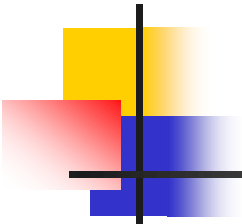




信号与系统

实验



实验指导书：容太平等. 信号与系统实验指导.
华中科技大学出版社

实验内容：第2章 软件仿真实验内容
2.1~2.3 4学时
2.4~2.6 4学时

实验考核：实验考核成绩占总成绩的10%
实验报告：填充实验指导书

实验时间：13周、17周

实验地点：南一楼804



实验课任务与目的:

- 实验课程安排与理论教学紧密结合，是理论教学的深化和补充。
- 通过本实验课，巩固对信号与系统理论基础知识的掌握，加深对理论内容的理解。
- 加强综合设计及创新能力的培养，提高学生独立分析问题和解决问题的能力。
- 培养实事求是，严肃认真的科学作风和良好的实验习惯，为今后工作打下良好的的基础。



实验分为验证性实验和设计性实验：

验证性实验：通过实验系统界面进行。文件夹\workuse

设计性实验：Matlab编程。模仿本书的例程。

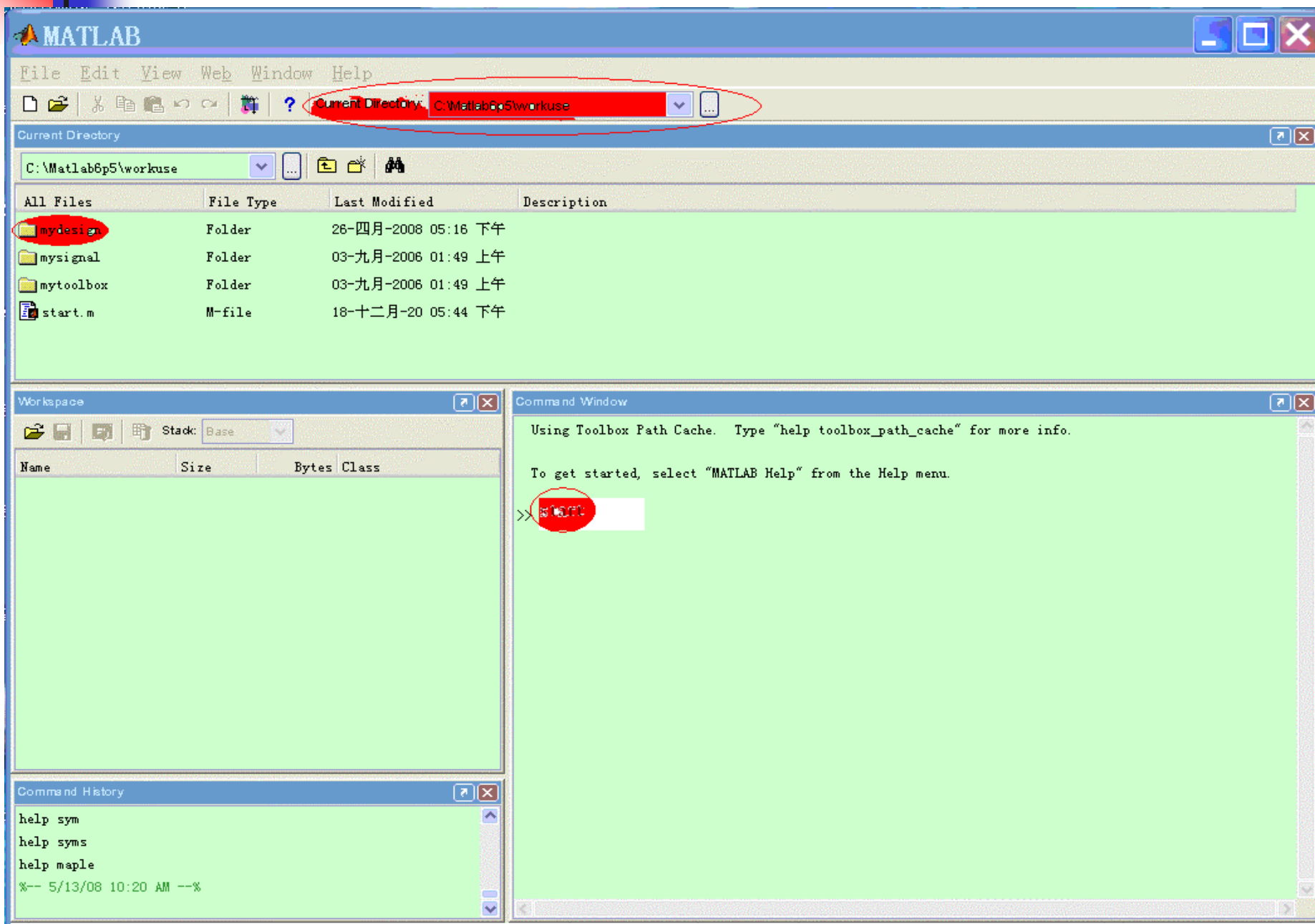
会遇到的问题：

- 1、信号在Matlab中的表达
- 2、教材中常用的函数不存在
- 3、画图无结果输出
- 4、实验结果与实际不符合

解决方法：

- 1、多参考后面实验中的例程
- 2、使用help命令或网络求助
- 3、注意离散信号及其运算的独特处
- 4、课外Matlab学习

验证性实验



信号与系统实验 2.0 版

连续时间系统的时域分析
信号的 Fourier 分析
连续时间系统的频域分析
Laplace 逆变换及应用
离散时间系统的时域分析
离散系统的Z域分析
状态变量分析法
线性系统稳定性分析
离散 Fourier 变换 (DFT)
快速 Fourier 变换 (FFT及其应用)

掌握卷积计算方法及性质
能够从 RC、RL 一阶电路的响应中正确区分
零输入响应、零状态响应、冲激响应、阶跃响应

卷积计算
微分方程求解

关闭

帮助

确定



设计性实验：Matlab编程

MATLAB 基本知识：

.m文件 **只能以英文字母开头**，只能包括英文字母，数字与下划线。

变量名规范与.m文件名相同。

将\workuse设置为“当前工作目录”。

《实验指导书》上的例程位于目录\workuse\mydesign下。



MATLAB 常用函数:

```
sin(t)   sin(2*pi*t)   sin(t). *cos(t)
exp(t)   exp(-0.1*n)   abs(t)
```

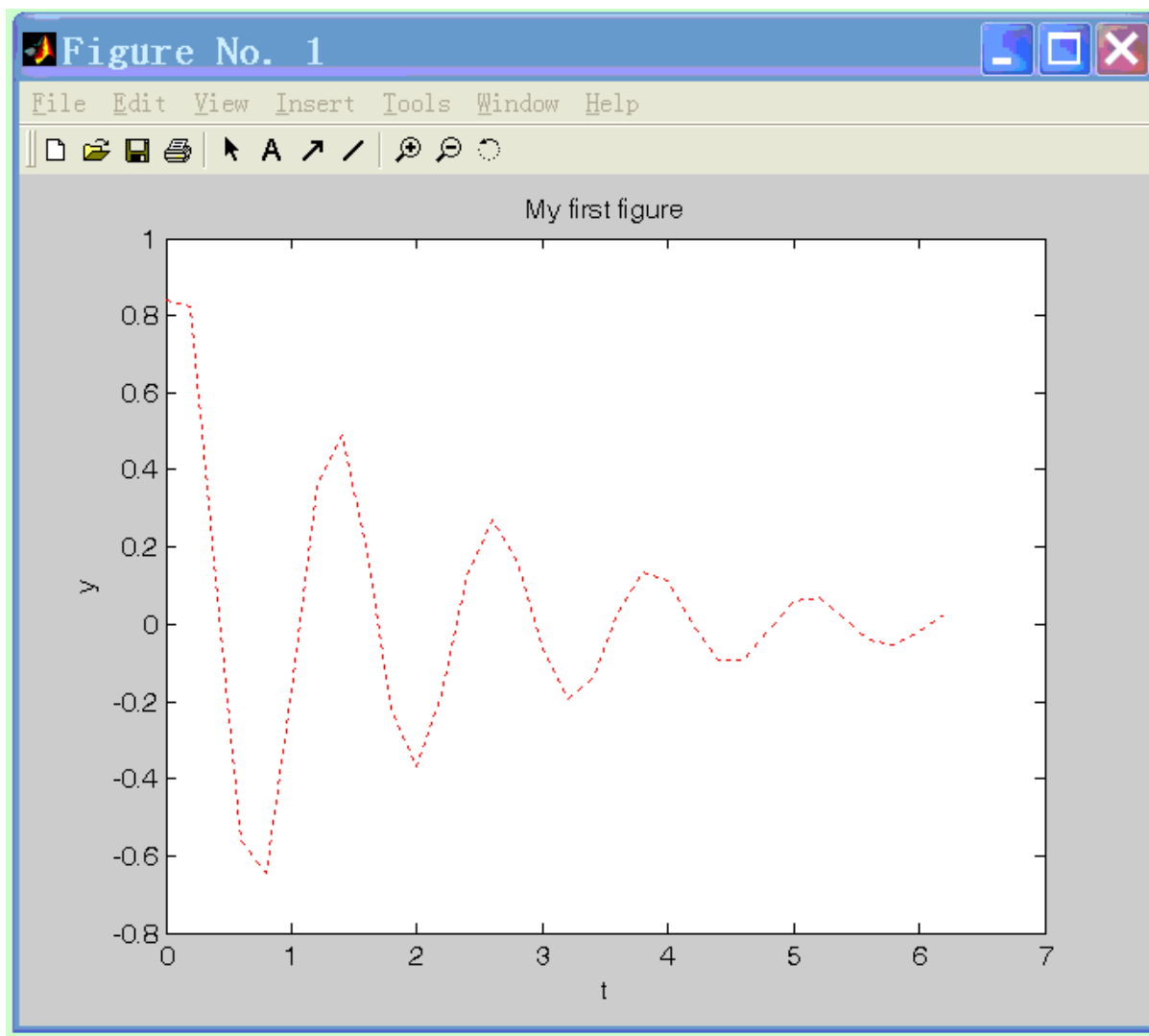
```
f1=ones(3,2)   f2=zeros(2,3)
```

```
t=[0:0.1:2*pi]; %用冒号生成向量
x=rectpuls((t-3),2); %生成一个中心位于t=3, 宽度为2的矩形波。
y=heaviside(t); %生成u(t)
```

```
conv(x,h);
```


例1 画图

```
t=0:0.2:2*pi;  
y=exp(-0.5*t).*sin(5*t+1);  
plot(t,y,'r');  
title('My first figure');  
xlabel('t');  
ylabel('y')
```





例2 求LTI系统的零状态响应

设二阶连续时间系统方程为：

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2 \frac{dy}{dt} + 8y = u$$

求其冲激响应。若输入 $u = 3t + \cos(0.1t)$ ，求其零状态响应。

系统的特征方程为：

$$\lambda^2 + 2\lambda + 8 = 0$$

若其特征根为 p_1, p_2 ，相应的系数为 r_1, r_2 ，则

$$h(t) = r_1 e^{p_1 t} + r_2 e^{p_2 t}$$



```
clear
```

```
a=[1,2,8];b=1;
```

```
t=[0:0.1:5]; tf=t(end);dt=tf/(length(t)-1);
```

```
u=3*t+cos(0.1*t);
```

```
%用留数法求冲激响应
```

```
[r,p]=residue(b,a);
```

```
h=r(1)*exp(p(1)*t)+r(2)*exp(p(2)*t);
```

```
%画出冲激响应
```

```
subplot(2,1,1);plot(t,h);grid;
```

```
%求u和h的卷积，得输出y(t)
```

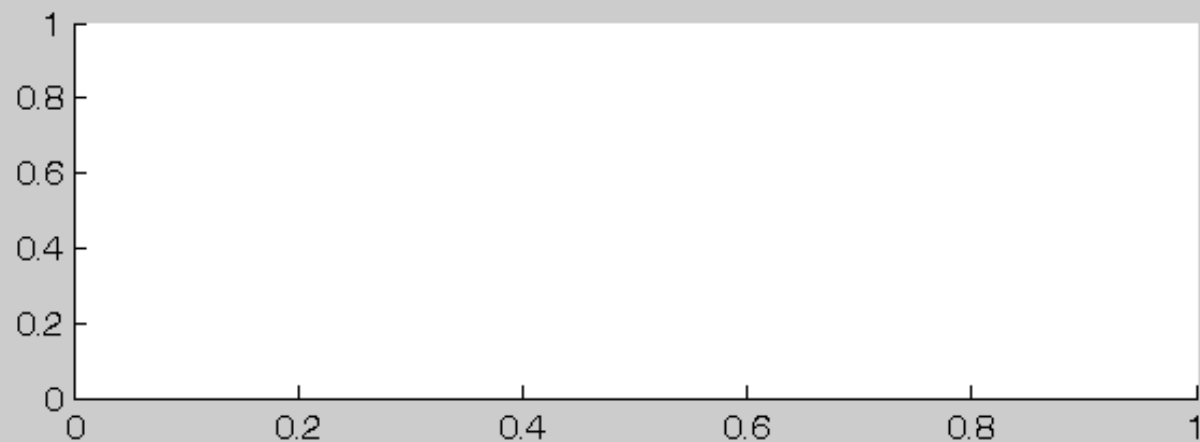
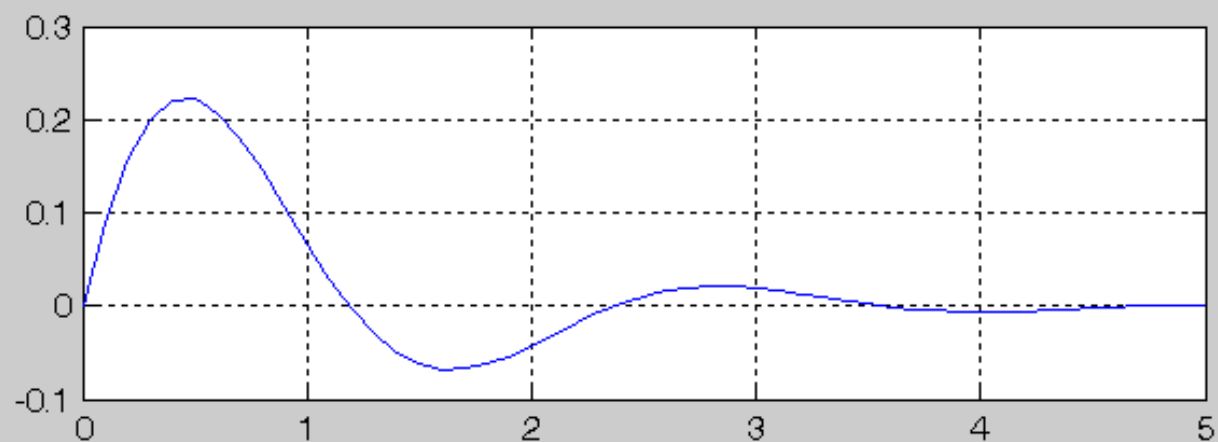
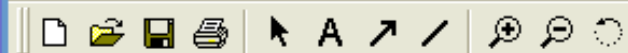
```
y=conv(u,h)*dt;
```

```
%画出y(t)
```

```
subplot(2,1,2);plot(t,y);grid;
```

Figure No. 1

File Edit View Insert Tools Window Help





```
>> whos
```

Name	Size	Bytes	Class
a	1x3	24	double array
b	1x1	8	double array
dt	1x1	8	double array
h	1x51	408	double array
k	0x0	0	double array
p	2x1	32	double array (complex)
r	2x1	32	double array (complex)
t	1x51	408	double array
tf	1x1	8	double array
u	1x51	408	double array
y	1x101	808	double array

```
>>
```



```
clear
```

```
a=[1,2,8];b=1;
```

```
t=[0:0.1:5]; tf=t(end);dt=tf/(length(t)-1);
```

```
u=3*t+cos(0.1*t);
```

```
%用留数法求冲激响应
```

```
[r,p]=residue(b,a);
```

```
h=r(1)*exp(p(1)*t)+r(2)*exp(p(2)*t);
```

```
%画出冲激响应
```

```
subplot(2,1,1);plot(t,h);grid;
```

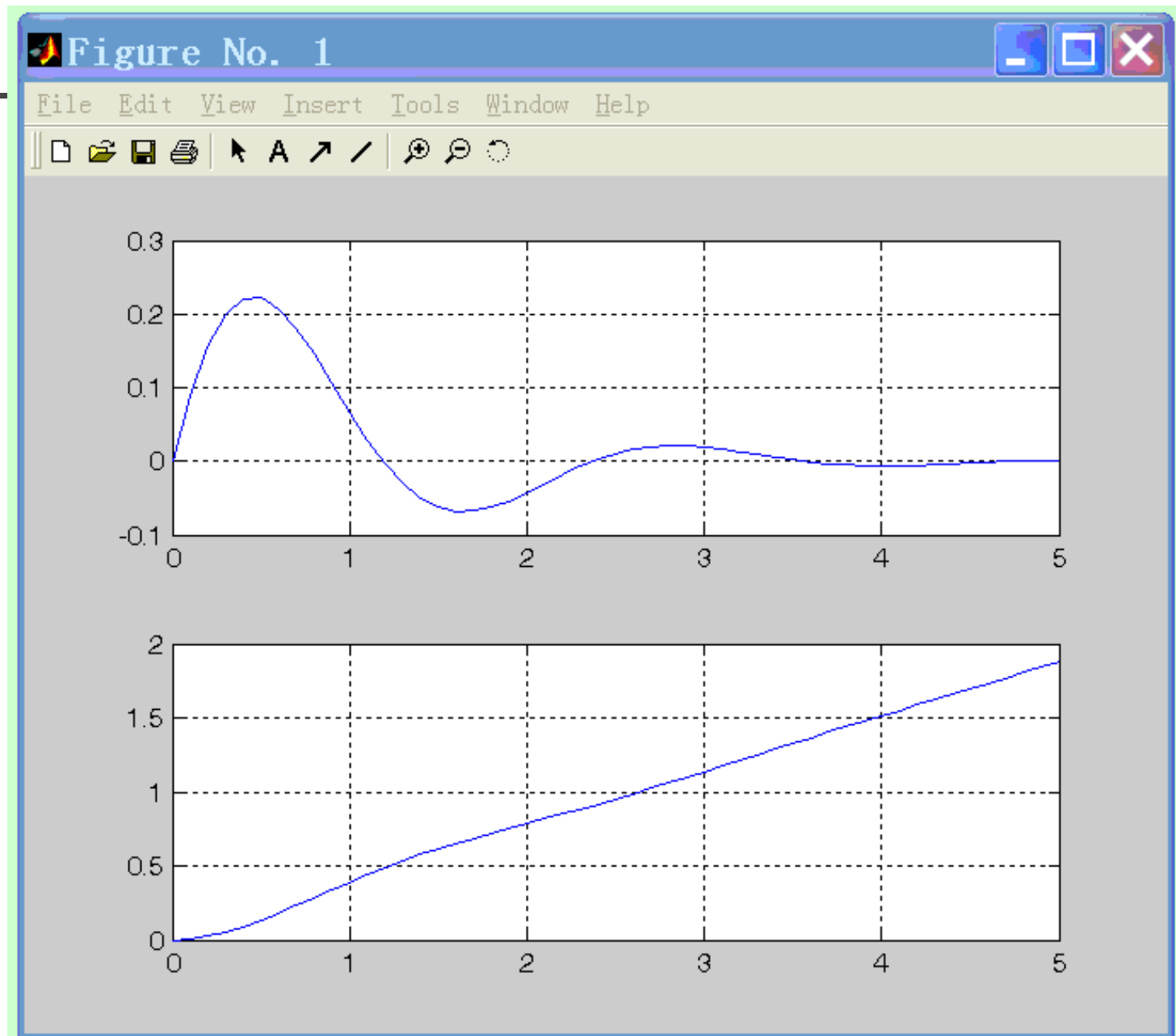
```
%求u和h的卷积，得输出y(t)
```

```
y=conv(u,h)*dt;
```

```
%画出y(t)
```

```
subplot(2,1,2);plot(t,y); —————→ plot(t,y(1:length(t)));
```

```
grid;
```



例3 微分方程求解（与 design1_2.m对比）

$$4 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + y(t) = \frac{de(t)}{dt} - 0.5e(t), \quad y(0) = 10, y'(0) = 0$$

clear

a=[4,0,1];%分母系数

b=[1,-0.5];%分子系数

y0=[10;0];%初始条件

H=[tf(b,a)];%生成系统函数

sys=ss(H);

T=0:0.01:20*pi;

[yzi,t]=initial(sys,y0,T);%产生零输入响应

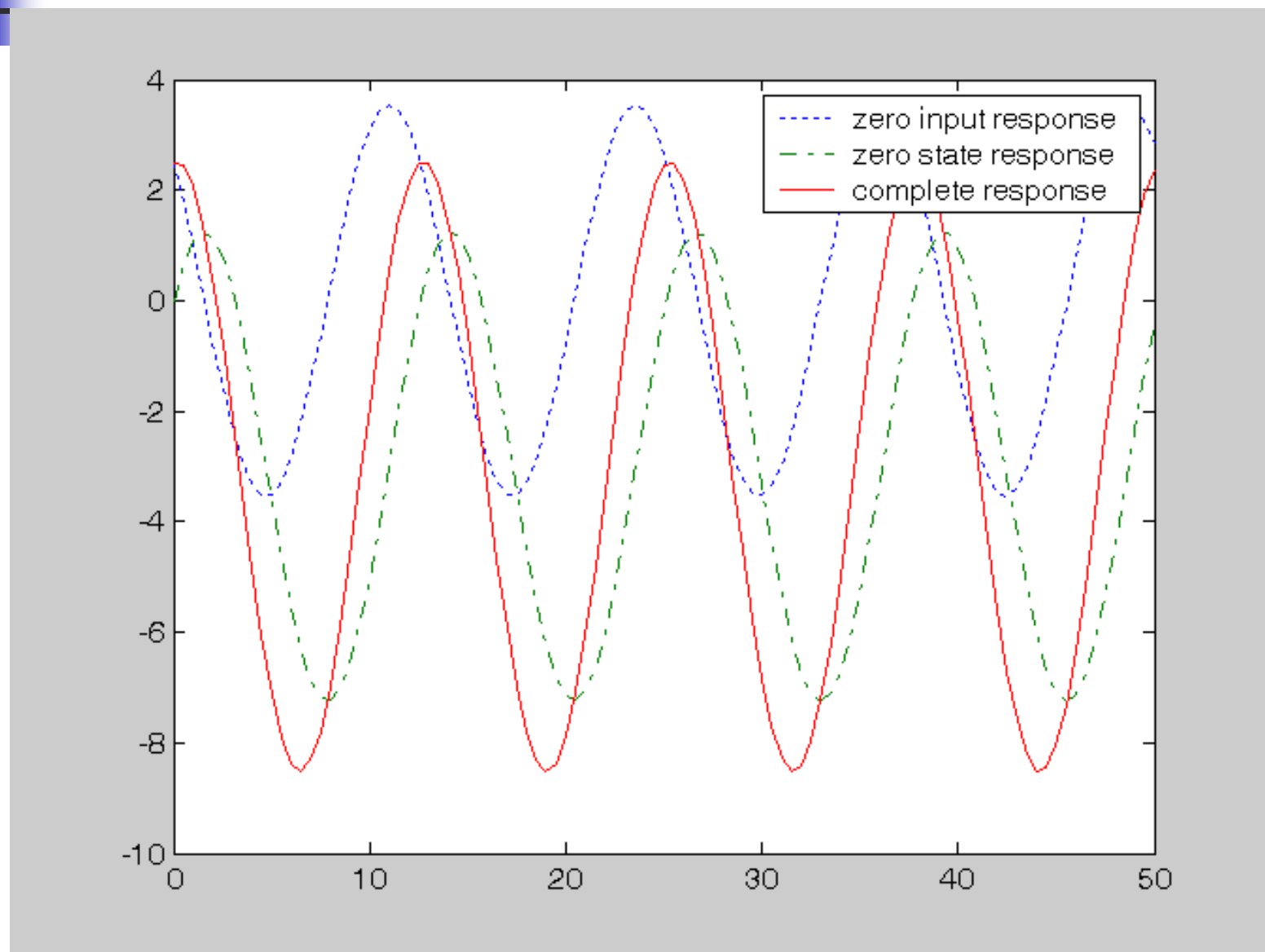
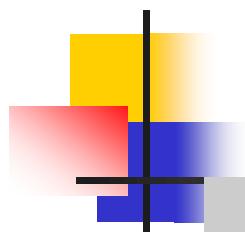
x=6*ones(1,length(t));%激励函数

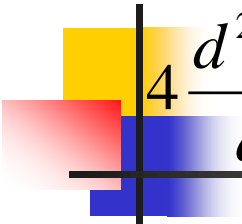
yzs=lsim(sys,x,t);%产生零状态响应

y=yzi+yzs;%产生全响应

plot(t,yzi,':',t,yzs,'-.',t,y,'r');

legend('zero input response','zero state response','complete response'); 16




$$4 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + y(t) = \frac{de(t)}{dt} - 0.5e(t), \quad y(0) = 10, y'(0) = 0 \quad e(t) = \sin t$$

```
clear
I0=0;
I1=0;
syms x(t)
    x = sin(t);
    Dx = diff(x);
syms y(t)
    Dy = diff(y);
    D2y = diff(y,2);
    y = dsolve(4*D2y+y == Dx-0.5*x,y(0)==I0,Dy(0)==I1);
figure
subplot(1,2,1);
ezplot(x,[0,10*pi]);
title('in');
subplot(1,2,2);
ezplot(y,[0,10*pi]);
title('out');
```



说明：

这两个示例均用于微分方程求解。

前例显示如何分别求出各种响应，用到系统函数的概念。

后例用**dsolve**函数一次求出全响应。

这两个例子的扩展性均好于实验指导书上的**design1_2.m**。



例4 求门函数的傅里叶变换

```
clear
```

```
sym t;
```

```
f=sym(' (heaviside(t+1)-heaviside(t-1))');
```

```
F=fourier(f); % 得到 Fourier 变换的符号表达式
```

```
FF=maple('convert',F,'piecewise'); % 对 Fourier 变换的符号表达式进行  
转换, 使其便于画图
```

```
FFF=abs(FF); % 得到频谱符号表达式
```

```
figure
```

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

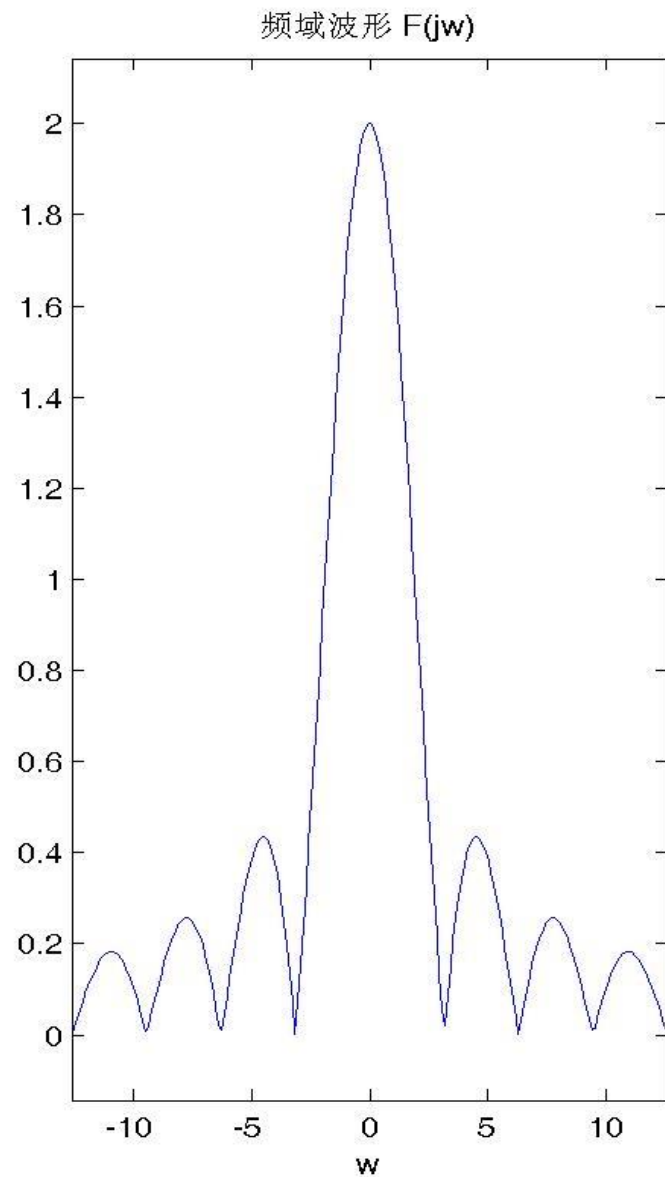
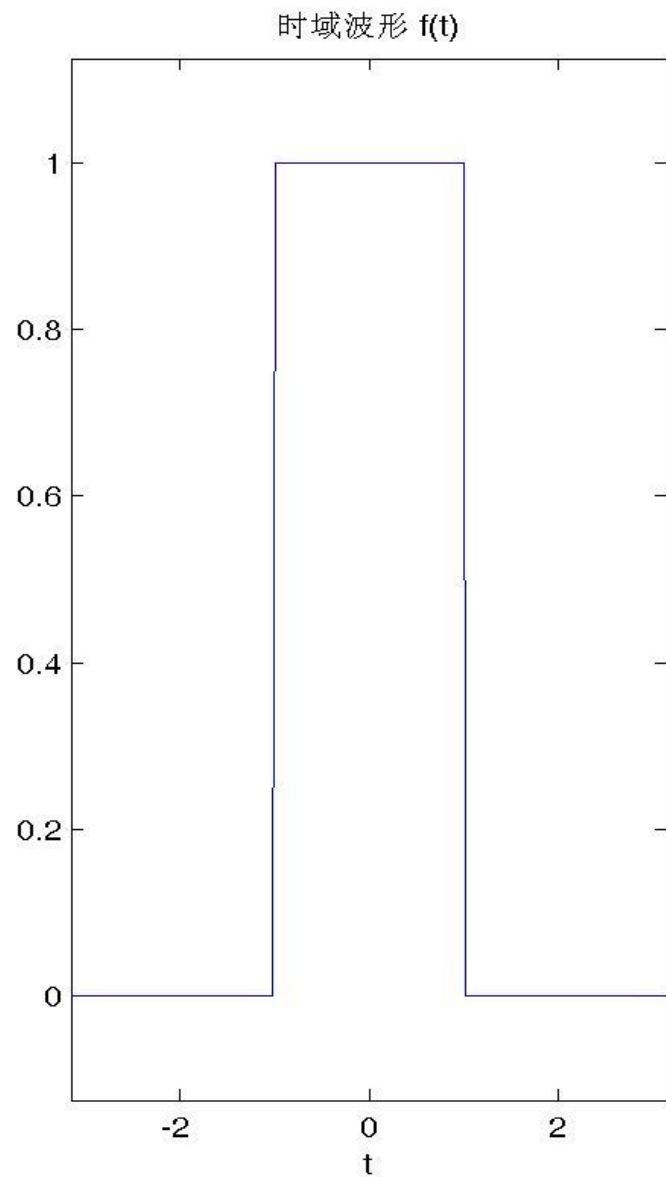
```
ezplot(f, [-pi, pi])
```

```
title('时域波形 f(t)');
```

```
subplot(1,2,2);
```

```
ezplot(FFF, [-4*pi, 4*pi]);
```

```
title('频域波形 F(jw)');
```





其他说明:

- 1、不同matlab版本下本软件包的运行情况有较大差异。高版本下某些程序运行报错或没有结果。
- 2、微分方程求解中关于高阶微分方程的求解，可参考实验ppt的例程。
- 3、南一楼8楼机房：实验2.3需要安装maple 18；若已经安装，需要从maple进matlab，具体方法是：

在C:\Program Files\MATLAB\R2010b\bin中找到matlab-sym-maple.bat文件，左键双击，运行matlab-sym-maple.bat

- 4、注意文件的命名规则。
- 5、经常使用 `clear` 删除工作空间中的所有变量，清理内存。
- 6、可通过 `help 函数名` 的方式查询函数的用法。



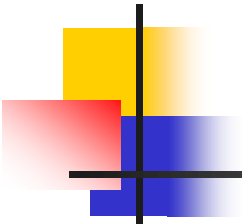
8、关于实验2.3中的傅里叶变换或频谱分析的实验：

由于软件包的相应程序以及本课件例4示例都需调用一个特别的内核maple, 如果MATLAB不包含此内核, 则无法运行。

解决方法：

- (1) 下载 maple 18 及安装说明；
- (2) 安装后从maple进入matlab, 参见3.

另外, 验证性界面中选择的谐波个数不能太多, 否则结果出不来。



9、程序结果出不来的原因可能有：

- (1) 文件名违反了命名规则，常见错误是没有以字母开头。
- (2) 程序有matlab不能识别的函数或表达式。
- (3) plot函数中两个参数的长度不一样。
- (4) 参数的范围过大，比如谐波个数大于20，频谱范围过大（如把 $[-2\pi, 2\pi]$ 改成 $[-\pi, \pi]$ ）等。
- (5) 有些matlab版本不能识别中文，因此程序中尽量避免中文字符。
- (6)

遇到问题，需要更多耐心，仔细检查、耐心调参。

学会从网上寻找解决方法。