**Github 账号：whqxbs**

实验摘要：

**1、** 学习卷积，微分方程，高斯白噪声相关函数，傅里叶变换的拟合。

**2、** 学习 **conv(),tf(),impulse(),lsim(),wgn(),xcorr(),autocorr()** 等函数用法。

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. 预习关于傅里叶级数的内容，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 $N=50,100,200,\ldots\ldots$ 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 $N=50,100,200,\ldots\ldots$ 画出 $F_N(t)=\frac{f_1(t)+f_2(t)+f_3(t)+\ldots+f_N(t)}{N}$，和上面的图对比，分析他们之间的不同。

实验内容

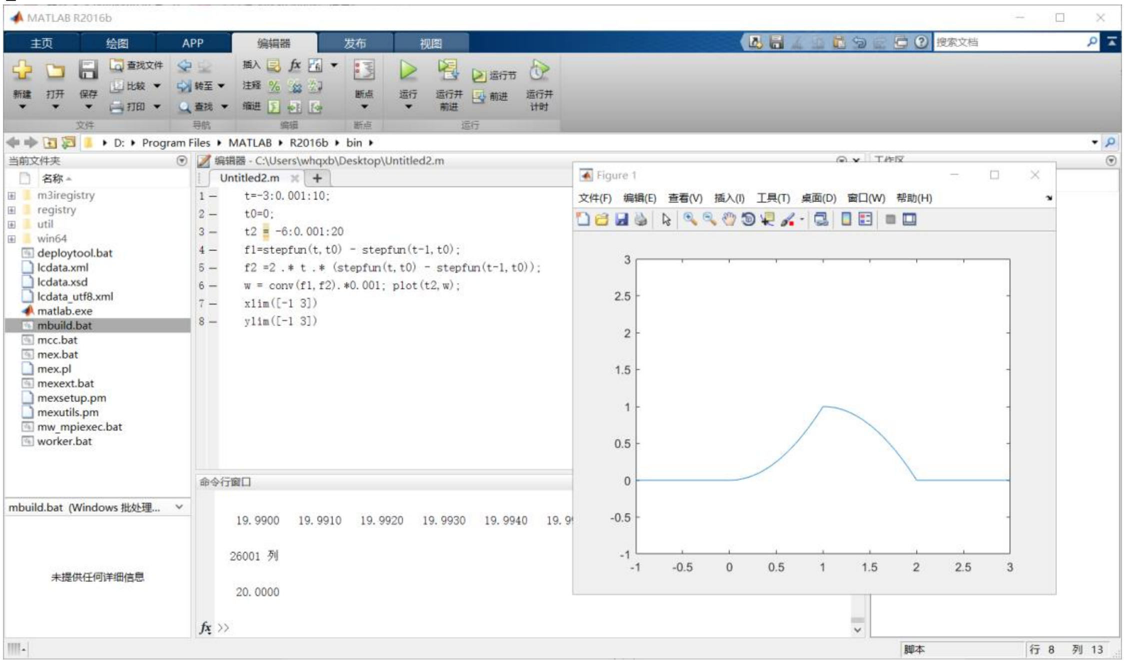
1、(1)

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

设 $f(t)=f_1(t)*f_2(t)$

$$\Rightarrow f(t)=\begin{cases}0, & t<0, t>2\\ t, & 0<t<1\\ -t^2+2, & 1<t<2.\end{cases}$$

```
t=-3:0.001:10;
t0=0;
t2 = -6:0.001:20
f1=stepfun(t,t0) - stepfun(t-1,t0);
f2 =2 .* t .* (stepfun(t,t0) - stepfun(t-1,t0));
w = conv(f1,f2).*0.001; plot(t2,w);
xlim([-1 3])
ylim([-1 3])
```

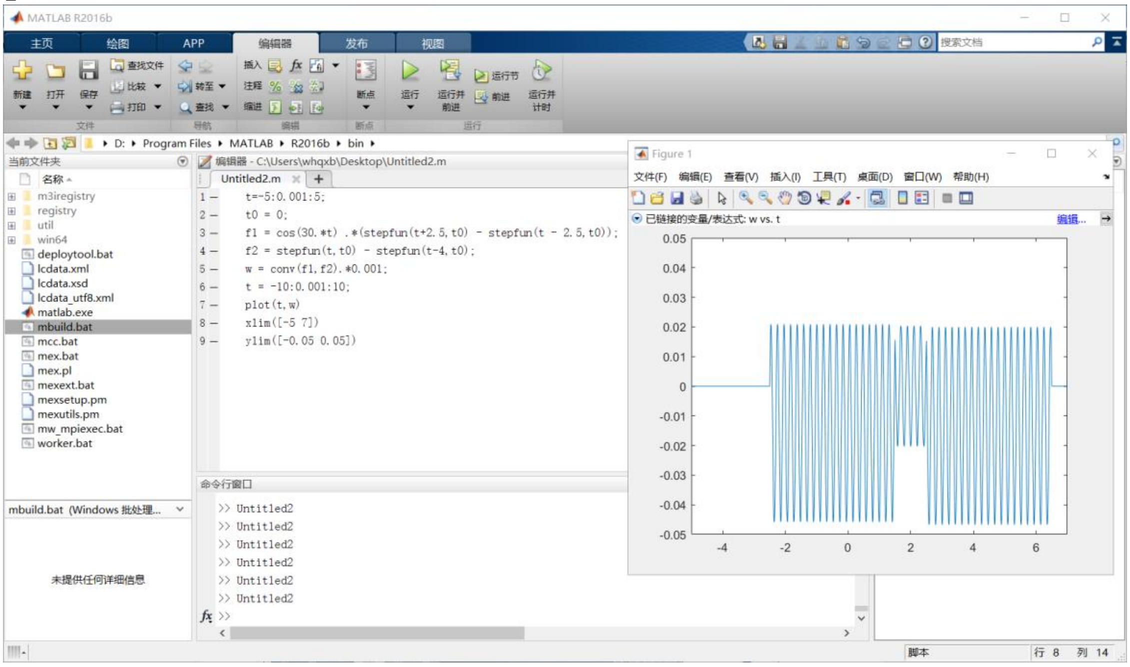


(2)

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

$$f_1(t)*f_2(t)=\begin{cases}0 & t<2.5,\ t>7.5\\ \frac{1}{30}\sin(30t)\Big|_{-2.5}^{t} & -2.5<t<1.5\\ \frac{1}{30}\sin(30t)\Big|_{t-4}^{t} & 1.5<t<2.5\\ \frac{1}{30}\sin(30t)\Big|_{t-4}^{2.5} & 2.5<t<7.5.\end{cases}$$

```
t=-5:0.001:5;
t0 = 0;
f1 = cos(30.*t) .*(stepfun(t+2.5,t0) - stepfun(t -
2.5,t0));
f2 = stepfun(t,t0) - stepfun(t-4,t0);
w = conv(f1,f2).*0.001;
t = -10:0.001:10;
plot(t,w)
xlim([-5 7])
ylim([-0.05 0.05])
```



2、

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

设 $h''(t)+4h'(t)+3h(t)=2f'(t)+f(t)$

$$\Rightarrow h_1''(t)+4h_1'(t)+3h_1(t)=f(t).$$

$$h_1'(0+)=h'(0-)+1=1$$

$$h_1(0+)=h_1(0-)=0$$

则 $h_1(t)=(C_1e^{-t}+C_2e^{-3t})\varepsilon(t)$

$$C_1+C_2=0,\quad -C_1-3C_2=1$$

$$\Rightarrow C_1=\frac{1}{2},\ C_2=-\frac{1}{2}.$$

$$h_1(t)=\left(\frac{1}{2}e^{-t}-\frac{1}{2}e^{-3t}\right)\varepsilon(t)$$

$$\Rightarrow h(t)=\left(-\frac{1}{2}e^{-t}+\frac{5}{2}e^{-3t}\right)\varepsilon(t)$$

$$g(t)=\int_0^t h(\tau)d\tau=\left(\frac{1}{2}e^{-t}-\frac{5}{6}e^{-3t}+\frac{1}{3}\right)\varepsilon(t)$$

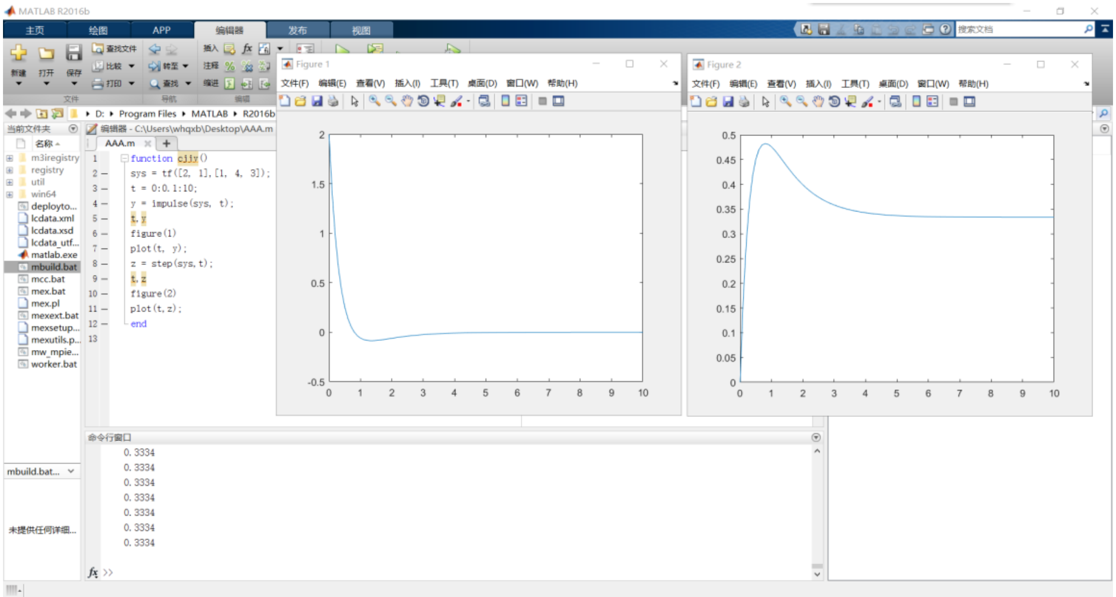
$$\therefore\ y(t)=f(t)*h(t)$$

$$=-\frac{2}{4\pi^2+1}\left[\sin(2\pi t)-2\pi\cos(2\pi t)+2\pi e^{-t}\right]$$

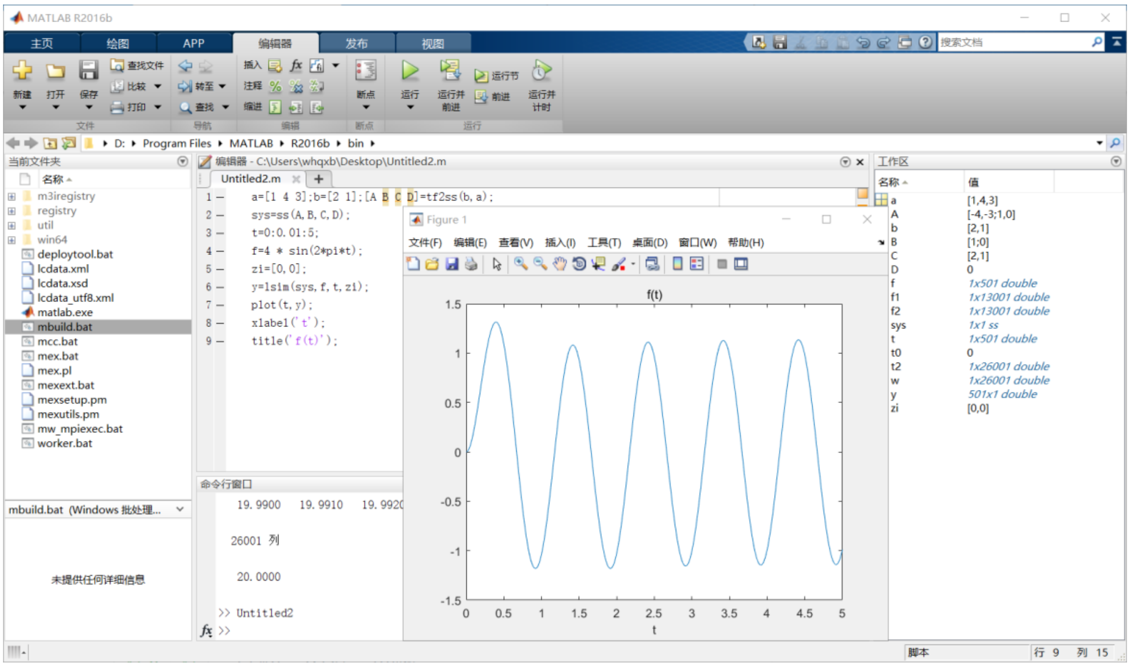
$$+\frac{2}{4\pi^2+4}\left[3\sin(2\pi t)-2\pi\cos(2\pi t)+2\pi e^{-3t}\right]$$

(1)(2)
```
function cjjy()
sys = tf([2, 1],[1, 4, 3]);
t = 0:0.1:10;
y = impulse(sys, t);
t,y
figure(1)
plot(t, y);
```

```
z = step(sys,t);
t,z
figure(2)
plot(t,z);
end
```

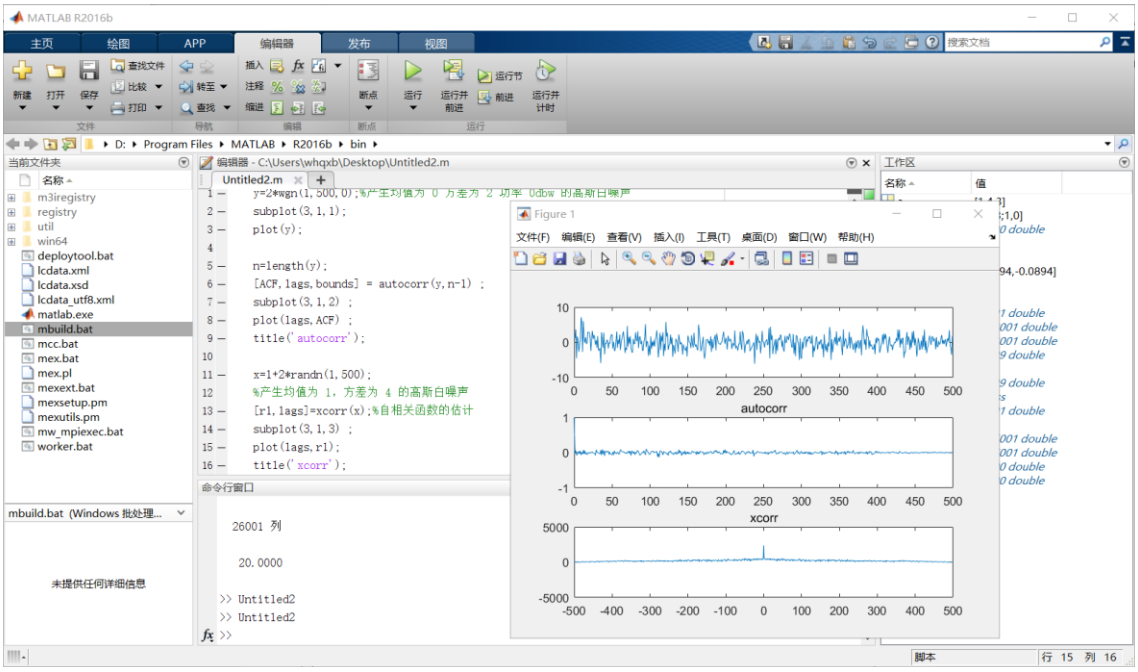



(3)
```
a=[1 4 3];b=[2 1];[A B C D]=tf2ss(b,a);
sys=ss(A,B,C,D);
t=0:0.01:5;
f=4 * sin(2*pi*t);
zi=[0,0];
y=lsim(sys,f,t,zi);
plot(t,y);
xlabel('t');
title('f(t)');
```



3、 y=2*wgn(1,500,0);%产生均值为 0 方差为 2 功率 0dbw 的高斯白噪声

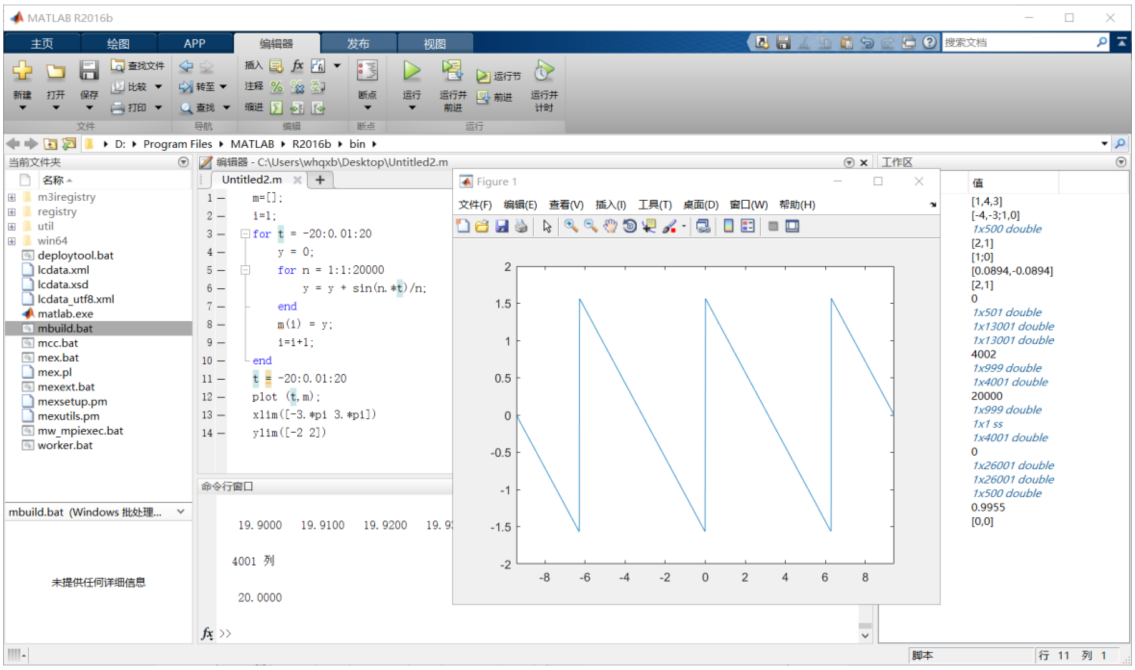
```
subplot(3,1,1);
plot(y);

n=length(y);
[ACF,lags,bounds] = autocorr(y,n-1) ;
subplot(3,1,2) ;
plot(lags,ACF) ;
title('autocorr');

x=1+2*randn(1,500);%产生均值为 1，方差为 4 的高斯白噪声
[r1,lags]=xcorr(x);%自相关函数的估计
subplot(3,1,3) ;
plot(lags,r1);
title('xcorr');
```




4、(1)

4.(1). $T=2\pi$, $f(t)=\frac{\pi-t}{2}$ $(0<t<T)$.

```
m=[];
i=1;
for t = -20:0.01:20
    y = 0;
    for n = 1:1:20000
        y = y + sin(n.*t)/n;
    end
    m(i) = y;
    i=i+1;
end
t = -20:0.01:20
plot (t,m);
xlim([-3.*pi 3.*pi])
ylim([-2 2])
```


MATLAB R2016b
主页
绘图
APP
编辑器
发布
视图
编辑器 - C:\Users\whqxb\Desktop\Untitled2.m
Untitled2.m
m=[];
i=1;
for t = -20:0.01:20
y = 0;
for n = 1:1:20000
y = y + sin(n.*t)/n;
end
m(i) = y;
i=i+1;
end
t = -20:0.01:20
plot (t,m);
xlim([-3.*pi 3.*pi])
ylim([-2 2])
命令行窗口
19.9000 19.9100 19.9200
4001 列
20.0000
Figure 1
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 插入(I) 工具(T) 桌面(D) 窗口(W) 帮助(H)
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-8
-6
-4
-2
0
2
4
6
8
工作区
当前文件夹
mbuild.bat (Windows 批处理...
未提供任何详细信息

(2)

4.(2).

$f(t)=\frac{\pi-t}{2}$ $0<t<2\pi$ 周期 $T=2\pi$

$a_n=\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}f(t)\cos nt\,dt$

$=\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\pi-t}{2}\cos nt\,dt$

$=\frac{1}{\pi n}\left[\frac{\pi-t}{2}\sin nt\Big|_0^{2\pi}-\int_0^{2\pi}\sin nt\cdot(-\frac{1}{2})dt\right.$

$=0$

$b_n=\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\pi-t}{2}\sin nt\,dt$

$=-\frac{1}{\pi n}\left[\frac{\pi-t}{2}\cos nt\Big|_0^{2\pi}-\int_0^{2\pi}\cos nt(-\frac{1}{2})dt\right]$

$=-\frac{1}{n\pi}\left[\frac{\pi-2\pi}{2}-\frac{\pi}{2}\right]$

$=\frac{1}{n}$.

$\Rightarrow f(t)=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sin(nt)}{n}$ 符合(1).

$A_0=a_0=0$ $A_n=\sqrt{a_n^2+b_n^2}=\frac{1}{n}$.

$\varphi_n=\frac{\pi}{2}$.

$f(t)=0+\sum_{i=1}^{\infty}\frac{1}{n}\cos(nt+\frac{\pi}{2})$

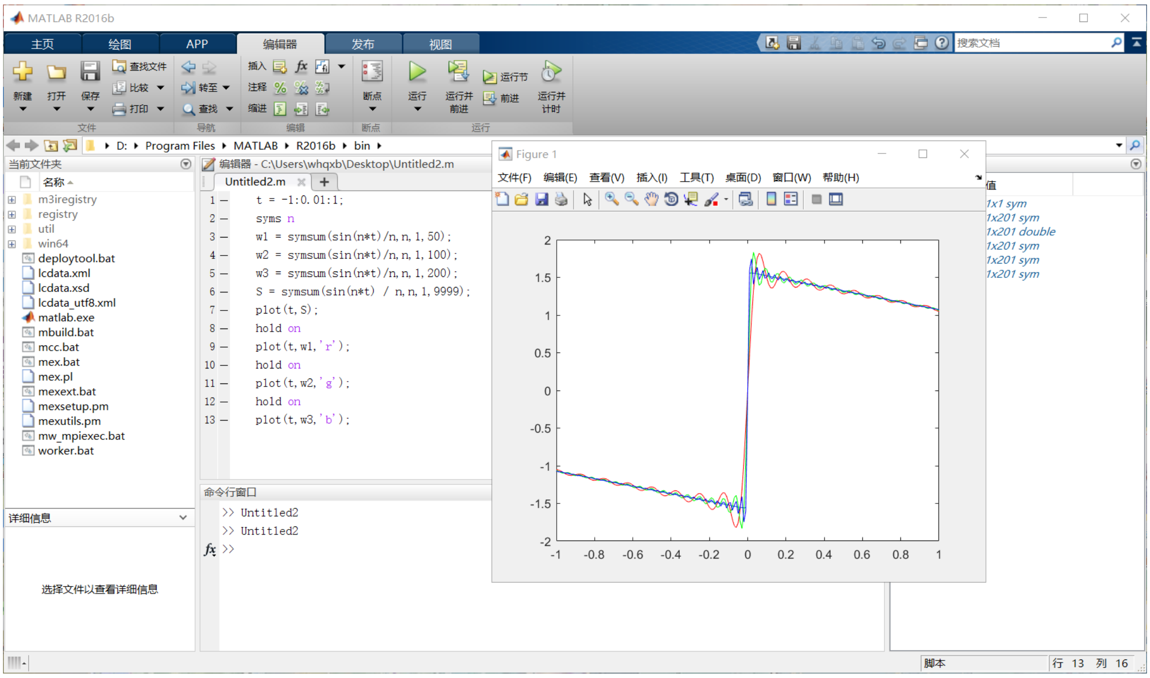
$n$次谐波为 $\frac{1}{n}\cos(nt+\frac{\pi}{2})$.

正弦分量为 $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}\sin(nt)$，无余弦分量.

```
t = -1:0.01:1;
syms n
w1 = symsum(sin(n*t)/n,n,1,50);
w2 = symsum(sin(n*t)/n,n,1,100);
w3 = symsum(sin(n*t)/n,n,1,200);
```

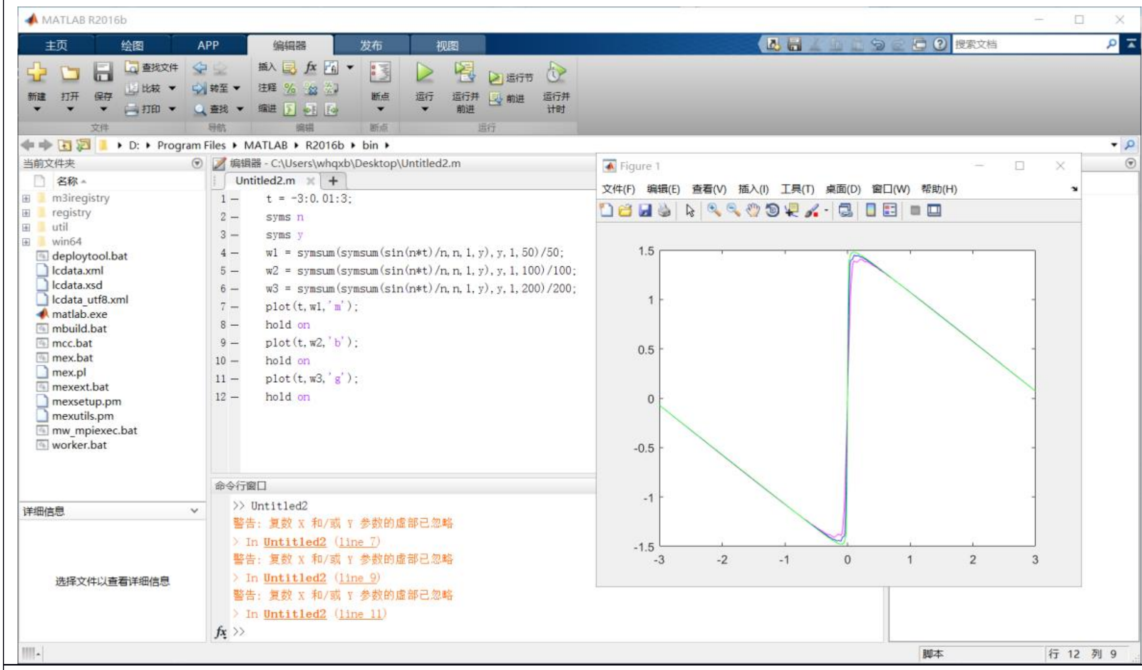
```
S = symsum(sin(n*t) / n,n,1,9999);
plot(t,S);
hold on
plot(t,w1,'r');
hold on
plot(t,w2,'g');
hold on
plot(t,w3,'b');
```

(3)
```
t = -1:0.01:1;
syms n
w1 = symsum(sin(n*t)/n,n,1,50);
w2 = symsum(sin(n*t)/n,n,1,100);
w3 = symsum(sin(n*t)/n,n,1,200);
S = symsum(sin(n*t) / n,n,1,9999);
plot(t,S);
hold on
plot(t,w1,'r');
hold on
plot(t,w2,'g');
hold on
plot(t,w3,'b');
```




(4)
```
t = -3:0.01:3;
syms n
syms y
w1 = symsum(symsum(sin(n*t)/n,n,1,y),y,1,50)/50;
w2 = symsum(symsum(sin(n*t)/n,n,1,y),y,1,100)/100;
w3 = symsum(symsum(sin(n*t)/n,n,1,y),y,1,200)/200;
```

```
plot(t,w1,'m');
hold on
plot(t,w2,'b');
hold on
plot(t,w3,'g');
hold on
```




## 实验总结

最后一题跑的时间太久了，风扇狂转，大概是电脑配置不太行，再加上 **matlab** 对多线程的支持不太行。

## 参考文献


https://zhidao.baidu.com/question/1050287455988787939.html

https://zhidao.baidu.com/question/159436424.html

https://blog.csdn.net/lfdanding/article/details/50726678