

# 重庆邮电大学

## 学生实验实习报告册

学年学期： 2020 -2021 学年 ☐春☒秋学期

课程名称： 信号处理实验

学生学院： 通信与信息工程学院

专业班级： 01011803

学生学号： 2018212550

学生姓名： 田洲

联系电话： 15223766673

重庆邮电大学教务处制

课程名称	信号处理实验	课程编号	A2010550
实验地点	宽带接入技术实验室 YF304	实验时间	2020. 10. 27
校外指导教师	无	校内指导教师	邵凯
实验名称	系统响应及系统稳定性		
评阅人签字		成绩	

## 一、实验目的

- 1、学会运用 MATLAB 求离散时间信号的有理函数  $z$  变换的部分分式展开；
- 2、学会运用 MATLAB 分析离散时间系统的系统函数的零极点；
- 3、学会运用 MATLAB 分析系统函数的零极点分布与其时域特性的关系；
- 4、学会运用 MATLAB 进行离散时间系统的频率特性分析。

## 二、实验原理

### 1. 有理函数 $z$ 变换的部分分式展开

若  $X(z)$  的有理分式表示为

$$X(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \cdots + b_m z^{-m}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \cdots + a_n z^{-n}} = \frac{B(z)}{A(z)}$$

则可以 MATLAB 信号处理工具箱中  $X(z)$  进行部分分式展开的，利用函数 `residuez`，格式为 `[R,P,K]=residuez(B,A)`

$R$  为部分分式的系数向量； $P$  为极点向量； $K$  为多项式的系数

### 2. 系统函数的零极点分析

- 1) 在 MATLAB 中系统函数的零极点就可通过函数 `roots` 得到，也可借助函数 `tf2zp` 得到，`tf2zp` 的语句格式为 `[Z,P,K]=tf2zp(B,A)`
- 2) 获得系统函数的零极点分布图，可直接应用 `zplane` 函数，其格式为 `zplane(B,A)`

### 3. 系统函数的零极点分布与其时域特性的关系

与拉氏变换在连续系统中的作用类似，在离散系统中， $z$  变换建立了时域函数与  $z$  域函数之间的对应关系。因此， $z$  变换的函数从形式可以反映的部分内在性质

### 4. 离散时间 LTI 系统的频率特性分析

- 1) MATLAB 提供了求离散时间系统频响特性的函数 `freqz`，调用 `freqz` 的格式为 `[H,w]=freqz(B,A,N)`

2)  $[H, w] = \text{freqz}(B, A, N, 'whole')$  则可以角频率的范围由  $[0, \pi]$  扩展到  $[0, 2\pi]$ 。

### 三、实验程序及结果分析

#### 任务 1

代码：

```
1. clear;
2. clc;
3. close all;
4. A=[2 4 44 56 32];
5. B=[3 3 -15 18 -12];
6. [R,P,K]=residuez(A,B)
```

分析其结果可得：

因此其部分分式展开和为

$$X(z) = \frac{-0.0177}{1 + 3.2361z^{-1}} + \frac{9.4914}{1 - 1.2361z^{-1}} + \frac{-3.0702 + 2.3398i}{1 - (0.5 - 0.866i)z^{-1}} + \frac{-3.0702 - 2.3398i}{1 - (0.5 + 0.866i)z^{-1}}$$

分析：通过 residuez 函数求解出  $X(z)$  的部分分式展开和，根据 R、P、K 的含义写出部分分式展开和。

#### 任务二：

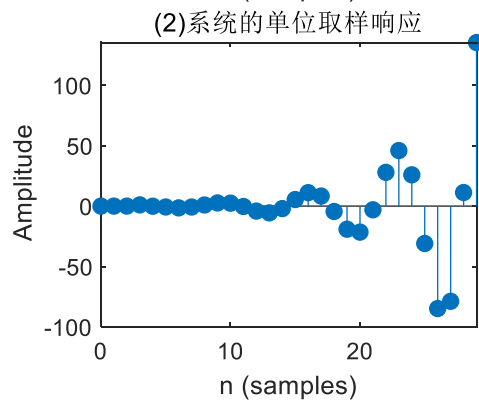
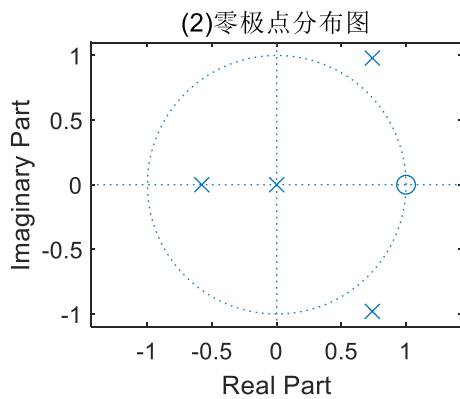
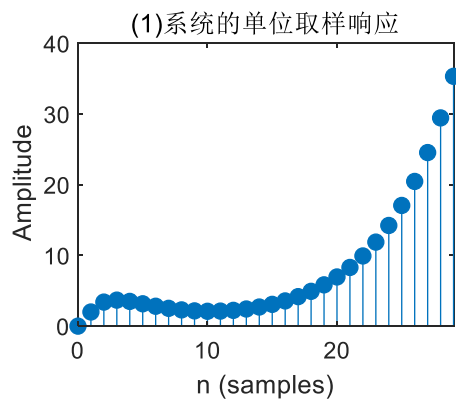
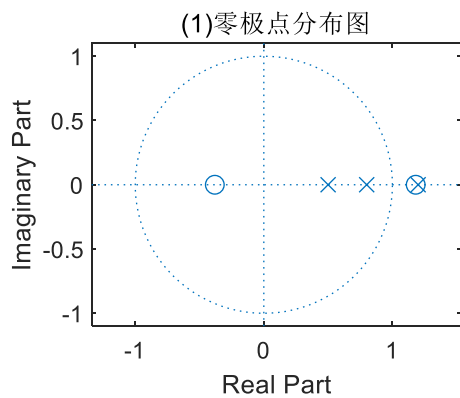
代码：

```
1. clear;
2. clc;
3. close all;
```

```

4. A1=[ 0 2 -1.6 -0.9];
5. B1=[ 1 -2.5 1.96 -0.48];
6. subplot(221);
7. zplane(A1,B1);
8. title('(1)零极点分布图');
9. subplot(222);
10. impz(A1,B1,30);
11. title('(1)系统的单位取样响应');
12. disp('1 系统不稳定');
13. A2=[ 0 0 0 1 -1];
14. B2=[ 1 -0.9 0.65 0.873 0];
15. subplot(223);
16. zplane(A2,B2);
17. title('(2)零极点分布图');
18. subplot(224);
19. impz(A2,B2,30);
20. title('(2)系统的单位取样响应');
21. disp('2 系统不稳定');

```



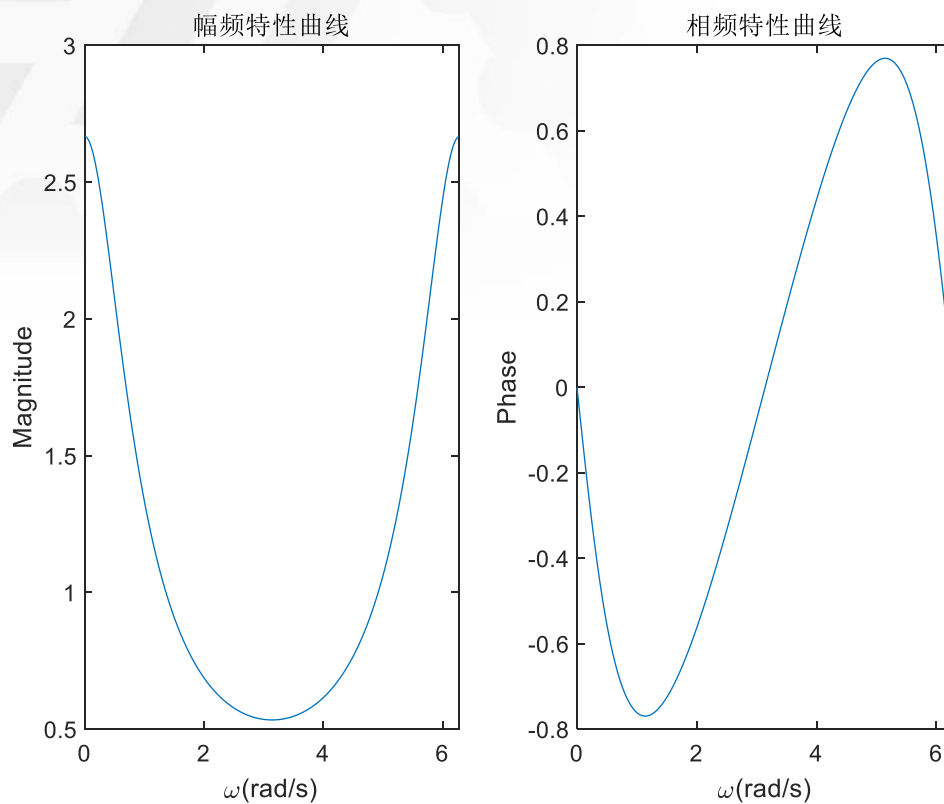
分析：通过 `zplane` 函数绘制出系统的零极点图，利用 `impz` 函数绘制出系统的单位取样响应，通过对零点极点的判断出该系统是否稳定。

### 任务三：

代码：

```
1. %%清除变量空间
2. clear;
3. %%清除展示框
4. clc;
5. %%关闭所有图形
6. close all;
7. %%A1 B1 来描述系统 1 的响应函数
8. A1=[ 0 2 -1.6 -0.9];
9. B1=[ 1 -2.5 1.96 -0.48];
10. %%画出系统 1 的零极点分布图
11. subplot(221);
12. zplane(A1,B1);
13. title('(1)零极点分布图');
14. %%画出系统 1 的单位取样响应
15. subplot(222);
16. impz(A1,B1,30);
17. title('(1)系统的单位取样响应');
18. disp('1 系统不稳定');
19. %%A1 B1 来描述系统 1 的响应函数
20. A2=[ 0 0 0 1 -1];
21. B2=[ 1 -0.9 0.65 0.873 0];
22. %%画出系统 2 的零极点分布图
23. subplot(223);
24. zplane(A2,B2);
25. title('(2)零极点分布图');
26. %%画出系统 2 的单位取样响应
27. subplot(224);
28. impz(A2,B2,30);
29. title('(2)系统的单位取样响应');
30. disp('2 系统不稳定');
```

结果：



分析：调用 `freqz` 函数求离散时间系统频响特性，并根据返回值  $H$  的幅度和相位绘制出幅频和相频特征曲线。

#### 四、思考题

1、

代码：

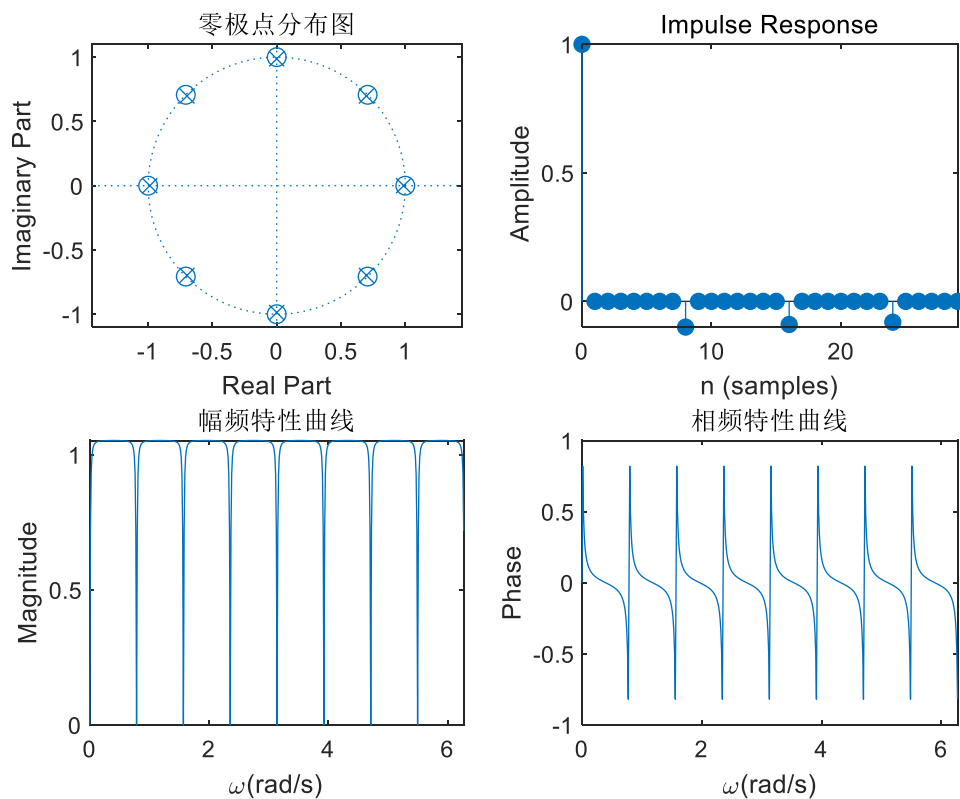
```
1. %%求  $y(n)-0.9y(n-8)=x(n)-x(n-8)$  的零极点分布图,并画出幅频特性曲线和相频特性曲线
2. %%最后查找资料说明系统的作用
3. clear;
4. clc;
5. close all;
6. A=[1 0 0 0 0 0 0 0 -1];
7. B=[1 0 0 0 0 0 0 0 -0.9];
8. subplot(221);
9. zplane(A,B);
10. title('零极点分布图');
11. subplot(222);
```

```

12. title('系统的单位取样响应');
13. impz(A,B,30);
14. [H,w]=freqz(A,B,'whole');
15. Hm=abs(H);
16. Hp=angle(H);
17. subplot(223);
18. plot(w,Hm);
19. xlabel('\omega(rad/s)');
20. ylabel('Magnitude');
21. title('幅频特性曲线');
22. subplot(224);
23. plot(w,Hp);
24. xlabel('\omega(rad/s)');
25. ylabel('Phase');
26. title('相频特性曲线');
27. disp('该系统临界稳定');

```

结果：



分析：程序中通过 `zplane` 函数绘制出系统的零极点，利用零极点位置判断系统稳定性，通过调用 `freqz` 函数求离散时间系统频响特性，并根据返回值 **H** 的



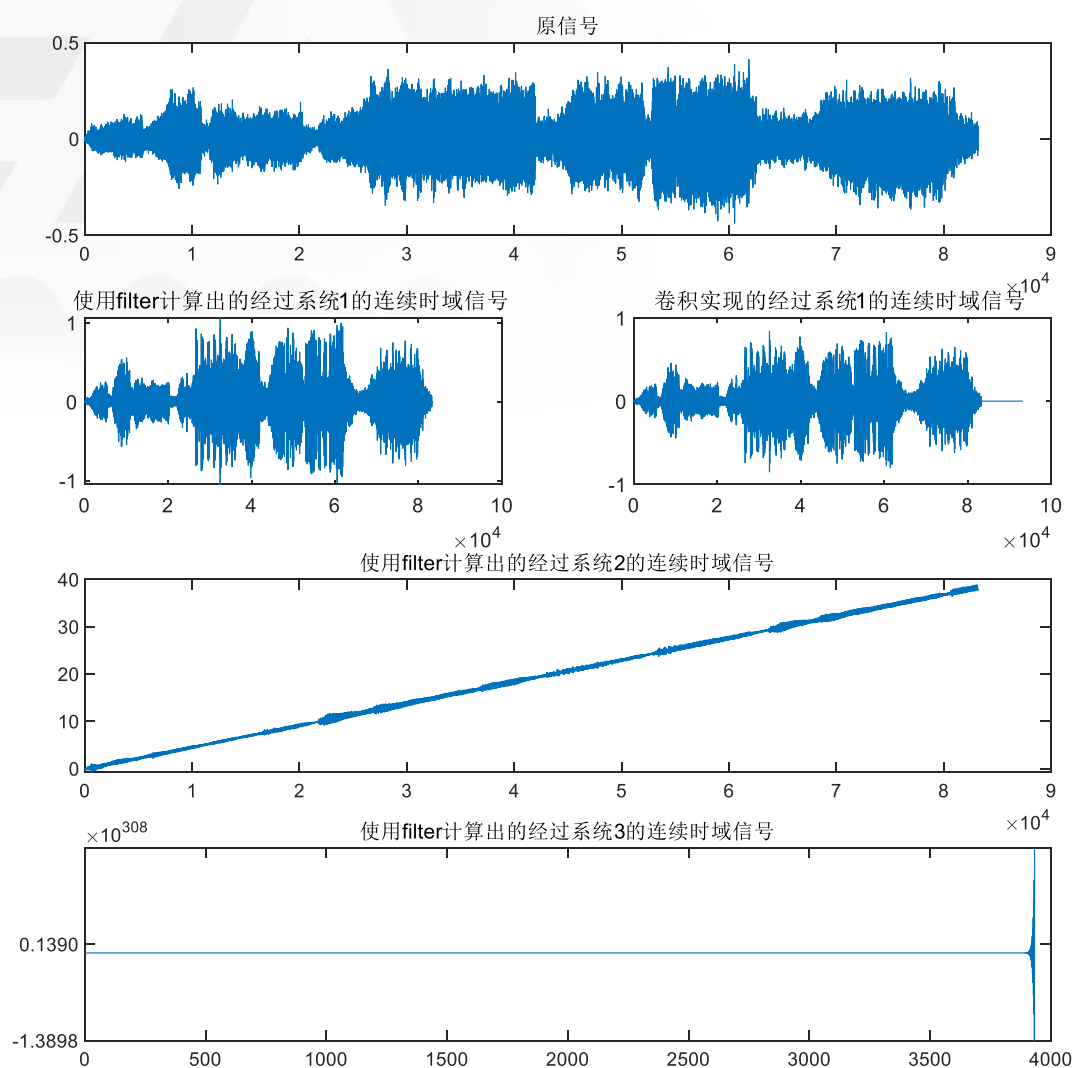
幅度和相位绘制出幅频和相频特征曲线。

2、

代码：

```
1. clear;
2. clc;
3. close all;
4. [xn,fs]=audioread('D:\作业文档\信号处理实验\motherland.wav');
5. A1=[1 0];
6. B1=[1 0.8];
7. A2=[1 0];
8. B2=[1 -1];
9. A3=[1 0];
10. B3=[1 1.2];
11. Y1= filter(A1,B1,xn);
12. Y2= filter(A2,B2,xn);
13. Y3= filter(A3,B3,xn);
14. subplot(4,2,[1 2]);
15. plot(xn);
16. title('原信号');
17. subplot(4,2,[3 4]);
18. plot(Y1);
19. title('使用 filter 计算出的经过系统 1 的连续时域信号');
20. %%使用 conv;
21. syms z;
22. Hn=iztrans(z/(z+0.8));
23. hn=zeros(1,3340);
24. for i=1:10000
25.     n=i;
26.     hn(i)=double(subs(Hn));
27. end
28. Y1_1=conv(xn,hn);
29. subplot(4,2,[5 6]);
30. plot(Y1_1);
31. title('卷积实现的经过系统 1 的连续时域信号');
32. subplot(4,2,[7 8]);
33. plot(Y2);
34. title('使用 filter 计算出的经过系统 2 的连续时域信号');
35. subplot(4,2,[9 10]);
36. plot(Y3);
37. title('使用 filter 计算出的经过系统 2 的连续时域信号');
```

结果：



分析：首先根据 3 个系统绘制出各自的零极点图和单位取样响应，可以看出 3 个系统分别为衰减型、稳定型、增长型。再通过 filter 函数得到滤波后的信号，绘制出各自的时域连续信号，可以看出系统 1 对信号基本没有过滤，系统二过滤了部分信号，系统 3 过滤了大部分信号，且出现无穷大的信号值。