

## 通訊原理與實驗 LAB 01：訊號波形

1. 實驗目的：本實驗簡介如何使用軟體 matlab，產生訊號波形與其相關運作。

2. 實驗內容：

善用軟體 matlab 之函數、指令與結構如 `tripuls()`, `plot()`, `xlabel()`, `ylabel()`, `title()`, `legend()`, `xlim()`, `ylim()`, `max()`, `min()`, `zeros()`, `pause`, `for end`, `if end` 等，實現三角波形與漲縮、平移、鏡射等運算。函數(式)、指令與結構等如何使用及說明，請於 Command Window 使用 `doc`，如 `doc plot` 等




The screenshot shows the MATLAB Command Window and the documentation for the `plot` function. The Command Window displays the command `>> doc plot` and a cursor. The documentation page for `plot` is shown, including the search bar, navigation tabs (MATLAB, Graphics, 2-D and 3-D Plots, Line Plots), the function name `plot`, the description "2-D line plot", and the syntax section. The syntax section lists several ways to use the `plot` function, including `plot(X,Y)`, `plot(X,Y,LineSpec)`, `plot(X1,Y1,...,Xn,Yn)`, `plot(X1,Y1,LineSpec1,...,Xn,Yn,LineSpecn)`, `plot(Y)`, `plot(Y,LineSpec)`, `plot( ___,Name,Value)`, `plot(axes_handle, ___)`, and `h = plot( ___)`.

Command Window

 New to MATLAB? Watch this [Video](#), see [Examples](#), or read [Getting Started](#).

```
>> doc plot
fx >> |
```

Search Documentation

 **MATLAB** Graphics 2-D and 3-D Plots Line Plots

**plot**  
2-D line plot

**Syntax**

```
plot(X,Y)
plot(X,Y,LineSpec)
plot(X1,Y1,...,Xn,Yn)
plot(X1,Y1,LineSpec1,...,Xn,Yn,LineSpecn)

plot(Y)
plot(Y,LineSpec)

plot( ___,Name,Value)
plot(axes_handle, ___)

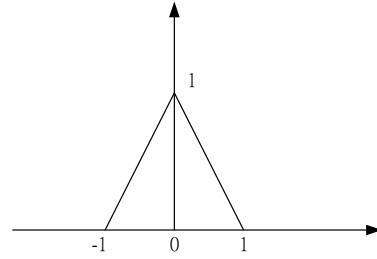
h = plot( ___)

```

以下補充說明原教材(武維疆，通訊系統與原理，蒼海書局)第 101 ~ 104 頁例題，

- 漲縮

$$x(t) = \begin{cases} 1 - |t|, & -1 \leq t \leq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

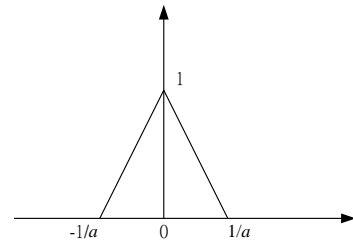


$$x(t) = x\left(a * \frac{1}{a}t\right) = \begin{cases} 1 - \left|a * \frac{1}{a}t\right|, & -1 \leq a * \frac{1}{a}t \leq 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

令  $t_1 = \frac{1}{a}t$ ,

$$x(t) = x(a * t_1) = \begin{cases} 1 - |a * t_1|, & -1 \leq a * t_1 \leq 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

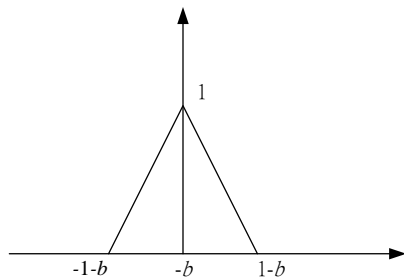
$$y(t_1) = x(at_1) = \begin{cases} 1 - |at_1|, & -1/a \leq t_1 \leq 1/a \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$



同理可證

- 位移

$$y(t_1) = x(t_1 + b) = \begin{cases} 1 - |t_1 + b|, & -1 - b \leq t_1 \leq 1 - b \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$



- 鏡射

$$y(t_1) = x(-t_1) = \begin{cases} 1 - |t_1|, & -1 \leq t_1 \leq 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

程式：本實驗相關程式 triangle\_wave.m 及 linear\_combine\_wave.m 如下：

程式 triangle\_wave.m

```
%
% 實驗目的：顯示訊號之基本運算，包含漲縮(Signal Stretch and Compression)、
% 平移(shift)、鏡射(Reflection)及其線性組合等

clear; %清除所有資料如變數圖型等
fs = 10e3; %10kHz 取樣頻率
t = -.1:1/fs:0.1; %產生200 ms之時間點，每點間隔為 1/10kHz，共有2001時間點
w = 40e-3; % 脈波間距 = 40 ms
x = tripuls(t,w); %產生三角波(-0.1 ~ 0.1，脈波間距 = 40 ms)
plot(t,x);
xlabel('時間'); % x 軸說明
ylabel('數值'); % y 軸說明
title('訊號圖'); % 圖上方說明
legend('三角波形'); %圖內說明;
pause; %暫停
```

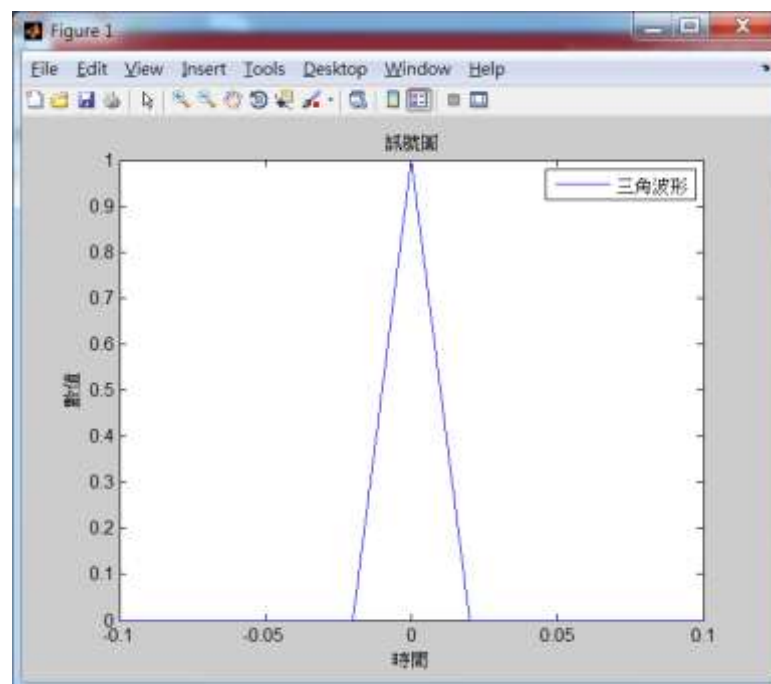


圖 1-1

```

%訊號漲縮
a = 0.6;
y = tripuls(t,w/a); %  $y(t) = x(at)$ 
plot(t,y);
xlabel('時間');
ylabel('數值');
title('漲縮訊號圖');
legend('y(t)=x(0.6t)');
pause;

```

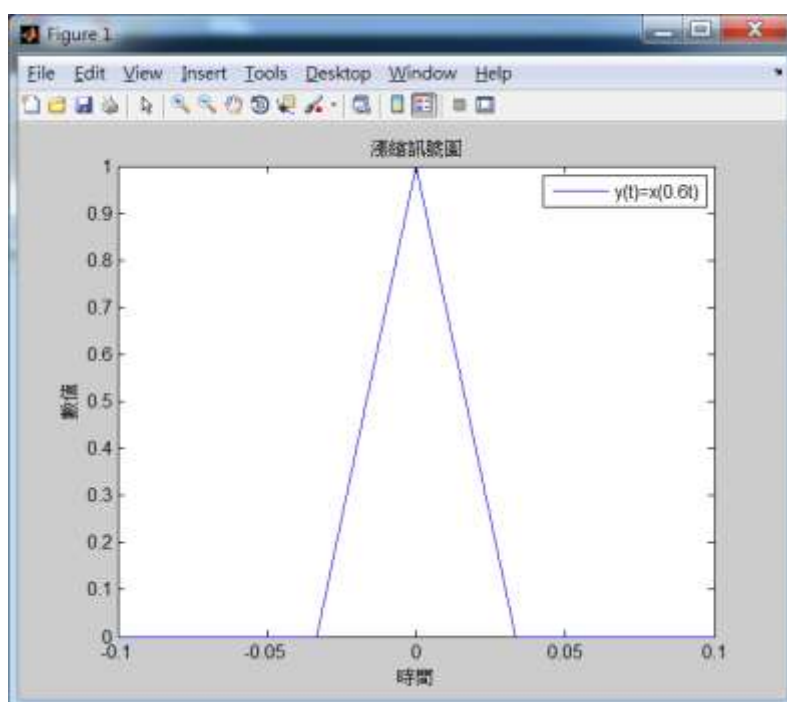


圖 1-2

```

%平移
b = 2;
t1 = t-b; %  $y(t) = x(t+b)$ 
y1 = x;
plot(t1,y1);
xlabel('時間');
ylabel('數值');
title('平移訊號圖');
legend('y(t)=x(t+2)');
xlim([min(t1), max(t1)]);
pause;

```

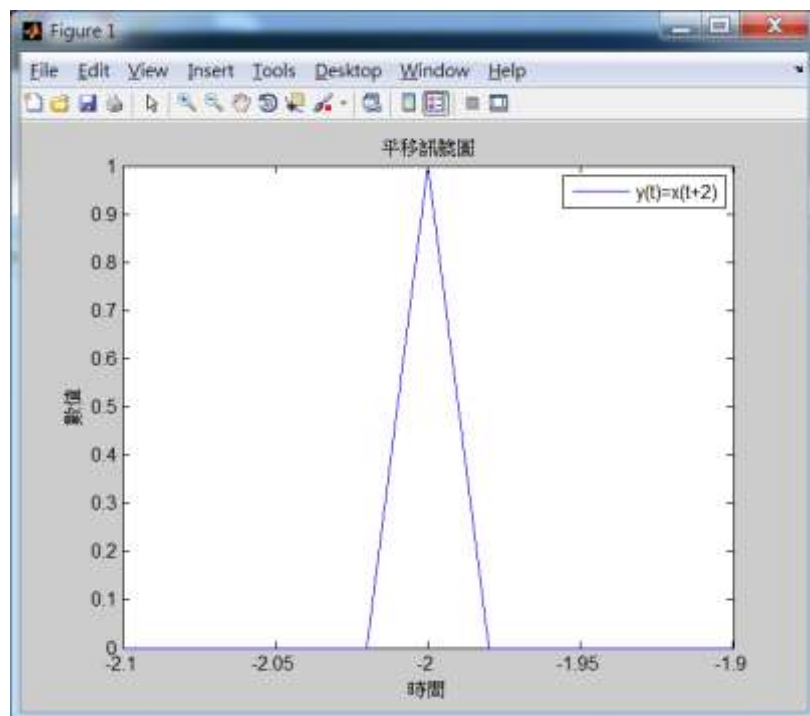


圖 1-3

```

%鏡射
s = 1; % 歪斜率(skew),  $-1 \leq s \leq 1$ 
x1 = tripuls(t,w,s);
subplot(2,1,1) %印上圖
plot(t,x1);
xlabel('時間');
ylabel('數值');
title('原訊號圖');
legend('x(t)');
d = max(size(t)); %找出時間 t 的長度
y2 = zeros(size(x));
for i=1:d
    y2(i) = x1(1+d-i); % 前後對調
end
subplot(2,1,2) %印下圖
plot(t,y2);
xlabel('時間');
ylabel('數值');
title('鏡射訊號圖');
legend('y = x(-t)');

```

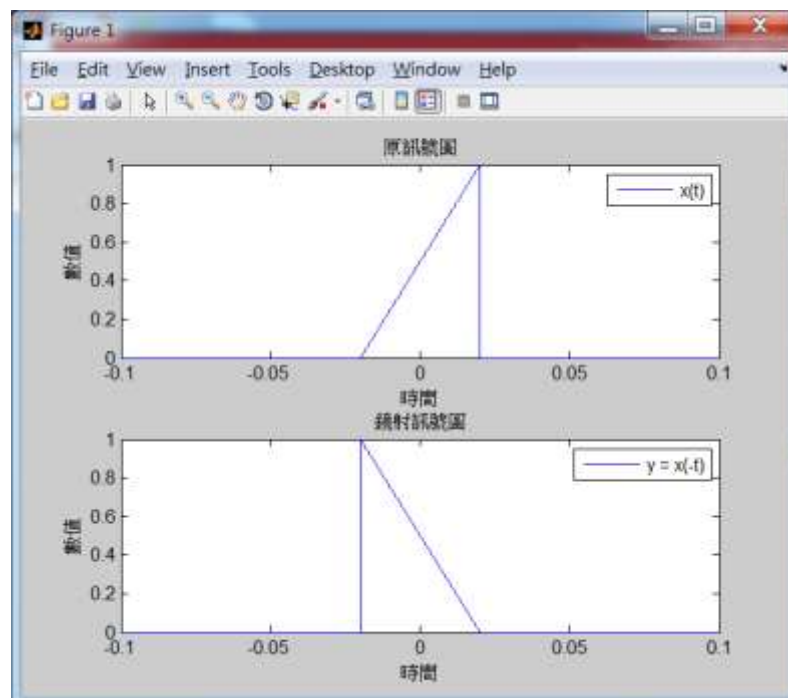


圖 1-4

● 程式 linear\_combine\_wave.m

訊號  $x(t)$  數學表示如下：

$$x(t) = \begin{cases} t + 2, & -2 \leq t \leq 0 \\ 2, & 0 < t \leq 1 \\ 2 + 2 \cos(0.5\pi t), & 1 < t \leq 3 \\ 2, & 3 < t \leq 4 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

```
%線性組合
clear;
%fs = 10e3; %10kHz 取樣頻率
fs = 100;
i = 1;
for t = -3:1/fs:5
    if (t >=-2) && (t <= 0)
        x(i) = t+2;
    elseif (t>0) && (t<= 1)
        x(i) = 2;
    elseif (t>1) && (t<= 3)
        x(i) = 2+2*cos(0.5*pi*t);
    elseif (t>3) && (t<= 4)
        x(i) = 2;
    else x(i) = 0;
    end
    i = i+1;
end
t = -3:1/fs:5;
plot(t,x);
xlabel('時間'); % x 軸說明
ylabel('數值'); % y 軸說明
title('訊號圖'); %; 圖上方說明
legend('線性組合'); %圖內說明;
ylim([0,3]); %改變y軸上顯示之範圍
```

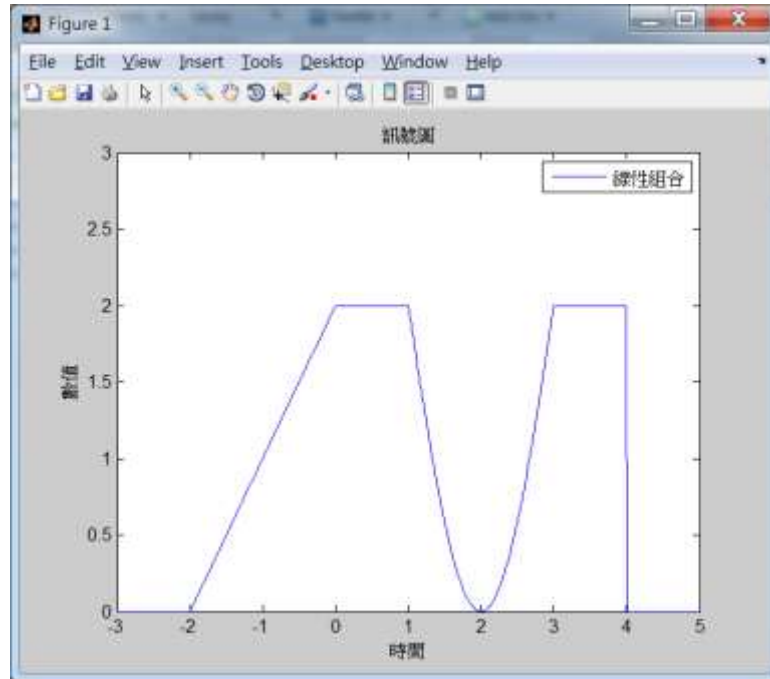


圖 1-5

3. 作業：

- (1) 請依據程式 linear\_combine\_wave.m 之訊號  $x(t)$ ，製作  $y(t) = x(5t - 10) - 2$  之訊號波形。(參考附錄)
- (2) 請依據以下圖 1-6 非週期性正弦波之組合訊號，其數學表示法  $x(t)$ 為何。

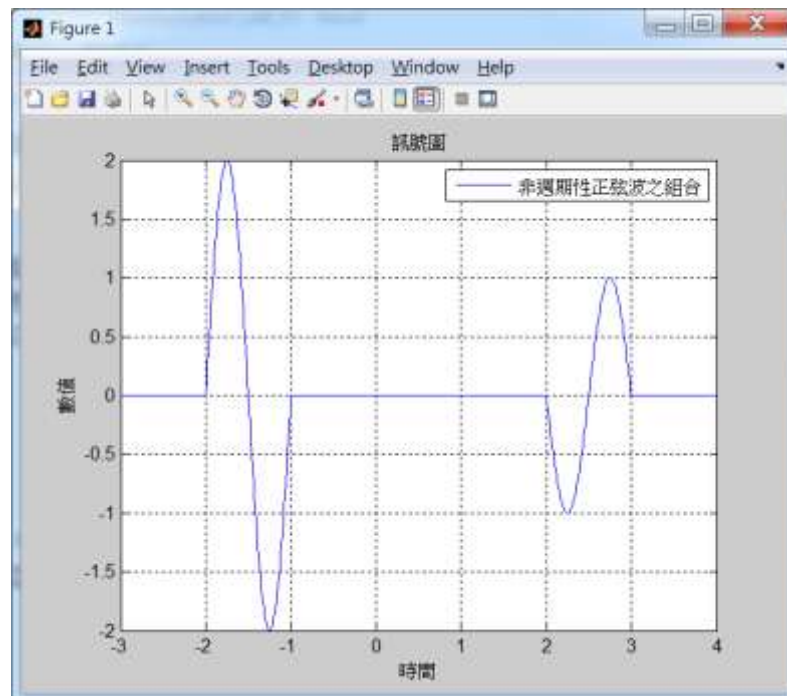


圖 1-6



- (3) **挑戰題**：請依據程式 linear\_combine\_wave.m 之訊號  $x(t)$ ，製作  $y(t) = x(2t^2)$  之訊號波形。
- (4) **反思題**：matlab 現有函數(式) tripuls 產生三角波形，若不使用該函數(式) 請自行編寫程式產生所要的波形 (以上述例題三角波形為例)。

## 附錄

作業 (1) :  $y(t) = x(5t - 10) - 2$  之訊號波形為

$$y(t) = x(5t - 10) - 2 = \begin{cases} 5t - 10, & \frac{8}{5} \leq t \leq 2 \\ 0, & 2 < t \leq \frac{11}{5} \\ -2 \cos(2.5\pi t), & \frac{11}{5} < t \leq \frac{13}{5} \\ 0, & \frac{13}{5} < t \leq \frac{14}{5} \\ -2, & \text{otherwise} \end{cases}$$

