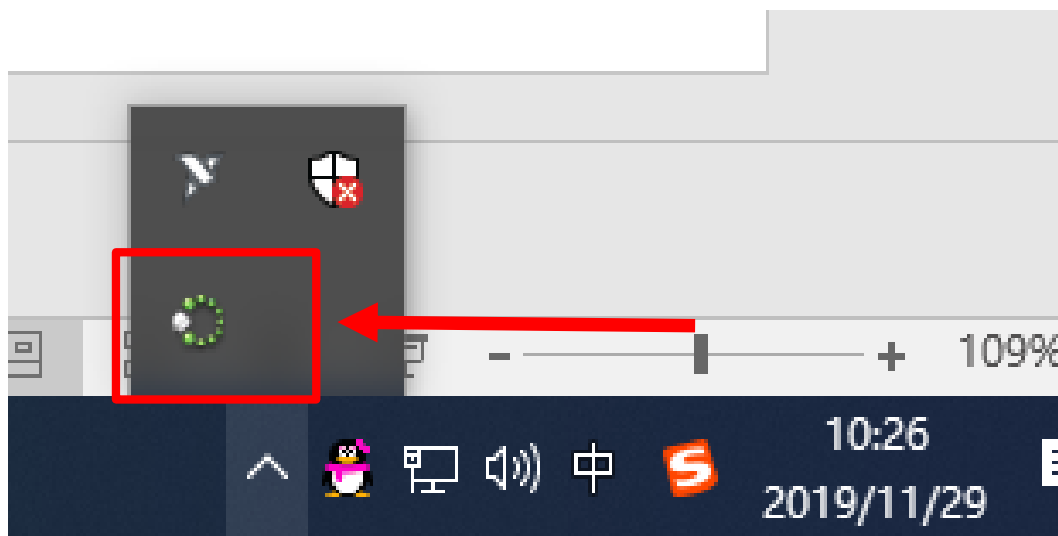


不要重启计算机！！

- 按签到表序号入座
- 严禁在实验室内饮食
- 文件在C:\联想 LanSchool Files

(or右键点击



上网认证地址：10.248.98.2



实验14

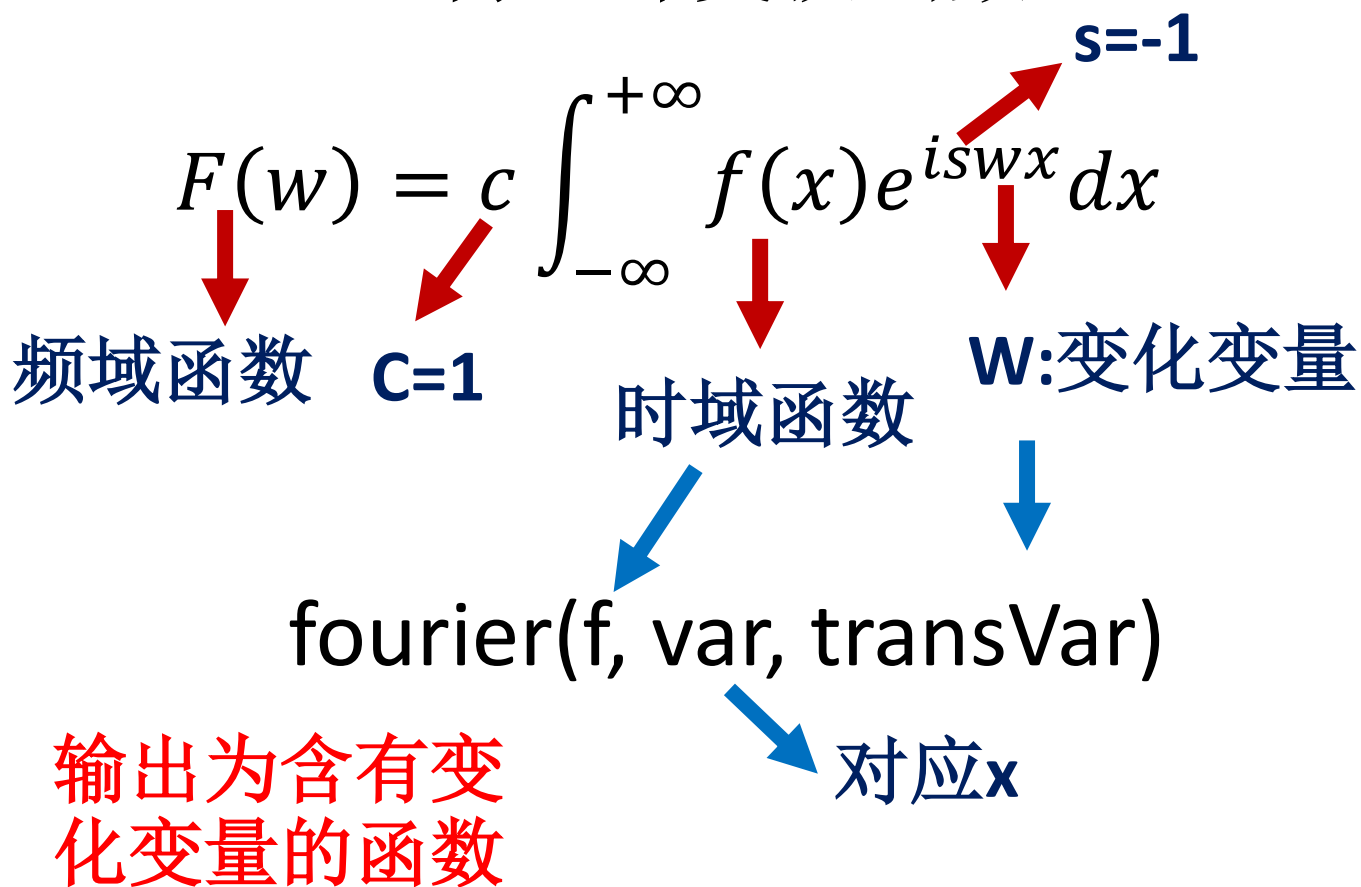
傅里叶变换的MATLAB求解

The Experiment of Signal and System

实验14用到的函数：

- Fourier和fft介绍

A: fourier: 傅里叶变换函数



实验14用到的函数：

比如：

```
syms x y  
f = exp(-x^2);  
fourier(f, x, y)
```

如没指名变量，x为默认

```
syms x t y  
f = exp(-x^2)*exp(-t^2);  
fourier(f, y)
```

ans =

$\pi^{1/2} \exp(-y^2/4)$

ans =

$\pi^{1/2} \exp(-t^2) \exp(-y^2/4)$

如没变化变量，w为默认

```
fourier(f)
```

ans =

$\pi^{1/2} \exp(-t^2) \exp(-w^2/4)$

实验14用到的函数：

FFT：离散傅里叶变换

$$Y(k) = \sum_{j=1}^N x(j) e^{-2\pi i(j-1)(k-1)/N} \rightarrow \mathbf{N可调节}$$



离散频
域向量



离散时
域向量

比如：

$x=[1+i \ 1-i \ -2+3i \ -4-5i]$

$y = \text{fft}(x)$

$y =$

FFT和fourier区别：

$-4 - 2i \quad 7 - 7i \quad 2 + 10i \quad -1 + 3i$

fourier：产生傅里叶变换函数（含变量、连续）。

FFT：产生离散傅里叶变换数值。

实验14用到的函数：

- **plot** 和 **fplot** 介绍

fplot (f):画出函数 f 在 变量处于 $[-5\ 5]$ 之间的值（时域函数有时候显示不全，这时可用plot）

fplot (f, xinterval):画出函数 f 在 变量处于 $[xmin\ xmax]$ 之间的值

如：画出 $\sin(x)$ 在 x 处于 $[-5\ 5]$ 之间的图

fplot(@ (x) sin(x))（输入是函数和变量）

如：画出 $\sin(x)$ 在 x 处于 $[0\ 3]$ 之间的图

fplot(@ (x) sin(x), [0, 3])

plot (x ,y):画出向量 y 在 x 轴对应的值

如： $x=0:\pi/100:2*\pi$; $y=\sin(x)$;

plot(x, y)（输入是数值）

实验14用到的函数：

- **heaviside 工具介绍**

画阶跃函数一个重要工具：

$$\text{heaviside}(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 0.5, & x = 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$$

如： `syms x`

`fplot(heaviside(x), [-2, 2])`

`fplot(heaviside(x-1), [-2, 2])`

- **integral 和 int 工具介绍**

`integral` 数值积分： `integral(fun, xmin, xmax)`

fun：构造函数和变量； **xmin**和**xmax**：积分范围

如：函数 $g(x) = e^{-x^2}(\ln x)^2$ ， x 从0到1的积分

`fun = @(x) exp(-x.^2) .* log(x).^2; %创建x变量函数`

`q = integral(fun, 0, 1)` 结果： 1.9331

实验14用到的函数：

int: symbolic expression

可以把函数积分后的公式显示出来，包括有限和无限积分(复数也容易积分)

int(expr, var): 计算函数**expr** 在 **var** 无限积分后的公式

int(expr, var, a, b): 计算函数**f** 在 **x=a** 和 **x=b**之间的积分数值

如：函数 $g(x) = \int \frac{-2x}{(1+x^2)^2} dx$

输入：syms x

int(-2*x/(1 + x^2)^2)

返回：1/(x^2+1)

如：

输入：syms x

int(x*log(1+x), 0, 1)

返回：1/4

实验14题目1：

1、在 $-5 \leq t \leq 5$ 时间范围内，画出双边指数信号
 $f_1(t) = e^{-|t|}$ 的时域波形；并对信号做傅里叶变换，在
频率区间 $-10 \leq \omega \leq 10$ 内画出信号频谱。

（提示：函数**fplot**可用于绘制表达式或函数）

实验14题目2:

2、一个三角脉冲信号表示为:

$$f_2(t) = \begin{cases} E \left(1 - \frac{2|t|}{\tau} \right) & |t| \leq \frac{\tau}{2} \\ 0 & |t| > \frac{\tau}{2} \end{cases}$$

其中, $E = 1$, $\tau = 1$ 。

请分别使用三种方法绘制三角脉冲信号在频率区间 $-50 \leq \omega \leq 50$ 的频谱。

- (1) **数值方法**近似计算三角脉冲的频谱。
- (2) 根据卷积定理, 通过计算矩形脉冲的频谱, 得到三角脉冲的频谱。
- (3) 三角脉冲信号的理论计算值。

实验14题目2:

(1) 数值方法近似计算三角脉冲的频谱。

思路:

- a) 构造时域三角脉冲函数。
- b) 根据傅里叶变换公式，把三角脉冲函数通过变量 t 积分，构造傅里叶变换后的频谱公式。
- c) 由频谱公式得到频谱曲线。

实验14题目2:

(2) 根据卷积定理，通过计算矩形脉冲的频谱，得到三角脉冲的频谱。

思路:

- a) 三角脉冲函数等效于两个同样的矩形脉冲卷积。
- b) 时域卷积等效于频域相乘，三角脉冲频谱为矩形脉冲频谱的乘积。

实验14题目2:

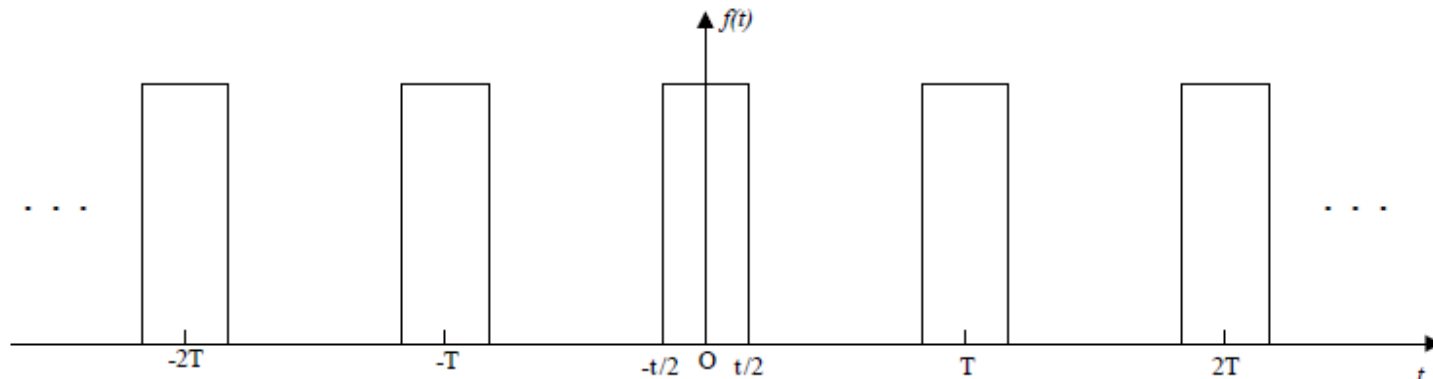
(3) 三角脉冲信号的理论计算值。

思路:

- a) 直接算出三角脉冲函数频谱公式（即实验准备第2题）。
- b) 根据频谱公式画出频谱曲线。

实验14题目3:

3、（附件有参考程序）如图所示， $f(t)$ 为周期矩形脉冲信号。要求：



- 1、采用三角函数形式对图中的周期矩形脉冲信号进行傅里叶级数分解，写出分解表达公式。
- 2、根据表中给出的幅度频谱和相位频谱的计算公式，使用Matlab编程周期为10、信号宽度为1、谐波次数为30信号的幅度频谱和相位频谱，并绘制其幅度频谱和相位频谱。
- 3、改变周期矩形脉冲信号宽度和矩形脉冲信号周期，并绘制其图，观察和分析信号周期和宽度对信号频域特性的影响：
 - 1.信号周期10，信号宽度2。
 - 2.信号周期5，信号宽度1。