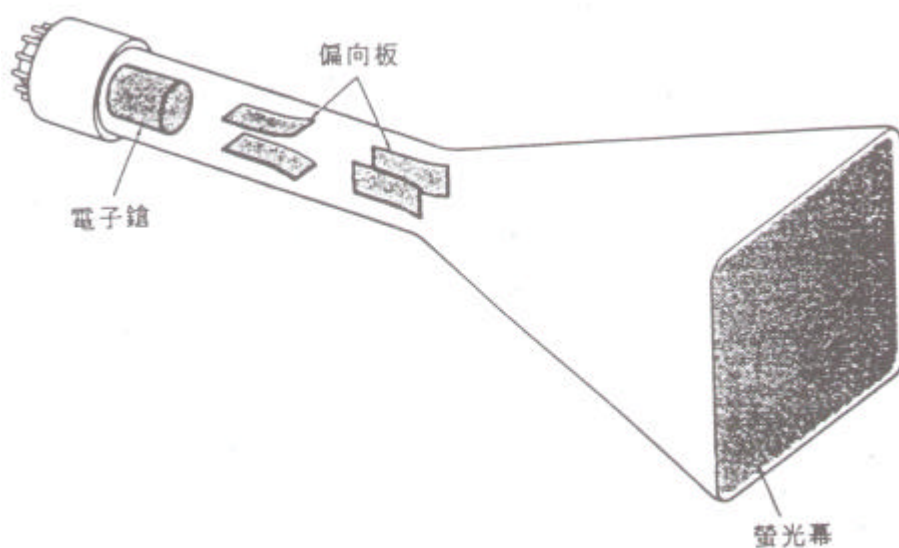


目的

熟悉示波器的使用方法，並運用載電壓，頻率，相位，以及 Lissajous 圖形法的測量。

原理

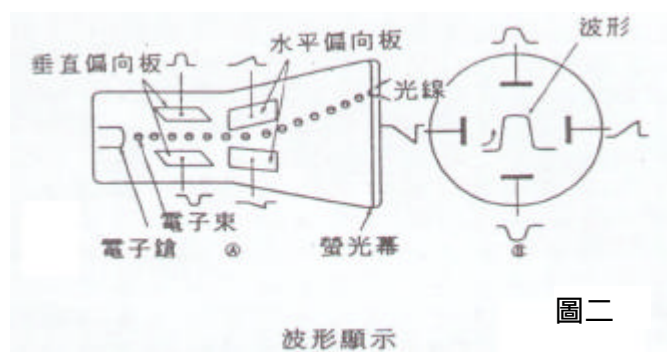
示波器的產生，源自陰極射線管的發明。公元 1897 年，Braun 製造了陰極射線管，因此也有人稱之為布朗管(Braun tube)。陰極射線管的英文叫做 Cathode-Ray Tube，簡稱 CRT。CRT 主要利用點、線、面，及視覺暫留的原理而構成的。CRT 因為能從它的陰極產生電子，而將此電子射到管上螢光面而得名。電子射到螢光面產生光點。光點如果能夠移動，而且速度大於視覺暫留的時間，感覺上就能成線。使光點能水平移動靠的是水平偏向；而光點的垂直移動靠的是垂直偏向。電子移動的速度如果大於 1/16 秒，即無閃爍之感。因此，可將 CRT 大致分為電子鎗、偏向板及螢光幕等三個主要部分：



圖一

CRT 構造圖

一部簡單的示波器，如何顯示波形。如圖中所示，電子鎗射出電子，在垂



圖二

波形顯示

直板上加上近似的方波，水平板上加鋸齒波，通過這兩對偏向板上的電子受到偏向影響，最後再衝擊螢光幕，結果成為圖二所示的波形。

在這個實驗中，我們會使用到示波器及信號產生器，這兩種儀器的使用及說明請參考附錄 B、C。

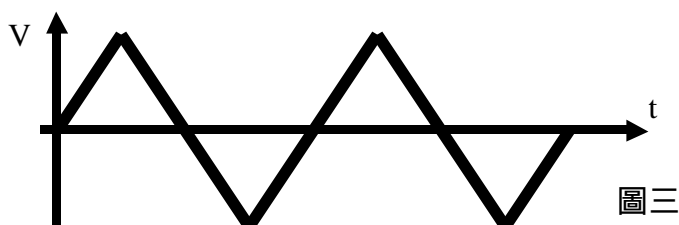
示波器是用來量測電壓訊號的儀器，而一般我們常聽到的訊號，有所謂的直流 (DC) 及交流 (AC) 訊號，簡單的說，直流訊號，就是與時間無相關的訊號，最常見的是一般乾電池所提供的電源，既然與時間無關可以表示成

$$V(t) = V_0 \quad \text{其中 } V_0 = \text{constant}$$

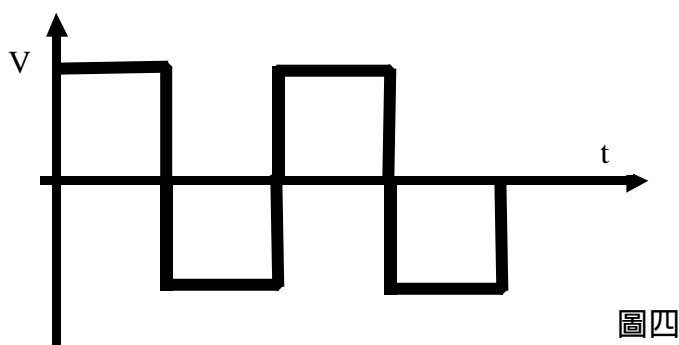
在示波器上，就是一條直線。

那麼訊號與時間有關，通稱為交流 (Alternating-Current) 訊號，而訊號因其與時間的關係不同，而有不同種類訊號，正弦 (Sinusoidal) 訊號是最常用的，其電壓與時間關係為 $V(t) = A \sin(2\pi ft)$ 其中 A 為振幅，f 為頻率。

除此之外，一般信號產生器還可以提供三角波 (圖三)；方波 (圖四)



圖三



圖四

儀器與裝置

示波器一台、信號產生器兩台、電阻 $22\text{M}\Omega$ 、 $10\text{M}\Omega$ 各一枚；電容 $47\mu\text{F}$ 、 $220\mu\text{F}$ 各一枚；未知電容一枚；碼錶一只。

步驟

一、實驗前之準備與測試

1. 在操作示波器之前必須在未開電源前做好下列之預備步驟
 - (1) 將三個 Position 的鈕置於中間位置

- (2) 將 INTENSITY 的控制開關置於中間位置
 - (3) 壓入 PULL 5× MAG 控制鈕使其為正常功能
 - (4) 壓下 TRIG mode 之 AUTO 鍵
 - (5) 檢查電源線使其電壓(110V or 220V)為示波器之工作電壓(檢視示波器後面板所示之電壓值)
2. 將電源接上，打開示波器的 POWER 大約 15 秒後，CRT 的螢幕上會出現掃描亮線，如果沒有看見任何東西，轉動 INTENSITY，使光跡清晰可見為止。
 3. 調整 FOCUS 與 INTENSITY 使光跡清晰可見。
 4. 調整水平與垂直的位置(POSITION)使其達到你想要的位置。
 5. 將探針插入 CHI 與 INPUT，將探針前端柄轉至(× 10)位置，再將探針插入 CAL 0.5V of 1 NHZ 的方波輸出端。
 6. 將 CHI 的垂直衰減器 VOLT/DIV 調至 10/mv/DIV，將 TRIGGER SOURCE 置於 INT，則此時螢幕上會出現一穩定的方形波形，將 VARIABLE 順時針調整使方波恰好佔五個大格。
 7. 如果此時出現的方形有變形，則旋轉探針前面的螺絲孔，使其為標準之方波，如果示波器之光跡不完全水平，則以螺絲起子調整 TRACE ROTATOR，直到水平為止。
 8. 將探針移開，且將探針前端調為(×1)，則此時示波器可以做任何測試了。

(1) 交流電壓與頻率的測量

1. 將 CH 1 作為單軌跡示波器操作(Single-trace operation)

AC-GND-DC :置於 AC

MODE 置於 CH 1

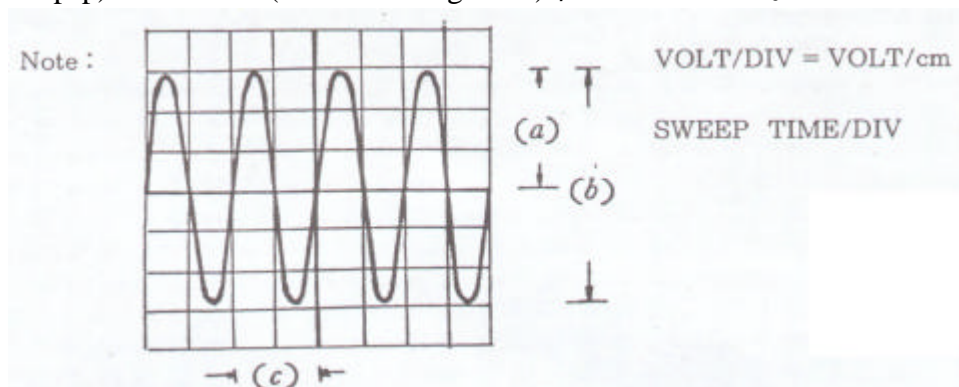
TRIG :置於 AUTO

SOURCE 置於 INT

INT TRIG 置於 CH 1

PROBE 插至 CH 1 的 INPUT

2. 由信號產生器輸入一個約 1KHZ 的正弦波，將 SWEEP TIME/DIV VARIABLE 順時針轉至 Cal 的位置，且 VOLTS/DIV 此時置於一適當的位置使正弦波可以清楚地由螢幕上看出其完整波形。
3. 繪出你所看到的圖形，紀錄 VOLT/DIV 與 SWEEP TIME/DIV 所指示的比率刻度，計算峰值電壓(peak voltage V_p)，峰值對峰值電壓(peak to peak voltage V_{p-p})及有效電壓(effective voltage V_{eff})，並且測其頻率。



V_p : (peak voltage):每一格所代表的電壓(Volt/DIV) \times (a)

V_{p-p} : (peak to peak voltage)=每一格所代表的電壓 \times (b)

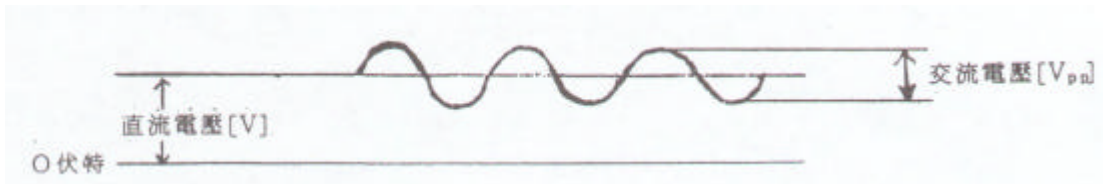
V_{eff} : $V_p/\sqrt{2}$

Frequency (HZ)=1/Time

Time=一週期所經的格數(c) \times 每格掃描所需的時間(time/DIV)

(2) 直流電壓的測量

- 1.AC-GND-DC 置於 AC 位置，此時只有 AC 之部分會出現在螢幕上。
- 2.AC-GND-DC 置於 GND，且壓下 TRIG mode 之 AUTO 鍵為 AUTO 則會出現一直線光跡，此線即為零電位參考線。
- 3.再將 AC-GND-DC 置於 DC，則波形會上移或下移，此時 DC 電壓=平移的格數 \times 每格所代表的電壓，如果往上移則極性為(+), 往下移則極性為(-)。
- 4.將電池接於探針兩端，紀錄你所見到的情形。
- 5.示波器 GND 後將零電位參考線找出，而後再調整至 DC 位置。



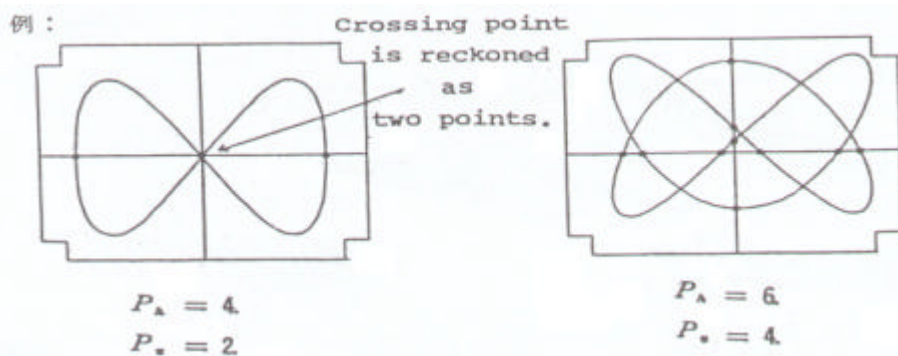
(3) 李塞爾氏圖形(Lissajous pattern)

- 1.將 SWEEP-TIME/DIV 轉至底端 X-Y 處 INT TRIG 置於 VERT MODE, 則此時 CH-1 變為 X 軸，而 CH-2 變為 Y 軸。
- 2.將已知頻率之訊號輸入 CH-1，而未知頻率的訊號輸入 CH-2。
- 3.將 CH-1 與 CH-2 之 VOLT/DIV 放置於同一位置(Ex:2V/DIV)將函數波形產生器之兩輸入振幅調至使螢幕上之圖形大約在中央位置勿超出螢幕。
- 4.適當調節訊號產生器輸出訊號的頻率直到看出一個清楚及穩定的圖形未知頻率訊號的頻率由下式計算:

$$\text{未知頻率[Hz]} = \frac{P_h}{P_v} \times \text{訊號產生器訊號的頻率}$$

P_h :圖形與水平軸交點的數目

P_v :圖形與垂直軸交點的數目



螢幕上的圖形為何，試將下列之情況

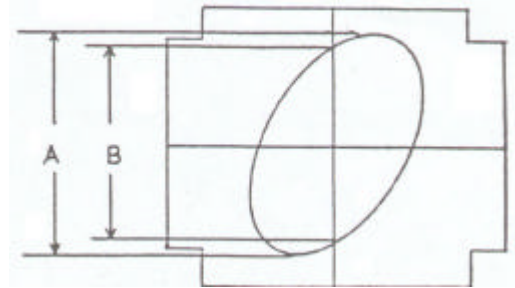
$\frac{f_x}{f_y} = 1, 2, 3, \dots$ 及 $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}$ 等等繪出其圖形並說明其原因。

(4) 量度(兩相同頻率訊號)相位差

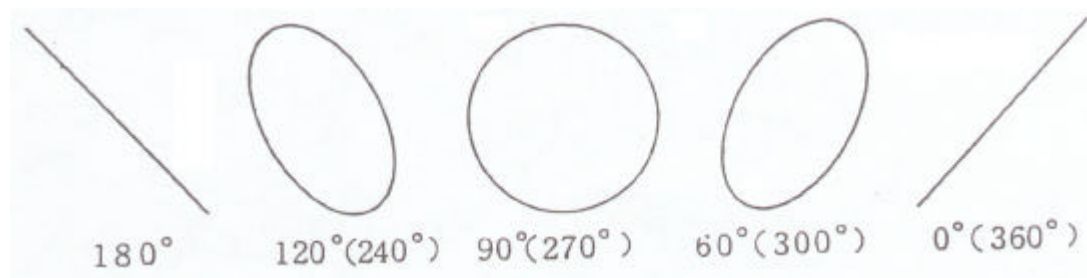
1. 利用 Lissajou's 圖形相位差

$$\text{相位差 } \phi = \sin^{-1} \frac{B}{A}$$

[註:圖形的中心需調至與座標中心重合]



例:



2. 利用雙訊號

按下 DU AL 按鈕使兩個訊號呈現。

量度兩訊號相鄰兩波峰(或谷)的水平間隔 t 及其中一個訊號之兩相鄰波峰的水平間隔 T (及週期)。

$$\text{則 相位差 } \phi[\text{弧度角}] = \frac{t}{T} \times 2\pi$$

$$\phi[\text{度}] = \frac{t}{T} \times 360^\circ$$

(5) 量度脈波

理想的脈波是個方形波，但實際的脈波如下圖:

當然，討論到一個波，就要提到這個波的振幅、頻率等參數，對脈衝訊號而言，有幾個重要的參數：

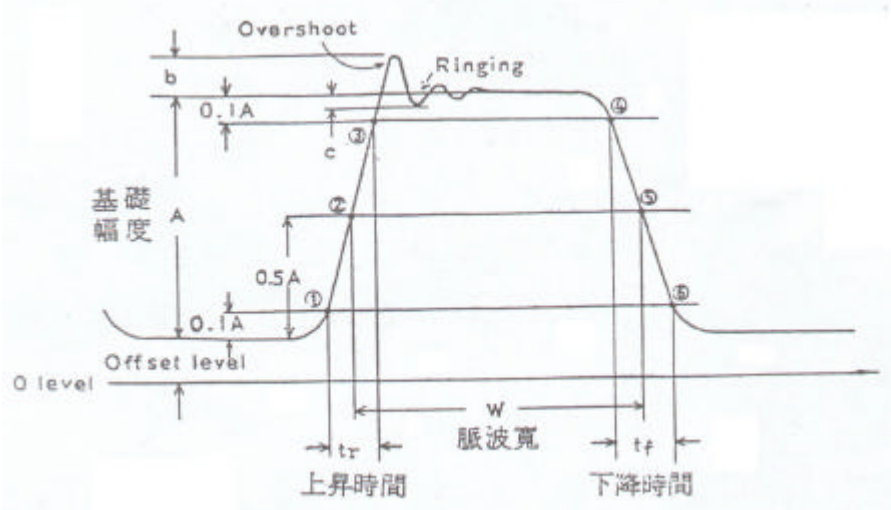
脈波振幅 (Amplitude): 脈衝訊號中的最高電壓值，如圖中的 A 值。

脈波寬度 (Pulse width): 脈衝訊號一半振幅大小位置的頻率差。(2)與(5)間隔(各在 $\frac{1}{2} A$ 處)

一個脈衝訊號，並不會一開始馬上就上升到最大電壓值，從低到高，由高回到低，就有上升時間 (rising time) 與下降時間 (falling time) 需要定義。

上升時間: 從訊號大小為 10% 振幅大小升到 90% 振幅大小，成為上升時間，如圖五中 $0.1A(1)$ 與 $0.9A(3)$ 間間隔。

下降時間：從訊號大小為 90% 振幅大小降到 10% 振幅大小，成為下降時間，



如圖五中 0.9A(4)與 0.1A(6)間間隔

越過量:以 $b/A(\%)$ 來表示大小或影響(Overshoot)

擺動:以 $c/A(\%)$ 來表示大小或影響(Ringing)

示波器本身有一個上升時間, t_0

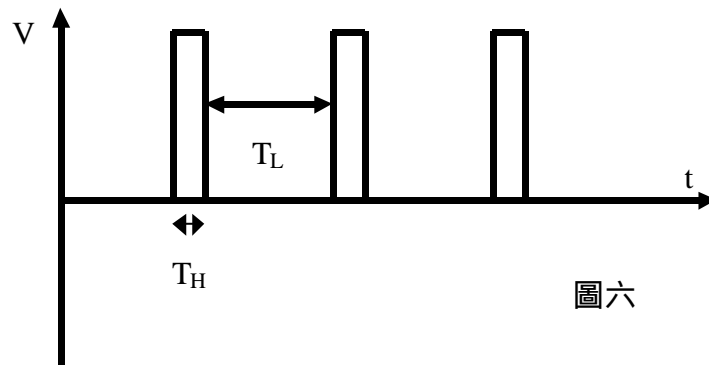
一個脈波的真正上升時間, t_n

$$t_n = \sqrt{(t_r)^2 - (t_0)^2}$$

t_r = 螢光屏上呈現的上升時間。

工作週率 (Duty Cycle): 脈衝訊號經歷高電壓的時間週期與脈衝週期的比例

稱之為工作週率, 如圖六, 圖中 $T = T_H + T_L$, $Duty\ cycle = \frac{T_H}{T}$



圖六

預習問題

(1)利用電腦間使用 Excel, Origin 或任何程式語言與套裝軟體, 畫出下列圖形之 X-Y 軌跡($t=0,1$; $step=0.01$)

1. $x = \cos 2pt$
 $y = \cos 2pt$

2. $x = \cos 2pt$

$$y = \sin 2\boldsymbol{p}t$$

3. $x = \cos 2\boldsymbol{p}t$

$$y = \frac{1}{2} \sin 2\boldsymbol{p}t$$

4. $x = \cos 2\boldsymbol{p}t$

$$y = \frac{1}{2} \sin \left(2\boldsymbol{p}t + \frac{\boldsymbol{p}}{4} \right)$$

5. $x = \cos 2\boldsymbol{p}t$

$$y = \cos 4\boldsymbol{p}t$$

6. $x = \cos 2\boldsymbol{p}t$

$$y = \sin 4\boldsymbol{p}t$$

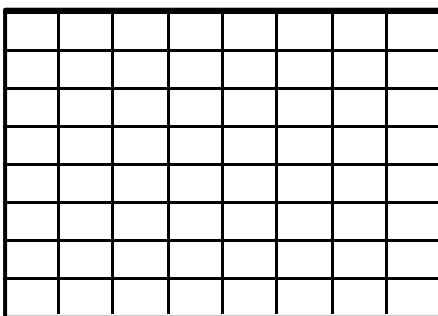
(2) 說明示波器 trigger 各鍵(觸發)有關之功用。

(3) 何謂相位差? 說明如何利用示波器觀察兩個同頻率訊號之相位差/不同頻率訊號的相位差, 可用示波器測量嗎?

(4) 對於方波訊號, 何謂 duty cycle? 何謂 rising time? 何謂 falling time?

實驗記錄

1. 交流電壓與頻率的測量



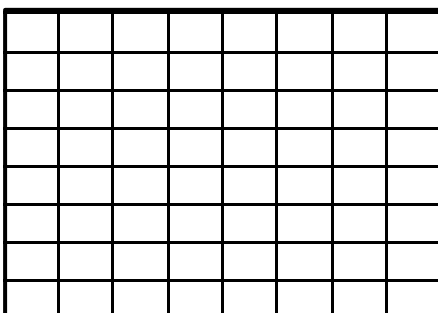
Volt/DIV = _____

Time/DIV = _____

$V_P =$ _____ , $f =$ _____

$V_{P-P} =$ _____ , $V_{eff} =$ _____

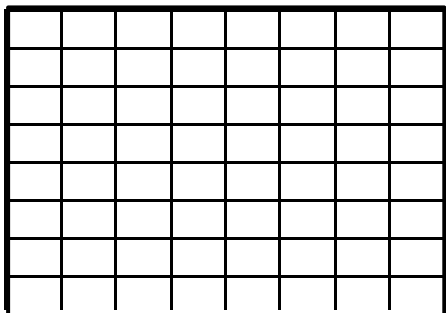
2. 直流電壓的測量



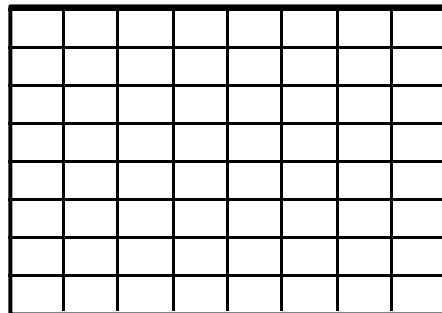
電池的電壓 = _____

2. 李賽爾氏圖形 (Lissajous pattern)

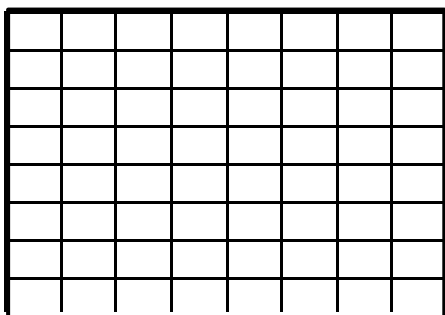
(1) $\frac{f_x}{f_y} = 1$



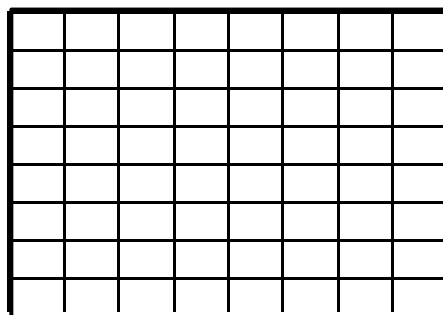
(2) $\frac{f_x}{f_y} = 1$



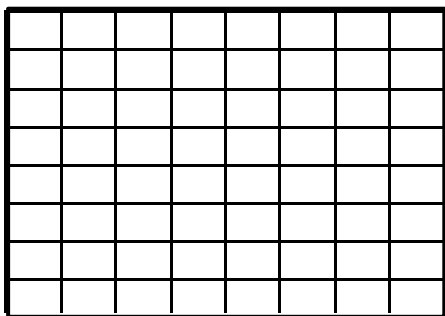
(3) $\frac{f_x}{f_y} = 3$



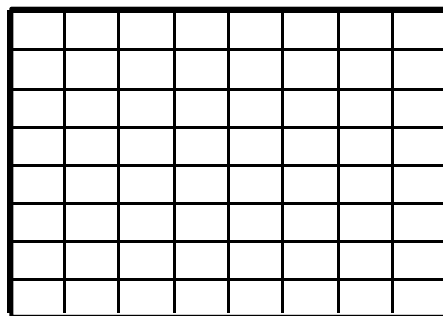
(4) $\frac{f_x}{f_y} = 4$



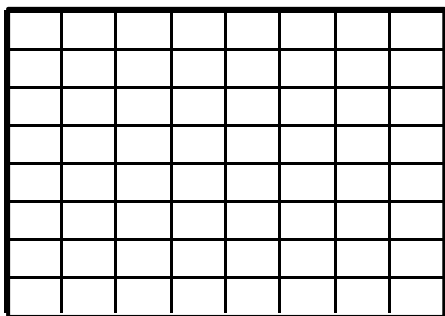
(5) $\frac{f_x}{f_y} = \frac{1}{2}$



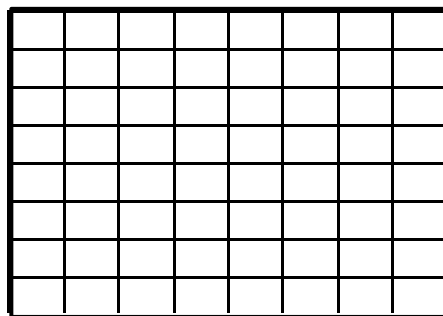
(6) $\frac{f_x}{f_y} = \frac{1}{3}$



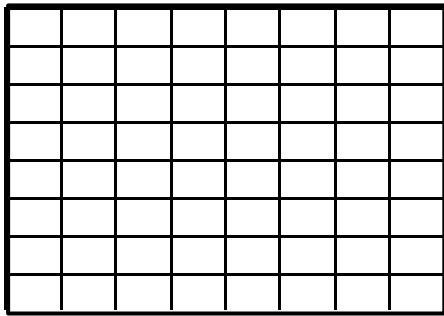
(7) $\frac{f_x}{f_y} = \frac{1}{4}$



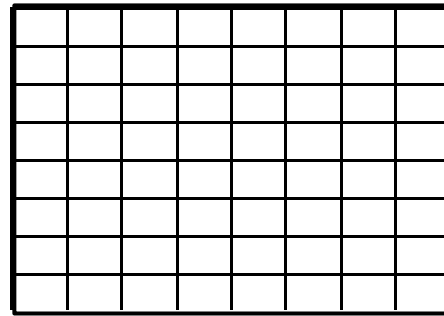
(8) $\frac{f_x}{f_y} = \frac{2}{3}$



(9) $\frac{f_x}{f_y} = \frac{3}{4}$



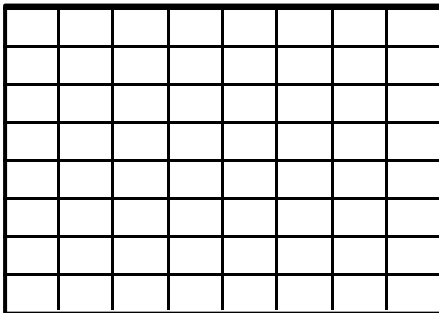
(10) $\frac{f_x}{f_y} = \frac{3}{2}$



4. 量度兩相同頻率訊號相位差

(1) 利用 Lissajous 圖形相位差

A = _____



B = _____

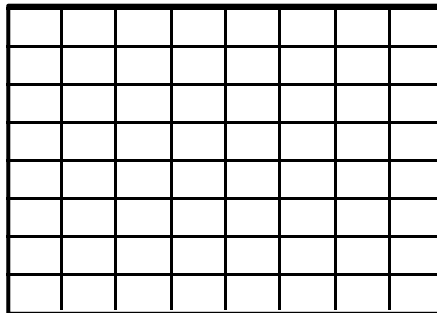
= _____

(2) 利用雙訊號

t = _____

T = _____

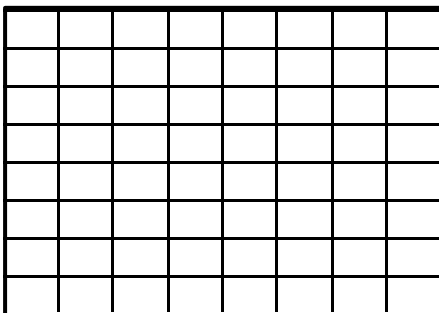
= _____



5. 量度脈衝

調出三個脈衝波振幅 = 2V

(a) 工作週率 = 2_



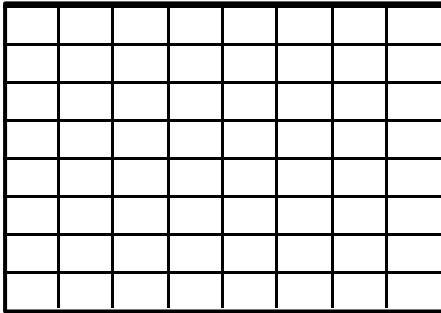
上升時間 = _____

下降時間 = _____

T_H = _____

T_L = _____

(b)工作週率=3/4_



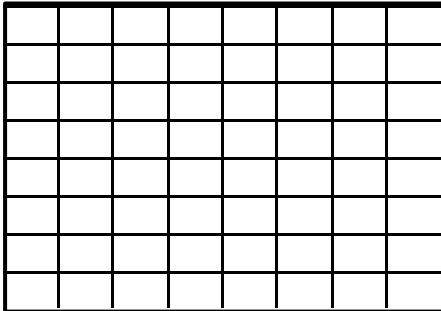
上升時間 = _____

下降時間 = _____

T_H = _____

T_L = _____

(c)工作週率=1/2



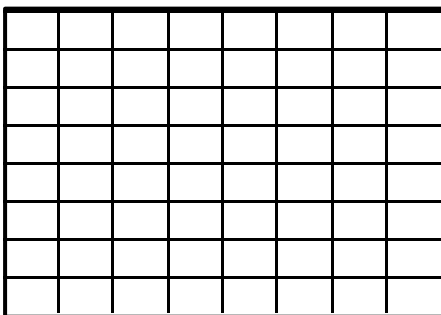
上升時間 = _____

下降時間 = _____

T_H = _____

T_L = _____

(d)工作週率=1/3



上升時間 = _____

下降時間 = _____

T_H = _____

T_L = _____

思考問題

1. 熟悉了示波器的操作，請問下列電壓方程式在示波器上觀察到的波形為何？

(1) $V(t) = 4 \sin\left(\frac{P}{3}t\right)$

(2) $V(t) = 3 \sin\left(\frac{P}{3}t + \frac{P}{4}\right)$

(3) $V(t) = 4 \cos\left(\frac{P}{3}t + \frac{P}{8}\right)$

2. 在實驗中，學習了 Lissajous 圖形，請問你覺得這樣的方法，在日常生活中可以拿來量測甚麼東西？請舉出實例。

END OF EXP 1 2