

# 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： 通信工程01011803

学生学号： 2018210201

学生姓名： 刘俊龙

联系电话： 15310404744

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	移动通信技术实验室 YF304	实验时间	2020 年 10 月 20 日第七周 1、2 节
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 求解离散时间系统的零状态响应；
- 2、学会运用 MATLAB 求解离散时间系统的单位取样响应；
- 3、学会运用 MATLAB 求解离散时间系统的卷积和。

## 二、实验原理

### 1、离散时间系统的响应

离散时间 LTI 系统可用线性常系数差分方程来描述，即

$$\sum_{i=0}^N a_i y(n-i) = \sum_{j=0}^M b_j x(n-j) \quad (2-1),$$

其中， $a_i$  ( $i=0,1,\dots,N$ ) 和  $b_j$  ( $j=0,1,\dots,M$ ) 为实常数。

MATLAB 中函数 `filter` 可对式 (2-1) 的差分方程在指定时间范围内的输入序列所产生的响应进行求解。函数 `filter` 的语句格式为 `y=filter(b,a,x)`。

其中， $x$  为输入的离散序列； $y$  为输出的离散序列； $y$  的长度与  $x$  的长度一样； $b$  与  $a$  分别为差分方程右端与左端的系数向量。

### 2、离散时间系统的单位取样响应

系统的单位取样响应定义为系统在  $\delta(n)$  激励下系统的零状态响应，用  $h(n)$  表示。MATLAB 求解单位取样响应可利用函数 `filter`，并将激励设为单位抽样序列。

MATLAB 另一种求单位取样响应的方法是利用控制系统工具箱提供的函数 `impz` 来实现。`impz` 函数的常用语句格式为 `impz(b,a,N)`

其中，参数  $N$  通常为正整数，代表计算单位取样响应的样值个数。

### 3、离散时间信号的卷积和运算

由于系统的零状态响应是激励与系统的单位取样响应的卷积，因此卷积运算在离散时间信号处理领域被广泛应用。离散时间信号的卷积定义为

$$y(n) = x(n) * h(n) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x(m)h(n-m) \quad (2-2),$$

可见，离散时间信号的卷积运算是求和运算，因而常称为“卷积和”。

MATLAB 求离散时间信号卷积和的命令为 `conv`，其语句格式为 `y=conv(x,h)`

其中， $x$  与  $h$  表示离散时间信号值的向量； $y$  为卷积结果。用 MATLAB 进行卷积和运算时，无法实现无限的累加，只能计算时限信号的卷积。

对于给定函数的卷积和，我们应计算卷积结果的起始点及其长度。两个时限序列的卷积和长度等于两个序列长度的和减 1。

### 三、实验程序及结果分析

1、试用 MATLAB 命令求解以下离散时间系统的单位取样响应，并判断系统的稳定性。

$$(1) \quad 3y(n) + 4y(n-1) + y(n-2) = x(n) + x(n-1)$$

$$(2) \quad \frac{5}{2}y(n) + 6y(n-1) + 10y(n-2) = x(n)$$

2、已知某系统的单位取样响应为  $h(n) = \left(\frac{7}{8}\right)^n [u(n) - u(n-10)]$ ，试用 MATLAB 求当激励信号为时  $x(n) = u(n) - u(n-5)$ ，系统的零状态响应。

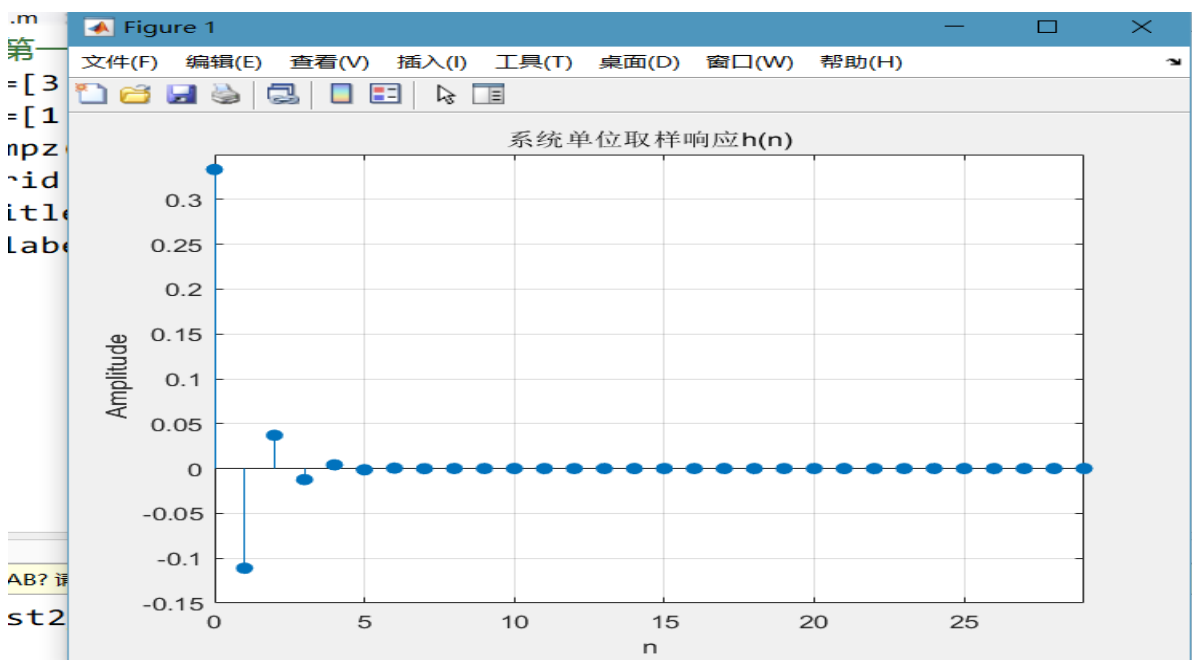
答：运行环境：Matlab R2019b

1、(1)

程序源码：

```
a=[3 4 1];  
b=[1 1];  
impz(b,a,30);  
grid on  
title('系统单位取样响应 h(n)');  
xlabel('n');
```

运行截图：

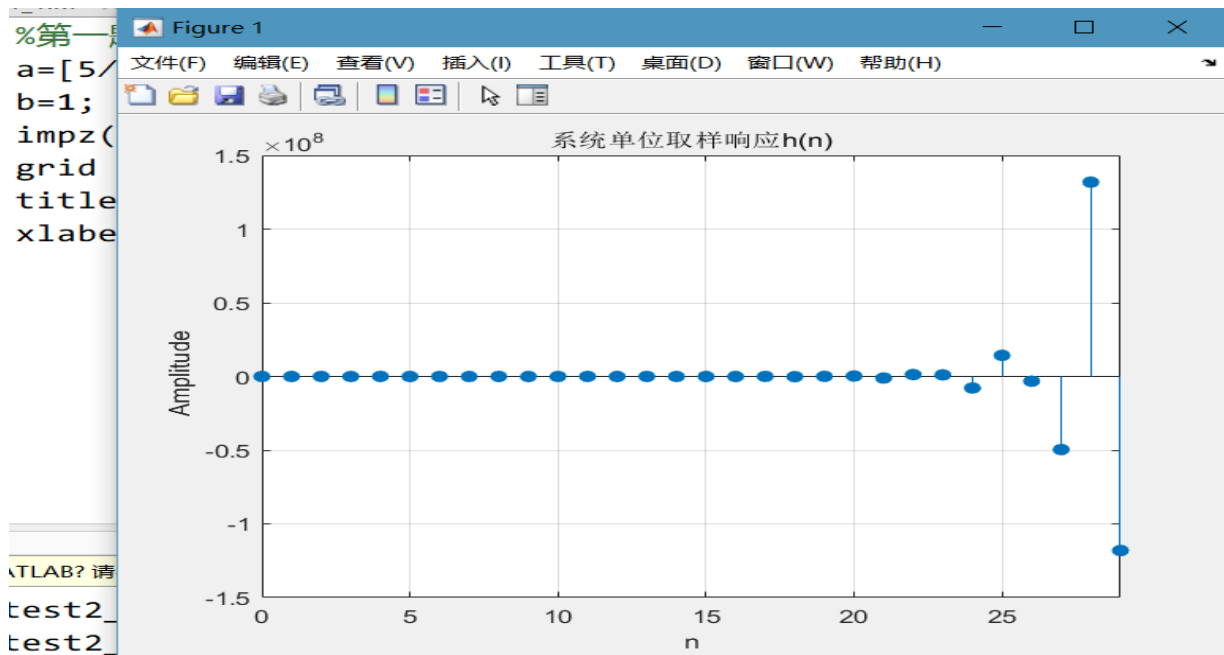


(2)

程序源码:

```
a=[5/2 6 10];  
b=1;  
impz(b,a,30);  
grid on  
title('系统单位取样响应 h(n)');  
xlabel('n');
```

运行截图:



2、

程序源码:

```
nx=-1:5;  
nh=-2:12;  
  
x=uDT(nx)-uDT(nx-5);  
h=((7/8).^nh).*(uDT(nh)-uDT(nh-10));  
  
y=conv(x,h);  
ny1=nx(1)+nh(1);  
ny2=nx(end)+nh(end);  
ny=ny1:ny2;  
  
subplot(3,1,1)  
stem(nx,x,'fill'),grid on  
xlabel('n'),title('激励信号 x(n)')
```

```
axis([-4 18 0 4])
```

```
subplot(3,1,2)
```

```
stem(nh,h,'fill'),grid on
```

```
xlabel('n'),title('单位取样响应 h(n)')
```

```
axis([-4 18 0 4])
```

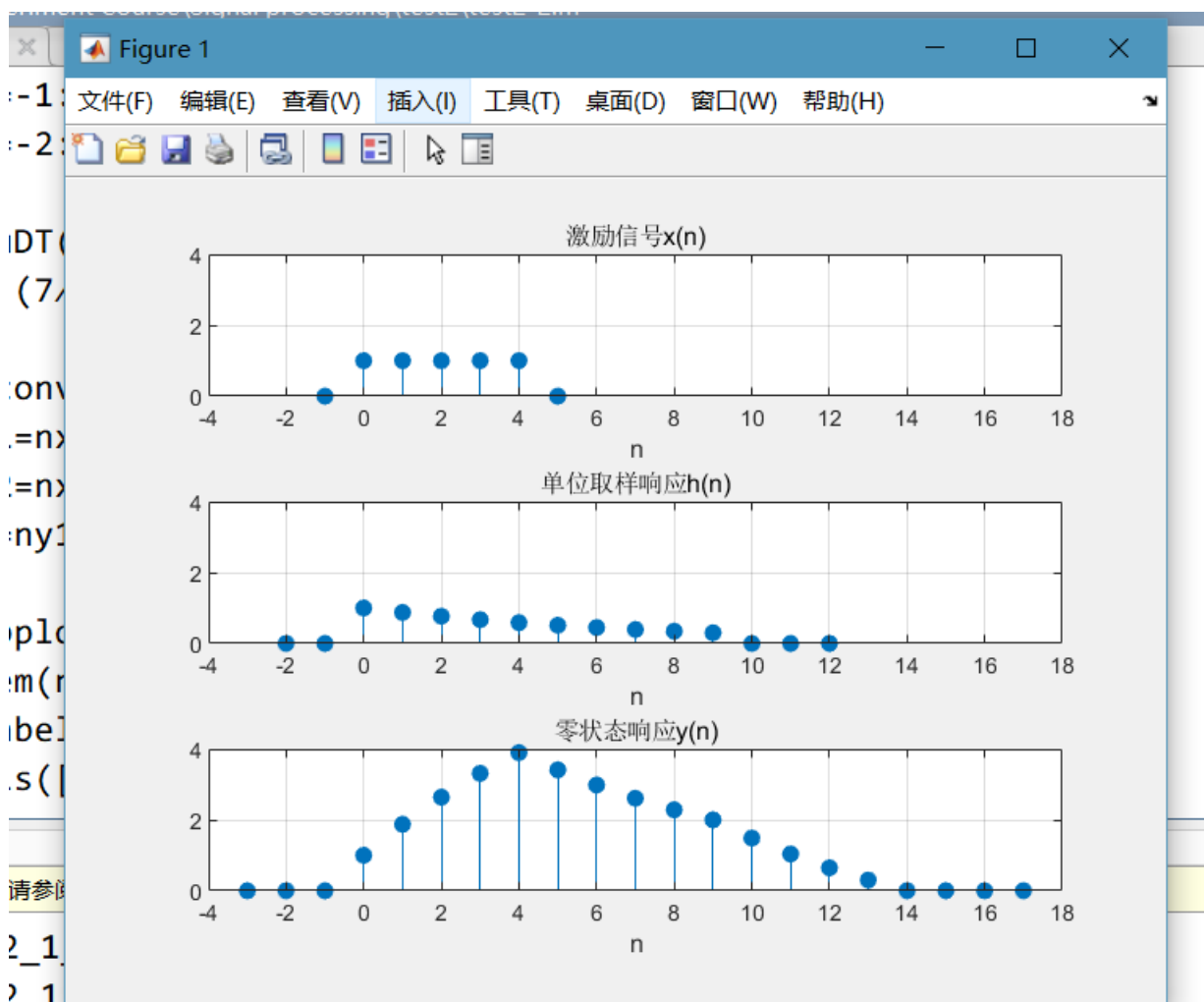
```
subplot(3,1,3)
```

```
stem(ny,y,'fill'),grid on
```

```
xlabel('n'),title('零状态响应 y(n)')
```

```
axis([-4 18 0 4])
```

运行截图：



#### 四、思考题

matlab 的工具箱函数 conv, 能用于计算两个有限长序列之间的卷积, 但 conv 函数假定这两个序列都从  $n=0$  开始。试编写 M 文件计算  $x(n) = [3, 11, 7, 0, -1, 4, 2], -3 \leq n \leq 3$  和  $h(n) = [2, 3, 0, -5, 2, 1], -1 \leq n \leq 4$  之间的卷积, 并绘制  $y(n)$  的波形图。

答：

程序源码：

```
x=[3 11 7 0 -1 4 2];  
n=-3;  
nx=[n:n+length(x)-1];  
  
h=[0 0 2 3 0 -5 2 1];  
nh=[n:n+length(h)-1];  
  
y=conv(x,h);  
ny=[(nx(1)+nh(1)):(nx(length(nx))+nh(length(nh)))];  
  
stem(ny,y,'fill'),grid on;  
xlabel('n'),title('y(n)')  
axis([-6 7 -60 60]);
```

运行截图：

