

# 实验四 离散信号与系统的 时域与z域分析

## 一、实验目的

**1、熟悉离散时间LTI系统在典型激励下的响应及特征；熟悉并掌握系统单位脉冲响应、零状态响应求解方法。**

**2、分析 $z$ 变换和逆 $z$ 变换，实现离散系统的零、极点分析及稳定性分析。**

## 二、实验原理

### 1、离散系统的单位脉冲响应 $h(k)$

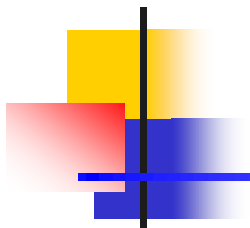
MATLAB为用户提供专门求离散系统单位脉冲响应 $h(k)$ 的函数，即`impz()`。

#### (1) `impz(b,a)`

该调用格式以默认方式绘出向量a和b定义的离散系统 $h(k)$ 的时域波形；

#### (2) `impz(b,a,n)`

绘出向量a和b定义的离散系统在 $0 \sim n$ （n必须为整数）离散时间范围内单位脉冲响应 $h(k)$ 的时域波形；



### (3) **impz(b,a,n1:n2)**

**绘出向量a和b定义的离散系统在 $n1 \sim n2$  ( $n1$ 、 $n2$ 必须为整数, 且 $n1 < n2$ ) 离散时间范围内单位脉冲响应 $h(k)$ 的时域波形;**

### (4) **y=impz(b,a,n1:n2)**

**不绘出系统的 $h(k)$ 的时域波形, 而是求出向量a和b定义的离散系统在 $n1 \sim n2$ 离散时间范围内单位脉冲响应 $h(k)$ 的数值解。**

## 描述离散系统的差分方程为

$$y(k+2) + 0.4y(k+1) - 0.12y(k) = f(k+2) + 2f(k+1)$$

%计算系统的单位脉冲响应 $h(k)$

N=40;

a=[1 0.4 -0.12];

b=[1 2];

subplot(1,3,1);

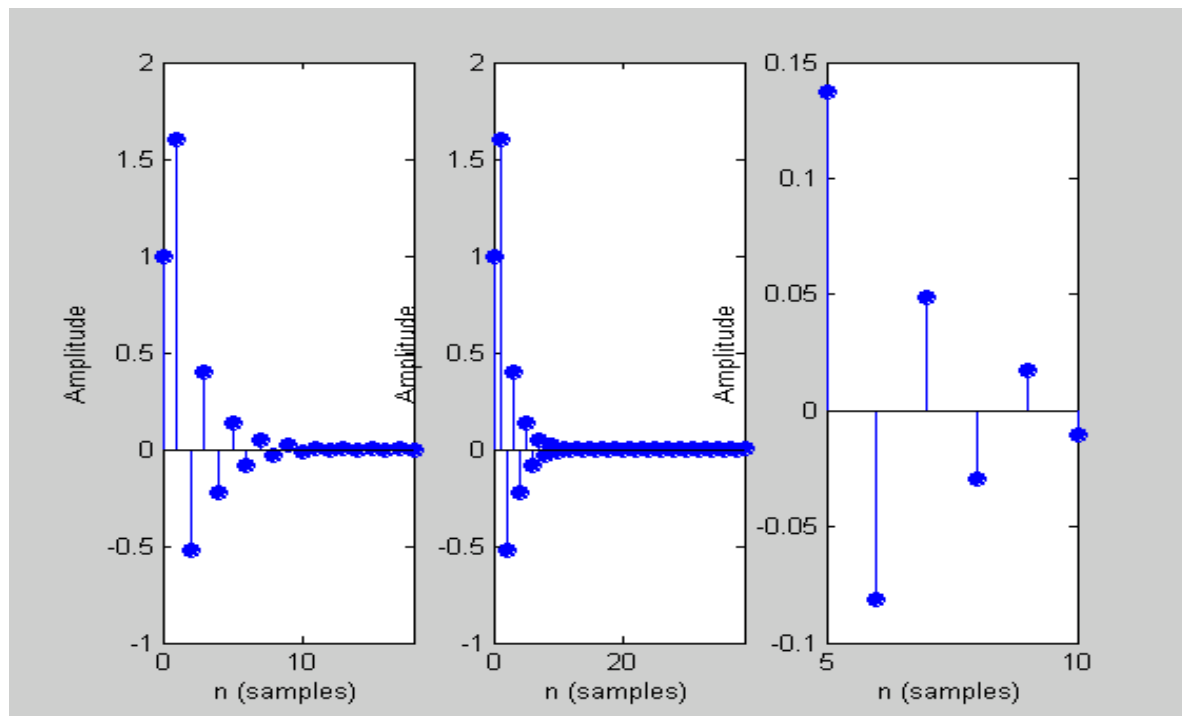
impz(b,a);

subplot(1,3,2);

impz(b,a, N);

subplot(1,3,3);

impz(b,a, 5:1: 10);



## 2、离散系统响应 $y(k)$

调用`filter()`函数来计算差分方程描述的系统的响应。

(1) `filter(b,a,f)`

计算并画出系统在输入信号 $f$  作用下的零状态响应。

(2) `y= filter(b,a,f)`

计算在输入 $f$  作用下的系统零状态响应 $y$ 的数值解。

### 3、离散时间信号的z域分析

#### (1) 利用MATLAB的符号运算实现z变换

调用MATLAB的ztrans函数求离散序列的单边z变换。

$F = \text{ztrans}(f)$   $F = \text{ztrans}(f, w)$   $F = \text{ztrans}(f, k, w)$

#### (2) 逆z变换的MATLAB实现

a. 直接调用专用的符号函数iztrans函数来实现逆z变换。

$f = \text{iztrans}(F)$   $f = \text{iztrans}(F, k)$   $f = \text{iztrans}(F, w, k)$

b. 用residue函数进行部分分式展开

## (2)逆z变换的MATLAB实现

调用专用的符号函数iztrans函数来实现逆z变换。

$f = \text{iztrans}(F)$   $f = \text{iztrans}(F,k)$   $f = \text{iztrans}(F,w,k)$

## 4、离散时间系统的z域特性

利用MATLAB提供的roots函数计算系统的零、极点，使用zplane函数绘制离散系统的零、极点分布图。

$$H(z) = \frac{z^2}{(z - 0.5)(z - 0.25)}$$

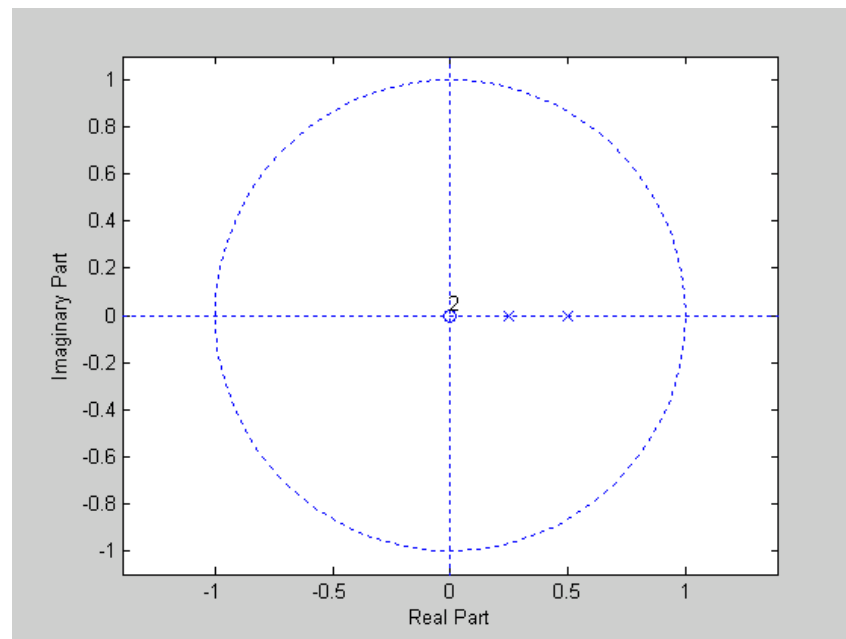
```
num=[1 0 0];
```

```
den=conv([1 -0.5], [1 -0.25]);
```

```
z=roots (num)
```

```
p=roots (den)
```

```
zplane (num,den);
```





### 三、实验内容

#### 1、已知某离散系统的差分方程为

$$y(k)-y(k-1)+0.9y(k-3)=f(k)$$

试作出：

- (1)以默认方式绘出系统 $h(k)$ 的时域波形；
- (2)绘出系统在0 ~ 60取样点范围内 $h(k)$ 的时域波形；
- (3)绘出系统在-10 ~ 40离散时间范围内 $h(k)$ 的时域波形；
- (4)求出系统在-5 ~ 10离散时间范围内 $h(k)$ 的数值解。

## 2、已知某系统的系统函数如下

$$y(k+2) + 0.4y(k+1) - 0.12y(k) = f(k+2) + 2f(k+1)$$

计算在输入信号为  $f(k) = u(k)$  时的系统零状态响应。

### 3、求下列离散时间序列的 $z$ 变换。

(1)  $f_1(n)=u(n)$ ;

(2)  $f_2(n)=a^n u(n)$ ;

(3)  $f_3(n)=0.5n[u(n)-u(n-5)]$ ;

(4)  $f_4(n)=a^n \cos(n\pi/2)u(n)$ ;

## 4、采用变换域分析法求解系统的零状态响应。

(1) 已知线性离散时间系统的  
激励函数为

$$f(n) = (-1)^n u(n)$$

单位脉冲响应  $h(n) = \left[ \frac{1}{3}(-1)^n + \frac{2}{3}3^n \right] u(n)$

(2) 已知线性离散时间系统的  
激励函数为

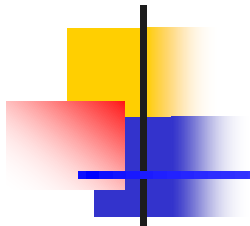
$$f(n) = u(n)$$

系统传递函数为  $H(z) = \frac{z(7z-2)}{(z-0.2)(z-0.5)}$

## 5、已知某离散时间系统的系统函数如下

$$H(z) = \frac{z^2}{z^2 + \sqrt{2}z + 1}$$

- (1) 试利用MATLAB求系统的单位序列响应h(n), 并绘出h(n)的时域波形。
- (2) 利用MATLAB计算系统的零、极点, 并绘出系统的零、极点分布图, 判断系统是否稳定。



请同学们做完实验，完成以下几项任务

- 1.关闭计算机;
- 2.凳子放入实验桌下面;
- 3.垃圾带出实验室。