实验二

一、实验内容

习题 1

判断一个自然数 m 是否是素数.

习题 2

某种机械手型机器人的开环传递函数为

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

(i) 绘制该机械手控制系统的根轨迹曲线;

(ii) 用搜索的方法确定使得闭环系统稳定的 K 值范围;

(iii) 在保证闭环系统稳定的 K 值范围中, 选取一组不同的 K 值, 分别绘制闭环系统的阶跃响应曲线, 比较曲线之间的异同;

(iv) 利用 Simulink 设计 PID 控制器, 使得系统的单位阶跃响应的超调量小于 10%, 调节时间和稳态误差尽可能的小.

习题 3

已知单位负反馈系统的开环传递函数

$$G(s)=\frac{50}{s(s+10)(3s+1)}$$

(i) 绘制系统的 Bode 曲线和 Nyquist 曲线;

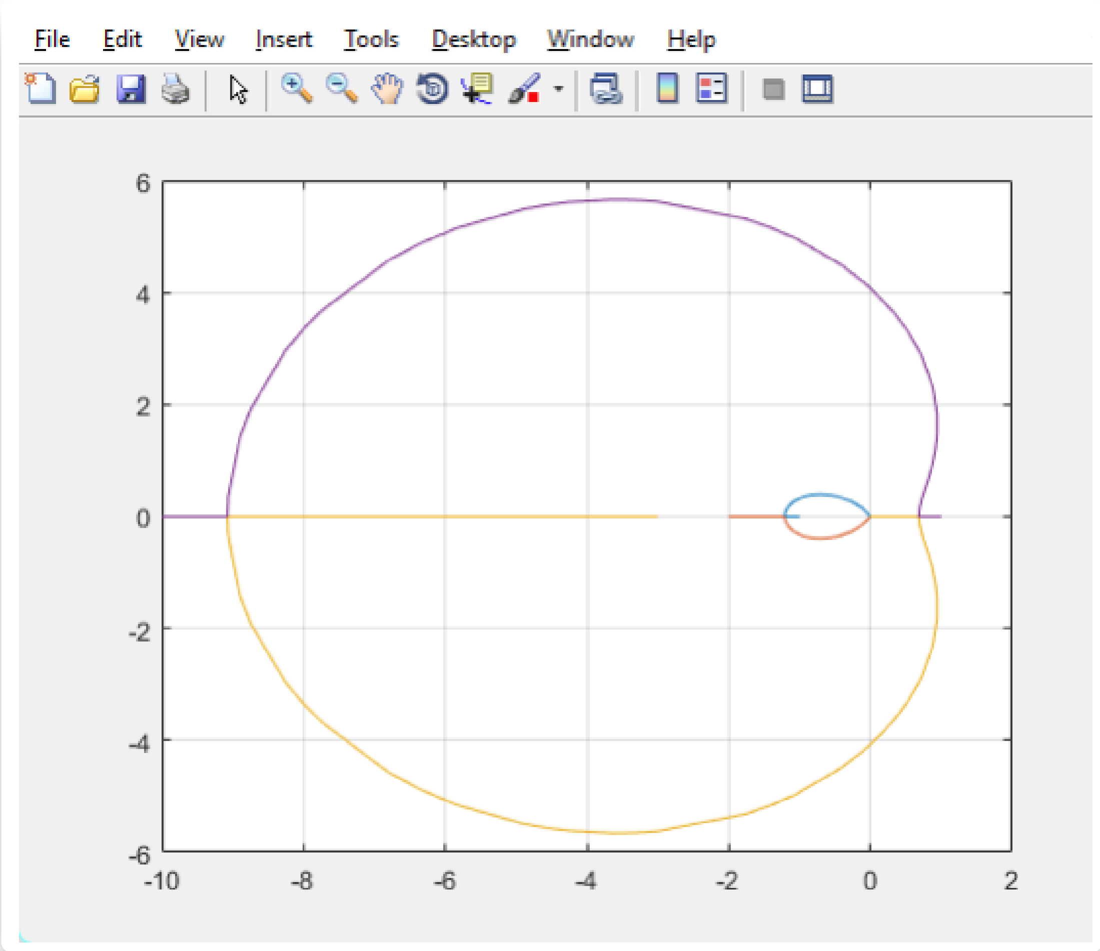
(ii) 判断系统的稳定性; 绘制闭环系统的零极点图, 给出极点的位置;

(iii) 计算系统的截止频率、相角裕度和幅值裕度;

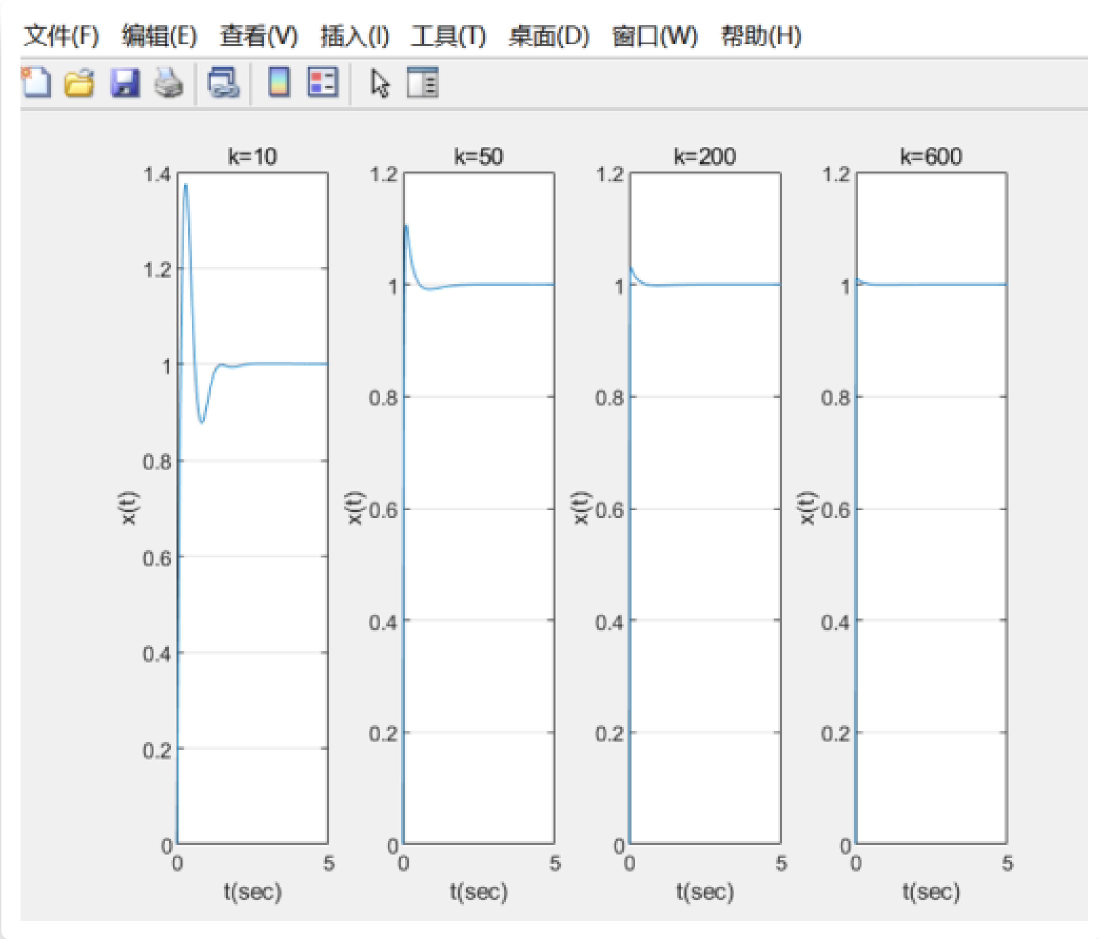
(iv) 绘制系统的单位阶跃响应曲线.

设计思路与讨论

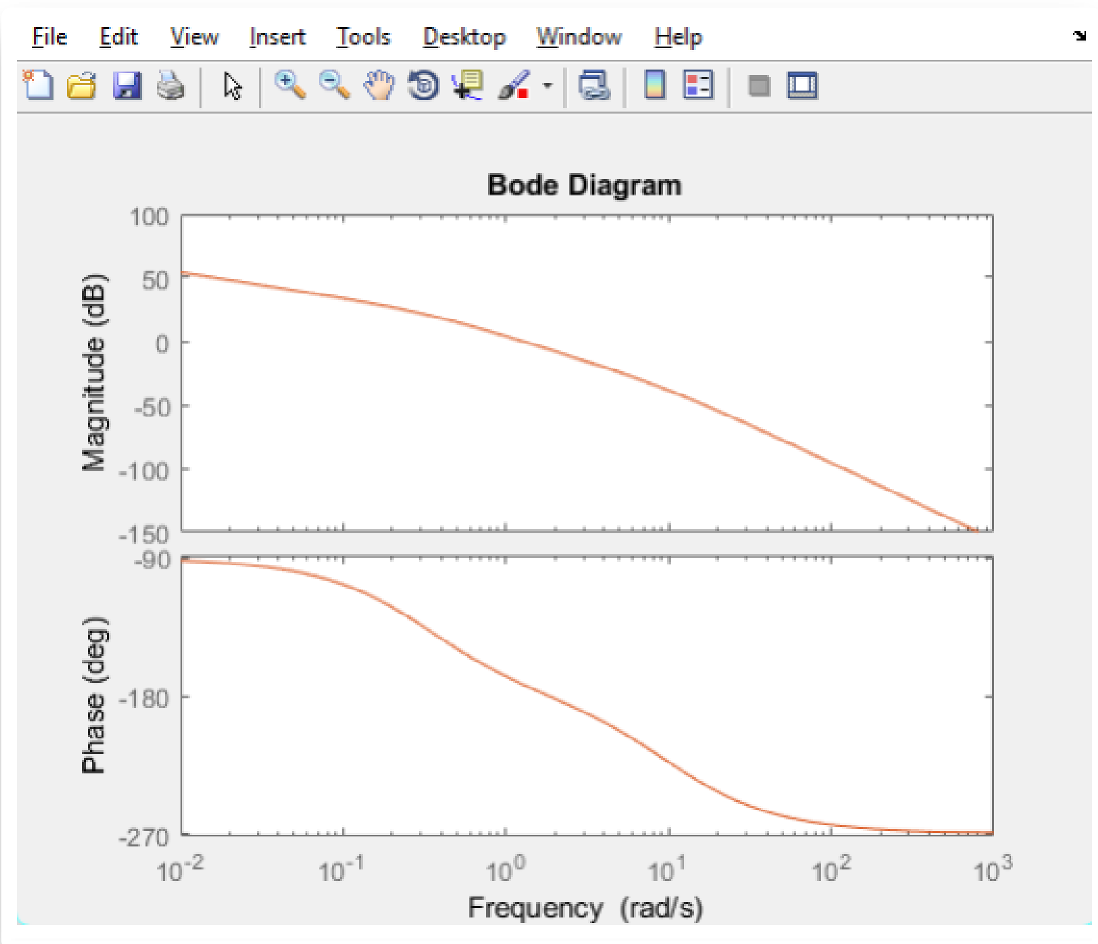
1. `For` 循环判断能否被 `2` 整除
   - 答案： `a` 为 `13` 时，输出 `Yes`。
2. 1. 采用 `zp2tf` 化简系统传递函数，使用 `rlocus` 函数 求根轨迹。



2. 采用 `zp2tf` 化简系统传递函数，使用 `rlocus` 函数 求根轨迹。
   - 答案： `2.96 -- 100`
3. 随着k值增大，超调量变小，响应速度越来越快，振荡收敛达到稳态时间越来越短。

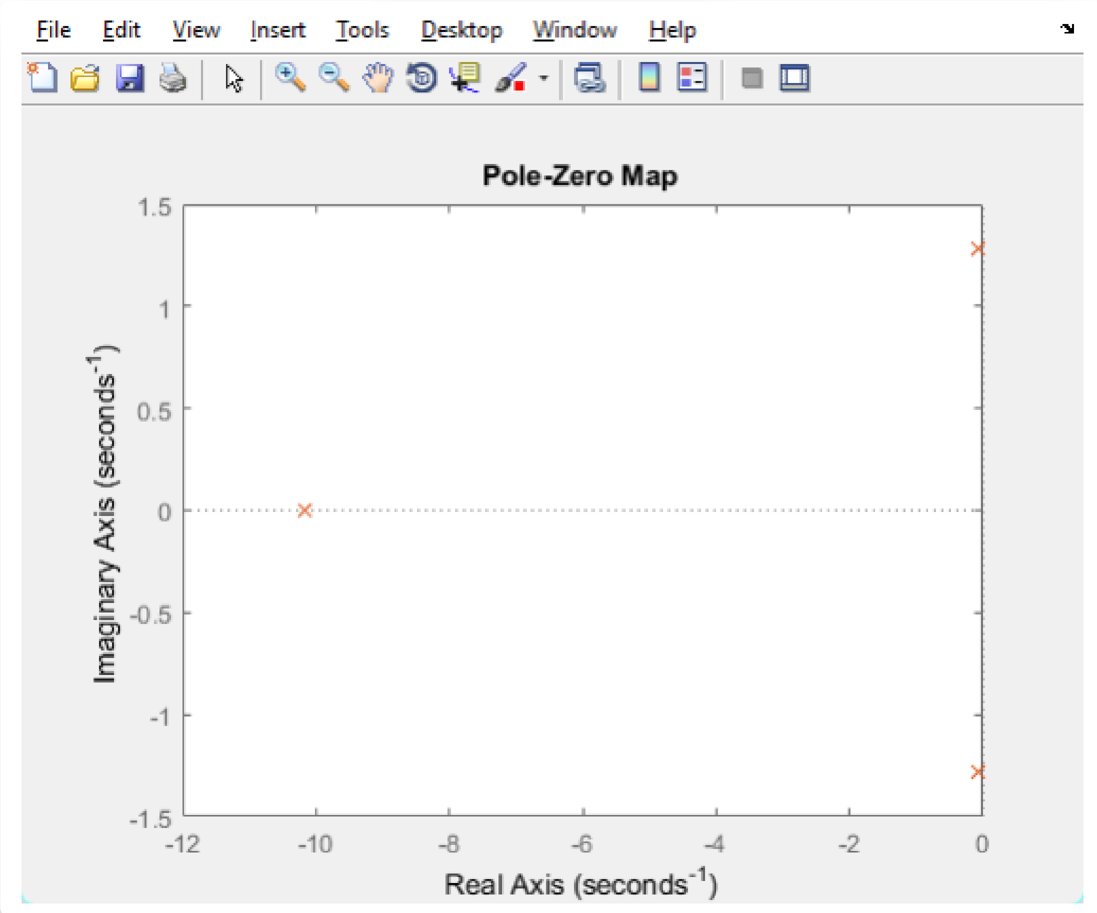


3. 1. 使用 bode nyquist 函数 绘制曲线。

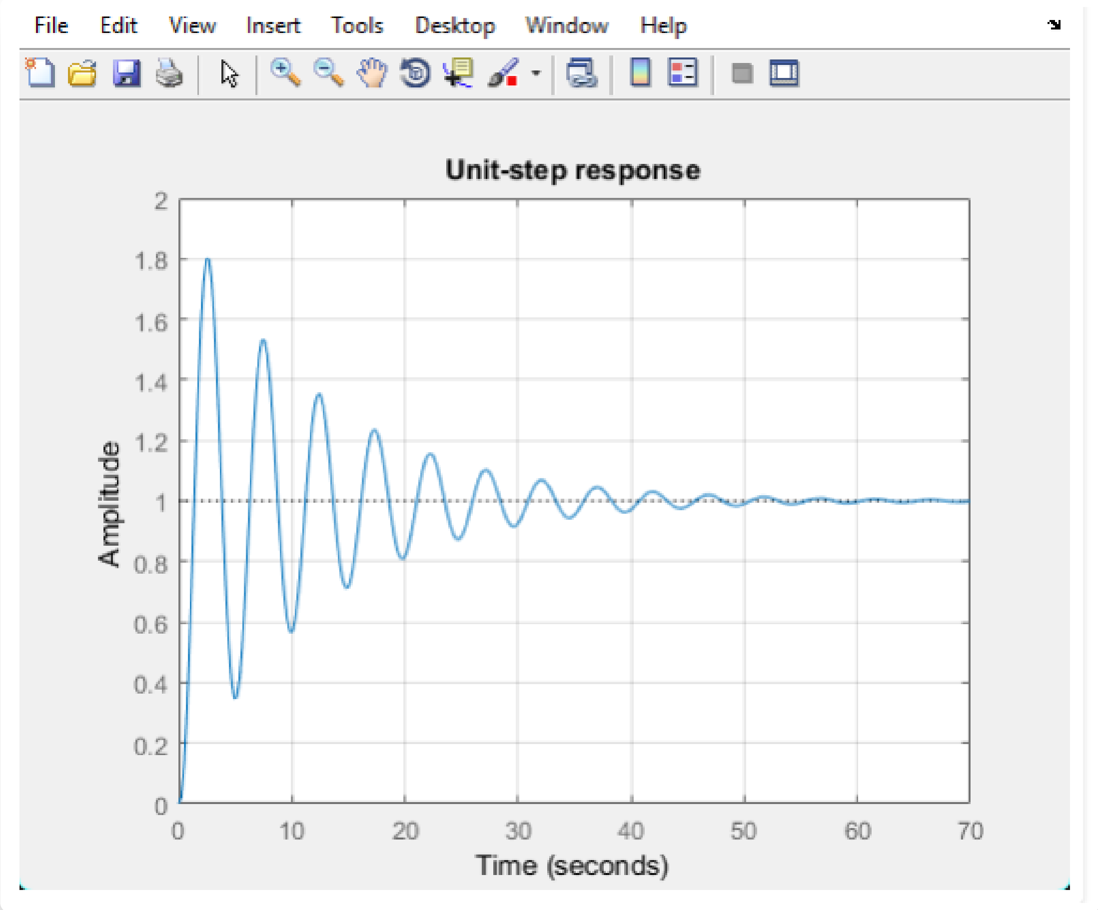


2. 系统右半平面不存在极点，系统稳定。使用 `ploe` 函数解出极点具体位置。

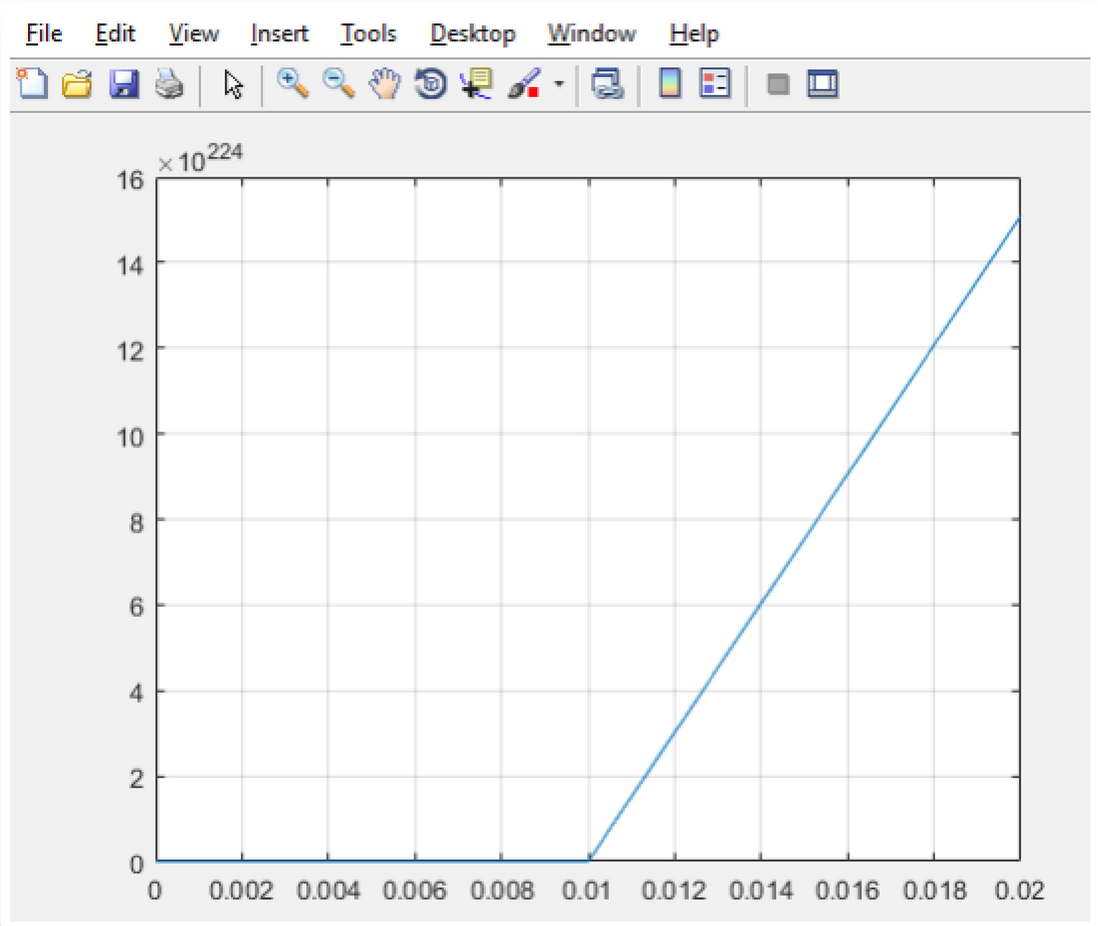
```
-10.1667 + 0.0000i
 -0.0833 + 1.2777i
 -0.0833 - 1.2777i
```



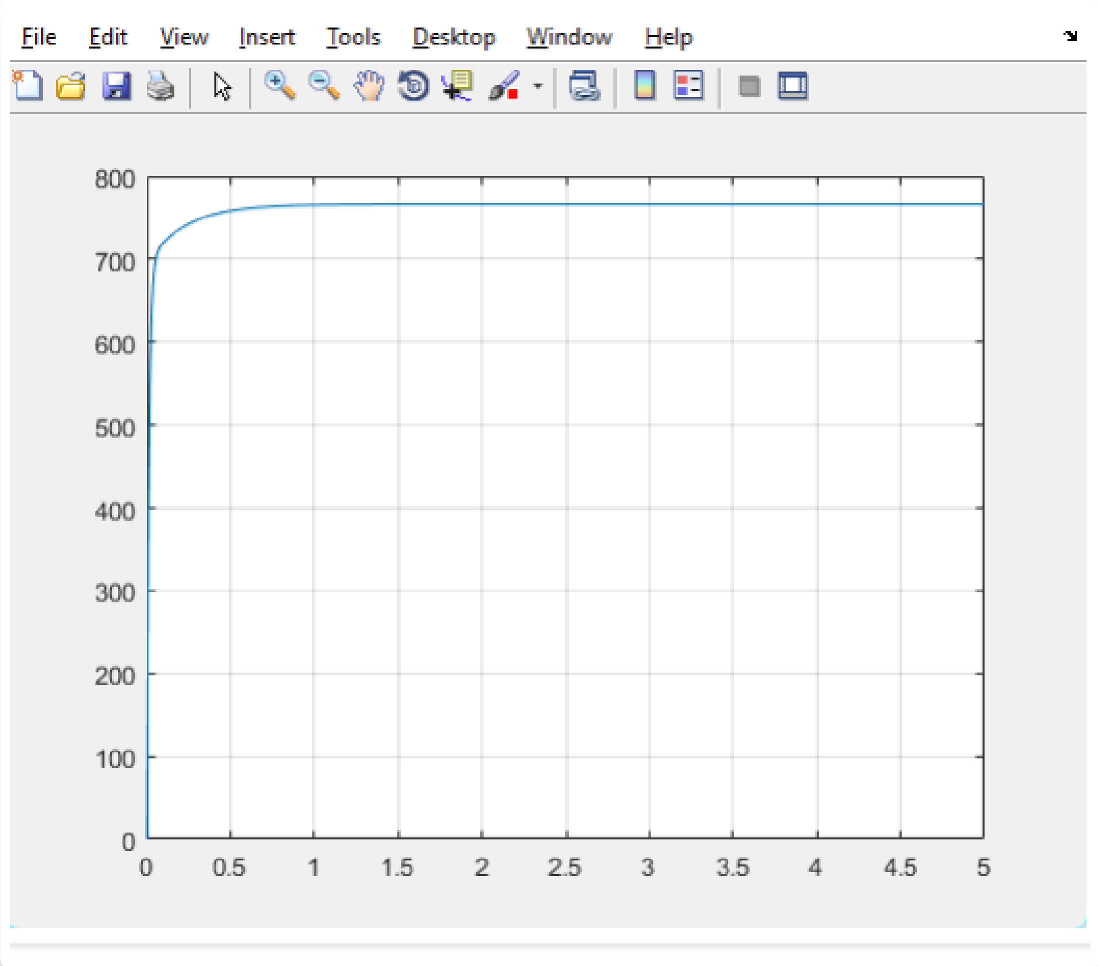
3. 使用 `margin` 函数求解。将结果中的 `Gm` 转化到 `GmdB`。
   - 答案： `GmdB: 0.5608, Wcp: 1.7961, Pm: 0.6617`
4. 使用 `Step` 绘制响应。



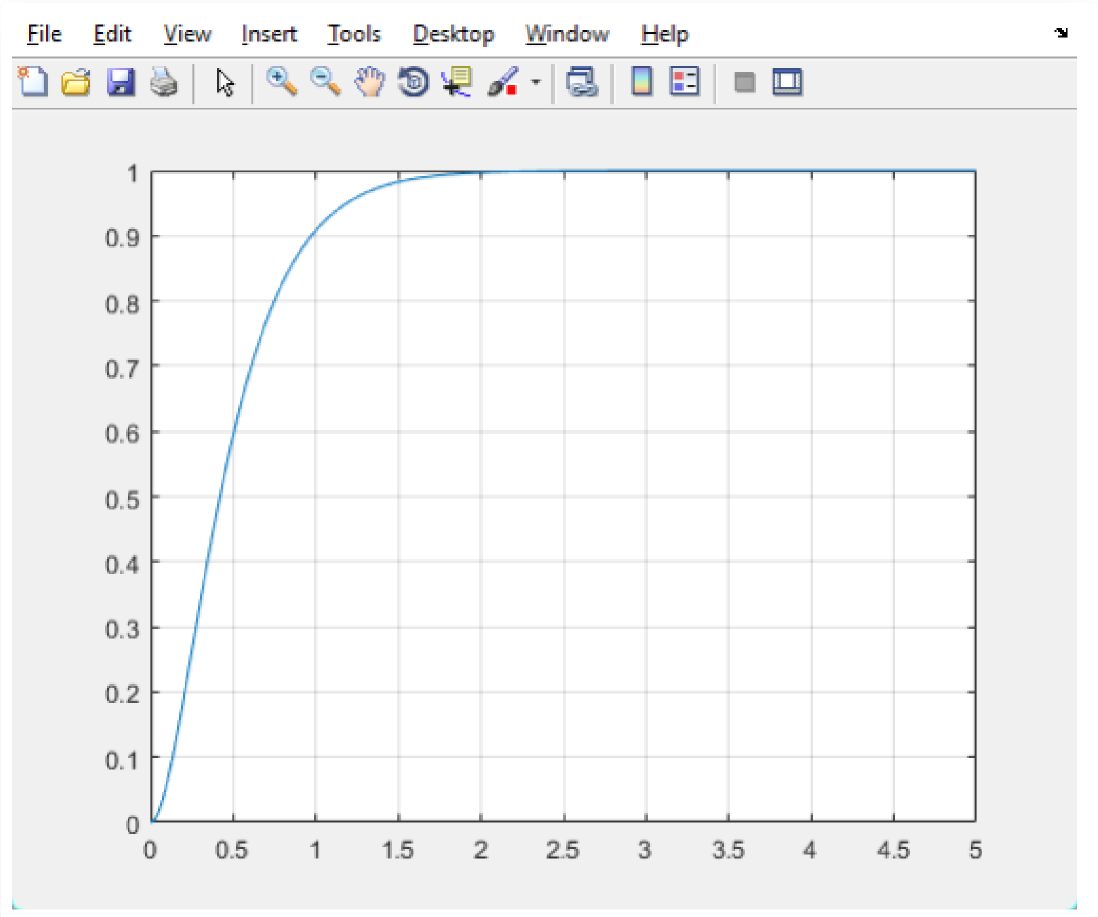
4. 1. 采用 `zp2tf` 化简系统传递函数，使用 `step` 函数 求阶跃响应。



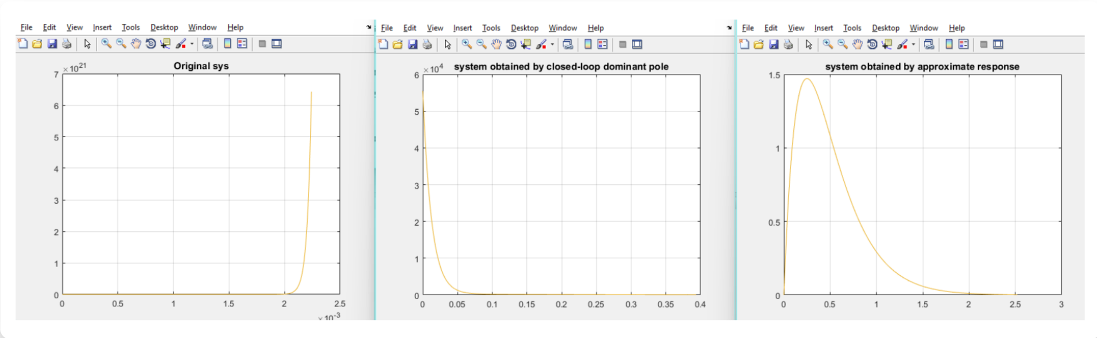
2. 忽略虚部对称的两个极点，使用 `zp2tf` 和 `step` 函数 求阶跃响应。



3. 用 `while` 循环在一定范围内采样并比较误差的方式寻求近似系统，其响应曲线如下。



4. 使用 `impulse` 函数求系统冲激响应。



附录 - 源程序

```
clc; clf;
% 4-1
x = 13;
for i=2:x-1
    if 0==rem(x,i)
        fprintf('No\n');
        break;
    elseif i==x-1
        fprintf('Yes\n');
    end
end

% 4-2
% 4-2-1
z = [-1;-2;-3];
p = [0 0 0 1];
k = 1;
[num, den] = zp2tf(z, p, k);
r = rlocus(num, den);
figure(1)
plot(r, '-');
v=[-10 2 -6 6];
```

```
axis(v);
grid;
hold on;

% 4-2-2
k = 0:0.01:50;
sys = tf(num, den);
sys_close = feedback(sys, 1);
num1 = sys_close.num;
den1 = sys_close.den;
[r, k] = rlocus(num1, den1, k);
kn = [];
for j = 1:1:1000
    if (all(real(r(j)) < 0))
        kn = [kn;j];
        sk = 0.01 * (kn-1);
    end
end
r1 = min(sk);
r2 = max(sk);

% 4-2-3
figure(2)
n = 1;
t = 0:0.01:50;
for k = r1: (r2-r1) / 5 :r2
    ax = subplot(1, 4, n);
    disp(k);
    num2 = k * num1{1};
    sys = tf(num2, den1);
    y = step(sys, t);
    plot(t, y);
    n = n + 1;
    if n == 5
        break;
    end
end
% 4-2-4

% 4-3
% 4-3-1
num = [0 0 0 50];
den = [3 31 10 0];
figure(3);
bode(num, den);
grid;
hold on;
figure(4);
nyquist(num, den);
grid;
hold on;
```

```
% 4-3-2
sys_open = tf(num, den);
sys_close = feedback(sys_open, 1);
figure(5);
[p,z] = pzmap(sys_close);
pzmap(sys_close);
grid;
hold on;
disp(pole(sys_close));

% 4-3-3
[Gm, Pm ,Wcg, Wcp] = margin(sys_close);
GmdB = 20*log10(Gm);
disp([Wcp, Pm, GmdB]);

% 4-3-4
figure(6);
step(sys_close);
title('Unit-step response')
grid;
hold on;
```

免责声明

- Author：shem
- 本文仅供探讨学习，转载请注明出处。