频率(Wg)和幅值穿越频率(Wc)。

提示：稳定裕度计算函数： `margin()`，

调用方式： `[MAG, PHASE] = NICHOLS(SYS, W)`，传递函数模型；

2.4 源程序及结果

```
num = [0 2000 2000];
den = conv([1 0.5 0],[1 14 400]);
h=tf(num,den);
bode(h);
num = [0 2000 2000];
den = conv([1 0.5 0],[1 14 400]);
h=tf(num,den);
[gm,pm,wg,wc]=margin(h)
```

输出：

gm =

2.7493

pm =

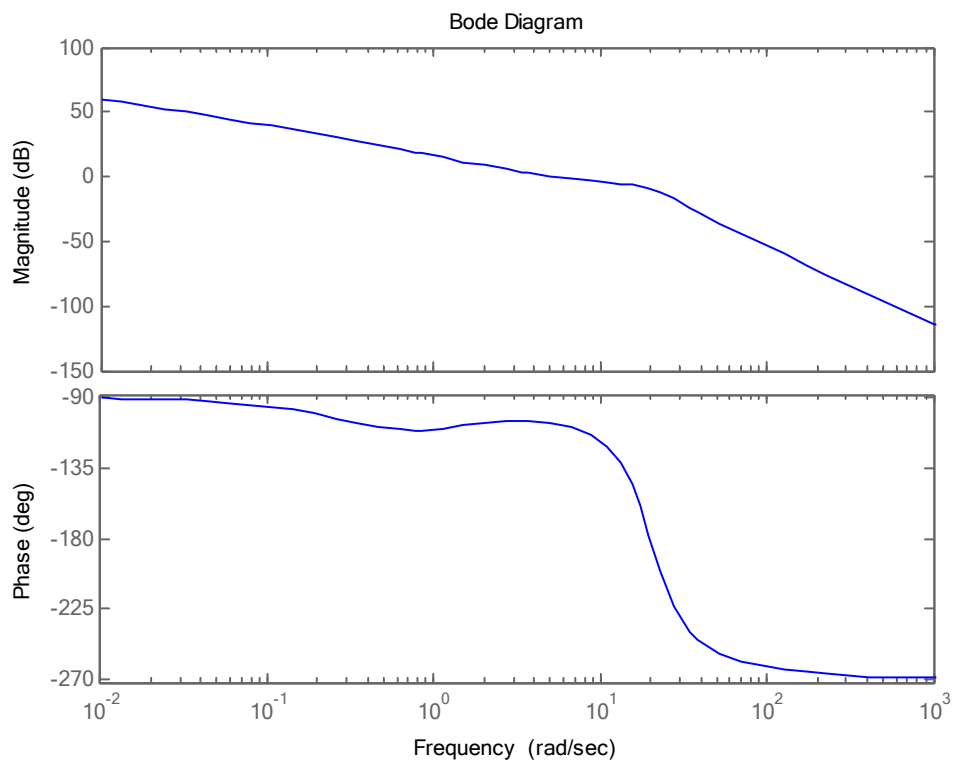
73.3527

wg =

19.8244

wc =

5.3477



2.5 已知单位反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{1}{s(0.5s+1)(s+1)}$ ，求其闭环传递函数的

bode 图及其谐振峰值、谐振频率和带宽。

提示：闭环传递函数计算：`feedback()`，

2.5 源程序及结果

```
num=[0 0 0 1];  
den=conv([.5 1 0],[1 1]);
```

```

sysp=tf(num,den)
sys=feedback(sysp,1)
w=logspace(-1,1);
bode(sys,w)
grid on;
[mag,phase,w]=bode(sys,w);
[Mp,k]=max(mag);
resonant_peak=20*log10(Mp)
resonant_fre=w(k)
n=1;while 20*log10(mag(n))>-3;n=n+1;end;
bandwidth=w(n)

```

输出：

Transfer function:

$$\frac{1}{0.5 s^3 + 1.5 s^2 + s}$$

Transfer function:

$$\frac{1}{0.5 s^3 + 1.5 s^2 + s + 1}$$

resonant_peak =

5.2388

resonant_fre =

0.7906

bandwidth =

1.2649

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/898013025014007031>