

# 基礎能力評估訓練教材 個別化測評路 節自評賦

編號：PEN-BAS0517

編著者：徐錫木

審稿者：錢上錫

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

研製單位：中華民國職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十一月

## 單元 PEN-BAS0517 學習指引

當你學習本單元前，你必須精通下列之操作：

1. 能正確操作示波器面板上之各旋鈕。
2. 能調整示波器面板各旋鈕，使螢幕上之波形清晰穩定。
3. 能依測試電壓正確設定示波器垂直衰減鈕的位置。

假如你能勝任上列的工作，請翻到第一頁開始學習，假如自認無法勝任，則請按下列的指示進行學習。

1. 你全部無法勝任上列的工作，請將教材放回原位並取出 PEN-BAS 0407 教材開始學習或請教你的老師。
2. 你會正確操作示波器面板上的各個旋鈕而不會設定電壓測量的操作，請從 PEN-BAS 0408 開始學習。
3. 你如果不會依測試電壓正確設定示波器垂直衰減鈕的位置，請從 PEN-BAS 0503 開始學習。

## 引言

利用示波器來測量直流電壓有幾項好處：即

1. 示波器具有很高的輸入阻抗，可以減少測量時負載效應。
2. 使用示波器測量含有交流電壓的電路具有較高的準確度。
3. 熟悉測量方法後，可取代三用電表或電壓表提高方便性。

## 學習目標

- 一、在無人協助下，能依所給的電路，正確地在三分鐘內測出至少三個測試點的直流電壓值。
- 二、不使用參考資料，能夠正確地判斷，所測得的值是否正確。

## 學習活動

本講義之學習活動，在引導你學會測量電路的直流電壓，在學習過程中，將會引用一些電路，你可以事先將該電路裝配起來，再進行學習，至於電路的原理，依電路的不同你可以參考下列資料。

- 一、閱讀本教材第 4 頁至第 33 頁。
- 二、閱讀基本電學教材中的電壓分配定則。
- 三、閱讀電子學教材中的電晶體直流偏壓部分。

### 本教材第一個學習目標是

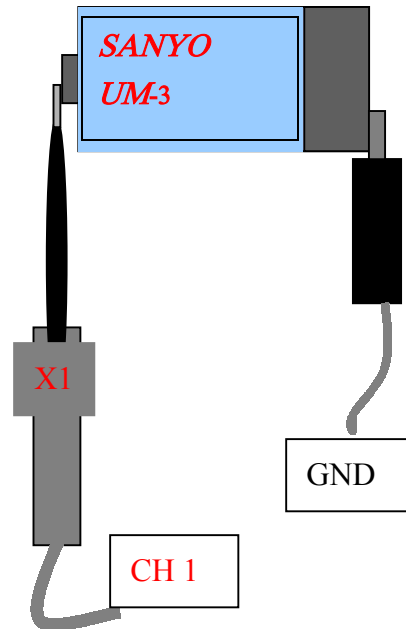
在無人協助下，能依所給的電路，正確地在三分鐘內測出至少三個測試點的直流電壓值。

#### 準備工作:

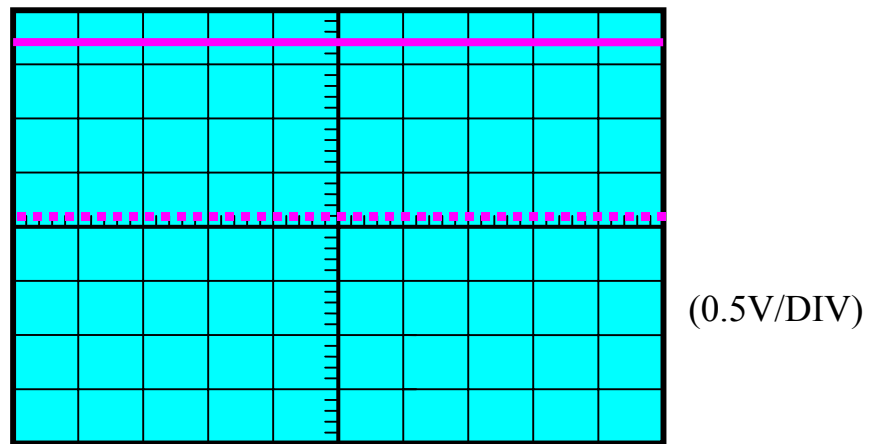
- 一、將垂直衰減鈕設定在合適的位置。
- 二、將微調鈕向右旋到最底。
- 三、將輸入開關設定在 DC 位置。
- 四、將輸入端短路，再利用上下位置鈕，將時基線移到中央。
- 五、連接測試棒至待測端。

**純直流電壓測量：**

取一個 1.5V 電池，將測試棒正端接到電池正端，負端接到電池負端，如圖一所示。此時螢幕上之時基線向上跳 3.3 格，如圖二。



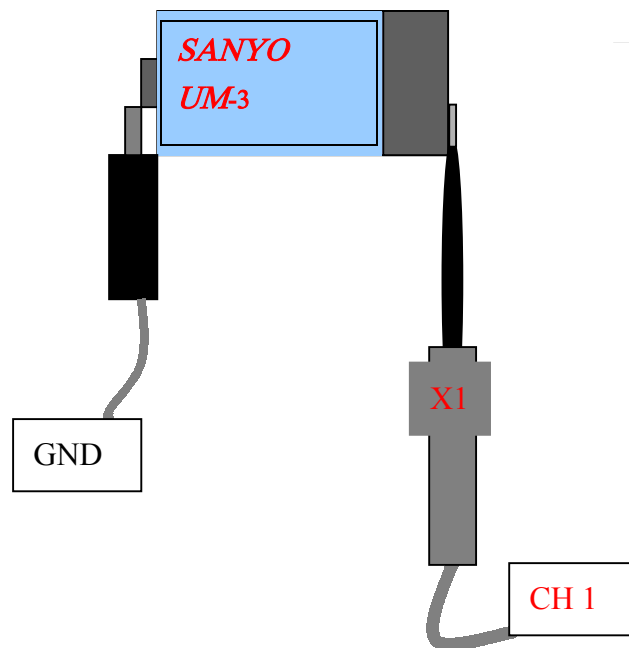
圖一 測量乾電池電壓



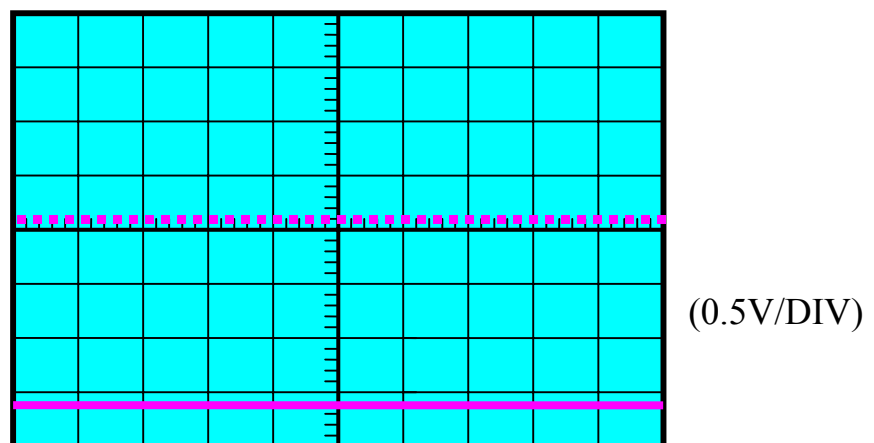
圖二 時基線向上跳 3.3 格

因此測得電壓值  $V=0.5 \text{ V/DIV} \cdot 3.3 \text{ DIV}=1.65 \text{ V}$

若將電池的測試棒正端接到電池負端，負端接到電池正端，如圖三所示。此時螢幕上之時基線向下跳 3.3 格，如圖四。



圖三 測量乾電池電壓



圖四 時基線向下跳 3.3 格

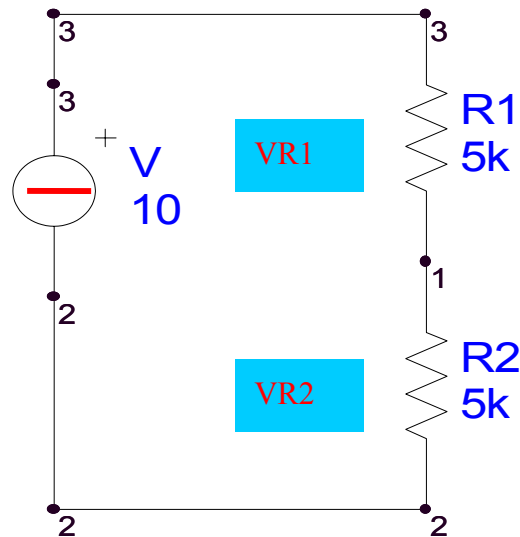
因此測得電壓值  $V = 0.5 \text{ V/DIV} \cdot -3.3 \text{ DIV} = -1.65 \text{ V}$

以中心線當成零軸(即圖二與圖四中的虛線部分)，測量時若時基線向上移動，表示所測到的電壓為正值，若為負值，則時基線向下移動。



**電阻串聯分壓電路的測量：**

在電阻串聯電路中，將每個電阻上的電壓降相加，會等於電源電壓，如圖五所示， $V=VR1+VR2$ 。



圖五 電阻串聯分壓

分壓公式  $VR1 = V \frac{R1}{R1 + R2}$

$$VR2 = V \frac{R2}{R1 + R2}$$

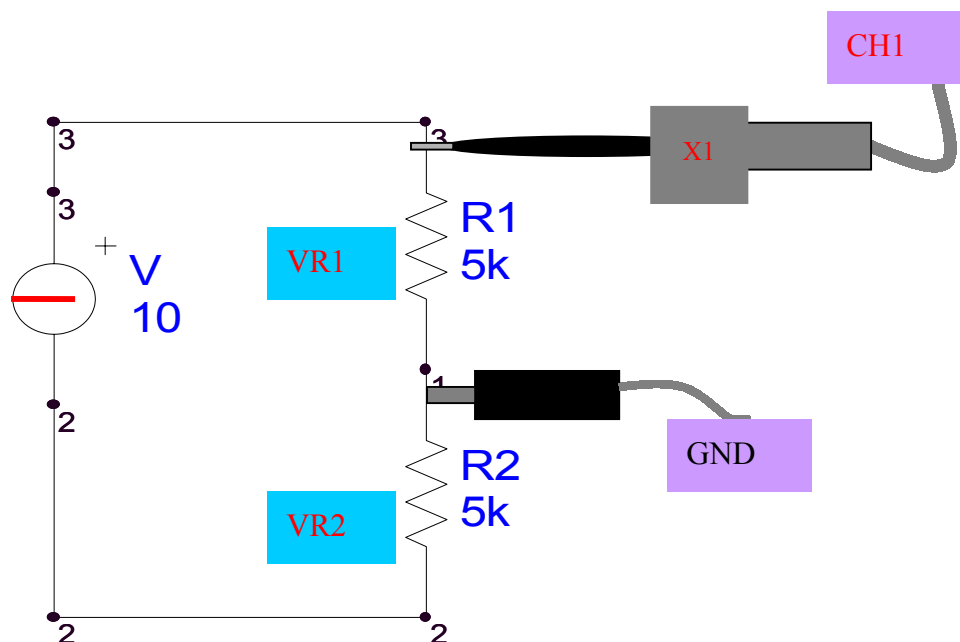
按公式計算出  $VR1 = 10 \frac{5K}{5K + 5K} = 5(V)$

$$VR2 = 10 \frac{5K}{5K + 5K} = 5(V)$$

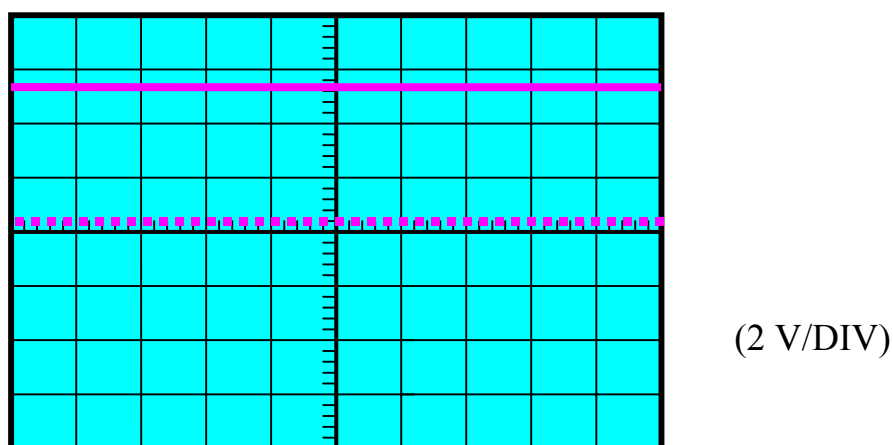
將 R1 及 R2 上的電壓降相加

$$\underline{VR1 + VR2 = 5V + 5V = 10V}$$

現在利用示波器來驗證分壓定則，將測試棒正端接到第三點，接地端接到第一點，測量 R1 上的電壓降，如圖六。此時螢幕上的時基線會向上跳 2.5 格，如圖七。



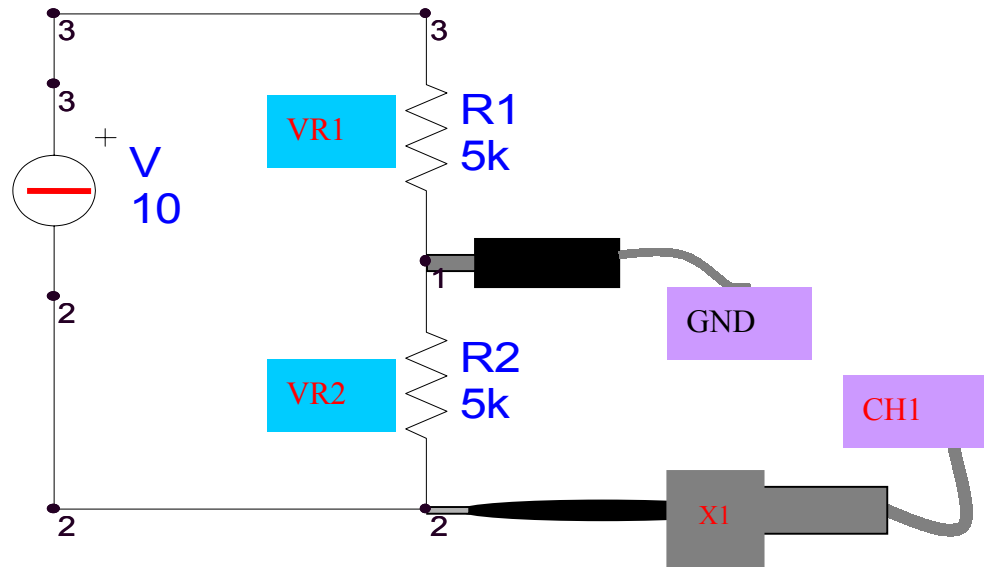
圖六 測量 R1 電壓降



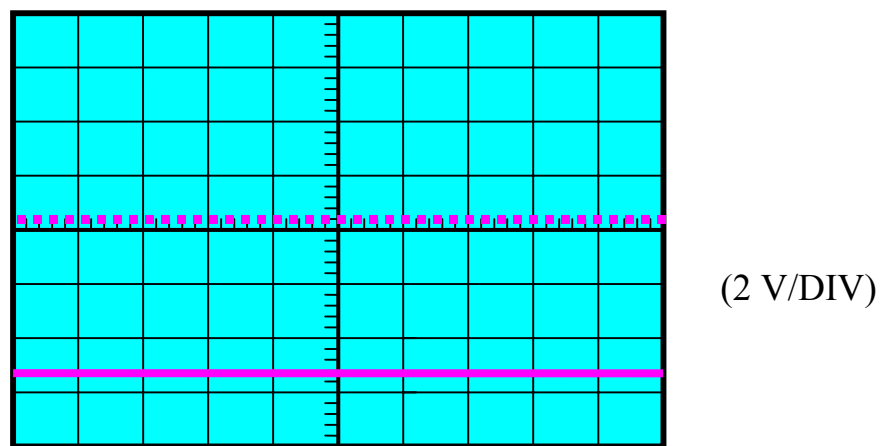
圖七 時基線向上跳 2.5 格

測得的電壓降  $\underline{VR1=2 \text{ V/DIV} \cdot 2.5 \text{ DIV}=5 \text{ V}}$

將測試棒正端改接到第二點，接地端不動，測量 R2 上的電壓降，如圖八。此時螢幕上的時基線會向下跳 2.5 格，如圖九。



圖八 測量 R2 電壓降



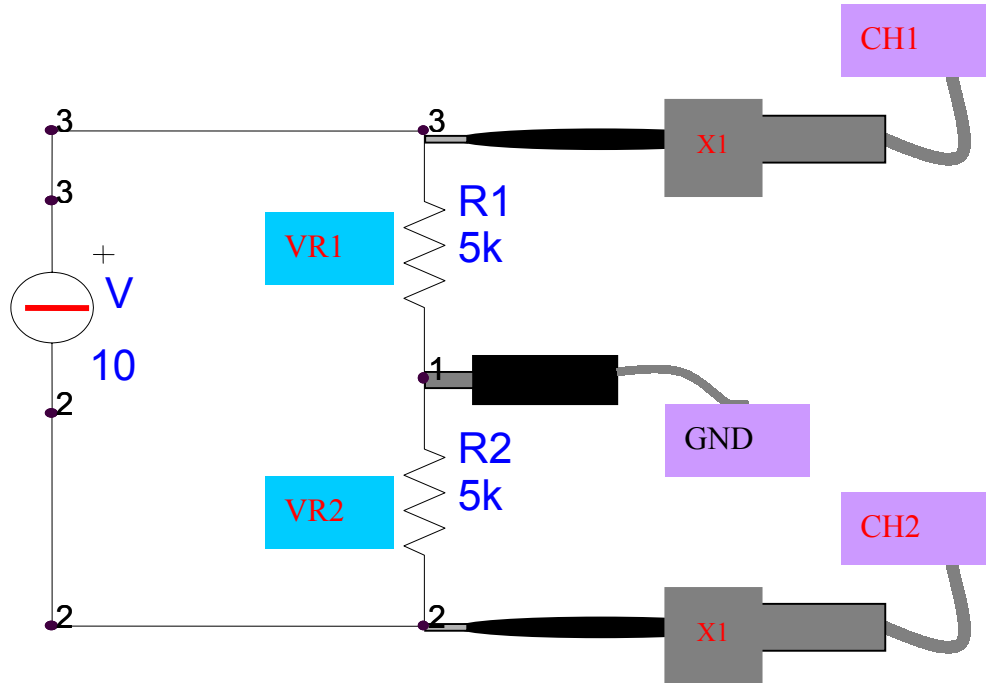
圖九 時基線向下跳 2.5 格

測得的電壓降  $VR2 = 2 \text{ V/DIV} \cdot -2.5 \text{ DIV} = -5 \text{ V}$

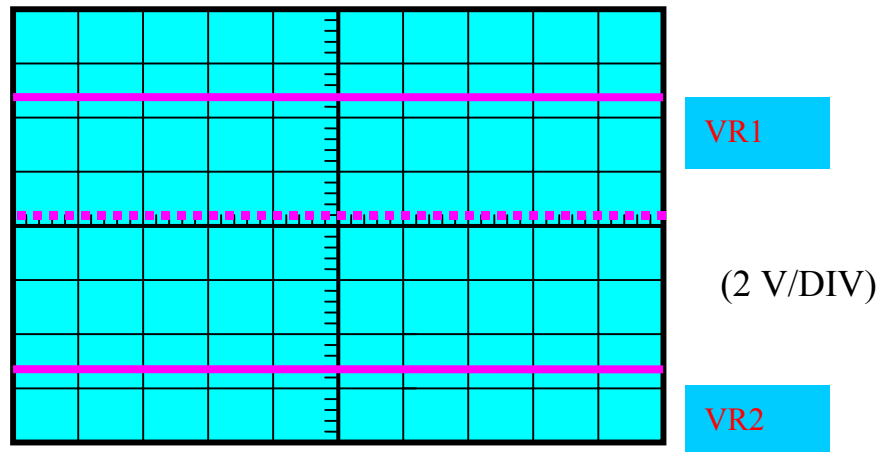
式中  $-5\text{V}$  的負號表示接地端的電壓比測試端 CH1 的電壓高。

**同時觀看兩個波形：**

雙軌跡示波器利用電子束快速交替顯示原理，可以同時觀看兩點的電壓波形，如圖十，將 CH1 及 CH2 分別接第二及第三點，再將示波器輸入選在 DUAL 位置，便可看到如圖十一的波形。



圖十 同時測量 R1 及 R2 電壓降



圖十一 兩條時基線向上下跳 2.5 格

負載效應的發生：

測量電路電壓時，測量儀表須與待測電路並聯，若待測電路阻抗很高，並上儀表的輸入阻抗後，會使阻抗下降，而造成測量誤差。

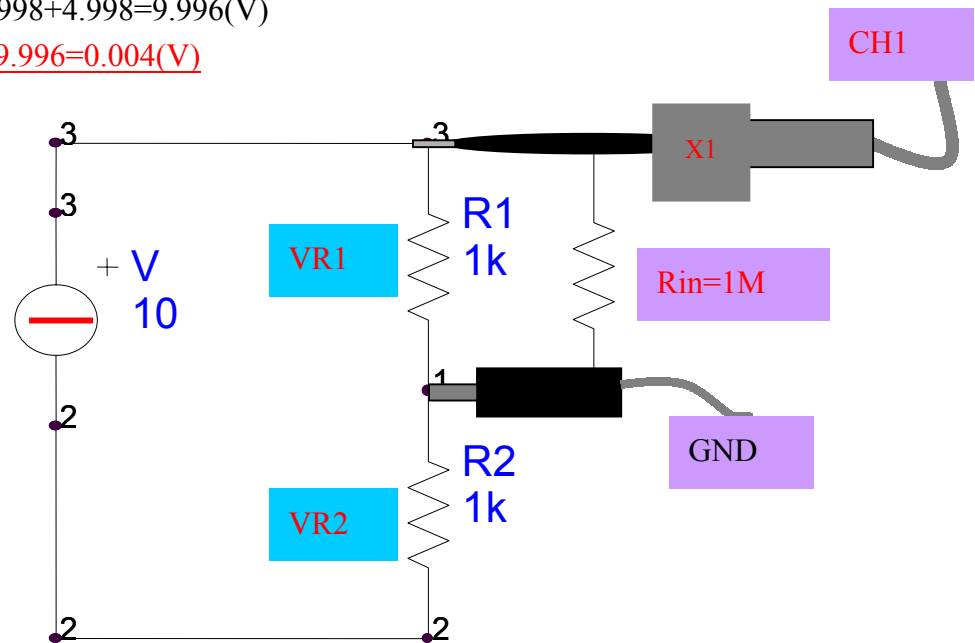
如圖十二，當 R1 及 R2 都是 1K $\Omega$ ，儀表輸入阻抗 Rin 為 1M，測到的電壓降 VR1，VR2 分別為 4.998V。

$$V_{R1} = 10 \frac{1K // 1M}{1K + (1K // 1M)} = 4.998(V)$$

$$V_{R2} = 10 \frac{1K // 1M}{1K + (1K // 1M)} = 4.998(V)$$

$$V = V_{R1} + V_{R2} = 4.998 + 4.998 = 9.996(V)$$

$$\text{誤差電壓} = 10 - 9.996 = 0.004(V)$$



圖十二 測量 R1,R2 電壓降

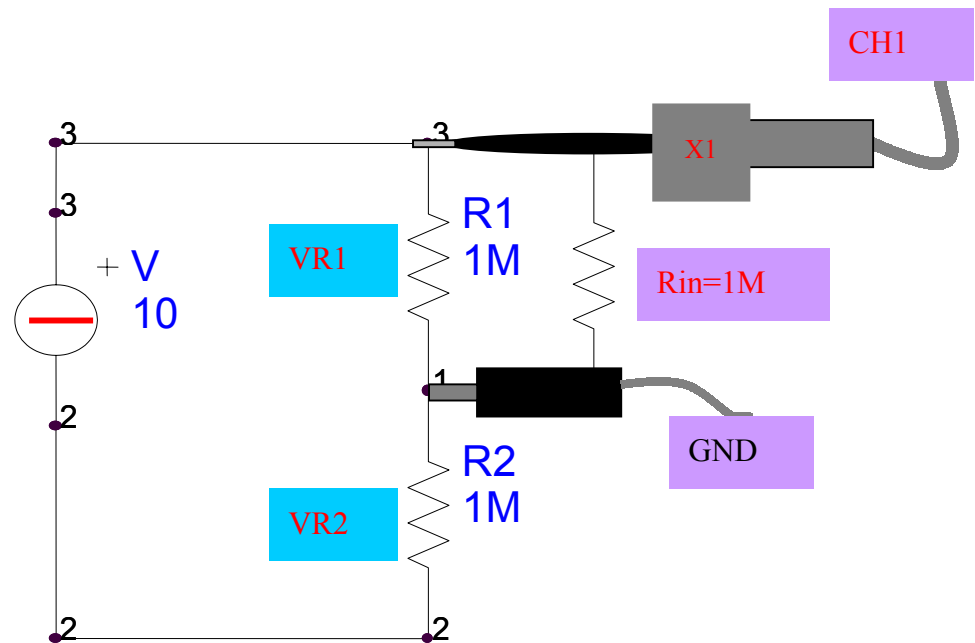
若將 R1 及 R2 換成 1M，測到的電壓降 VR1 及 VR2 均為 3.3V。

$$V_{R1} = 10 \frac{1M // 1M}{1M + (1M // 1M)} = 3.3(V)$$

$$V_{R2} = 10 \frac{1M // 1M}{1M + (1M // 1M)} = 3.3(V)$$

$$V = V_{R1} + V_{R2} = 3.3 + 3.3 = 6.6(V)$$

$$\text{誤差電壓} = 10 - 6.6 = 3.4(V)$$



圖十三 測量 R1,R2 電壓降

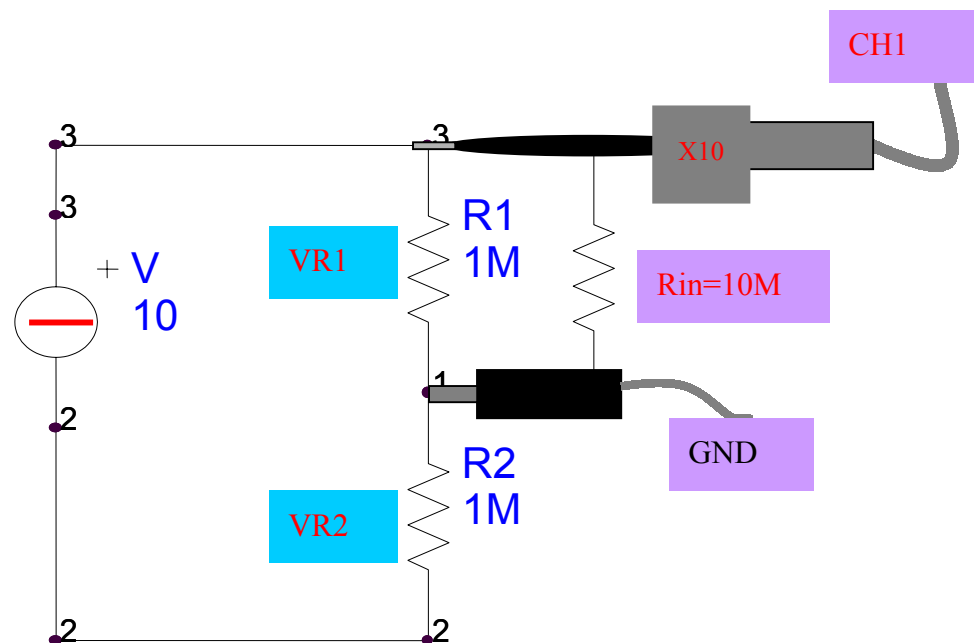
應用相同的電路，示波器的探棒改為 10 : 1，則輸入阻抗提高為 10 M，電壓降 VR1 及 VR2 為 4.7V。

$$VR1 = 10 \frac{1M // 10M}{1M + (1M // 10M)} = 4.7(V)$$

$$VR2 = 10 \frac{1M // 10M}{1M + (1M // 10M)} = 4.7(V)$$

$$V = VR1 + VR2 = 4.7 + 4.7 = 9.4(V)$$

$$\text{誤差電壓} = 10 - 9.4 = 0.6(V)$$



圖十四 測量 R1,R2 電壓降

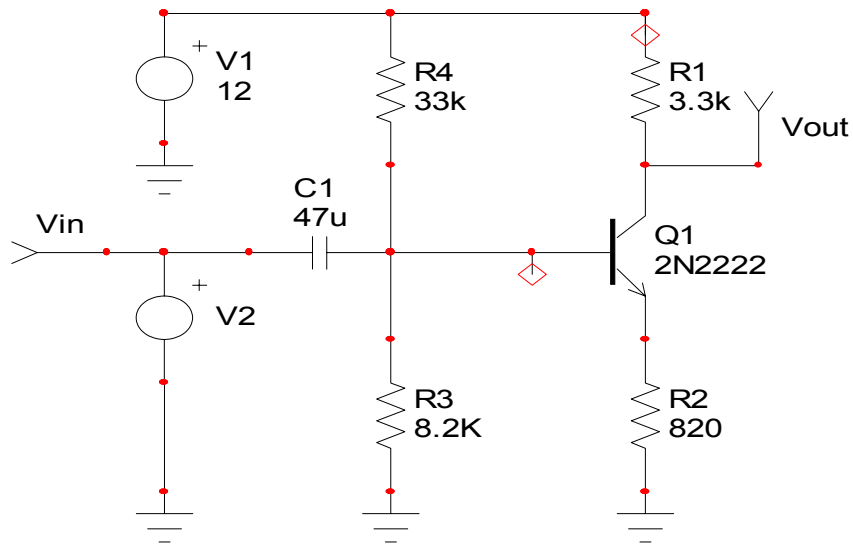
由上面實驗可獲得結論：

- 一、待測電路阻抗愈高，負載效應愈顯著，當然所測到的數值愈不精確。
- 二、使用的儀表輸入阻抗愈高，負載效應愈低，測得的值愈正確。
- 三、待測電路阻抗很高時，應使用 10 : 1 的探棒，以提高儀表的輸入阻抗。

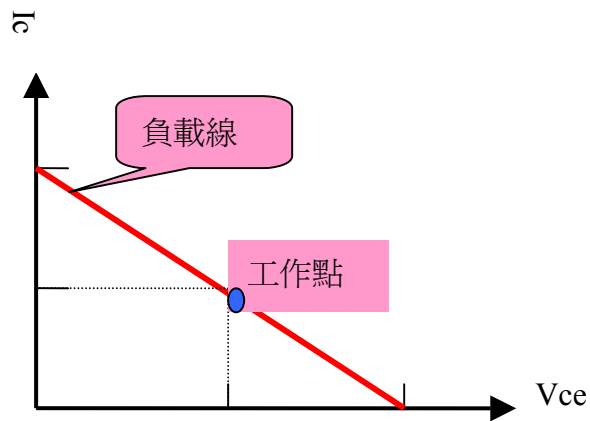
以上是關於分壓電路的測量，如果你對分壓定則不是很清楚的話，請找基本電學教材複習。

**電晶體偏壓電路的測量：**

圖十五為共射極電晶體放大電路，工作點須設定在直流負載線中央，才不會造成波幅失真。因此電晶體的  $V_{ce}$  應為  $V_{cc}/2=6V$ 。



圖十五 共射極放大器

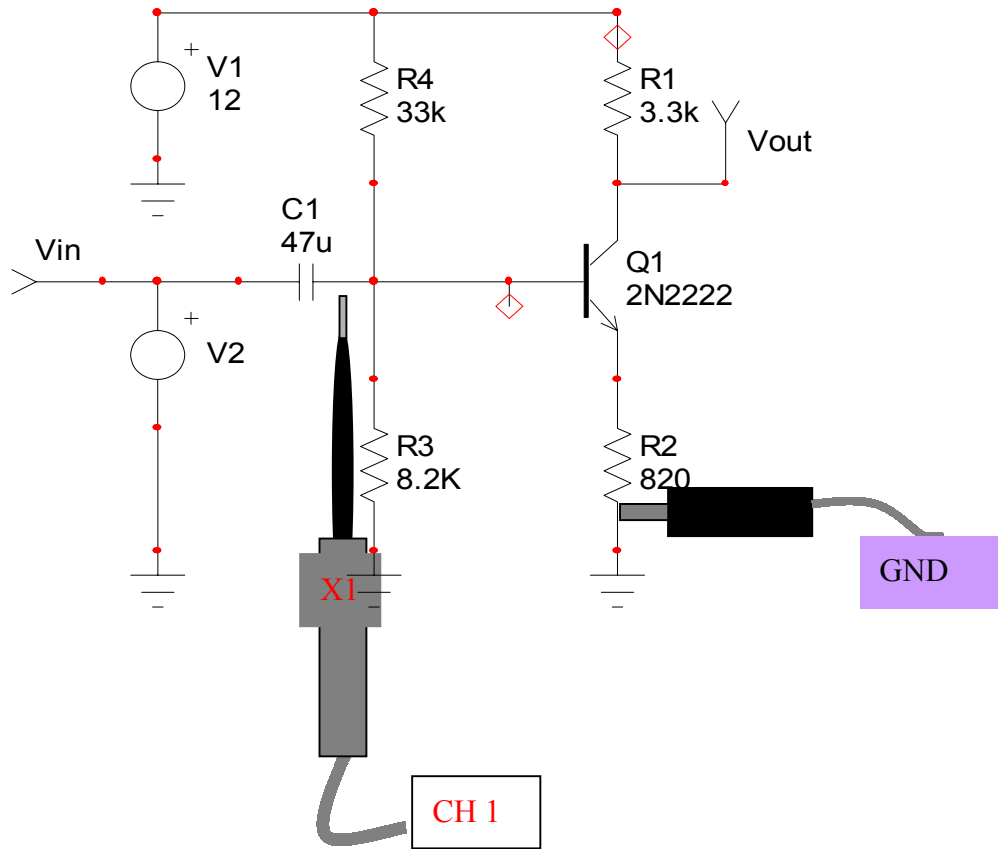


圖十六 直流工作點

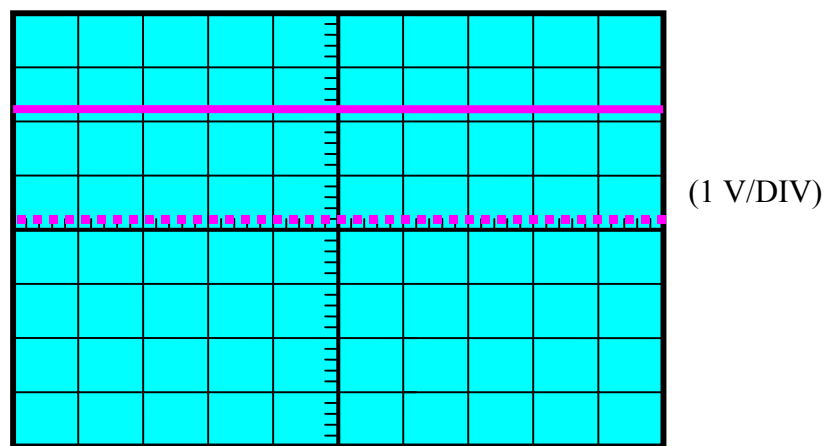


測量電晶體之 Vb, Vc, Ve 電壓：

一、Vb 的測量



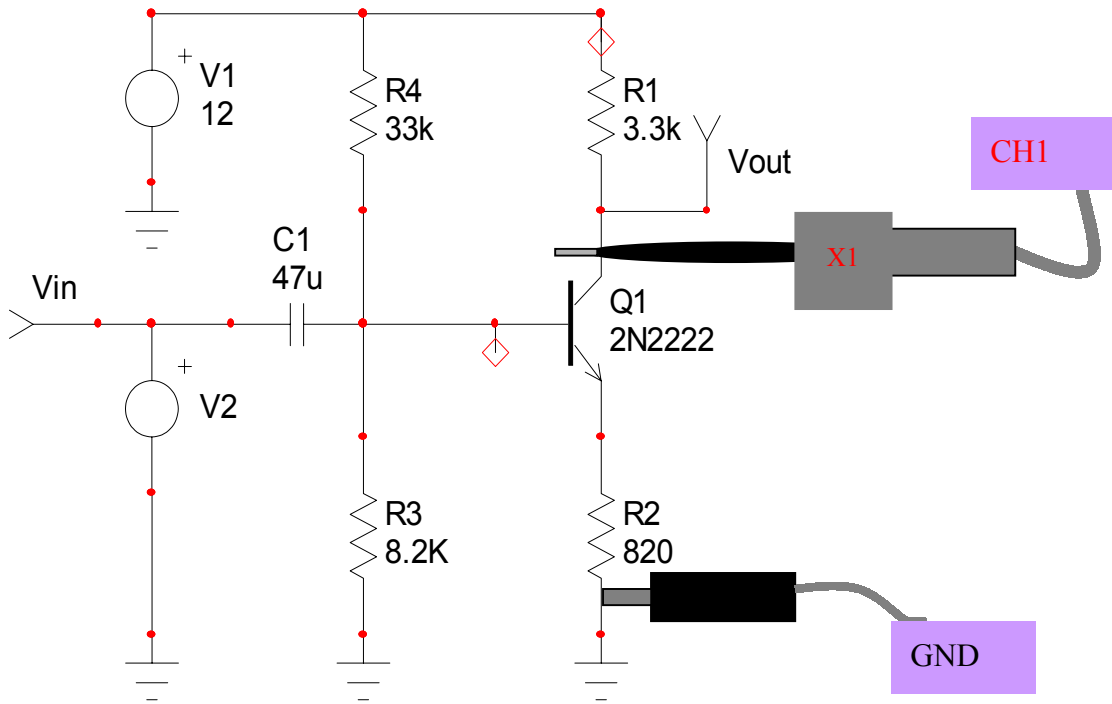
圖十七 測量 Vb 電壓



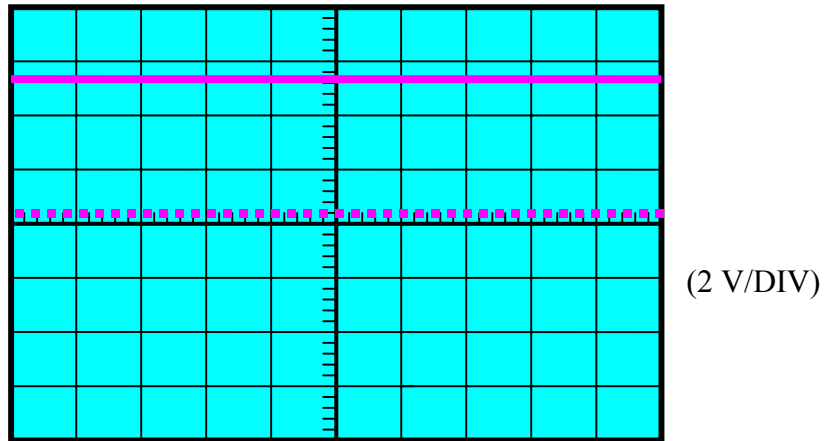
圖十八 時基線向上跳 2.2 格

$$V_b = 1 \text{ V/DIV} \cdot 2.2 \text{ DIV} = 2.2 \text{ V}$$

二、Vc 的測量



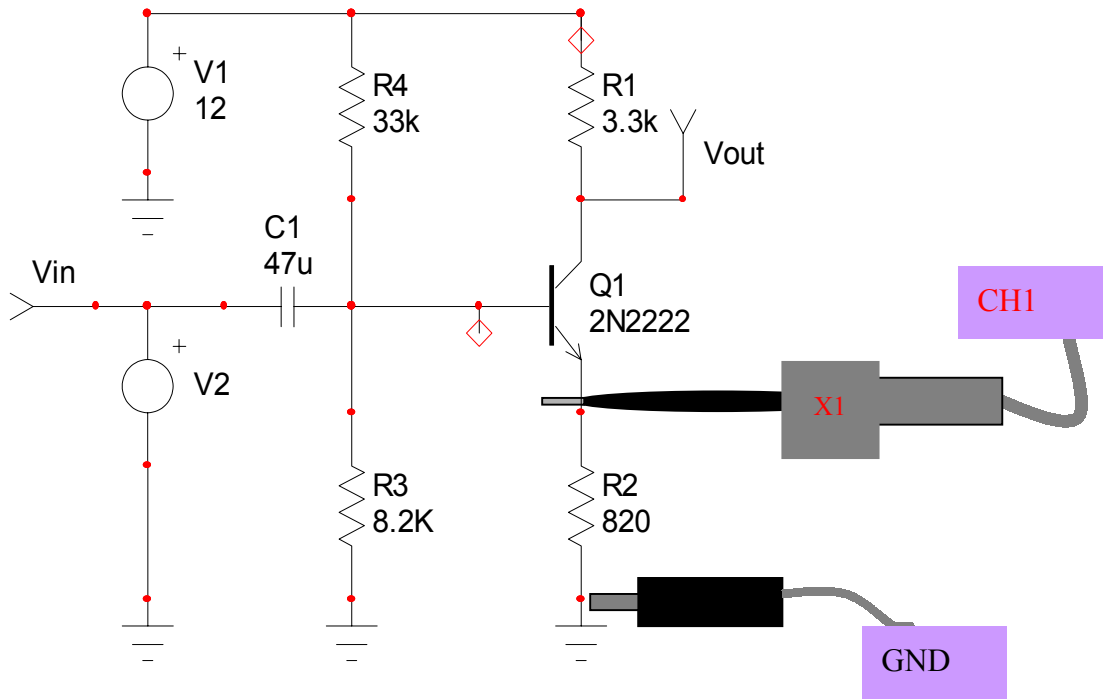
圖十九 測量  $V_c$  電壓



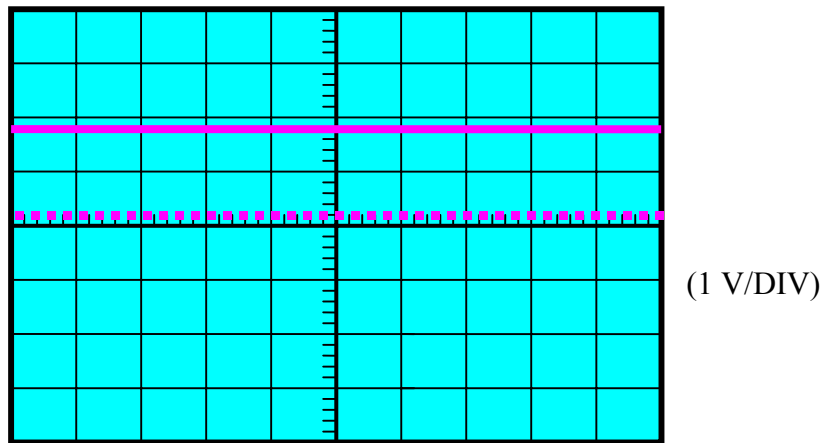
圖二十 時基線向上跳 2.8 格

$$V_c = 2 \text{ V/DIV} \cdot 2.8 \text{ DIV} = 5.6 \text{ V}$$

三、 $V_e$  的測量



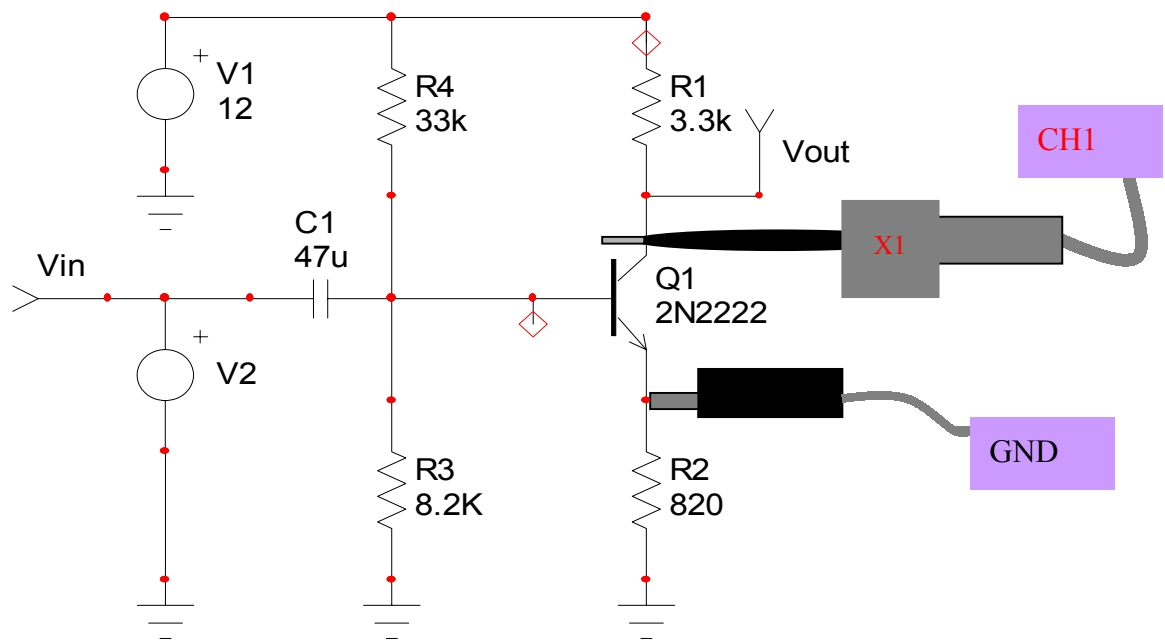
圖二十一 測量  $V_e$  電壓



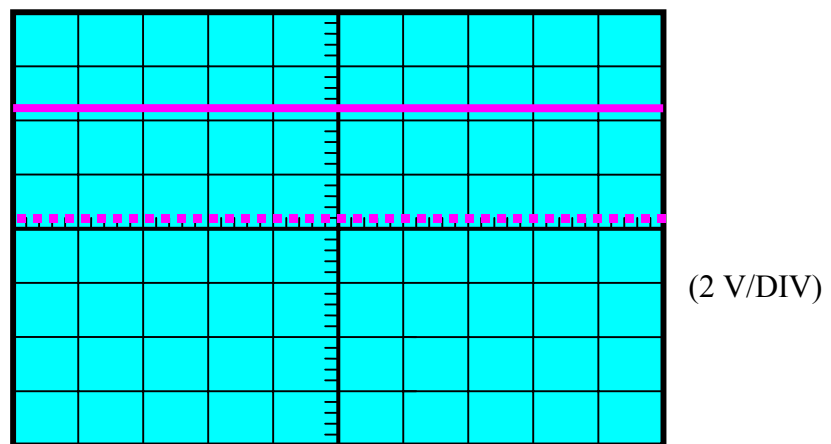
圖二十二 時基線向上跳 1.6 格

$$V_e = 1 \text{ V/DIV} \cdot 1.6 \text{ DIV} = 1.6 \text{ V}$$

四、Vce 的測量



圖二十三 測量 Vce 電壓

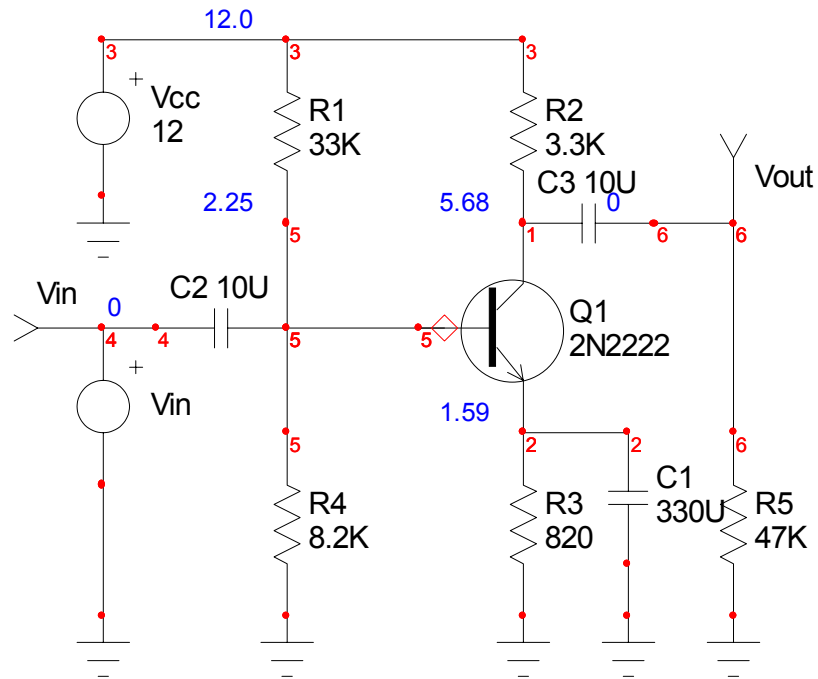


圖二十四 時基線向上跳 2 格

$$V_e = 2 \text{ V/DIV} \cdot 2 \text{ DIV} = 4\text{V}$$

**各測試點之直流電壓：**

下圖所標示的藍色數字是各點的直流電壓值，依據這些數據可判斷出電路的工作點是否正確，是否須要修正偏壓。這項技能在電晶體的應用上很重要，而熟練量測技能更是不可或缺的。



圖二十五 測試點參考電壓

以上是電晶體偏壓的測量，如果你對偏壓原理不是很清楚的話，請找電子學教材複習。下面是評量工作，如果你還不熟悉，請回前面再複習一遍。

**學習評量一**

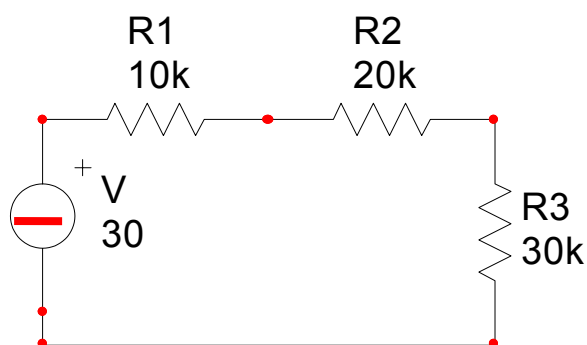
請按圖二十六及二十七裝好電路，再行測量。

一、請用示波器測量圖二十六，各電阻的電壓降。

$$V_{R1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{R2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{R3} = \underline{\hspace{2cm}}$$



圖二十六

二、將圖二十六中，R1 改為 1M，R2 改為 2M，R3 改為 3M，再測量各電阻的壓降。並與上題比較，說明誤差的原因。

$$V_{R1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{R2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{R3} = \underline{\hspace{2cm}}$$

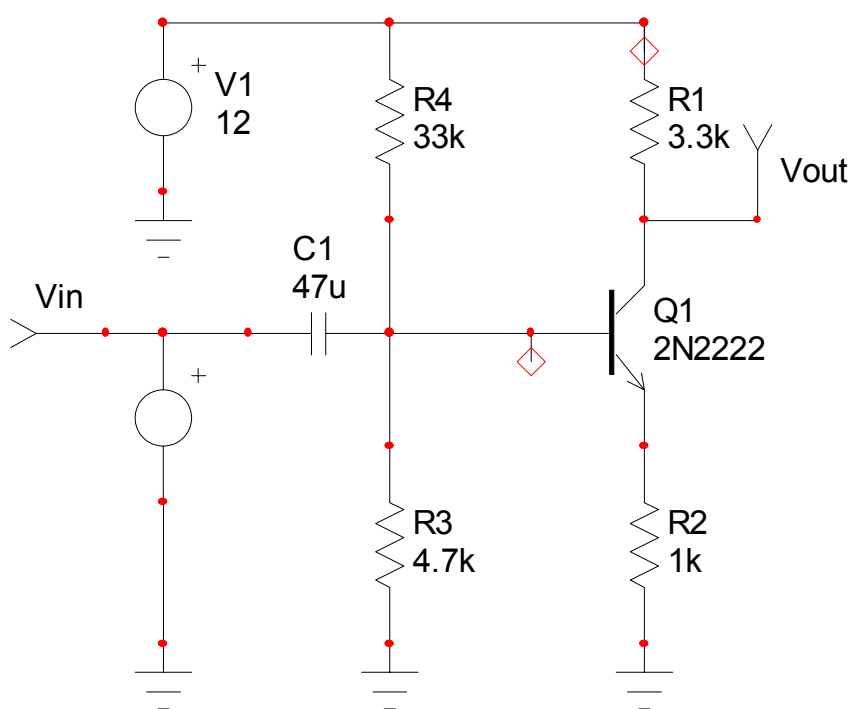
誤差的原因：

二、測量圖二十七之  $V_b$ 、 $V_c$ 、 $V_e$  電壓。

$V_b$ =\_\_\_\_\_

$V_c$ =\_\_\_\_\_

$V_e$ =\_\_\_\_\_



圖二十七

## 學習評量一答案

一、VR1=5V

VR2=10V

VR3=15V

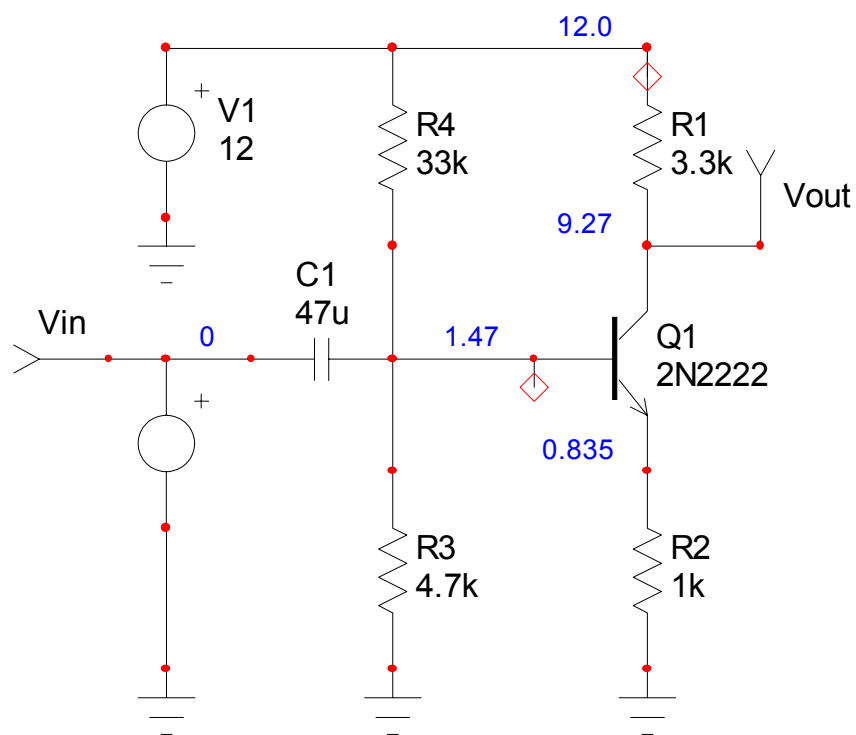
二、VR1=2.73V

VR2=4.28V

VR3=6V

待測電阻很高，造成負載效應。

三、Vb、Vc、Ve 參考電壓如圖二十八藍色標示。



圖二十八



## 本教材第二個學習目標是

不使用參考資料，能夠正確的判斷所測得的值是否正確。

### 造成測量值不正確的原因：

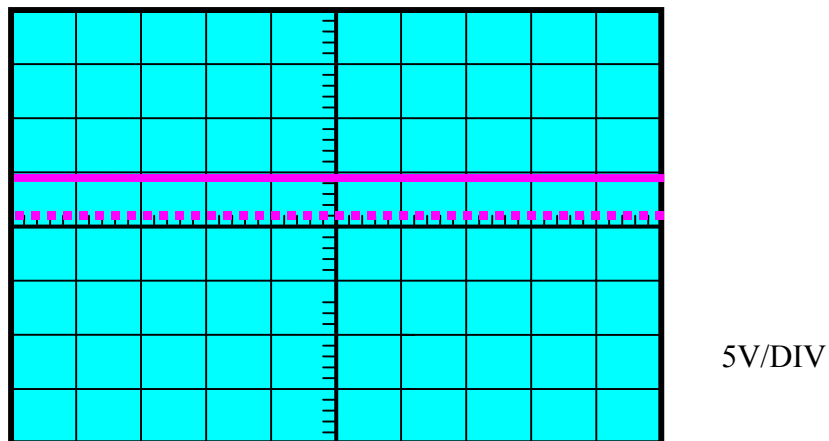
針對直流電壓的測量，常見的操作錯誤有下列幾種情況：

- 一、衰減開關設定錯誤
- 二、衰減微調鈕沒有轉到 CAL 的位置
- 三、輸入選擇開關沒有選到 DC 的位置
- 四、掃描時間設定太大
- 五、探棒的衰減沒有列入考慮
- 六、探棒接觸不良
- 七、參考點位置設定錯誤
- 八、未作基準線歸零調整

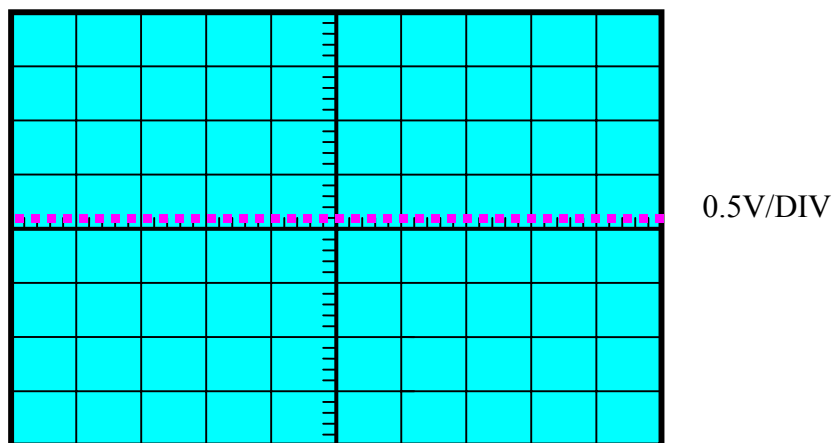
以下就上述的原因列舉說明——

**衰減開關設定錯誤：**

將衰減開關設定太大，時基線偏移高度太小，不易觀察；若將衰減開關設定的太小，則偏移高度超過螢幕的可視範圍，當然時基線就看不到了。若以輸入電壓 3 伏為例，沒有使用衰減探棒時，合適的設定值應該是 1V/DIV，圖二十八設定在 5V/DIV，顯然太大；圖二十九設定在 0.5V/DIV，顯然太小。



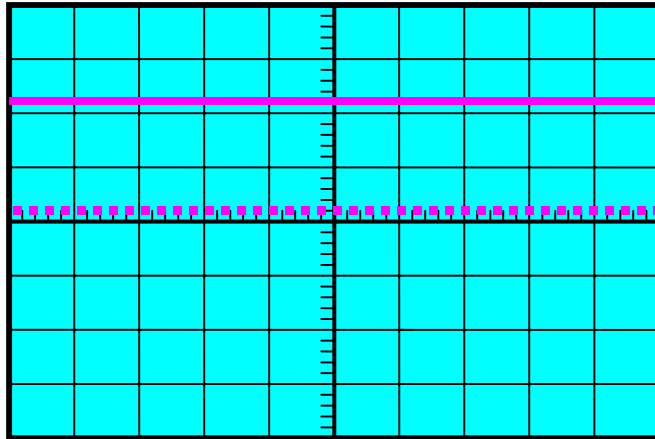
圖二十八 衰減開關設定太大  
時基線偏移太小



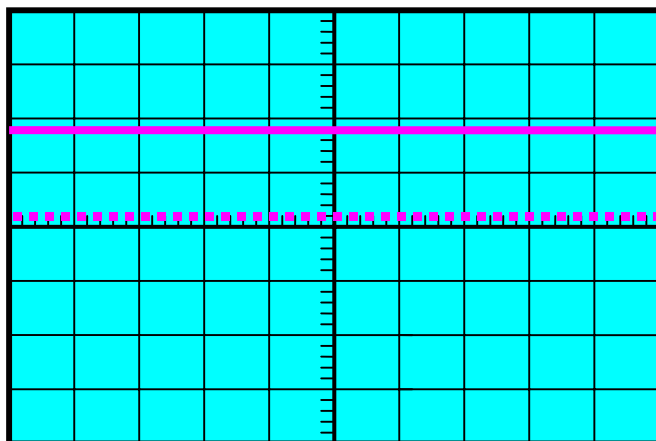
圖二十九 衰減開關設定太小  
時基線超出螢幕

**衰減微調鈕沒有轉到 CAL 的位置：**

測量電壓時，如果微調鈕沒有轉到 CAL 位置，所測得的結果是不正確的，真正數值會比測得數值來得高。



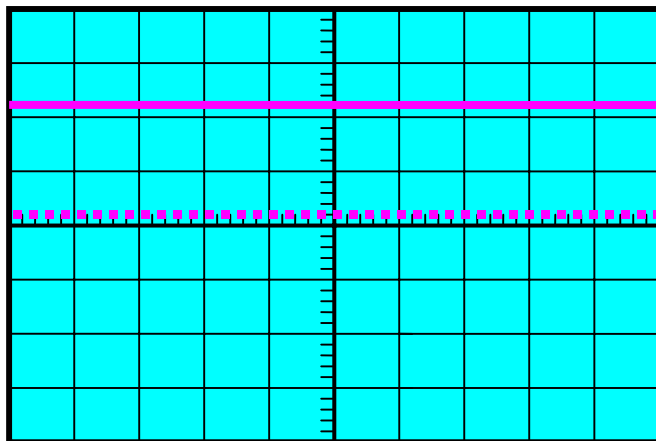
圖三十 微調鈕轉到 CAL 位置



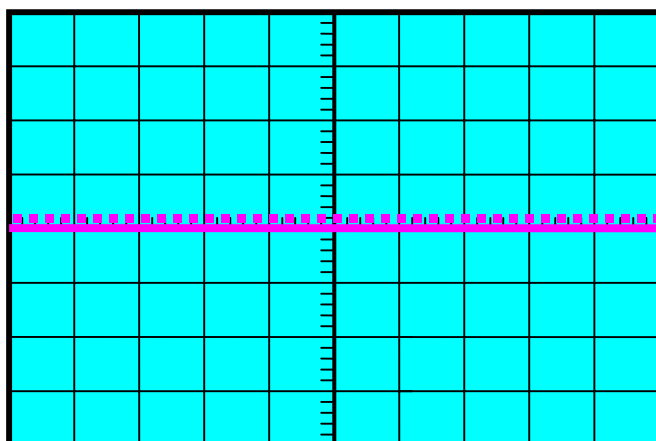
圖三十一 微調鈕未調到 CAL 位置

**輸入選擇開關沒有選到 DC 的位置：**

測量直流電壓時，將輸入選擇開關選到 DC，否則輸入端會隔絕直流的。



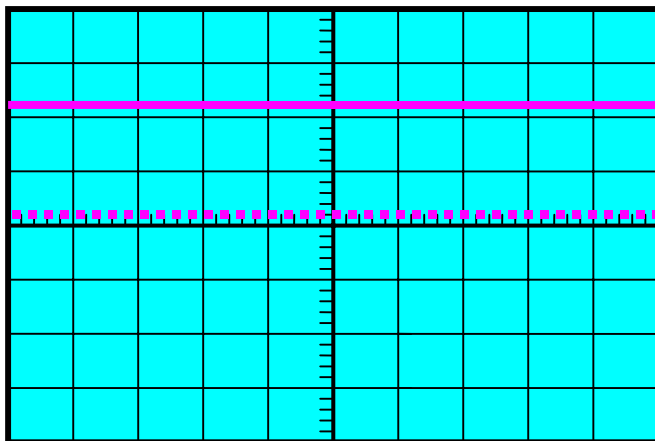
圖三十二 選擇 DC 輸入時，測到的  
直流電壓



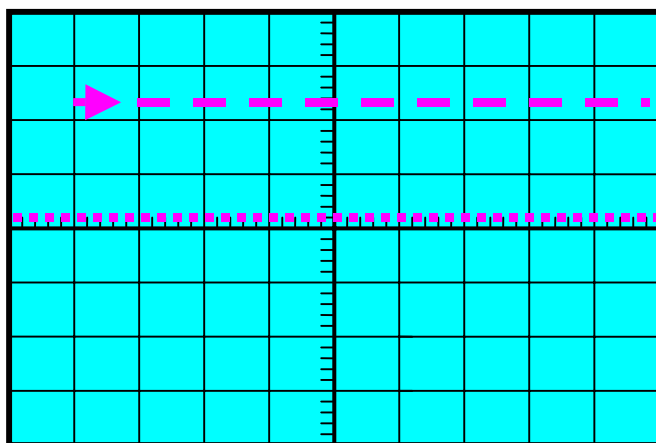
圖三十三 選擇 AC 輸入時，直流電  
壓被隔絕

**掃描時間設定太大：**

若將掃描時間設定得太大，螢幕上的時基線變成一個由左而右移動的點，不易觀察波形，影響正確度。



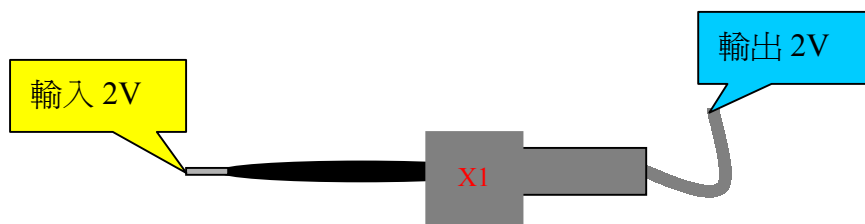
圖三十四 掃描時間設定在 1ms/DIV



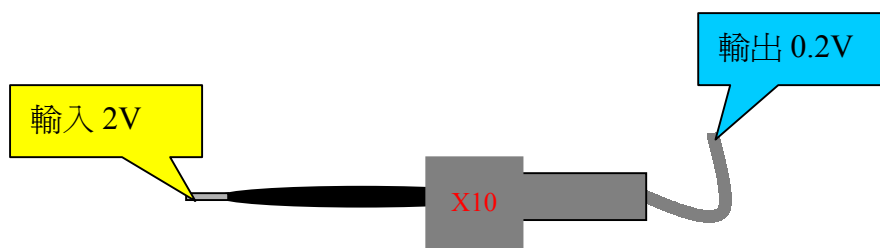
圖三十五 掃描時間設在 100ms/DIV

**探棒的衰減沒有列入考慮：**

當使用 10 : 1 探棒時，須將螢幕上測得的電壓乘上十倍。



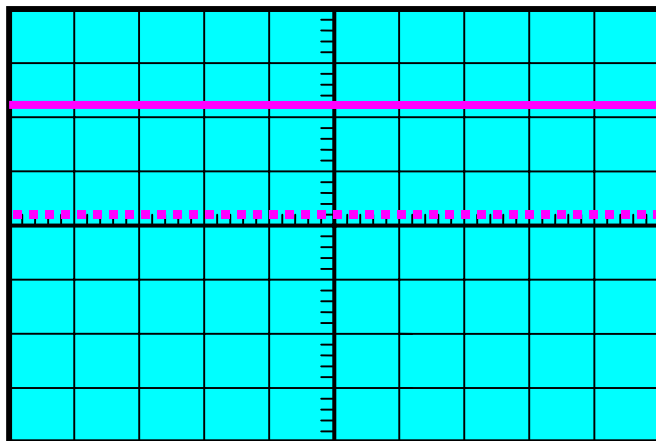
圖三十六 沒有衰減的探棒



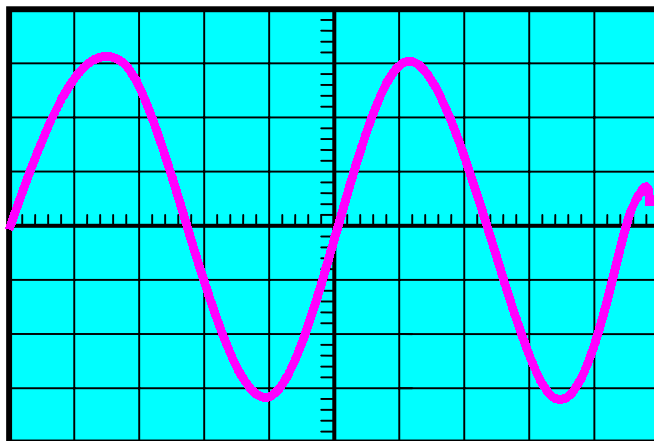
圖三十七 衰減十倍的探棒

**探棒接觸不良：**

探棒內部的導線很細，彎折或擠壓都很容易損壞，因此使用時要特別小心，在收藏導線時，要以圓周捲繞方式收藏，避免對折。



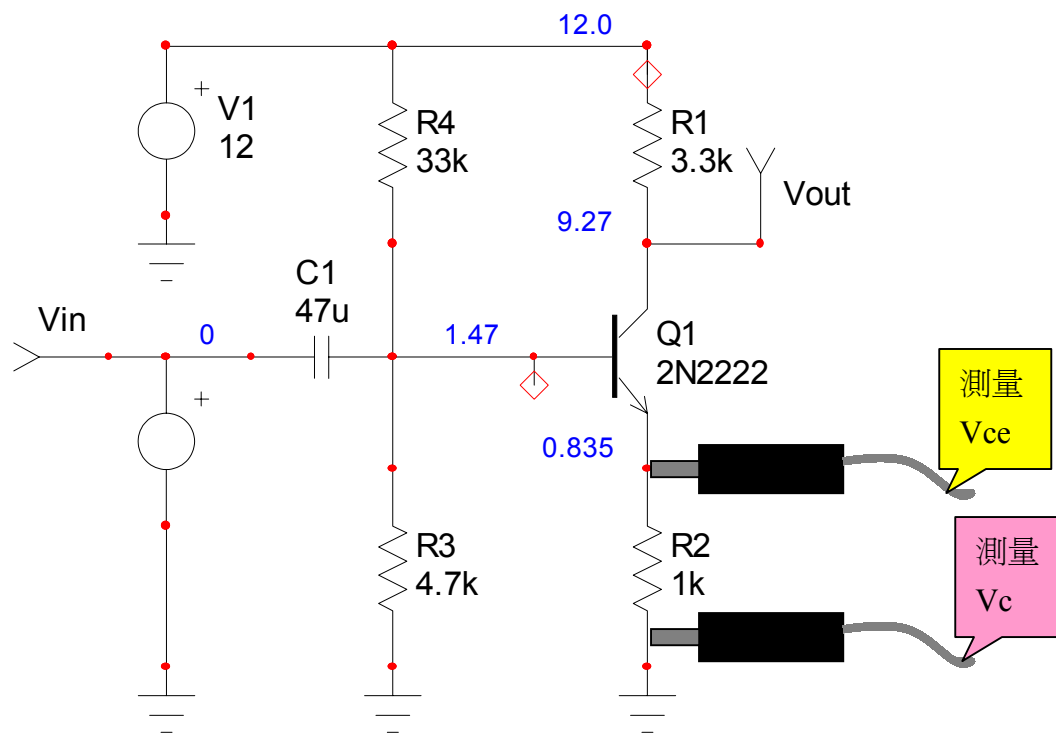
圖三十八 導線完整無損



圖三十九 接地導線不良時

**參考點位置設定錯誤：**

以下圖為例，測量  $V_c$  時，接地線應接在共同點，測量  $V_{ce}$  時，接地線應接 E 腳。

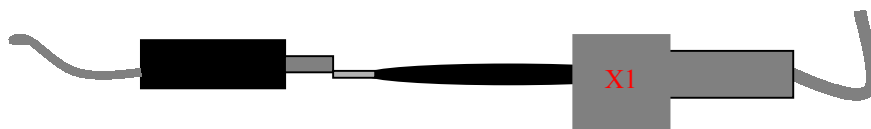


圖四十 測量  $V_c$  及  $V_{ce}$  之接地端

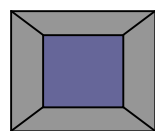


**未作歸零調整：**

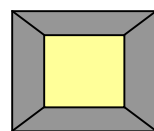
測量之前，先將測試棒短路，或按下 GND 輸入開關，再調整時基線與零軸重疊。



圖四十一 測試棒短路作歸零



選擇 DC/AC

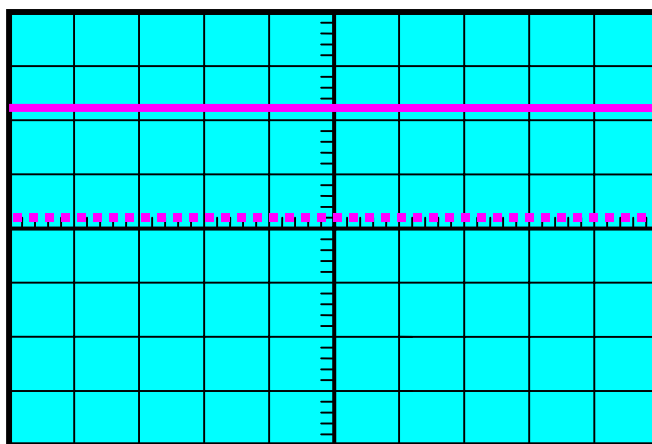


GND

圖四十二 輸入開關 GND 按下作歸零

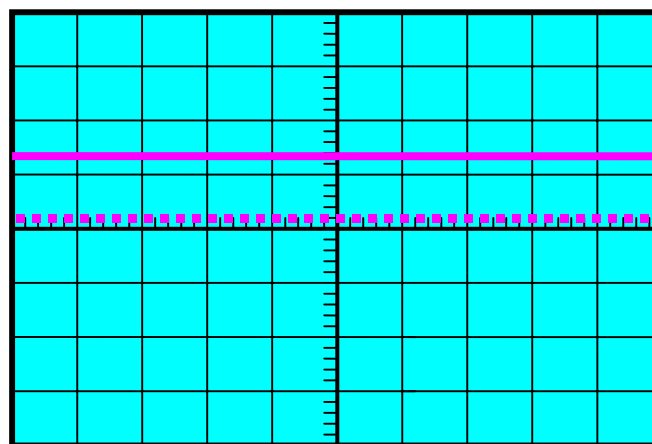
### 學習評量二

圖四十三為正確的波形，請比較圖四十四、四十五、四十六的波形，並寫出是何種錯誤的操作所引起。



圖四十三

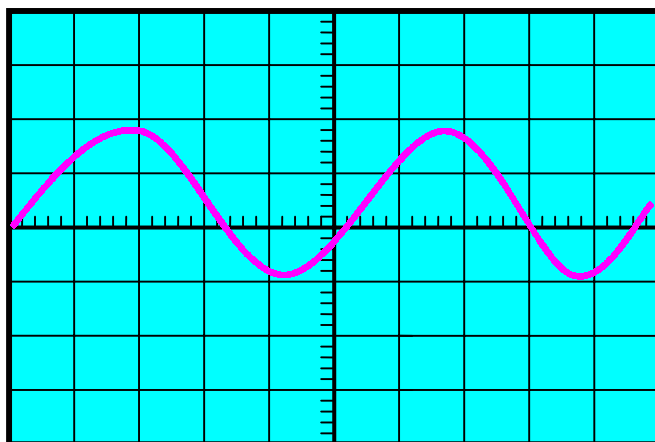
一、



圖四十四

原因：\_\_\_\_\_

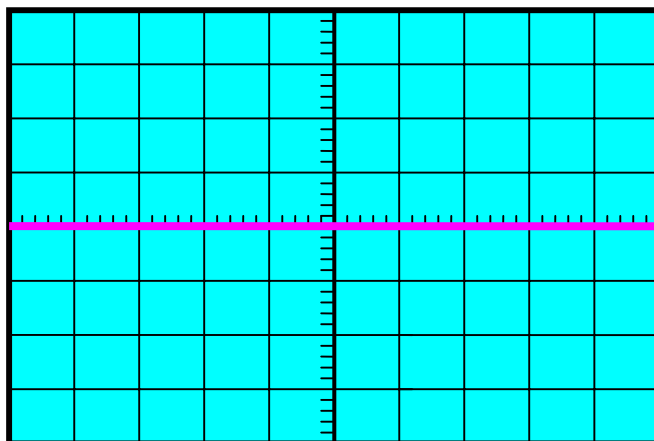
二、



圖四十五

原因：\_\_\_\_\_

三、



圖四十六

原因：\_\_\_\_\_

### 學習評量二答案

- 一、微調鈕未轉到 CAL 的位置。
- 二、接地線接觸不良。
- 三、輸入選擇開關置於 AC 或 GND 位置。

## 學後評量

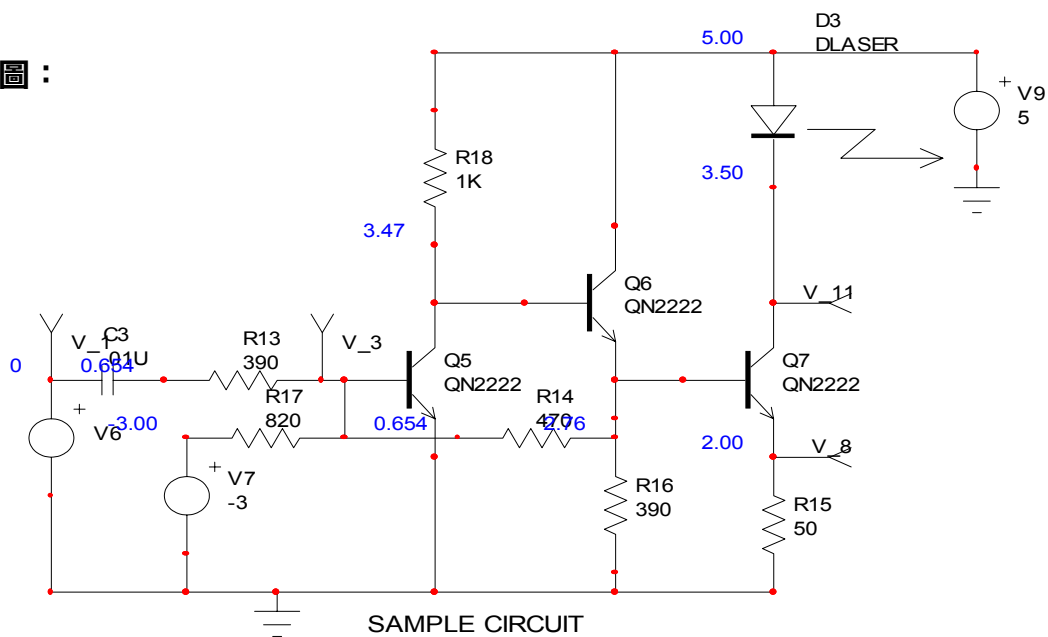
一、在下面空白處以你自己的話，寫出使用示波器測量電路直流電壓時，可能發生的錯誤操作。

### 實作測驗：

請根據以下之圖四十七，連接好電路，分別測量各標示點對地之電壓，並將測得數值填入表中，再與圖上所標示的值核對，若兩者誤差在 5% 以上，則須找出差異的原因，記錄於表格中。

在工作之前，請先填好工作計畫單，送給教師認可後再施工。工作時間 2 小時。

### 工作圖：



圖四十七

**我的工作計畫**

作業名稱：\_\_\_\_\_

工作開始日期：\_\_\_\_\_ 完成日期：\_\_\_\_\_

工作時間：\_\_\_\_\_小時 教師認可：\_\_\_\_\_

我製作上列工作時所需用之工具及機器

1 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ 9 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ 11 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_

我所需要的材料及消耗品

名 稱	說 明	規 格	數 量	估 價

**我計畫如何做我的作業：**

工作步驟	安全注意事項	工作時注意要項

- 注意：(1) 現在你已完成你的作業計畫，請不要馬上工作，你先檢討一下，有沒有其他更好的方法呢？有沒有遺漏呢？將你的計畫送給你的老師認可；然後再開始工作，工作時間為一小時。
- (2) 當你測量好了各點電壓，請對你獲得的結果做自我檢查，是否有異常的地方，沒有問題後再送給老師評分。

一、我對我作業的評分：

測試點	測量值	理論值	配分	得分	評分標準
Q5 E		0.65	25%		測量值與理論計算值相距在 5%以下得滿分，超過者不給分。
Q6 E		2.76	25%		
Q7 C		3.5	25%		
Q7 E		2.0	25%		

我的作業評分=\_\_\_\_分，屬於\_\_\_\_等

A=100分 B=75分 C=50分

D=25分 E=25分以下

二、我的工作計畫得分\_\_\_\_分，屬於\_\_\_\_等。

三、安全習慣得分\_\_\_\_分，屬於\_\_\_\_等。

四、學習態度得分\_\_\_\_分，屬於\_\_\_\_等。

五、教師評分

(一) 作業得分 \_\_\_\_\_ 3.安全習慣 \_\_\_\_\_

(二) 工作計畫 \_\_\_\_\_ 4.學習態度得分 \_\_\_\_\_

總得分 \_\_\_\_\_ 屬於\_\_\_\_\_等

六、時間
