



江 蘇 大 學

J I A N G S U U N I V E R S I T Y

信号与线性系统仿真作业

学院名称：_____计算机科学与通信工程学院_____

专业班级：_____信息安全 1501_____

学生姓名：_____沈鑫楠_____

学生学号：_____3150604028_____

指导老师：_____孔娃_____

完成日期：_____2017 年 11 月 15 日_____

目录

1. 作业一 信号的产生	1
1.1 问题分析	1
1.1.1 问题	1
1.1.2 分析	1
1.2 设计	1
1.2.1 正弦波	1
1.2.2 周期三角波	1
1.2.3 矩形脉冲函数	1
1.2.4 单位冲激函数	2
1.2.5 单位阶跃函数	2
1.2.6 抽样函数	2
1.3 过程记录	2
1.3.1 正弦波	2
1.3.2 周期三角波	3
1.3.3 矩形脉冲函数	4
1.3.4 单位冲激函数	5
1.3.5 单位阶跃函数	6
1.3.6 抽样函数	7
1.4 报告总结	8
2. 作业二 信号的频谱分析	9
2.1 问题分析	9
2.1.1 问题	9
2.1.2 分析	9
2.2 设计	9
2.2.1 第一题频谱分析	9

2.2.2 第二题频谱分析.....	10
2.3 过程记录.....	10
2.3.1 第一题仿真过程.....	10
2.3.2 第二题仿真过程.....	11
2.4 报告总结.....	13
 3. 作业三 连续系统分析	 14
3.1 问题分析.....	14
3.1.1 问题.....	14
3.1.2 分析.....	14
3.2 设计.....	14
3.2.1 冲激响应和阶跃响应.....	14
3.2.2 频率响应.....	14
3.3 过程记录.....	15
3.3.1 LTI 系统 (1)	15
3.3.2 LTI 系统 (2)	17
3.4 报告总结.....	20
 4. 作业四 采样	 21
4.1 问题分析.....	21
4.1.1 问题.....	21
4.1.2 分析.....	21
4.2 设计.....	21
4.3 过程记录.....	21
4.3.1 仿真程序.....	21
4.3.2 仿真图像.....	22
4.4 报告总结.....	22

1. 作业一 信号的产生

1.1 问题分析

1.1.1 问题

产生并绘出以下信号（使用 MATLAB）

- (1) 正弦波
- (2) 周期三角波
- (3) 矩形脉冲函数
- (4) 单位冲击函数
- (5) 单位阶跃函数
- (6) 抽样函数

1.1.2 分析

本次实验要使用 MATLAB 环境绘制上述 6 种不同的信号。

1.2 设计

1.2.1 正弦波

正弦信号的函数表达式为 $y(t) = A \sin(w_0 t + p_0)$ ，在作图前必须指定函数中的参变量 A ， w_0 ， p_0 的具体值，然后调用 `plot` 函数进行绘图。

1.2.2 周期三角波

周期三角波的函数表达式为 $y(t) = \text{sawtooth}(t)$ ，用 `plot` 函数可以作出一个周期为 2π (默认)、最大幅度为 1 的周期三角波。

1.2.3 矩形脉冲函数

矩形脉冲函数的函数表达式为 $y(t) = \text{rectpuls}(t, \text{width})$ ，其中 `width` 为矩形脉

冲函数的宽度，矩形脉冲函数的中心默认为 $(0, 0)$ 。

1.2.4 单位冲激函数

单位冲激函数的函数表达式为 $y(t)=\text{dirac}(t)$ ，调用这个函数再进行绘图以后，将在原点产生一个冲激量，在其余点处函数值都为 0。

1.2.5 单位阶跃函数

单位阶跃函数的函数表达式为 $y(t)=\text{stepfun}(t, p)$ ，取 $p=0$ 并调用这个函数进行绘图后，可以看到图像在原点处发生阶跃，从 0 跃迁到 1。

1.2.6 抽样函数

抽样函数的函数表达式为 $y(t)=\text{sinc}(t)$ ，在 MATLAB 软件中它是归一化的抽样函数，即为 $\sin(\pi t)/(\pi t)$ 。

1.3 过程记录

1.3.1 正弦波

取 $A=1$, $w=1$, $p_0=0$ ，则绘制正弦波的仿真程序如下：

```
%assignment 1.1
%y=Asin(w*t+p0);
A=1;
w=1;
p0=0;%定义正弦信号中的参数
t=0:pi/200:6*pi;%设定 t 的范围
y=A*sin(w*t+p0);%表达式
plot(t,y);%画图
grid on;%打开网络线
```

正弦波的绘制出的图像如图 1:

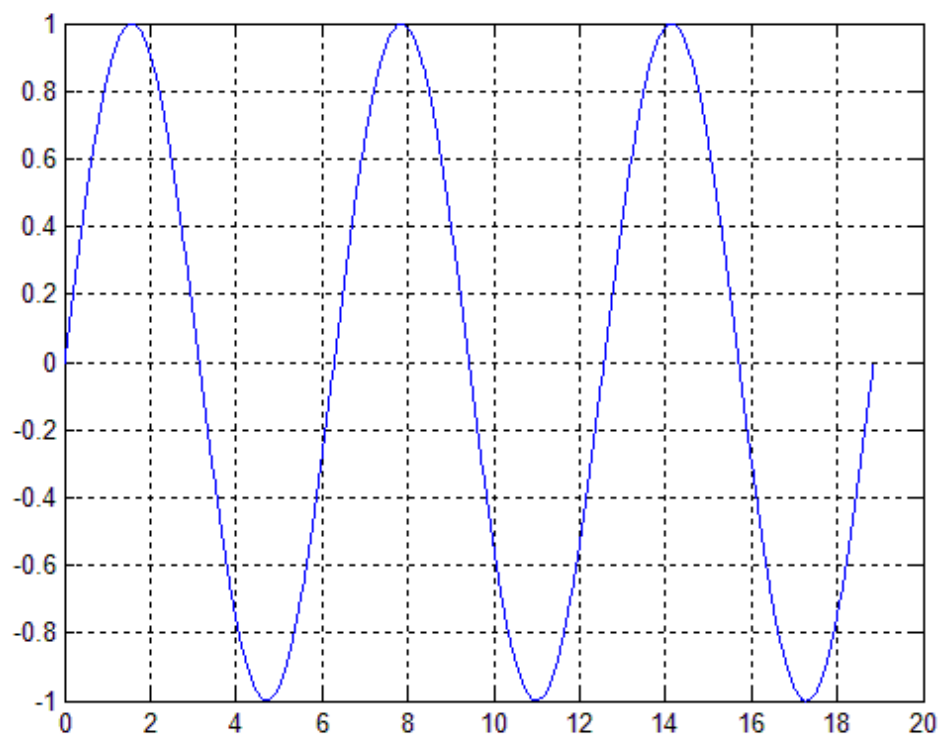


图 1 正弦信号波形图

1.3.2 周期三角波

绘制出周期为 2π 的周期三角波的仿真程序如下:

```
%assignment 1.2
%y=sawtooth(t);
%周期为 2*pi
t=0:pi/100:12*pi;%设定 t 的范围
y=sawtooth(t);%表达式
plot(t,y);%画图
grid on;%打开网络线
```

周期三角波绘制出的图像如图 2:

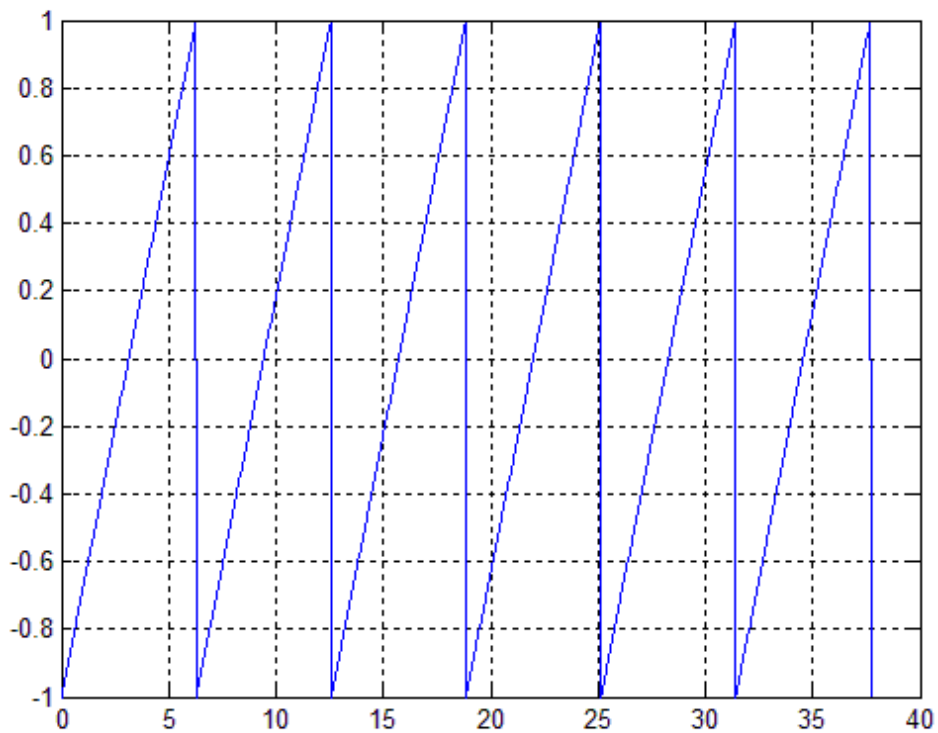


图 2 周期三角波波形图

1.3.3 矩形脉冲函数

取 $wid=2$, 则绘制出矩形脉冲函数的仿真程序如下:

```
%assignment 1.3
%y=rectpuls(t);
%中心为 t=0;
t=-2:1/10000:2;%设定 t 的范围
wid=2;%设定宽度
y=rectpuls(t,wid);%表达式
plot(t,y);%画图
ylim([-0.5,1.5]);%设定坐标范围
grid on;%打开网络线
```

矩形脉冲函数绘制出的图像如图 3:

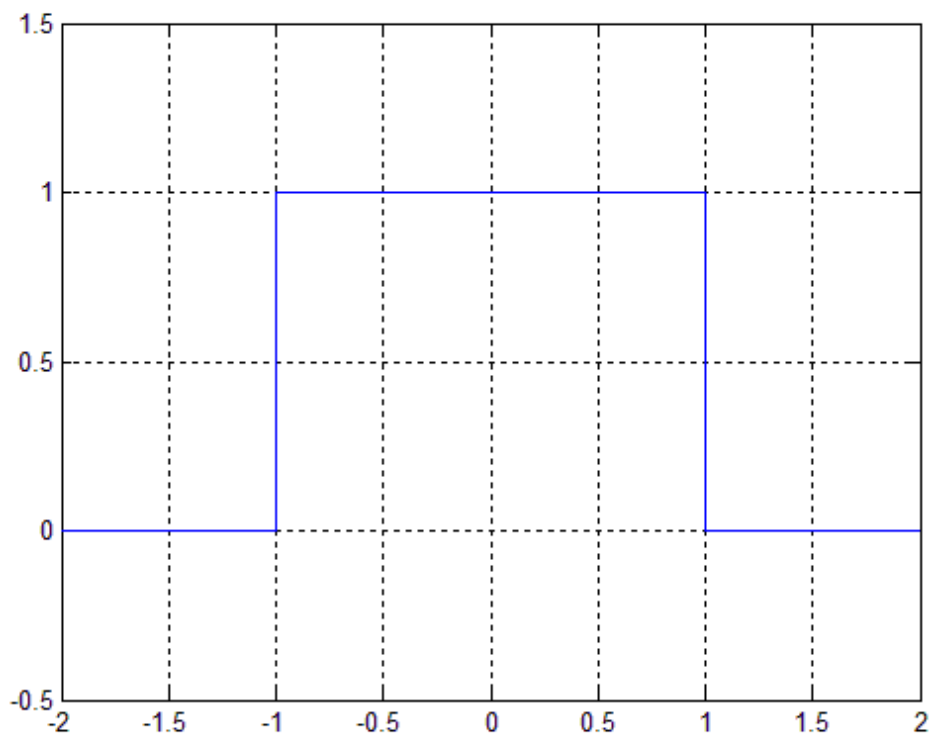


图 3 矩形脉冲函数波形图

1.3.4 单位冲激函数

绘制出单位冲激函数的仿真程序如下：

```
%assignment 1.4
%y=dirac(t);
%冲激函数;
t=-2:1/10000:2;%设定 t 的范围
y=dirac(t);%表达式
y=1*sign(y);
plot(t,y);%画图
ylim([-0.5,1.5]);%设定坐标范围
grid on;%打开网络线
```

单位冲激函数绘制出的图像如图 4：

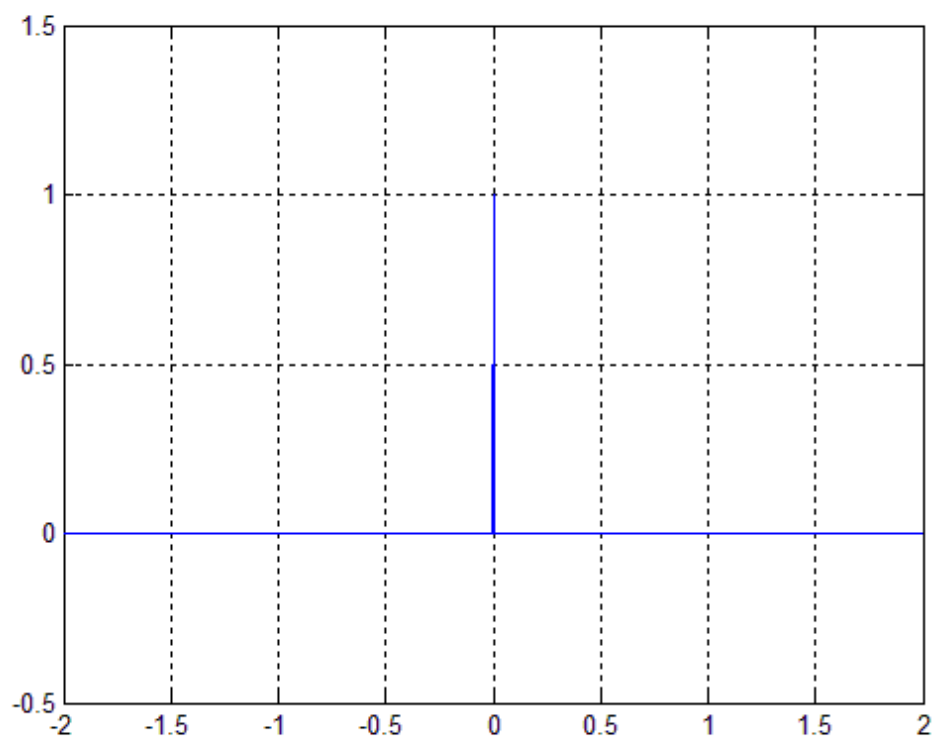


图 4 单位冲激函数波形图

1.3.5 单位阶跃函数

取 $p=0$ ，则绘制出单位阶跃函数的仿真程序如下：

```
%assignment 1.5
%y=stepfun(t,0);
%阶跃函数;
t=-2:1/10000:2;%设定 t 的范围
p=0;%设定分界点
y=stepfun(t,p);%表达式
plot(t,y);%画图
ylim([-0.5,1.5]);%设定坐标范围
grid on;%打开网络线
```

单位阶跃函数绘制出的图像如图 5：

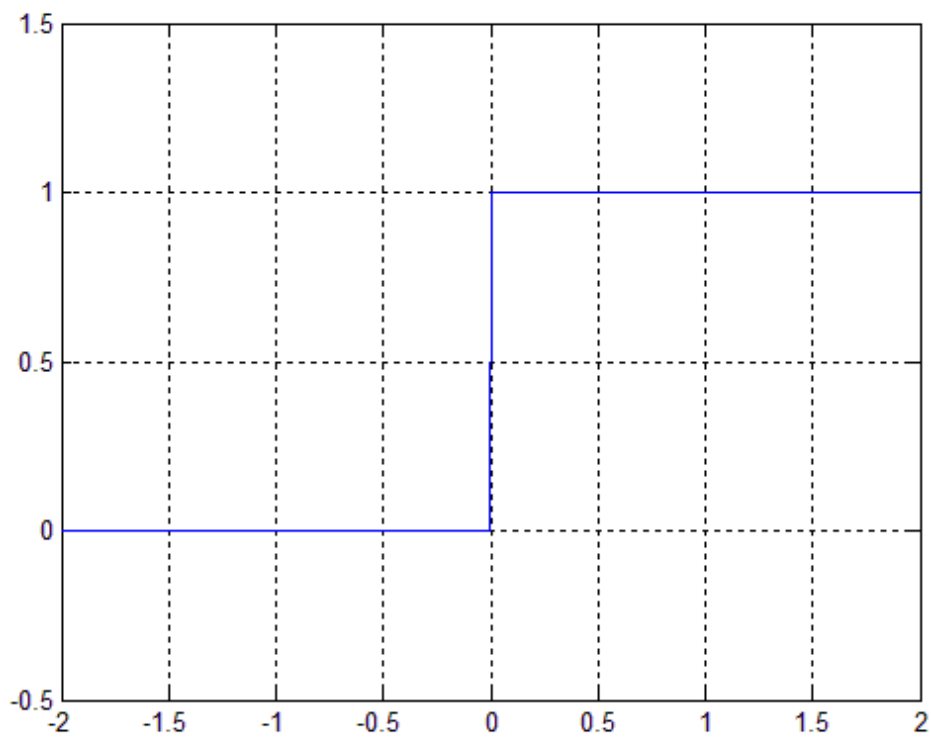


图 5 单位阶跃函数波形图

1.3.6 抽样函数

绘制出抽样函数的仿真程序如下：

```
%assignment 1.6
%y=sinc(t);
%抽样函数;
t=-6:1/10000:6;%设定 t 的范围
y=sinc(t);%表达式
plot(t,y);%画图
grid on;%打开网络线
```

抽样函数绘制出的图像如图 6：

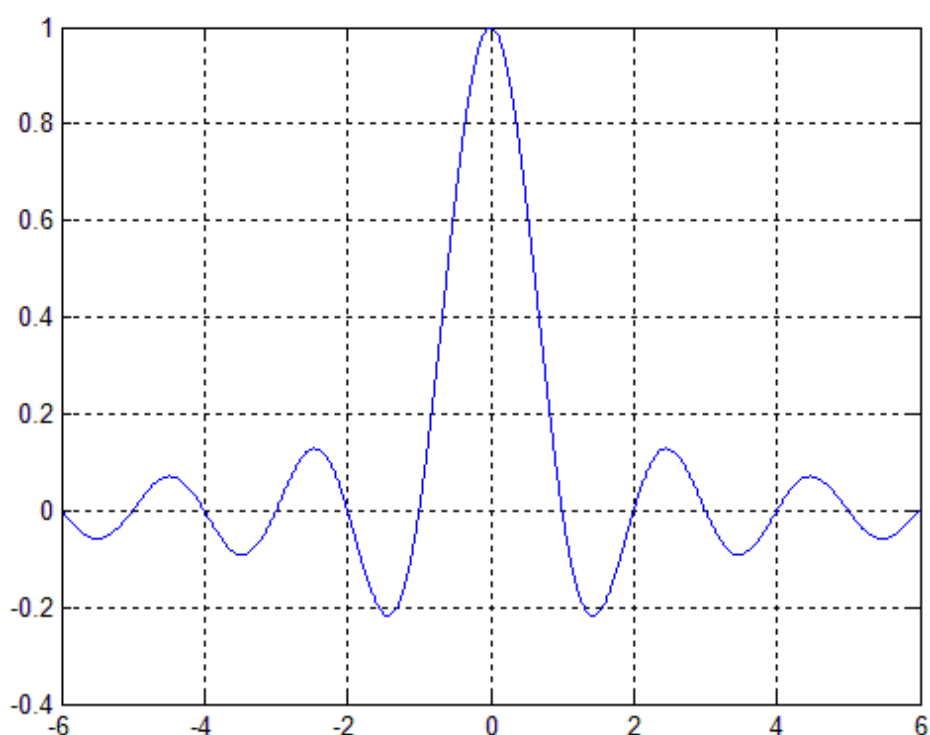


图 6 抽样函数波形图

1.4 报告总结

本次实验大约花费时间为 2 小时，由于刚开始接触 MATLAB，对于 MATLAB 仿真使用的程序设计语言不是很熟练，并且对于 MATLAB 的界面操作也不是很熟悉，因此我在学习 MATLAB 操作时花的时间较多。在学习 MATLAB 的过程中，我对于一些函数的使用和参数不是很清楚，这导致了在第一次绘图时的错误。对于这些错误，我查看了 MATLAB 官方的帮助文档，在仔细阅读了帮助文档后，我对这些函数的使用方法有了更清晰的认知，学会了灵活应用这些函数。通过这次实验，我对 MATLAB 的基本操作和仿真常用的函数有了一个初步的了解，我能够在运用 MATLAB 进行仿真时正确地使用这些函数，以达到仿真的效果和目的。

2. 作业二 信号的频谱分析

2.1 问题分析

2.1.1 问题

1: 利用 MATLAB 画出图 7 周期三角波信号的频谱。

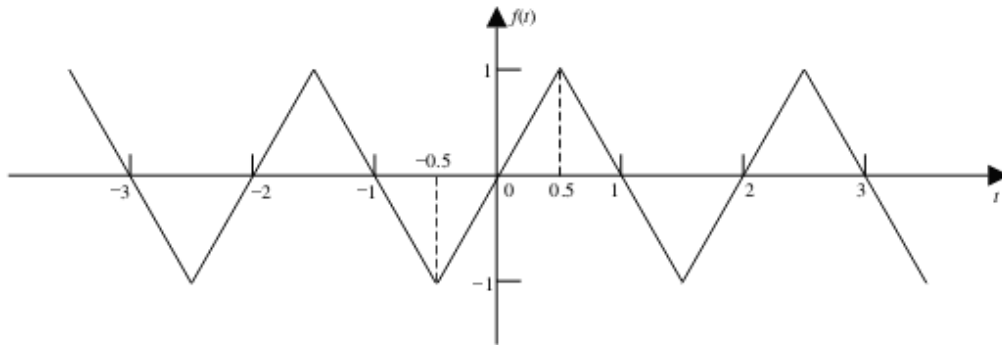


图 7 周期三角波信号

2: 利用 MATLAB 采用数值计算方法近似计算以下三角波信号的频谱。

$$f(t) = \begin{cases} 1-|t| & |t| \leq 1 \\ 0 & |t| > 1 \end{cases}$$

2.1.2 分析

本次实验要用 MATLAB 绘制不同信号的频谱图。

2.2 设计

2.2.1 第一题频谱分析

求频谱首先要求出信号的傅里叶系数，经过计算可得本题中傅里叶系数为：

$$C_n = -4j / (n^2 \pi^2) * \sin(n/2 * \pi), n \neq 0$$

$$C_n = 0, n = 0$$

可以用 MATLAB 中的 abs 函数求复数的幅度，angle 函数求复数的相位，即可作出频谱图。

2.2.2 第二题频谱分析

求频谱就是要求函数的傅里叶变换，可以使用 MATLAB 中的 `quadl` 函数求出积分利用傅里叶变换的定义式求出频谱。因此，需要定义被积函数 $f(t)*\exp(-j\omega t)$ ，而由于 $f(t)$ 为分段函数，只有在 $(-1, 1)$ 上才不为 0，所以积分区间可以缩短为 $(-1, 1)$ 。

2.3 过程记录

2.3.1 第一题仿真过程

仿真程序如下：

```
%assignment 2.1
%绘制三角波信号
%频谱
N=10;%(-10, 10) 范围
n1=-N:-1;%负半轴范围
F1=-4*j*sin(n1*pi/2)/pi^2./n1.^2;%负半轴频谱表达式
n2=1:N;%正半轴范围
F2=-4*j*sin(n2*pi/2)/pi^2./n2.^2;%正半轴频谱表达式
F3=0;%原点频谱为 0
F=[F1 F3 F2];%合并
n=-N:N;%总的范围
subplot(2, 1, 1);%子图形 1
stem(n, abs(F));%画幅度图
grid on;%打开网格线
subplot(2, 1, 2)%子图形 2
stem(n, angle(F));%画相位图
grid on;%打开网格线
```

第一题频谱如图 8:

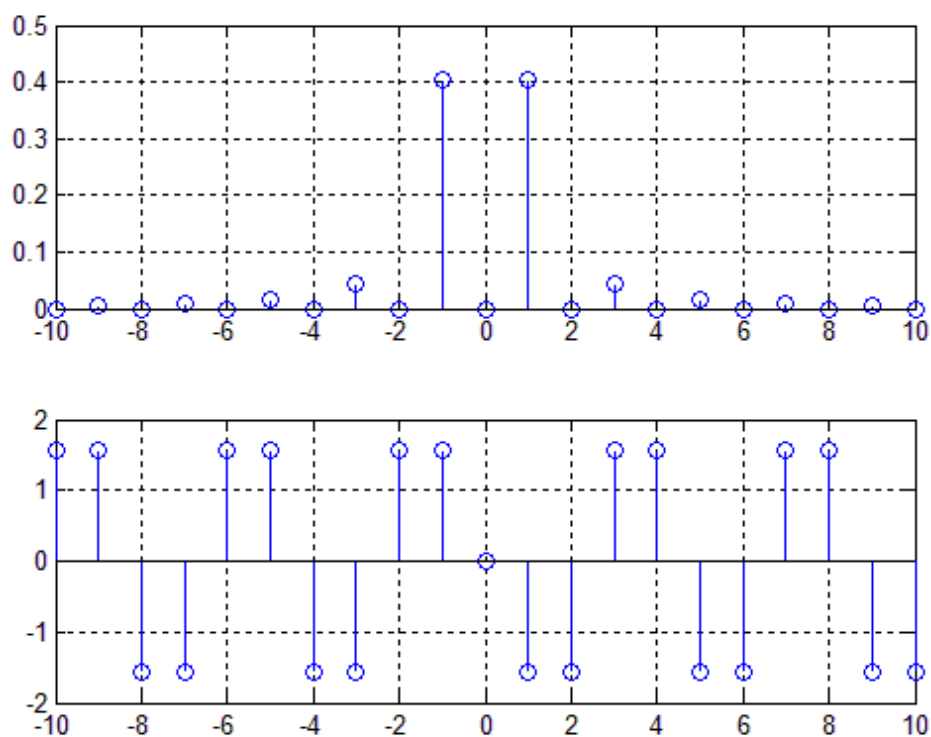


图 8 第一题信号的频谱

2.3.2 第二题仿真过程

定义函数的程序如下:

```
%assignment 2.2
%计算三角波信号频谱
function value=fun(t,w)
    if (abs(t)<=1)
        value=(1-abs(t)).*(exp(j*w*t));
    else value=0;
    end
```

仿真程序如下:

```
w = linspace(-6 * pi,6*pi,512);%生成行向量
n = length(w);%求行向量 w 的长度
```

```

F = zeros(1,N);%生成全 0 的矩阵
for i=1:n
    F(i)=quadl(@fun,-1,1,[],[],w(i));%求积分
end
subplot(2,1,1);%子图形 1
plot(w,F);%F 的图像
grid on;%打开网格线
subplot(2,1,2);%子图形 2
plot(w,F-sinc(w./2./pi).^2);%误差图形
grid on;%打开网格线

```

第二题频谱如图 9:

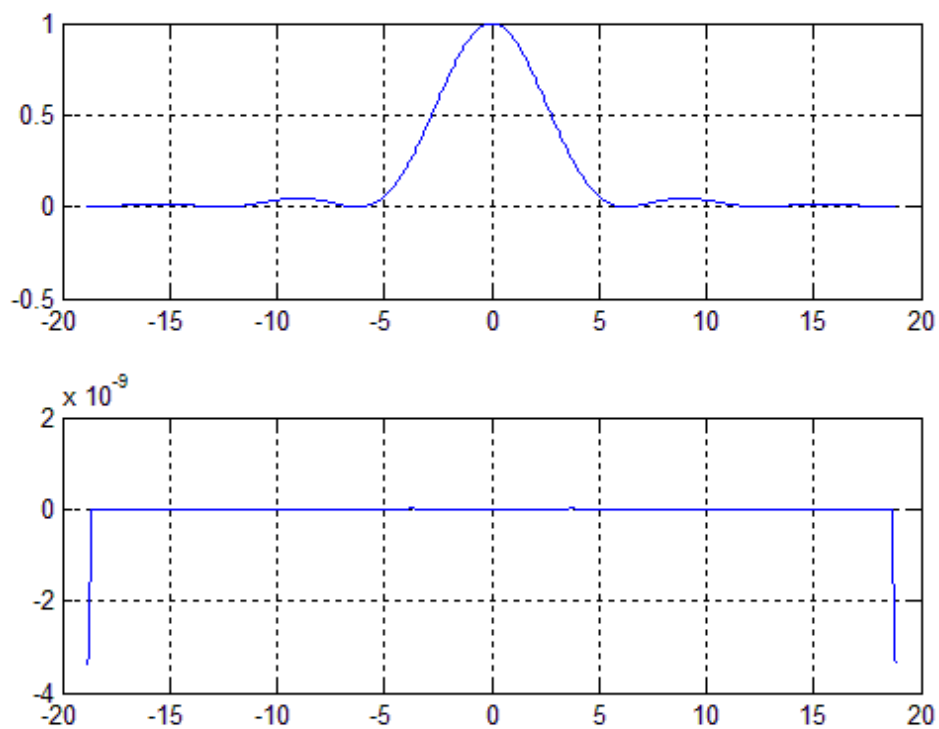


图 9 第二题信号的频谱

2.4 报告总结

本次实验花费时间大约为 1 小时，检查程序中的错误并进行调试和验证花费的时间较多。主要原因是操作不熟练，部分函数的参数设置不当；在自定义函数时，文件名与函数名没有保持一致。对于一些之前没有使用过的函数，我查阅了 MATLAB 帮助手册，阅读了文档中的内容，并写几个小程序加以测试，从而能够掌握题目中需要用到的函数的使用方法。这次实验让我对于 MATLAB 的操作更加熟练，能够更好地使用 MATLAB 的实验环境，而且能够掌握基本的调试方法，在遇到问题时能够及时地找到出错点并加以修正，这对于以后的 MATLAB 仿真实验是有益处的。

3. 作业三 连续系统分析

3.1 问题分析

3.1.1 问题

设有两个稳定的 LTI 系统，可有以下微分方程描述

$$(1) \quad y'(t) + 3y(t) = 3f(t)$$

$$(2) \quad 3y''(t) + 4y'(t) + y(t) = f''(t) + 5f(t)$$

请画出系统的冲激响应和阶跃响应，并画出它们的系统频率响应的幅值和相位的特性曲线。

3.1.2 分析

本实验要求使用 MATLAB 画出系统的冲激响应和阶跃响应，以及系统的频率响应的幅度和相位。

3.2 设计

3.2.1 冲激响应和阶跃响应

要画出系统的冲激响应和阶跃响应，首先要利用 MATLAB 求出冲激响应和阶跃响应，即用 MATLAB 解微分方程。可以先求出阶跃响应，然后再求出冲激响应，因为冲激响应是阶跃响应的导数。求出冲激响应和阶跃响应后，可以调用 ezplot 函数画出响应的图像。

3.2.2 频率响应

利用 MATLAB 中的 freqs 函数可以计算出系统的频率响应的幅度和相位。需要输入系统方程左右两边各阶导数的系数，然后带入 freqs 函数计算即可求得结果。

3.3 过程记录

3.3.1 LTI 系统 (1)

定义函数：

```
function value=ynl(t)
```

```
value=(t>0);
```

向命令窗口输入以下命令：

```
g=dsolve('Dg+3*g=ynl','g(0)=0');%求阶跃响应
```

```
h=diff(g);%求冲激响应
```

```
ezplot(g,[0,12]);%画出阶跃响应的图像
```

```
ezplot(h,[0,12]);%画出冲激响应的图像
```

画频谱幅度和相位的仿真程序：

```
%assignment 3.1
```

```
w=-5*pi:1/10000:5*pi;%频率范围
```

```
a=[1,3];
```

```
b=[3];
```

```
H=freqs(b,a,w); %频率响应
```

```
subplot(2,1,1);%子图形 1
```

```
plot(w,abs(H));%画幅度图
```

```
grid on;%打开网格线
```

```
subplot(2,1,2);%子图形 2
```

```
plot(w,angle(H));%画相位图
```

```
grid on;%打开网格线
```

冲激响应如图 10:

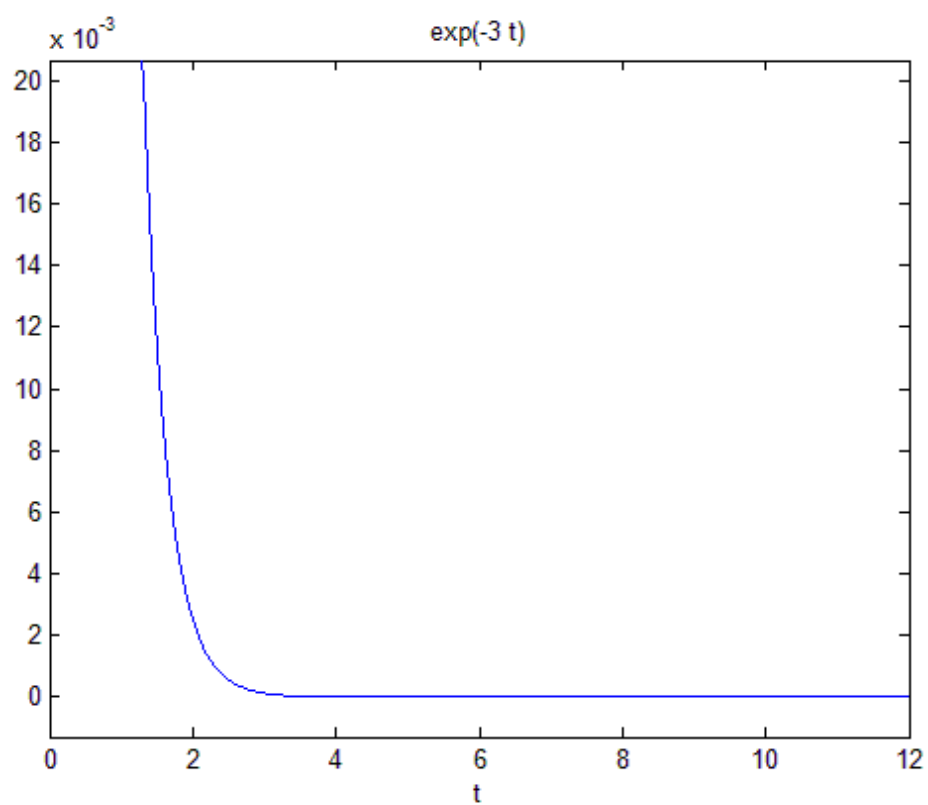


图 10 系统 1 的冲激响应

阶跃响应如图 11:

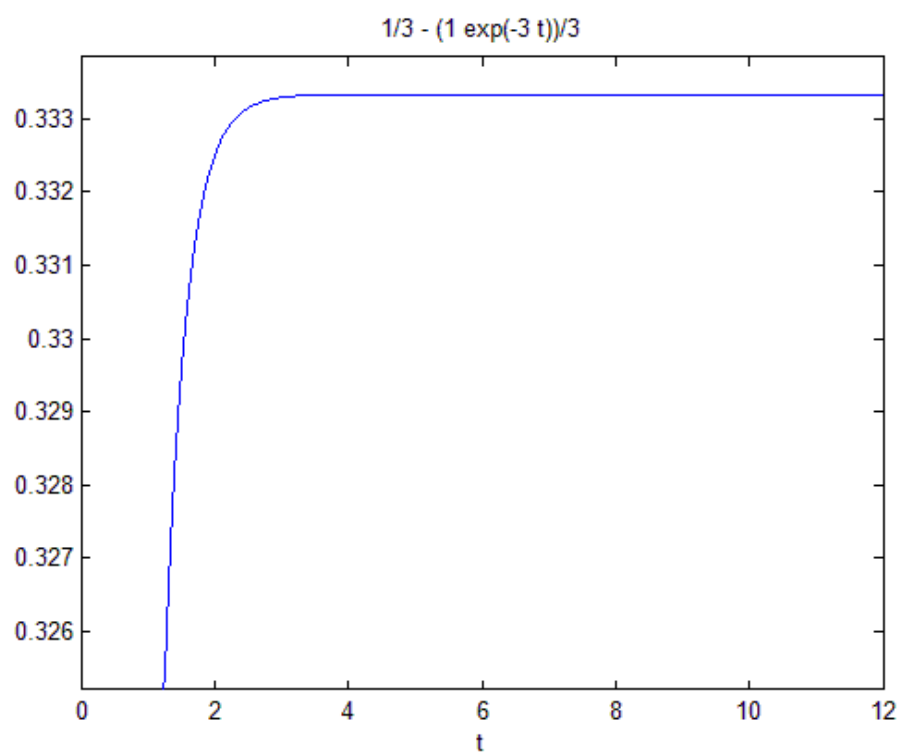


图 11 系统 1 的阶跃响应

频率响应的幅度和相位如图 12:

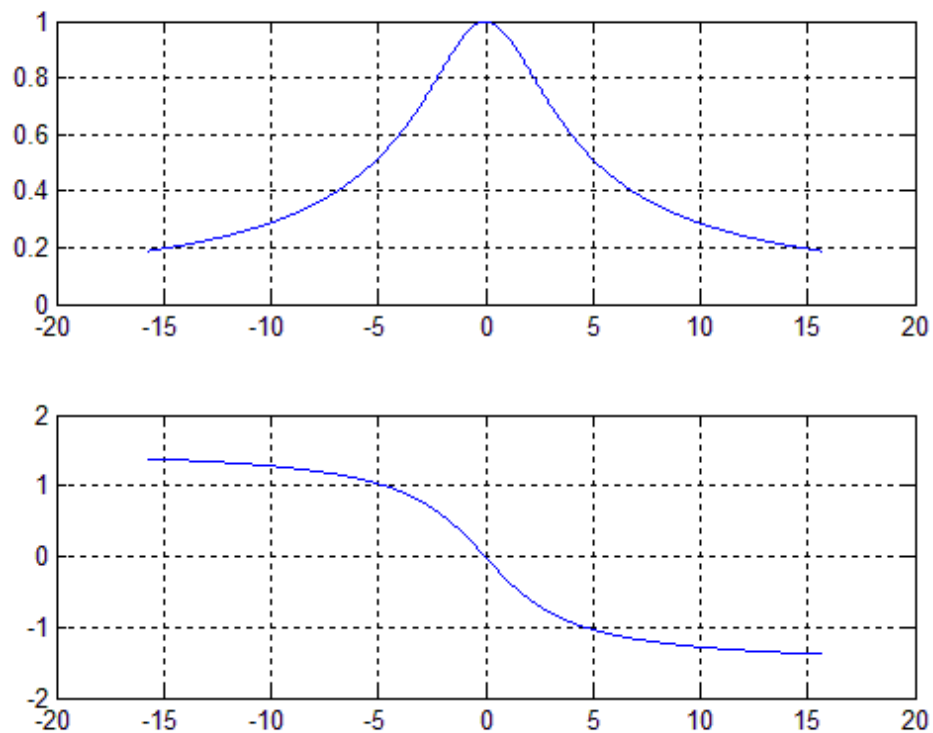


图 12 系统 1 的频率响应

3.3.2 LTI 系统 (2)

定义函数:

```
function value=yn1(t)
```

```
value=(t>0);
```

向命令窗口输入以下命令:

```
g=dsolve('3*D2g+4*Dg+g=yn1','Dg(0)=0,g(0)=0');%求阶跃响应
```

```
h=diff(g);%求冲激响应
```

```
ezplot(g,[0,12]);%画出阶跃响应的图像
```

```
ezplot(h,[0,12]);%画出冲激响应的图像
```

画出频谱和相位的仿真程序:

```
%assignment 3.2
```

```
w=-5*pi:1/10000:5*pi;%频率范围
```

```

a=[3,4,1];
b=[1,0,5];
H=freqs(b,a,w); %频率响应
subplot(2,1,1);%子图形 1
plot(w,abs(H));%画幅度图
grid on;%打开网格线
subplot(2,1,2);%子图形 2
plot(w,angle(H));%画相位图
grid on;%打开网格线

```

冲激响应如图 13:

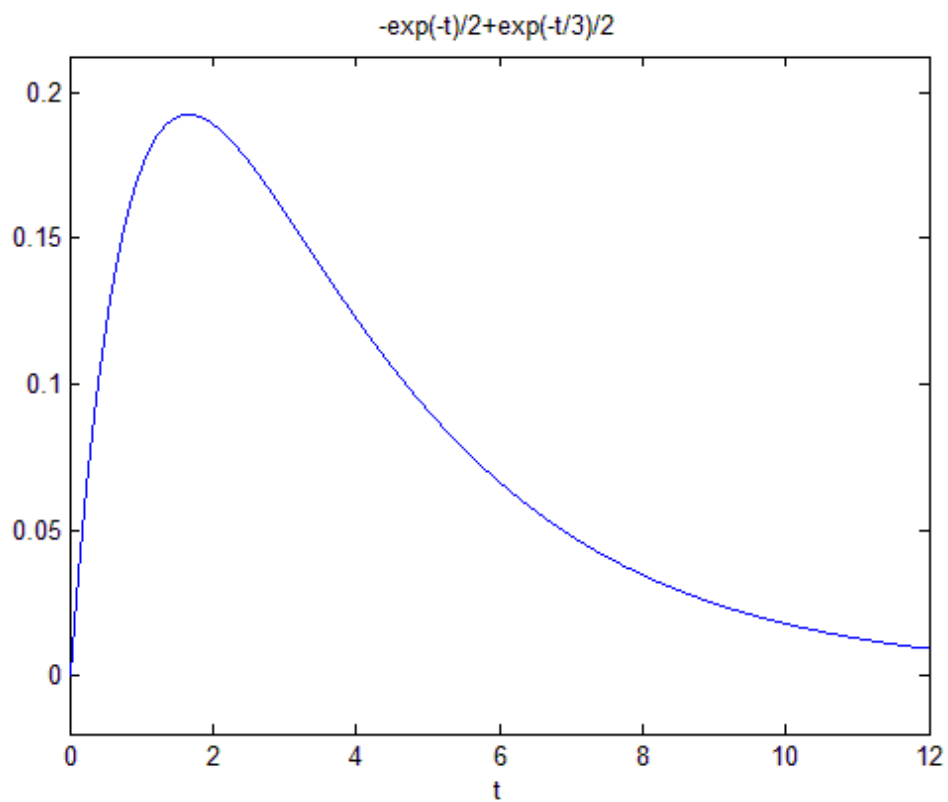


图 13 系统 2 的冲激响应

阶跃响应如图 14:

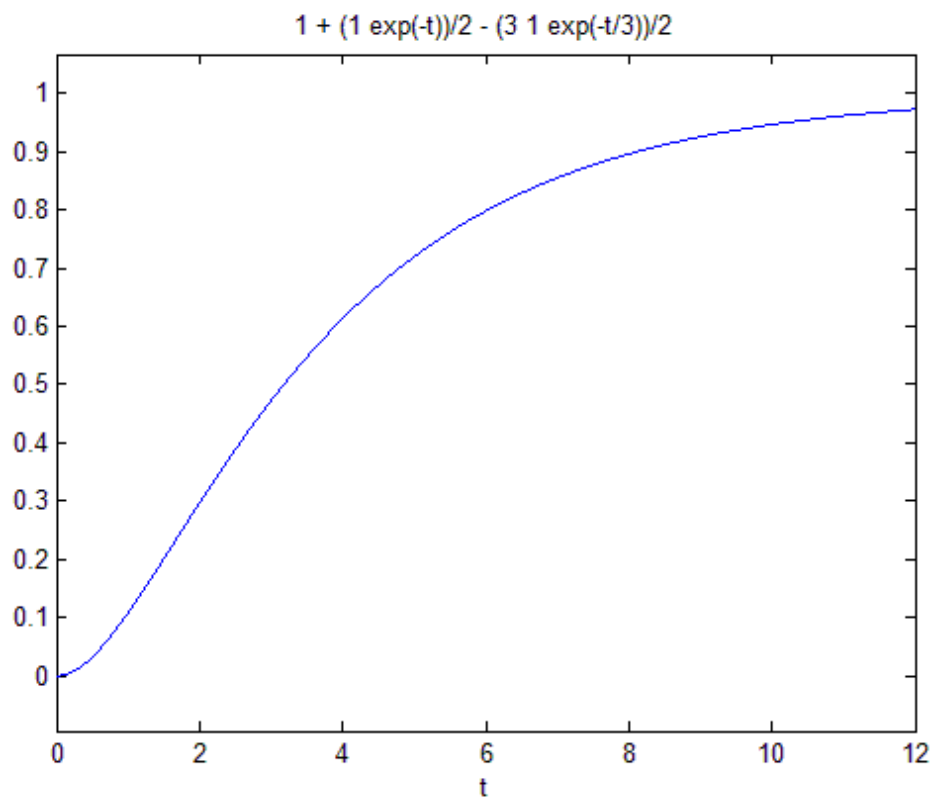


图 14 系统 2 的阶跃响应

频率响应的幅度和相位如图 15:

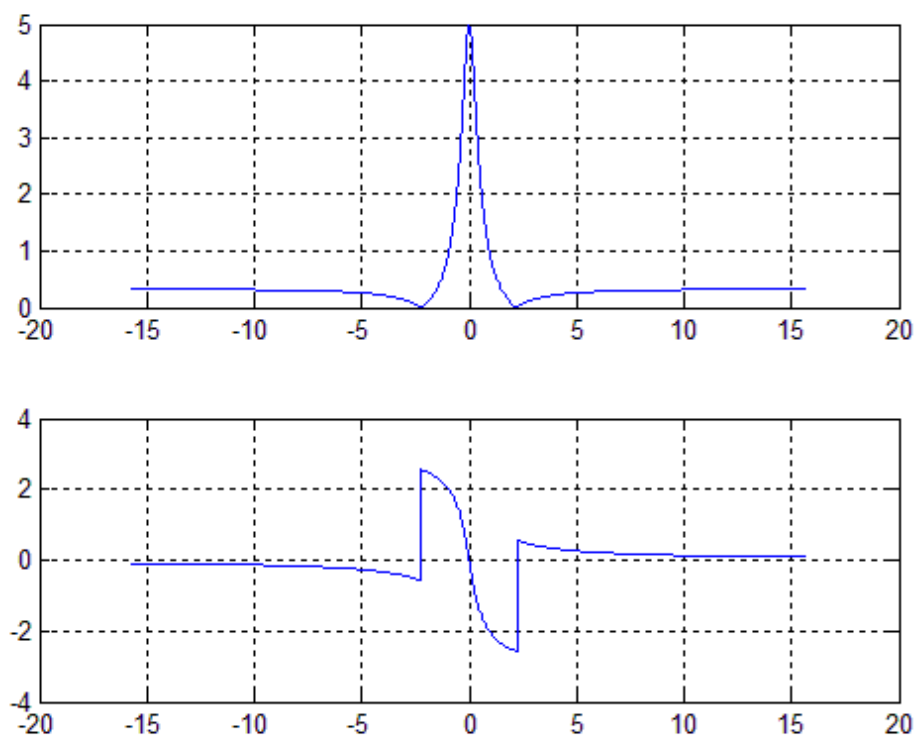


图 15 系统 2 的频率响应

3.4 报告总结

本次实验花费时间大约为一个半小时，主要是由于使用 MATLAB 求解微分方程的方法不熟悉以及求解出微分方程后进行绘图的 `ezplot` 函数的参数使用不当花费了一定的时间。之前没有使用过 `ezplot` 函数进行绘图，不太了解这个函数的参数设置和调用方法，在我查阅了 MATLAB 的官方帮助手册后学会了灵活使用这个函数进行绘制冲激响应和阶跃响应。通过这次试验，我对使用 MATLAB 求解微分方程的方法有了一个了解，并且学会了灵活运用各种绘图函数进行图形绘制，也进一步熟练了 MATLAB 对复函数的处理方式。

4. 作业四 采样

4.1 问题分析

4.1.1 问题

对连续时间系统 $y(t) = \sin(40\pi t) + \sin(24\pi t)$ ，用 MATLAB 作图求其奈奎斯特频率。

4.1.2 分析

本实验要求使用 MATLAB 画出上述函数的奈奎斯特频率图像。

4.2 设计

本实验要求函数的奈奎斯特频率，可以使用 MATLAB 中的 `nyquist` 函数通过系统的表达式来求出系统的奈奎斯特频率。

4.3 过程记录

4.3.1 仿真程序

用于求系统的奈奎斯特频率的仿真程序如下：

```
%assignment 4
%求奈奎斯特频率
%y(t)=sin(40*pi*t)+sin(24*pi*t)
n1=[40*pi]; %sinkt 中的系数
v1=[1 0 ((40*pi)^2)]; %频谱方程系数
c1=tf(n1,v1);
n2=[24*pi]; %sinkt 中的系数
v2=[1 0 ((24*pi)^2)]; %频谱方程系数
c2=tf(n2,v2);
c=c1+c2;%整个系统的模型建立
```


`nyquist(c); %奈奎斯特频率图`

4.3.2 仿真图像

系统的奈奎斯特频率的图像如图 16:

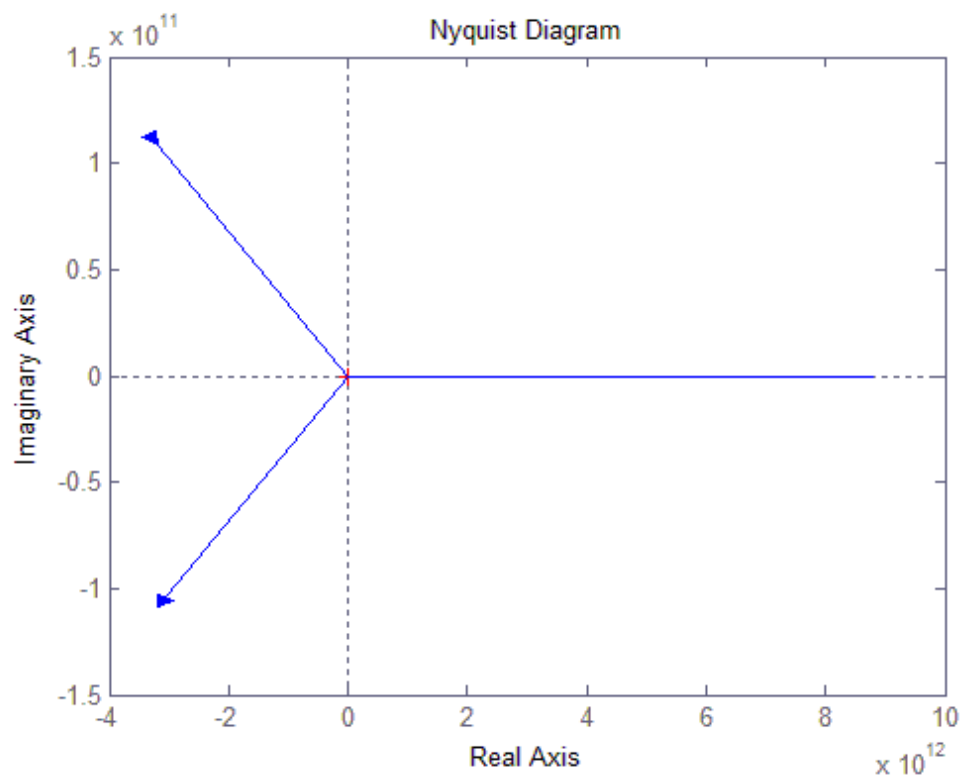


图 16 连续时间系统的奈奎斯特频率图

4.4 报告总结

本次实验花费时间大约为 1 小时，主要是 `nyquist` 函数的操作不当，不理解调用函数之前的各个步骤的必要性。因此在仿真程序的调试与修改的过程中花费了不少时间，我在发现程序的错误时查阅了 MATLAB 官方的相关文档内容，也在网上寻找相关材料，最后弄清楚了执行 `nyquist` 函数之前需要的预处理步骤和 `nyquist` 函数的调用方法和参数设置。通过这次实验，我对 `nyquist` 函数有了一个初步的了解，学会了运用这个函数来求简单系统的 `nyquist` 频率，学会了使用 MATLAB 求 `nyquist` 频率的方法和步骤。