

# 儀表操作與訊號量測（試題二）

## 一、公告試題說明

### 1 試題說明

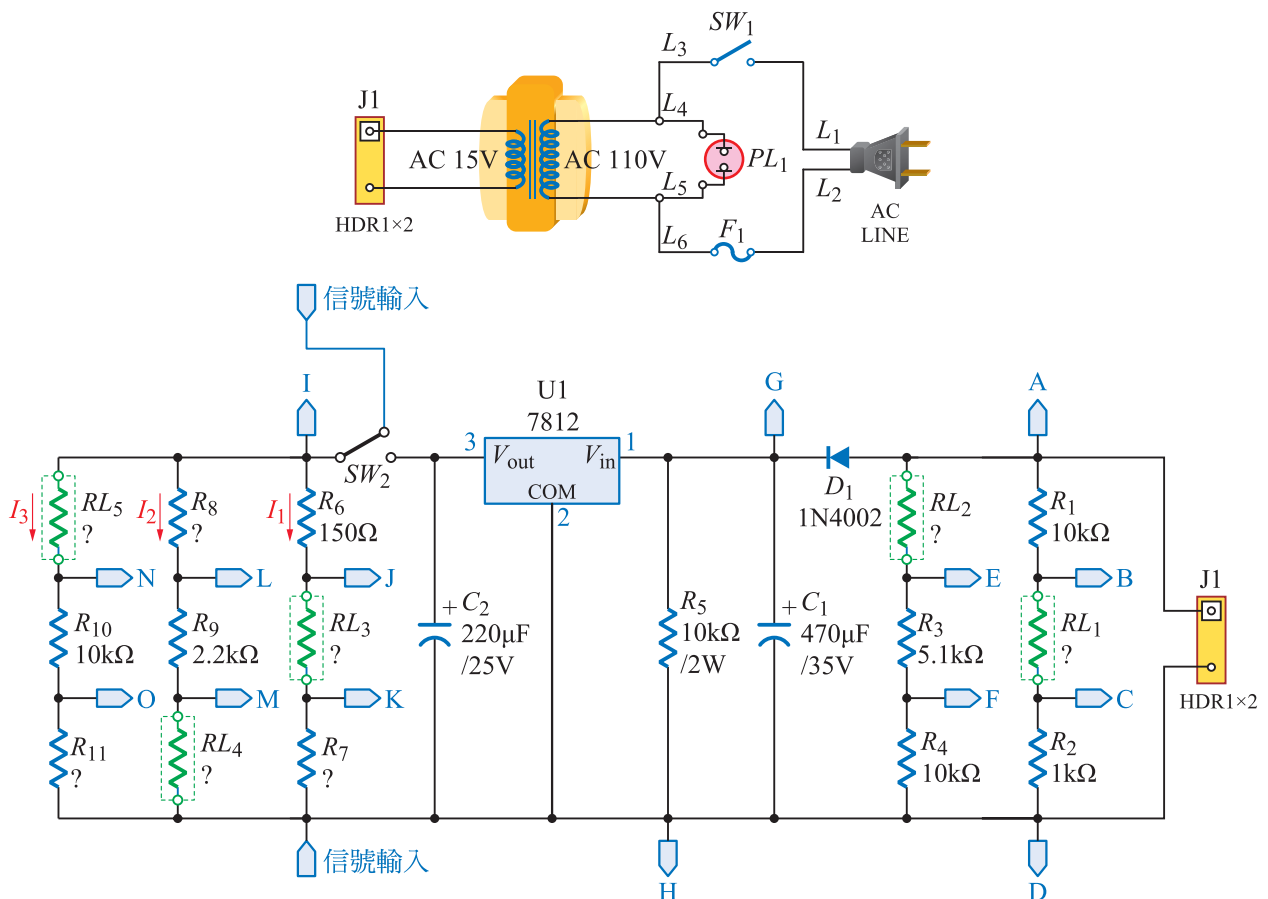
1. 本試題以評量應檢人對於電路板元件裝配、焊接、量測及儀表操作之能力為主。
2. 本試題共有二項工作：(1) 進行裝配焊接；(2) 儀表操作與訊號量測工作。
3. 應檢人依照（四）量測用之電路板元件佈置圖（元件面）及佈線圖（銅箔面），按圖進行量測用電路板裝配與焊接工作。電路圖中未標明數值的電阻器與跳接端，依抽題結果之測試題組進行設定。
4. 將焊接好的電路板組裝在測試機台上。
5. 應檢人必須先將測試題組指定位置之電壓值與電流值，計算至小數點後第 2 位，並四捨五入取至小數點後第 1 位，填入答案卷上計算值之空格中。依據計算值選擇三用電表適當的量測範圍檔量測，量測值的有效讀值至小數點後第 2 位，並四捨五入取至小數點後第 1 位，將量測結果填入答案卷上測試值之空格中，直流部分須標註正、負極性。
6. 應檢人依測試題組指定波形之頻率及振幅等條件，適當調整函數波產生器。於「（三）量測用電子電路圖」中使用開關（ $SW_2$ ）斷開其兩端的迴路，接著將函數波產生器的輸出訊號與該圖中的「信號輸入端」連接。應檢人依測試題組指定之量測位置（J 至 O）計算其理論值、並以示波器進行量測，結果填入「（七）儀表操作與訊號量測答案卷 -2」。
7. 應檢人應確認填入答案卷之量測值與實際量測值相同，交卷時並由監評人員檢查驗證後才可離場。若填入答案卷之量測值與檢查驗證時的量測值誤差超過  $\pm 10\%$ ，按評審表規定扣分。監評人員檢查驗證只驗證應檢人填入答案卷之量測值與檢查驗證時的量測值是否符合，並不負責答案卷量測值欄所填量測值之正確性（評分時才檢查量測數值是否正確）。
8. 測時必須使用術科測試場地單位所提供的示波器、函數波產生器。
9. 測試完成後，監評人員必須將計算值與量測值（須使用測試場地單位提供之儀表量測）之答案現場公布，告知應檢人。

### 2 動作要求

1. 裝配及焊接完成之電路板須與「（四）量測用電路板元件佈置圖與佈線圖」相同，否則以不及格論。

- 量測用電路板中，由測試題組指定的跳接端連接元件 ( $RL_1$  至  $RL_5$ ) 以及電阻器 ( $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_{11}$ ) 之電阻值，均應與測試題組指定完全相同，否則以不及格論。
- 計算值必須由應檢人本身先行計算出結果後，再以計算值為參考進行量測。
- 填入答案卷之量測值與檢查驗證時的量測值誤差，必須在  $\pm 10\%$  (含) 以內。
- 示波器量測結果的波形 (在 X 軸上) 須能完整呈現 2 ~ 3 個週期，其 CH1 輸入信號波峰至波谷的分布範圍 (在 Y 軸上) 以能占滿視窗之 3 ~ 6 大格，CH2 輸出信號波峰至波谷的分布範圍 (在 Y 軸上) 以能佔滿視窗之 2 ~ 5 大格為標準，並將顯示波形描繪至對應之答案卷上。
- 函數波訊號產生器應設定於 **DC Offset = 0V**，**Duty Cycle = 50%**。函數之波形、頻率及振幅應依測試題組指定之條件進行設定；示波器之 CH1、CH2 時基線應調整於視窗 Y 軸中央位置 (0V)，採用 DC 耦合、測試棒衰減率 1 : 1。不符合設定條件處，每處扣 5 分，合計至多扣 30 分。

### 3 量測用電子電路圖 (圖 4-1)



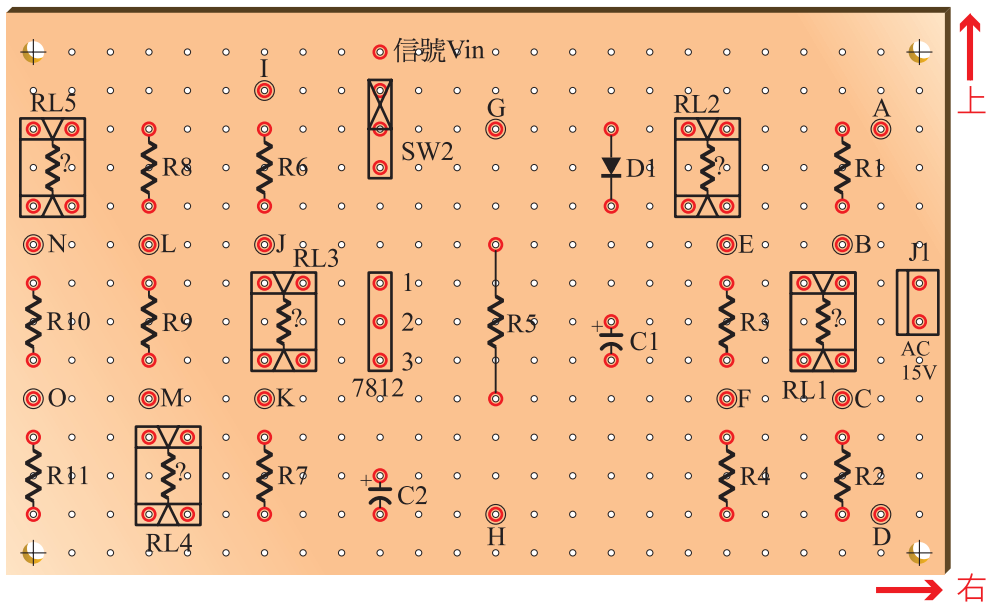
▲圖 4-1 量測用電子電路圖

如上圖所示，未知的各電阻值及  $RL_1 \sim RL_5$ 、 $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_{11}$  跳接端之連接方式，依抽題結果之測試題組進行設定，監評人員於抽題後應將抽題結果及其內容公告於黑(白)板。

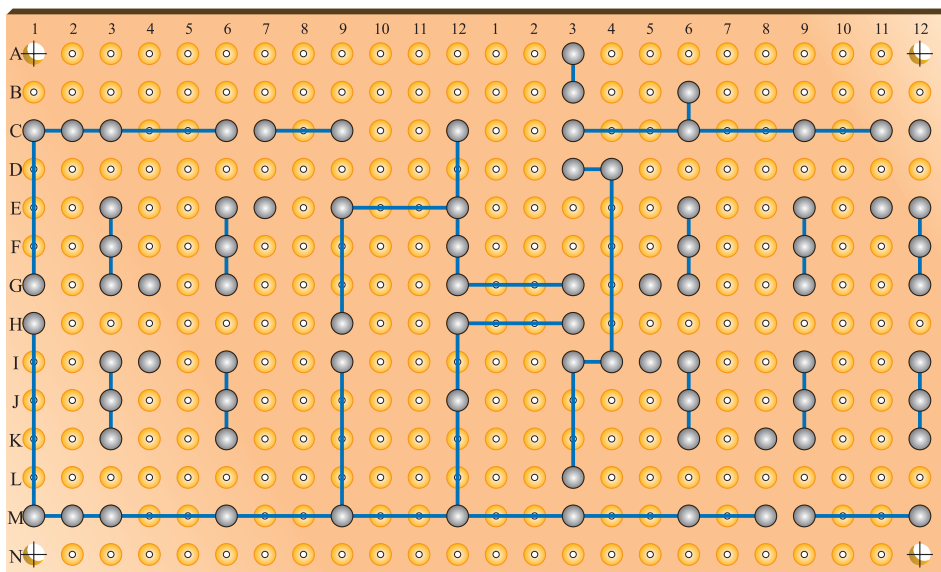
▼表 4-1 試題二 (儀表操作與訊號量測) 測試題組

題組	RL <sub>1</sub>	RL <sub>2</sub>	RL <sub>3</sub>	RL <sub>4</sub>	RL <sub>5</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>11</sub>	交流電壓 量測點 1	交流電壓 量測點 2	直流電壓 量測點 1	直流電壓 量測點 2	直流電流 量測 1	直流電流 量測 2	波形、頻 率、振幅	波形 量測點
1	1kΩ	5.1kΩ	220Ω	8.2kΩ	0Ω	100Ω	1.5kΩ	47kΩ	V <sub>BD</sub> =	V <sub>EF</sub> =	V <sub>JH</sub> =	V <sub>LK</sub> =	I <sub>1</sub> =	I <sub>2</sub> =	正弦波 1kHz 5V <sub>p-p</sub>	V <sub>JH</sub>
2	5.1kΩ	2kΩ	100Ω	1.5kΩ	22kΩ	330Ω	6.8kΩ	0Ω	V <sub>BC</sub> =	V <sub>ED</sub> =	V <sub>JK</sub> =	V <sub>JM</sub> =	I <sub>2</sub> =	I <sub>3</sub> =	方波 5kHz 2V <sub>p-p</sub>	V <sub>NH</sub>
3	10kΩ	10kΩ	330Ω	8.2kΩ	10kΩ	470Ω	6.8kΩ	22kΩ	V <sub>AE</sub> =	V <sub>EC</sub> =	V <sub>IJ</sub> =	V <sub>JL</sub> =	I <sub>1</sub> =	I <sub>3</sub> =	三角波 20kHz 10V <sub>p-p</sub>	V <sub>MH</sub>
4	2kΩ	20kΩ	680Ω	6.8kΩ	22kΩ	220Ω	4.7kΩ	47kΩ	V <sub>AC</sub> =	V <sub>FD</sub> =	V <sub>KH</sub> =	V <sub>MK</sub> =	I <sub>1</sub> =	I <sub>2</sub> =	方波 1kHz 5V <sub>p-p</sub>	V <sub>OH</sub>
5	20kΩ	1kΩ	470Ω	4.7kΩ	47kΩ	680Ω	8.2kΩ	0Ω	V <sub>BC</sub> =	V <sub>AF</sub> =	V <sub>LO</sub> =	V <sub>JM</sub> =	I <sub>1</sub> =	I <sub>3</sub> =	三角波 5kHz 15V <sub>p-p</sub>	V <sub>MH</sub>
6	33kΩ	10kΩ	開路	0Ω	10kΩ	680Ω	4.7kΩ	22kΩ	V <sub>BF</sub> =	V <sub>ED</sub> =	V <sub>JK</sub> =	V <sub>JL</sub> =	I <sub>2</sub> =	I <sub>3</sub> =	正弦波 5kHz 10V <sub>p-p</sub>	V <sub>OH</sub>
7	10kΩ	51kΩ	470Ω	4.7kΩ	開路	470Ω	4.7kΩ	47kΩ	V <sub>BD</sub> =	V <sub>BF</sub> =	V <sub>JM</sub> =	V <sub>LH</sub> =	I <sub>1</sub> =	I <sub>2</sub> =	正弦波 20kHz 2V <sub>p-p</sub>	V <sub>LH</sub>
8	82kΩ	33kΩ	330Ω	開路	22kΩ	220Ω	6.8kΩ	10kΩ	V <sub>BC</sub> =	V <sub>ED</sub> =	V <sub>KH</sub> =	V <sub>JN</sub> =	I <sub>1</sub> =	I <sub>3</sub> =	方波 10kHz 10V <sub>p-p</sub>	V <sub>JH</sub>
9	5.1kΩ	20kΩ	220Ω	1.5kΩ	10kΩ	100Ω	1.5kΩ	0Ω	V <sub>AB</sub> =	V <sub>EC</sub> =	V <sub>NO</sub> =	V <sub>JM</sub> =	I <sub>2</sub> =	I <sub>3</sub> =	三角波 5kHz 5V <sub>p-p</sub>	V <sub>NH</sub>
10	1kΩ	20kΩ	100Ω	4.7kΩ	10kΩ	470Ω	6.8kΩ	82kΩ	V <sub>BD</sub> =	V <sub>ED</sub> =	V <sub>IK</sub> =	V <sub>KO</sub> =	I <sub>1</sub> =	I <sub>2</sub> =	正弦波 10kHz 15V <sub>p-p</sub>	V <sub>OH</sub>
11	100kΩ	0Ω	680Ω	6.8kΩ	82kΩ	330Ω	6.8kΩ	47kΩ	V <sub>CD</sub> =	V <sub>FB</sub> =	V <sub>ML</sub> =	V <sub>JO</sub> =	I <sub>1</sub> =	I <sub>3</sub> =	方波 10kHz 2V <sub>p-p</sub>	V <sub>LH</sub>
12	0Ω	100kΩ	470Ω	8.2kΩ	47kΩ	220Ω	8.2kΩ	10kΩ	V <sub>DB</sub> =	V <sub>CE</sub> =	V <sub>ON</sub> =	V <sub>MK</sub> =	I <sub>2</sub> =	I <sub>3</sub> =	三角波 20kHz 15V <sub>p-p</sub>	V <sub>KH</sub>

4 量測用電路板元件佈置圖與佈線圖 (圖 4-2)



※ 焊接  $SW_2$  可使用 1.2mm 鑽針鑽 (擴) 孔

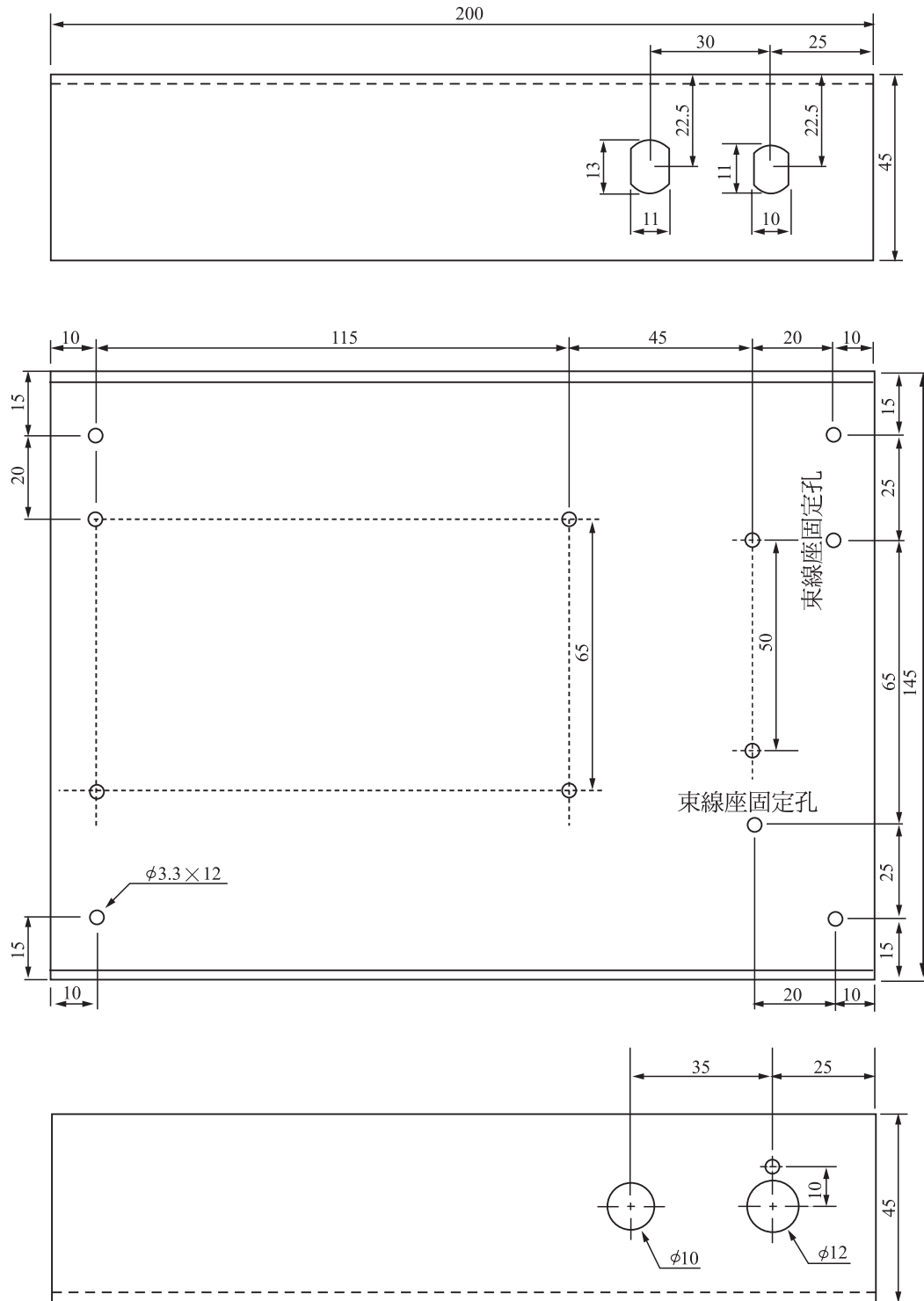


(以零件面左右翻轉)

▲圖 4-2 量測用電路板元件佈置圖與佈線圖

## 5 量測機台機殼圖 (圖 4-3)

- 註1：單位：mm  
 註2：厚度1.6mm鋁板(需倒角)  
 註3： $\phi 3.3$  12孔



▲圖 4-3 量測機台機殼圖

## 6 儀表操作與訊號量測答案卷-1

姓名		術科測試編號		日期	年 月 日
----	--	--------	--	----	-------

1. 測試題組指定條件：

量測用電路板：

$$RL_1 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_2 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_3 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_4 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_5 = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$R_7 = \underline{\hspace{2cm}}, R_8 = \underline{\hspace{2cm}}, R_{11} = \underline{\hspace{2cm}}。$$

2. 應檢人量測記錄：

(1)  $V_{AD} = \underline{\hspace{2cm}}$  ( $V_{rms}$ ) ,  $V_{GH} = \underline{\hspace{2cm}}$  (V) ,  $V_{IH} = \underline{\hspace{2cm}}$  (V)  
(本項測量值不列入評分)

(2) 應檢人自行量測記錄：

	項次	計算值	量測值
交流部分	1	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
	2	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
直流部分	1	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
	2	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
	3	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA
	4	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

例如： $V_{JK} = \underline{-8.1}$  V ,  $I_1 = \underline{10.2}$  mA

備註：計算值為理論值，電壓以 AC 15V 及 DC 12V 為準，量測值以三用電表實際量測為準。

監評長簽名		監評人員簽名	
-------	--	--------	--

## 7 儀表操作與訊號量測答案卷-2

姓名		術科測試編號		日期	年 月 日
----	--	--------	--	----	-------

### 1. 儀表量測

#### (1) 函數波訊號產生器：

波形 = \_\_\_\_\_，頻率 = \_\_\_\_\_，振幅 = \_\_\_\_\_，

DC Offset = 0V，工作週期 (Duty Cycle) = 50%

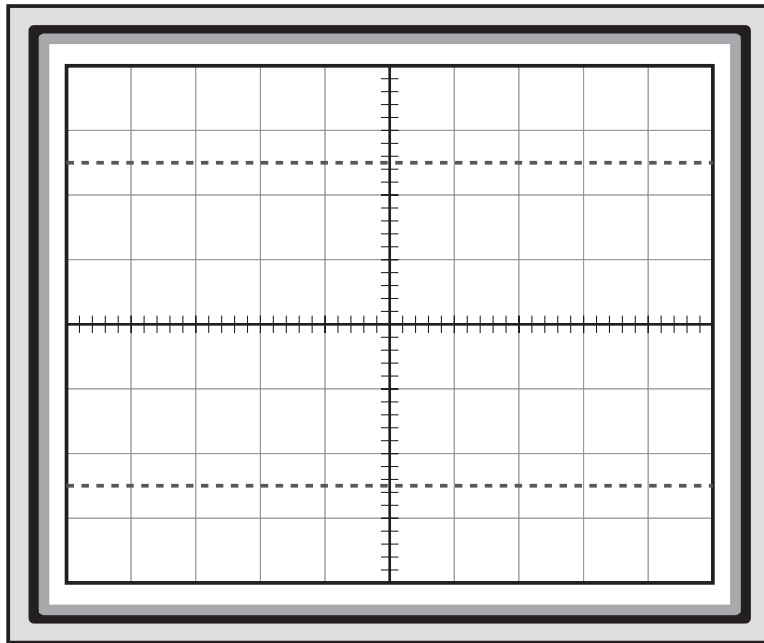
#### (2) 示波器：

耦合條件：DC，測試棒衰減率 1：1

### 2. 訊號輸入端量測記錄：

於「(三) 量測用電子電路圖」中使用開關 ( $SW_2$ ) 斷開其兩端迴路，依測試題組指定之訊號與圖中的「信號輸入端」連接。

於如下示波器顯示窗格繪製 CH1 輸入信號 ( $V_{IH}$ ) 和 CH2 輸出信號 (J、K、L、M、N、O 其中一點對地)： $V_{IH}$ ，並於波形中明確註明 CH1 及 CH2。



應檢人記錄示波器的

時基：\_\_\_\_\_ TIME/DIV

CH1 振幅：\_\_\_\_\_ VOLTS/DIV

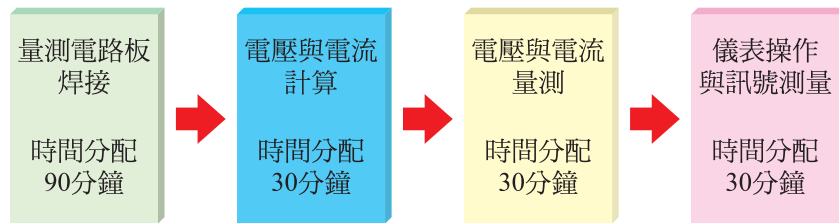
CH2 振幅：\_\_\_\_\_ VOLTS/DIV

監評長簽名		監評人員簽名	
-------	--	--------	--



## 二、儀表操作與訊號量測工作時程控制

本試題的技能要求為：電路板元件焊接與佈線及三用電表、示波器、信號產生器等儀表操作與訊號量測。在裝配與儀表操作的過程中對於工作時程控制筆者建議如下：



▲圖 4-4 工作時程控制

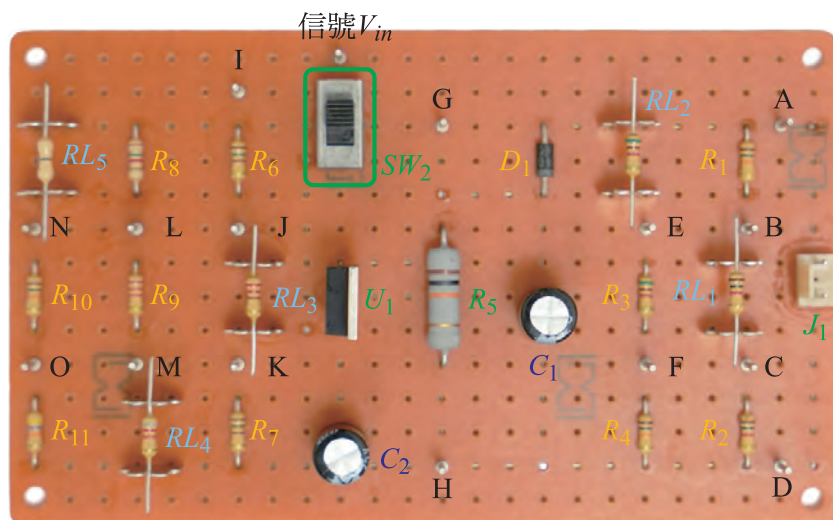
## 三、量測電路板的裝配

### 1 量測電路裝配時應注意事項

1. 必須依照如圖 4-1 所示「量測電子電路圖」，配合測試題組指定的跳接端連接元件 ( $RL_1$  至  $RL_5$ ) 以及電阻器 ( $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_{11}$ ) 之電阻值，進行裝配與焊接測量電路板。
2. 量測用電路板中，所有電阻的電阻值 (含測試題組指定) 必須完全相同，否則以不及格論。
3. 量測用電路板的元件的裝配與佈線焊接工作，必須完全依照圖 4-2 所示「量測電路板元件佈置圖與佈線圖」進行 (元件位置及焊點佈線要為完全相同)，否則以不及格論。

### 2 量測電路裝配步驟

1. 如圖 4-5 所示測量電路板元件面裝配完成圖，依量測電子電路圖、電路板元件佈置圖，裝配量測電路板元件面的焊接步驟：

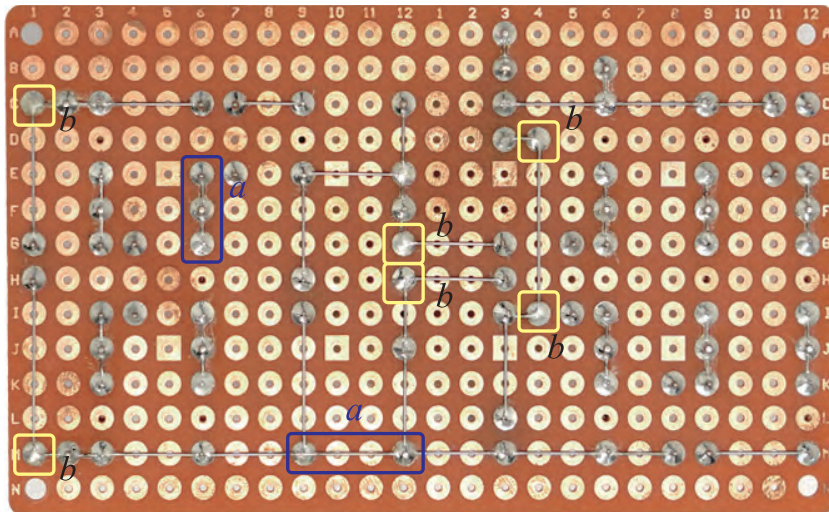


▲圖 4-5 測量電路板元件面裝配完成圖

(1) 將滑動開關  $SW_2$  的三個接腳所放置的孔位，使用 1.5mm 鑽針鑽 (擴) 孔。



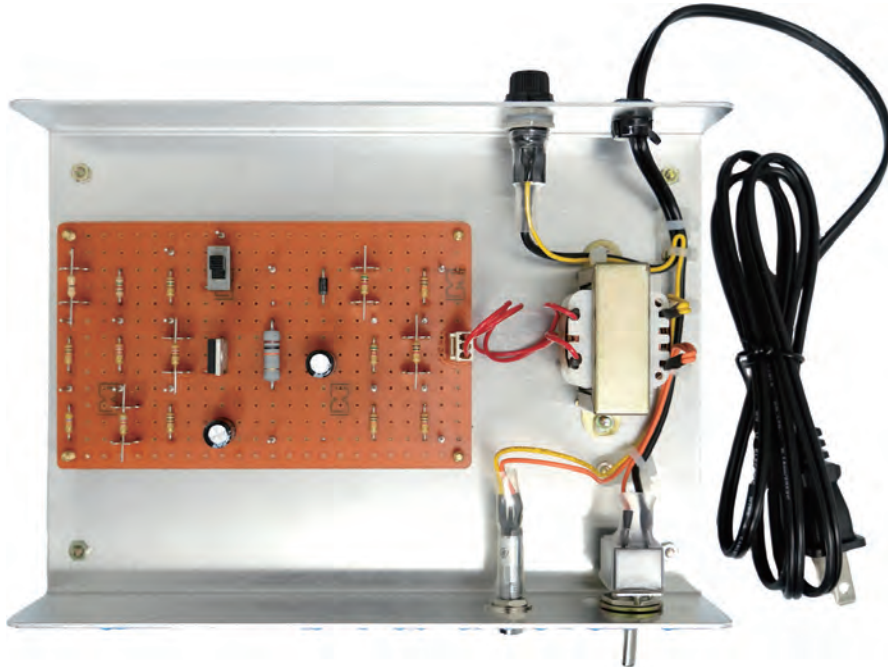
- (2) 將電阻器  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_6$ 、 $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 、 $R_{11}$  (誤差向下)、 $D_1$  (陰極向下)，元件接腳以尖嘴鉗加工成  $90^\circ$ ，放置於元件面正確位置，並於銅箔面加以焊接完成剪除餘線。電阻器 ( $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_{11}$ ) 為測試題組指定。
  - (3) 將電容器  $C_1$ 、 $C_2$  (正極向上) 放置於元件面正確位置 (緊貼電路板)，並於銅箔面加以焊接完成剪除餘線。
  - (4) 將滑動開關  $SW_2$ 、積體電路  $U_1$  (文字向左)、功率電阻  $R_5$  (離電路板 5mm)、莫士 (Molex) 公座  $J_1$  分別放置於元件面正確位置，並於銅箔面加以焊接。
  - (5) 將接線柱  $A \sim O$ 、信號  $V_{in}$ 、零件架接測試座  $RL_1 \sim RL_5$  分別放置於元件面正確位置，並於銅箔面加以焊接。(焊接銅片、銅柱時，因導熱會產生高溫以尖嘴鉗夾持元件避免燙傷。)
  - (6) 零件架接測試座  $RL_1 \sim RL_5$  分別放置測試題組指定電阻器之電阻值並剪除餘線。
2. 如圖 4-6 所示測量電路板銅箔面佈線完成圖，佈線過程中所有的元件接腳焊點，依量測電子電路圖、電路板佈線圖在兩個焊點之間應以裸銅線段連接，連接處應置於焊點的中間，如圖中的 a 所標示。裸銅線段轉彎處應加以補焊點，如圖中的 b 所標示。



▲圖 4-6 測量電路板銅箔面佈線完成圖

3. 量測電路焊接時，請考生應注意下列事項避免故障或扣分的情形發生：
  - (1) 查核二極體  $D_1$  的方向不可反接 (向下)，否則會產生負電壓且電容會爆炸損壞。
  - (2) 查核電容器  $C_1$ 、 $C_2$  的極性，若反接會使電容爆炸損壞。
  - (3) 查核穩壓積體電路 ( $U_1$ ) 7812 的方向是否向左。
  - (4) 10kΩ/2W 電阻應與電路板距離 5mm 以利散熱。
  - (5) 查核電路板零件架接測試座上的元件，( $RL_1$  至  $RL_5$ ) 以及電阻器 ( $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_{11}$ ) 之電阻值，應與測試題組指定的電阻值相同。
  - (6) 電阻、二極體元件接腳要使用尖嘴鉗加工成  $90^\circ$ ，兩端引線要等長，電阻誤差一律向下 (依元件佈置圖的標示為基準)。

4. 檢查電源開關再關閉狀態（OFF），將組裝好的量測電路板，安置在測試機臺上的四個銅柱上，將機臺上的莫士（Molex）母座與量測電路板上莫士（Molex）公座連接，如圖 4-7 所示。打開電源開關（ON）指示燈點亮，以進行測試題組指定的交、直流電壓的測量點及直流電流量測。



▲圖 4-7 量測電路板與機臺組裝圖

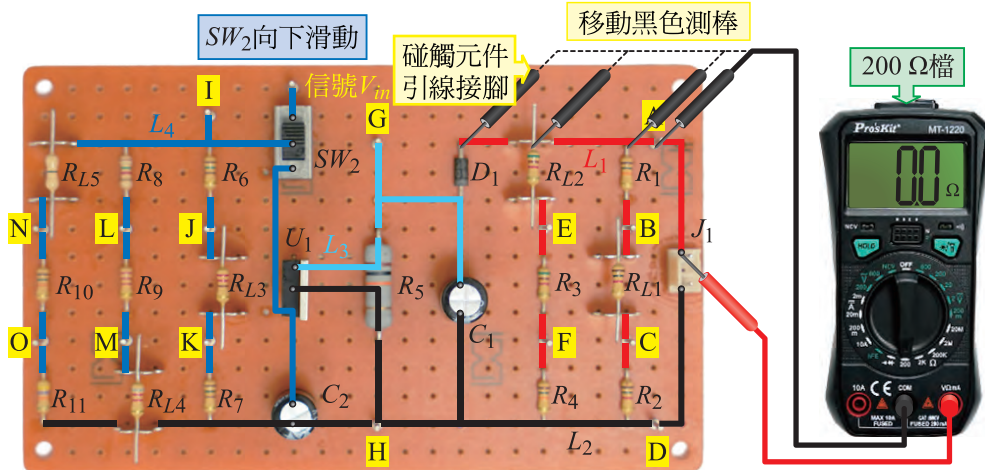
### 3 量測電路板的故障檢修

本試題的量測電路結構簡單，所以故障的排除也相當容易。應檢人只要依下列所述故障排除步驟，應可順利完成故障的排除。故障排除步驟說明如下：

1. 連接機臺電源前，請務必檢視整流二極體（ $D_1$ ）的極性、濾波電容（ $C_1$ 、 $C_2$ ）的極性與穩壓 IC 的方向（文字朝左），應正確無誤方可送電測量。
2. 確認量測電路板所有佈線與元件接點正常，將數位電表置於  $200\Omega$  檔，如圖 4-8 所示。判斷電路板焊接面各焊點間佈線。
  - (1) 圖 4-8 所示  $L_1$  的紅色佈線：將電表紅色測棒連接到  $J_1$  上端，黑色測棒分別連接到  $A$ （接線柱）、 $R_1$ 、 $RL_2$ （架接座）、 $D_1$  的元件上端引線，若電表指示為  $0\Omega$  則表示焊接正常。反之則表示連線間開路或焊接不良。同時檢測  $R_1 \sim RL_1$ 、 $RL_1 \sim R_2$ 、 $RL_2 \sim R_3$  及  $R_3 \sim R_4$  之間的佈線。
  - (2) 圖 4-8 所示  $L_2$  的黑色佈線：將電表紅色測棒連接到  $J_1$  下端，黑色測棒分別連接到  $D$ （接線柱）、 $R_2$ 、 $R_4$ 、 $C_1$ 、 $R_5$ 、 $C_2$ 、 $R_7$ 、 $R_{11}$  的元件下端引線、 $RL_4$ （架接座）及  $U_1$  的第 2 個接腳，若電表指示為  $0\Omega$  則表示焊接正常。反之則表示連線間開路或焊接不良。

（電解電容  $C_1$ 、 $C_2$  與電路板緊貼，改由焊接面測量其接腳引線）

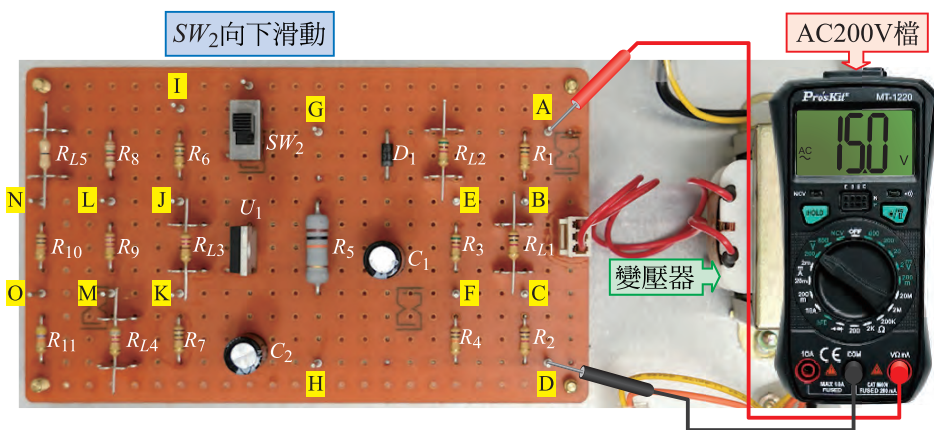
- (3)圖 4-8 所示  $L_3$  的青色佈線：將電表紅色測棒連接到 G (接線柱)，黑色測棒分別連接到  $D_1$  元件下端引線、 $C_1$ 、 $R_5$  的元件上端引線及  $U_1$  的第 1 個接腳，若電表指示為  $0\Omega$  則表示焊接正常。反之則表示連線間開路或焊接不良。
- (4)圖 4-8 所示  $L_4$  的藍色佈線：將電表紅色測棒連接到 I (接線柱)，黑色測棒分別連接到  $R_6$ 、 $R_8$ 、 $RL_5$  (架接座)、 $C_2$  的元件上端引線及  $U_1$  的第 3 個接腳，若電表指示為  $0\Omega$  則表示焊接正常。反之則表示連線間開路或焊接不良。同時檢測  $R_6 \sim RL_3$ 、 $RL_3 \sim R_7$ 、 $R_8 \sim R_9$ 、 $R_9 \sim RL_4$ 、 $RL_5 \sim R_{10}$  及  $R_{10} \sim R_{11}$  之間的佈線。



▲圖 4-8 量測电路板的佈線與元件焊接檢測

3. 將量測电路板放置於機臺與莫士母座連接，送電檢測故障原因：

- (1)將數位電表置於 AC 200V 檔，如圖 4-9 所示：將紅色測棒置於 A 點，黑色測棒置於 D 點，數位電表應指示 15V 交流電壓，若電壓為 0V，則表示機臺變壓器沒有送電。

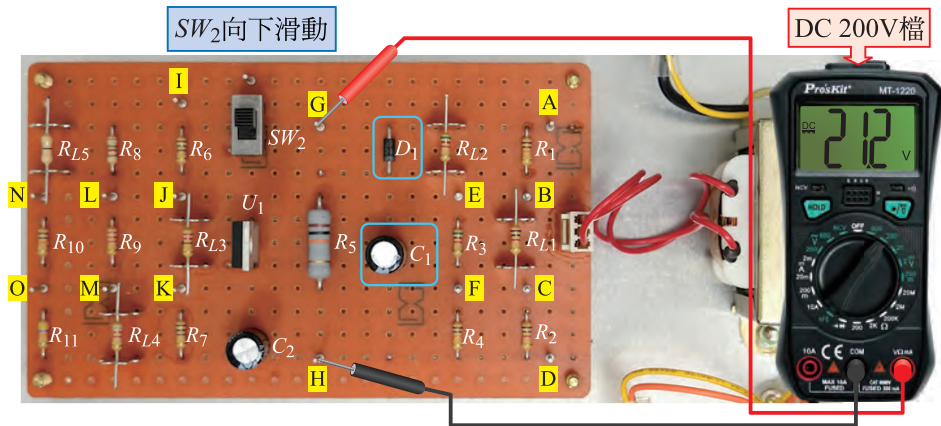


▲圖 4-9 交流電壓故障排除測量

- (2)將數位電表置於 DC 200V 檔，如圖 4-10 所示，將紅色測棒置於 G 點，黑色測棒置於 H 點，數位電表應指示約 21V 直流電壓。

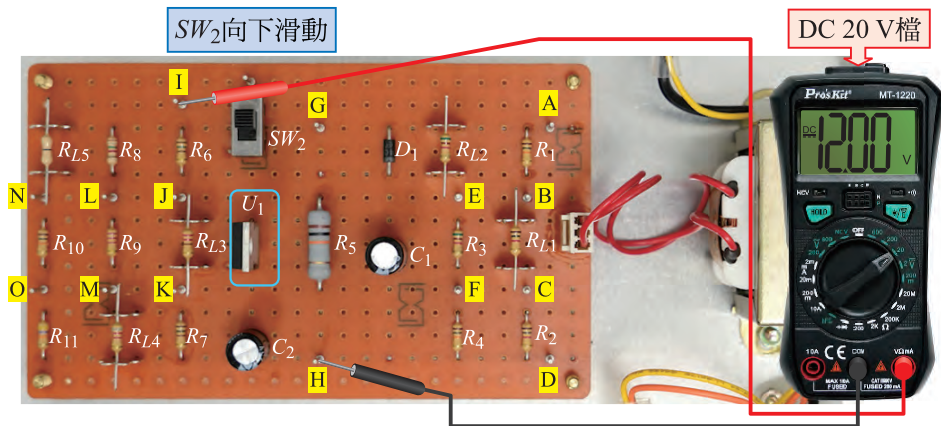
- 若電壓為 0V，則表示  $D_1$  二極體開路。
- 若電壓約為 6.7V，則表示  $C_1$  電解電容開路。





▲圖 4-10 整流濾波電路故障排除測量

(3) 將數位電表置於 DC 20V 檔，如圖 4-11 所示，將紅色測棒置於 I 點，黑色測棒置於 H 點，數位電表應指示應為 12V（滑動開關  $SW_2$  要向下滑動），若電壓為 0V，則表示  $U_1$  積體電路毀損。



▲圖 4-11 穩壓電路故障排除測量

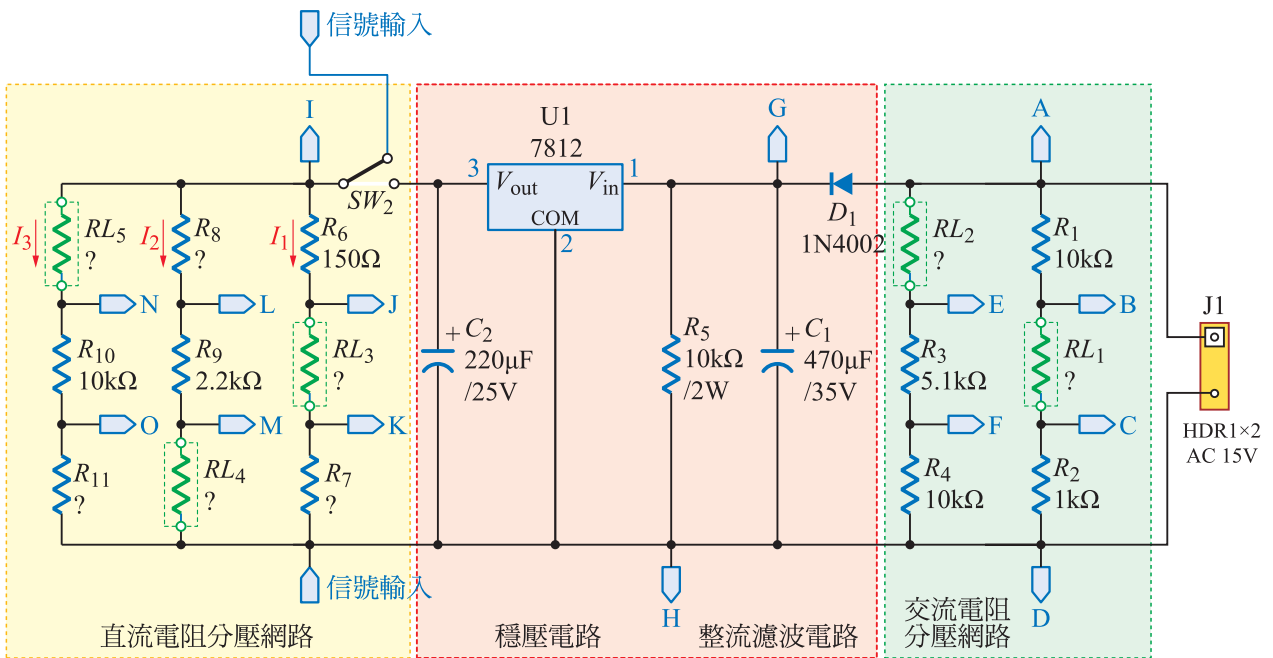
## 四、量測電路的電壓、電流計算與測量

### 1 量測電路結構

圖 4-12 所示為量測電路的基本結構，可區分為：交流電阻分壓網路、整流濾波與穩壓電路、直流電阻分壓網路四個部分，其組成其原理說明如下：

1. 變壓器降壓：AC 110V 市電經由變壓器降壓成 AC 15V 的交流電，作為所並接兩個支路的電阻分壓網路的交流電源。且並接到整流濾波與穩壓電路。
2. 交流電的電阻分壓網路：由兩個電阻支路並聯而成，每個支路由 3 個電阻所串聯而成，依阻值的不同產生不同的壓降，在各接點形成不相同電位差，以利交流電壓的計算及量測。
3. 整流濾波與穩壓電路：AC 15V 交流電經由半波整流濾波電路轉換為約 21V 的脈動直流電壓 ( $15V \times 1.414 = 21V$ )。再經由穩壓電路（穩壓 IC 7812）形成穩定的 12V 直流電。作為所並接三個支路的電阻分壓網路的直流電源。

4. 直流電阻分壓網路：由三個電阻支路並聯而成，每個支路由 3 個電阻所串聯而成，依阻值的不同產生不同的壓降，在各接點形成不相同的電位差，以利直流電壓的計算及量測。



▲圖 4-12 量測電路的基本結構

## 2 測量電壓標示的說明

圖 4-13 所示為量測電路，可視需求測量電路中各節點間的電壓。若標示要求測量的電壓分別為  $V_{AC}$ 、 $V_{AE}$ 、 $V_{BC}$ 、 $V_{EC}$ 、 $V_C$ 、 $V_E$  其所代表的意義為何？說明如表 4-2 所示。

▼表 4-2 標示測量電壓的說明

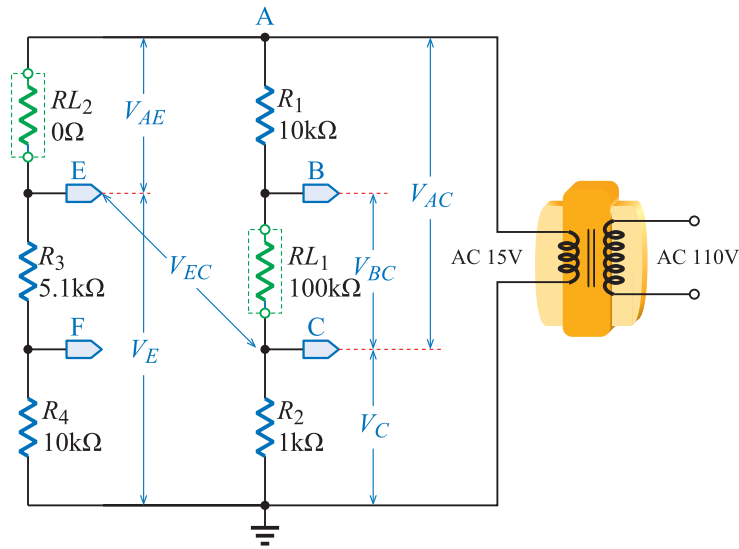
標示的測量電壓	測量的參考點	測量的測量點	量測的電壓值	備註
$V_{AC}$	電路中的 C 點	電路中的 A 點	$A \rightarrow C$ 的電壓	$V_{AC} = V_A - V_C$
$V_{AE}$	電路中的 E 點	電路中的 A 點	$A \rightarrow E$ 的電壓	$V_{AE} = V_A - V_E$
$V_{BC}$	電路中的 C 點	電路中的 B 點	$B \rightarrow C$ 的電壓	$V_{BC} = V_B - V_C$
$V_{EC}$	電路中的 C 點	電路中的 E 點	$E \rightarrow C$ 的電壓	$V_{EC} = V_E - V_C$
$V_C$	共同地點	電路中的 C 點	$C \rightarrow$ 接地點	
$V_E$	共同地點	電路中的 E 點	$E \rightarrow$ 接地點	

數位式三用電表在測量電壓時，一般都以紅色測棒置於電路的測量點，黑色測棒置於電路的參考點，並聯於兩端點間測量其電壓值。交流電壓與直流電壓測量時的差異說明如下：

1. 交流電壓的測量：交流電沒有正、負電壓的區分，僅有交流電壓值的大小。
2. 直流電壓的測量：直流電有正、負電壓的區分，當電壓為負值時，數位式三用電表會顯示負號。

- 測量點（紅色測棒）的電壓高於參考點（黑色測棒）電壓，則量測的電壓為正值。
- 測量點（紅色測棒）的電壓低於參考點（黑色測棒）電壓，則量測的電壓為負值。

指針式三用電表只能測量直流的正電壓，測量時紅色測棒要置於高電壓、黑色測棒要置於低電壓。測量時要特別注意電壓的極性，避免因錯誤的測量而造成電表的損壞。



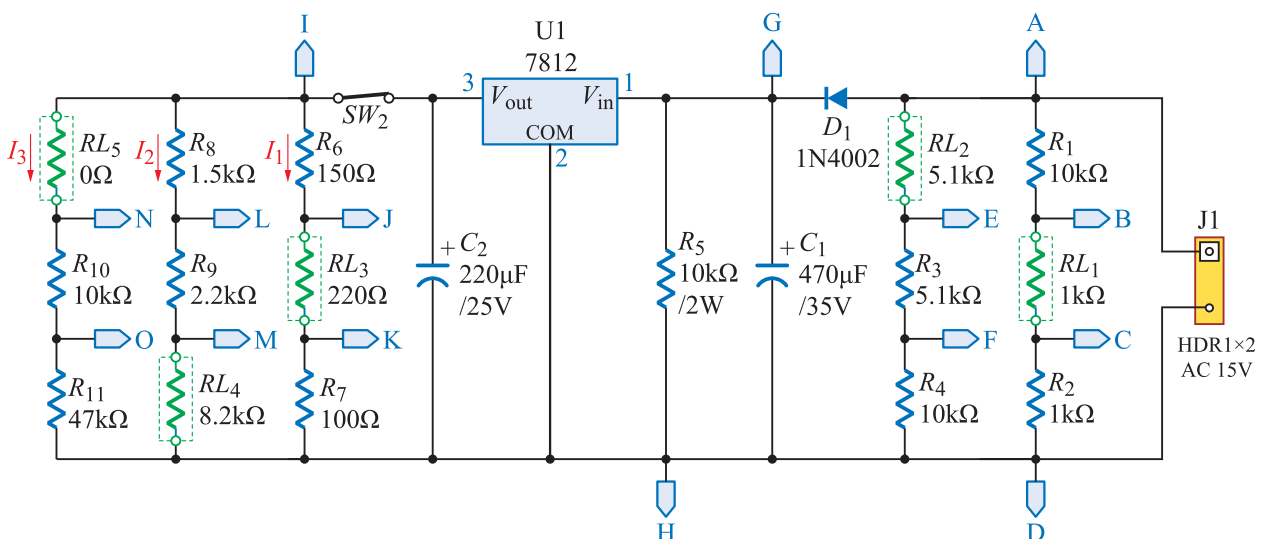
▲圖 4-13 測量電壓標示的說明

### 3 量測電路的交、直電壓與電流的計算

將測試題組指定位置之交、直電壓值與電流值，計算至小數點後第 2 位，並四捨五入取小數點後第 1 位，填入答案卷上計算值之空格中。

1. 交、直電壓計算：兩端點間電壓值的計算一般會採用電壓分配定則，簡稱分壓定則，加以計算而得。分壓定則的定義：兩端點間電壓值為外加電壓乘以兩端點間的電阻值除以串聯的總電阻值。
2. 直流電流的計算：在串聯的電阻網路中，支路電流值的計算可利用歐姆定理，加以計算而得。歐姆定理的定義：支路電流等於兩端點間電壓除以支路串聯的總電阻。

**計算範例 1** 測試題組指定題組 ①，如圖 4-14 所示電路：



▲圖 4-14 測試題組指定題組①時電量測電路圖

量測用電路板：

$$RL_1 = \underline{1k\Omega}, RL_2 = \underline{5.1k\Omega}, RL_3 = \underline{220\Omega}, RL_4 = \underline{8.2k\Omega}, RL_5 = \underline{0\Omega};$$

$$R_7 = \underline{100\Omega}, R_8 = \underline{1.5k\Omega}, R_{11} = \underline{47k\Omega}。$$

1. 交流電壓  $V_{BD}$ 、 $V_{EF}$  的計算：

$$R_{T1} = 10k\Omega + 1k\Omega + 1k\Omega = 12k\Omega$$

$$V_{BD} = 15V \times \frac{R_{BD}}{R_{T1}} = 15V \times \frac{2k\Omega}{12k\Omega} = 2.5V$$

(單一支路交流電壓的計算)

$$R_{T2} = 5.1k\Omega + 5.1k\Omega + 10k\Omega = 20.2k\Omega$$

$$V_{EF} = 15V \times \frac{R_{EF}}{R_{T2}} = 15V \times \frac{5.1k\Omega}{20.2k\Omega} = 3.8V$$

(單一支路交流電壓的計算)

2. 直流電壓  $V_{JH}$ 、 $V_{LK}$  的計算：

$$R_{T1} = 150\Omega + 220\Omega + 100\Omega = 470\Omega$$

$$R_{T2} = 1.5k\Omega + 2.2k\Omega + 8.2k\Omega = 11.9k\Omega$$

$$V_{JH} = 12V \times \frac{R_{JH}}{R_{T1}} = 12V \times \frac{320\Omega}{470\Omega} = 8.2V$$

(單一支路交流電壓的計算)

$$V_{LK} = 12V \times \frac{R_{LH}}{R_{T2}} - 12V \times \frac{R_{KH}}{R_{T1}} = 12V \times \frac{10.4k\Omega}{11.9k\Omega} - 12V \times \frac{100\Omega}{470\Omega} = 10.5V - 2.6V$$

$$= 7.9V$$

(兩支路間電壓的計算，以 H 點為共同參考點)

3. 直流電流  $I_1$ 、 $I_2$  的計算：

$$R_{T1} = 150\Omega + 220\Omega + 100\Omega = 470\Omega$$

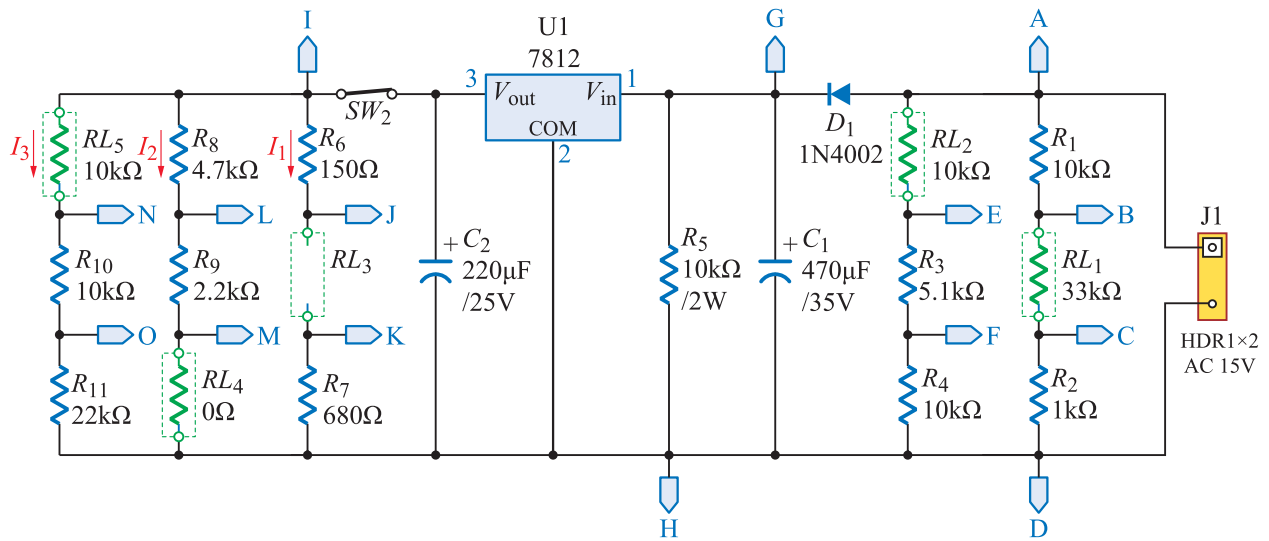
$$I_1 = \frac{12V}{R_{T1}} = \frac{12V}{470\Omega} = 25.5mA$$

$$R_{T2} = 1.5k\Omega + 2.2k\Omega + 8.2k\Omega = 11.9k\Omega$$

$$I_2 = \frac{12V}{R_{T2}} = \frac{12V}{11.9k\Omega} = 1.0mA$$



**計算範例 2** 測試題組指定題組 ⑥，如圖 4-15 所示電路：



▲圖 4-15 測試題組指定題組⑥時電量測電路圖

量測用電路板：

$$RL_1 = 33k\Omega, RL_2 = 10k\Omega, RL_3 = \text{開路}, RL_4 = 0\Omega, RL_5 = 10k\Omega;$$

$$R_7 = 680\Omega, R_8 = 4.7k\Omega, R_{11} = 22k\Omega。$$

1. 交流電壓  $V_{BF}$ 、 $V_{ED}$  的計算：

$$R_{T1} = 10k\Omega + 33k\Omega + 1k\Omega = 44k\Omega$$

$$R_{T2} = 10k\Omega + 5.1k\Omega + 10k\Omega = 25.1k\Omega$$

$$V_{BF} = 15V \times \frac{R_{BD}}{R_{T1}} - 15V \times \frac{R_{FD}}{R_{T2}} = 15V \times \frac{34k\Omega}{44k\Omega} - 15V \times \frac{10k\Omega}{25.1k\Omega} = 11.6V - 6.0V = 5.6V$$

(兩支路間電壓的計算，以 D 點為共同參考點)

$$V_{ED} = 15V \times \frac{R_{ED}}{R_{T2}} = 15V \times \frac{15.1k\Omega}{25.1k\Omega} = 9.0V$$

(單一支路交流電壓的計算)

2. 直流電壓  $V_{JK}$ 、 $V_{JL}$  的計算：

$$R_{T1} = 150\Omega + \infty\Omega + 680\Omega = \infty\Omega$$

$$R_{T2} = 4.7k\Omega + 2.2k\Omega + 0\Omega = 6.9k\Omega$$

$$V_{JK} = 12V \times \frac{R_{JK}}{R_{T1}} = 12V \times \frac{\infty\Omega}{\infty\Omega} = 12.0V$$

(單一支路交流電壓的計算)

$$V_{JL} = 12V \times \frac{R_{JH}}{R_{T1}} - 12V \times \frac{R_{LH}}{R_{T2}} = 12V \times \frac{\infty\Omega}{\infty\Omega} - 12V \times \frac{2.2k\Omega}{6.9k\Omega} = 12V - 3.8V = 8.2V$$

(兩支路間電壓的計算，以 H 點為共同參考點)

3. 直流電流  $I_2$ 、 $I_3$  的計算：

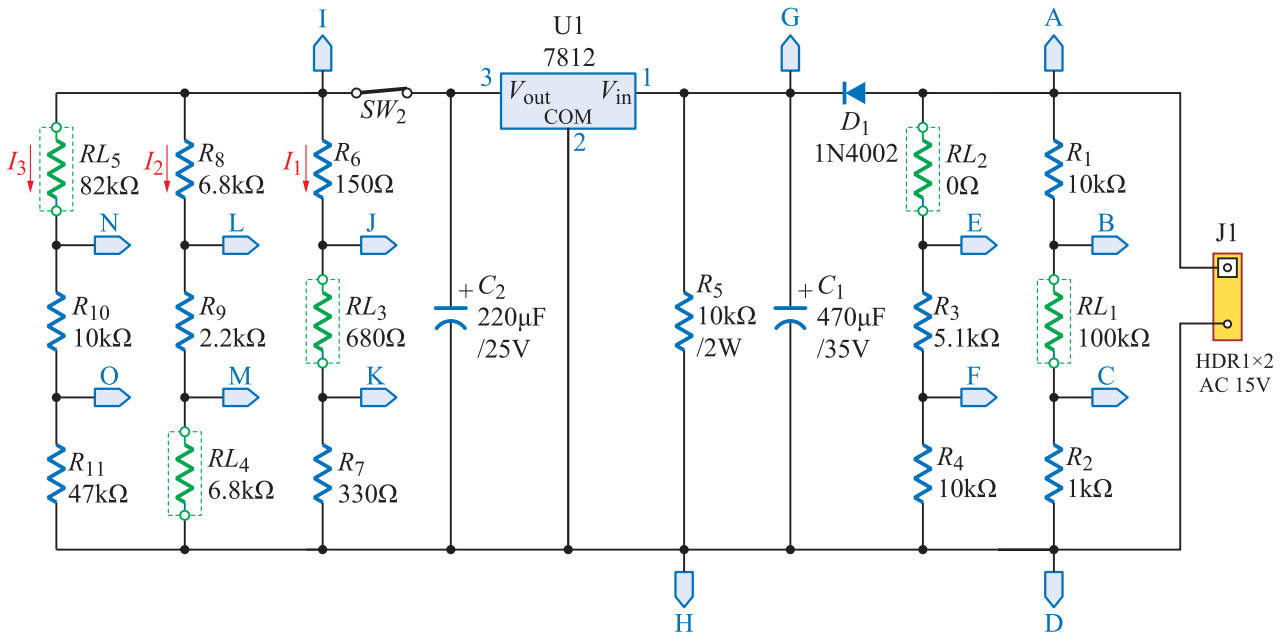
$$R_{T2} = 4.7\text{k}\Omega + 2.2\text{k}\Omega + 0\Omega = 6.9\text{k}\Omega$$

$$I_2 = \frac{12\text{V}}{R_{T2}} = \frac{12\text{V}}{6.9\text{k}\Omega} = 1.7\text{mA}$$

$$R_{T3} = 10\text{k}\Omega + 10\text{k}\Omega + 22\text{k}\Omega = 42\text{k}\Omega$$

$$I_3 = \frac{12\text{V}}{R_{T3}} = \frac{12\text{V}}{42\text{k}\Omega} = 0.29\text{mA} \approx 0.3\text{mA}$$

**計算範例 3** 測試題組指定題組 ⑪，如圖 4-16 所示電路：



▲圖 4-16 測試題組指定題組 ⑪ 時電量測電路圖

量測用電路板

$$RL_1 = \underline{100\text{k}\Omega}, RL_2 = \underline{0\Omega}, RL_3 = \underline{680\Omega}, RL_4 = \underline{6.8\text{k}\Omega}, RL_5 = \underline{82\text{k}\Omega};$$

$$R_7 = \underline{330\Omega}, R_8 = \underline{6.8\text{k}\Omega}, R_{11} = \underline{47\text{k}\Omega}。$$

1. 交流電壓  $V_{CD}$ 、 $V_{FB}$  的計算：

$$R_{T1} = 10\text{k}\Omega + 100\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega = 111\text{k}\Omega$$

$$V_{CD} = 15\text{V} \times \frac{R_{CD}}{R_{T1}} = 15\text{V} \times \frac{1\text{k}\Omega}{111\text{k}\Omega} = 0.1\text{V}$$

(單一支路交流電壓的計算)

$$R_{T2} = 0\Omega + 5.1\text{k}\Omega + 10\text{k}\Omega = 15.1\text{k}\Omega$$

$$V_{FB} = 15\text{V} \times \frac{R_{FD}}{R_{T2}} - 15\text{V} \times \frac{R_{BD}}{R_{T1}} = 15\text{V} \times \frac{10\text{k}\Omega}{15.1\text{k}\Omega} - 15\text{V} \times \frac{101\text{k}\Omega}{111\text{k}\Omega} = 9.93\text{V} - 13.64\text{V} = 3.7\text{V}$$

(兩支路間電壓的計算，以 D 點為共同參考點，交流電沒有負值)

2. 直流電壓  $V_{ML}$ 、 $V_{JO}$  的計算：

$$R_{T1} = 150\Omega + 680\Omega + 330\Omega = 1160\Omega$$

$$R_{T2} = 6.8k\Omega + 2.2k\Omega + 6.8k\Omega = 15.8k\Omega$$

$$R_{T3} = 82k\Omega + 10k\Omega + 47k\Omega = 139k\Omega$$

$$V_{ML} = 12V \times \frac{R_{ML}}{R_{T2}} = 12V \times \frac{2.2k\Omega}{15.8k\Omega} = -1.7V$$

(單一支路交流電壓的計算， $V_{ML}$  為負電壓)

$$V_{JO} = 12V \times \frac{R_{JH}}{R_{T1}} - 12V \times \frac{R_{OH}}{R_{T3}} = 12V \times \frac{1010\Omega}{1160\Omega} - 12V \times \frac{47k\Omega}{139k\Omega} = 10.5V - 4.1V = 6.4V$$

(兩支路間電壓的計算，以 H 點為共同參考點)

3. 直流電流  $I_1$ 、 $I_2$  的計算：

$$R_{T1} = 150\Omega + 680\Omega + 330\Omega = 1160\Omega$$

$$I_1 = \frac{12V}{R_{T1}} = \frac{12V}{1160\Omega} = 10.3mA$$

$$R_{T3} = 82k\Omega + 10k\Omega + 47k\Omega = 139k\Omega$$

$$I_3 = \frac{12V}{R_{T3}} = \frac{12V}{139k\Omega} = 0.086mA \approx 0.1mA$$

## 4 電壓與電流題組計算解答

本試題所指定的 12 個題組，題組中交、直電壓與電流的計算值的解答，如表 4-3 所示，用以提供同學計算練習之參考。

▼表 4-3 試題所指定的 12 個題組交、直電壓與電流的計算值的解答

題組	交流電壓 量測點 1	交流電壓 量測點 2	直流電壓 量測點 1	直流電壓 量測點 2	直流電流 量測 1	直流電流 量測 2
1	$V_{BD} = 2.5V$	$V_{EF} = 3.8V$	$V_{JH} = 8.2V$	$V_{LK} = 7.9V$	$I_1 = 25.5mA$	$I_2 = 1.0mA$
2	$V_{BC} = 4.8V$	$V_{ED} = 13.2V$	$V_{JK} = 2.1V$	$V_{JM} = 7.2V$	$I_2 = 1.1mA$	$I_3 = 0.4mA$
3	$V_{AE} = 6.0V$	$V_{EC} = 8.3V$	$V_{IJ} = 1.9V$	$V_{JL} = 2.9V$	$I_1 = 12.6mA$	$I_3 = 0.3mA$
4	$V_{AC} = 13.8V$	$V_{FD} = 4.3V$	$V_{KH} = 2.5V$	$V_{MK} = 3.5V$	$I_1 = 11.4mA$	$I_2 = 0.9mA$
5	$V_{BC} = 9.7V$	$V_{AF} = 5.7V$	$V_{LO} = 5.5V$	$V_{IM} = 8.3V$	$I_1 = 9.2mA$	$I_3 = 0.2mA$
6	$V_{BF} = 5.6V$	$V_{ED} = 9.0V$	$V_{JK} = 12.0V$	$V_{JL} = 8.2V$	$I_2 = 1.7mA$	$I_3 = 0.3mA$
7	$V_{BD} = 7.9V$	$V_{BF} = 5.6V$	$V_{JM} = 5.5V$	$V_{LH} = 7.1V$	$I_1 = 11.0mA$	$I_2 = 1.0mA$
8	$V_{BC} = 13.2V$	$V_{ED} = 4.7V$	$V_{KH} = 3.8V$	$V_{JN} = 3.7V$	$I_1 = 17.1mA$	$I_3 = 0.3mA$
9	$V_{AB} = 9.3V$	$V_{EC} = 5.5V$	$V_{NO} = 6.0V$	$V_{JM} = 4.7V$	$I_2 = 2.3mA$	$I_3 = 0.6mA$
10	$V_{BD} = 2.5V$	$V_{ED} = 6.5V$	$V_{IK} = 4.2V$	$V_{KO} = -1.8V$	$I_1 = 16.7mA$	$I_2 = 0.9mA$
11	$V_{CD} = 0.1V$	$V_{EB} = 3.7V$	$V_{ML} = -1.7V$	$V_{JO} = 6.4V$	$I_1 = 10.3mA$	$I_3 = 0.1mA$
12	$V_{DB} = 1.4V$	$V_{CE} = 0.6V$	$V_{ON} = -1.8V$	$V_{NK} = 0.4V$	$I_2 = 0.6mA$	$I_3 = 0.2mA$

## 5 量測電路的交、直流電壓與直流電流的測量

依據計算值選擇三用電表適當的量測範圍檔量測，量測值的有效讀值至小數點後第 2 位，並四捨五入取至小數點後第 1 位，將量測結果填入答案卷上測試值之空格中，直流部分須標註正、負極性。本試題未指定指針式或數位式三用電表本書選擇以數位式電表來說明量測過程。

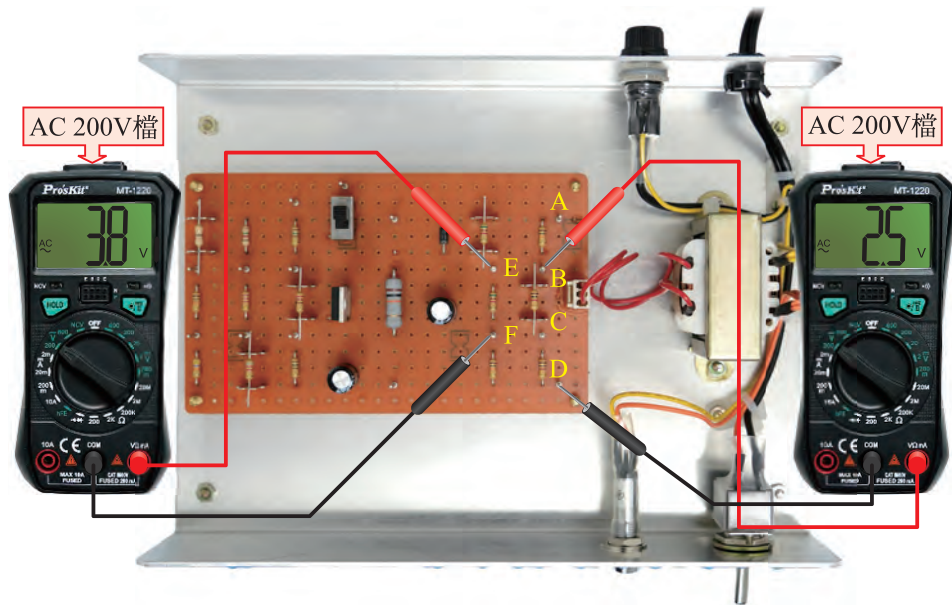
數位式電表測量所具備的優點為：

1. 直接顯示測量數值，沒有判讀誤差。
2. 輸入阻抗高不會因負載效應產生誤差。
3. 直接顯示直流電壓的正、負極性。

測量範例：測試題組指定題組①

### 1. 交流電壓的測量：指定測量點 $V_{BD}$ 、 $V_{EF}$

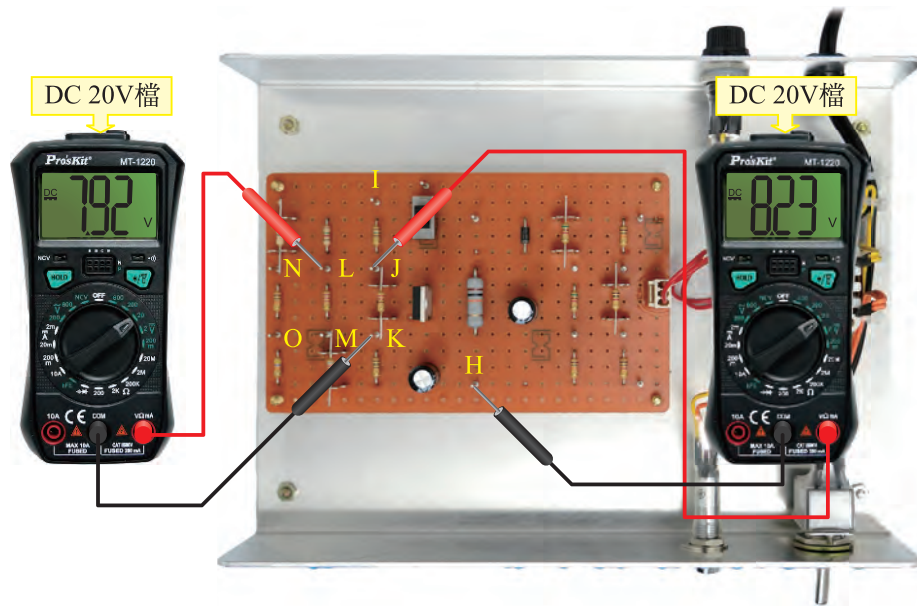
如圖 4-17 所示交流電壓量測示意圖，將數位電表置於 AC 200V 檔位（依計算值設定），紅色測棒置於測量點 B（E）點，黑色測棒置於參考點 D（F）點，並接於測量點，螢幕就直接顯示量測數值。量測值為小數點後第 2 位，則四捨五入取小數點後第 1 位，填入答案卷上測試值之空格中。



▲圖 4-17 交流電壓量測示意圖

### 2. 直流電壓的測量：指定測量點 $V_{JH}$ 、 $V_{LK}$

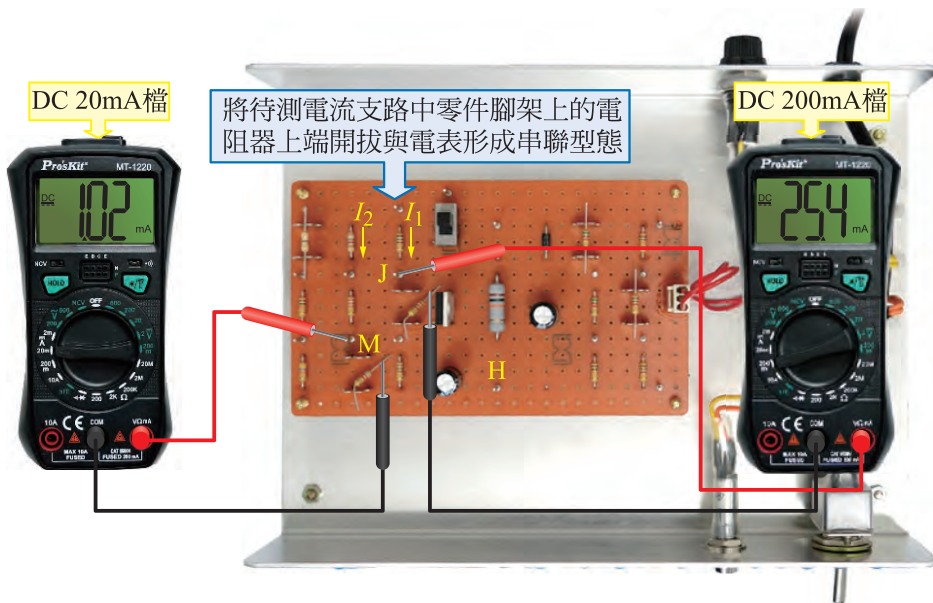
如圖 4-18 所示直流電壓量測示意圖，將數位電表置於 DC 20V 檔位（依計算值設定），紅色測棒置於測量點 J（L）點，黑色測棒置於參考點 H（K）點，並接於測量點，螢幕就直接顯示量測數值。若量測值為小數點後第 2 位，則四捨五入取小數點後第 1 位，填入答案卷上測試值之空格中並標註正、負極性。



▲圖 4-18 直流電壓量測示意圖

### 3. 直流電流的測量：指定測量電流 $I_1$ 、 $I_2$

如圖 4-19 所示直流電流量測示意圖，將數位電表置於 DC 200mA（DC 20mA）檔位（依計算值設定），紅色測棒置於測量點 J（M）點，黑色測棒置於零件腳架上的電阻器上端開拔的元件端點，與電表形成串聯型態，螢幕就直接顯示量測數值。若量測值為小數點後第 2 位，則四捨五入取小數點後第 1 位，填入答案卷上。



▲圖 4-19 直流電流量測示意圖



## 五、儀表操作與訊號量測

### 1 測量前儀器的檢查與設定

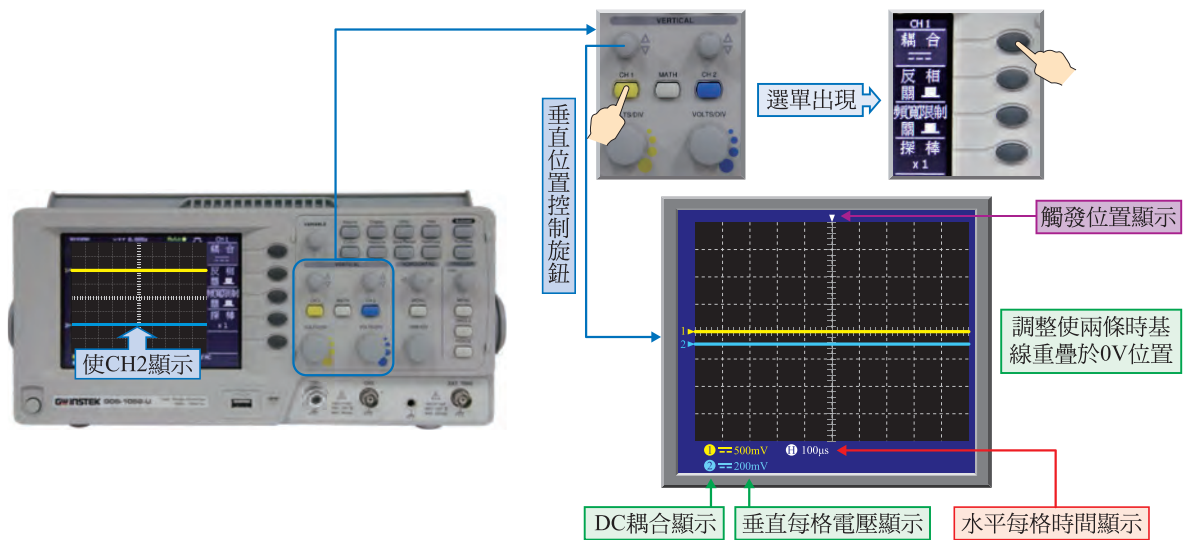
#### 1. 示波器測量前的檢查與設定

(1) 依據公告試題指定的測量信號要求為：

- ① 輸入耦合選擇開關的設定：應置於 DC 耦合。
- ② 垂直位置控制的調整：使 CH1、CH2 時基線在螢幕中央位置 (0V)。
- ③ 測試探棒的設定：應設定於 1 : 1。

(2) 如圖 4-20 所示，為示波器在測量前時基線調整的操作步驟說明：

依序按壓 **CH1**、**CH2** 鍵使示波器為雙跡顯示模式，並使鍵螢幕右側出現選單，將耦合設定為 DC、反相關掉、探棒設定為  $\times 1$ 。



▲圖 4-20 示波器測量前的設定

#### 2. 函數波信號產生器測量前的檢查與設定

(1) 依據公告試題指定的測量信號要求為：

- ① 輸出信號直流準位的設定：0V (DC Offset = 0V)。
- ② 輸出信號工作週期的設定：50% (Duty Cycle = 50%)。

(2) 函數波信號產生器在測量前輸出信號設定的操作步驟說明：

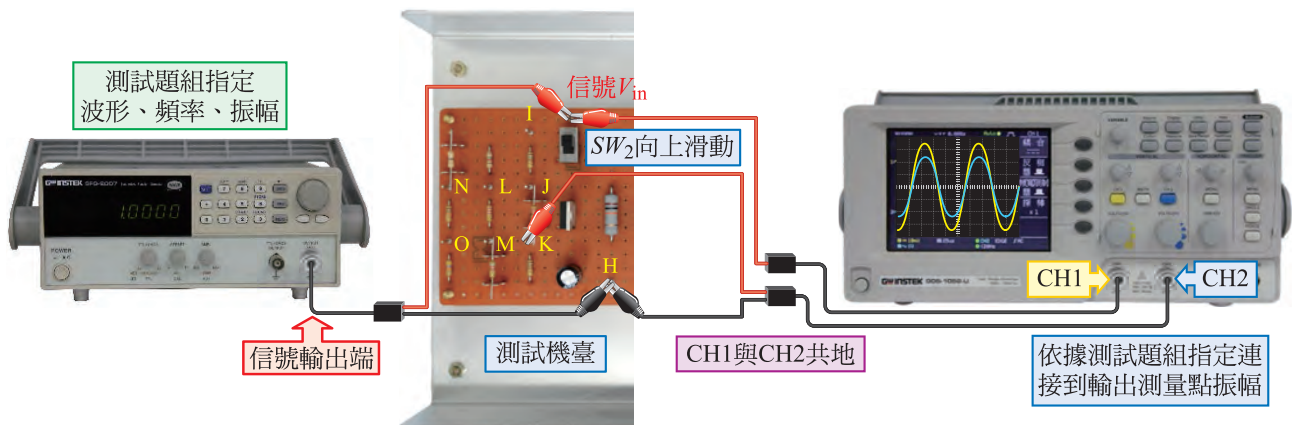
- ① 壓下準位調整旋鈕 (DC OFF SET)：使 DC Offset = 0V，如圖 4-21(a) 所示。
- ② 信號工作週期的設定：預設初始值為 50%，若波形不對稱時才需要設定，其操作步驟如圖 4-21(b) 所示。



▲圖 4-21 函數波信號產生器的設定

## 2 測量儀器與量測電路的連接

應檢人依測試題組指定：波形之頻率及振幅等條件，斷開量測用電子電路板中開關（ $SW_2$ ）其兩端的迴路，正確操作函數波產生器。接著將函數波產生器的輸出訊號與該圖中的「信號輸入端」連接，如圖 4-22 所示儀表操作量測示意圖。應檢人依測試題組指定之量測位置（J 至 O）計算其理論值、並以示波器進行量測，結果填入「（七）儀表操作與訊號量測答案卷-2」。



▲圖 4-22 儀表操作量測示意圖

示波器量測示波器螢幕波形要求：

1. 波形（在 X 軸上）須能完整呈現 2~3 個週期。
2. CH1 輸入信號的峰對峰值（在 Y 軸上）以能佔滿視窗之 3~6 格。
3. CH2 輸出信號的峰對峰值（在 Y 軸上）以能佔滿視窗之 2~5 格。
4. 顯示波形描繪至對應之答案卷上。

## 3 儀表操作範例說明

**範例 1** 測試題組指定題組 ①：正弦波、1kHz、 $5V_{p-p}$  波形測量點： $V_{JH}$

波形測量點  $V_{JH}$  輸出峰對峰值電壓的計算（依據分壓定則）：

$$R_{T1} = 150\Omega + 220\Omega + 100\Omega = 470\Omega$$

$$R_{JH} = 220\Omega + 100\Omega = 320\Omega$$

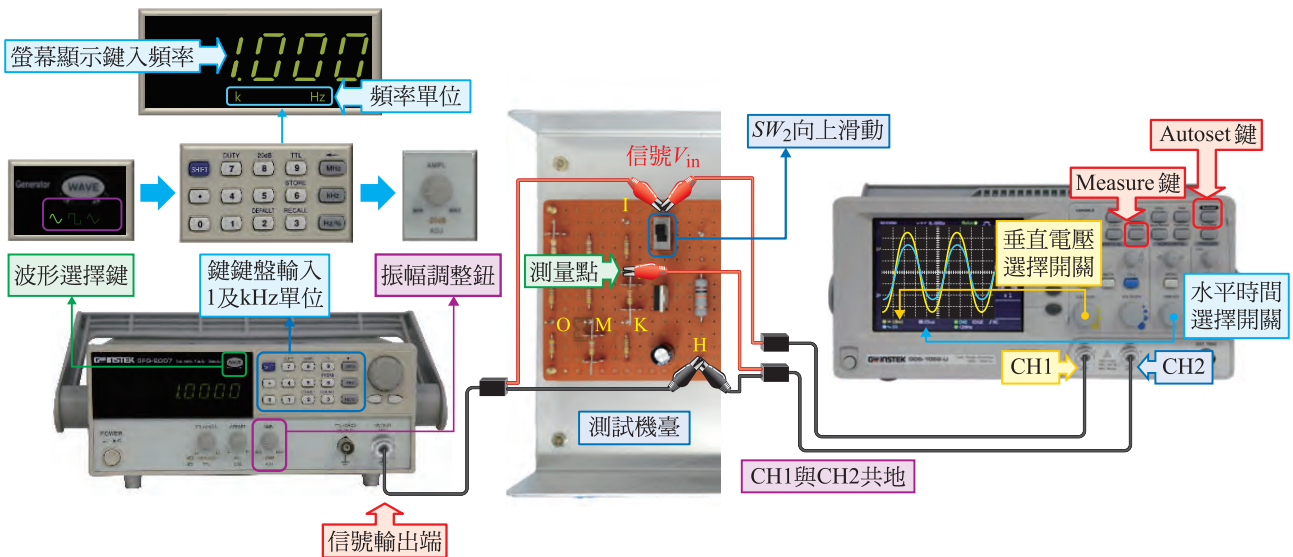
$$V_{JH} = 5V_{p-p} \times \frac{R_{JH}}{R_{T1}} = 5V_{p-p} \times \frac{320\Omega}{470\Omega} = 3.4V_{p-p}$$

儀器的操作步驟說明，如圖 4-23 所示，其操作步驟如下：

1. 函數波產生器的輸出端以 BNC 測試線連接至量測電路板的信號輸入端。
2. 示波器 CH1 以 BNC 測試線連接至量測電路板的信號輸入端，示波器 CH2 以 BNC 測試線連接至量測電路板的波形測量點： $(V_{JH})$ 。

※ 注意：量測直流電流時，零件腳架上開拔的元件端點的電阻器要接回。





▲圖 4-23 儀器的操作步驟說明

### 3. 函數波信號產生器的操作步驟說明：

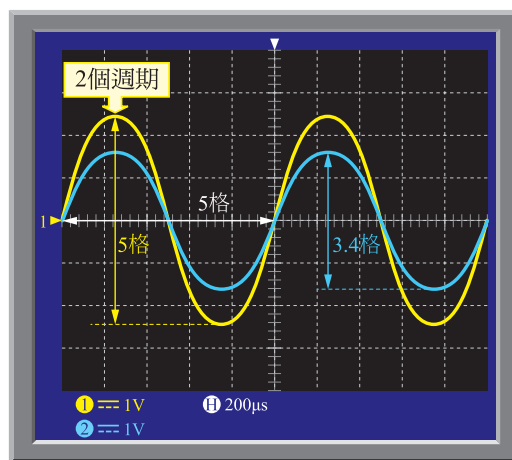
- (1) 波形設定：按壓波形選擇鍵使輸出波形為試題指定之正弦波。
- (2) 頻率設定：依據試題指定的週期，由鍵盤輸入輸出信號為 1kHz。
- (3) 振幅調整：旋轉振幅調整旋鈕使示波器顯示信號高度為  $5V_{P-P}$  (5 格)。

① 振幅調整旋鈕當順時針調整時振幅變大，反之振幅變小。

② 在操作過程中，若示波器螢幕沒有出現波形時，可隨時按壓示波器的 **Autoset** 鍵與 **Measure** 鍵，使螢幕顯示波形。

4. 按壓示波器的 **Autoset** 鍵與 **Measure** 鍵，使螢幕顯示最佳信號觀測波形及測量值 (螢幕右側)。

5. 範例題組 ①：正弦波、1kHz、 $5V_{P-P}$ 、波形測量點： $V_{JH}$ 。圖 4-24 所示為示波器螢幕顯示的正確波形與水平時間檔位 (TIME/DIV)、垂直電壓檔位 (VOLTS/DIV)。

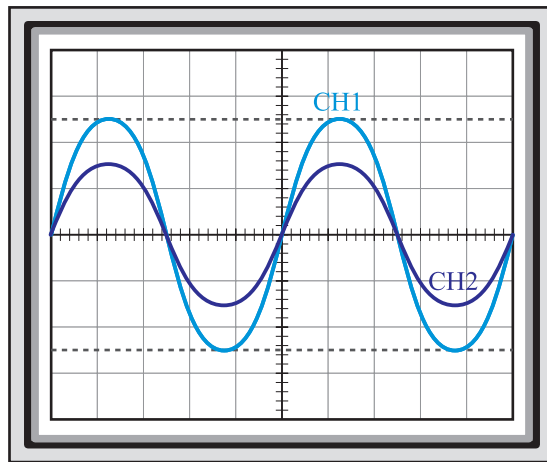


▲圖 4-24 正確波形顯示與水平時間檔位、垂直電壓檔位

### 6. 填寫儀表操作答案卷

(1) 標註測量點： $V_{JH}$ 。

(2)將波形繪製於圖 4-25 中，明確標註 CH1 及 CH2 波形。並記錄示波器的水平時間檔位、CH1、CH2 垂直電壓檔位。



時基： 200 $\mu$ s TIME/DIV

CH1 振幅： 1V VOLTS/DIV

CH2 振幅： 1V VOLTS/DIV

▲圖 4-25 波形的繪製與 CH1、CH2 標示

**範例 2** 測試題組指定題組 ①：方波、10kHz、2V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{LH}$

波形測量點  $V_{JH}$  輸出峰對峰值電壓的計算（依據分壓定則）：

$$R_{T2} = 6.8\text{k}\Omega + 2.2\text{k}\Omega + 6.8\text{k}\Omega = 15.8\text{k}\Omega$$

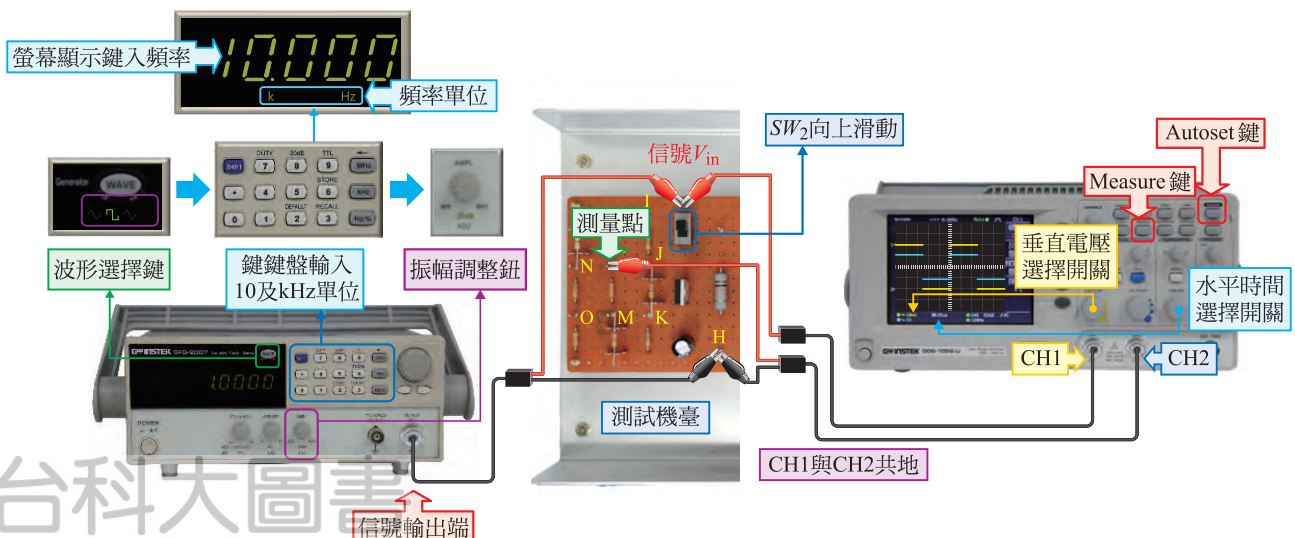
$$R_{LH} = 2.2\text{k}\Omega + 6.8\text{k}\Omega = 9\text{k}\Omega$$

$$V_{LH} = 2V_{p-p} \times \frac{R_{LH}}{R_{T2}} = 2V_{p-p} \times \frac{9\text{k}\Omega}{15.8\text{k}\Omega} = 1.14V_{p-p}$$

儀器的操作步驟說明，如圖 4-26 所示，其操作步驟如下：

1. 函數波產生器的輸出端以 BNC 測試線連接至量測電路板的信號輸入端。
2. 示波器 CH1 以 BNC 測試線連接至量測電路板的信號輸入端，示波器 CH2 以 BNC 測試線連接至量測電路板的波形測量點： $(V_{LH})$ 。

※ 注意：量測直流電流時，零件腳架上開拔的元件端點的電阻器要接回

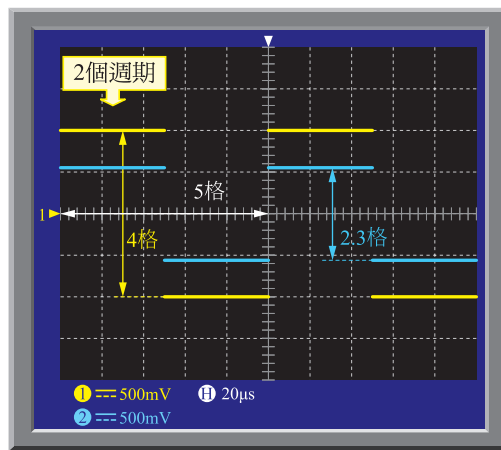


▲圖 4-26 儀器的操作步驟說明

## 3. 函數波信號產生器的操作步驟說明：

- (1) 波形設定：按壓波形選擇鍵使輸出波形為試題指定之方波。
- (2) 頻率設定：依據試題指定的週期，由鍵盤輸入輸出信號為 10kHz。
- (3) 振幅調整：旋轉振幅調整旋鈕使示波器顯示信號高度為  $2V_{p-p}$  (4 格)。

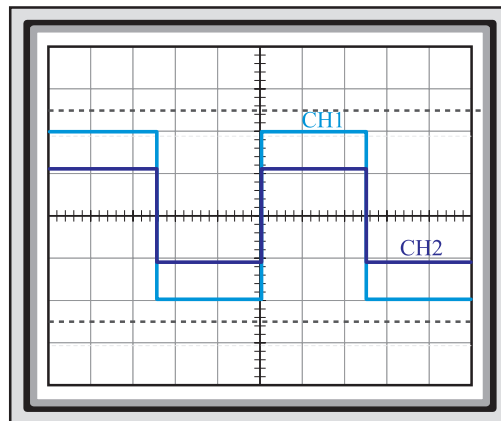
- 振幅調整旋鈕當順時針調整時振幅變大，反之振幅變小。
- 在操作過程中，若示波器螢幕沒有出現波形時，可隨時按壓示波器的 **Autoset** 鍵與 **Measure** 鍵，使螢幕顯示波形。

4. 按壓示波器的 **Autoset** 鍵與 **Measure** 鍵，使螢幕顯示最佳信號觀測波形及測量值 (螢幕右側)。5. 範例題組 ⑪：方波、10kHz、 $2V_{p-p}$ 、波形測量點： $V_{LH}$ 。圖 4-27 所示為示波器螢幕顯示的正確波形與水平時間檔位 (TIME/DIV)、垂直電壓檔位 (VOLTS/DIV)。

▲圖 4-27 正確波形顯示與水平時間檔位、垂直電壓檔位

## 6. 填寫儀表操作答案卷

- (1) 標註測量點： $V_{LH}$ 。
- (2) 將波形繪製於圖 4-28 中，明確標註 CH1 及 CH2 波形。並記錄示波器的水平時間檔位、CH1、CH2 垂直電壓檔位。

時基：20µs TIME/DIVCH1 振幅：500mV VOLTS/DIVCH2 振幅：500mV VOLTS/DIV

▲圖 4-28 波形的繪製與 CH1、CH2 標示

#### 4 正弦波、方波、三角波的繪製過程說明

##### 1. 正弦波的繪製：依據示波器螢幕顯示的正弦波與螢幕格線的相對位置

(1) 在答案卷上標示正弦波與  $0V$  相交的點（如圖 4-29(a) 中 1、3、5、7、9），標示正峰值的位置（如圖 4-29(a) 中 2、6 點），標示負峰值的位置（如圖 4-29(a) 中 4、8 點）。

(2) 將圖中各點依序以曲線連結完成正弦波的繪製。

##### 2. 方波的繪製：依據示波器螢幕顯示的方波與螢幕格線的相對位置

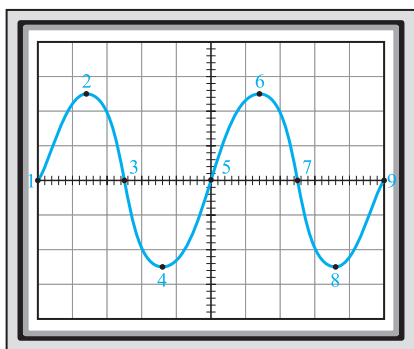
(1) 在答案卷上標示方波正峰值的位置（如圖 4-29(b) 中 1、2、5、6、9、10 點），標示負峰值的位置（如圖 4-29(b) 中 3、4、7、8 點）。

(2) 將圖中各點依序以直線（尺規）加以連結完成方波的繪製。

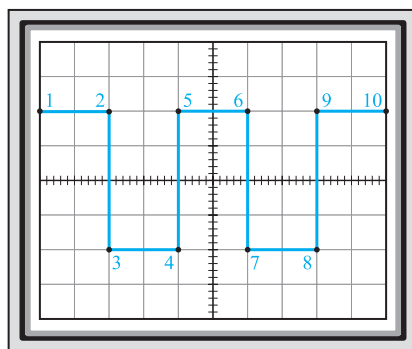
##### 3. 三角波的繪製：依據示波器螢幕顯示的三角波與螢幕格線的相對位置

(1) 在答案卷上標示三角波與  $0V$  相交的點（如圖 4-29(c) 中 1、6 點），正峰值的位置（如圖 4-29(c) 中 2、4 點），標示負峰值的位置（如圖 4-29(c) 中 3、5 點）。

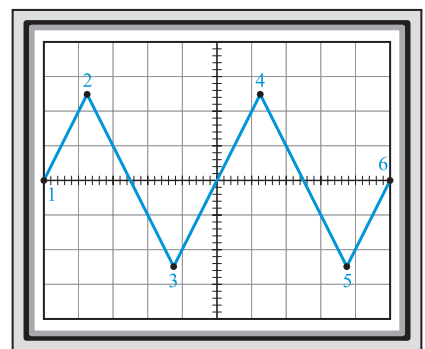
(2) 將圖中各點依序以直線（尺規）加以連結完成三角波的繪製。



(a) 正弦波



(b) 方波



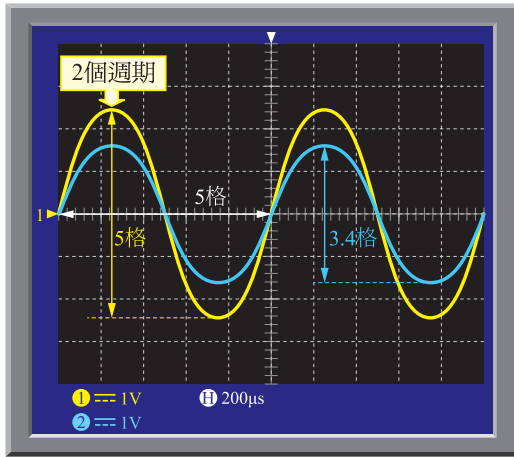
(c) 三角波

▲圖 4-29 正弦波、方波、三角波的繪製說明

5 儀表操作測試題組正確的波形顯示及輸出波形振幅的峰對峰值 (計算值)  
(提供參考練習)

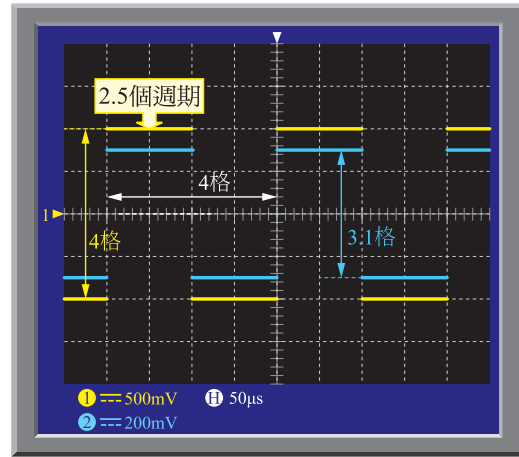
題組 1

正弦波、1kHz、5V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{JH} = \underline{3.4V}$



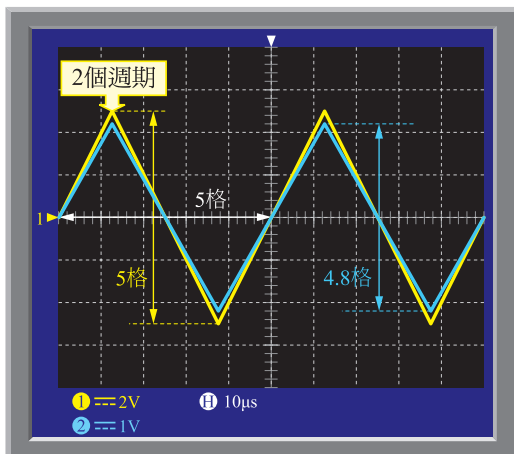
題組 2

方波、5kHz、2V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{NH} = \underline{0.625V}$



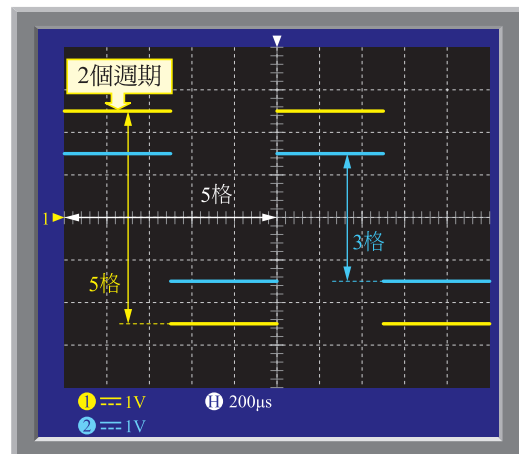
題組 3

三角波、20kHz、10V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{MH} = \underline{4.76V}$



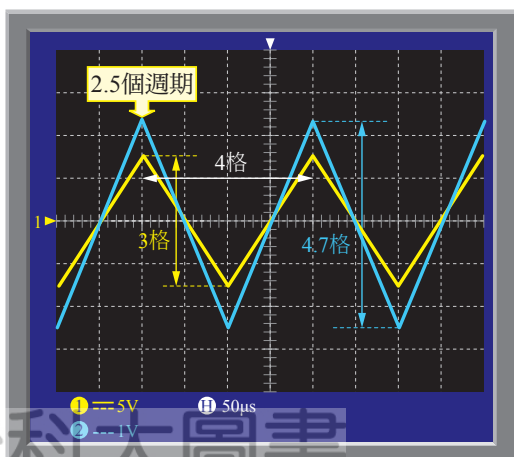
題組 4

方波、1kHz、5V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{OH} = \underline{2.97V}$



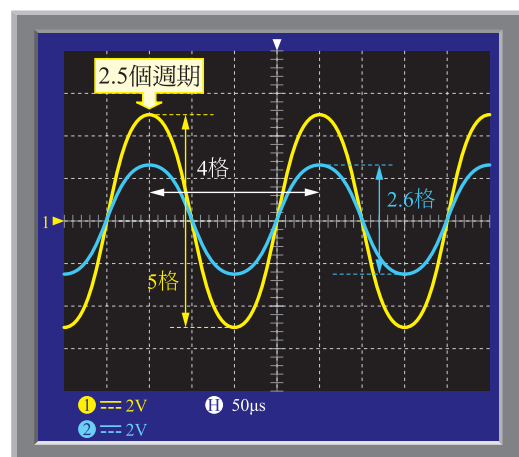
題組 5

三角波、5kHz、15V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{MH} = \underline{4.67V}$



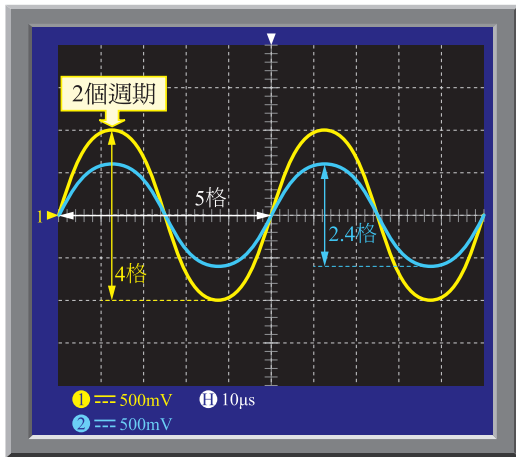
題組 6

正弦波、5kHz、10V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{OH} = \underline{5.24V}$



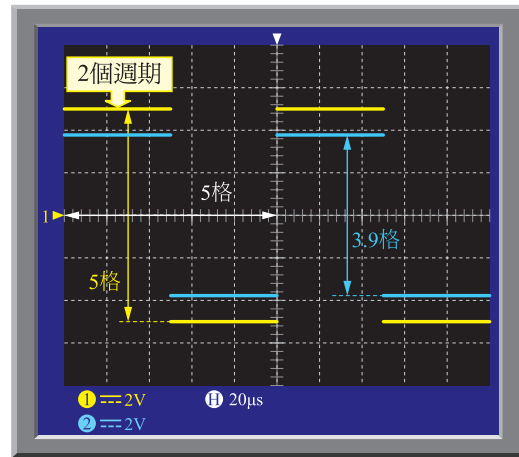
題組 7

正弦波、20kHz、2V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{LH} = 1.19V$



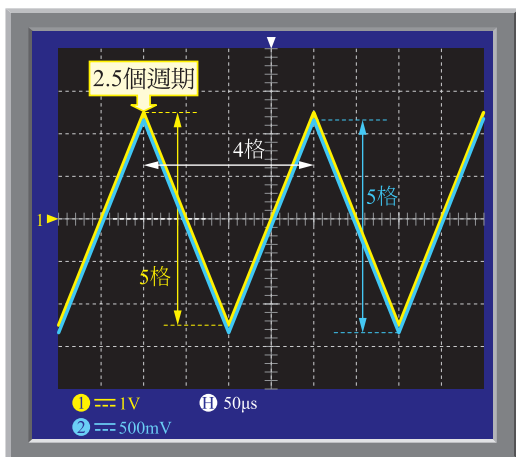
題組 8

方波、10kHz、10V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{JH} = 7.85V$



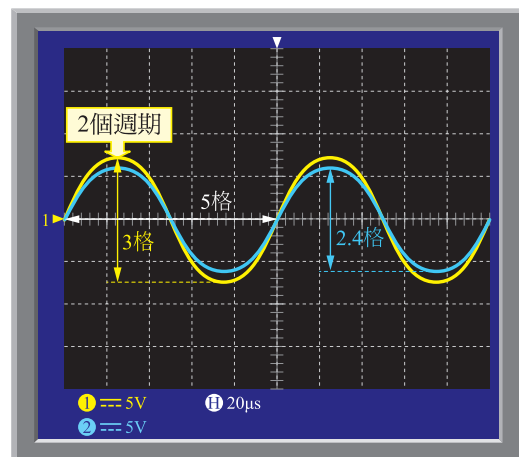
題組 9

三角波、5kHz、5V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{NH} = 2.5V$



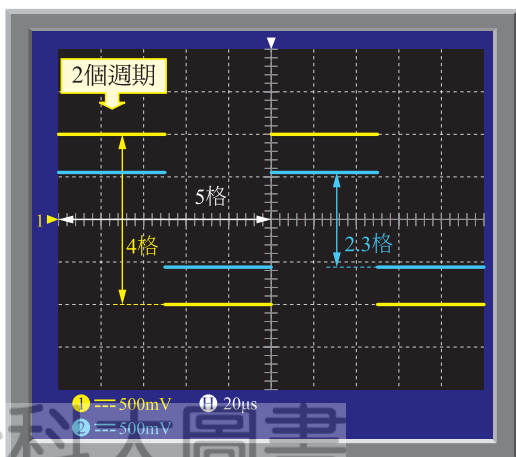
題組 10

正弦波、10kHz、15V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{OH} = 12.05V$



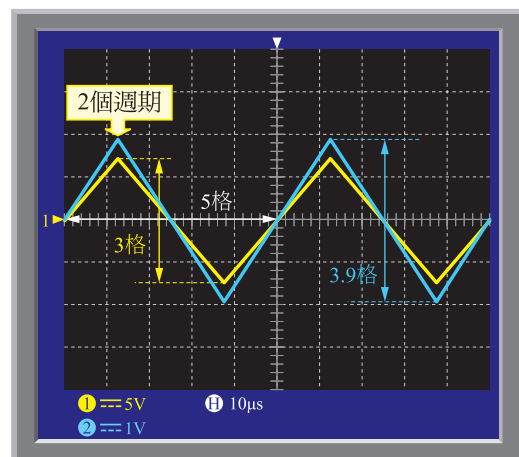
題組 11

方波、10kHz、2V<sub>p-p</sub> 波形測量點  $V_{LH} = 1.14V$



題組 12

三角波、20kHz、15V<sub>p-p</sub> 波形測量點： $V_{KH} = 3.9V$



## 六、提出評分要求

當完成量測電路的焊接，量測指定的端點電壓、支路電流的計算及直接測量，並記錄於儀表操作與訊號量測答案卷 -1，且完成監評委員所指定的儀表操作程序、並完成波形的描繪，填寫完儀表操作與訊號量測答案卷 -2 等工作時，可提出評分要求，但在提出評分要求前，避免扣分情形發生，請先查核下列事項：

1. 量測用電路板中，未知的電阻值及  $RL_1 \sim RL_5$ 、 $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_{11}$  跳接端之連接方式，是否與監評委員所指定完全相同。
2. 檢核儀表操作與訊號量測答案卷 -1 上所標示的空格數（電壓值組、電流值組）是否確實填寫，並核對計算值是否正確，量測的電壓值組、電流值組是否與計算值相近用以判斷量測過程沒有錯誤。
3. 檢核儀表操作與訊號量測答案卷 -2，示波器所顯示的波形是否符合下列監評委員所指定之波形，並描繪於答案卷方格內。
  - (1) 波形是否相符且能完整呈現 2 ~ 3 個週期。
  - (2) CH1 輸入信號的峰對峰值（在 Y 軸上）以能佔滿視窗之 3 ~ 6 格。
  - (3) CH2 輸出信號的峰對峰值（在 Y 軸上）以能佔滿視窗之 2 ~ 5 格。
4. 將桌面及周邊環境清理乾淨。



## 七、試題模擬練習

1 模擬練習：任課老師指定測試題組，題組編號：( )

### 儀表操作與訊號量測答案卷-1

姓名		術科測試編號		日期	年 月 日
----	--	--------	--	----	-------

1. 測試題組指定條件：

量測用電路板：

$$RL_1 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_2 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_3 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_4 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_5 = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$R_7 = \underline{\hspace{2cm}}, R_8 = \underline{\hspace{2cm}}, R_{11} = \underline{\hspace{2cm}}。$$

2. 應檢人量測記錄：

(1)  $V_{AD} = \underline{\hspace{2cm}}$  ( $V_{rms}$ ),  $V_{GH} = \underline{\hspace{2cm}}$  (V),  $V_{IH} = \underline{\hspace{2cm}}$  (V)  
(本項測量值不列入評分)

(2) 應檢人自行量測記錄：

	項次	計算值	量測值
交流部分	1	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
	2	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
直流部分	1	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
	2	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
	3	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA
	4	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

例如： $V_{JK} = \underline{-8.1}$  V,  $I_{1} = \underline{10.2}$  mA

備註：計算值為理論值，電壓以 AC 15V 及 DC 12V 為準，量測值以三用電表實際量測為準。

監評長簽名	監評人員簽名
-------	--------

## 儀表操作與訊號量測答案卷-2

姓名		術科測試編號		日期	年 月 日
----	--	--------	--	----	-------

## 1. 儀表量測

(1) 函數波訊號產生器：

波形 = \_\_\_\_\_，頻率 = \_\_\_\_\_，振幅 = \_\_\_\_\_，  
DC Offset = 0V，工作週期 (Duty Cycle) = 50%

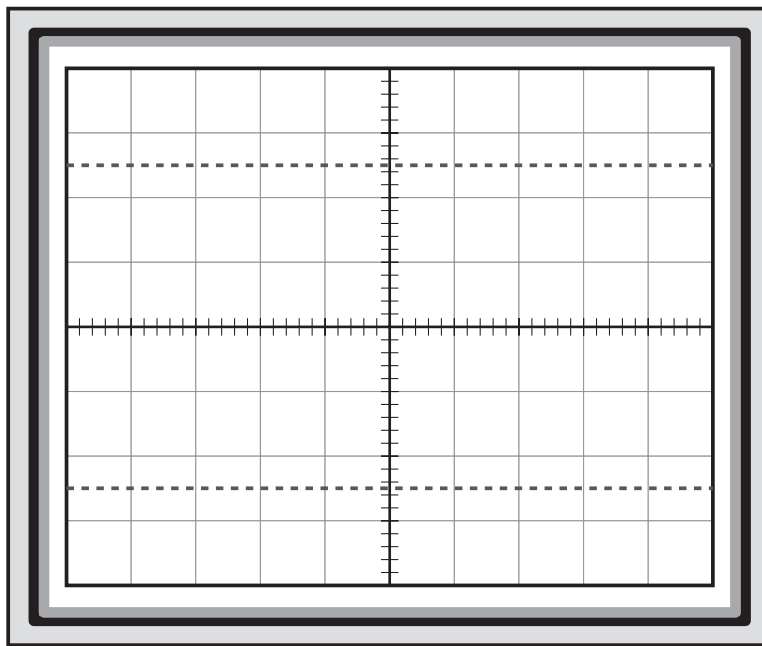
(2) 示波器：

耦合條件：DC，測試棒衰減率 1：1

## 2. 訊號輸入端量測記錄：

於「(三) 量測用電子電路圖」中使用開關 ( $SW_2$ ) 斷開其兩端迴路，依測試題組指定之訊號與圖中的「信號輸入端」連接。

於如下示波器顯示窗格繪製 CH1 輸入信號 ( $V_{IH}$ ) 和 CH2 輸出信號 (J、K、L、M、N、O 其中一點對地)： $V_{\_\_H}$ ，並於波形中明確註明 CH1 及 CH2。



應檢人記錄示波器的

時基：\_\_\_\_\_ TIME/DIV

CH1 振幅：\_\_\_\_\_ VOLTS/DIV

CH2 振幅：\_\_\_\_\_ VOLTS/DIV

 since 1997	監評長簽名	監評人員簽名	
	台科大圖書		

## 2 模擬練習：任課老師指定測試題組，題組編號：( )

### 儀表操作與訊號量測答案卷-1

姓名		術科測試編號		日期	年 月 日
----	--	--------	--	----	-------

#### 1. 測試題組指定條件：

量測用電路板：

$$RL_1 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_2 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_3 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_4 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_5 = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$R_7 = \underline{\hspace{2cm}}, R_8 = \underline{\hspace{2cm}}, R_{11} = \underline{\hspace{2cm}}^\circ$$

#### 2. 應檢人量測記錄：

(1)  $V_{AD} = \underline{\hspace{2cm}}$  ( $V_{\text{rms}}$ ),  $V_{GH} = \underline{\hspace{2cm}}$  (V),  $V_{IH} = \underline{\hspace{2cm}}$  (V)  
(本項測量值不列入評分)

#### (2) 應檢人自行量測記錄：

	項次	計算值	量測值
交流部分	1	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
	2	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
直流部分	1	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
	2	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V
	3	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA
	4	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

例如： $V_{JK} = \underline{-8.1}$  V,  $I_1 = \underline{10.2}$  mA

備註：計算值為理論值，電壓以 AC 15V 及 DC 12V 為準，量測值以三用電表實際量測為準。

監評長簽名		監評人員簽名	
-------	--	--------	--

## 儀表操作與訊號量測答案卷-2

姓名		術科測試編號		日期	年 月 日
----	--	--------	--	----	-------

## 1. 儀表量測

(1) 函數波訊號產生器：

波形 = \_\_\_\_\_，頻率 = \_\_\_\_\_，振幅 = \_\_\_\_\_，  
DC Offset = 0V，工作週期 (Duty Cycle) = 50%

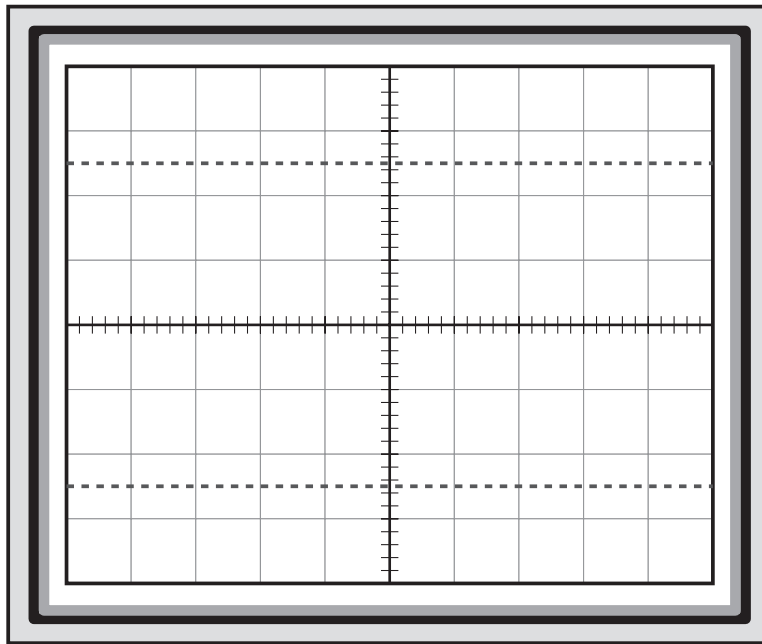
(2) 示波器：

耦合條件：DC，測試棒衰減率 1：1

## 2. 訊號輸入端量測記錄：

於「(三) 量測用電子電路圖」中使用開關 ( $SW_2$ ) 斷開其兩端迴路，依測試題組指定之訊號與圖中的「信號輸入端」連接。

於如下示波器顯示窗格繪製 CH1 輸入信號 ( $V_{IH}$ ) 和 CH2 輸出信號 (J、K、L、M、N、O 其中一點對地)： $V_{\_\_H}$ ，並於波形中明確註明 CH1 及 CH2。



應檢人記錄示波器的

時基：\_\_\_\_\_ TIME/DIV

CH1 振幅：\_\_\_\_\_ VOLTS/DIV

CH2 振幅：\_\_\_\_\_ VOLTS/DIV

監評長簽名	監評人員簽名
-------	--------

### 3 模擬練習：任課老師指定測試題組，題組編號：( )

#### 儀表操作與訊號量測答案卷-1

姓名		術科測試編號		日期	年 月 日
----	--	--------	--	----	-------

#### 1. 測試題組指定條件：

量測用電路板：

$$RL_1 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_2 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_3 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_4 = \underline{\hspace{2cm}}, RL_5 = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$R_7 = \underline{\hspace{2cm}}, R_8 = \underline{\hspace{2cm}}, R_{11} = \underline{\hspace{2cm}}^\circ$$

#### 2. 應檢人量測記錄：

$$(1) V_{AD} = \underline{\hspace{2cm}} (V_{rms}), V_{GH} = \underline{\hspace{2cm}} (V), V_{IH} = \underline{\hspace{2cm}} (V)$$

(本項測量值不列入評分)

#### (2) 應檢人自行量測記錄：

	項次	計算值	量測值
交流部分	1	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} V$	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} V$
	2	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} V$	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} V$
直流部分	1	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} V$	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} V$
	2	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} V$	$V_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} V$
	3	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} mA$	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} mA$
	4	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} mA$	$I_{\underline{\hspace{1cm}}} = \underline{\hspace{2cm}} mA$

例如： $V_{JK} = \underline{-8.1} V, I_1 = \underline{10.2} mA$

備註：計算值為理論值，電壓以 AC 15V 及 DC 12V 為準，量測值以三用電表實際量測為準。

監評長簽名	監評人員簽名
-------	--------

## 儀表操作與訊號量測答案卷-2

姓名		術科測試編號		日期	年 月 日
----	--	--------	--	----	-------

## 1. 儀表量測

(1) 函數波訊號產生器：

波形 = \_\_\_\_\_，頻率 = \_\_\_\_\_，振幅 = \_\_\_\_\_，  
DC Offset = 0V，工作週期 (Duty Cycle) = 50%

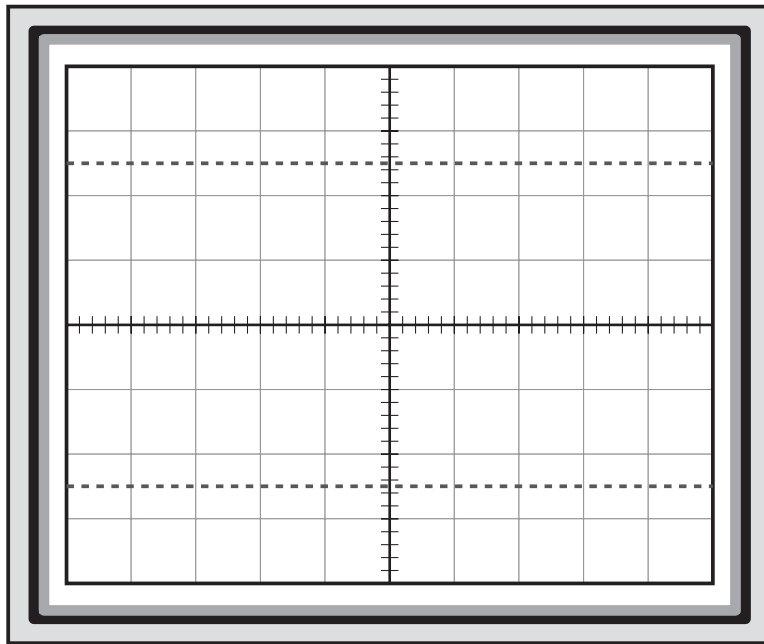
(2) 示波器：

耦合條件：DC，測試棒衰減率 1：1

## 2. 訊號輸入端量測記錄：

於「(三)量測用電子電路圖」中使用開關 ( $SW_2$ ) 斷開其兩端迴路，依測試題組指定之訊號與圖中的「信號輸入端」連接。

於如下示波器顯示窗格繪製 CH1 輸入信號 ( $V_{IH}$ ) 和 CH2 輸出信號 (J、K、L、M、N、O 其中一點對地)： $V_{\_\_H}$ ，並於波形中明確註明 CH1 及 CH2。



應檢人記錄示波器的

時基：\_\_\_\_\_ TIME/DIV

CH1 振幅：\_\_\_\_\_ VOLTS/DIV

CH2 振幅：\_\_\_\_\_ VOLTS/DIV

 since 1997	台科大圖書 監評長簽名	監評人員簽名	

▼表 4-4 儀表操作與訊號量測－評分表

姓 名		測 試 日 期	年 月 日		評 審 結 果	□及 格 □不及格		
術 科 測 試 編 號		抽題測試題組						
崗 位 編 號		領取術科測試材料簽名處						
重大缺失項目			具有左列項目之一者，以不及格論，請應檢人在本欄簽名。					
一	依據應檢人須知五之_____規定							
二	依據工作規則_____							
三	依據本題動作要求第_____項							
四	未能於規定時間內完成者							
五	提前棄權離場者		離場時間：_____時 _____分					
項目	評分標準		扣分標準			配 分	實 扣 分 數	備 註
			每處 扣 分	本項 最高 扣 分	本項 扣 分			
一	焊接與 裝配	1. 焊接不符合『焊接規則』規定者	2	20		50 分		
		2. 裝配不符合『裝配規則』規定者	5	20				
二	V/A 量 測	1. 計算值未先計算或計算錯誤者	10	20		50 分		
		2. 量測極性不符合者	10	40				
		3. 量測值誤差介於 10% ~ 20% (含)	5	30				
		4. 量測值誤差大於 20% (不含)	10	50				
三	波形 量 測	1. 方波、三角波、正弦波選用或繪製位置錯誤	15	15		50 分		
		2. 波形、週期、振幅誤差值介於 10% ~ 20% (含)	5	20				
		3. 波形、週期、振幅誤差值大於 20% (不含)	10	40				
		4. 波形顯示不在 2 ~ 3 個週期之間	5	10				
		5. CH1 振幅顯示不在 3 ~ 6 格以內	5	5				
		6. CH2 振幅顯示不在 2 ~ 5 格以內	5	5				
		7. 儀表設定不符合本題動作要求第 6 項	5	30				
四	工作 安全 與 習 慣	1. 耗用或毀損主動元件者	5	5		50 分		
		2. 耗用或毀損被動元件者	2	10				
		3. 不符合工作安全要求者 (含損壞公用耗材)	10	20				
		4. 工作桌面凌亂者	10	10				
		5. 離場前未清理崗位者	10	10				
		6. 更換萬用電路板	10	10				
		7. 自備工具未帶而需借用者	10	40				
總 計			扣 分					
			得 分					
監 評 人 員 簽 名	(請勿於測試結束前先行簽名)		監 評 長 簽 名	(請勿於測試結束前先行簽名)				

註：1. 本評審表採扣分方式，以 100 分為滿分，得 60 分 (含) 以上者為【及格】。

2. 實扣分數不得超過該項配分。