

Matlab 仿真实验 1

实验目的:

- 了解连续时间信号的基本概念及其运算实现。
- 熟悉 Matlab 编程特点，建立对连续时间信号及其频谱的直观认识。

实验内容:

1. 产生并画出以下信号

(1) 单位冲激函数

$$\delta(t) = \lim_{\tau \rightarrow 0} \frac{1}{\tau} (u(t + \frac{\tau}{2}) - u(t - \frac{\tau}{2})) \quad (1)$$

```
1 %% Unit impulse signal
2 t = -5:0.01:5;
3 k = 1e-10;
4 y = 1/k .* (heaviside(t+k/2) - heaviside(t-k/2));
5 plot(t, y);
6 ylim([-2 2]);
```

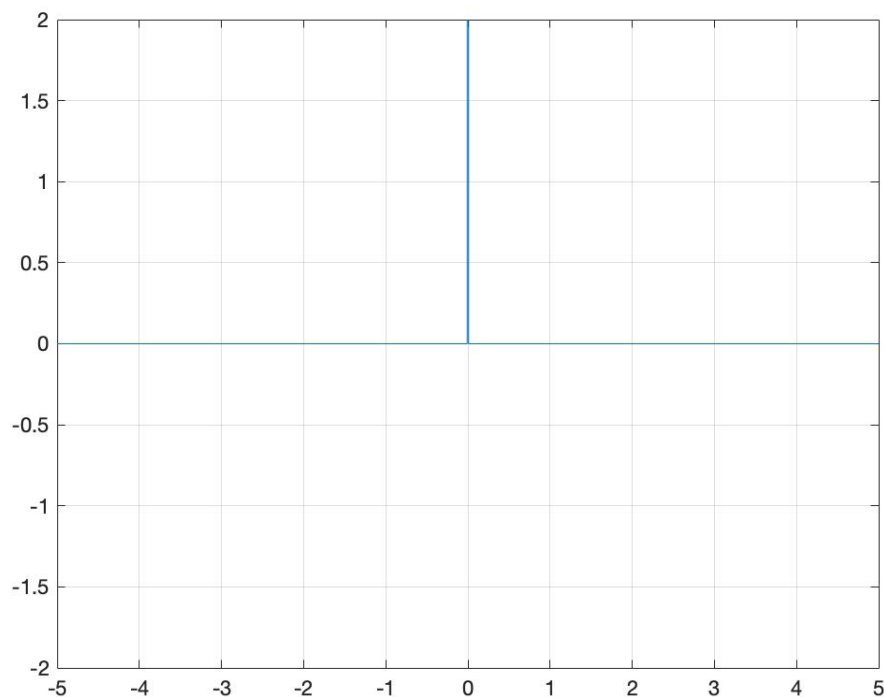


图 1: 单位冲激函数

(2) 单位阶跃函数

$$u(t) = \begin{cases} 1 & t > 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases} \quad (2)$$

```
1 %% Unit step function
2 t = -5:0.01:5;
3 y = stepfun(t, 0);
4 plot(t, y);
5 ylim([-2 2]);
```

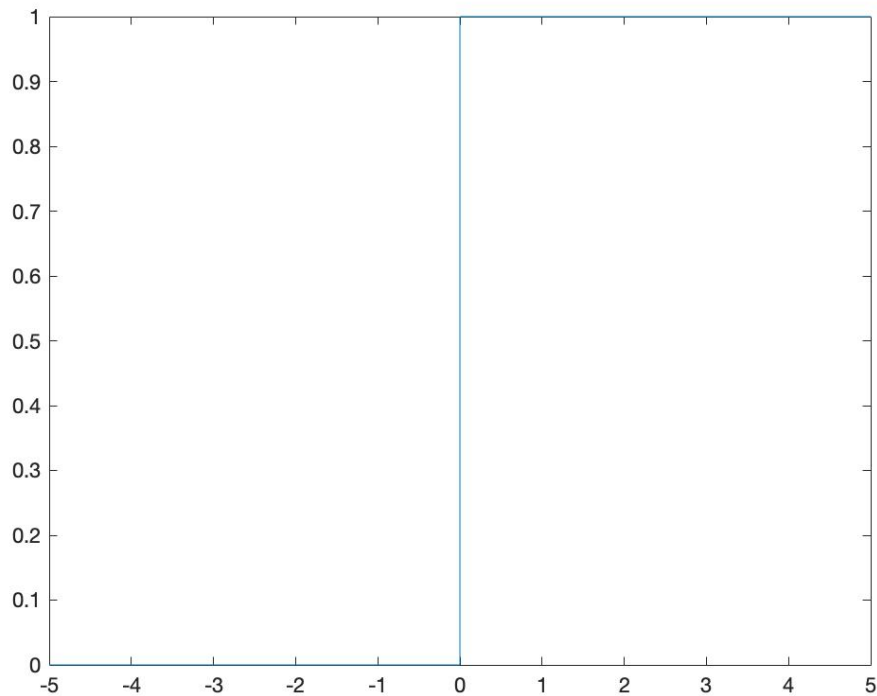


图 2: 单位阶跃函数

(3) 正弦信号

$$y = \sin t \quad (3)$$

```
1 %% sinusoidal signal
2 t = -5:0.01:5;
3 y = sin(t);
4 plot(t, y);
5 ylim([-2 2]);
```

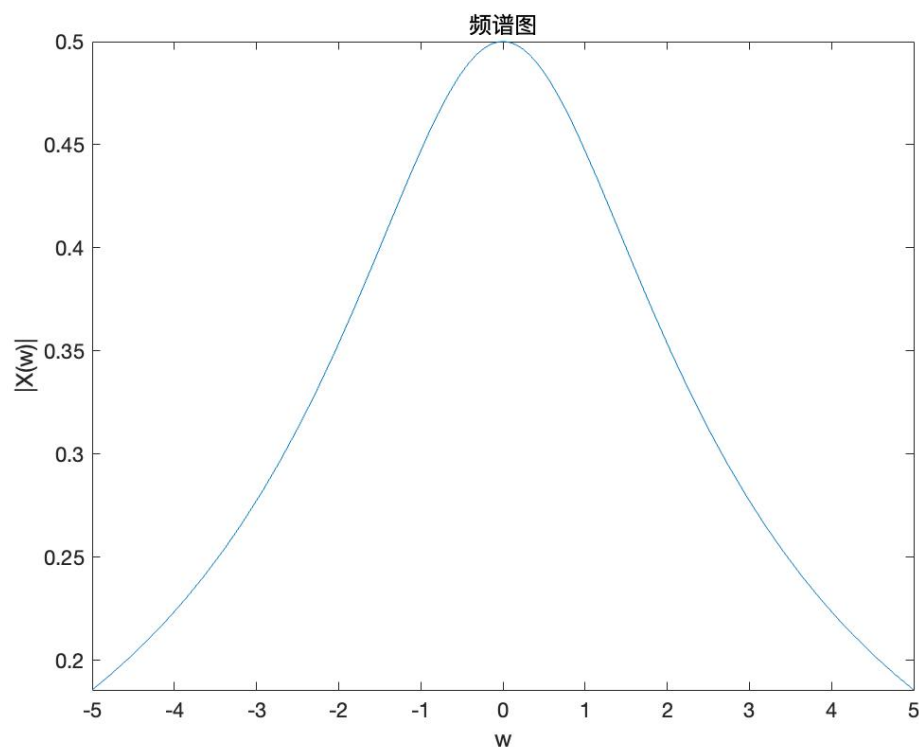


图 3: 正弦信号

(4) $[-2, 2]$ 区间内的指数信号 e^{-2t}

$$y = e^{-2t} \quad (4)$$

```
1 %% Exponential signal
2 t = -2:0.01:2;
3 y = exp(-2*t);
4 plot(t, y);
```

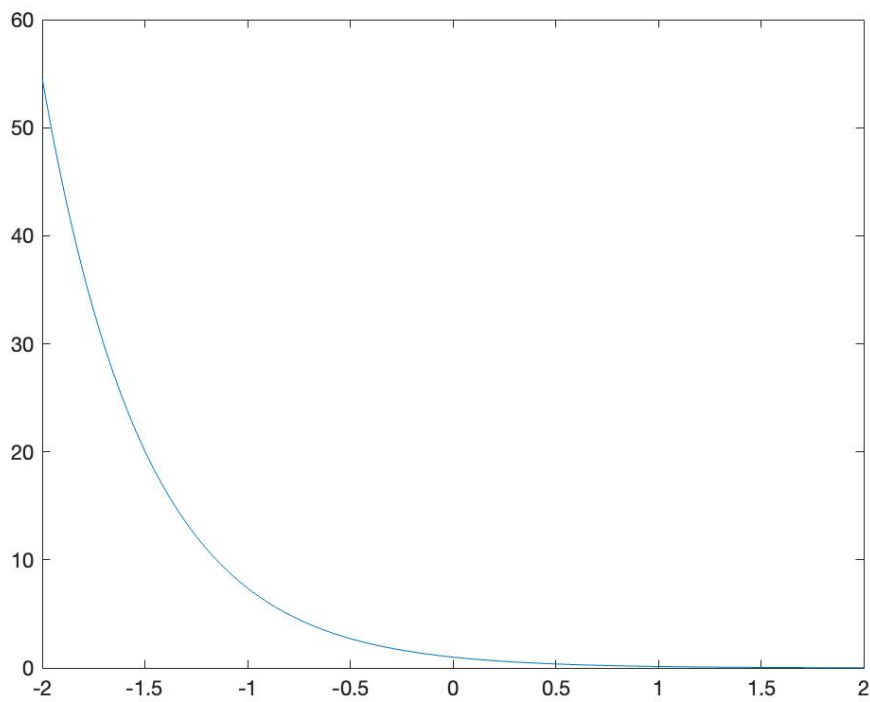


图 4: $[-2, 2]$ 区间内的指数信号 e^{-2t}

(5) 周期三角波和锯齿波

```
1 %% Periodic triangular wave
2 t = -5:0.01:5;
3 y = sawtooth(2*pi*t, 0.5);
4 plot(t, y);
5 ylim([-2 2]);
6
7 %% Periodic sawtooth wave
8 t = -5:0.01:5;
9 y = sawtooth(2*pi*t, 1);
10 plot(t, y);
11 ylim([-2 2]);
```

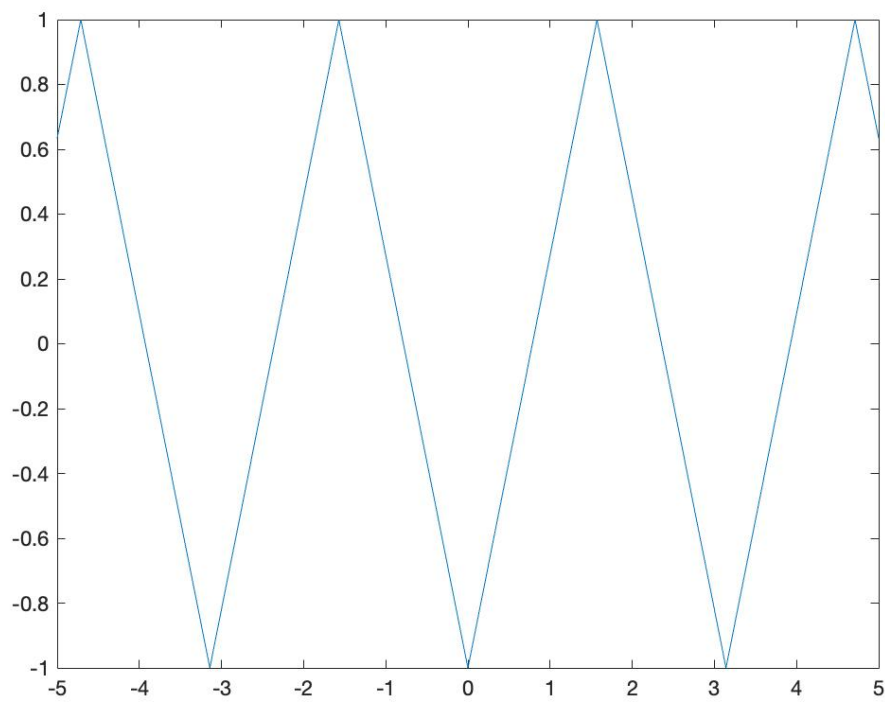


图 5: 周期三角波

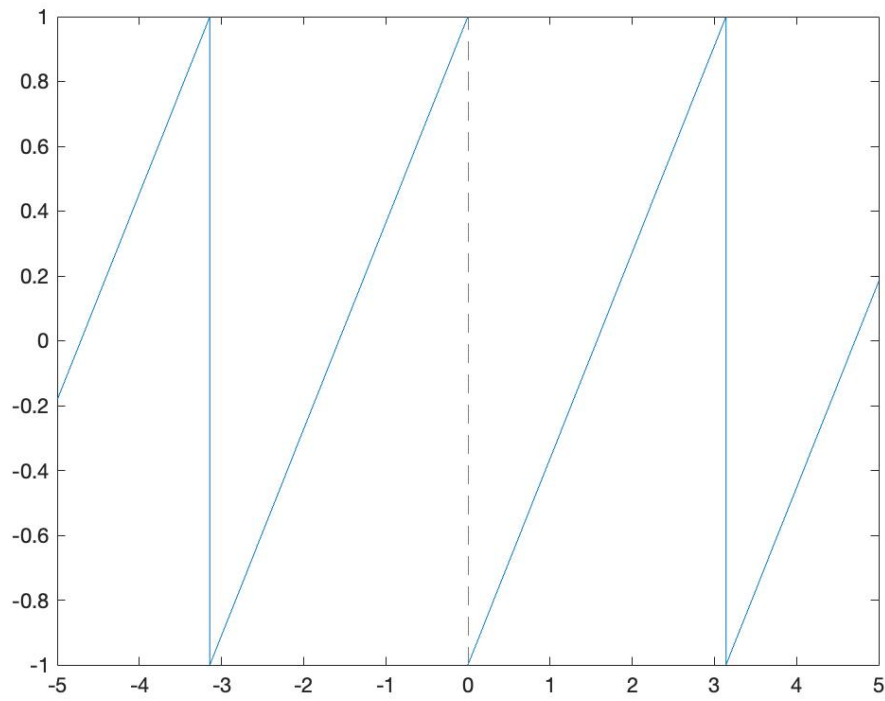


图 6: 周期锯齿波

(6) 周期方波

```
1 %% Periodic square wave
2 t = -5:0.01:5;
3 y = square(2*pi*t);
4 plot(t,y);
5 ylim([-2 2]);
```

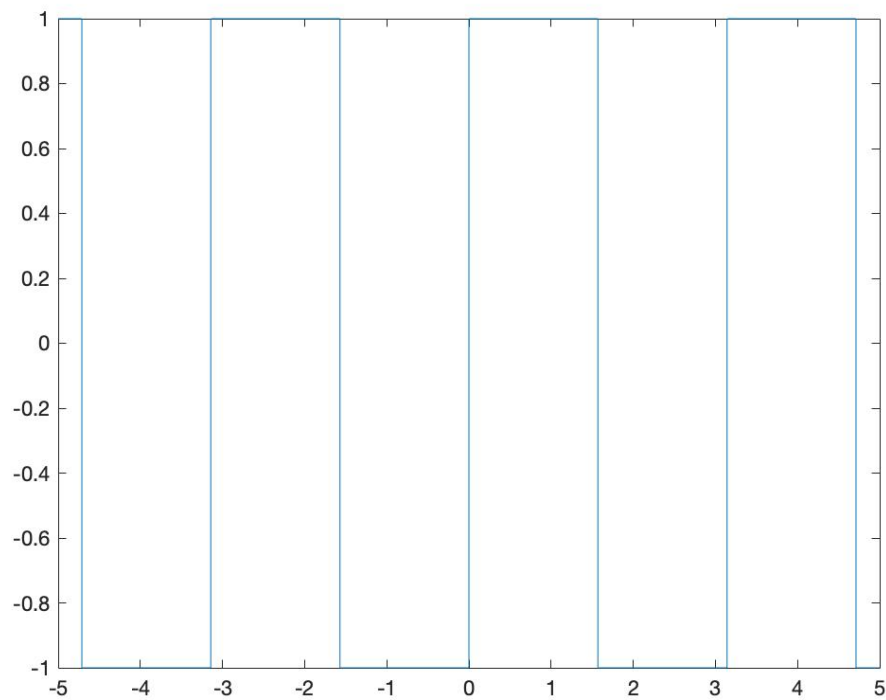
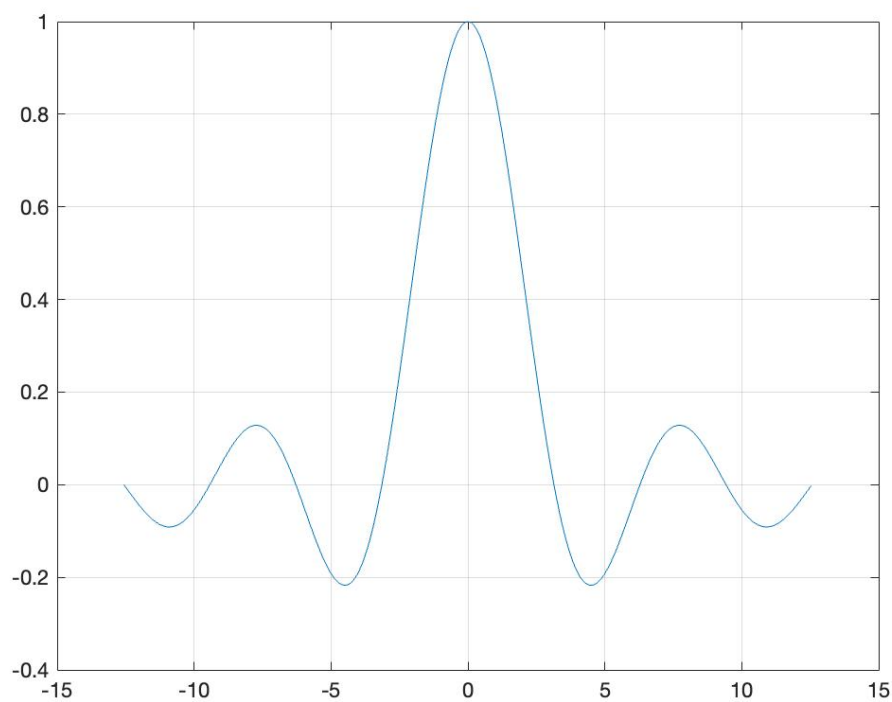


图 7: 周期方波

(7) $[-4\pi, 4\pi]$ 区间内的采样信号 $Sa(t)$

```
1 %% Sampling signal Sa(t)
2 t = -4*pi:0.01:4*pi;
3 y = sin(t) ./ t;
4 plot(t,y);
```

图 8: $[-4\pi, 4\pi]$ 区间内的采样信号 $Sa(t)$

2. 已知信号

$$\begin{cases} 0.25(t+4) & -4 < t < 0 \\ 1 & 0 < t < 2 \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (5)$$

用尺度变换法分步画出 $x(-2t+4)$ 的波形图。

翻转 + 时间轴展缩平移 + 平移，运算过程如图所示，即：

$$x(t) \rightarrow x(-2t) \rightarrow x[-2(t-2)] = x(-2t+4) \quad (6)$$

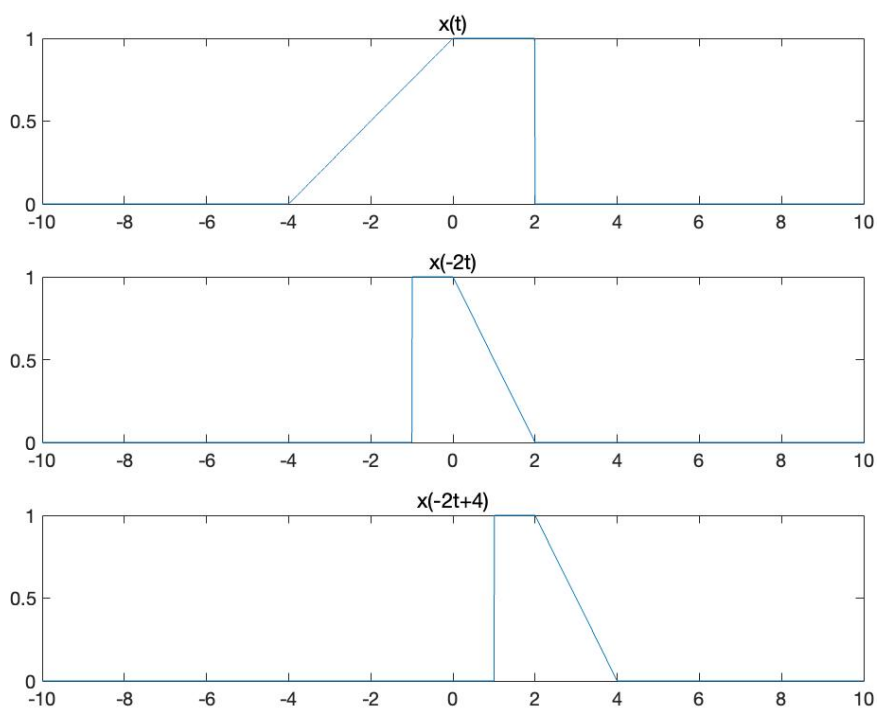


图 9: 变换过程

3. 求信号 $x(t) = e^{-2t}$ 的傅立叶变换并画出频谱图。

由于 $x(t)$ 不满足狄利赫里条件，应乘上一个单位阶跃函数。

$$x(t) = e^{-2t}u(t) \quad (7)$$

```

1 % problem 3
2 clc , clear
3 %% Fourier transform
4 syms t w;
5 X=fourier( exp(-2*t)*heaviside(t) )
6 fplot( abs(X) );

```

经过傅里叶变换得：

$$X(\omega) = \frac{1}{2 + \omega i} \quad (8)$$

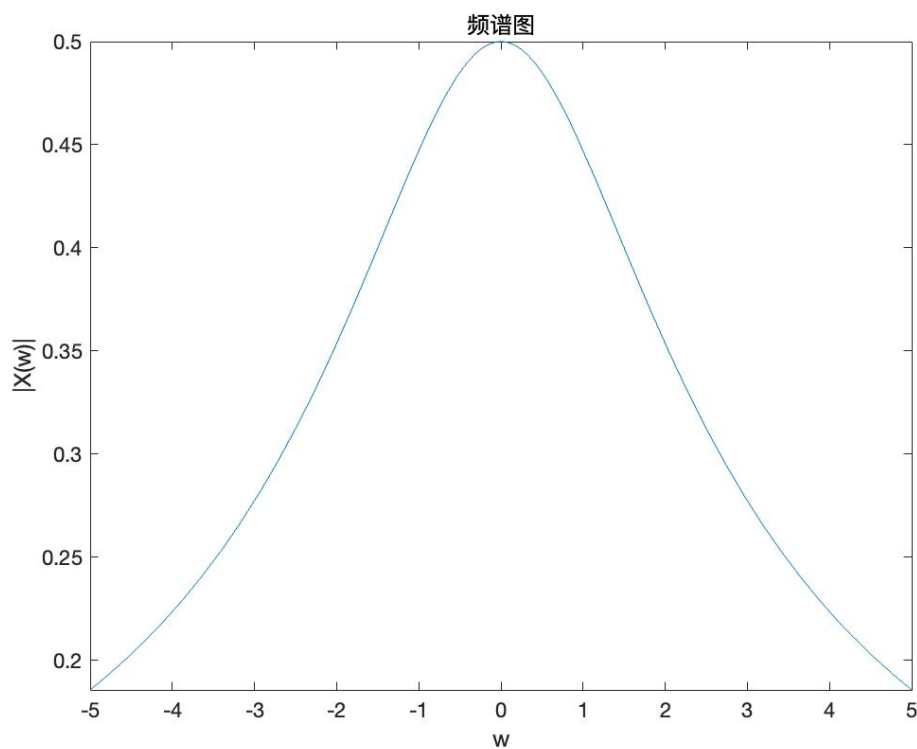


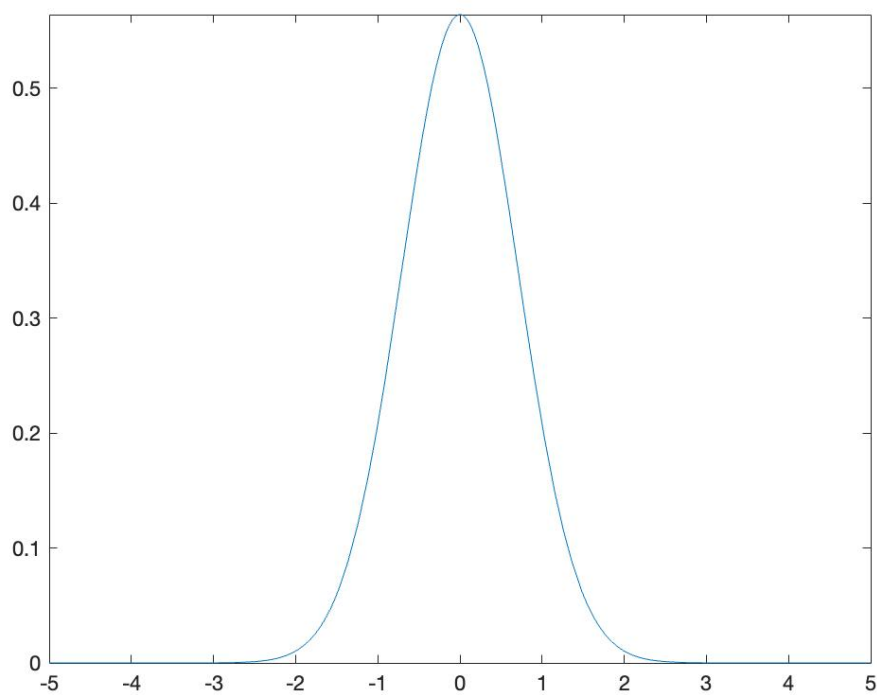
图 10: 频谱图

4. 求 $X(\omega) = e^{-\frac{\omega^2}{4}}$ 的傅立叶反变换 $x(t)$ 并画出波形图。

```
1 % problem 4
2 syms w;
3 xt=ifourier(exp(-w^2/4))
4 fplot(xt);
```

经过傅里叶逆变换得：

$$x(t) = \frac{e^{-x^2}}{\sqrt{\pi}} \quad (9)$$

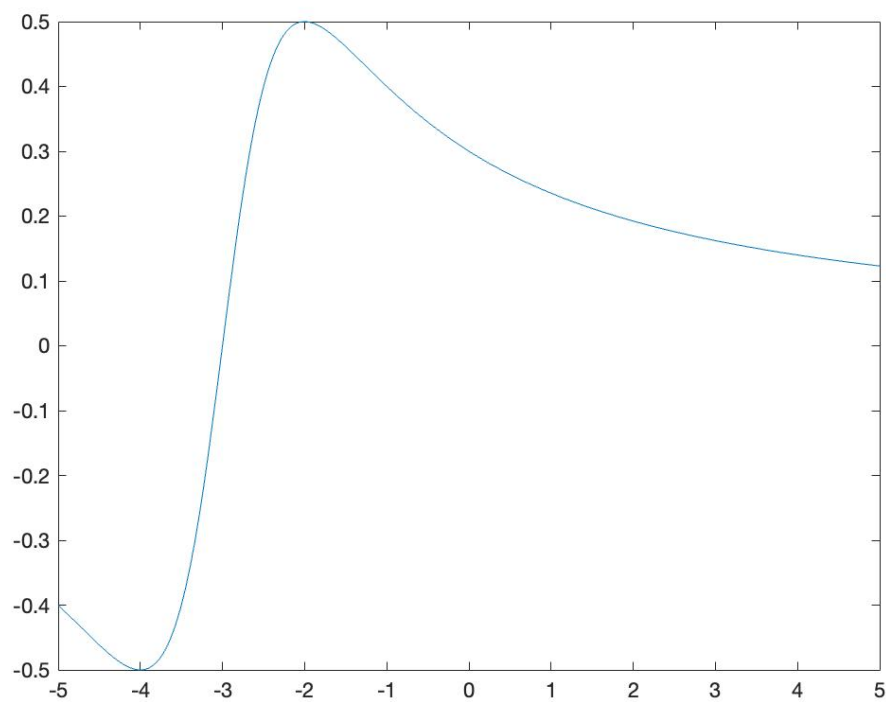
图 11: $x(t)$ 波形图

5. 求信号 $x(t) = e^{-3t}\cos(t)u(t)$ 的拉普拉斯变换。

```
1 % problem 5
2 syms t;
3 L=laplace(exp(-3*t)*cos(t)*heaviside(t))
4 fplot(L);
```

经过拉普拉斯变换得：

$$F(s) = \frac{s+3}{(s+3)^2+1} \quad (10)$$

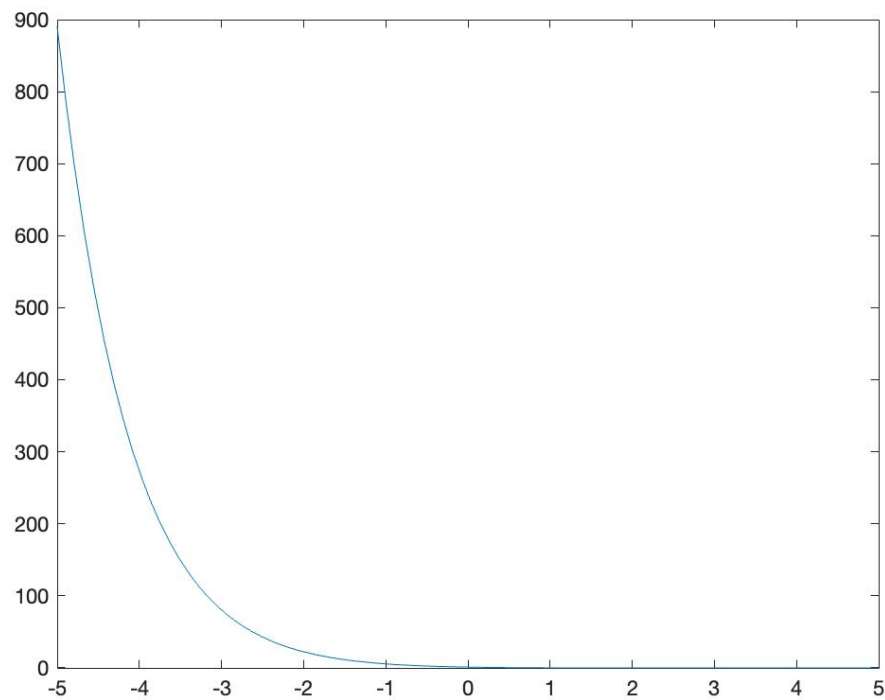
图 12: $F(s)$ 波形图

6. 求 $X(s) = \frac{s}{s^2+2s+1}$ 的拉普拉斯反变换。

```
1 % problem 6
2 syms s;
3 x=ilaplace(s/(s^2+2*s+1))
4 fplot(x);
```

经过拉普拉斯反变换得：

$$x(t) = e^{-t} - te^{-t} \quad (11)$$

图 13: $x(t)$ 波形图

7. 求任意三角波的微分和积分运算并画出波形图。

```
1 % problem 7
2 clc , clear
3 %% Primitive function
4 step=0.001;
5 t=-10:step:10;
6 x=@(t)(sawtooth(t,0.5));
7 x_i=zeros(size(t));
8 subplot(3,1,1);
9 plot(t,x(t));
10
11 %% Integral operation
12 for i=1:size(t,2)
13     x_i(i)=integral(x,-10,t(i));
14 end
15 subplot(3,1,2);
16 plot(t,x_i)
17
```

```
18 %% Differential operation
19 x_dt=diff(x(t))./step;
20 subplot(3,1,3);
21 plot(t(2:end),x_dt)
```

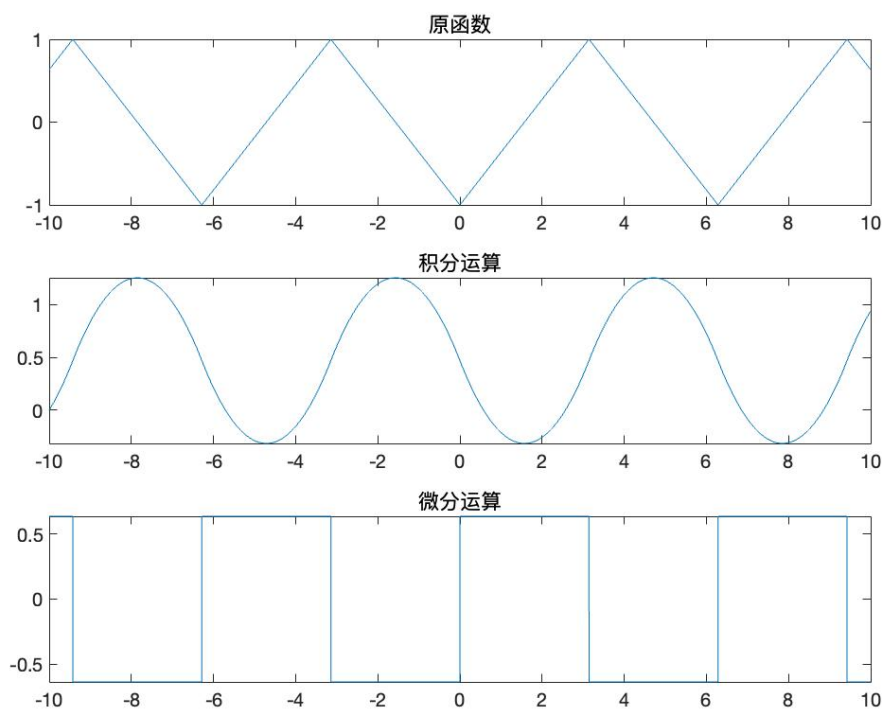


图 14: 运行结果

小结:

通过本次实验,我了解了连续时间信号的基本概念及其运算实现,熟悉了 Matlab 编程特点,建立了对连续时间信号及其频谱的直观认识。在本次实验中,我一开始只会用向量形式离散地表示一个函数,后来听了老师的直播后发现可以用 `fplot()` 和 `ezplot()` 函数自动地绘制出函数曲线。同时,在第二问用尺度变换法求波形图时,我学会了分段函数的一种新的表示方法,即用逻辑值与该段函数值相乘再求和。同时,我学会了用 `subplot()` 函数将多个图像显示在一张图中,大大提升了清晰度,简化了表达。

在最后一问求任意三角波的微分和积分运算并画出波形图中,我发现 `sawtooth()` 函数无法将 `syms` 类型连续变量当做自变量,后来我使用离散向量形式,成功画出了积分和微分运算图。

总的来说,经过了本次实验,我对上课所学知识有了更深层次的理解,初步学会了 Matlab 的基本操作,为日后学习打下了坚实的基础。