实验摘要：

1. 用 MATLAB 实现一些简单的信号的卷积并绘制出图形。
2. 使用 MATLAB 求解系统单位冲击响应、单位阶跃响应、对某信号响应等的图形。
3. 产生高斯白噪声，绘出图形，并求其自相关函数，绘出图形
4. (1)根据指数形式傅里叶级数找到对应的 f(t)。

(2)根据傅里叶系数 Fn 来判断是否找到了正确的 f(t),观察原函数的傅里叶级数的 cos 项的系数。

(3)(4)画出一些不同 N 值对应的的波形图，将其与给出的波形图进行对比，利用所学的信号与系统和数学知识分析它们不同的原因。

实验题目

1. 利用MATLAB求下列函数的卷积，并绘制出图形

(1) $f_1(t)=\varepsilon(t)-\varepsilon(t-1)$， $f_2(t)=2t[\varepsilon(t)-\varepsilon(t-1)]$

(2) $f_1(t)=\cos(30t)g_5(t)$， $f_2(t)=\varepsilon(t)-\varepsilon(t-4)$

参考函数：conv()

2. 某系统满足的微分方程为

$$y''(t)+4y'(t)+3y(t)=2f'(t)+f(t)$$

(1)利用MATLAB求系统的单位冲击响应，并绘出图形

(2)利用MATLAB求系统的单位阶跃响应，并绘出图形

(3)利用MATLAB求系统对信号 $f(t)=4\sin(2\pi t)\varepsilon(t)$ 的响应，并绘出图形

参考函数：tf()，impulse()，step()，lsim( )，conv( )

3. 利用MATLAB产生高斯白噪声，绘出图形，并求其自相关函数，绘出图形。

参考函数：randn()，wgn()，xcorr()，autocorr()

4. 关于傅里叶级数，用MATLAB或者Python进行以下实验，回答问题并给出实验过程中产生的结果图。

(1)信号 $f(t)$ 的傅里叶级数为 $\sum_{1}^{\infty}\frac{\sin nt}{n}$，代入数字去逼近或者用解析法分析，估计 $f(t)$ 的形式。

(2)写出你估计出的 $f(t)$ 的傅里叶级数，与上式对比，说明它的谐波和正余弦分量的情况。

(3)取 $N=50,100,200,......$ 画出 $f_N(t)=\sum_{n=1}^{N}\frac{\sin nt}{n}$，当 $N\to\infty$ 时，判断这个部分和与 $f(t)$ 的区别。

(4)同样，取 $N=50,100,200,......$ 画出 $F_N(t)=\dfrac{f_1(t)+f_2(t)+f_3(t)+...+f_N(t)}{N}$，和上面的图对比，分析他们之间的不同。

实验内容

一 实验基本原理及步骤（理论计算，原理：必要的公式，图表；步骤，如有必要画出流程图，给出主要实现步骤代码）

1.

```
t=[-5:0.01:5];
f1=heaviside(t)-heaviside(t-1);
f2=2*t.*(heaviside(t)-heaviside(t-1));
k=2*length(t)-1;
k=linspace(t(1),t(end),k);

out1=conv(f1,f2)*0.01;
subplot(2,1,1)
plot(k,out1);
xlabel("t");
grid on

f1_2=cos(30*t).*(heaviside(t+2.5)-heaviside(t-2.5));
f2_2=heaviside(t)-heaviside(t-4);
out2=conv(f1_2,f2_2)*0.01;
subplot(2,1,2)
plot(k,out2);
xlabel("t");
grid on
```

2.

```
sys=tf([2 1],[1 4 3]);
t=-10:0.01:10;
ht=impulse(sys,t);
k=floor(length(t)/2)+1;
k=linspace(t(1),t(end),k);
subplot(1,3,1);
plot(k,ht)

gt=step(sys,t);
subplot(1,3,2);
plot(k,gt)

t=0:0.001:10;
ft=4*sin(2*pi*t).*heaviside(t);
out=lsim(sys,ft,t);
subplot(1,3,3)
plot(t,out)
```

3.

```
noise=wgn(1,1000,0);
subplot(2,1,1)
plot(noise)
h=xcorr(noise,"coeff");
subplot(2,1,2)
plot(h)
title('xcorr 求自相关函数');
```

4.(1)

```
t=-pi:0.001:pi;
y=-pi/2*sawtooth(t);
N=input('N=');
f=zeros(size(t));
for n1=1:N;
f=f+(sin(n1*t))/n1;
end
plot(t,f);
hold on;
plot(t,y);
```

（3）

```
sum=0;
t=-10:0.01:10;
for i=1:100
sum=sum+sin(i*t)./i;
end
plot(t,sum);

plot(t,((pi-t)./2));

t = -1:0.01:1;
syms n
out1 = symsum(sin(n*t)/n,n,1,50);
out2 = symsum(sin(n*t)/n,n,1,100);
out3 = symsum(sin(n*t)/n,n,1,200);
max = symsum(sin(n*t) / n,n,1,999);
plot(t,max);
hold on
plot(t,out1,'r');
hold on
plot(t,out2,'g');
hold on
plot(t,out3,'b');

t=-3:0.01:3;
sum1=0;sum2=0;sum3=0;
y1=0;y2=0;y3=0;

for n=1:1:50
for i=1:1:n
y1=y1 + sin(i.*t)./i;
end;
sum1=sum1+y1;
y1=0;
end;

for n=1:1:100
for i=1:1:n
y2=y2 + sin(i.*t)./i;
end;
sum2=sum2+y2;
y2=0;
end;

for n=1:1:200
for i=1:1:n
y3=y3 + sin(i.*t)./i;
```

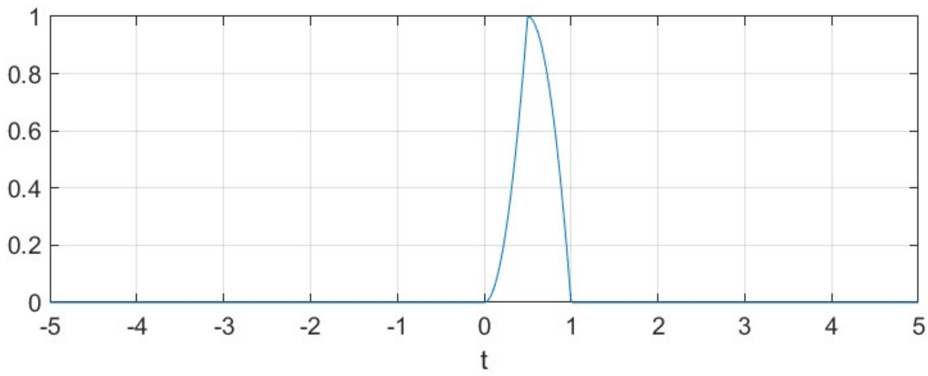
```
end;
sum3=sum3+y3;
y3=0;
end;
out1=sum1./50;
out2=sum2./100;
out3=sum3./200;
plot(t,out1,'r',t,out2,'b',t,out3,'g');
```

（4）

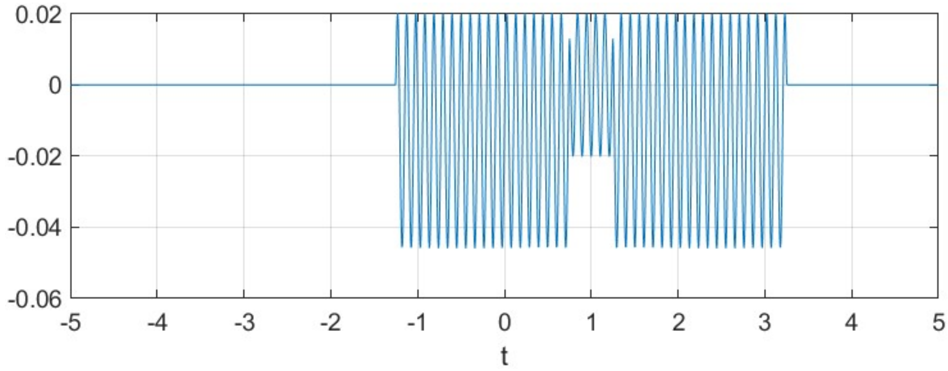
```
t=-4*pi:0.001:4*pi;
N=input('N=');;
F= zeros(size(t));
for j=1:N
f = zeros(size(t));
for i=1:j
f = f + (sin(i*t))/i;
F=F+(sin(i*t))/i;
end
end
F=F/N;
plot(t,F);
hold on;
plot(t,f);
```

二 实验结果

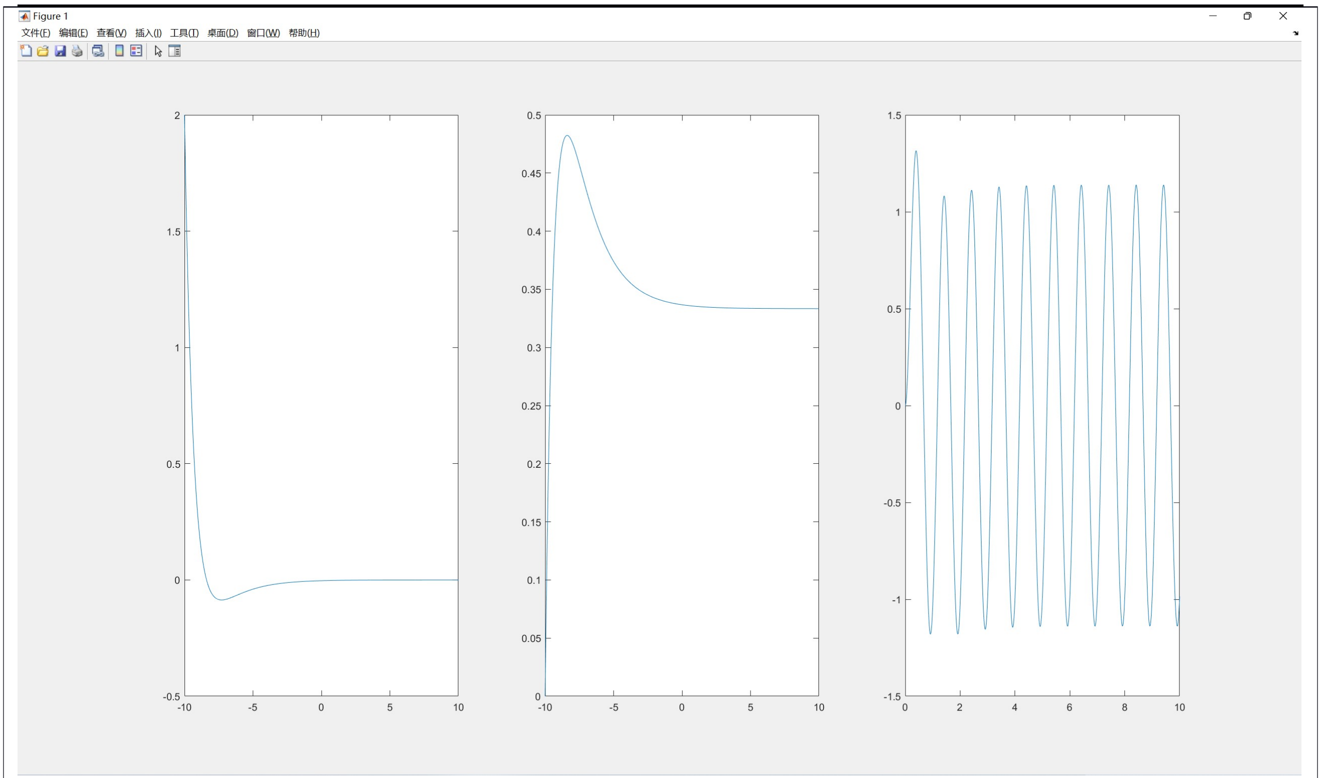
1.（1）



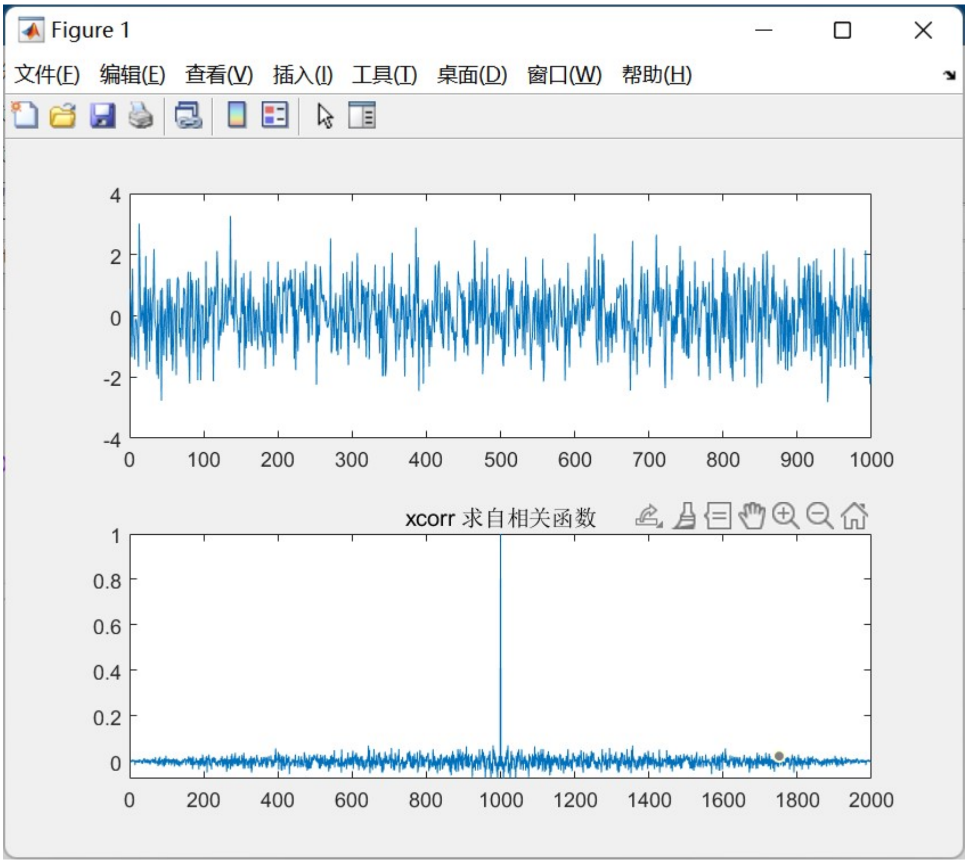
（2）



2.

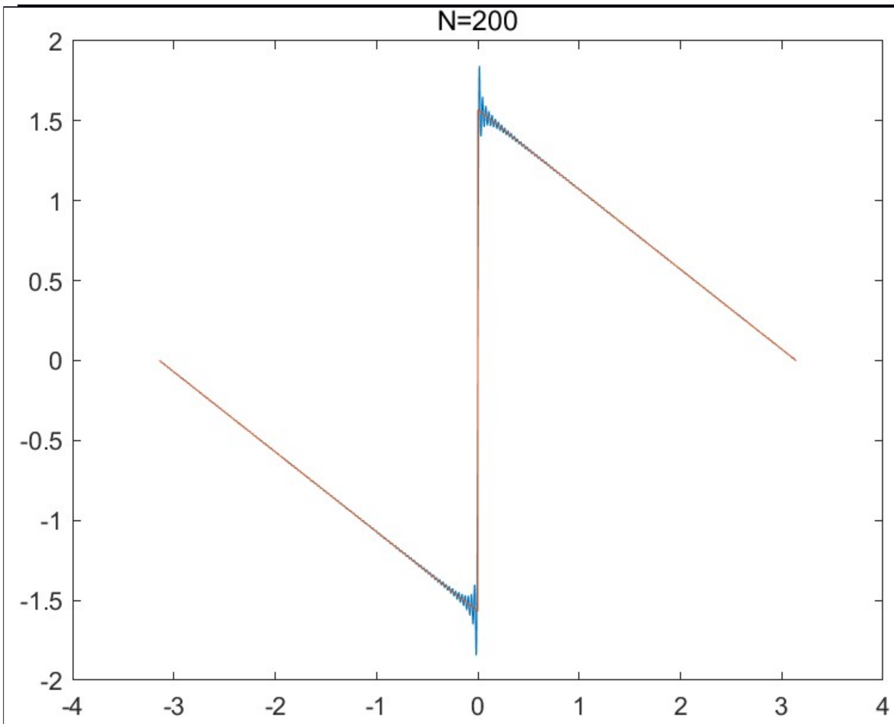


3.

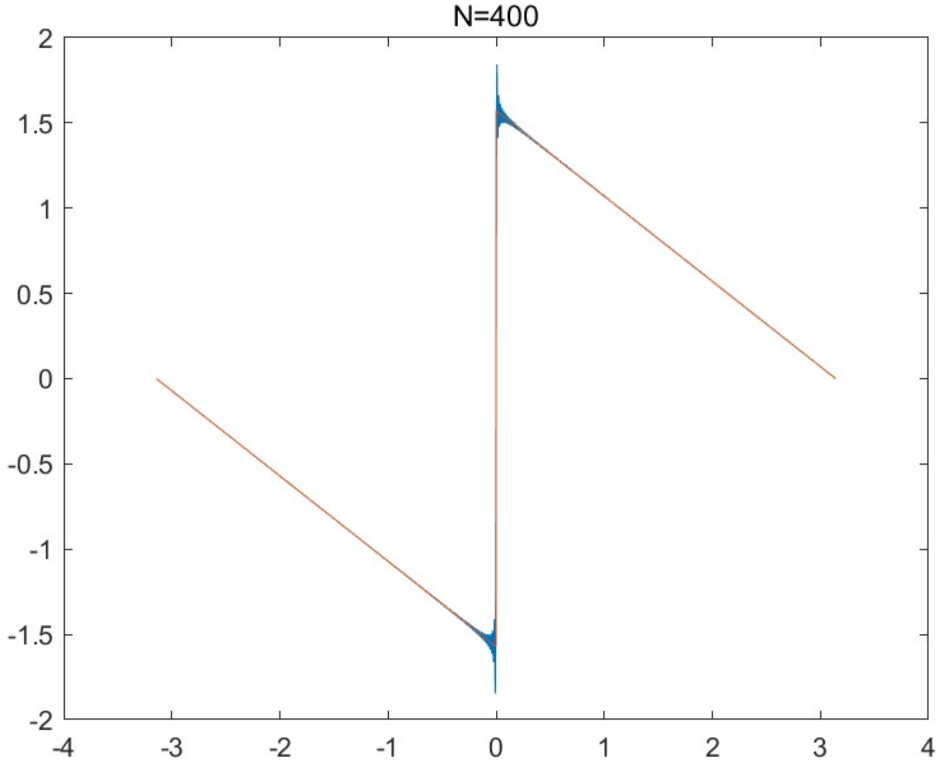


4.(1)

N=200



N=400

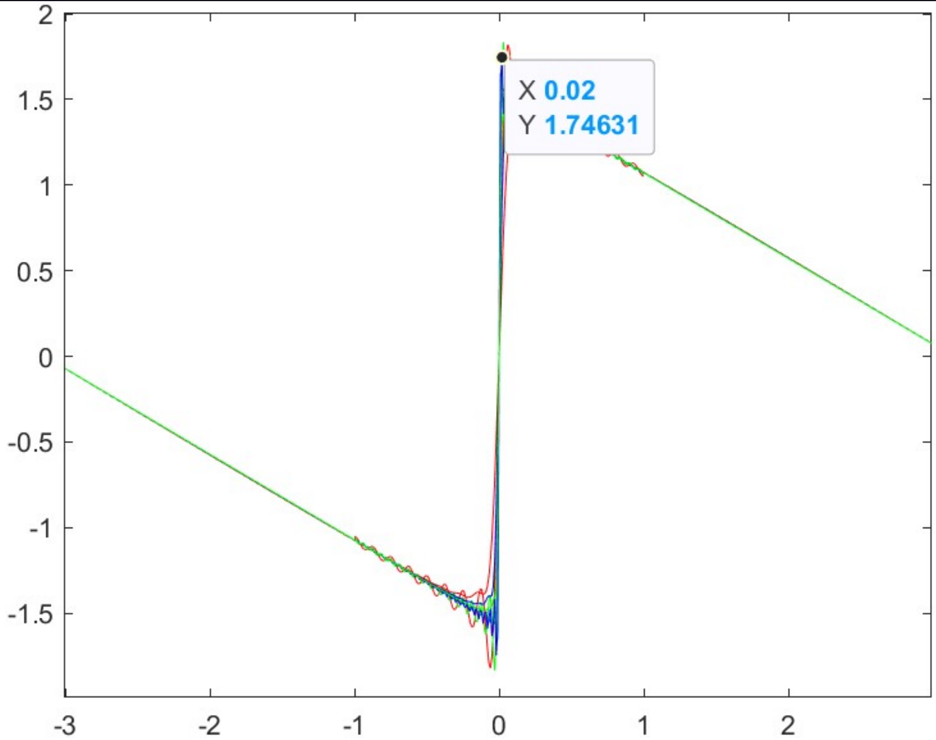


（2）估计出的 $f\left(t\right)$ 的傅里叶级数如下：

$$a_n = 0, b_n = \frac{1}{n}, F_n = -\frac{j}{2n}$$

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n cos(n\Omega t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n sin(n\Omega t), \Omega = \frac{2\pi}{T}, T = 2\pi$$

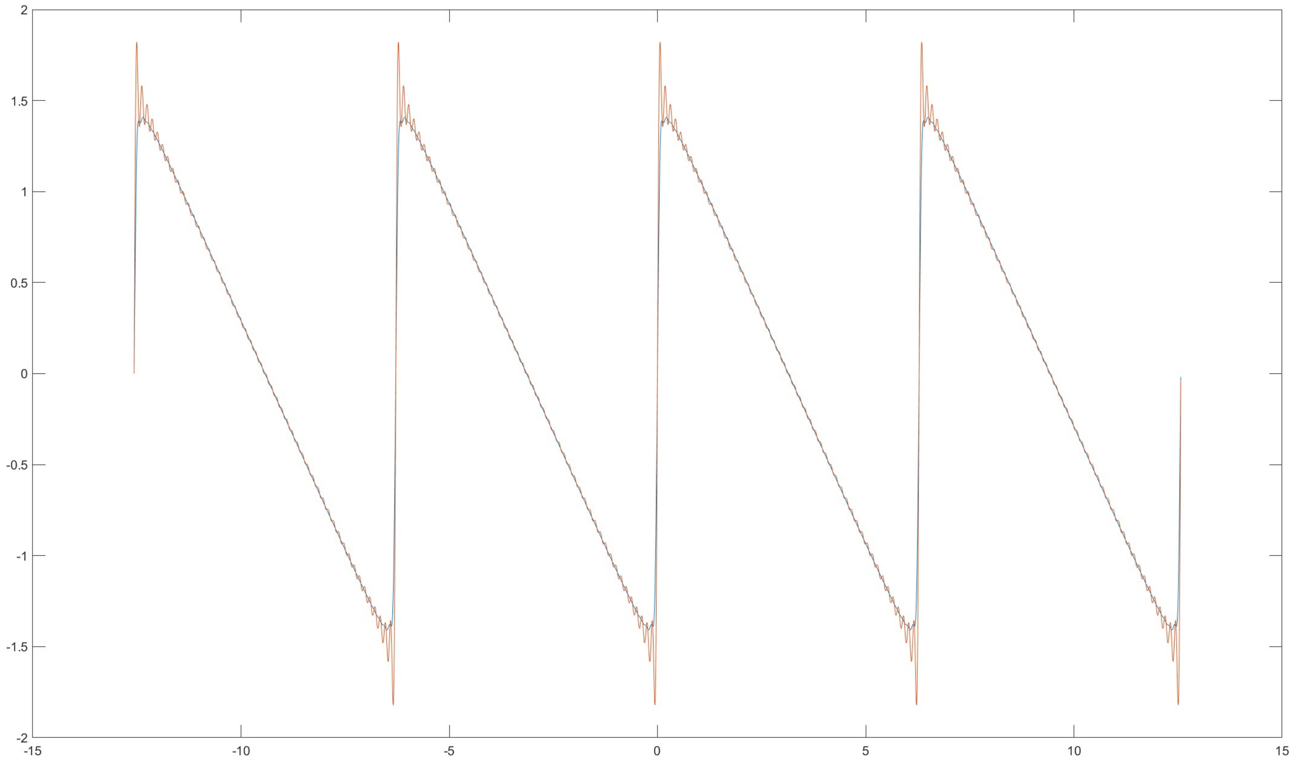
（**3**）



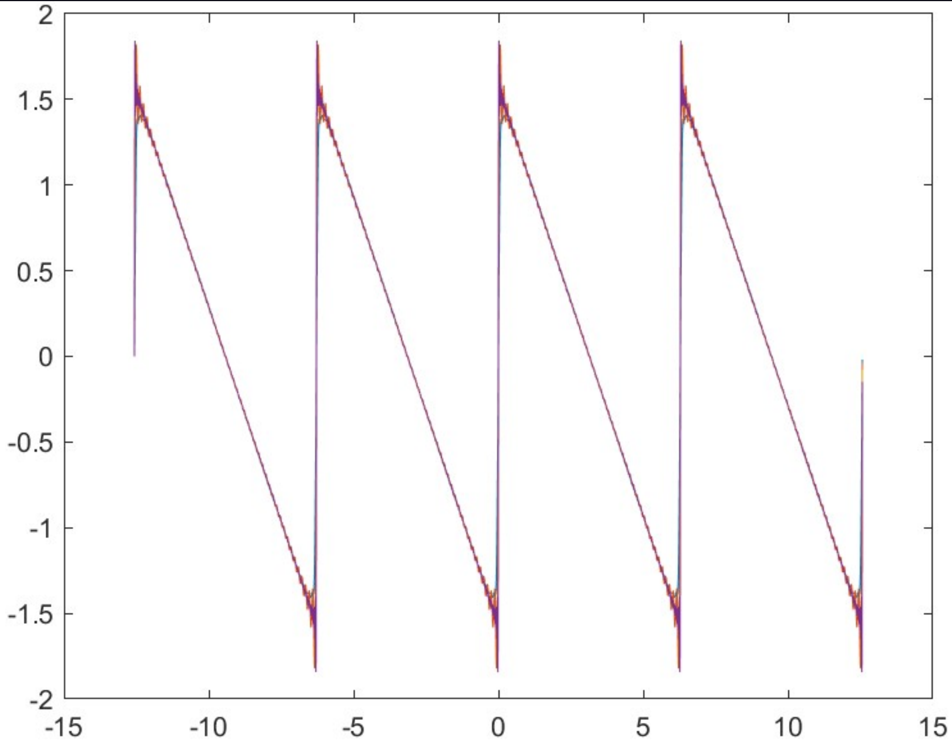
结果分析：随着 n 的提升，吉布斯偏差稳定到了 0.02，即为实验 3 所要求观察的内容

（**4**）

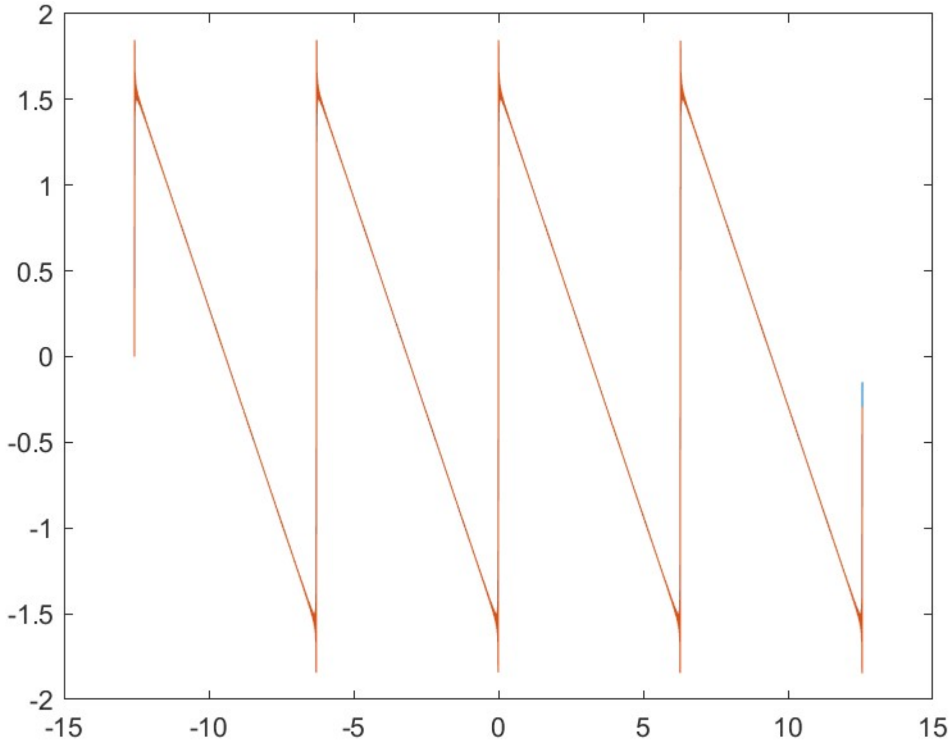
N=50



N=200



N=400



结果分析：

随着 N 的增加，FN(t)和 fN(t)二者波形愈发接近，FN(t)波形处于 fN(t)震荡波形的中点附近，将 FN(t)化简为：

$$F_N(t) = f_N(t) - \frac{\sum_{n=1}^{N-1} \frac{n}{n+1} \sin nt}{N}$$

其中第一部分即就是 fN(t)，第二部分 $x(t) = -\frac{\sum_{n=1}^{N-1} \frac{n}{n+1} \sin nt}{N}$ 则用来消除 fN(t)的波动，即利用补偿减弱吉布斯现象。

三　实验结果的分析

4.（1）结果分析：

通过结果可以发现，随着 n 的增加，所绘制图形越来越接近锯齿波波形，故而猜想其闭合形式为锯齿波函数

（2）估计出的 $f(t)$ 的傅里叶级数如下：

$$a_n=0,b_n=\frac{1}{n},F_n=-\frac{j}{2n}$$

$$f(t)=\frac{a_0}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}a_n cos(n\Omega t)+\sum_{n=1}^{\infty}b_n sin(n\Omega t),\Omega=\frac{2\pi}{T},T=2\pi$$

（3）结果分析：随着 n 的提升，吉布斯偏差稳定到了 0.02，即为实验 3 所要求观察的内容

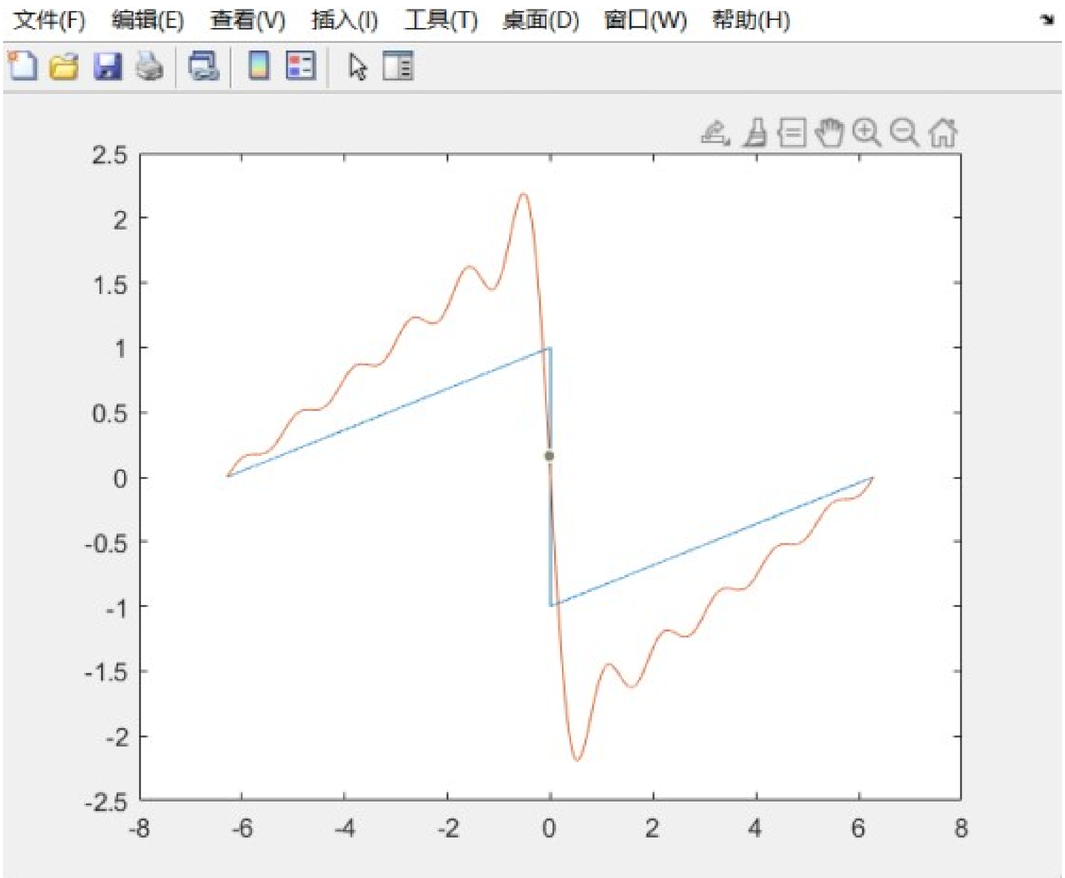
（4）结果分析：随着 N 的增加，FN(t)和 fN(t)二者波形愈发接近，FN(t)波形处于 fN(t)震荡波形的中点附近，将 FN(t)化简为：

$$F_N(t)=f_N(t)-\frac{\sum_{n=1}^{N-1}\frac{n}{n+1}\sin nt}{N}$$

其中第一部分即就是 fN(t)，第二部分 $x(t)=-\frac{\sum_{n=1}^{N-1}\frac{n}{n+1}\sin nt}{N}$ 则用来消除 fN(t)的波动，即利用补偿减弱吉布斯现象。

实验总结

问题：实验中出现了理论和实际不相符合的图像，吉布斯现象的结果出现了问题，被拟合的波形不是预期波形



解决方法：程序代码中存在错误。加入代码 ：

```
g=zeros(size(t));
f=zeros(size(t));
```

总结：在这次实验中，我学习了 MATLAB 的基本操作和应用，并掌握了绘制卷积函数图形的方法。我还学会了如何求解系统的单位冲击响应、单位阶跃响应以及对某个信号的响应，并且能够将这些结果可视化。此外，我还学习了如何使用 MATLAB 生成高斯白噪声图形和函数。在实验中，我采用傅里叶级数的解析法，并比较了在不同取值情况下图形的区别。如果遇到错误，我查找相关资料和文档，并与同学进行交流和探讨解决错误。

参考文献

1. https://www.ilovematlab.cn/thread-270103-1-1.html
2. https://blog.csdn.net/Chevy_cxw/article/details/110948809
3. https://blog.csdn.net/zhmjunjun/article/details/79879121
4. https://baike.baidu.com/item/%E5%90%89%E5%B8%83%E6%96%AF%E7%8E%B0%E8%B1%A1/10308807