

西北工业大学

《信号与系统》实验报告

学 院： 软件学院

学 号： 2021302853

姓 名： 张苏宇

专 业： 软件工程

实验时间： 2023 年 11 月 1 日

实验地点： 启翔楼 264

指导教师： 柳艾飞、汪彦婷

西北工业大学

2023 年 10 月

一、实验目的

1. 掌握信号的表示及其可视化方法。
2. 掌握信号基本时域运算的实现方法。
3. 实现线性时不变 LTI 系统的全响应求解,并把基于仿真平台内置函数的仿真结果与理论计算结果进行比较。

二、实验报告要求

1. 提交: 实验报告一份, PDF 格式, 其他格式拒收。

实验报告中需要包括:

- a) 若题目要求理论结果, 报告中需要给出理论结果。
 - b) 结果图: 图中需要有适当的标识、横坐标、纵坐标等。
 - c) 源代码。源代码中要有合适的注释。
 - d) 实验体会和感悟。
2. 提交实验报告规则:
 - e) 2023 年 11 月 03 日下午 5 点之前将实验报告通过以下链接上传。

第一课堂: <https://send2me.cn/0QiBkkGp/RHKluLATiw5Uxw>

第二课堂: <https://send2me.cn/2V0jxpvh/QYOP6atr6NJq8Q>

文件名命名规则: 课堂号-学号-姓名-第几次实验。(比如第 2 课堂的学生, 姓名: 李三, 学号为 2019050, 第 2 次实验, 文件名命名为: 2-2019050-李三-2)

三、实验设备(环境)

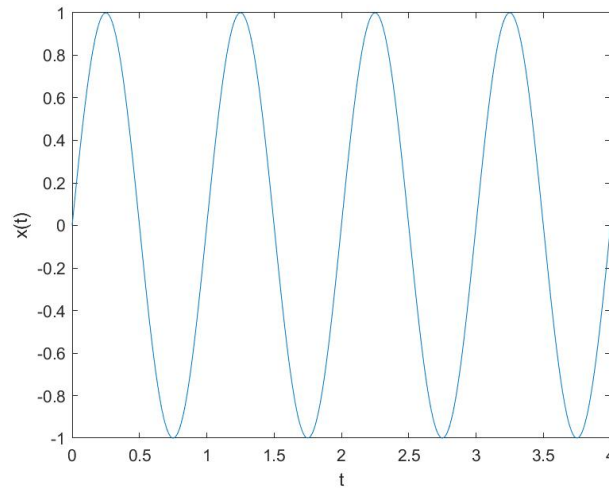
操作系统: Windows 10

编程软件: Matlab R2023b

四、实验内容

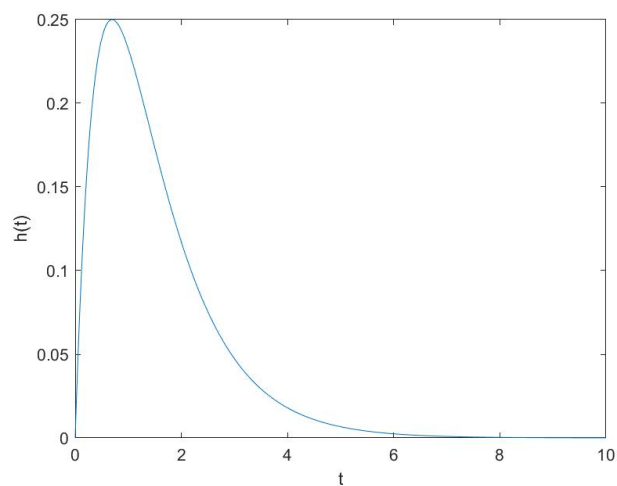
1. 利用 MATLAB 绘制下列连续时间信号的波形

1) $x(t) = \sin(2\pi t) [\varepsilon(t) - \varepsilon(t-4)]$, 其中, $\varepsilon(t)$ 为阶跃函数。



```
t=0:0.01:4;%阶跃函数自变量范围
f1=sin(2*pi*t);
f2=heaviside(t)-heaviside(t-4);
xt=f1.*f2;%sin 函数阶跃函数相乘
figure;
plot(t,xt);
xlabel('t');
ylabel('x(t)');
```

2) $h(t) = e^{-t} \varepsilon(t) - e^{-2t} \varepsilon(t)$

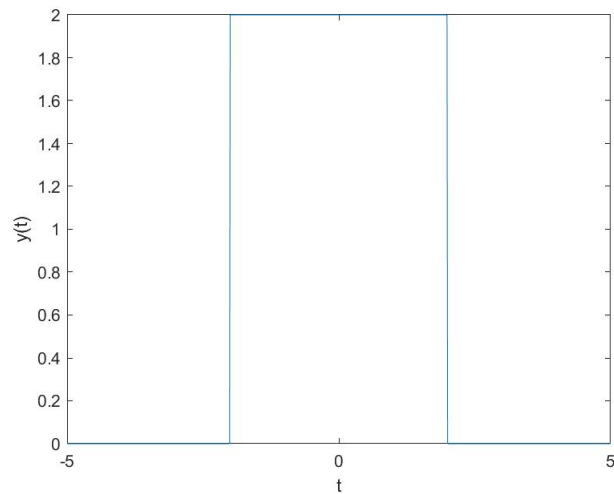


```

t=0:0.01:10;%限定阶跃函数范围
f1=heaviside(t);
f2=exp(-t);
f3=exp(-2*t);
f4=f2.*f1;
f5=f3.*f1;
ht=f4-f5; %计算阶跃函数
figure;
plot(t,ht);
xlabel('t');
ylabel('h(t)');

```

3) 画出门函数 $y(t) = 2G_4(t)$ ，门函数的宽度为 4,横坐标中心为 0，幅度为 2。



```

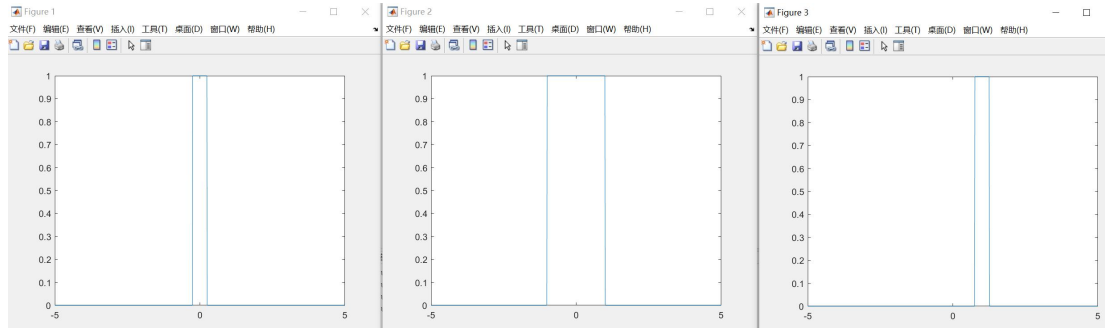
t=-5:0.01:5;%限定自变量范围
yt=2*rectpuls(t,4);%2 为幅度，4 为设置宽度
figure;
plot(t,yt);
xlabel('t');
ylabel('y(t)');

```

2. 利用 MATLAB 验证信号的基本运算

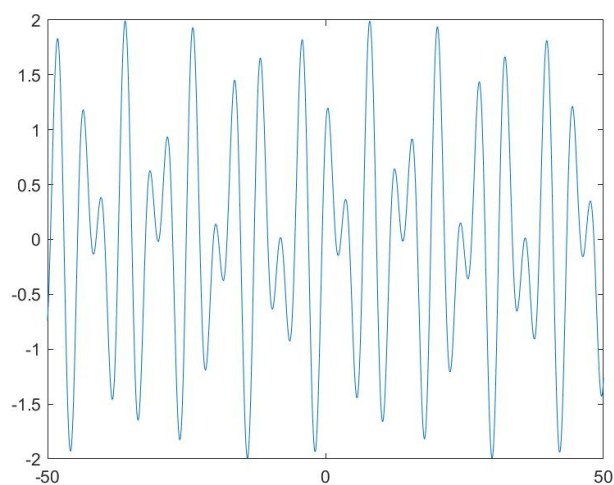
1) 以单位门函数 $y(t) = G_1(t)$ 为例，画出 $y(2t)$, $y(\frac{t}{2})$, $y(2-2t)$ 。注意

观察 MATLAB 画出的结果是否和理论分析得出的结果一致。



```
t=-5:0.01:5;%限定 t 范围
yt=rectpuls(t);%单位门函数
y_2t=rectpuls(2*t);
y_t2=rectpuls(t/2);
y2=rectpuls(2-2*t);
figure(1);
plot(t,y_2t);
figure(2);
plot(t,y_t2);
figure(3);
plot(t,y2);
```

2) 画出 $\sin(t) + \cos(\frac{\pi}{2}t)$ ，并观察其是否为周期函数，如果是，周期为多少？

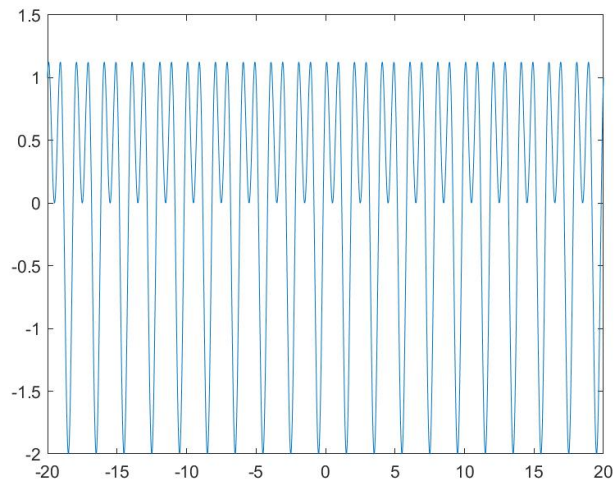


```
t=-50:0.01:50; %限定 t 范围
ft=sin(t)+cos(pi*t/2); %绘制原函数
```

```
figure;  
plot(t,ft);
```

3) 画出 $\sin(\pi t) + \cos(2\pi t)$ ，并观察其是否为周期函数，如果是，周期为多少？

注意：此处我们考虑 π 为无理数。



```
t=-20:0.01:20; %限定 t 范围  
ft=sin(pi*t)+cos(2*pi*t); %绘制原函数  
figure;  
plot(t,ft);  
周期 T=2
```

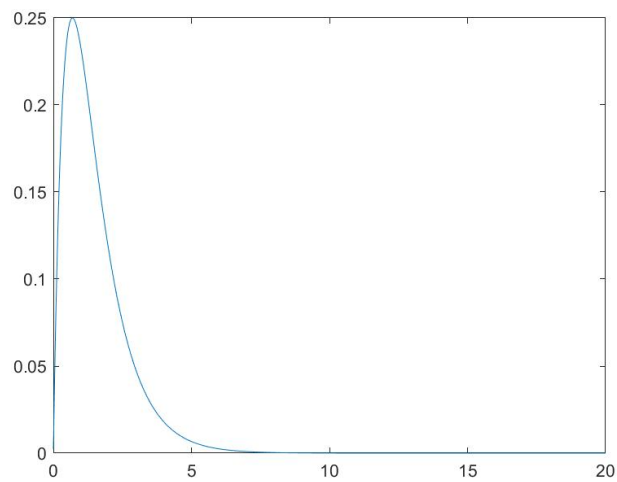
3. 卷积运算

已知： $x(t) = [e^{-2t}\varepsilon(t)] * [e^{-t}\varepsilon(t)]$

1) 根据卷积的定义，推导得到 $x(t)$ 的理论值；

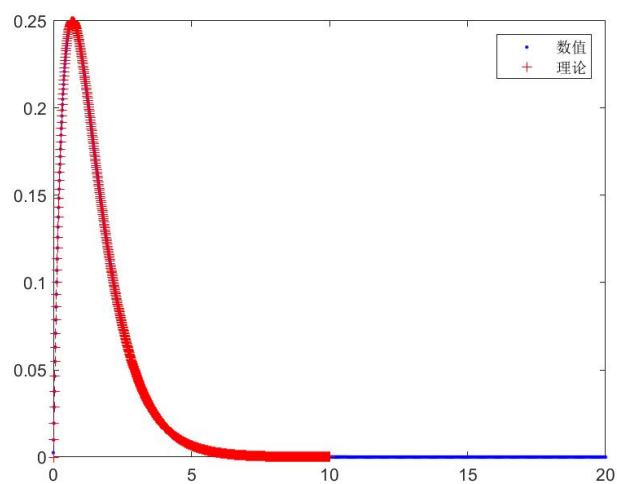
$$x(t) = [e^{-2t}\varepsilon(t)] * [e^{-t}\varepsilon(t)] = -(e^{-t} - e^{-2t})\varepsilon(t) = e^{-t} - e^{-2t} \quad (t > 0)$$

2) 利用 MATLAB 的 `conv` 函数获得 $x(t)$ 的数值



```
t=0:0.01:10;%限定阶跃函数范围
f1=heaviside(t);
f2=exp(-t);
f3=exp(-2*t);
f4=f2.*f1;
f5=f3.*f1;
xt=conv(f4,f5);%绘制数值函数
figure;
plot(t1,xt*0.01);
```

3) 把问题 1 中的理论值与问题 2 中的数值计算结果画到一张图中，图中需要用 `legend` 语句加图例。查看数值计算结果与理论值有无差异。



```
t=0:0.01:10;%限定阶跃函数范围
f1=heaviside(t);
f2=exp(-t);
f3=exp(-2*t);
f4=f2.*f1;
```

```

f5=f3.*f1;
xt=conv(f4,f5);%数值函数
t1=linspace(2*t(1),2*t(end),2*length(t)-1);
ff1=exp(-t);
ff2=exp(-2*t);
t2=ff1-ff2;%理论函数
figure;
plot(t1,xt*0.01,'.b',t,t2,'+r');
legend('数值','理论');

```

仿真值与理论值基本一致。

4. 求解系统的零状态响应

设有一个线性时不变系统，其微分方程为 $r''(t) + 3r'(t) + 2r(t) = e(t)$ ，其中 $e(t)$ 为输入信号， $r(t)$ 为系统输出， $e(t) = e^{-2t}\varepsilon(t)$ 。

1) 根据理论推导获得系统的零状态响应 $r_{zs}(t)$ ，并画图。

设 $r(t) = e^{\lambda t}$ ，代入方程，解得 $\lambda = -1$ 或 $\lambda = -2$ 。
 冲激函数 $h(t) = (e^{-t} - e^{-2t})\varepsilon(t)$ 。
 得到零状态响应。

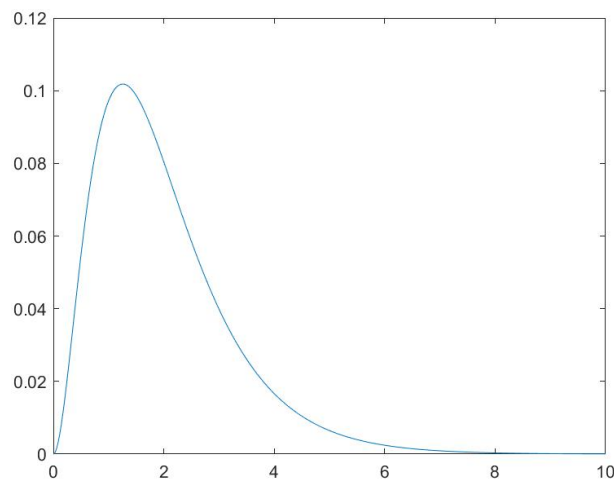
$$r_{zs} = e^{-2t}\varepsilon(t) * (e^{-t} - e^{-2t})\varepsilon(t)$$

$$= \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-2\tau}\varepsilon(\tau) \cdot (e^{-t+\tau} - e^{-2t+2\tau})\varepsilon(t-\tau)d\tau$$

$$= \int_0^t e^{-2\tau} (e^{-t+\tau} - e^{-2t+2\tau})d\tau$$

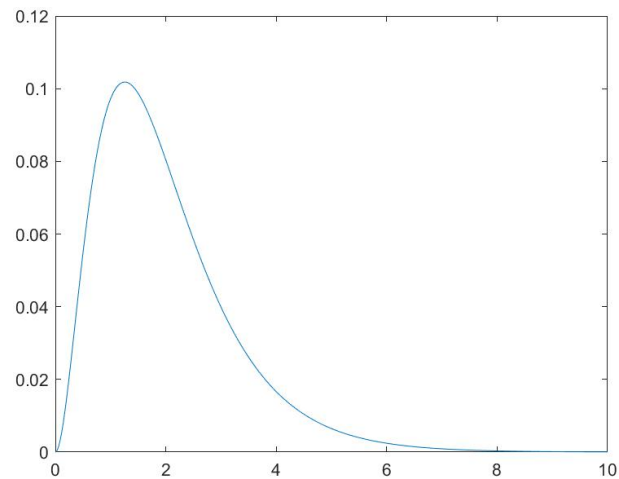
$$= \int_0^t e^{-t-\tau} - e^{-2t}\tau d\tau$$

$$= e^{-t} - (1+t)e^{-2t}$$



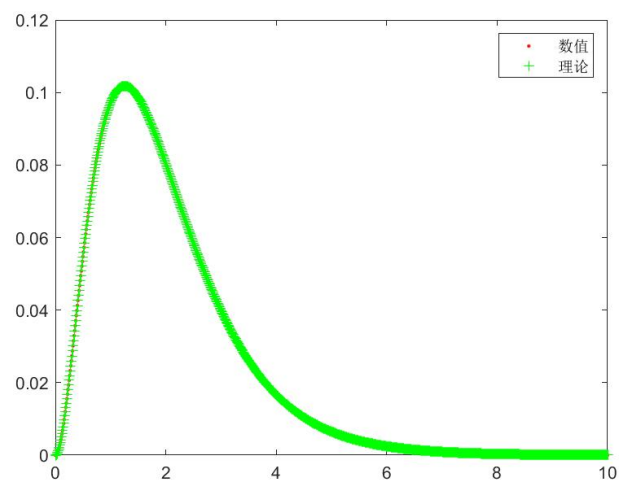

```
ff1=exp(-t);
ff2=(1+t).*exp(-2*t);
t2=ff1-ff2;%理论函数
figure;
plot(t,t2);
```

2) 利用 MATLAB 内置的函数 lsim 得到零状态响应并画图。



```
t=0:0.01:10;
sys=tf(1,[1 3 2]);
xt=exp(-2*t);
y=lsim(sys,xt,t);%理论函数
figure;
plot(t,y);
```

3) 把问题 1 中的理论值与问题 2 中的数值计算结果画到一张图中，，图中需要用 legend 语句加图例。查看问题 1 得到的理论值与问题 2 得到的数值解是否一致。



```

t=0:0.01:10;
sys=tf(1,[1 3 2]);
xt=exp(-2*t);
y=lsim(sys,xt,t);
ff1=exp(-t);
ff2=(1+t).*exp(-2*t);
t2=ff1-ff2;%理论函数
figure;
plot(t,y,'.r',t,t2,'+g');
legend('数值','理论');

```

仿真值与理论值基本一致。

实验体会和感悟

通过这次实验，我不仅学习了 matlab 的一些基本函数和操作，如 plot、conv、lsim 等，还掌握了如何用 matlab 进行信号的卷积和全响应的计算和分析。我认识到 matlab 是一种强大的数学软件，它可以帮助我们快速地解决一些复杂的数学问题，而不需要我们手动进行繁琐的计算和绘图。我也了解到卷积和全响应是信号处理中的重要概念，它们可以反映信号在系统中的变化和输出情况。通过观察不同信号之间的卷积结果和全响应曲线，我可以更好地理解信号和系统之间的关系，以及信号的特性和性质。

这次实验让我对 matlab 和信号处理有了更深入的认识和兴趣，也提高了我的动手能力和分析能力。我感谢老师和助教的指导和帮助，让我在实验中遇到困难时得到及时的解答和建议。我也感谢同学们的合作和交流，让我在实验中学习到了不同的思路和方法。我希望在以后的学习中，能够继续利用 matlab 这个工具，探索更多有趣和有用的数学问题。

教师评语：

签名：

日期：

成绩：