



<b>實習二</b>		<b>信號產生器與示波器的使用</b>		評 分	
班 級		座 號		姓 名	

工作項目一 信號產生器面板的認識

將圖 7-2.20 標示編號的開關或旋鈕之中文名稱填入表 7-2.1 中，並寫出簡略的功能。

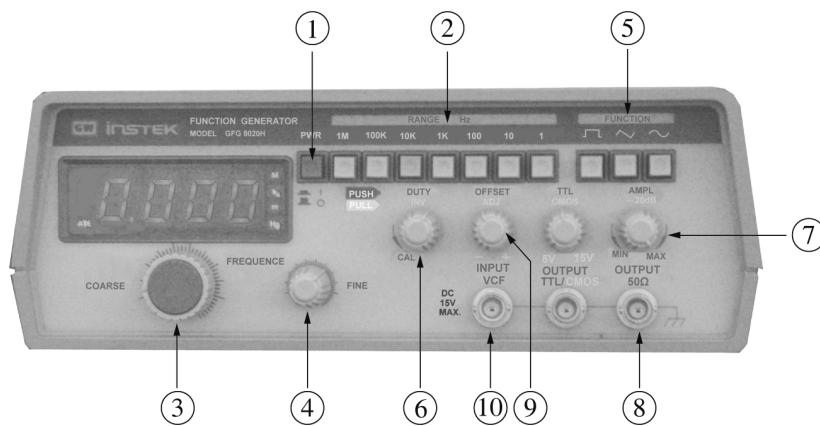


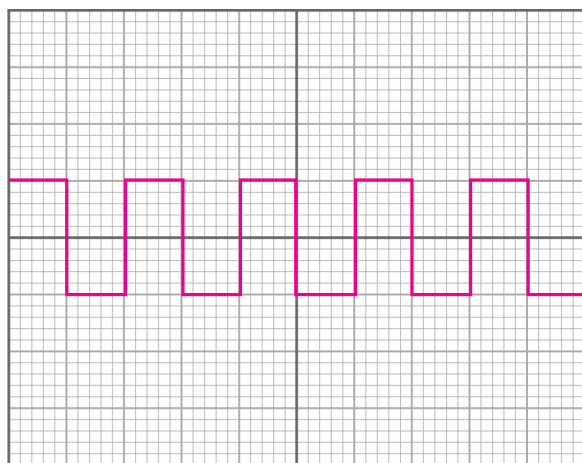
圖 7-2.20 信號產生器的面板

表 7-2.1 填寫正確的中文名稱及簡略功能

編號	面板符號	中文名稱	簡略功能
①	PWR	電源	啟閉電源
②	RANGE Hz	頻率範圍	選擇輸出信號之頻率範圍
③	COARSE	粗調	粗調頻率
④	FINE	細調	細調頻率
⑤	FUNCTION	函數選擇	輸出波形選擇
⑥	DUTY (PUSH)	對稱 (壓下)	輸出波形之對稱性調整
⑦	AMPL (PUSH)	振幅 (壓下)	輸出波形之振幅調整
⑧	OUTPUT	輸出端	信號輸出端
⑨	OFFSET	偏移	輸出信號直流偏移調整
⑩	INPUT VCF	電壓輸入控制	電壓控制頻率之輸入端

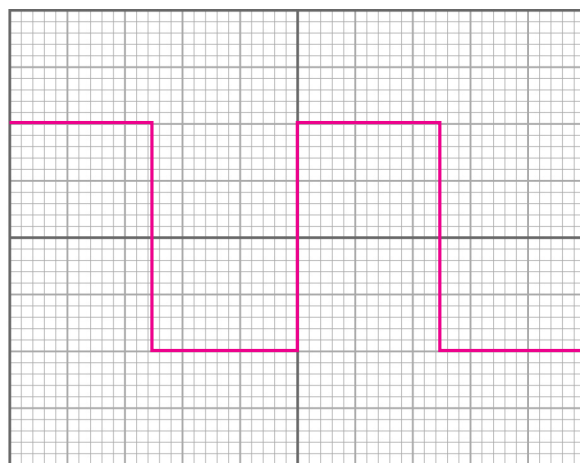
### 工作項目二 熟悉示波器面板旋鈕之操作

1. 依序將示波器各旋鈕置於表 7-2.2 (請翻閱課本 7-26 頁) 所示的位置。
2. 將示波器電源插於 110V 電源插座上，並將電源鍵按下 (ON)。
3. 螢光幕出現一水平光軌跡，調整 INTEN 使其看的清楚不要太亮。
4. 調整 FOCUS 使光軌跡細而清晰。
5. 調整 ◀ POSITION ▶ 使光軌跡置於螢光幕的中央。
6. 調整 ◆ POSITION 使光軌跡置於螢光幕的 X 軸上。
7. 使用一字型起子調整 TRACE ROTATION 使光軌跡線與螢光幕刻度線平行。
8. 將測試棒的 BNC 接頭接於 CH1 之輸入端上，將紅色鱷魚夾夾在 CAL 校正用電壓電源上。
9. 將 CH1 之 AC-GND-DC 選擇開關置於 AC 的位置，此時示波器出現 2V、5 個週期的方波波形，並將波形繪於圖 7-2.21 中。
10. 調整 VOLTS/DIV 至 0.5V 處，調整 TIME/DIV 至 0.2ms 使圖形更大而清楚，並繪於圖 7-2.22 中。



水平感度： 0.5ms/DIV 垂直感度： 1V/DIV

↑ 圖 7-2.21



水平感度： 0.2ms/DIV 垂直感度： 0.5V/DIV

↑ 圖 7-2.22

11. 調整 VOLTS/DIV、VARIABLE、TIME/DIV 及 SWP VAR 等四個旋鈕，觀察波形變化情形，以熟悉其功能。
12. 將 VERTICAL MODE 開關切至 CH2，觀察波形是否消失？  
是；只剩一條直線或完全沒有波形。
13. 取另一條 BNC 接頭接於 CH2 輸入端上，並將 CH2 之紅色鱷魚夾，夾在 CAL 校正用電壓源上，波形是否再現？ 是。
14. 重複步驟 10、11。
15. 將 VERTICAL MODE 置於 DUAL，是否出現兩個波形？ 是。
16. 調整旋鈕使 CH1 與 CH2 兩波形重疊，再將 CH2 之 AC-GND-DC 置於 DC 處，此時波形有何變化？ 波形上移。

評語

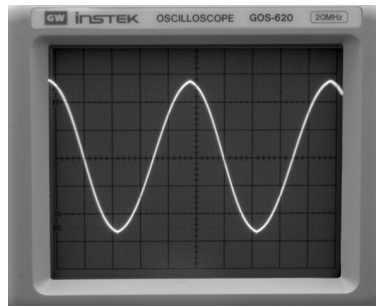
◎ ◎  
準 進  
備 步  
衝 許  
刺 多

◎ ◎  
觀 學  
念 習  
正 榜  
確 樣

◎ ◎  
再 保  
接 持  
再 優  
厲 良

**工作項目三** 利用示波器觀測信號產生器之波形

1. 如圖 7-2.23 所示，將信號產生器的輸出與示波器 CH1 輸入相連接。
2. 將信號產生器選擇在正弦波 10kHz，2V。
3. 將 VERTICAL MODE 選在 CH1，VARIABLE 順時針轉到底，即 CAL 位置。
4. SWP VAR 順時針轉到底（即 CAL 位置），TIME/DIV 調整至適當的位置，亦即螢光幕上的波形約出現二個週期左右。



↑ 圖 7-2.23

5. 找出一個週期佔水平的格數？ 5 格。（此時 TIME/DIV 置於 20μs）
6. 計算週期及頻率：

$$\text{週期 } T = (\text{TIME/DIV}) \times (\text{一個週期的格數}) = \underline{20\mu \times 5} = \underline{100\mu} \text{ s}。$$

$$\text{頻率 } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\underline{100\mu}} = \underline{10k} \text{ Hz}。$$

7. 利用上述方法，將表 7-2.3 填妥。

▼ 表 7-2.3

信號產生器之頻率	TIME/DIV	一個週期的格數	週 期	頻 率
60Hz	2ms	8.2	16.4ms	61Hz
50Hz	5ms	4	20ms	50Hz
1kHz	0.2ms	5	1ms	1kHz
5kHz	50μs	4	200μs	5kHz
10kHz	2μs	5	10μs	100kHz

**工作項目四** 利用示波器測量相位差

1. 如圖 7-2.24 所示，CH1 接於信號產生器兩端，CH2 接於可變電阻兩端，負端必須接在一起。

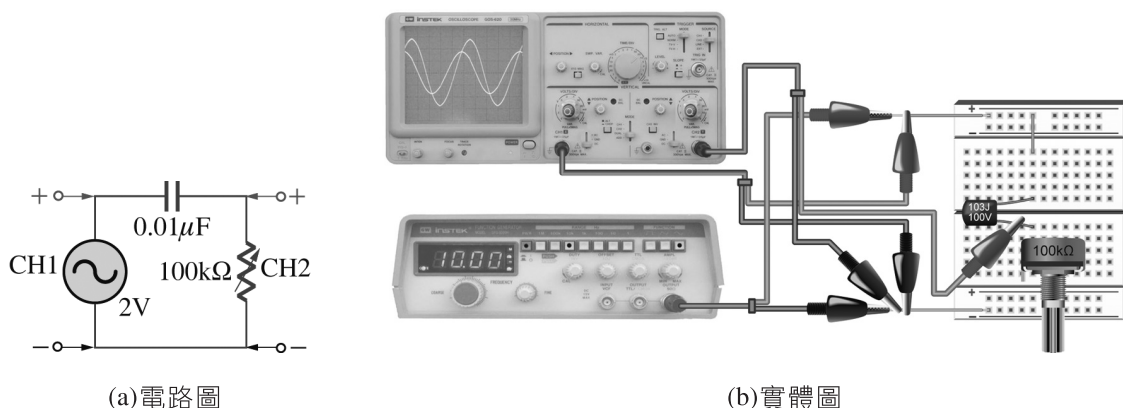


圖 7-2.24

2. 將信號產生器輸出電壓定在正弦波 10kHz，1V（沒有特別說明即表示有效值）。
3. 將 VERTICAL MODE 置於 DUAL，CH1 及 CH2 之 VOLTS/DIV 置於適當的位置。
4. 由示波器讀出 CH1 電源之  $V_m = \underline{1.414V}$  ；  
 $V_{p-p} = \underline{2.828V}$  ；  
 $V_{av} = \underline{1.11V}$  ；  
 $V_{rms} = \underline{1V}$  。
5. 改變可變電阻如表 7-2.4 所示，計算相位差  $\theta$ 。

$$\text{相位差 } \theta = 360^\circ \times \frac{\text{相位差的格數}}{\text{一個週期的格數}}$$

表 7-2.4

可變電阻 R	一個週期的格數	相位差的格數	相位差 $\theta$
10 $\Omega$	5 格	1.2	86.4°
1k $\Omega$	5 格	0.8	57.6°
10k $\Omega$	10 格	0.2	7.2°
50k $\Omega$	50 格	0.2	1.44°
100k $\Omega$	100 格	0.25	0.9°

## 問題討論

### ► 實習一 LCR表的使用

1. 哪一種電容器有極性分別？萬一極性接錯會如何？

解：(1)電解質電容器；(2)燒毀甚至爆炸。

2. 相同電感量的兩個電感器，其品質因數與線圈線徑有何關聯？

解：線徑愈粗其品質因數愈大。

3. 使用 LCR 電表量測電容時，為何電容器須先放電？

解：電容器上殘存的電量可能損壞 LCR 電表，同時會影響量測的準確度。

### ► 實習二 信號產生器與示波器的使用

1. 信號產生器中若正負半波不對稱，應調整哪一個旋鈕？

解：DUTY。

2. 信號產生器 -20dB 可以使輸出信號變為原來的幾倍？

解： $\frac{1}{10}$  倍（衰減為原來的  $\frac{1}{10}$  倍）。

3. 為何示波器兩個 CH 的負極一定要接在電路之同一點？否則，會造成什麼後果？

解：(1)示波器內部兩個 CH 的負極是短接在一起；  
(2)兩個 CH 的負極間的元件被短路。

4. 示波器輸入選擇開關若撥到 AC 時，所測得之波形位準不準確，為什麼？

解：輸入信號被濾掉直流部分。

5. 使用示波器時，未將 SWP VAR 轉到 CAL 即進行測量，將造成何種結果？

解：水平感度不正確，無法正確算出頻率及週期。

6. 示波器的標準測試棒上有一切換開關及可變電容，其功能為何？

解：(1)示波器標準測試棒上的切換開關，其功能為選擇是否衰減輸入信號；  
(2)調整可變電容，用以校正波形。

# 第八章 直流暫態實驗

實習一		RC 暫態電路實驗		評 分	
班 級		座 號		姓 名	

工作項目一 R-C 充放電實驗

1. 如圖 8-1.9 所示，使用數位電表 DCV 10V 檔量測  $v_C(t)$ 。
2. 計算時間常數  $\tau = \underline{10}$  秒。
3. 將開關 SW 由 2 切換至 1 的位置，同時按下馬表，觀看三用電表之電壓達 6.32 伏特時，再按下馬表，將時間  $\tau = \underline{10.2}$  秒記錄起來，與步驟 2 是否相等？  
 不相等，因操作馬表會有人為延遲。
4. 將開關 SW 由 1 再撥回 2，50 秒後再把開關 SW 由 2 切換至 1 的位置，每 10 秒量測  $v_C(t)$  電壓，並記錄在表 8-1.1；表中  $v_R(t)$  及  $i(t)$  請利用公式計算獲得。

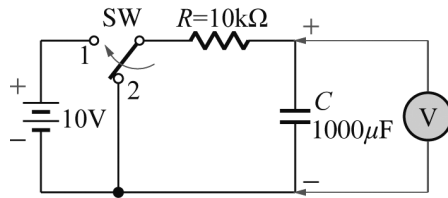


圖 8-1.9

表 8-1.1 RC 充電

時間 $t$	$v_C(t)$	$v_R(t) = E - v_C(t)$	$i(t) = \frac{v_R(t)}{R}$
0 秒	0V	10V	100μA
10 秒	6.32V	3.68V	36.8μA
20 秒	8.65V	1.35V	13.5μA
30 秒	9.5V	0.5V	5μA
40 秒	9.8V	0.2V	2μA
50 秒	10V	0V	0A
60 秒	10V	0V	0A

5. 將表 8-1.1 之數據繪製  $R$ - $C$  充電暫態曲線於圖 8-1.10。

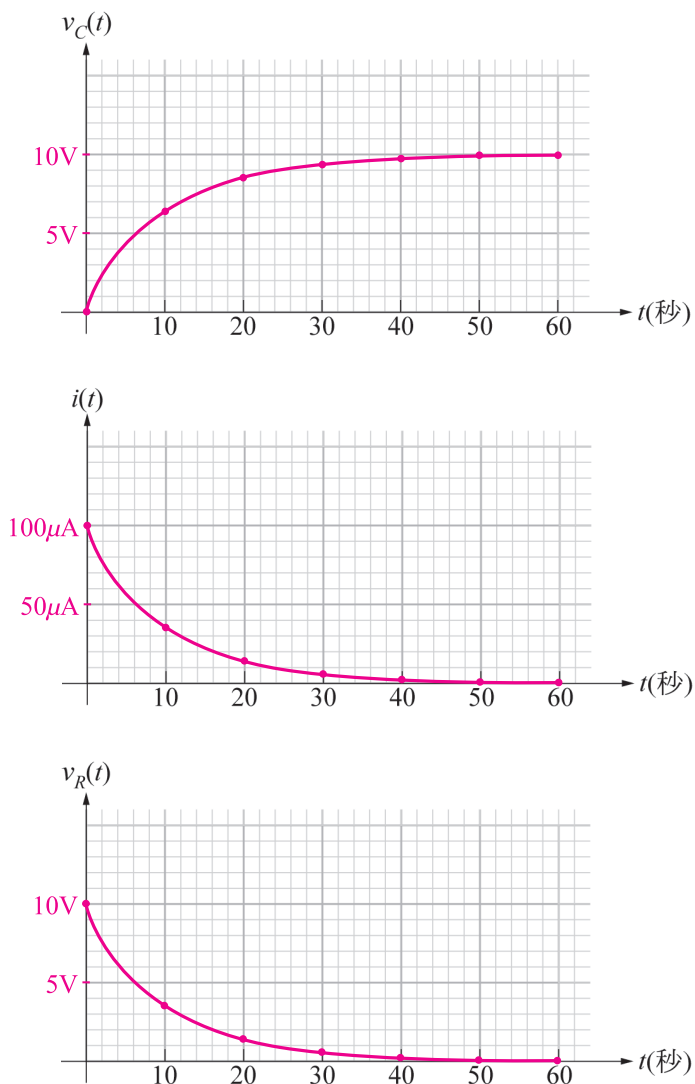


圖 8-1.10

6. 觀察圖 8-1.10 是否與圖 8-1.2、圖 8-1.3、圖 8-1.4 相同？ 是。

7. 將開關 SW 由 1 切換至 2 (切換前先確定  $v_C = 10$  伏特)，每 10 秒測  $v_C(t)$  電壓，並記錄在表 8-1.2；表中  $v_R(t)$  及  $i(t)$  請利用公式計算獲得。

表 8-1.2 RC 放電

時間 $t$	$v_C(t)$	$v_R(t) = -v_C(t)$	$i(t) = -\frac{v_C(t)}{R}$
0 秒	10V	-10V	-100 $\mu A$
10 秒	3.68V	-3.68V	-36.8 $\mu A$
20 秒	1.35V	-1.35V	-13.5 $\mu A$
30 秒	0.5V	-0.5V	-5 $\mu A$
40 秒	0.2V	-0.2V	-2 $\mu A$
50 秒	0V	0V	0A
60 秒	0V	0V	0A



8. 將表 8-1.2 之數據繪製  $R-C$  放電暫態曲線於圖 8-1.11。

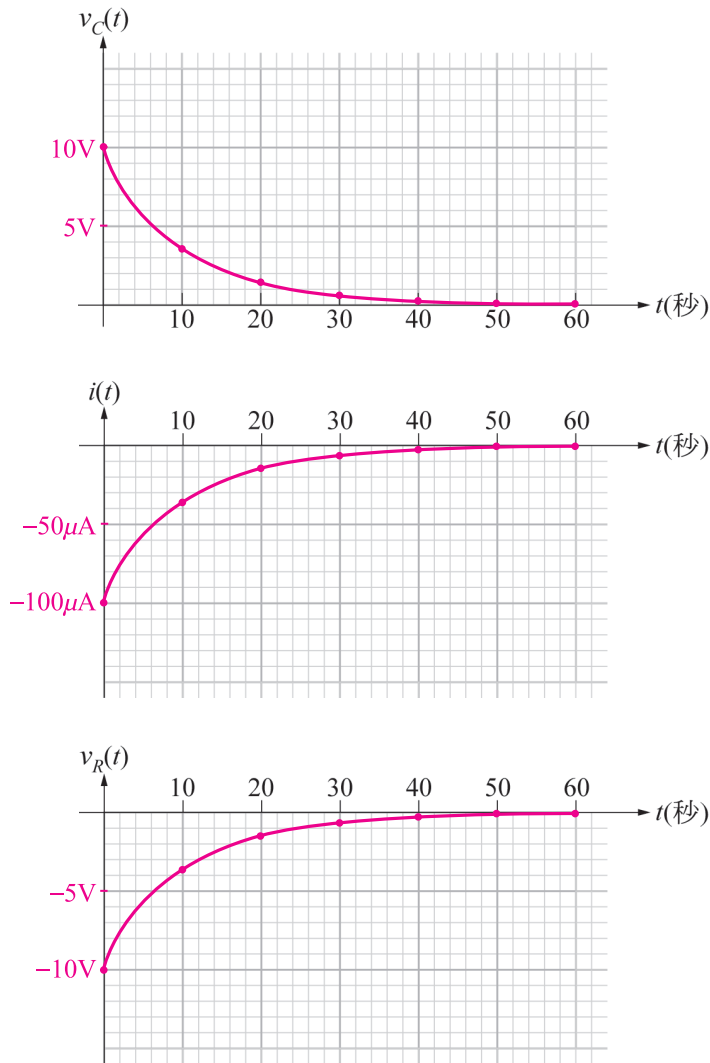


圖 8-1.11

9. 觀察圖 8-1.11 是否與圖 8-1.5、圖 8-1.6、圖 8-1.7 相同？ 是。

**工作項目二** 利用雙軌示波器做  $RC$  充放電實驗

1. 如圖 8-1.12 所示，將可變電阻調至最大值。
2. 將信號產生器之波形選擇為方波 1kHz/2V，正半波的效果與直流 2V 一樣做  $RC$  充電，負半波時進行  $R-C$  放電。
3. 如圖 8-1.13 所示（請翻閱課本 8-10 頁），將示波器 CH1 並接於信號產生器，CH2 並接於電容器兩端，並把示波器的水平感度調整鈕設定於 0.2ms/DIV，把 CH1 及 CH2 的垂直感度調整鈕都設定於 1V/DIV。

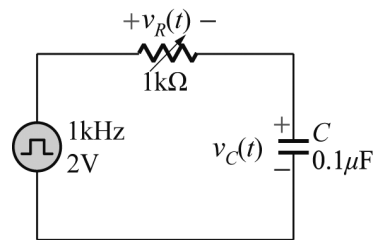
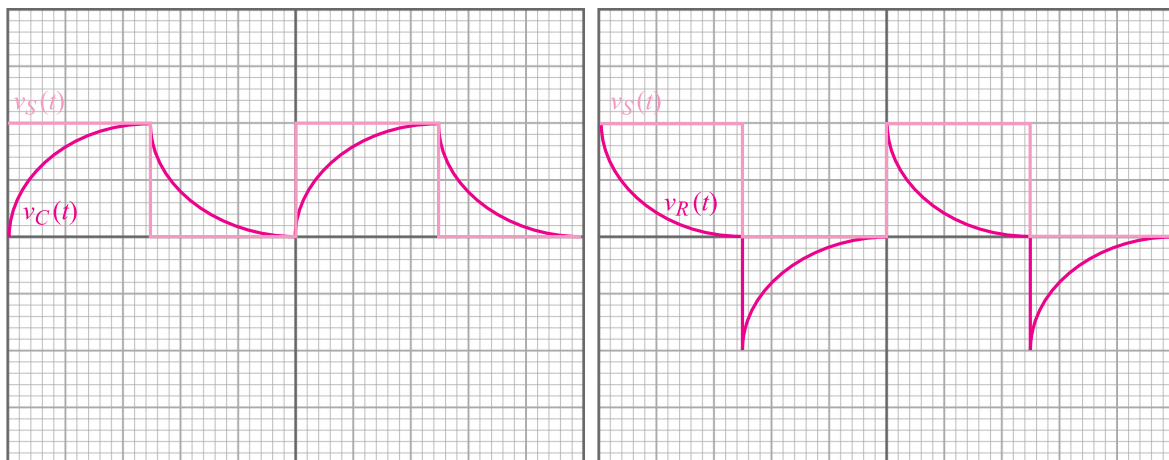


圖 8-1.12

4. 將雙軌示波器 (dual trace oscilloscope) CH1 及 CH2 的波形繪製於圖 8-1.14(a) , CH2 的波形是否與圖 8-1.8(b)相同? 是。在波形圖上找出時間常數  $\tau$  為多少? 0.1ms。是否與計算值相同? 是。



水平感度：0.2ms/DIV 垂直感度：CH1 1V/DIV 水平感度：0.2ms/DIV 垂直感度：CH1 1V/DIV  
CH2 1V/DIV CH2 1V/DIV

(a) 電源與  $v_c(t)$

(b) 電源與  $v_R(t)$

↑ 圖 8-1.14

5. 將可變電阻值調小，時間常數是否也會隨之改變? 會。逐漸變大或逐漸變小? 變小。
6. 如欲測量  $v_R(t)$  之波形則須將圖 8-1.13 之電阻與電容互換，重做步驟 3、4 即可測得  $v_R(t)$ ，並將波形繪於圖 8-1.14(b) 中。
7. 求  $i(t)$  時因無法以示波器直接測得，須將  $v_R(t)$  除以  $R$  即為  $i(t)$ 。



學習心得

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

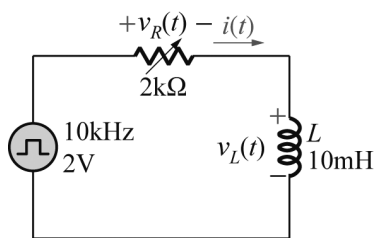
-----

-----

<b>實習二</b>		<b>RL 暫態電路實驗</b>		評	分
班	級	座	號	姓	名

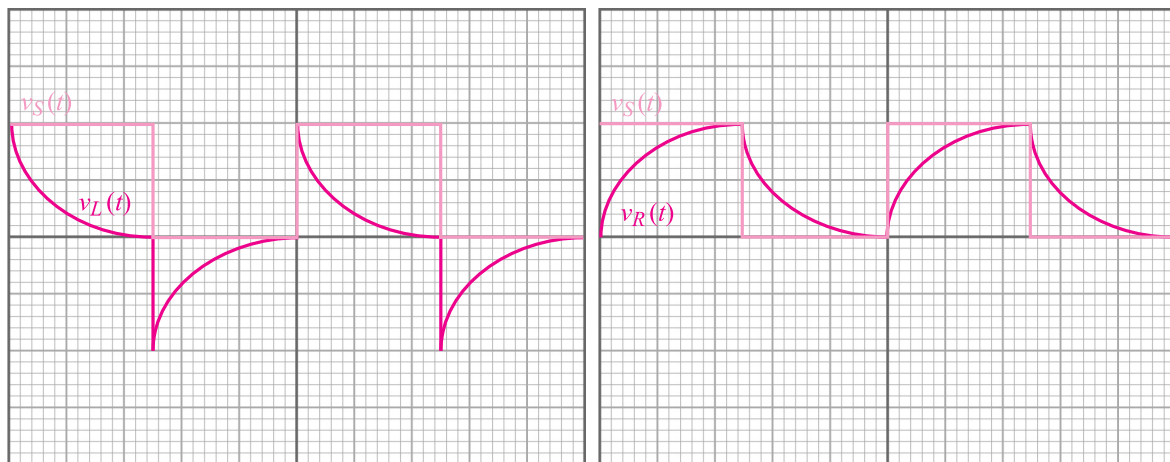
工作項目一 利用示波器做 R-L 充放電實驗

1. 如圖 8-2.8 所示，將可變電阻調至最大值。
2. 將信號產生器之波形選擇為方波 10kHz/2V。
3. 如圖 8-2.9 所示（請翻閱課本 8-17 頁），將示波器 CH1 並接於信號產生器，CH2 並接於電感器兩端，並把示波器的水平感度調整鈕設定於  $20\mu\text{s}/\text{DIV}$ ，把 CH1 及 CH2 的垂直感度調整鈕都設定於 1V/DIV。



↑ 圖 8-2.8

4. 調整可變電阻使波形如圖 8-2.9 之示波器波形。
5. 將示波器 CH1 及 CH2 的波形繪製於圖 8-2.10(a)，CH2 的波形是否與圖 8-2.2 及圖 8-2.5 相同？ 是，從波形圖上找出時間常數  $\tau$  為多少？ 4.9ms，是否與計算值相同？ 否，為什麼？ 因電感器中有內阻。



水平感度：20 $\mu\text{s}/\text{DIV}$  垂直感度：CH1 1V/DIV 水平感度：20 $\mu\text{s}/\text{DIV}$  垂直感度：CH1 1V/DIV  
CH2 1V/DIV CH2 1V/DIV

(a) 電源與  $v_L(t)$

(b) 電源與  $v_R(t)$

↑ 圖 8-2.10

6. 將可變電阻調小，時間常數是否也會隨之改變？ 是，逐漸變大或逐漸變小？ 逐漸變大。
7. 將圖 8-2.9 之電阻器及電容器位置互換，即可測得電源與  $v_R(t)$  的波形，並將波形繪製在圖 8-2.10(b)，CH2 的波形是否與圖 8-2.4 及圖 8-2.7 相同？ 是。



學習心得

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

問題討論

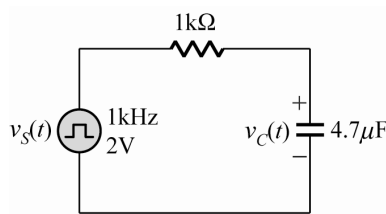
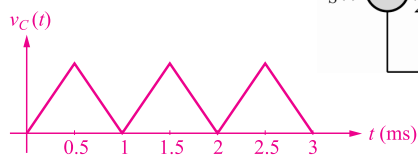
實習一 RC 暫態電路實驗

1. 如圖(1)所示， $v_s(t)$  為 1kHz，2 伏特之方波，則  $v_c(t)$  的波形為何？

解： $f = 1\text{kHz} \Rightarrow T = 1\text{ms} \Rightarrow \frac{T}{2} = 0.5\text{ms}$

$\tau = RC = 1\text{k} \times 4.7\mu = 4.7\text{ms}$

$\tau \gg \frac{T}{2}$ ，因此  $v_c(t)$  為一三角波。



圖(1)

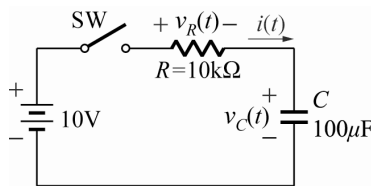
2. 如圖(2)所示，時間常數  $\tau$  為若干？當  $t = 0$  時，開關 SW 閉合，1 秒後  $v_c(t) = ?$   $i(t) = ?$   $v_R(t) = ?$

解：(1)  $\tau = RC = 10\text{k} \times 100\mu = 1$  秒。

(2)  $v_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = 10(1 - e^{-1}) = 6.32(\text{V})$ ；

$i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}} = \frac{10}{10\text{k}} e^{-1} = 0.368(\text{mA})$ ；

$v_R(t) = E e^{-\frac{t}{RC}} = 10e^{-1} = 3.68(\text{V})$ 。

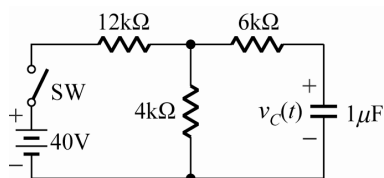


圖(2)

3. 如圖(3)所示電路，若  $t = 0$  時，開關 SW 閉合，試求：

(1) 當  $t = 9$  ms 時，4kΩ 之電流為何？

(2) 若  $t = 9$  ms 時，開關 SW 打開，問  $t = 10$  ms 時， $v_c(t) = ?$



圖(3)

解：(1) 將  $1\mu\text{F}$  電容器兩端化為戴維寧等效電路，如圖(a)所示。

充電時間常數  $\tau = RC = 9\text{k} \times 1\mu = 9\text{ms}$

當  $t = 9\text{ms}$  時， $v_c = 6.32(\text{V})$ ，圖(3)電路可以繪為如圖(b)所示。

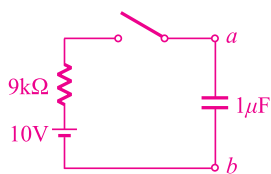
利用節點電壓法：

$\frac{V - 40}{12\text{k}} + \frac{V}{4\text{k}} + \frac{V - 6.32}{6\text{k}} = 0$ ， $V = 8.772(\text{V})$ ， $I_{4\text{k}} = \frac{V}{4\text{k}} = \frac{8.772}{4\text{k}} = 2.193\text{mA}$ 。

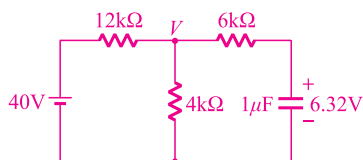
(2)  $v_c = 6.32(\text{V})$ ，當開關 S 打開時電容器開始放電，其電路圖如圖(c)所示。

放電時間常數  $\tau_D = RC = (6\text{k} + 4\text{k}) \times 1\mu = 10\text{ms}$

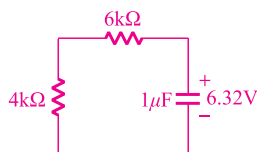
當  $t = 10\text{ms}$  時， $v_c(t) = 6.32 \times 0.368 = 2.236(\text{V})$ 。



圖(a)



圖(b)

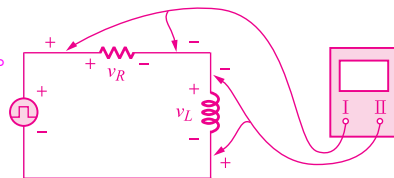


圖(c)

## ▶ 實習二 *RL* 暫態電路實驗

1. 若有一 *R-L* 串聯電路，欲利用雙軌示波器同時顯示  $v_R(t)$  和  $v_L(t)$  之波形，該如何連接？試繪簡圖並說明之。

解：依右圖連接，並將 CH2 INV 按下，即可同時顯示  $v_R$  和  $v_L$ 。



2. 如圖(1)所示，時間常數  $\tau$  為若干？當  $t = 0$  時，開關 SW

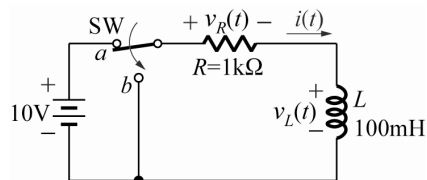
由 *a* 切向 *b*，當  $t = 200\mu\text{s}$  時， $v_L(t) = ?$   $i(t) = ?$   $v_R(t) = ?$

解：(1)  $\tau = \frac{L}{R} = \frac{100\text{m}}{1\text{k}} = 100\mu(\text{s})$ 。

$$(2) v_L(t) = -Ee^{-\frac{t}{L/R}} = -10e^{-2} = -1.35(\text{V}) ;$$

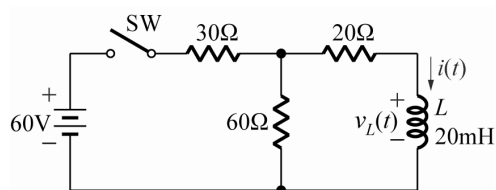
$$i(t) = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{L/R}} = \frac{10}{1\text{k}}e^{-2} = 10\text{m} \times 0.135 = 1.35\text{m}(\text{A}) ;$$

$$v_R(t) = Ee^{-\frac{t}{L/R}} = 10e^{-2} = 1.35(\text{V})。$$



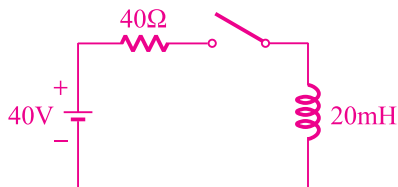
↑ 圖(1)

3. 如圖(2)所示，當  $t = 0$  時，開關 SW 閉合，開始充電之  $v_L(t) = ?$   $i(t) = ?$  經 10 秒後，將開關 SW 打開，電感器兩端之電壓方程式  $v_L(t) = ?$



↑ 圖(2)

解：(1) 利用戴維寧定理，求其等效電路，如下圖所示。



$$v_L(t) = Ee^{-\frac{t}{L/R}} = 40e^{-\frac{t}{0.5\text{m}}} (\text{V}), \quad i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{t}{L/R}}) = 1 - e^{-\frac{t}{0.5\text{m}}} (\text{A})$$

(2) 開關打開前的瞬間，流經電感器之電流  $I = \frac{60}{\frac{60 \times 20}{60 + 20} + 30} \times \frac{60}{60 + 20} = 1(\text{A}) ;$

$$E = I \times R = 1 \times (20 + 60) = 80(\text{V}), \quad v_L(t) = -Ee^{-\frac{t}{L/R}} = -80e^{-\frac{t}{0.25\text{m}}} (\text{V})。$$

## 第九章 交流電路實驗

實習一		交流電壓與電流的實驗		評	分
班	級	座	號	姓	名

### 工作項目一 純電阻交流電路實驗

1. 如圖 9-1.5 所示，將  $v_s(t)$  調為頻率  $f=100\text{Hz}$ ，電壓 5 伏特之正弦波。

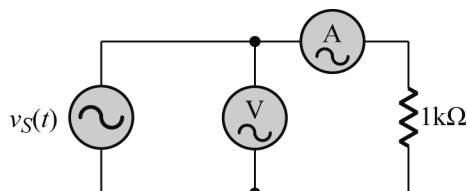


圖 9-1.5

2. 使用交流電流表測量流過電阻的電流  $I = \underline{5.03\text{mA}}$ 。
3. 使用示波器測量電源頻率是否為 100Hz? 是。  
電壓是否為 5V? 是。
4. 調整信號產生器使頻率逐漸增加（電壓須保持 5V），電流是否會產生變化?  
沒有變化。

### 工作項目二 純電感交流電路實驗

1. 如圖 9-1.6 所示，將  $v_s(t)$  調為頻率  $f=100\text{Hz}$ ，電壓 5 伏特之正弦波。
2. 示波器輸入埠 CH1 監看電感器兩端之電壓  $v_L(t)$  之波形。

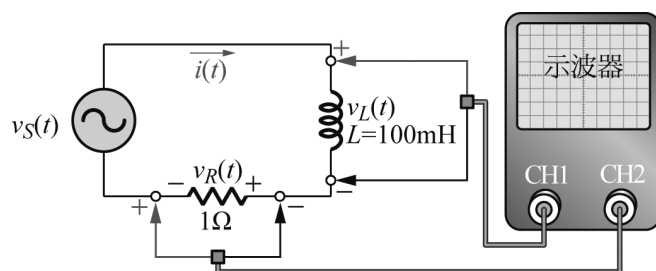
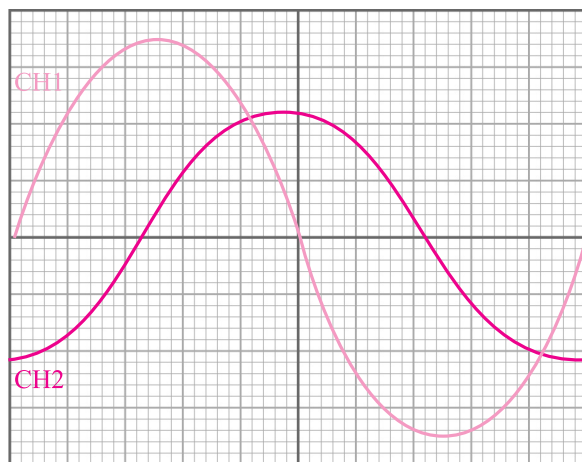


圖 9-1.6 純電感交流電路

3. 示波器輸入埠 CH2 監看電感器的電流  $i(t)$ ，其中  $1\Omega$  電阻做為電流波形觀測用，因示波器無法直接量測電流，必須串聯一個低電阻值的觀測用電阻，量取其電壓值再除以電阻值即為電流值。觀測用電阻兩端電壓波形之相位即為電流波形的相位。

4. 將 CH1 及 CH2 的波形繪製於圖 9-1.7，並算出電流  $i(t)$  落後（領先或落後）電壓  $v_L(t)$  79.2 度，為什麼不是  $90^\circ$ ？因為電感器不是純電感。
5. 將信號產生器之頻率調為 500Hz、1kHz、10kHz，重做步驟4，並把數據填入表 9-1.1。
6. 觀察表 9-1.1，相位角  $\theta$  與電源頻率  $f$  的關係為何？頻率  $f$  愈大， $\theta$  愈接近  $90^\circ$ ，為什麼？內阻固定， $X_L$  隨頻率  $f$  增加而增加。



水平感度：1ms/DIV 垂直感度：CH1 2V/DIV  
CH2 50mV/DIV

⬆ 圖 9-1.7 空白示波器的描圖紙

▼ 表 9-1.1  $L = 100\text{mH}$

頻率 $f$	$X_L = 2\pi fL$	電流 $\bar{I}$ (計算)	電流 $I$ (測量)	相位角 $\theta$ (測量)
100Hz	62.8 $\Omega$	80mA	78mA	79.2 $^\circ$
500Hz	314.16 $\Omega$	16mA	15.02mA	88 $^\circ$
1kHz	628.32 $\Omega$	8mA	7.8mA	89 $^\circ$
10kHz	6283.2 $\Omega$	0.796mA	0.786mA	89.8 $^\circ$



工作項目三 純電容交流電路實驗

1. 如圖 9-1.8 所示，將  $v_S(t)$  調為頻率  $f=100\text{Hz}$ ，電壓 2 伏特之正弦波。
2. 示波器輸入埠 CH1 監看電容器兩端之電壓  $v_C(t)$  之波形。

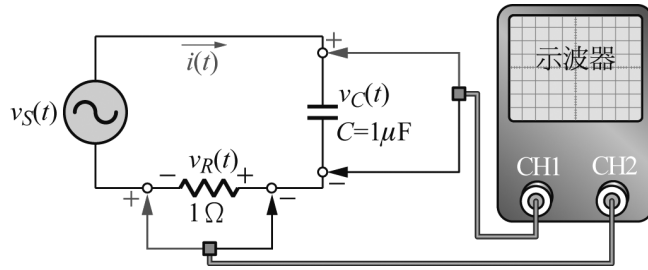
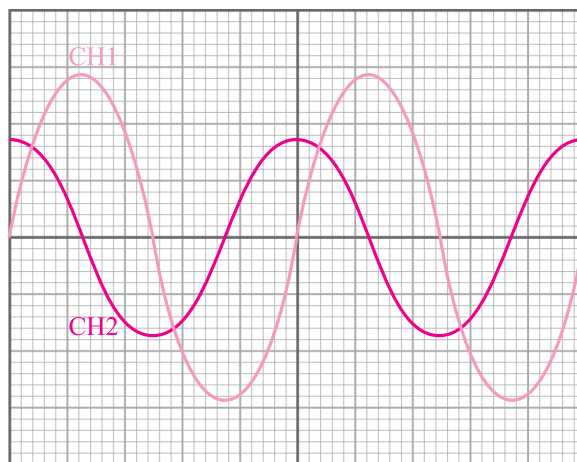


圖 9-1.8 純電容交流電路

3. 示波器輸入埠 CH2 監看電容器之電流  $i(t)$  (記得將 CH2 反相)。
4. 將 CH1 及 CH2 的波形繪製於圖 9-1.9，並算出電流  $i(t)$  領先 (領先或落後) 電壓  $v_C(t)$  90 度。
5. 將信號產生器之頻率調為 500Hz、1kHz、10kHz，重做步驟 4，並把數據填入表 9-1.2。
6. 觀察表 9-1.2，相位角  $\theta$  與電源頻率  $f$  的關係為何？無明顯相關，為什麼？電容器在高頻時漏電流稍大。



水平感度：2ms/DIV 垂直感度：CH1 1V/DIV  
CH2 1mV/DIV

圖 9-1.9 空白示波器的描圖紙

表 9-1.2  $C=1\mu\text{F}$

頻率 $f$	$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$	電流 $\vec{I}$ (計算)	電流 $I$ (測量)	相位角 $\theta$ (測量)
100Hz	1591.5Ω	1.26mA	1.24mA	90°
500Hz	318.3Ω	6.28mA	6.24mA	90°
1kHz	159.2Ω	12.56mA	12.52mA	90°
10kHz	15.9Ω	125.79mA	118.3mA	89°

<b>實習二</b>		<b>交流 RLC 串聯電路實驗</b>		評	分
班	級	座	號	姓	名

工作項目一 交流 RL 串聯電路實驗

- 如圖 9-2.6 所示， $v_S(t) = 2\sqrt{2} \sin(\omega t)$  V， $f = 15.9$  kHz。
- 計算  $\vec{X}_L = \underline{1k\angle 90^\circ}$  ( $\Omega$ )； $\vec{Z} = \underline{\sqrt{2}k\angle 45^\circ}$  ( $\Omega$ )；  
 $\vec{I} = \underline{\sqrt{2}m\angle -45^\circ}$  (A)； $\vec{V}_R = \underline{\sqrt{2}\angle -45^\circ}$  (V)；  
 $\vec{V}_L = \underline{\sqrt{2}\angle 45^\circ}$  (V)； $\vec{I}$  落後  $\vec{V}_S$  45 度。
- 如圖 9-2.7 所示，使用交流電壓表及交流電流表測量：

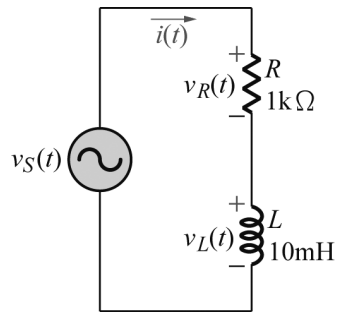


圖 9-2.6 電路圖

$I = \underline{1.40mA}$ ； $V_S = \underline{2V}$ ； $V_R = \underline{1.40V}$ ；  
 $V_L = \underline{1.43V}$ ；

再利用歐姆定律求  $Z = \frac{V_S}{I} = \underline{1.428k\Omega}$ ；

$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \underline{1019\Omega}$ 。

- 比較步驟 2、3 之值的大小是否相同？  
否；為什麼？電感器及電流表皆有內阻而造成誤差。

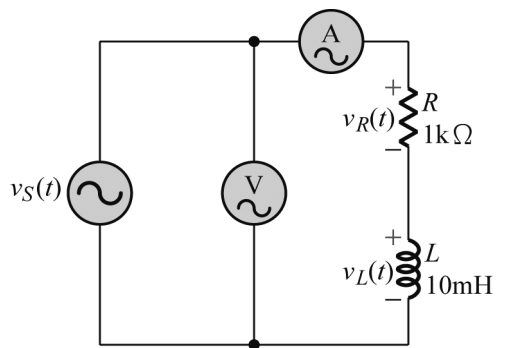


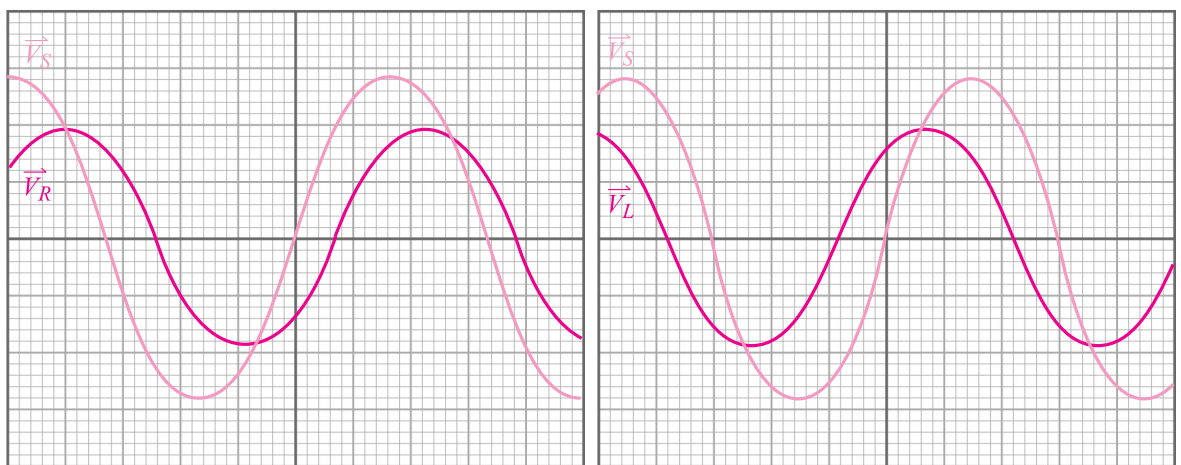
圖 9-2.7 接線圖

- 如圖 9-2.8 所示（請翻閱課本 9-17 頁），利用示波器測量  $\vec{V}_S = \underline{2\angle 0^\circ V}$ ；

$\vec{V}_R = \underline{1.40\angle -44^\circ V}$ ； $\vec{V}_L = \underline{1.43\angle 43^\circ V}$ ；

$\vec{I} = \underline{1.40\angle -44^\circ mA}$ ； $\vec{I}$  落後  $\vec{V}_S$  44 度；並將示波器測得的波形繪於圖

9-2.9。利用歐姆定律求  $\vec{Z} = \frac{\vec{V}_S}{\vec{I}} = \underline{1429\angle 44^\circ \Omega}$ ； $\vec{X}_L = \frac{\vec{V}_L}{\vec{I}} = \underline{1021\angle 87^\circ \Omega}$ 。



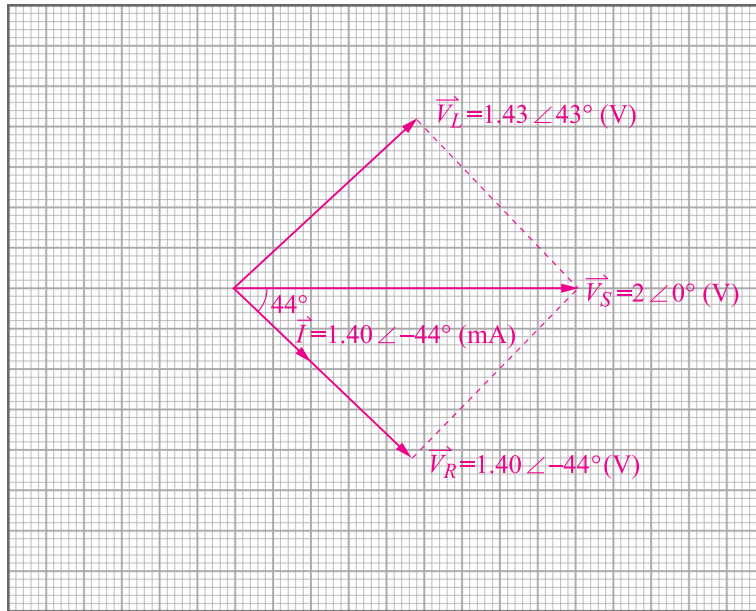
水平感度：10μs/DIV 垂直感度：CH1 1V/DIV 水平感度：10μs/DIV 垂直感度：CH1 1V/DIV  
CH2 1V/DIV CH2 1V/DIV

(a)  $\vec{V}_S$  及  $\vec{V}_R$

(b)  $\vec{V}_S$  及  $\vec{V}_L$

圖 9-2.9 測量結果

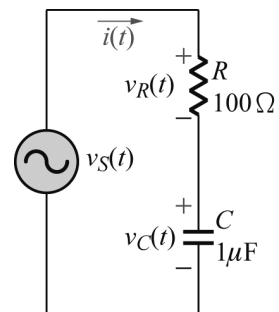
6. 比較步驟2.5.之值是否相同？ 否 ；  
 為什麼？ 電感器有內阻所產生的誤差 。
7. 利用步驟5.所得數據，繪製  $\vec{V}_S$ 、 $\vec{V}_R$ 、 $\vec{V}_L$  及  $\vec{I}$  之相量圖於圖 9-2.10。



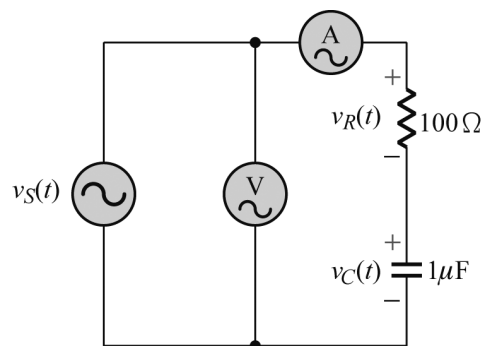
⬆ 圖 9-2.10 交流 RL 串聯電路相量圖

**工作項目二** 交流 RC 串聯電路實驗

- 如圖 9-2.11 所示， $v_S(t) = 2\sin(\omega t)$  V， $f = 919\text{Hz}$ 。
- 計算  $\vec{X}_C = 173.2 \angle -90^\circ$  ( $\Omega$ )； $\vec{Z} = 200 \angle -60^\circ$  ( $\Omega$ )；  
 $\vec{I} = 5\sqrt{2} \times 10^{-3} \angle 60^\circ$  (A)； $\vec{V}_R = 0.707 \angle 60^\circ$  (V)；  
 $\vec{V}_C = 1.225 \angle -30^\circ$  (V)； $\vec{I}$  超前  $\vec{V}_S$   $60^\circ$ 。
- 如圖 9-2.12 所示，使用交流電壓表及交流電流表測量  
 $I = 7\text{mA}$ ； $V_S = 1.414\text{V}$ ；  
 $V_R = 0.7\text{V}$ ； $V_C = 1.20\text{V}$ ；  
 再利用歐姆定律求  $Z = \frac{V_S}{I} = 202\Omega$ ；  
 $X_C = \sqrt{Z^2 - R^2} = 176\Omega$ 。
- 比較步驟2.3.之值的大小是否相同？  
否；  
 為什麼？ 電流表有內阻。

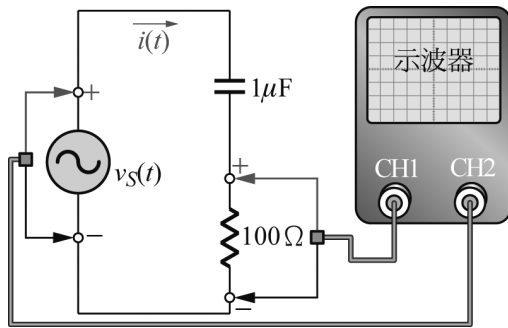


⬆ 圖 9-2.11 電路圖



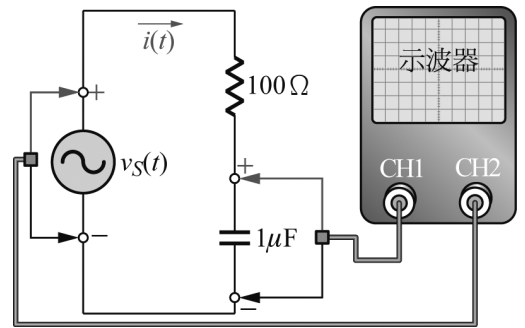
⬆ 圖 9-2.12 接線圖

5. 如圖 9-2.13 所示，利用示波器測量  $\vec{V}_S = 1.414 \angle 0^\circ$  ;  $\vec{V}_R = 0.707 \angle 60^\circ$  ;  
 $\vec{V}_C = 1.225 \angle -30^\circ$  ;  $\vec{I} = 7.07 \angle 60^\circ \text{mA}$  ; 並將示波器測得的波形繪於圖  
 9-2.14。利用歐姆定律求  $\vec{Z} = \frac{\vec{V}_S}{\vec{I}} = 200 \angle -60^\circ \Omega$  ;  
 $\vec{X}_C = \frac{\vec{V}_C}{\vec{I}} = 173.2 \angle -90^\circ \Omega$  。



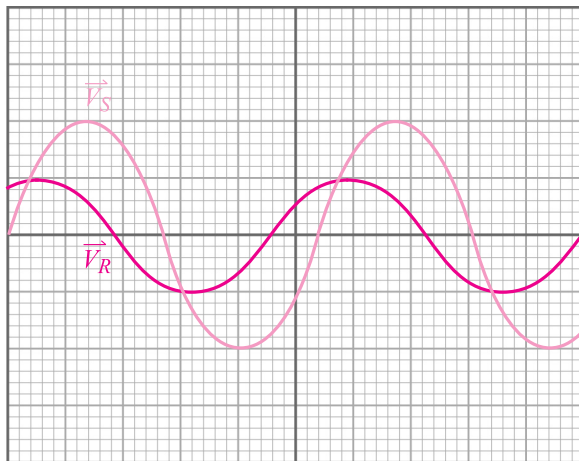
$\vec{I}$  可以由  $\vec{V}_R$  除以  $R \angle 0^\circ$  獲得

(a) 測量  $\vec{V}_S$  及  $\vec{V}_R$



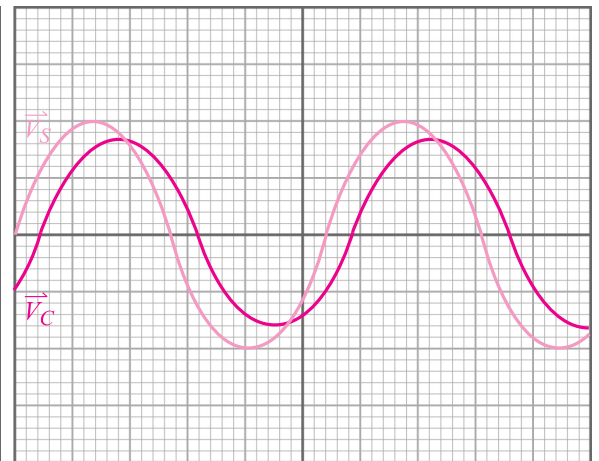
(b) 測量  $\vec{V}_S$  及  $\vec{V}_C$

⬆ 圖 9-2.13 測量交流 RC 串聯電路



水平感度：0.2ms/DIV 垂直感度：CH1 1V/DIV  
 CH2 1V/DIV

(a)  $\vec{V}_S$  及  $\vec{V}_R$



水平感度：0.2ms/DIV 垂直感度：CH1 1V/DIV  
 CH2 1V/DIV

(b)  $\vec{V}_S$  及  $\vec{V}_C$

⬆ 圖 9-2.14 測量結果

6. 比較步驟 2.5 之值是否相同？ 是 ; 為什麼？ 示波器誤差甚小 。
7. 利用步驟 5 所得的數據，繪出  $\vec{V}_S$ 、 $\vec{V}_R$ 、 $\vec{V}_C$  及  $\vec{I}$  之相量圖於圖 9-2.15，並求出  
 $\vec{I}$  超前  $\vec{V}_S = 60$  度，是否與步驟 2 相同？ 是 ，為什麼？  
 示波器誤差甚小 。

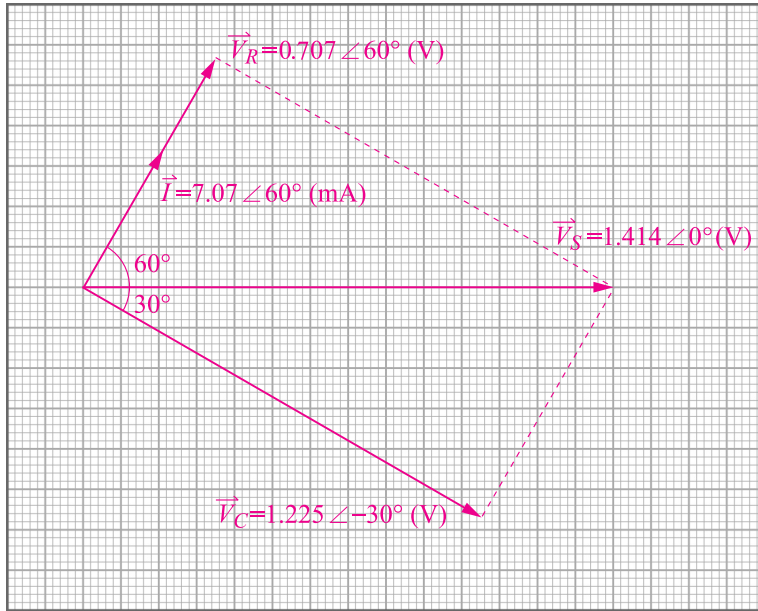


圖 9-2.15 交流 RC 串聯電路相量圖

工作項目三 交流 RLC 串聯電路實驗

1. 如圖 9-2.16 所示， $v_S(t) = 2\sqrt{2} \sin(\omega t)$  V， $f = 9140\text{Hz}$ 。
2. 計算  $\vec{X}_L = 574 \angle 90^\circ \Omega$ ； $\vec{X}_C = 174 \angle -90^\circ \Omega$ ； $\vec{Z} = 500 \angle 53.2^\circ \Omega$ ；  
 $\vec{I} = 4 \angle -53.2^\circ \text{mA}$ ； $\vec{V}_R = 1.200 \angle -53.2^\circ \text{V}$ ； $\vec{V}_L = 2.296 \angle 36.9^\circ \text{V}$ ；  
 $\vec{V}_C = 0.696 \angle -143.2^\circ \text{V}$ ； $P = 4.8\text{mW}$ ； $Q_L = 9.184\text{mVAR}$ ；  
 $Q_C = 2.784\text{mVAR}$ ； $Q = 6.4\text{mVAR}$ ； $S = 8\text{mVA}$ ；  
 $\text{PF} = 0.6$ 。

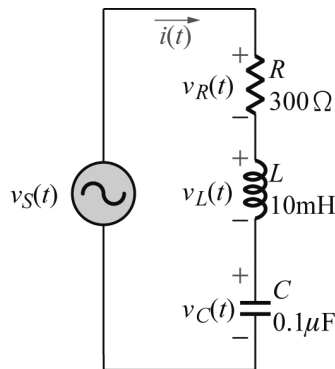
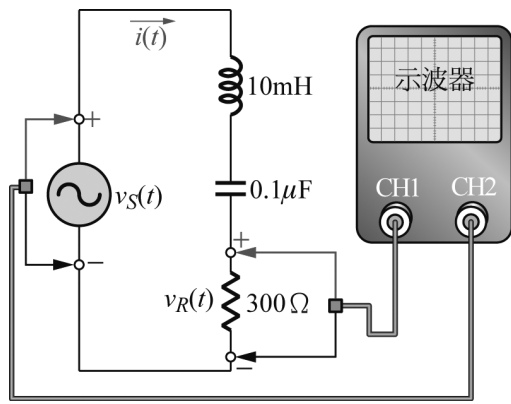
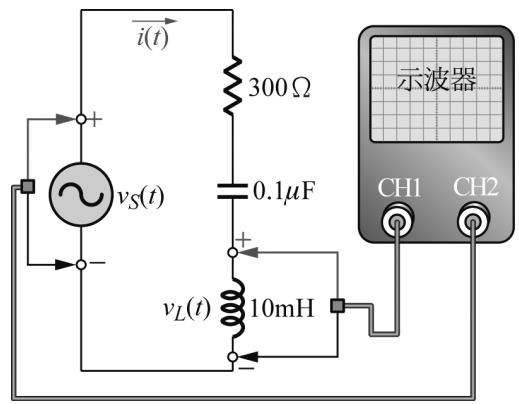


圖 9-2.16

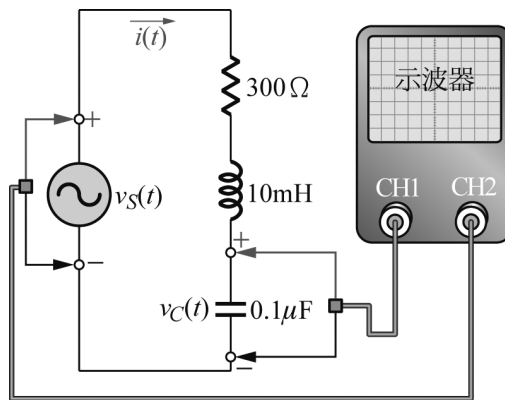
3. 如圖 9-2.17 所示，利用示波器測量  $\vec{V}_S = 2 \angle 0^\circ \text{V}$ ；  
 $\vec{V}_R = 1.2 \angle -53^\circ \text{V}$ ； $\vec{V}_L = 2.35 \angle 36^\circ \text{V}$ ； $\vec{V}_C = 0.7 \angle -143^\circ \text{V}$ ；  
 $\vec{I} = 4 \angle -53^\circ \text{mA}$ ；並將測得的波形繪於圖 9-2.18，利用歐姆定律求  
 $\vec{Z} = \frac{\vec{V}_S}{\vec{I}} = 500 \angle 53^\circ \Omega$ ； $\vec{X}_L = \frac{\vec{V}_L}{\vec{I}} = 588 \angle 90^\circ \Omega$ ； $\vec{X}_C = \frac{\vec{V}_C}{\vec{I}} = 175 \angle -90^\circ \Omega$ 。



(a) 測量  $\vec{V}_S$  及  $\vec{V}_R$

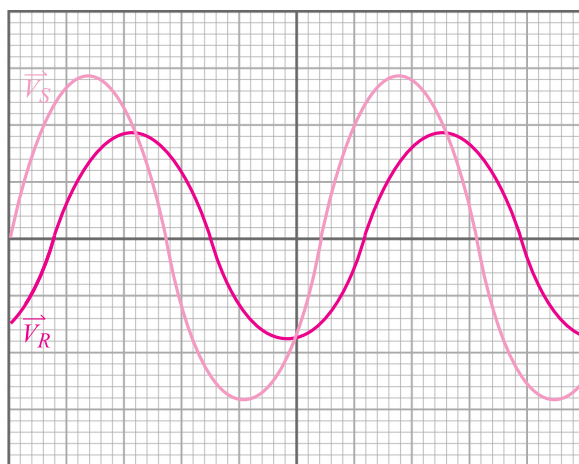


(b) 測量  $\vec{V}_S$  及  $\vec{V}_L$



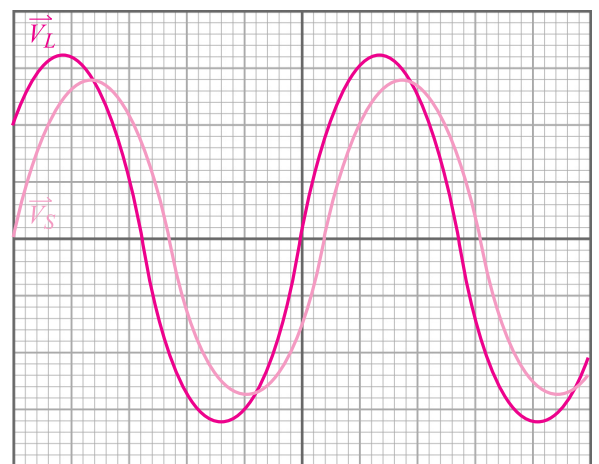
(c) 測量  $\vec{V}_S$  及  $\vec{V}_C$

圖 9-2.17 測量交流 RLC 串聯電路



水平感度：20μs/DIV 垂直感度：CH1 1V/DIV  
CH2 1V/DIV

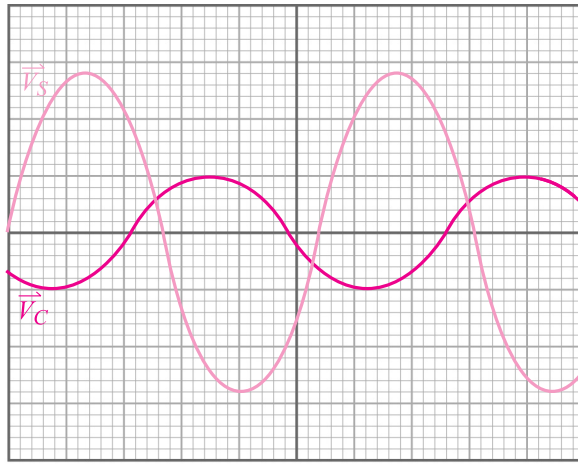
(a) 測量  $\vec{V}_S$  及  $\vec{V}_R$



水平感度：20μs/DIV 垂直感度：CH1 1V/DIV  
CH2 1V/DIV

(b) 測量  $\vec{V}_S$  及  $\vec{V}_L$

圖 9-2.18 測量結果

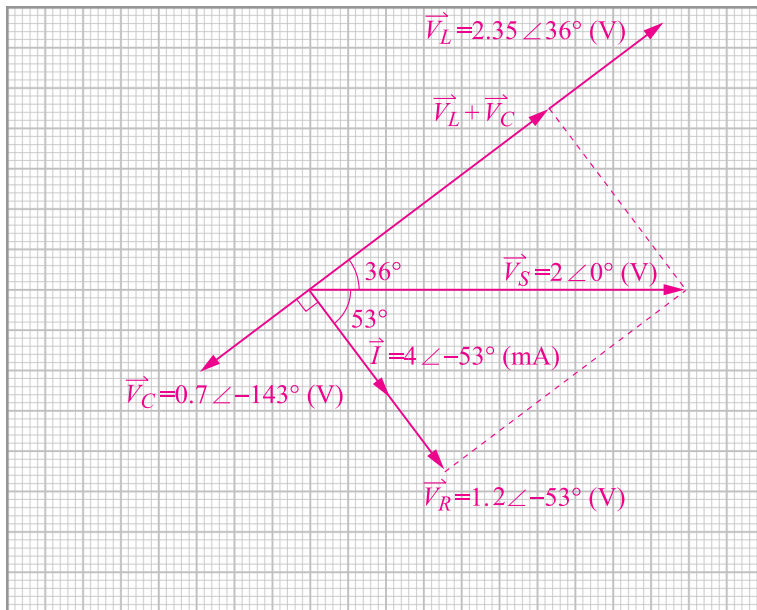


水平感度：20μs/DIV 垂直感度：CH1 1V/DIV  
CH2 1V/DIV

(c) 測量  $\vec{V}_s$  及  $\vec{V}_C$

⬆ 圖 9-2.18 測量結果 (續)

4. 比較步驟2.3之值是否相同？否；為什麼？電感器內阻的影響。
5. 利用步驟3所得的數據，繪出  $\vec{V}_s$ 、 $\vec{V}_R$ 、 $\vec{V}_L$ 、 $\vec{V}_C$  及  $\vec{I}$  之相量圖於圖 9-2.19，並求出  $\vec{I}$  落後 (超前或落後)  $\vec{V}_s$  53 度，是否與步驟2.相同？否，為什麼？電感器內阻的影響。



⬆ 圖 9-2.19 交流 RLC 串聯電路相量圖

<b>實習三</b>		<b>交流 <math>RL</math> 並聯電路實驗</b>		評	分
班	級	座	號	姓	名

工作項目一 交流  $RL$  並聯電路實驗

1. 如圖 9-3.5 所示， $v_S(t) = 4 \sin(\omega t)$  V， $f = 15.9$  kHz。

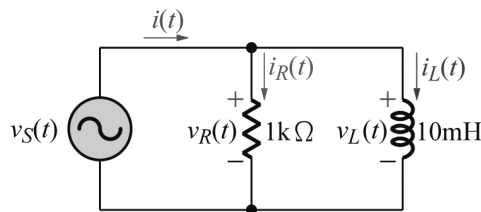


圖 9-3.5  $RL$  並聯電路圖

- 利用計算求  $\vec{X}_L = \underline{1k\angle 90^\circ}$  ( $\Omega$ )； $\vec{B}_L = \underline{1m\angle -90^\circ}$  (S)； $\vec{G} = \underline{1m\angle 0^\circ}$  (S)； $\vec{Y} = \underline{\sqrt{2} \times 10^{-3} \angle -45^\circ}$  (S)； $\vec{Z} = \underline{500\sqrt{2} \angle 45^\circ}$  ( $\Omega$ )； $\vec{I}_R = \underline{2\sqrt{2} \angle 0^\circ}$  (mA)； $\vec{I}_L = \underline{2\sqrt{2} \angle -90^\circ}$  (mA)； $\vec{I} = \underline{4 \angle -45^\circ}$  (mA)； $\vec{I}$  落後 (超前或落後)  $\vec{V}_S$  45 度。
- 使用交流電壓表及交流電流表測量  $V_S = \underline{2}$  (V)； $V_R = \underline{2}$  (V)； $V_L = \underline{2}$  (V)； $I_R = \underline{2\sqrt{2}}$  (mA)； $I_L = \underline{2.8}$  (mA)； $I = \underline{3.96}$  (mA)。
- 利用步驟3的結果計算  $X_L = \frac{V_L}{I_L} = \underline{714}$  ( $\Omega$ )，是否與步驟2的計算結果相同？否，為什麼？電感器內阻所致。
- 利用步驟3的結果計算  $Z = \frac{V_S}{I} = \underline{1010}$  ( $\Omega$ )，是否與步驟2的計算結果相同？否，為什麼？電感器內阻所致。
- 如圖 9-3.6 所示，使用示波器測量  $\vec{V}_S = \underline{2\sqrt{2} \angle 0^\circ}$  (V)， $\vec{I} = \underline{3.98 \angle -44^\circ}$  (mA)， $\vec{I}_R = \underline{2.83 \angle 0^\circ}$  (mA)， $\vec{I}_L = \underline{2.80 \angle -88^\circ}$  (mA)，並將示波器測得之波形繪於圖 9-3.7，求得  $\vec{I}$  落後 (超前或落後)  $\vec{V}_S$  44 度； $\vec{I}_L$  落後 (超前或落後)  $\vec{V}_S$  88 度。

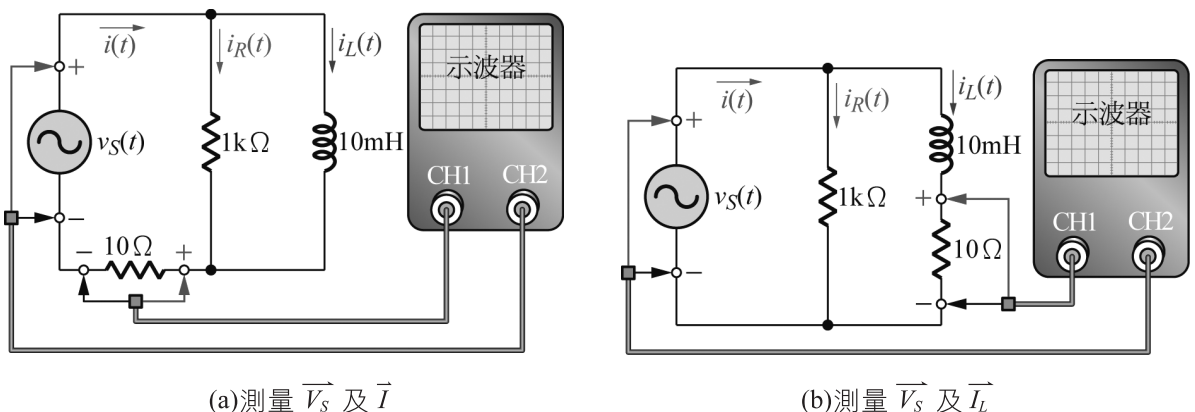
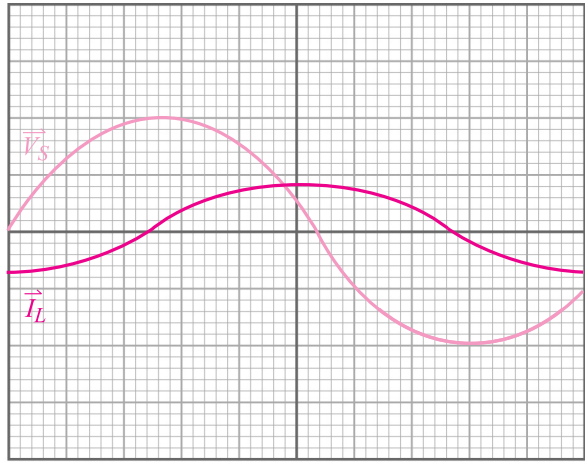
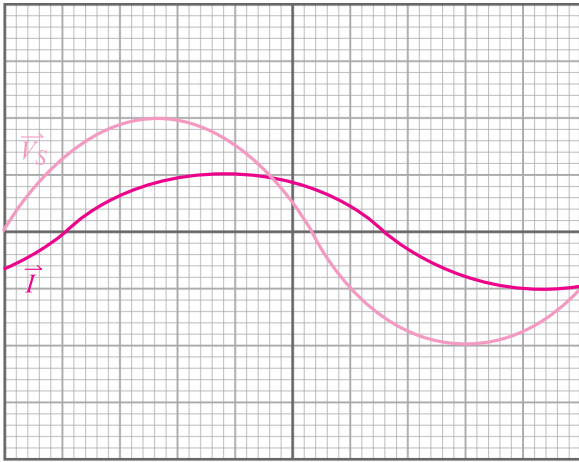


圖 9-3.6 測量交流  $RL$  並聯電路





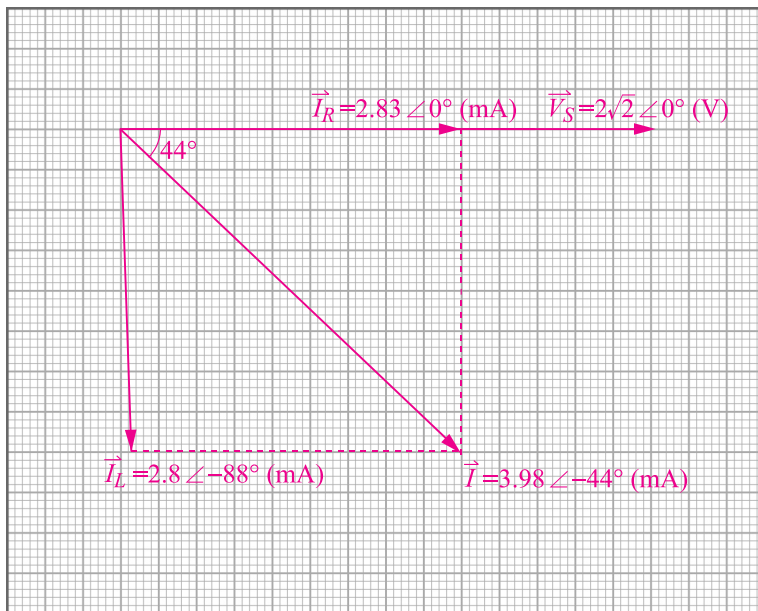
水平感度：10μs/DIV 垂直感度：CH1 50mV/DIV 水平感度：10μs/DIV 垂直感度：CH1 50mV/DIV  
CH2 2V/DIV CH2 2V/DIV

(a)  $\vec{V}_s$  及  $\vec{I}$

(b)  $\vec{V}_s$  及  $\vec{I}_L$

⬆ 圖 9-3.7 測量結果

7. 比較步驟 2 和步驟 6 是否相同？ 否 ；  
 為什麼？ 電感器內阻所致 。
8. 使用步驟 6 的數據，繪製  $\vec{V}_s$ 、 $\vec{I}_R$ 、 $\vec{I}_L$  和  $\vec{I}$  之相量圖於圖 9-3.8。



⬆ 圖 9-3.8 交流 RL 並聯電路相量圖

工作項目三 交流 RC 並聯電路實驗

1. 如圖 9-3.9 所示， $v_S(t) = 3\sqrt{2} \sin(\omega t)$  V， $f = 212\text{Hz}$ 。

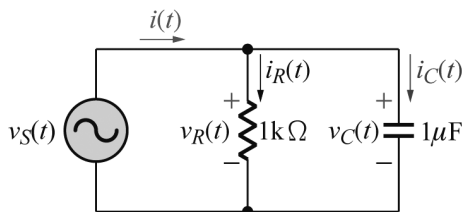


圖 9-3.9 RC 並聯電路圖

- 利用計算求  $\vec{X}_C = 750 \angle -90^\circ$  ( $\Omega$ )； $\vec{B}_C = 1.33 \times 10^{-3} \angle 90^\circ$  (S)；  
 $\vec{G} = 1 \times 10^{-3} \angle 0^\circ$  (S)； $\vec{Y} = 1.67 \times 10^{-3} \angle 53.1^\circ$  (S)； $\vec{Z} = 600 \angle -53.1^\circ$  ( $\Omega$ )。  
 $\vec{I}_R = 3 \angle 0^\circ$  (mA)； $\vec{I}_C = 4 \angle 90^\circ$  (mA)； $\vec{I} = 5 \angle 53.1^\circ$  (mA)；  
 $\vec{I}$  超前 (超前或落後)  $\vec{V}_S$  53.1 度。
- 使用交流電壓表及交流電流表測量  $V_S = 3$  (V)； $V_R = 3$  (V)，  
 $V_C = 3$  (V)， $I_R = 3$  (mA)； $I_C = 4.1$  (mA)， $I = 5.1$  (mA)。
- 利用步驟 3 的結果計算  $X_C = \frac{V_C}{I_C} = 588$  ( $\Omega$ )，是否與步驟 2 的計算結果相同？不同，為什麼？電路元件及儀表皆有誤差存在。
- 利用步驟 3 的結果計算  $Z = \frac{V_S}{I} = 731.7$  ( $\Omega$ )，是否與步驟 2 的計算結果相同？不同，為什麼？電容值有誤差。
- 如圖 9-3.10 所示，使用示波器測量  $\vec{V}_S = 3 \angle 0^\circ$  (V)， $\vec{I} = 5 \angle 52^\circ$  (mA)，  
 $\vec{I}_R = 3 \angle 0^\circ$  (mA)， $\vec{I}_C = 3.9 \angle 88^\circ$  (mA)，並將示波器測得之波形繪於圖 9-3.11，  
 求得  $\vec{I}$  超前 (超前或落後)  $\vec{V}_S$  52 度， $\vec{I}_C$  超前 (超前或落後)  $\vec{V}_C$  88 度。

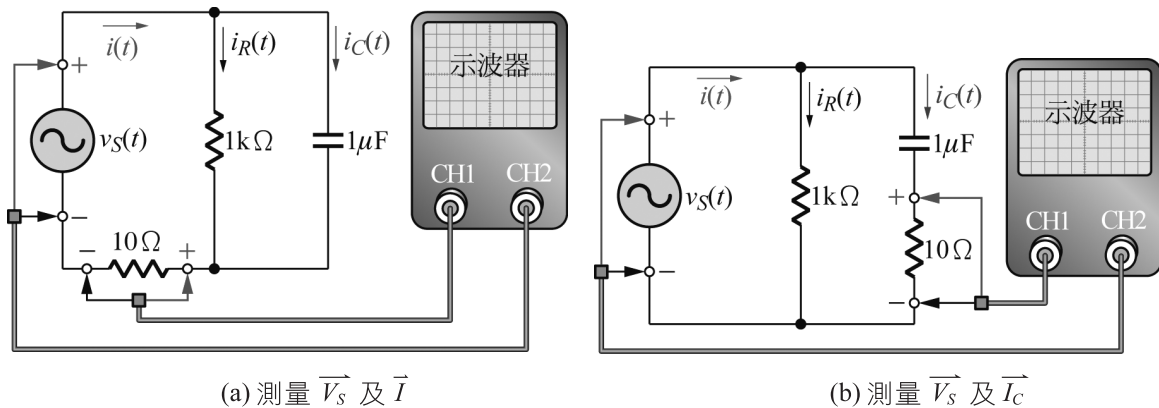
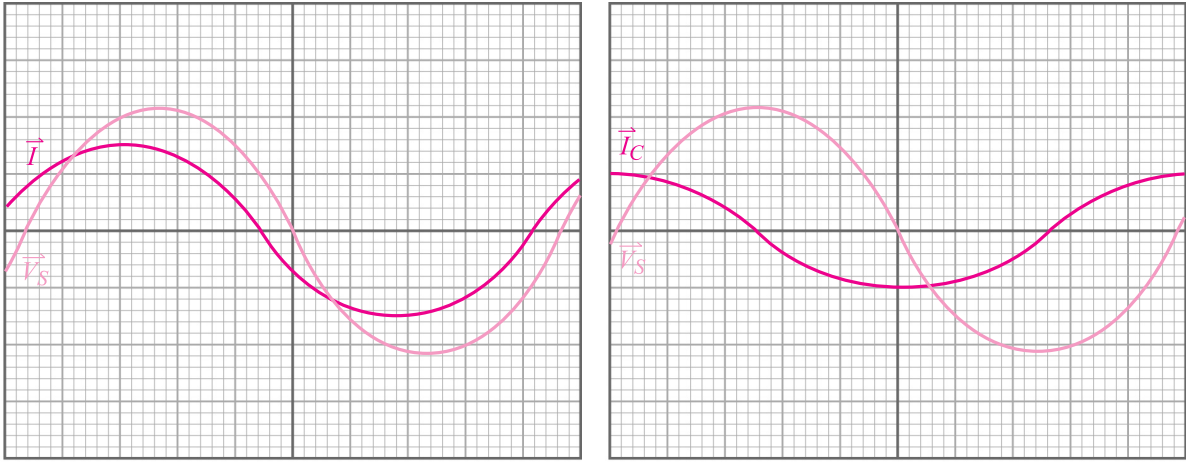


圖 9-3.10 測量交流 RC 並聯電路



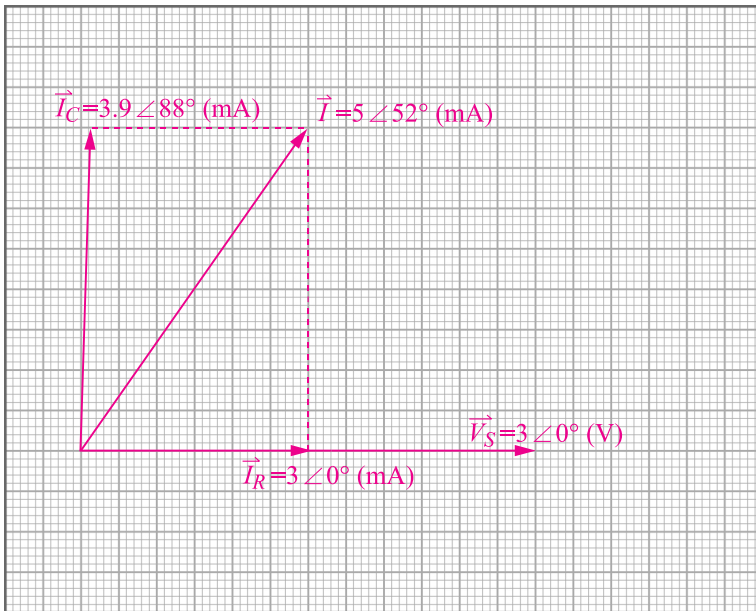
水平感度：1ms/DIV 垂直感度：CH1 50mV/DIV 水平感度：1ms/DIV 垂直感度：CH1 50mV/DIV  
CH2 2V/DIV CH2 2V/DIV

(a)  $\vec{V}_S$  及  $\vec{I}$

(b)  $\vec{V}_S$  及  $\vec{I}_C$

↑ 圖 9-3.11 測量結果

7. 比較步驟 2 和步驟 6 是否相同？ 否 ；  
 為什麼？ 電路元件及儀表有誤差 。
8. 使用步驟 6 的數據繪製  $\vec{V}_S$ 、 $\vec{I}_R$ 、 $\vec{I}_C$  及  $\vec{I}$  之相量圖於圖 9-3.12。



↑ 圖 9-3.12 交流 RC 並聯電路相量圖

工作項目三 交流 RLC 並聯電路實驗

1. 如圖 9-3.13 所示， $v_S(t) = 4\sqrt{2} \sin(\omega t)$  V， $f = 11\text{kHz}$ 。

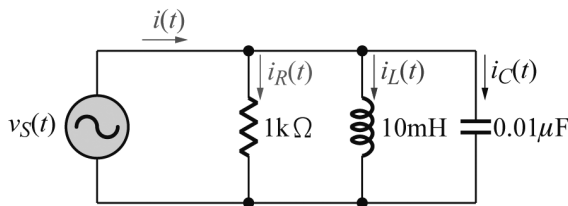


圖 9-3.13 RLC 並聯電路

2. 利用計算求  $\vec{G} = 1 \times 10^{-3} \angle 0^\circ$  (S)， $\vec{X}_L = 691.2 \angle 90^\circ$  ( $\Omega$ )，  
 $\vec{B}_L = 1.446 \times 10^{-3} \angle -90^\circ$  (S)； $\vec{X}_C = 1446.9 \angle -90^\circ$  ( $\Omega$ )，  
 $\vec{B}_C = 0.69 \times 10^{-3} \angle 90^\circ$  (S)， $\vec{Y} = 1.25 \times 10^{-3} \angle -36.9^\circ$  (S)，  
 $\vec{Z} = 800 \angle 36.9^\circ$  ( $\Omega$ )；  
 $\vec{I}_R = 4 \angle 0^\circ$  (mA)， $\vec{I}_L = 5.79 \angle -90^\circ$  (mA)； $\vec{I}_C = 2.76 \angle 90^\circ$  (mA)，  
 $\vec{I} = 5 \angle -37^\circ$  (mA)， $P = 16$  (mW)； $Q_L = 23.17$  (mVAR)，  
 $Q_C = 11.02$  (mVAR)， $Q = 12.15$  (mVAR)； $S = 20$  (mVA)，  
 PF = 0.8 落後。

3. 如圖 9-3.14 所示，使用示波器測  $\vec{V}_S = 4 \angle 0^\circ$  (V)； $\vec{I} = 4.9 \angle -36^\circ$  (mA)，  
 $\vec{I}_R = 4 \angle 0^\circ$  (mA)， $\vec{I}_L = 5.6 \angle -85^\circ$  (mA)； $\vec{I}_C = 2.8 \angle 90^\circ$  (mA)，  
 並將示波器測得之波形繪於圖 9-3.15，並利用歐姆定律求：

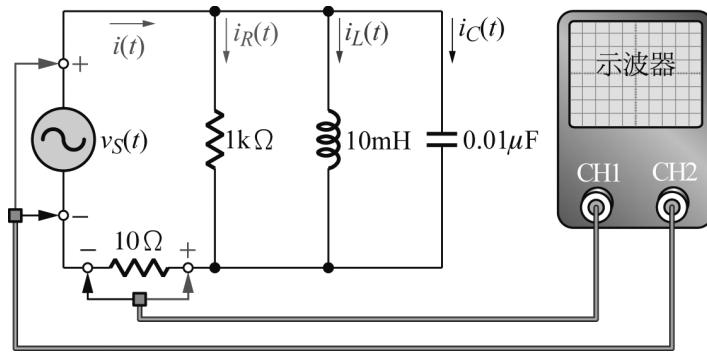
$$\vec{Y} = \frac{\vec{I}}{\vec{V}_S} = 1.225 \times 10^{-3} \angle 36^\circ \text{ (S)},$$

$$\vec{B}_L = \frac{\vec{I}_L}{\vec{V}_L} = 1.4 \times 10^{-3} \angle -85^\circ \text{ (S)},$$

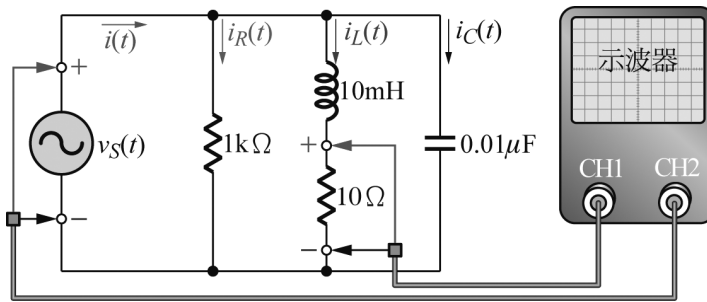
$$\vec{B}_C = \frac{\vec{I}_C}{\vec{V}_C} = 7 \times 10^{-4} \angle 90^\circ \text{ (S)}.$$

4. 比較步驟 2、3 之值是否相同？ 否，  
 為什麼？ 電感器內阻和觀測電阻所造成。

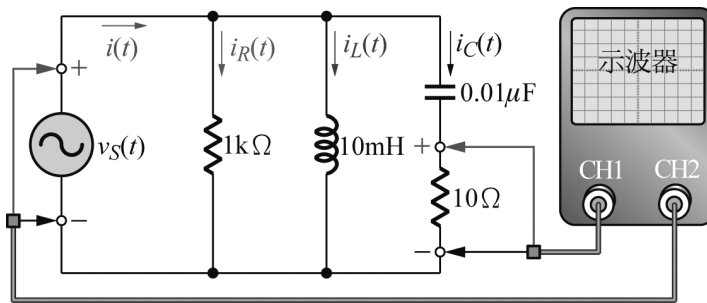
5. 利用步驟 3 所得的數據，繪製  $\vec{V}_S$ 、 $\vec{I}_R$ 、 $\vec{I}_L$ 、 $\vec{I}_C$  及  $\vec{I}$  之相量圖於 9-3.16，並求出  $\vec{I}$  落後 (超前或落後)  $\vec{V}_S$  36 度，是否與步驟 2 相同？ 否，  
 為什麼？ 電感器內阻和觀測電阻所造成。



(a) 測量  $\vec{V}_s$  及  $\vec{I}$



(b) 測量  $\vec{V}_s$  及  $\vec{I}_L$



(c) 測量  $\vec{V}_s$  和  $\vec{I}_C$

圖 9-3.14 測量交流 RLC 並聯電路



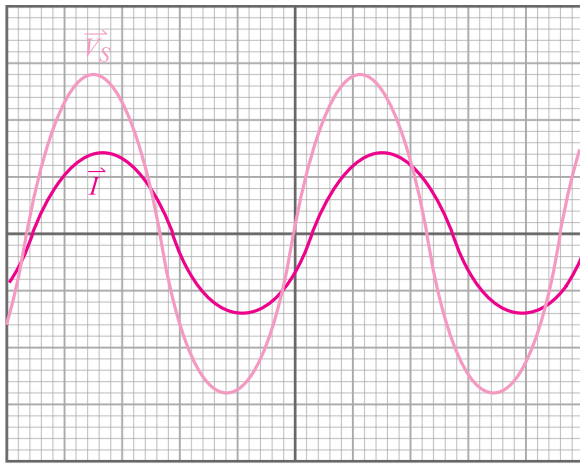
學習心得

-----

-----

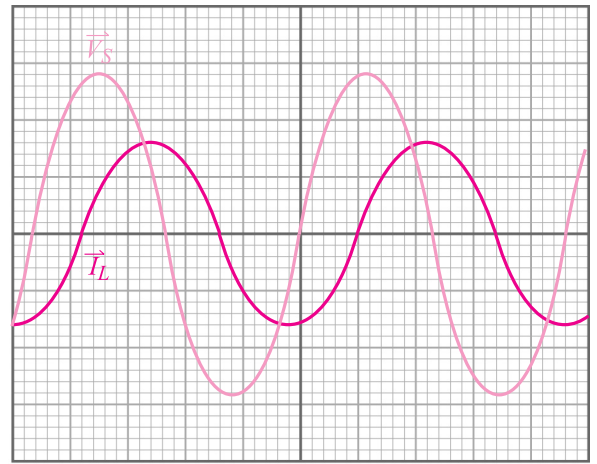
-----

-----



水平感度：20 $\mu$ s/DIV

垂直感度：CH1 50mV/DIV



水平感度：20 $\mu$ s/DIV

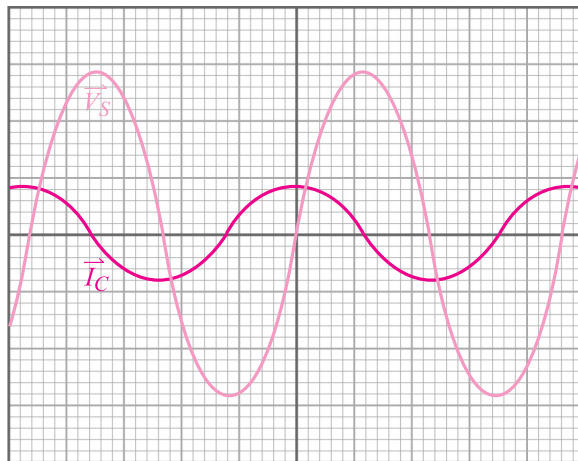
垂直感度：CH1 50mV/DIV

CH2 2V/DIV

CH2 2V/DIV

(a)  $\vec{V}_s$  和  $\vec{I}$

(b)  $\vec{V}_s$  和  $\vec{I}_L$



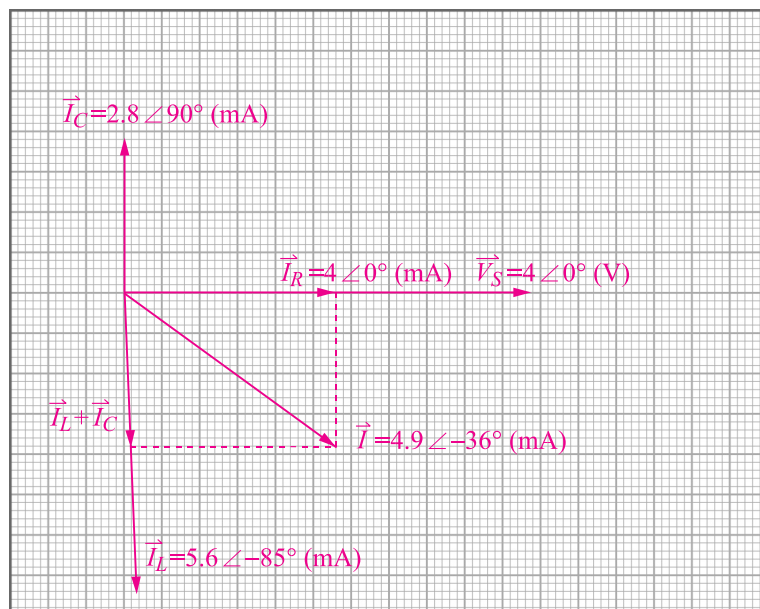
水平感度：20 $\mu$ s/DIV

垂直感度：CH1 50mV/DIV

CH2 2V/DIV

(c)  $\vec{V}_s$  和  $\vec{I}_C$

⬆ 圖 9-3.15 測量結果



⬆ 圖 9-3.16 交流 RLC 並聯電路相量圖

實習四 串聯諧振電路實驗			評 分
班 級	座 號	姓 名	

### 工作項目一 使用數位多功能電表測量諧振頻率

1. 如圖 9-4.5 所示，計算其諧振頻率

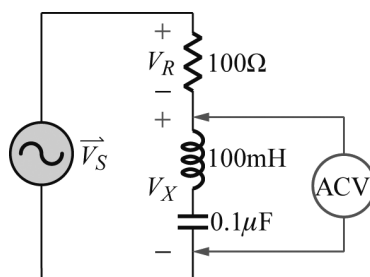
$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \underline{1591.5} \text{ Hz}。$$

2. 電源  $\vec{V}_S$  使用信號產生器或 AF 振盪器，將輸出電壓調為 2 伏特之正弦波。

3. 使用數位多功能電表 ACV 2V 檔測量  $V_x$ ，如圖 9-4.5 所示。

4. 電源頻率由 1.2kHz 逐漸增加， $V_x$  將逐漸減小，頻率繼續加大， $V_x$  會轉為逐漸增大，回頭找到  $V_x$  最小時之電源頻率即為諧振頻率  $f_o$ 。（測量值）= 1575 Hz。

5. 比較步驟 1 及步驟 4 是否相同？否；誤差百分比  $\varepsilon\%$  = -1.03%。（誤差不可超過  $\pm 10\%$ ）



↑ 圖 9-4.5

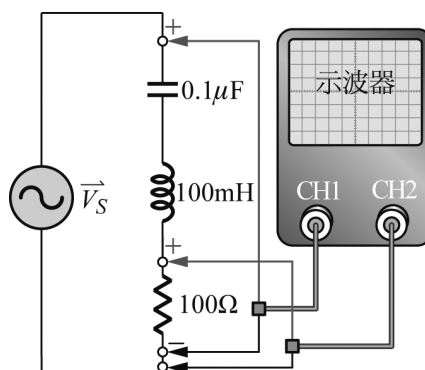
### 工作項目二 使用示波器做 RLC 串聯諧振實驗

1. 連接電路如圖 9-4.6 所示，CH1 監測電源波形，CH2 監測  $\vec{V}_R$ （除以 100 即為  $I$ ）波形。

2. 電源  $\vec{V}_S$  使用信號產生器或 AF 振盪器，將輸出電壓調為 2 伏特之正弦波。

3. 頻率由小逐漸調大，觀察示波器之波形，當電源電壓與電流同相時，此時電源頻率即為諧振頻率  $f_o = \underline{1580}$  Hz。

4. 依表 9-4.1 所示，電源  $\vec{V}_S$  電壓保持 2 伏特不變，頻率由小而大逐一測量  $\vec{V}_R$ ，並記錄於表 9-4.1 中。

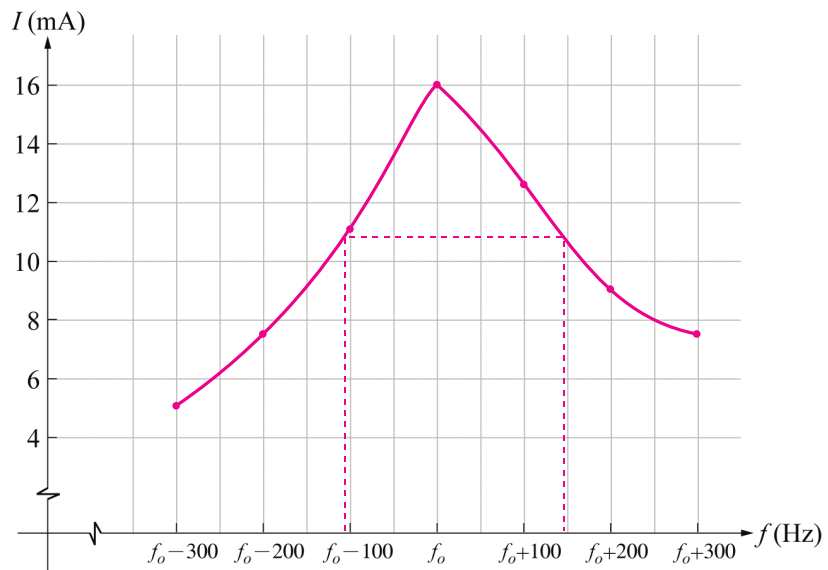


↑ 圖 9-4.6

▼ 表 9-4.1

頻率 (Hz)	$f_o - 300$	$f_o - 200$	$f_o - 100$	$f_o$	$f_o + 100$	$f_o + 200$	$f_o + 300$
$V_R$ (測量)	0.52V	0.75V	1.12V	1.60V	1.25V	0.92V	0.75V
$I$ (計算)	5.2mA	7.5mA	11.2mA	16mA	12.5mA	9.2mA	7.5mA

5. 將表 9-4.1 之電流  $I$  逐一計算出來並填入，再將所得之數據繪於圖 9-4.7 中。



↑ 圖 9-4.7

6. 由圖 9-4.7 找出半功率點，再找出  $f_1 =$  1460 Hz，及  $f_2 =$  1715 Hz，  
 頻率寬度  $BW =$  255 Hz。

7. 由圖 9-4.6 計算出  $Q =$  10， $BW = \frac{f_o}{Q} =$  159 Hz；

$$f_1 = f_o - \frac{BW}{2} = \underline{1512} \text{ Hz}, f_2 = f_o + \frac{BW}{2} = \underline{1671} \text{ Hz}。$$

8. 比較步驟 6 及步驟 7 是否相同？ 否；因電感器之內阻使品質因數  $Q$  比理論值為低。



學習心得

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----



<b>實習五</b>		<b>並聯諧振電路實驗</b>		評 分	
班 級		座 號		姓 名	

**工作項目一** 使用數位多功能電表測量 RLC 並聯諧振頻率

1. 如圖 9-5.5 所示，計算其諧振頻率

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \underline{15916} \text{ Hz}。$$

2. 電源  $\vec{V}_s$  使用信號產生器或 AF 振盪器，將輸出電壓調為 2 伏特之正弦波。

3. 使用數位多功能電表 ACV 2V 檔，測量  $10\Omega$  電阻兩端之電壓，如圖 9-5.6 所示。

4. 電源  $\vec{V}_s$  頻率由 10kHz 逐漸增加，數位多功能電表指示值將逐漸減小，頻率繼續加大，數位多功能電表指示值轉為增大，此時回頭找數位多功能電表指示最小時的電源頻率，即為諧振頻率  $f_o$ 。（測量值） = 16000 Hz。

5. 比較步驟 1 及步驟 4 是否相同？ 否；誤差百分比  $\varepsilon\%$  = 0.53%。

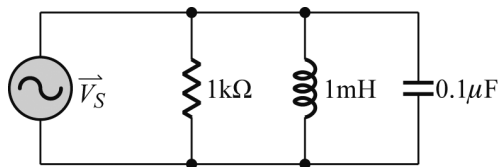


圖 9-5.5 電路圖

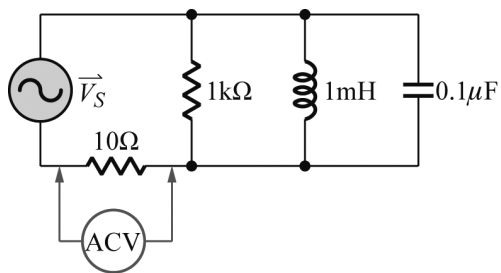


圖 9-5.6 電路圖

**工作項目二** 使用示波器做 RLC 並聯諧振實驗

1. 連接電路如圖 9-5.7 所示，CH2 監測電源波形，CH1 監測流過  $10\Omega$  電阻之電流波形。

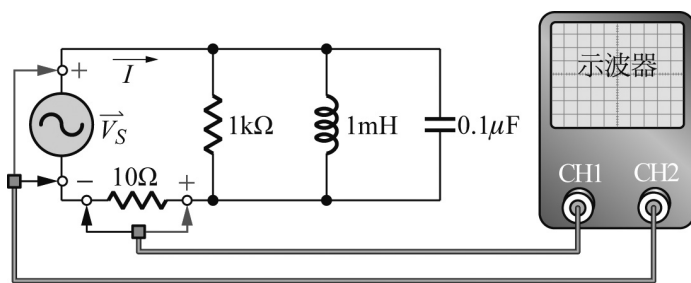


圖 9-5.7

2. 電源  $\vec{V}_s$  使用信號產生器或 AF 振盪器，將輸出電壓調為 5 伏特之正弦波。

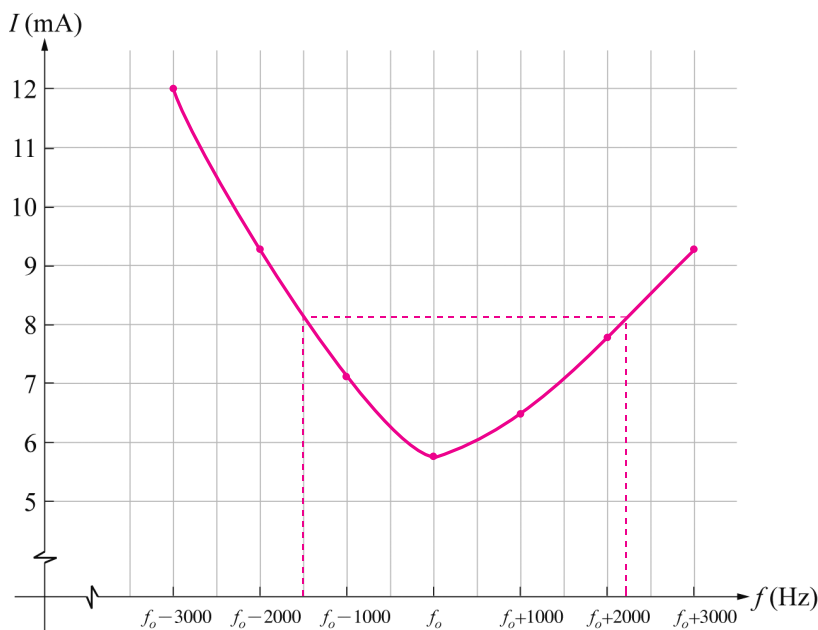
3. 頻率由 10kHz 逐漸調大，觀察示波器之波形，當 CH1 及 CH2 同相時，此時之電源頻率即為諧振頻率  $f_o = \underline{15.6k}$  Hz。

4. 依表 9-5.1 所示，電源電壓保持 5 伏特不變，頻率由小而大逐一測量總電流（流過  $10\Omega$  電阻之電流），並登入表 9-5.1。

▼ 表 9-5.1

頻率 (Hz)	$f_o - 3000$	$f_o - 2000$	$f_o - 1000$	$f_o$	$f_o + 1000$	$f_o + 2000$	$f_o + 3000$
總電流 (I)	12mA	9.3mA	7.1mA	5.8mA	6.4mA	7.8mA	9.3mA

5. 將表 9-5.1 之數據繪於圖 9-5.8 中。



⬆ 圖 9-5.8

6. 先找出  $I_{\min}$ ，再找出  $\sqrt{2}I_{\min}$ ，繼續找出  $f_1 =$  14.1k Hz， $f_2 =$  17.8k Hz，  
頻帶寬度  $BW =$  3.7k Hz。

7. 由圖 9-5.5 計算出  $Q =$  10，

$$BW = \frac{f_o}{Q} = \underline{1.59k} \text{ Hz}，$$

$$f_1 = f_o - \frac{BW}{2} = \underline{15.105k} \text{ Hz}，$$

$$f_2 = f_o + \frac{BW}{2} = \underline{16.695k} \text{ Hz}。$$

8. 比較步驟 6 及步驟 7 是否相同？ 否。

為什麼？ 電感器內阻的影響。

工作項目三 考慮電感的內阻之諧振實驗

1. 如圖 9-5.9 所示，計算其諧振頻率：

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \cdot \sqrt{1 - R_L^2 \frac{C}{L}} = \underline{15.594k} \text{ Hz}。$$

2.  $X_{LS} = 2\pi f_o L = \underline{98} \Omega$ ；

$R_{LS} = \underline{20} \Omega$  (使用歐姆表測量)。

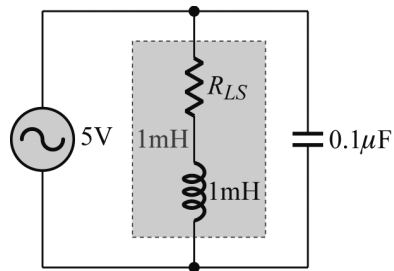


圖 9-5.9 電路圖

3. 利用公式將電感器化簡為並聯電路如圖

9-5.10 所示。

$$R_{LP} = \frac{R_{LS}^2 + X_{LS}^2}{R_{LS}} = \underline{500} \Omega；$$

$$X_{LP} = \frac{R_{LS}^2 + X_{LS}^2}{X_{LS}} = \underline{102.1} \Omega。$$

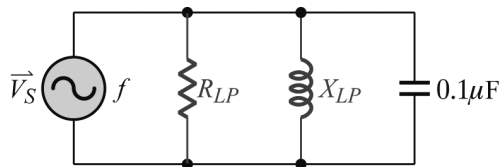


圖 9-5.10 等效電路

4. 求其  $Q$  值：

$$Q = \frac{R_{LP}}{X_{LP}} = \underline{4.9}。$$

5. 求  $BW$ 、 $f_1$ 、 $f_2$ ：

$$BW = \frac{f_o}{Q} = \underline{3182} \text{ Hz}； f_1 = f_o - \frac{BW}{2} = \underline{14.003k} \text{ Hz}；$$

$$f_2 = f_o + \frac{BW}{2} = \underline{17.185k} \text{ Hz}。$$

6. 連接電路如圖 9-5.11 所示，電源電壓調為 5 伏特正弦波。

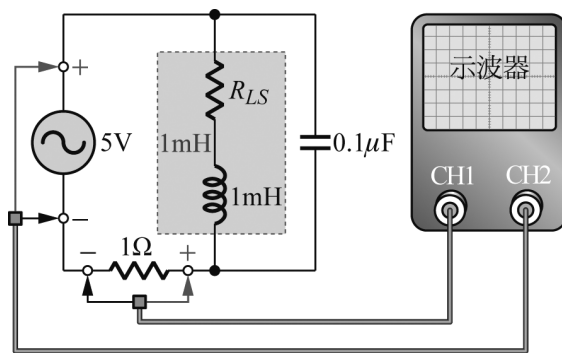


圖 9-5.11

7. 電源頻率由 1kHz 逐漸調大，觀察示波器之波形，當 CH 1 及 CH 2 同相時，此時之電源頻率即為諧振頻率  $f_o = \underline{15.6k} \text{ Hz}$ 。

8. 依表 9-5.2 所示，電源電壓保持 5 伏特不變，頻率由小而大逐一測量總電流（流過 1Ω 電阻之電流），並登入表 9-5.2 中。

表 9-5.2

頻率 (Hz)	$f_o - 3000$	$f_o - 2000$	$f_o - 1000$	$f_o$	$f_o + 1000$	$f_o + 2000$	$f_o + 3000$
總電流 (I)	25.6mA	19.0mA	13.3mA	10mA	10.8mA	14.5mA	18.9mA

9. 將表 9-5.2 之數據繪於圖 9-5.12 中。

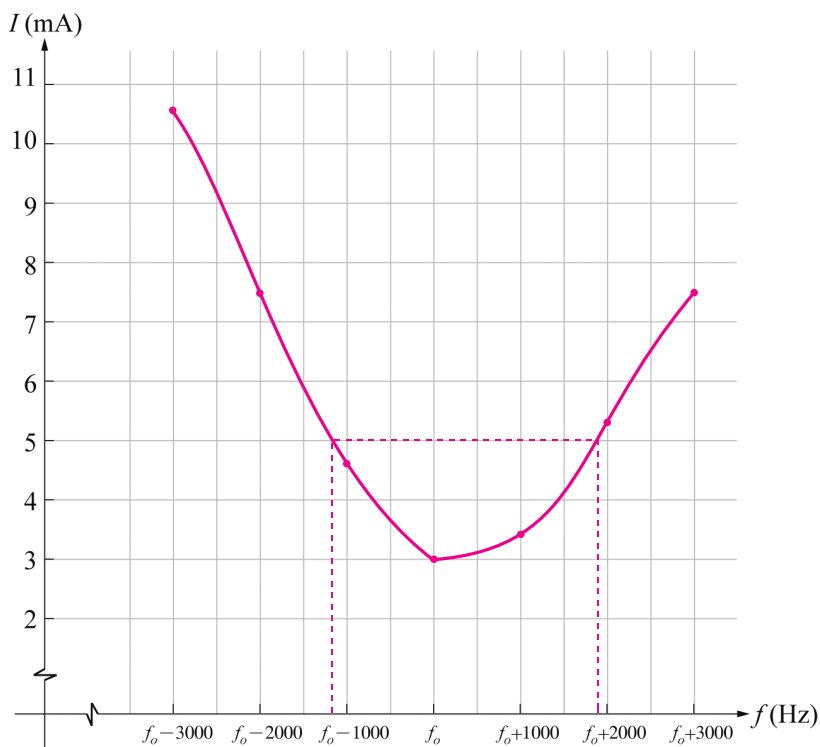


圖 9-5.12

10. 先找出  $I_{\min}$ ，再找出  $\sqrt{2} I_{\min}$ ，繼續找出  $f_1 =$  14344 Hz， $f_2 =$  17444 Hz，  
 頻帶寬度 BW = 3100 Hz。
11. 比較步驟 1.~5 與步驟 7.10 是否相同？ 否。  
 誤差是否比工作項目二有改善？ 是。



學習心得

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

## 問題討論

## 實習一 交流電壓與電流的實驗

1. 為何純電感電路電流不是落後電壓  $90^\circ$  ?

解：因為電感器不是純電感，電感器內部含有約  $1 \sim 100\Omega$  的電阻。

2. 使用示波器時，為什麼 CH1 及 CH2 的負極須接在同一點？

解：因示波器兩個 CH 的負極是短接在一起。

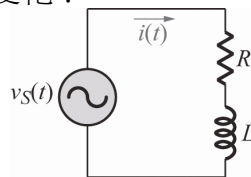
3. 為觀測電流串聯  $1\Omega$  的電阻，串聯電阻是愈大愈好？還是愈小愈好？

解：理論上是愈小愈好，實務上串聯觀測電阻若太小，則電阻兩端電壓太小，示波器解析度不足將無法讀取。

## 實習二 交流RLC串聯電路實驗

1. 如圖(1)所示，電源頻率由小而大，電流與電壓之夾角  $\theta$  如何變化？

解： $\theta$  由小而大。

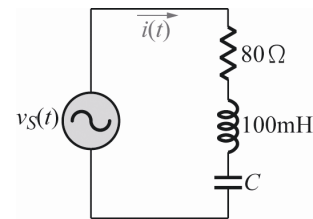


圖(1)

2. 如圖(2)所示，若  $v_S(t) = 10 \sin(1000t)\text{V}$ ， $i(t) = 100 \cos(1000t - 53.1^\circ)\text{mA}$ ，求：

(1)  $C = ?$     (2)  $\vec{V}_R = ?$     (3)  $\vec{V}_L = ?$     (4)  $\vec{V}_C = ?$

(5) 繪出  $\vec{V}_R$ 、 $\vec{V}_L$ 、 $\vec{V}_C$ 、 $\vec{V}_S$  及  $\vec{I}$  之相量圖。



圖(2)

$$\text{解：(1) } \vec{Z} = \frac{\vec{V}_S}{\vec{I}} = \frac{5\sqrt{2} \angle 0^\circ}{50\sqrt{2} \times 10^{-3} \angle 36.9^\circ} = 100 \angle -36.9^\circ \Omega = 80 - j60$$

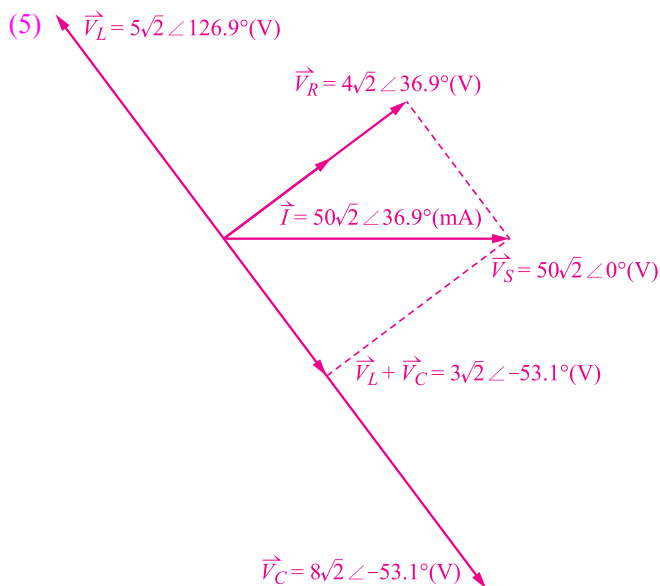
$$X_L = \omega L = 1000 \times 100 \times 10^{-3} = 100 \Omega ;$$

$$X_C = 100 + 60 = 160 \Omega \Rightarrow C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{10^3 \times 160} = 6.2 \mu\text{F}$$

$$(2) \vec{V}_R = \vec{I} \times R \angle 0^\circ = 50\sqrt{2} \times 10^{-3} \angle 36.9^\circ \times 80 \angle 0^\circ = 4\sqrt{2} \angle 36.9^\circ \text{ V}$$

$$(3) \vec{V}_L = \vec{I} \times X_L \angle 90^\circ = 50\sqrt{2} \times 10^{-3} \angle 36.9^\circ \times 100 \angle 90^\circ = 5\sqrt{2} \angle 126.9^\circ \text{ V}$$

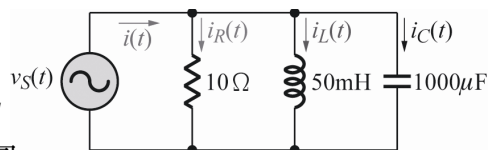
$$(4) \vec{V}_C = \vec{I} \times X_C \angle -90^\circ = 50\sqrt{2} \times 10^{-3} \angle 36.9^\circ \times 160 \angle -90^\circ = 8\sqrt{2} \angle -53.1^\circ \text{ V}$$



### ▶ 實習三 交流RLC並聯電路實驗

1. 如圖(1)所示， $v_s(t) = \sin(100t)\text{V}$ ，試求：

- (1)  $\vec{Z}$  (2)  $\vec{Y}$  (3)  $\vec{I}_R$  (4)  $\vec{I}_L$  (5)  $\vec{I}_C$  (6)  $\vec{I}$  (7)  $S$   
 (8)  $P$  (9)  $Q$  (10)  $\vec{I}_R$ 、 $\vec{I}_L$ 、 $\vec{I}_C$ 、 $\vec{I}$ 及 $\vec{V}_S$ 之相量圖。



↑ 圖(1)

解：  $X_L = \omega L = 100 \times 50 \times 10^{-3} = 5 (\Omega)$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{10^2 \times 1000 \times 10^{-6}} = 10 (\Omega)$$

$$(3) \vec{I}_R = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ}{10 \angle 0^\circ} = 0.05\sqrt{2} \angle 0^\circ (\text{A}) = 50\sqrt{2} \angle 0^\circ \text{ m(A)} \circ$$

$$(4) \vec{I}_L = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ}{5 \angle 90^\circ} = 0.1\sqrt{2} \angle -90^\circ (\text{A}) = 100\sqrt{2} \angle -90^\circ \text{ m(A)} \circ$$

$$(5) \vec{I}_C = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ}{10 \angle -90^\circ} = 0.05\sqrt{2} \angle 90^\circ (\text{A}) = 50\sqrt{2} \angle 90^\circ \text{ m(A)} \circ$$

$$(6) \vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L + \vec{I}_C = 50\sqrt{2} - j100\sqrt{2} + j50\sqrt{2} = 50\sqrt{2} - j50\sqrt{2} = 100 \angle -45^\circ \text{ m(A)} \\ = 0.1 \angle -45^\circ (\text{A}) \circ$$

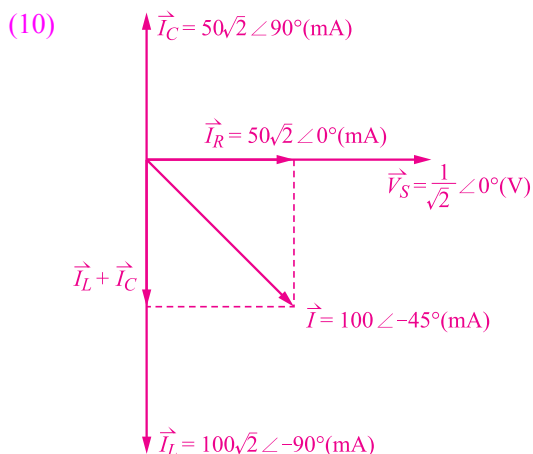
$$(1) \vec{Z} = \frac{\vec{V}_S}{\vec{I}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ}{0.1 \angle -45^\circ} = 5\sqrt{2} \angle 45^\circ (\Omega) \circ$$

$$(2) \vec{Y} = \frac{1}{\vec{Z}} = \frac{1}{5\sqrt{2} \angle 45^\circ} = 0.1\sqrt{2} \angle -45^\circ (\text{S}) \circ$$

$$(7) S = VI = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 0.1 = 0.05\sqrt{2} (\text{VA}) \circ$$

$$(8) P = I_R^2 \cdot R = (0.05\sqrt{2})^2 \times 10 = 0.05 (\text{W}) \circ$$

$$(9) Q = S \sin \theta = 0.05\sqrt{2} \times \sin 45^\circ = 0.05 (\text{VAR}) \circ$$



2. 使用示波器測量電流時，為何需要串聯 $10\Omega$ 的電阻？串聯電阻如何選擇？

解：(1)示波器無法直接測量電流，串聯 $10\Omega$ 採樣電阻，目的取得待測電流之大小及相位。

(2)串聯採樣電阻愈小，誤差愈小；但要使採樣電阻兩端之電壓大於示波器的最小垂直感度。

### 實習四 串聯諧振電路實驗

1. 工作項目一之實習步驟 4.，當諧振時  $V_x$  應該等於零，為何實驗時不能顯示零？

解：因為電感器有內阻。

2. 交流  $RLC$  串聯電路中，欲提高  $Q$  值，應如何為之？

解： $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ ，降低電阻值  $R$ ，或提高電感值  $L$  降低電容值  $C$ 。

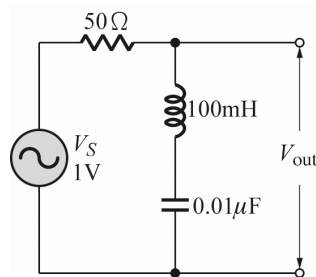
3. 如圖(1)所示，電感器之直流電阻為  $10\Omega$ ，當電路諧振時，求下列各值：

(1)不考慮電感器之直流電阻，其  $V_{out} = ?$   $Q = ?$   $BW = ?$

$$f_1 = ? \quad f_2 = ?$$

(2)若考慮其電感器之直流電阻，其  $V_{out} = ?$   $Q = ?$   $BW = ?$

$$f_1 = ? \quad f_2 = ?$$



圖(1)

解：(1)  $V_{out} = 0V$ ， $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{50} \sqrt{\frac{100 \times 10^{-3}}{0.01 \times 10^{-6}}} = 63.2$ ；

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{100 \times 10^{-3} \times 0.01 \times 10^{-6}}} = 5033 \text{ (Hz)}；$$

$$BW = \frac{f_o}{Q} = \frac{5033}{63.2} = 79.6 \text{ (Hz)}；$$

$$f_1 = f_o - \frac{BW}{2} = 5033 - \frac{79.6}{2} = 4993.2 \text{ (Hz)}；$$

$$f_2 = f_o + \frac{BW}{2} = 5033 + \frac{79.6}{2} = 5072.8 \text{ (Hz)}。$$

$$(2) V_{\text{out}} = 0.286\text{V}, Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{70} \sqrt{\frac{100 \times 10^{-3}}{0.01 \times 10^{-6}}} = 45.2;$$

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{100 \times 10^{-3} \times 0.01 \times 10^{-6}}} = 5033 \text{ (Hz)}; \text{ BW} = \frac{f_o}{Q} = \frac{5033}{45.2} = 111.4 \text{ (Hz)};$$

$$f_1 = f_o - \frac{\text{BW}}{2} = 5033 - \frac{111.4}{2} = 4977.3 \text{ (Hz)}; f_2 = f_o + \frac{\text{BW}}{2} = 5033 + \frac{111.4}{2} = 5088.7 \text{ (Hz)}。$$

4. 工作項目一使用數位多功能電表之 ACV 檔可以觀察  $RLC$  串聯諧振之現象，可否觀察  $V_R$  之變化？如何觀察？

解：可以； $V_R$  最大時即為諧振。

### 實習五 並聯諧振電路實驗

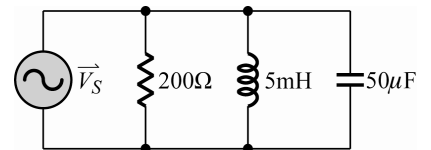
1. 交流  $RLC$  並聯電路，當電源頻率由 0 逐漸增加至無窮大時，電路阻抗會隨頻率如何變化？電流會隨頻率如何變化？

解：(1) 頻率逐漸增加，阻抗先增後減；(2) 頻率逐漸增加，電流先減後增。

2. 如圖(1)所示，其：

(1) 諧振頻率  $f_o = ?$  (2) 品質因數  $Q = ?$

(3) 頻帶寬度  $\text{BW} = ?$  (4)  $f_1 = ?$   $f_2 = ?$



圖(1)

解：(1)  $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{5 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-6}}} = 318 \text{ (Hz)}。$

(2)  $Q = R\sqrt{\frac{C}{L}} = 200\sqrt{\frac{50 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-3}}} = 20。$  (3)  $\text{BW} = \frac{f_o}{Q} = \frac{318}{20} = 15.9 \text{ (Hz)}。$

(4)  $f_1 = f_o - \frac{\text{BW}}{2} = 318 - \frac{15.9}{2} = 310.05 \text{ (Hz)};$

$f_2 = f_o + \frac{\text{BW}}{2} = 318 + \frac{15.9}{2} = 325.95 \text{ (Hz)}。$

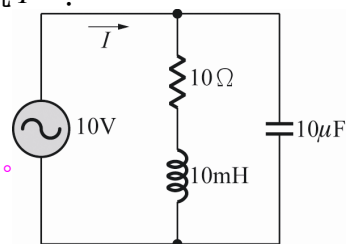
3. 如圖(2)所示，欲使  $\text{PF} = 1$ ，則：(1) 電源頻率  $f = ?$  (2) 電流  $I = ?$

解：(1)  $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{1 - R_{LS}^2 \frac{C}{L}}$   
 $= \frac{1}{2\pi\sqrt{10 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-6}}} \sqrt{1 - 10^2 \frac{10 \times 10^{-6}}{10 \times 10^{-3}}} = 477.5 \text{ (Hz)}。$

(2)  $X_{LS} = 2\pi \times 477.5 \times 10 \times 10^{-3} = 30(\Omega)；$

$R_{LP} = \frac{R_{LS}^2 + X_{LS}^2}{R_{LS}} = \frac{10^2 + 30^2}{10} = 100(\Omega)；$

$I_o = \frac{V}{R_{LP}} = \frac{10}{100} = 0.1 \text{ (A)}。$



圖(2)



# 第十章 電功率及電能量實驗

實習一		電功率及功率因數實驗		評	分
班	級	座	號	姓	名

## 工作項目一 直流電功率的量度

1. 如圖 10-1.16 所示， $R_L = 10\ \Omega$ ，測量  $V$  及  $I$  並填入表 10-1.2。
2. 將  $R_L$  更換為  $100\ \Omega$ 、 $1\text{k}\Omega$ 、 $10\text{k}\Omega$ 、 $100\text{k}\Omega$ ，重複步驟 1。  
註： $R_V = 100\text{k}\Omega$   $R_A = 1\ \Omega$
3. 將  $P_M$ 、 $P_{R_L}$  及誤差 ( $\varepsilon\% = \frac{P_M - P_{R_L}}{P_{R_L}} \times 100\%$ ) 算出。

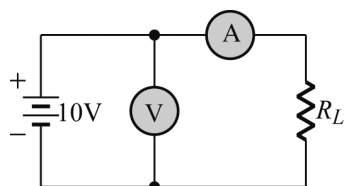


圖 10-1.16

表 10-1.2

$R_L$	$V$	$I$	$P_M = VI$	$P_{R_L} = I^2 R_L$	誤差 ( $\varepsilon\%$ )
$10\ \Omega$	10V	909mA	9.09W	8.26W	10.05%
$100\ \Omega$	10V	99mA	0.99W	0.98W	1.02%
$1\text{k}\Omega$	10V	9.99mA	99.9mW	99.8mW	0.10%
$10\text{k}\Omega$	10V	1mA	10mW	10mW	0%
$100\text{k}\Omega$	10V	0.1mA	1mW	1mW	0%

4. 如圖 10-1.17 所示， $R_L = 10\ \Omega$ ，測量  $V$  及  $I$  並填入表 10-1.3。
5. 將  $R_L$  更換為  $100\ \Omega$ 、 $1\text{k}\Omega$ 、 $10\text{k}\Omega$ 、 $100\text{k}\Omega$ ，重複步驟 4。
6. 將  $P_M$ 、 $P_{R_L}$  及誤差 ( $\varepsilon\% = \frac{P_M - P_{R_L}}{P_{R_L}} \times 100\%$ ) 算出。
7. 比較表 10-1.2 及表 10-1.3：

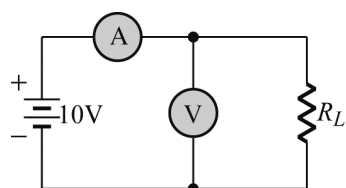


圖 10-1.17

圖 10-1.16 連接方式中，高 電阻負載誤差較小；  
圖 10-1.17 連接方式中，低 電阻負載誤差較小。

▼表 10-1.3 註： $R_V = 100\text{k}\Omega$   $R_A = 1\Omega$

$R_L$	$V$	$I$	$P_M = VI$	$P_{R_L} = \frac{V^2}{R_L}$	誤差 ( $\varepsilon\%$ )
10 $\Omega$	9.09V	909mA	8.26W	8.26W	0%
100 $\Omega$	9.90V	99.1mA	0.981W	0.980W	0.1%
1k $\Omega$	9.99V	100.9mA	100.8mW	99.8mW	1.0%
10k $\Omega$	10V	1.1mA	11mW	10mW	10%
100k $\Omega$	10V	0.2mA	2mW	1mW	100%

工作項目二 三電壓表量度單相電功率及功率因數

1. 如圖 10-1.18 所示，使用 100W 電扇當負載。
2. 使用 100 $\Omega$ /2W 電阻當  $R$ 。
3. 使用三用電表歐姆檔，檢查無熔線斷路器 (NFB) 之負載側是否短接？確定沒有短接才能送電。
4. 讀取三個電壓表，填入表 10-1.4 中。
5. 利用下列二個公式，計算出  $P$  及  $\cos\theta$ 。

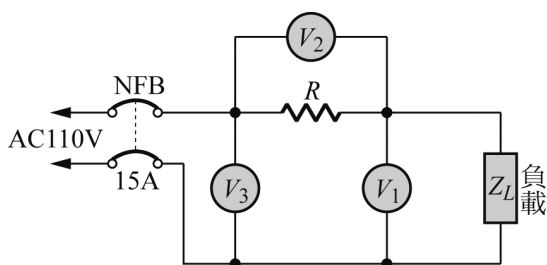


圖 10-1.18

$$P = \frac{1}{2R} (V_3^2 - V_1^2 - V_2^2)$$

$$\cos\theta = \frac{V_3^2 - V_1^2 - V_2^2}{2 V_1 V_2}$$

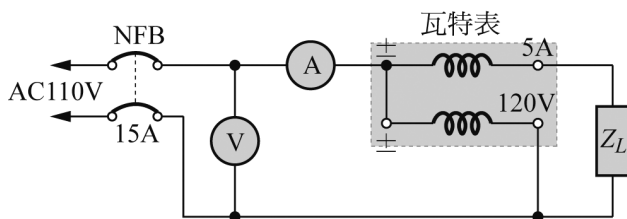
6. 將負載改為 100W 白熾燈泡，重複步驟 4、5。
7. 計算電功率  $P$  的誤差百分比（標示規格為真值），並填入表 10-1.4 中。

▼表 10-1.4

負載	標示規格	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$P$	功率 $P$ 的 誤差百分比	$\cos\theta$
電扇	100W	56V	70V	110V	20.32W	-79.68%	0.518
白熾燈炮	100W	60V	50V	110V	30W	-70%	1

**工作項目三** 使用單相瓦特表量度單相電功率及功率因數

1. 如圖 10-1.19 所示，負載分別使用電扇、100W 白熾燈泡及  $\frac{1}{2}$  hp 單相 110V 馬達。（前二者瓦特表電流線圈使用 1A，後者使用 5A。）
2. 完成接線後，檢查電路，確定沒有短路才能送電。
3. 記錄其電壓表、電流表及瓦特表之指示值並填入表 10-1.5。



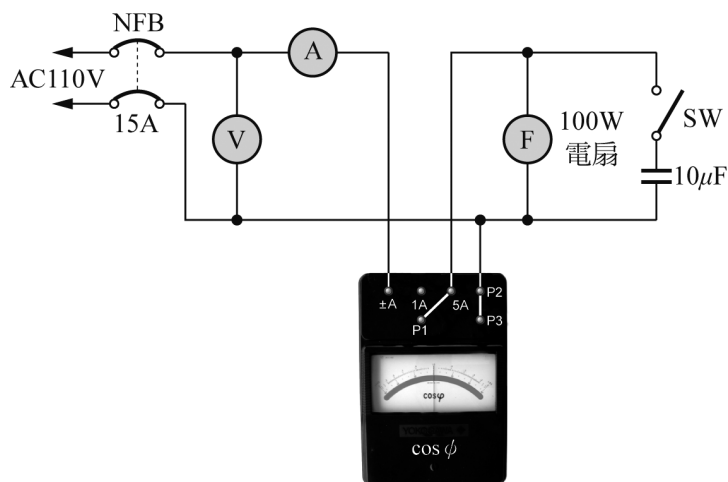
↑ 圖 10-1.19

▼ 表 10-1.5

負載名稱	$V$	$I$	$P$	$S = VI$	$PF = \frac{P}{S}$
電 扇	110V	1.4A	99W	154VA	64.3%
白熾燈泡	110V	0.91A	100W	100VA	100%
$\frac{1}{2}$ hp 馬達	110V	5.8A	450W	638VA	70.5%

**工作項目四** 量度功率因數與功率因數的改善

1. 如圖 10-1.20 所示，將 SW 置於打開的位置。
2. 檢查電路，確定沒有短接才能送電。



↑ 圖 10-1.20

3. 讀取  $V = \underline{110V}$  ,  $I = \underline{1.40A}$  ,  $PF = \underline{0.65}$  。
4. 將 SW 閉合，再測量  $V = \underline{110V}$  ,  $I = \underline{1.12A}$  ,  $PF = \underline{0.81}$  。
5. 比較步驟 3、4 發現， $V$  和  $P$  保持定值，功率因數 PF 愈大，線路電流  $I$  愈 小 。



### 學習心得

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

<b>實習二</b>		<b>電能量的量度實驗</b>		評 分	
班 級		座 號		姓 名	

**工作項目一** 瓦時表之負載特性實驗

1. 電路如圖 10-2.6 所示。

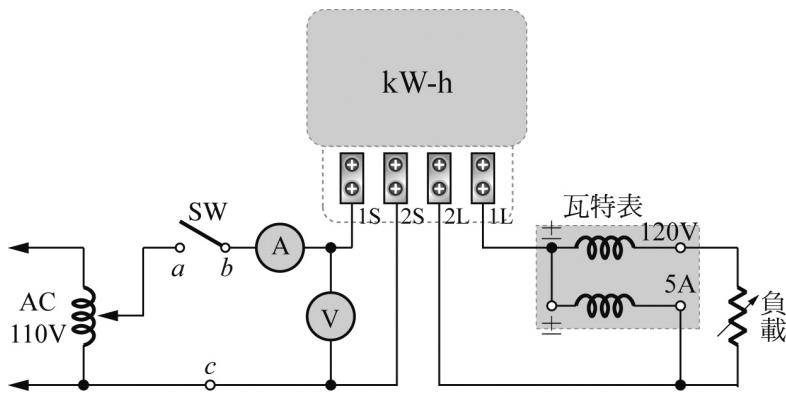


圖 10-2.6 瓦時表負載特性實驗

2. 使用三用電表  $R \times 1$  檔，測量  $b$ 、 $c$  二點，確定無短路。
3. 將自耦變壓器調至電壓表指示 100 伏特，並將開關 SW 閉合。
4. 調整負載電阻，使負載電流為 1A，以馬表測量圓盤旋轉 5 圈所需之時間  $T$ ，並讀取瓦時表之指示值，記錄於表 10-2.1 中。
5. 調整負載電阻使負載電流為 2A、3A、4A，並重複步驟 4。
6. 計算誤差 ( $\varepsilon\%$ ) 並記錄於表 10-2.1 中。

表 10-2.1 負載特性

電壓 ( $V$ )	電流 ( $I$ )	迴轉數 ( $N$ 轉)	時 間		功率 ( $P$ )	誤差 $\varepsilon\%$	備 註
			$T$	$t$			
100V	1A	5	365s	360s	100W	1.38%	$T$ ：馬表測量時間 $t$ ：由 $P$ 、 $K$ 、 $N$ 計算得 $t = \frac{3.6 \times 10^6 \times N}{P \times K}$ $\varepsilon\% = \frac{T - t}{t} \times 100\%$
100V	2A	5	182s	180s	200W	1.1%	
100V	3A	5	121s	120s	300W	0.8%	
100V	4A	5	90s	90s	400W	0%	

**工作項目二**

1. 電路圖如圖 10-2.6 所示。
2. 調整自耦變壓器，使電壓表指示為 80V，再調整負載使電流表指示為 3A，以馬表測量圓盤轉 5 圈所需之時間  $T$ ，並讀取瓦時表之指示值，記錄於表 10-2.2 中。
3. 逐步調整自耦變壓器，重複步驟 2。
4. 計算誤差 ( $\varepsilon\%$ ) 並記錄於表 10-2.2 中。

▼表 10-2.2 瓦時表電壓特性

電壓 (V)	電流 (I)	迴轉數 (N轉)	時 間		功率 (P)	誤差 $\varepsilon\%$	備 註
			T	t			
80V	3A	5	153s	150s	240W	2%	T : 馬表測量時間 t : 由 P、K、N 計算得 $t = \frac{3.6 \times 10^6 \times N}{P \times K}$ $\varepsilon\% = \frac{T-t}{t} \times 100\%$
90V	3A	5	135s	133.3s	270W	1.3%	
100V	3A	5	121s	120s	300W	0.8%	
110V	3A	5	109s	109.1s	330W	-0.1%	
120V	3A	5	100s	100s	360W	0%	



學習心得

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

## 問題討論

## ► 實習一 電功率及功率因數實驗

1. 使用電壓表及電流量度直流電功率時，為防止誤差應如何處理？

解：若負載電阻遠大於電流表內阻時，負載應與電流表串聯後再與電壓表並聯。  
若負載電阻遠小於電壓表內阻時，負載應與電壓表並聯後再與電流表串聯。

2. 單相交流電功率量測的方法有幾種，試簡述之。

解：單相交流電功率測量的方法有三種：  
(1)三電壓表測量法；(2)三電流表測量法；(3)單相瓦特計。

3. 電動機起動時，起動電流約為額定之 6~8 倍，使用瓦特表測電動機負載應如何處理才能保護瓦特表？

解：送電前應先將電流線圈予以短路，待馬達起動後再將短路導線移除。

4. 瓦特表電流線圈應與負載串聯或並聯？電壓線圈應與負載串聯或並聯？

解：(1)串聯；(2)並聯。

5. 三相電功率測量方法有幾種？試簡述之。

解：(1)二單相瓦特計法；(2)三單相對特計法；(3)三相瓦特計法。

6. 功率因數的改善為何以百分之八十為原則，為何不將功率因數改善至 1？

解：(1)因台灣電力公司營業規則規定功率因數必須達 80%。  
(2)並聯電容器不可能是純電容，多少會消耗平均功率，因此改善功率因數至 1 並不經濟。

## ► 實習二 電能量的量度實驗

1. 阻尼磁鐵如何制動？為何需要制動？

解：阻尼磁鐵是一永久磁鐵，其功能是使圓盤感應另一磁場而產生與旋轉磁場方向相反的轉矩，以達到制動的目的。

2. 常用瓦時表有幾種？

解：依電源種類可分為：單相二線式、單相三線式、三相三線式和三相四線式等四種。  
依計量方式可分為：字輪型及指針型兩種。

3. 何謂瓦時表常數？其與待測電功率的關係？

解：瓦時表常數  $K$  表示瓦時表每仟瓦小時會轉  $K$  轉；
$$P = \frac{3.6 \times 10^6 \times N}{Kt}$$

4. 為何大型工業用戶之瓦時表都接於 PT 及 CT 上？

解：大型工業用戶之電源電壓皆高於 220V，電流亦達數百安培以上，遠大於瓦時表的規格，因須使用 PT 把電壓降低，使用 CT 將電流降低，測得度數再乘上 PT 及 CT 之倍數即為用電度數。

# 第十一章 照明及電熱器具檢修

實習一		檯燈與日光燈		評	分
班	級	座	號	姓	名

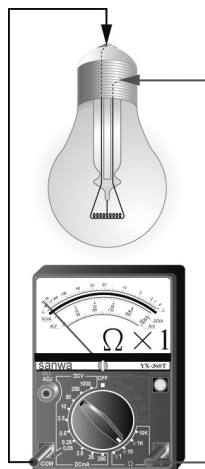
## 工作項目一 檯燈之檢修

### 1. 白熾燈泡的測試：

- (1) 以三用電表之  $R \times 1$  檔，測量白熾燈泡之靜態電阻，如圖 11-1.17 所示，並記錄測量值於表 11-1.1 中。

▼表 11-1.1

白熾燈泡	5W	60W	100W
測量值	200 $\Omega$	17 $\Omega$	9.5 $\Omega$



⬆圖 11-1.17 白熾燈泡的測試

- (2) 瓦特數愈高，內阻愈小？ 是 。

- (3) 靜態電阻測量值為何遠低於額定電阻值

$(R = \frac{V^2}{P})$  ? 白熾燈泡的工作溫度約在 2500 $^{\circ}\text{C}$ ，而靜態電阻是在常溫量測。

### 2. 認識無段調光器電路：

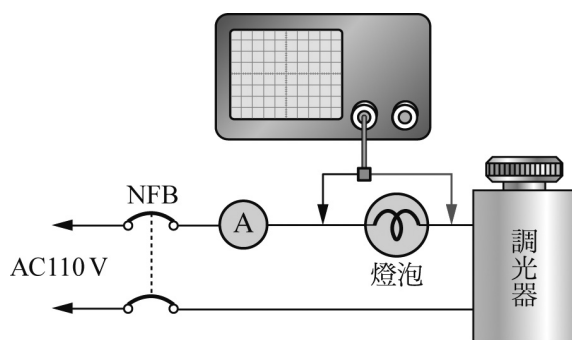
- (1) 如圖 11-1.18 所示，將調光器旋鈕置於 OFF 處（反時針轉到底），將電源插頭插上電源。

- (2) 調整調光器旋鈕，使示波器顯示之電壓由最低電壓至最高電壓，觀察燈泡亮度的變化，燈泡最亮時以三用電表 ACV 檔測量，燈泡兩端電壓為 110 V，微亮時以三用電表 ACV 檔測量燈泡兩端電壓為 40 V，為什麼？

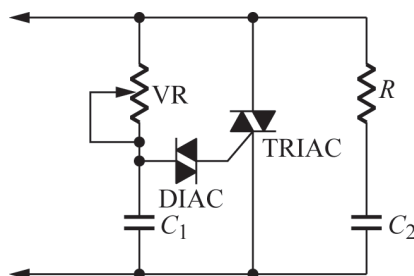
三用電表 ACV 檔只能測量有效值。

- (3) 使用示波器量測燈泡兩端之電壓波形，如圖 11-1.18(a)所示，調光器旋鈕由 OFF 順時針旋轉，觀察燈泡兩端之波形的變化。

- (4) 白熾燈泡之故障檢修請參考表 11-1.2。



(a)接線圖



(b)調光器電路圖

⬆圖 11-1.18 無段調光器電路

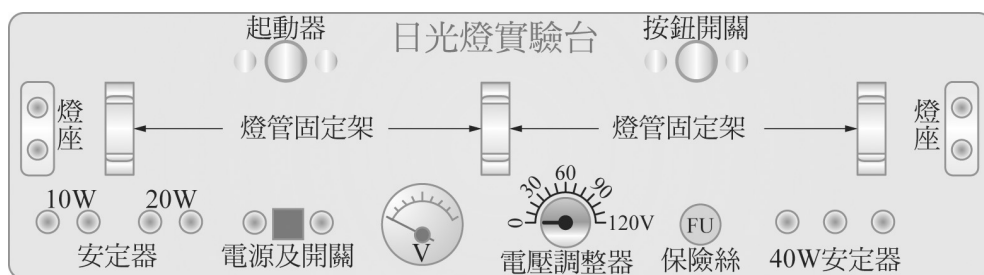


▼表 11-1.2 白熾燈泡之故障與排除

故障徵候	故障原因	處理方法
1. 燈泡不亮	▶ 燈座接觸不良	調整接觸銅片或更換燈座。
	▶ 燈泡的燈絲燒斷	更換同規格白熾燈泡。
	▶ 線路鬆脫或脫落	找出斷線部位，重新銲牢。
	▶ 電源線斷線	使用大頭針找出斷線部位，接續後並予以絕緣處理。
2. 燈泡亮度無法調整	▶ 調光器損壞	更換調光器。

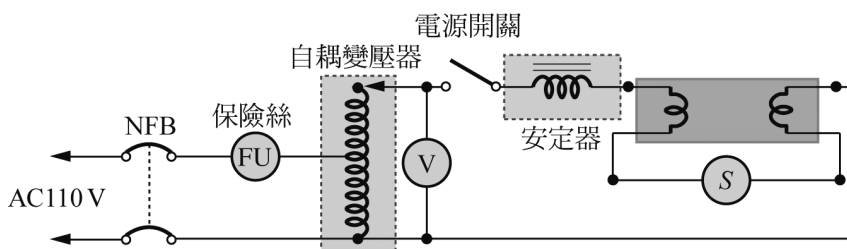
工作項目二 日光燈檢修

利用日光燈實驗台（如圖 11-1.19）瞭解常用日光燈的構造及功能，並配合故障日光燈的檢修，來熟練日光燈的檢修技能。



↑圖 11-1.19 日光燈實驗台面板

1. 20W 日光燈接線及測試：



↑圖 11-1.20 20W 日光燈實習接線圖

- (1) 依圖 11-1.20 在日光燈實驗台上，完成 20W 日光燈接線。
- (2) 檢查接線是否正確，裝上 1P 的起動器及 20W 日光燈管。
- (3) 將電壓調節鈕調至 0V 處，並使電源開關閉合。
- (4) 由 0V 逐漸調整高電壓，直到日光燈起動發亮，並記錄於表 11-1.3 中，此時的電壓為 20W 日光燈的起動電壓。
- (5) 將電壓再逐漸提高，觀察日光燈亮度有何變化。
- (6) 逐漸降低電壓，觀察亮度變化，直到日光燈熄滅，並記錄於表 11-1.3 中，此時之電壓為 20W 日光燈熄燈電壓。
- (7) 將電源調至 110V，閉合電源開關，日光燈點亮後，取掉 1P 的起動器，使用三用電表量燈管及安定器之端電壓，並記錄於表 11-1.3 中。

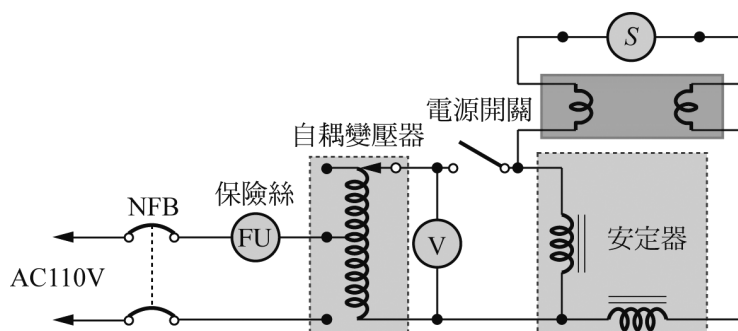
(8) 關掉電源開關，裝上 4P 起動器，再閉合電源開關，日光燈能否點亮？

否。為什麼？無法起動。

▼表 11-1.3

日光燈瓦特數	20W	40W	10W
起動電壓	90V	92V	88V
燈管端電壓	55V	220V	50V
安定器端電壓	55V	220V	60V
熄燈電壓	85V	89V	84V

## 2. 40W 日光燈接線測試：



⊕圖 11-1.21 40W 日光燈實習接線圖

- (1) 依圖 11-1.21 在日光燈實驗台上，完成 40W 日光燈接線圖。
- (2) 檢查接線是否正確，裝上 4P 的起動器及 40W 的日光燈管。
- (3) ~ (7) 仿照步驟 1 之 (3) ~ (7) 20W 之測試方法。
- (8) 關掉電源開關，裝上 1P 起動器，再閉合電源開關，觀察燈管及起動器之變化？會點燈，燈管二端亮，無法全亮。

## 3. 10W 日光燈接線及測試：

- (1) 接線由同學自行接線。
- (2) 參考課本圖 11-1.11。

## 4. 故障排除：

- (1) 送上電源，由外部之觀察，判斷故障狀況。
- (2) 如無法判斷，再配合三用電表來逐步清查。
- (3) 排除故障方法如表 11-1.4 所示。
- (4) 進行測試。

■表 11-1.4 日光燈之故障與排除

故障徵候	故障原因	處理方法
1. 燈不亮	▶ 停電或電源不足	改善電源。
	▶ 起動器故障或用錯 (P 數不符)	換新。
	▶ 燈管沒插好	插好燈管。
	▶ 起動器不良或不符	換新。
	▶ 燈絲燒斷	換新燈管。
	▶ 燈具內配線斷線	查出斷線處並銲牢。
	▶ 燈具內配線錯誤	檢查配線並改正。
2. 僅燈管兩端發光	▶ 燈管不良	換新。
	▶ 起動器不良	換新。
	▶ 起動器座不良	換新。
	▶ 燈具內配線錯誤	檢查配線並改正。
	▶ 電壓過高	改善電源。
3. 閃爍不定	▶ 燈管不良	換新。
	▶ 電壓過低	改善電源。
	▶ 電源閃爍	改善電源。
	▶ 接觸不良	改善不良接點。
4. 燈雖亮，但亮度不夠	▶ 燈管不良	換新。
	▶ 電源過低	改善電源。
	▶ 安定器不良	換新。
	▶ 燈管污染影響亮度	擦拭燈管。



學習心得

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

<b>實習二</b>		<b>水銀燈與緊急照明燈</b>		評 分	
班 級		座 號		姓 名	

工作項目一 水銀燈檢修

1. 接線：

- (1) 如圖 11-2.5 所示完成接線。
- (2) 接線時，務必看安定器與水銀燈是否匹配。
- (3) 電源側、負載側千萬不可接錯。

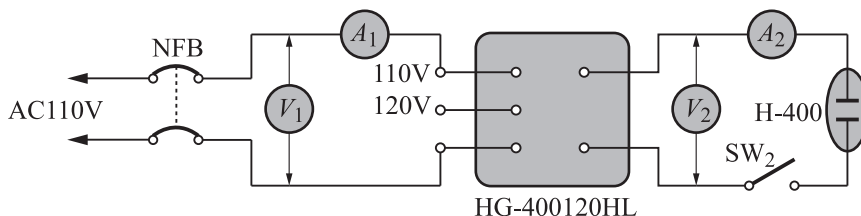


圖 11-2.5 水銀燈實習接線圖

2. 測試：

- (1) 將 NFB 開至 “ON”。
- (2) 觀察水銀燈點亮之過程，至全亮須多久？ 5 分鐘。
- (3) 將 NFB 扳至 “OFF”，立即再扳至 “ON” 觀察水銀燈之變化，能立即點亮嗎？ 否。為什麼？ 無法放電。（此時水銀蒸氣壓力很高，弧光放電無法發生），並記錄要多久才能回復全亮？ 約 8 分鐘。

3. 故障排除：

故障原因及處理方法，如表 11-2.1。

表 11-2.1 水銀燈之故障與排除

故障徵候	故障原因	處理方法
1. 裝設完成後通電不亮	▶ 電源故障	檢修電源系統。
	▶ 配線錯誤	改正。
	▶ 燈管內之水銀凝結把補助電極與主電極短路	以手輕拍水銀燈泡，使其開始放電。
	▶ 水銀燈泡不良	換新。
	▶ 水銀燈安定器不良	換新。
2. 水銀燈泡之壽命短	▶ 電源電壓過高	換新燈泡，並更改安定器之抽頭，以降低負載側電壓。
	▶ 環境溫度過高或濕氣重	改善安裝方法。
3. 長期使用後不起動	▶ 燈泡壽命終止	換新。
	▶ 安定器損壞	換新。

▼表 11-2.1 水銀燈之故障與排除 (續)

故障徵候	故障原因	處理方法
4. 燈光忽然熄滅	▶ 斷電	檢查電源。
	▶ 線路斷線或接觸不良	檢查線路並改善。
	▶ 電壓變動太大	檢查電源或安定器。
	▶ 燈泡燒壞	換新。
5. 閃爍不定	▶ 電壓過低	改善電源。
	▶ 配線太細長而壓降太大	更換配線。

**工作項目二 緊急照明燈檢修**

1. 如圖 11-2.3 所示，將緊急照明燈接上電源。
2. 將 SW<sub>1</sub>、SW<sub>2</sub> 切至 ON。
3. 觀察充電指示燈是否亮起。
4. 將電源拔掉，觀察兩個燈泡是否亮起。
5. 將 SW<sub>1</sub> 關閉，照明燈是否熄掉一個。
6. 故障原因及處理方法，如表 11-2.2。

▼表 11-2.2 緊急照明燈之故障與排除

故障徵候	故障原因	處理方法
1. 送電後指示燈不亮	▶ 電源線故障	檢查電源線。
	▶ 指示燈燒毀	更換指示燈。
2. 停電時照明燈不亮	▶ 變壓器損壞	更換變壓器。
	▶ 蓄電池不良	更換蓄電池。
	▶ 燈泡不良	更換燈泡。
	▶ 電路故障	檢修電路。



**學習心得**

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

<b>實習三</b>		<b>電爐、電鍋、烤箱與電暖器</b>		評 分	
班 級		座 號		姓 名	

### 工作項目一 電爐檢修

#### 1. 測試

- (1) 拆下底蓋，閱讀銘板，並使用三用電表之  $R$  檔檢測開關動作狀況。
- (2) 繪製接線圖判定電爐之種類。
- (3) 使用三用電表之  $R$  檔檢測電熱之電阻值。
- (4) 使用高阻計量測絕緣電阻。
- (5) 接上電源，待穩態時，使用夾式電表檢測電熱線之電流及端電壓。
- (6) 計算電熱絲之電功率 ( $P=VI$ )。
- (7) 計算電熱絲之工作電阻 ( $R=V/I$ )。
- (8) 將以上之測量值記錄於表 11-3.1 中。
- (9) 分析檢測結果是否與接線圖相符。

▼表 11-3.1

測量項目	電熱線(一)		電熱線(二)	
電阻(未送電)	5	$\Omega$	2.2	$\Omega$
絕緣電阻	2M	$\Omega$	2M	$\Omega$
端電壓( $V$ )	110	V	110	V
電流( $I$ )	4.6	A	9.3	A
電功率( $P$ )	506	W	1023	W
工作電阻( $R$ )	24	$\Omega$	12	$\Omega$

#### 2. 故障檢修

- (1) 檢測電源插頭是否短路？如果短路應先排除之。
- (2) 觀察電源種類，送上電源，找出故障徵候。
- (3) 分析故障原因。
- (4) 依表 11-3.2（請翻閱課本 11-33 頁）排除故障。

#### 3. 安全注意事項

- (1) 電熱線應與瓷盤尺寸配合，以免與炊具接觸造成漏電。
- (2) 電熱線之疏密要均勻，否則有疏密不均勻現象時，在較密之位置溫度較高容易燒斷，因此較密之處通電後，用尖嘴鉗或起子微微拉開一點，以保持均勻，而延長使用壽命。
- (3) 電爐之耗電較多，因此沒有使用時，務必將電源切斷，同時導線之線徑必須合乎負荷安全電流。
- (4) 電爐使用完畢，要讓其自然冷卻，否則電熱線將嚴重遭受破壞，影響壽命。

- (5) 應保持爐面乾淨，切勿將油、鹽滴落在電熱線上，以保持電熱線之壽命。
- (6) 電熱線與電源線必須用接線端子板，以螺絲分別固定，絕不可直接連接。
- (7) 電熱線兩端至接線端子板可用小瓷管套住，以免兩線碰撞造成短路。
- (8) 電源線斷線，可使用大頭針刺入絕緣皮內，使用三用電表來檢測出斷線位置。
- (9) 電熱線連接不可直接連接或錫銲，應使用絞接法，即先將斷處兩端刮乾淨，然後扭絞 2~3 圈，再把玻璃粉末置於連接處，通電後待玻璃粉末熔化包住接頭，最後將電源關掉，玻璃冷卻收縮即將連接處緊緊的連接在一起。

## 工作項目二 電鍋檢修

### 1. 認識電鍋

- (1) 拆下電鍋底部，閱讀銘板，判定電鍋之種類。
- (2) 檢視電路，繪製電路圖。
- (3) 使用三用電表之  $R$  檔，量取電熱線之電阻值及絕緣電阻。
- (4) 撥動自動開關，觀察其動作原理。
- (5) 送上電源，量取各元件之端電壓及電流。
- (6) 計算電功率及工作電阻。
- (7) 將以上之測量值記錄於表 11-3.3 中。
- (8) 分析結果是否與接線電路一致。

▼ 表 11-3.3

測量項目	煮飯電熱線		保溫電熱線	
電阻 (未送電)	3	$\Omega$	100	$\Omega$
絕緣電阻	1M	$\Omega$	1M	$\Omega$
端電壓 ( $V$ )	115	V	115	V
電流 ( $I$ )	7	A	0.3	A
電功率 ( $P$ )	805	W	35	W
工作電阻 ( $R$ )	16.4	$\Omega$	383	$\Omega$

### 2. 特性測試 (間熱式)

- (1) 將電鍋覆置，鍋底朝上。
- (2) 在鍋底放置一支溫度計。
- (3) 送上電源，並記下開始通電時間。
- (4) 觀察自動開關之變化，待跳脫時記下溫度及時間。
- (5) 無載時，從電源送上至自動開關跳脫的時間約 6~7 分鐘。
- (6) 將調整螺絲用細的奇異筆做上記號。
- (7) 調整螺絲觀察無載時，自動開關的跳脫時間 (測試時間之間隔太短時，外鍋可用冷水冷卻後，再測試)。
- (8) 將調整螺絲還原。

### 3. 故障排除

- (1) 檢測插頭是否短路？如果短路應先排除之。
- (2) 送上電源找出故障徵候。
- (3) 分析故障原因，依表 11-3.4（請翻閱課本 11-35 頁）排除故障。

### 4. 安全注意事項

- (1) 電鍋不能用水沖洗，只要使用濕布擦拭即可，否則將有漏電之危險。
- (2) 內鍋應與發熱體緊密接觸，鍋底不可有雜物。
- (3) 使用電鍋時應使水平放置，否則自動開關會提前跳脫。
- (4) 使用電鍋時，應使用專用插座。

## 工作項目三 烤箱之檢修

### 1. 測試

- (1) 拔下插頭，拆開底板，繪製電路圖。
- (2) 找出上下電熱石英管並測量其電阻值。
- (3) 找出溫度保險絲。
- (4) 找出溫度控制器並了解其功能。
- (5) 找出定時器並了解其功能。
- (6) 找出指示燈及降壓電阻。

### 2. 故障排除

- (1) 檢查電源插頭是否短路？如果短路應先排除之。
- (2) 送上電源，找出故障徵候，分析故障原因，再依表 11-3.5 將故障予以排除。

### 3. 安全注意事項

- (1) 機體必須接地且加裝漏電斷路器。
- (2) 遠離易燃物，機體周圍必須有適當的間距。
- (3) 食物放置於鐵線網烘烤時，下面須放置烤盤，以免肉屑及油汁流下。
- (4) 烤箱剛用畢，溫度很高，宜使用夾子取用食物以免燙傷。

## 工作項目四 電暖器之檢修（反射式）

### 1. 測試

- (1) 拔下插頭，將底蓋板及側蓋板拆開。
- (2) 繪製電路圖。
- (3) 找出電熱石英管，並量測其電阻值。
- (4) 找出電源開關並了解其功能。
- (5) 找出傾倒開關並了解其功能。



## 2. 故障排除

- (1) 檢查電源插頭是否短路？如短路應先排除之。
- (2) 送上電源，找出故障徵候，分析故障原因，再依表 11-3.6（請翻閱課本 11-37 頁）將故障予以排除。

## 3. 安全注意事項

- (1) 電暖器周圍不可放置易燃物。
- (2) 使用時，室內可以放置一杯水。
- (3) 不用時，應將插頭拔掉。
- (4) 耗電量高，不宜使用延長線。



### 學習心得

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

<b>實習四</b>		<b>吹風機、電磁爐與微波爐</b>		<b>評 分</b>	
<b>班 級</b>		<b>座 號</b>		<b>姓 名</b>	

### 工作項目一 吹風機之檢修

#### 1. 測試

- (1) 拆開吹風機外殼，認識各元件。
- (2) 繪製電路圖，並了解各元件之功能。
- (3) 檢查各元件功能是否正常。

#### 2. 故障排除

- (1) 檢查電源插頭是否短路？如果短路應先排除之。
- (2) 送上電源，找出故障徵候。
- (3) 依表 11-4.1 將故障排除。

▼ 表 11-4.1 吹風機的故障及處理方法

故障徵候	故障原因	處理方法
1. 電熱絲不發熱，風扇亦不運轉。	▶ 插座不良	修理或更換。
	▶ 電源線或引線斷線	利用三用電表檢查斷線處並予以連接。
	▶ 切換開關不良	更換新品。
	▶ 溫度開關	更換新品。
2. 會發熱，風扇不轉	▶ 風扇馬達故障	更換新品。
	▶ 橋式整流器故障	更換新品。
3. 不發熱，但風扇會正常運轉	▶ 電熱線斷線	將斷線之處予以連接或更換新品。
4. 高溫正常，低溫不動作	▶ 切換開關故障	更換新品。
	▶ 引線斷線	予以鐸牢。
	▶ 變速二極體斷路	更換新品。
5. 風扇有雜音	▶ 葉片碰觸外殼	調整葉片與外殼之間隙。

#### 3. 安全注意事項

- (1) 吹風機之吸風口不可堵塞，應隨時保持通風順暢，否則電熱線容易燒毀。
- (2) 吹風機使用時不可接近易燃物品。
- (3) 吹風機應保持乾燥，以免漏電。

工作項目二 電磁爐之檢修

1. 拆下電磁爐底部面板，觀察各組成元件。
2. 詳閱額定電壓及額定功率。
3. 檢查保險絲是否斷路？若斷路，更換之。
4. 使用三用電表測量電磁線圈是否斷路？若斷路，則無修護價值。
5. 使用三用電表檢查熱敏電阻是否斷路？若斷路，更換之。
6. 觀察通風口有無異物堵塞？若有堵塞，務必清除乾淨。

工作項目三 微波爐之檢修

1. 檢視微波爐背面之銘板，詳閱額定電壓及額定功率。
2. 拆下背面外殼，檢視各組成元件。
3. 檢查保險絲是否斷路？若斷路，更換之。
4. 用三用電表檢查二只安全門開關是否動作正常？（門關閉時為短路，門打開時應為斷路）。
5. 用三用電表檢查磁控管熱跳脫開關是否斷路？若斷路，更換之。
6. 用三用電表  $R \times 1$  檔測變壓器三繞組是否斷路或短路？（一次繞組約  $0.7\Omega$ ，二次繞組約  $180\Omega$ ，燈絲繞組則低於  $0.01\Omega$ ）。
7. 將高壓電容器放電（請任課教師親自示範，並提醒學生注意安全），再以  $R \times 1$  檔測量高壓電容器是否損壞？若損壞，更換之。
8. 將各元件檢查完畢，裝上外殼，送上電源，使用驗電筆檢查是否漏電？



學習心得

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

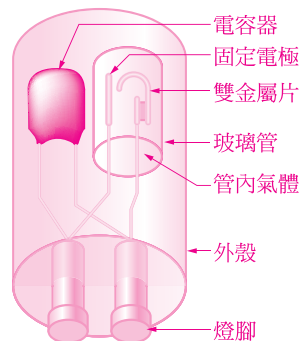
-----

## 問題討論

## 實習一 檯燈與日光燈

## 1. 試述日光燈起動器的動作原理。

解：其構造如右圖所示，當兩燈腳被加上足夠大的電壓時，兩極間產生輝光放電，同時電極產生熱量使雙金屬片伸張而與固定電極接觸，由於輝光放電的消失，1~2 秒後可動電極即因溫度降低而與固定電極分離，就在電極分離瞬間，讓燈管兩端產生 500~800 伏特之衝擊電壓使燈管點亮。



## 2. 試述日光燈安定器的功用。

解：安定器功能有三：

- (1) 於日光起動之初，抑制燈絲的預熱電流於正常的範圍，使燈絲加熱而不致燒毀。
- (2) 產生衝擊電壓，加於日光燈管兩端，使日光燈管放電發亮。
- (3) 日光燈起動後，限制燈管電流。

## 3. 40W 日光燈使用 1P 起動器，燈管是否會亮？為什麼？

解：燈管兩端之燈絲亮，但無法點亮。

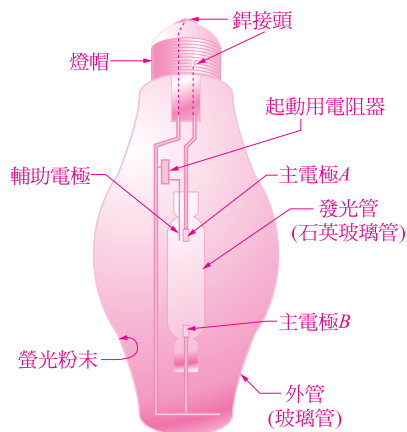
## 4. 20W 日光燈使用 4P 起動器，燈管是否會亮？為什麼？

解：完全不亮，電壓不足無法使啟動器產生輝光放電。

## 實習二 水銀燈與緊急照明燈

## 1. 試繪圖說明水銀燈的點燈原理？

解：如右圖所示，當電源通上瞬間，燈管被加上 220V 之電壓，由於補助電極與主電極 A 間之距離較近，故首先於補助電極與主電極 A 間產生放電；放電所產生之熱量使發光管內之水銀漸漸蒸發成氣體，約 5~8 分鐘後水銀蒸氣充滿整個發光管時，兩個主電極間因水銀蒸氣的導電作用而使其電阻降低，此時，兩個主電極之電阻遠較補助電極及主電極 A 間之電阻為低，故放電現象轉移至兩個主電極之間。



## 2. 水銀燈在點亮後，切斷電源後再即刻送上電，水銀燈需經一段時間才能完全點亮？為什麼？

解：水銀燈工作時，發光管內的水銀蒸氣壓力很高，切斷電源後再即刻送電，水銀蒸氣壓力還很高無法弧光放電，須待發光管冷卻後，才能再點亮。

## 3. 如何判斷緊急照明燈之蓄電池已損壞？

解：使用三用電表 DCV 檔測量蓄電池電壓低於 11.5V，一般每兩年更換一次為宜。

### ▶ 實習三 電爐、電鍋、烤箱與電暖器

#### 1. 試述電鍋的種類及其特色。

解：電鍋依其加熱方式可分為直熱式及間熱式兩種。

(1)直熱式電鍋：內鍋直接密貼於發熱板上，故熱效率高，使用磁性體自動開關，溫度控制精確，煮出來的飯品質較佳，惟價格較貴。

(2)間熱式電鍋：電熱式加熱於外鍋，外鍋加水，再藉水的熱傳導間接加熱在內鍋內的米，將米煮熟；構造簡單，易於維修，是其優點。

#### 2. 試述電熱線的連接方法。

解：先將斷處兩端刮乾淨，然後扭絞 2~3 圈，再把玻璃粉末置於連接處，通電後待玻璃粉末熔化，包住接頭，最後將電源關掉，玻璃冷卻收縮即將連接處緊緊連接在一起。

#### 3. 試述電暖器的種類及優缺點。

解：電暖器最常見有反射式及充油葉片式兩種：

反射式電暖器：適合小區域使用，價格便宜，但石英管會消耗氧氣，舒適度較差。

充油葉片式電暖器：不會消耗氧氣，不會使皮膚乾裂，外表無高溫安全性高，但價格較高。

#### 4. 試述烤箱的種類及其功能。

解：烤箱依用途可分為烤麵包機、一般烤箱和旋風烤箱三種：

(1)烤麵包機：專為烤麵包而設計，麵包烤畢自動斷電。

(2)一般烤箱：為一多用途烤箱，一般具有定時控制及溫度控制功能。

(3)旋風烤箱：鍋內溫度均勻，能烹調較大型且外形不規則的食品。

### ▶ 實習四 吹風機、電磁爐與微波爐

#### 1. 試列出吹風機不熱且風扇不轉的原因與對策？

解：吹風機不熱且風扇也不轉的原因有三：

(1)溫度開關 TS 燒毀 → 更換新品。

(2)切換開關損壞 → 更換新品。

(3)電源線斷線 → 更換新品。

#### 2. 試述電磁爐炊煮器皿有何限制？

解：電路爐炊煮器皿上必須是鐵或不銹鋼材質，不可使用鋁、陶磁、玻璃等材質的器皿，且鍋子底部宜平整，直徑在 12 公分以上為原則。

#### 3. 試述微波爐的監視開關的功能為何？

解：當炊煮中，箱門突然打開，若二只安全門開關故障，未立即將電源中斷，監視開關會將電源短路，使保險絲斷路，磁控管即無法送出微波，以保護使用者的安全。

#### 4. 試述吹風機之溫度開關的功能？

解：當吹風機因吸風口塞住或風扇故障，造成溫度太高，溫度開關即將電源切斷，保護吹風機不被燒毀。