

《信号与系统》实验报告

学院: 信息科学与工程学院

专业班级:

学号:

学生姓名: Henry

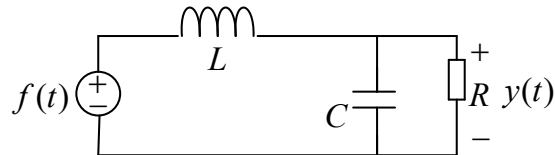
指导教师:

2023年 5月

实验三 连续时间 LTI 系统的频域分析

7、下图是用 RLC 元件构成的二阶低通滤波器。设 $L = 0.8H$ ， $C = 0.1F$ ， $R = 2\Omega$ ，系统的输入 $x(t) = \sin(t) + \sin(20t)$ ，试用 MATLAB 的 `freqs()` 函数绘出该系统的幅频特性曲线和相频特性曲线。并求系统的零状态响应 $y_{zs}(t)$ 。

(求模：`abs()`函数，求相角：`angle()`函数)



程序、实验结果及解释说明：

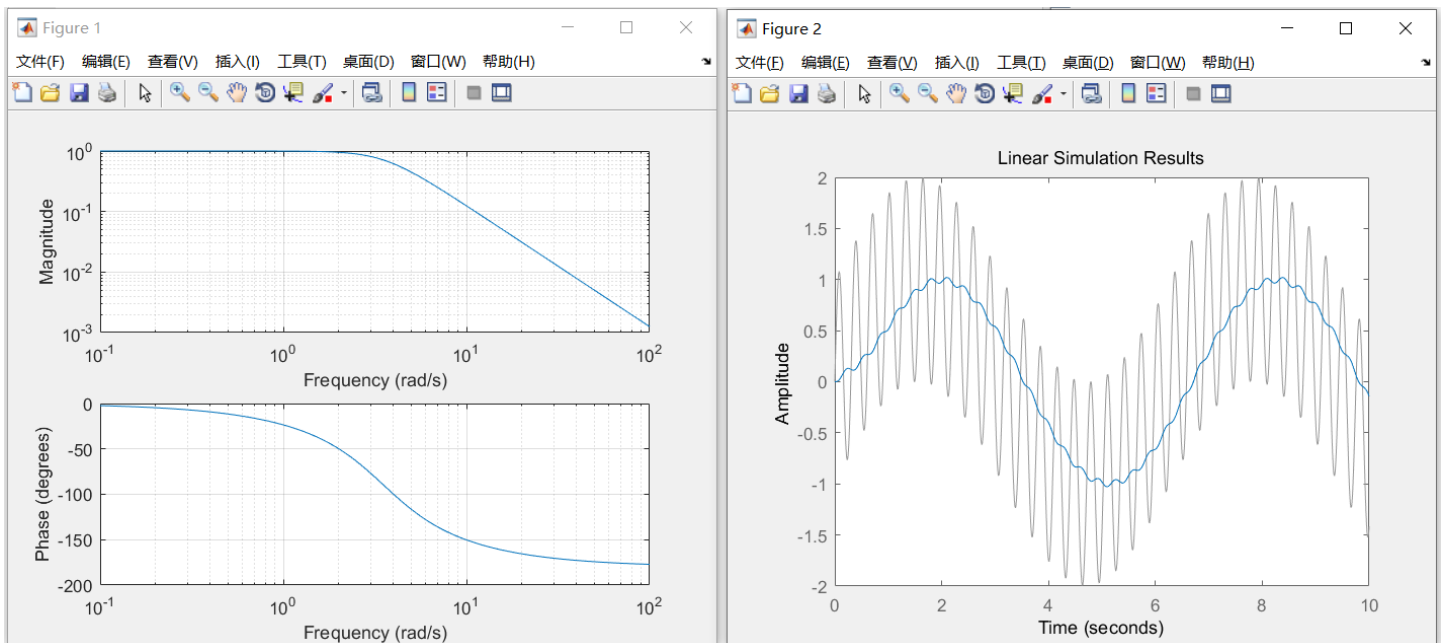
• 程序一：（利用 `abs()` 函数求模，`angle()` 函数求相角）

```
编辑器 - D:\Code\MatlabProject1\Untitled.m
Untitled.m x +
1 %实验3-7
2 %利用 abs() 函数求模, angle() 函数求相角
3
4 clear all
5 clc
6 clf
7 b=[0, 0, 1];
8 a=[0.08, 0.4, 1];
9 t=0:0.01:10;
10 x=sin(t)+sin(20*t);
11 [h,w]=freqs(b,a);
12
13 Fupin=abs(h); %幅频特性
14 subplot(2,1,1);
15 plot(w,Fupin);
16 xlabel('Frequency (rad/s)');
17 ylabel('Magnitude');
18
19 Xiangpin=angle(h); %相频特性
20 subplot(2,1,2);
21 plot(w,Xiangpin);
22 xlabel('Frequency (rad/s)');
23 ylabel('Phase (degrees)');
24
25 figure;
26 lsim(b,a,x,t) %零状态响应
27
```

• 程序二：（直接利用 freqs() 函数绘制幅频特性和相频特性曲线）

```
编辑器 - D:\Code\MatlabProject1\Untitled0.m
Untitled0.m x Untitled.m x +
1 %实验3-7
2 %直接利用freqs()函数绘制幅频和相频曲线
3
4 clear all
5 clc
6 clf
7 b=[0, 0, 1];
8 a=[0.08, 0.4, 1];
9 t=0:0.01:10;
10 x=sin(t)+sin(20*t);
11 freqs(b,a);
12 figure;
13 lsim(b,a,x,t)
```

• 实验结果：



(注：图示中横坐标频率按 10 的倍数变化)

8、假设基带信号为 $g(t) = 3\cos(10t) + 2\cos(20t)$ ，被调制成 $f(t) = g(t)\cos(100t)$ ，在接收端又被解调为 $g_0(t) = f(t)\cos(100t)$ ，并通过低通滤波器

$$H(j\omega) = \begin{cases} 1 & |\omega| < 30 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

得到信号 $g_1(t)$ 。试用 MATLAB 绘制上述各个信号的时域波形和频谱，并回答滤波之后的波形和原波形有何不同？

画图要求：时域波形在一张画布上，频域波形在一张画布上；并标明横纵坐标。

程序、实验结果及解释说明：

• 定义傅里叶函数 **prefourier**:

```

1  function [t, omg, FT, IFT]=prefourier (Trg, N, OMGrg, K)
2  %Trg为时域起止范围
3  %N为时域抽样点数
4  %OMGrg为频域起止范围
5  %K为频域抽样点数
6  %t为抽样时间点
7  %omg为抽样频率点
8  %FT为傅里叶变换矩阵（将该矩阵左乘信号即得信号的傅里叶变换）
9  %IFT为傅里叶反变换矩阵（将该矩阵左乘信号即得信号的傅里叶反变换）
10
11  T=Trg(2)-Trg(1);
12  t=linspace(Trg(1), Trg(2)-T/N, N)';
13  OMG=OMGrg(2)-OMGrg(1);
14  omg=linspace(OMGrg(1), OMGrg(2)-OMG/K, K)';
15  FT=T/N*exp(-j*kron(omg, t));
16  IFT=OMG/2/pi/K*exp(j*kron(t, omg));
17
18  end

```

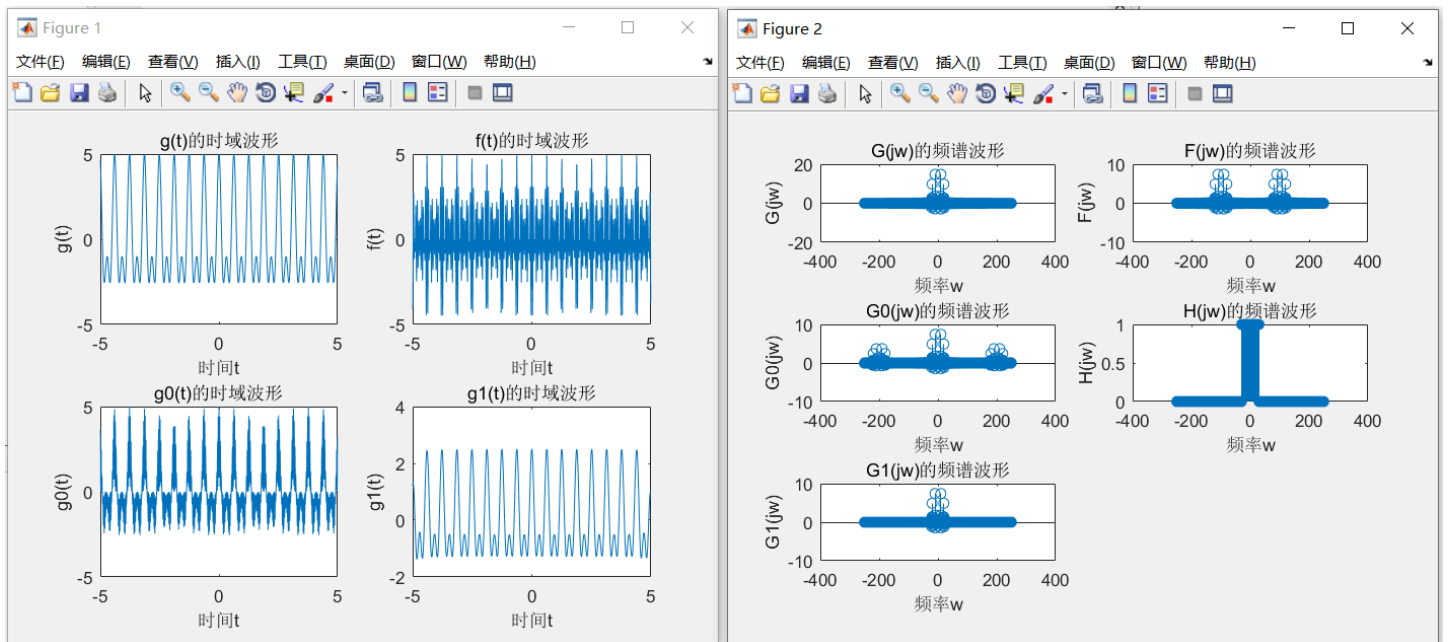
• 主程序:

```

1      %实验3-8
2      clear all
3      clc
4      clf
5
6      [t, omg, FT, IFT]=prefourier([-5 5], 1000, [-250 250], 1000);
7      g=3*cos(10*t)+2*cos(20*t);
8      f=g.*cos(100*t);
9      g0=f.*cos(100*t);
10     H=(omg>-30&omg<30);
11
12     G=FT*g;
13     F=FT*f;
14     G0=FT*g0;
15
16     G1=H.*G0;
17     g1=IFT*G1;
18
19     figure(1);
20     subplot(2,2,1);
21     plot(t,g);
22     xlabel('时间t');
23     ylabel('g(t)');
24     title('g(t)的时域波形');
25
26     subplot(2,2,2);
27     plot(t,f);
28     xlabel('时间t');
29     ylabel('f(t)');
30     title('f(t)的时域波形');
31
32     subplot(2,2,3);
33     plot(t,g0);
34     xlabel('时间t');
35     ylabel('g0(t)');
36     title('g0(t)的时域波形');
37
38     subplot(2,2,4);
39     plot(t,g1);
40     xlabel('时间t');
41     ylabel('g1(t)');
42     title('g1(t)的时域波形');
43
44     figure(2);
45     subplot(3,2,1);
46     stem(omg,G);
47     xlabel('频率w');
48     ylabel('G(jw)');
49     title('G(jw)的频谱波形');
50
51     subplot(3,2,2);
52     stem(omg,F);
53     xlabel('频率w');
54     ylabel('F(jw)');
55     title('F(jw)的频谱波形');
56
57     subplot(3,2,3);
58     stem(omg,G0);
59     xlabel('频率w');
60     ylabel('G0(jw)');
61     title('G0(jw)的频谱波形');
62
63     subplot(3,2,4);
64     stem(omg,H);
65     xlabel('频率w');
66     ylabel('H(jw)');
67     title('H(jw)的频谱波形');
68
69     subplot(3,2,5);
70     stem(omg,G1);
71     xlabel('频率w');
72     ylabel('G1(jw)');
73     title('G1(jw)的频谱波形');
74

```

• 实验结果:



问题回答:

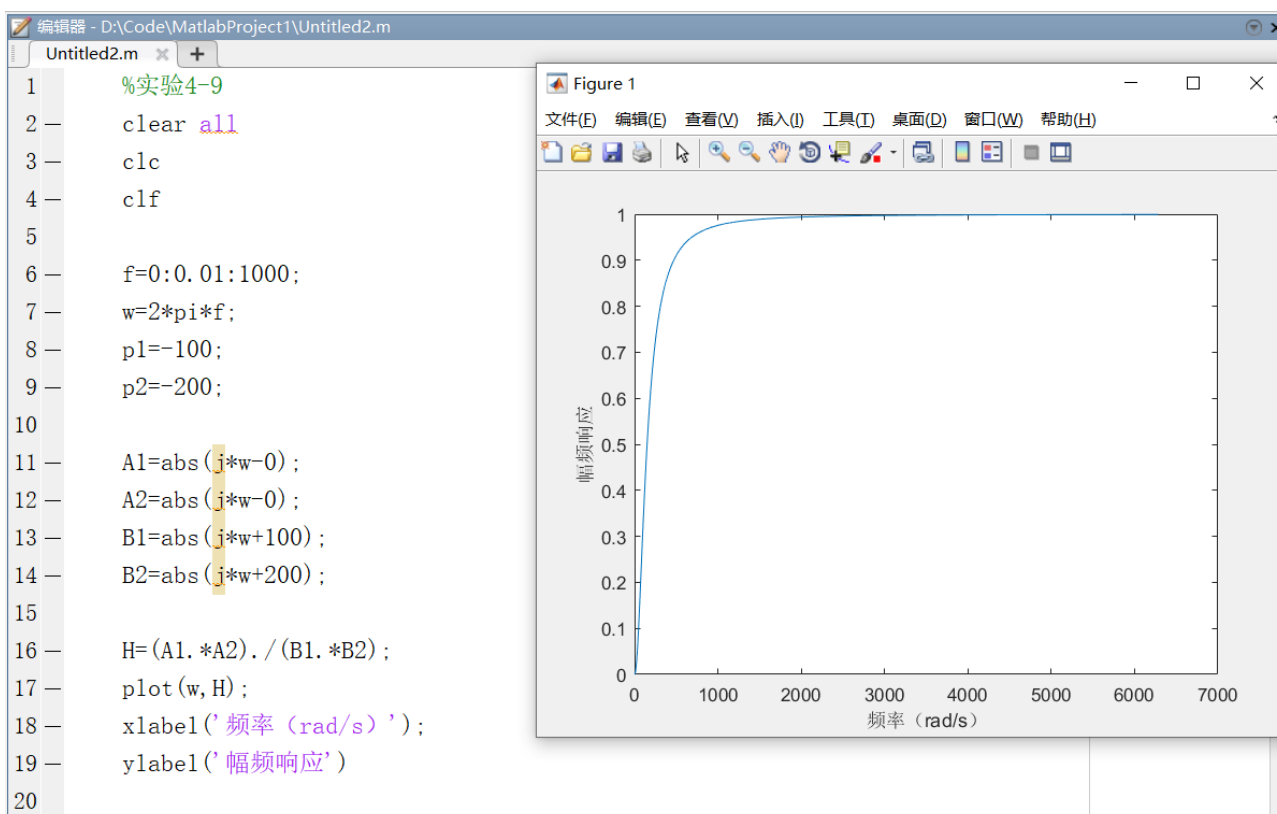
由上图可知，信号经过低通滤波器后 $g_1(t)$ 的波形相对于滤波前 $g_0(t)$ 波形，时域波形与原来基本保持一致，且变得更加平滑，幅值变为滤波前的一半。另外，原来频谱中高频部分的干扰被滤除了。

实验四 连续时间 LTI 系统的复频域分析

9、已知某二阶系统的零极点分别为 $p_1 = -100$ ， $p_2 = -200$ ， $z_1 = z_2 = 0$ （二重零点），试用 MATLAB 绘出该系统在 $0 \sim 1\text{kHz}$ 频率范围内的幅频特性曲线（要求用频率响应的几何求解方法实现），并说明该系统的作用。

程序、实验结果及解释说明：

• 主程序及实验结果：



问题回答：

观察图像可知，该系统是一个高通滤波器。能过通过高频信号，而衰减或者阻止较低频率的信号。

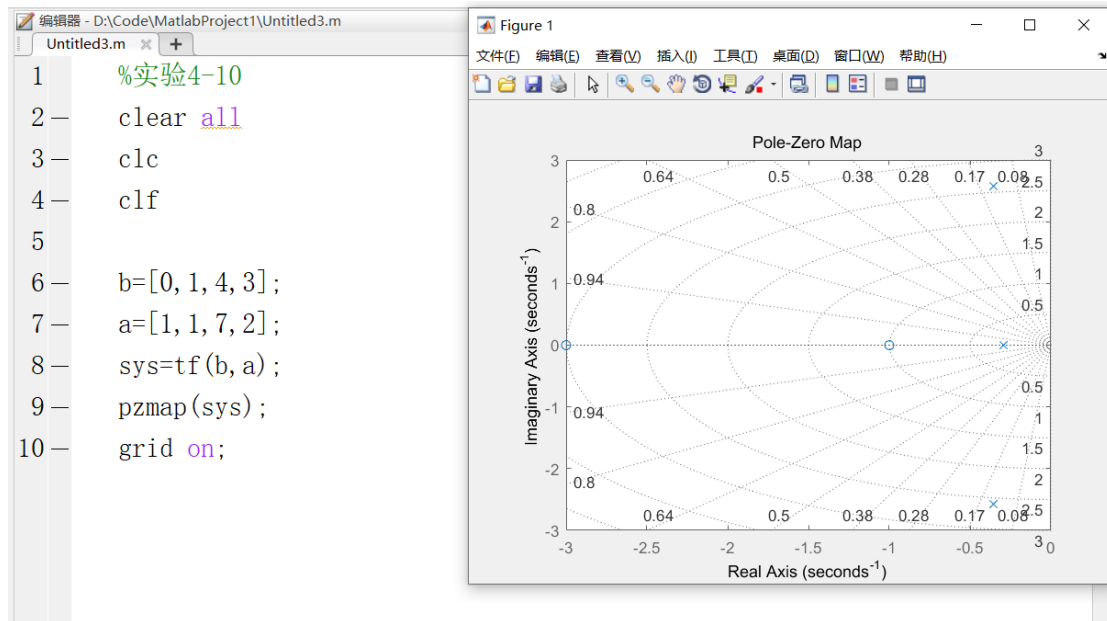
10、已知系统的系统函数为

$$H(s) = \frac{s^2 + 4s + 3}{s^3 + s^2 + 7s + 2}$$

试用 MATLAB 命令 pzmap 绘出其零极点分布图，求其冲激响应 $h(t)$ 和频率响应 $H(j\omega)$ 并判定该系统是否稳定。

程序、实验结果及解释说明：

• 主程序及实验结果：



问题回答：

该系统是一个稳定系统。因为该系统函数 $H(S)$ 是一个有理函数，由其零极点图知，它全部的极点均位于 S 平面的左半平面，因此该系统是稳定的。

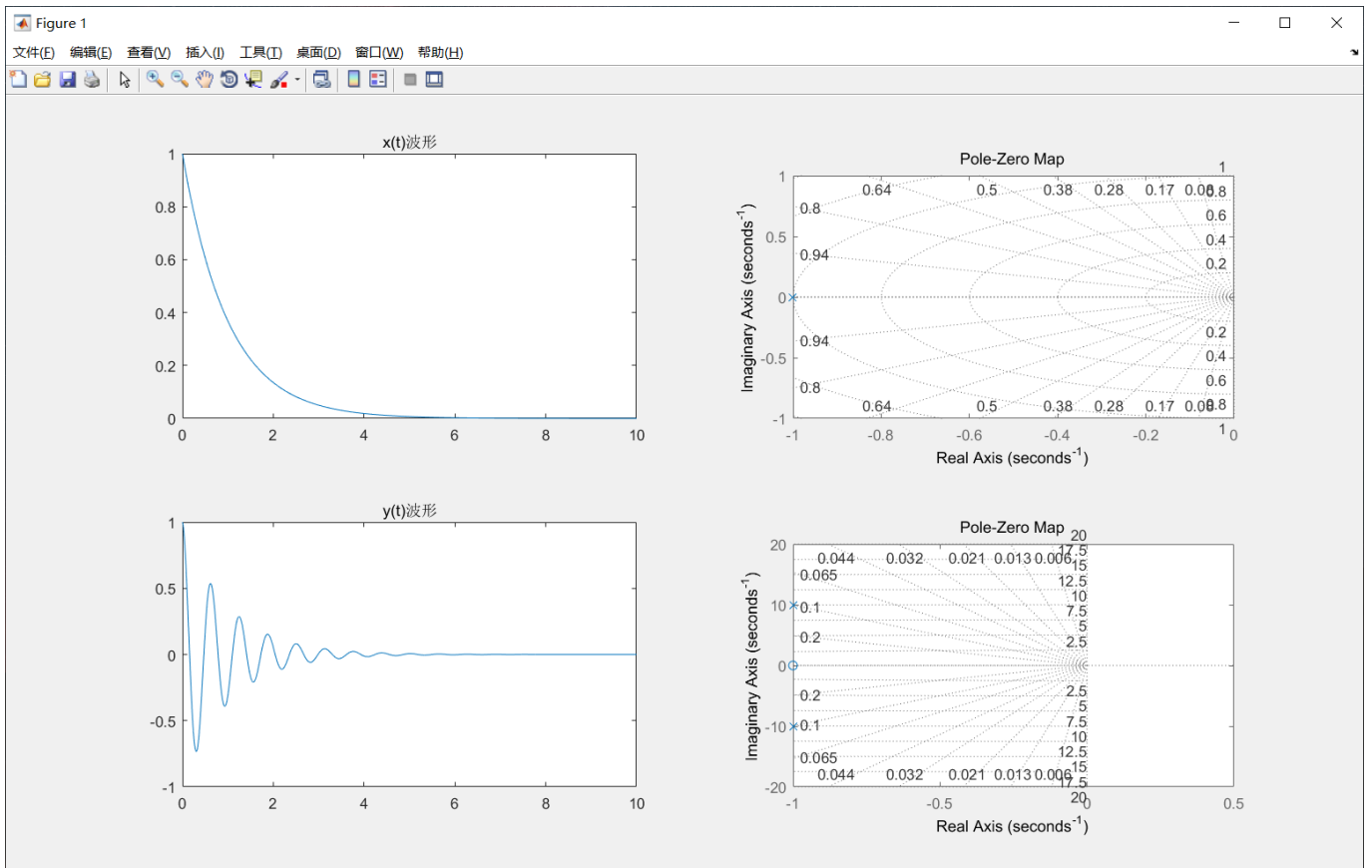
11、已知实指数函数 $x(t) = e^{-t}u(t)$ ， $x(t)$ 被余弦函数调制后得 $y(t) = e^{-t} \cos(10t)u(t)$ ，求 $y(t)$ 的拉普拉斯变换，画出 $y(t)$ 的图形以及变换后的零极点分布图。

程序、实验结果及解释说明：


```
编辑器 - D:\Code\MatlabProject1\Untitled4.m
Untitled4.m x +
1  %实验4-11
2  clear all
3  clc
4  clf
5
6  syms t;
7  x=exp(-t);
8  y=exp(-t).*cos(10*t);
9  X=laplace(x)           %此处不打分号，以便在命令行中显示拉氏变换表达式
10 Y=laplace(y)          %此处不打分号，以便在命令行中显示拉氏变换表达式
11
12 t=0:0.01:10;
13 x=exp(-t);
14 y=exp(-t).*cos(10*t);
15
16 subplot(2,2,1);
17 plot(t,x);
18 title('x(t)波形');
19
20 subplot(2,2,3);
21 plot(t,y);
22 title('y(t)波形');
23
24 subplot(2,2,2);
25 b=[0,0,1];
26 a=[0,1,1];
27 sys=tf(b,a);
28 pzmap(sys);
29 grid on;
30
31 subplot(2,2,4);
32 b=[0,1,1];
33 a=[1,2,101];
34 sys=tf(b,a);
35 pzmap(sys);
36 grid on;
37
```

```
命令行窗口
X =
1/(s + 1)
Y =
(s + 1)/((s + 1)^2 + 100)
fx >>
```

• 实验结果:



《信号与系统》实验小结：

本学期《信号与系统》的四次 Matlab 仿真实验，至此就都全部结束了。在观察波形变换仍意犹未尽的同时，也十分感谢实验室老师对我们的耐心指导。通过这四次实验，让我在实践中学会了如何使用计算机软件去模拟和仿真出我们的信号波形。当然，更重要的是让我对《信号与系统》这门十分重要的专业理论课程，有了更加直观且深入的认识和体会。

首先，《信号与系统》作为我们电子信息类专业一门重要的专业基础课程，其涉及的基本概念、基本理论和分析方法都十分重要。因而借助仿真实验的机会，我们正好可以亲自动手来灵活运用我们从课本中学到的信号分析方法（例如：在实验四中，我们就用 matlab 程序实现了频率响应的几何求解方法等等）。

其次，《信号与系统》这门课程理论性、系统性很强，而且很多时候理论知识十分抽象，甚至晦涩难懂。因此，正是通过一次又一次的仿真实验，让我们可以在计算机中更加直观地观察到信号波形变化的实际过程和最终结果（例如：在实验三中，我们就通过 Matlab 观察到了一个信号经过调制、解调、滤波等处理下一系列波形的变换情况），使我们更好地理解 and 掌握了课本中的原理知识，并感悟到了实验的魅力！

最后，经过这一次又一次仿真实验，也巩固并加强了我们对 Matlab 软件的使用和操作，而这是离不开实验室老师的耐心指导和帮助的，在此再次致以感谢！当然更重要的是，通过实验的机会，让我更加直观地体会到了信号处理的实际应用和强大之处，并大大增强了我对信号处理这方面继续研究和学习的兴趣和动力！