

實驗單元(七)－RLC 暫態電路

◎實驗單元摘要

本實驗單元是來介紹電路學一些電路，包括：一階 RC 充電、放電暫態電路及二階 RLC 暫態電路。實驗內容包含數學式推導、電路模擬、參數設計及實驗實作，這一系列實驗內容，讓同學充分了解 RLC 電路對電路的影響，也讓同學對電路學有更深切的體會與認識，不再是只有數值的運算，而是經由實驗可以得到不同的波形變化，提升一下大家學習電路學的樂趣。

因為本實驗單元為暫態響應，必須運用示波器的觸發模式設定，才能夠擷取到實驗波形，所以您必須知道在何種波形，示波器就要設定該波形的觸發模式，否則示波器根本無法擷取到實驗波形。

較常發生數據測量錯誤的實驗步驟，已經在實驗內容中提醒了，請不要測出錯誤的數值。

◎學習目標

- 1.了解 RC 充電、放電一階暫態電路特性、時間常數的定義。
- 2.了解 RLC 二階暫態電路特性、穩態特性及諧振電路特性。
- 3.使用 OrCAD 模擬軟體模擬出 RLC 直流特性。

◎實驗單元目錄

- 一、實驗儀器設備與實驗材料表(P.03)
- 二、實驗預習(P.03)
- 三、電路原理說明(P.04)
- 四、實驗注意事項與示波器操作(P.09)
- 五、實驗內容(P.11)

■實習項目(一)：RC 一階暫態電路(P.11)

[R1、C1]充電波形、[(R1&R2 並聯) C1]充電波形、[C1、R3]放電波形、發光

二極體的導通特性。

■實習項目(二)：RLC 二階暫態電路(P.16)

RLC 二階並聯暫態電路 ($\xi_p < 1$)

RLC 二階並聯暫態電路($\xi_p > 1$)

RLC 二階串聯暫態電路($\xi_s > 1$)

RLC 二階串聯暫態電路($\xi_s < 1$)

LC 並聯暫態電路【開關 ON】

LC 並聯暫態電路【開關 OFF】

六、實驗數據分析與討論(P.23)

七、撰寫實驗結論與心得(P.23)

八、實驗綜合評論(P.23)

九、附上實驗進度紀錄單(照片檔)及電路板焊接組裝圖檔(照片檔) (P.23)

十、參考資料來源(P.23)

◎附件：ORCAD 電路元件所使用的元件庫(P.24)

◎實驗電路檢查說明

★實驗擷取圖形之後，將圖形加入到實驗結報中，就可以找助教檢查電路圖及檢查實驗電路，記得完成實驗後，實驗材料不要丟掉或遺失，電子元件要回收。

◎實驗內容

一、實驗儀器設備與實驗材料表

表(一)：實驗儀器設備

項次	儀器名稱	數量
1	萬用電錶或三用電錶	1 部
2	示波器	1 台
3	電源供應器	1 台
4	RLC Meter	1 台

表(二)：實驗材料表

項次	位 置 碼	元 件 說 明	用 量
1	R1、R2、R4、R7	10K Ω 1/4W 5% 碳膜電阻	4 個
2	R10	51 Ω 1/2W 5% 碳膜電阻	1 個
3	C2、C3	0.1 μ F PE	2 個
4	C6	0.0068 μ F 陶瓷電容	1 個
5	C4	0.56 μ F 陶瓷電容	1 個
6	C5	0.68 μ F 陶瓷電容	1 個
7	C1	10 μ F 電解質電容	1 個
8	L1、L2、L3	電感	3 個
9	SW1	指撥開關 SW DIP-4	1 個
10	SW2、SW3、SW4	Push Button 開關	3 個

二、實驗預習

- 1.當電路學在討論 RC 或 RL 暫態特性時，定義時間常數(time constant)此一名詞，符號為 τ 。試以 RC 充電電路為例，說明如何定義時間常數？
- 2.參考實驗內容：RC 充電電路，請完整推導出充電電路公式，並計算 $V(\tau)$ 值。
- 3.參考實驗內容：RC 放電電路，請完整推導出放電電路公式，並計算 $V(\tau)$ 值。

4.參考實驗內容：請完整推導出 RLC 串聯二階電路自然響應公式。

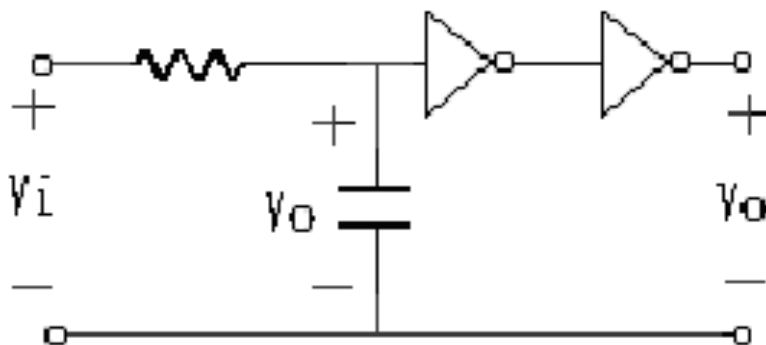
5.參考實驗內容：請完整推導出 RLC 並聯二階電路自然響應公式。

三、電路原理說明[1][2]

1.RC 積分&RC 微分電路

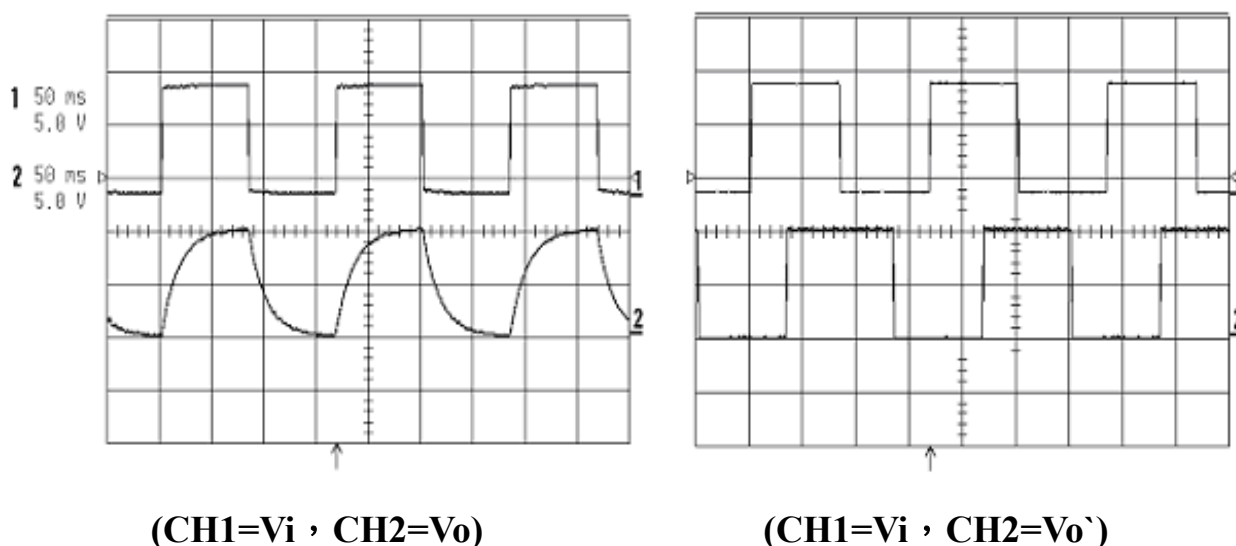
下列 RC 積分&RC 微分電路特性，只要是利用 $i_c(t) = C \frac{dv_c(t)}{dt}$ ， $v_c(t)$ 為可微分函數，即 $v_c(t)$ 為連續函數的特性，在電路學的電容特性，就是電容的電壓不能瞬間改變，在定性分析上，就很容易了解其電路的特性了。

a.積分電路在數位方面應用為時間延遲。



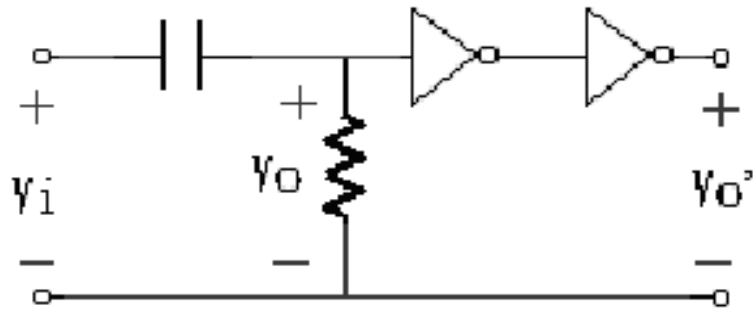
圖(1)：RC 積分電路

■ **實作波形：**比較在示波器的輸入波形、輸出波形結果知，輸出方波有時間延遲效應。電路時間常數 $\tau = RC$ 。



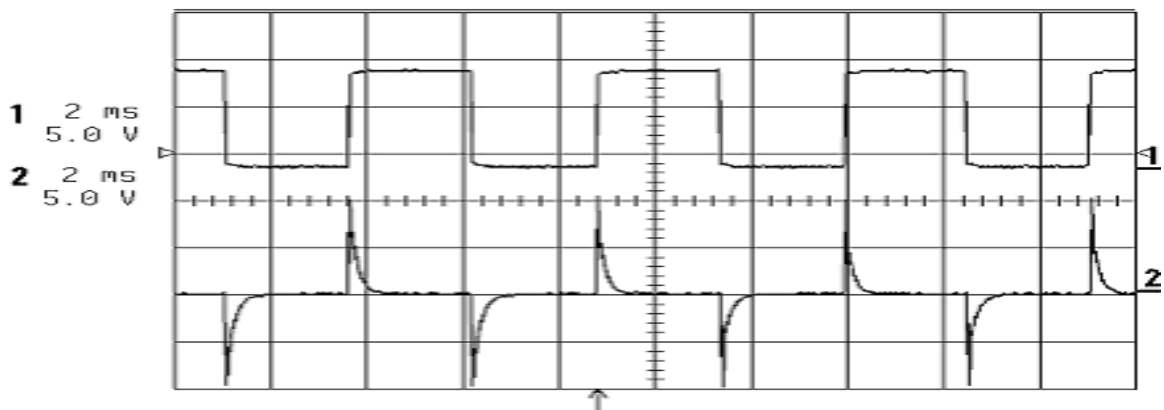
圖(2)：RC 積分電路之輸入、輸出波形

b.微分電路用在數位方面可以做為前緣觸發。



圖(3)：RC 微分電路

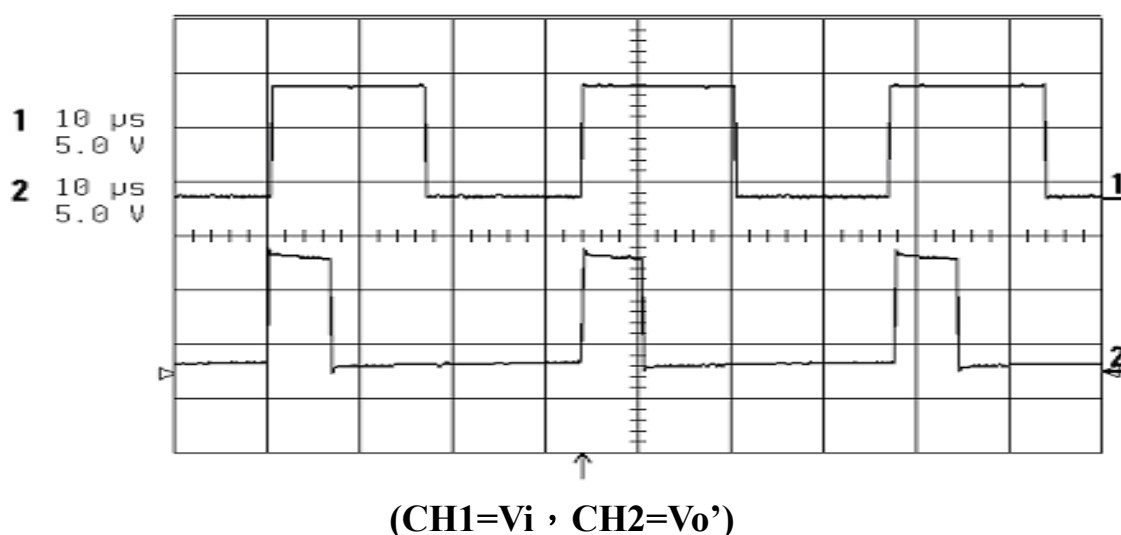
■實作波形：由圖(4)知，輸入方波，可經 CR 微分電路，產生如上圖 CH2 的輸出波形。



(CH1= V_i ，CH2= V_O)

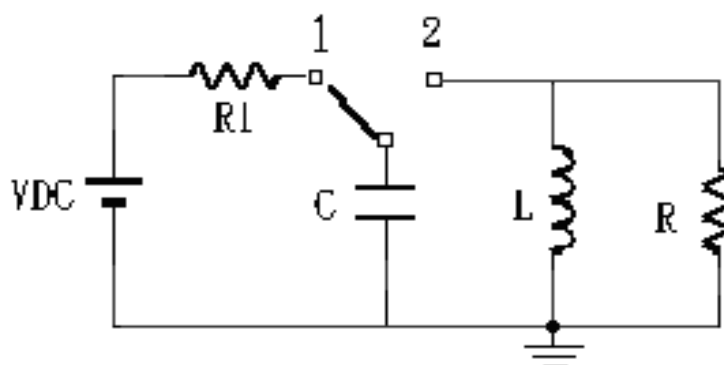
圖(4)：RC 微分電路輸入 $[V_i]$ 、輸出 $[V_O]$ 波形

■實作波形：由圖(5)的輸出結果知，輸入脈波訊號，可經由微分電路產生脈波的前緣觸發訊號。即可類推知，如果輸入單一脈波訊號，經微分電路，將會產生固定脈波寬度的單擊脈衝訊號。此一應用電路在後續的實驗單元中會陸續應用到此一觀念。同學可以嘗試各種不同的 R、C 數值組合，以徹底了解此一電路特性。



圖(5)：RC 微分輸入[Vi]、輸出[Vo']電路

2. RLC 並聯電路



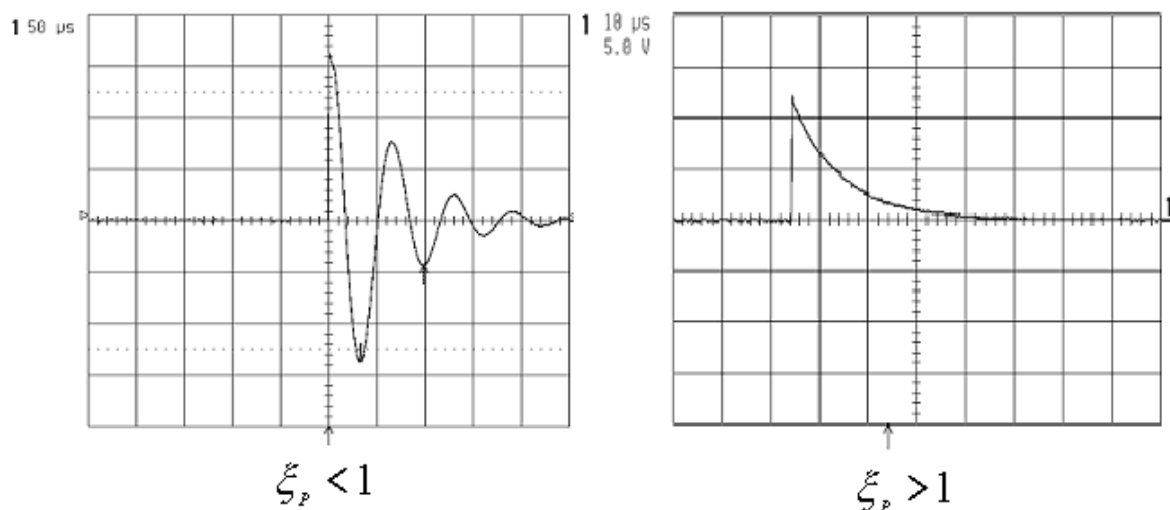
圖(6)：RLC 並聯二階電路

當 $switch \rightarrow 1$ 時，電容朝 VS 值充電；而當 $switch \rightarrow 2$ 後，電容便朝 L、R 放電，並產生諧振。選擇不同的 R、L、C 值，可以得到不同的振盪波形。參考電路學書上定義阻尼值 $\xi_p = \frac{1}{2R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ 。

其中當 $\xi_p > 1$ 為 Overdamped case， $\xi_p = 1$ 為 Critically damped case，而 $\xi_p < 1$ 為 Underdamped case， $\xi_p = 0$ 為 Undamped case。但 $\xi_p = 0$ 為理想狀況，事實上並不存在。

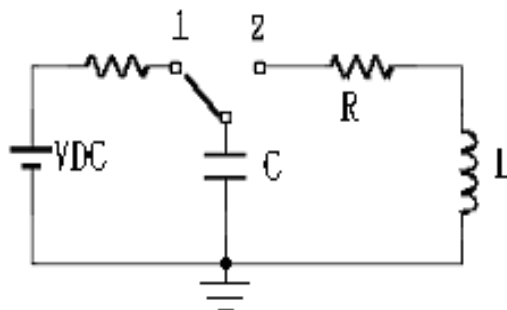
上述二階電路，一般是以二階常係數微分方程式數學式來表示其電路特性，而上述電路的阻尼值是由二次多項式的根來定義出不同的電路特性，以上讓大家了解工程數學微分方程、二項式方程式的根及電路的阻尼值關係，讓各位更能夠瞭解其物理涵意。

■實作波形



圖(7)：RLC 並聯二階電路輸出波形

3. RLC 串聯電路

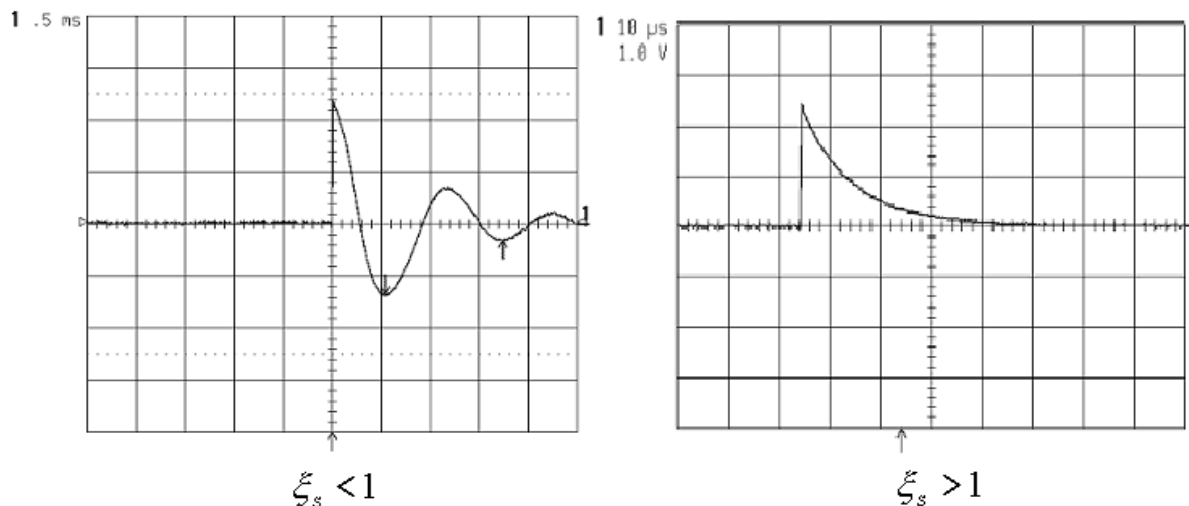


圖(8)：RLC 串聯二階電路

如同 RLC 並聯電路，選擇不同的 R、L、C 值，可以得到不同的振盪波形，其

中 $\xi_s = \frac{R}{2\sqrt{\frac{L}{C}}}$ 。

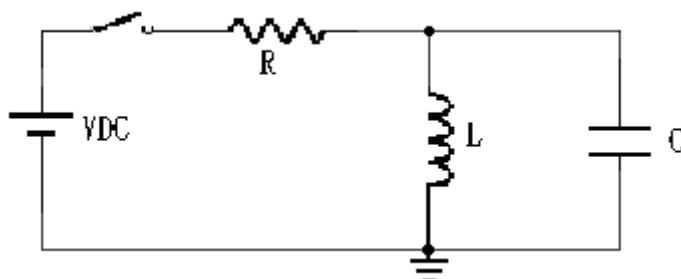
■實作波形



圖(9)：RLC 串聯二階電路輸出波形

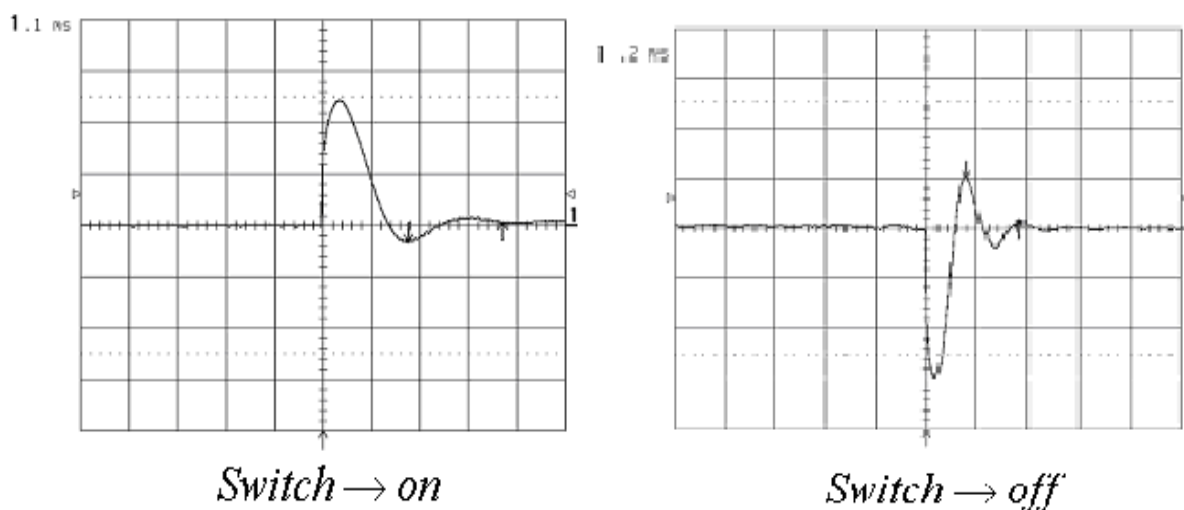
4.LC 並聯暫態電路

$Switch \rightarrow on$ 電感儲能。 $Switch \rightarrow off$ ，電感朝電容放電，待電容充完電後，又對電感放電，如此磁、電能互換。



圖(10)：RC 並聯暫態電路

■實作波形



圖(11)：RC 並聯暫態電路圖輸出波形

四、實驗注意事項與示波器操作

■示波器操作—RC 暫態響應時示波器的設定使用方式。

1. Trigger 面板之設定，詳見示波器操作手冊 P32～P36，P12～P14。

主要提供示波器螢光幕上輸出波形穩定顯示之用途。

a.Source(觸發源之選定)---探棒 CH1 或 CH2 接電路板上的測試點。

b.Mode(觸發模式之選定)----選擇 Single 或 Normal。

c.Slope /Coupling(觸發源波形斜率之選定及輸入之耦合方式)

→ Slope 充電選擇↑(正斜率)，放電選擇↓(負斜率)。

→ Coupling → 選擇 DC(觸發源以直流耦合方式輸入)。

d.Level 旋鈕(觸發源電壓大小之設定)

→調整觸發位準。

→旋轉觸發位準之旋鈕。

→充電時，旋鈕可設定垂直電壓 0.2V～1V。

→放電時，旋鈕可設定垂直電壓 4.5V～4.9V。



2. Horizontal 面板，詳見示波器操作手冊 P27～P29。

a. Delay ← →旋轉旋鈕，視窗正上方▼游標會移動，為指標延遲觸發位置。

b.視窗▼游標可定於螢幕左上角或螢幕中央位置---本功能主要作用，是提供適當的螢幕視窗大小以利觀測波形。

c.Time/Div 選擇適當水平時間軸，以方便觀測波形。

3. 垂直面板：詳見示波器操作手冊 P15～P27，P8～P11。

a.面板上的按鍵   表示輸入端的一些設定，其中耦合方式有「GND」、「DC 耦合」及「AC 耦合」等三種，當選擇→DC Coupling「直流」耦合輸入方式時，表示輸入訊號以直流耦合方式輸入，此輸入波形可以在螢幕上觀測直流大小及交流訊號的振幅大小，本實驗單元是使用「DC 耦合」。

b.適當調整垂直軸旋鈕 Volt/div(2V/div 或 1V/div)，以方便觀測波形。

c.應注意示波器探棒×1 或×10，否則您的輸出波形大小將出錯。

4. 測量面板：示波器輸出結果—游標測量方式，詳見示波器操作手冊 P52～P55。

a.Measure(測量面板)→Manual Mode(手動模式)

→ CURSOR→Mode→Manual

→CURSOR→Source→CH1 或 CH2

→CURSOR→Type→Voltage 或 Time

b. Measure(測量面板)→Track Mode(追蹤模式)

→ CURSOR→Mode→Track

→CURSOR→Cursor A 或 Cursor B→CH1 或 CH2

→旋選旋鈕，移動游標以調整游標群之水平位置

c.可出現測量的游標 1 與游標 2 的 ΔX 顯示水平空間或 ΔY 顯示垂直空間。

5.其他自動量測功能：詳見示波器操作手冊 P48～P55。

6.如何使用示波器測量低於 50Hz 以下的訊號？

Horizontal 面板→按水平選單 **MENU** 鍵，滾動模式 Roll Mode Display。

■實驗報告內文設定

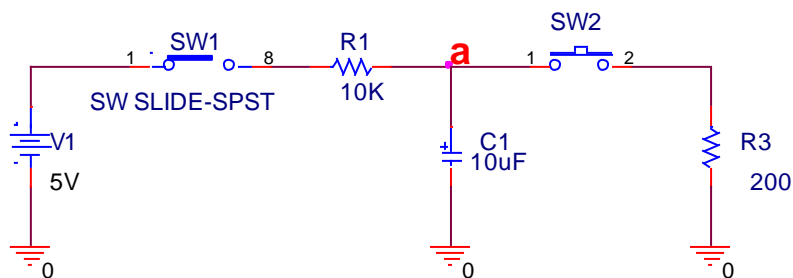
★各項實驗紀錄(藍色字體)、撰寫實驗波形分析與實驗數據分析(藍色字體)、撰寫實驗問題與討論(藍色字體)、撰寫實驗結論(藍色字體)、按時繳交實驗報告(遲交扣分)，非(藍色字體)扣分。

7.組裝前請記得測量電阻、電容及電感元件大小值。測量數據必須寫出適當的單位。

8.焊接元件請務必依照實驗步驟來焊接。

五、實驗內容

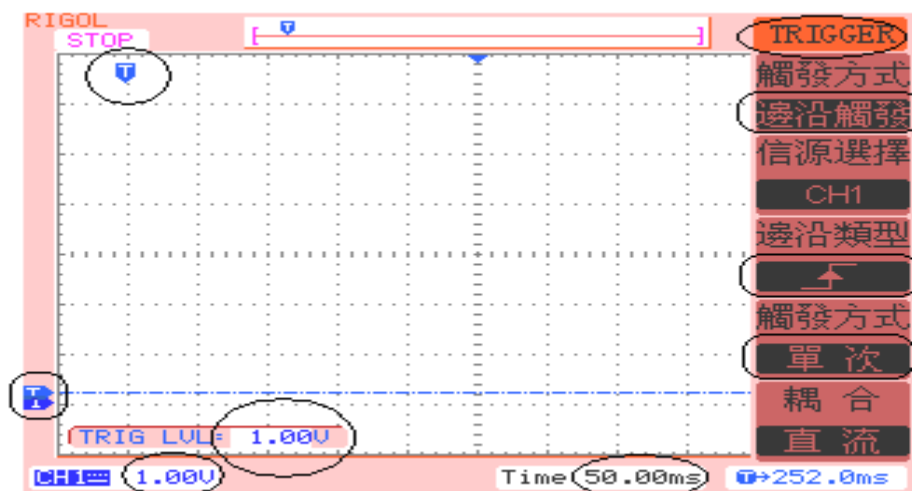
■實習項目(一)：RC 一階暫態電路



圖(7-1)：實驗電路圖(一)

■R1、C1 充電波形

1. 組裝上述元件，如圖(7-1)，組裝指撥開關(SW1)，按鍵開關(SW2)，注意開關有方向性。
2. 示波器的設定 1，如圖(7-2)所示，需要的設定值，如圈圈所示。



圖(7-2)：示波器設定 1

- a. CH1 接節點[a]，CH1 輸入設定—以「直流」耦合方式。
- b. 垂直解析度—1V/格。水平掃描時間—50ms/格。
- c. 觸發面板設定—

觸發方式—邊緣觸發	觸發方式—單次
信源選擇—CH1	耦合—直流
邊緣類型—	Level 旋鈕—設定約 1V

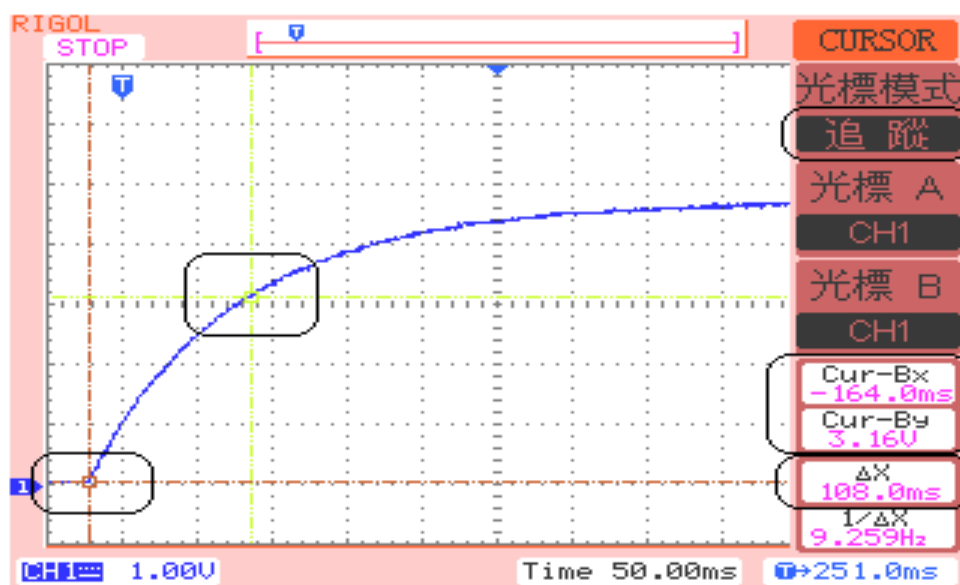
d.水平面版設定—使用「POSITION」旋鈕，移動水平觸發點游標位置。

3. 放電、充電及擷取波形程序：

a. 確認直流電源線沒有問題，接電源供應器 5V 直流電源至節點[V1]。

b. 指撥開關(SW1-1 OFF)，先按下按鍵開關 SW2，讓電容 C1 放電，然後開啟指撥開關(SW1-8 ON)，讓電容充電，充電電流路徑 $V1 \rightarrow SW1 \rightarrow R1 \rightarrow C1$ 。若無法得到充電波形，指撥開關(SW1-1 OFF)，按下按鍵開關 SW2，讓電容 C1 放電後，重新充電波形。

c. 示波器螢幕出現充電的波形，使用電壓游標(Cursors—追蹤模式)測量出 $\square V = V(\tau) = 3.16V$ ，使用時間游標(追蹤模式)測量 $\square t = \tau = \underline{\hspace{2cm}} \text{sec}$ ，完成表格(7-1)內記錄，然後使用示波器圖形擷取軟體擷取實驗波形，如圖(7-3)所示。

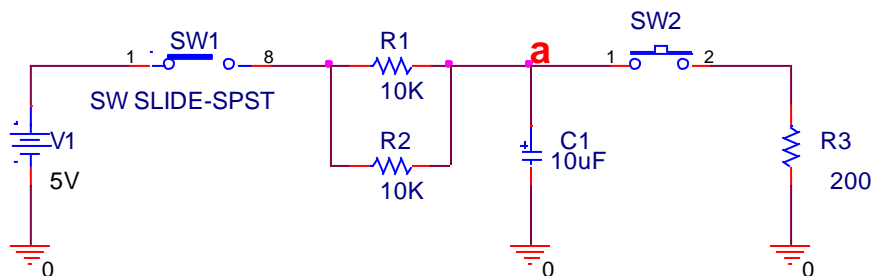


圖(7-3)：示波器設定 2(使用游標追蹤模式)

◎擷取節點[a]—R1、C1 充電波形：DC 耦合。

■ 【(R1、R2 並聯)、C1 充電波形】

4. 組裝電阻 R2，如圖(7-4)所示。示波器的設定 1：如圖(7-2)所示，需要適當修改的是水平掃描時間。




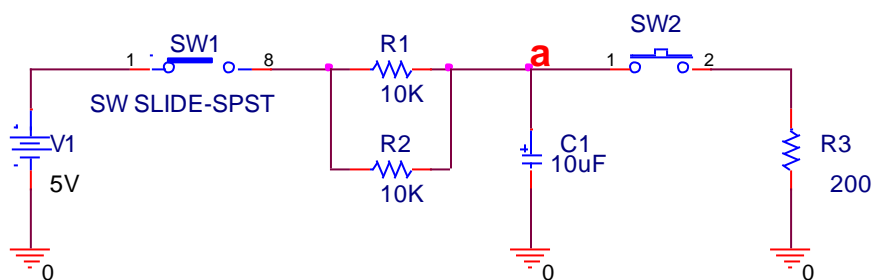
圖(7-4)：實驗電路圖(二)

5. 充電程序：如前一測試項目所示，使用電壓游標(追蹤模式)測量 $V = V(\tau) = 3.16V$ ，使用時間游標(追蹤模式)測量 $t = \tau = \underline{\hspace{2cm}} \text{sec}$ ，完成表格(7-1)內記錄，擷取波形。

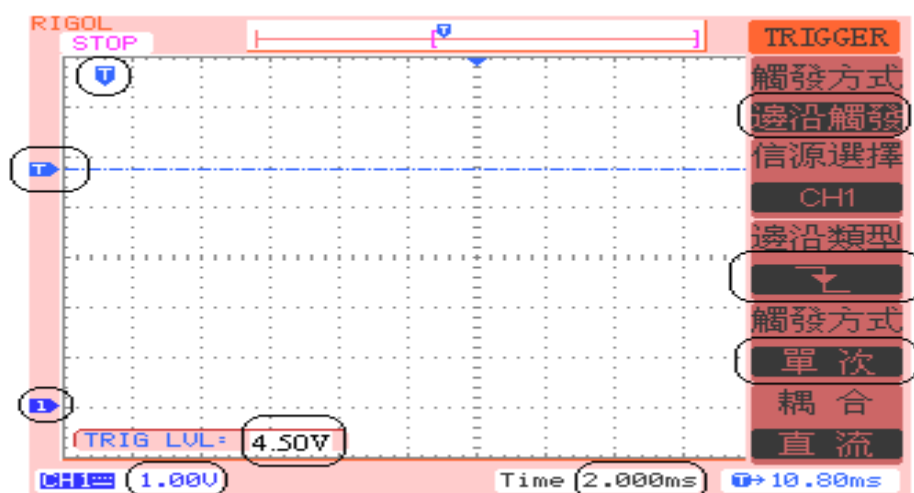
◎擷取節點[a]— (R1、R2 並聯)、C1 充電波形：DC 耦合。

■ 【C1、R3 放電波形】

6. 測試電路圖，如圖(7-5)所示。示波器的設定 3，如圖(7-6)所示，水平掃描時間—2ms/格，觸發面板設定—邊緣類型—，Trig Level 旋鈕—設定約 4.5V。



圖(7-5)：實驗電路圖(三)



圖(7-6)：示波器設定 3(觸發位準)

7. 充電、放電及擷取波形程序：(需注意 τ 值的測量方式，容易犯錯)

- 開啟指撥開關(SW1-8 ON)，先對電容 C1 充電，完成後，關閉指撥開關(SW1-1 OFF)，接著馬上按下按鍵開關 SW2，此時儲存於電容內的電荷經 C1→R3→W1→GND 釋放電能。若無法得到放電波形，需要讓電容 C1 完全放電後，重新對電容充電，然後再次擷取放電波形。
- 得到放電的波形，使用電壓游標(Cursors—追蹤模式)測量 $V = 3.16(V)$ ，其中 $5 - 1.84 = 3.16(V)$ ， $[V(\tau) = 5 \times e^{-1} \cong 1.84(V)]$ ，使用時間游標(Cursors)測量 $t = \tau = \underline{\hspace{2cm}} \text{sec}$ ，完成表格(7-1)內記錄，擷取節點[a]波形。此一波形的 τ 值量測是較容易量發生錯誤的，請注意上課說明。

表(7-1)：電路時間常數

實驗步驟項目	時間常數(理論值)(ms)	時間常數(實測值)(ms)
R1、C1 充電波形		
(R1、R2 並聯)、C1 充電波形		
C1、R3 放電波形		

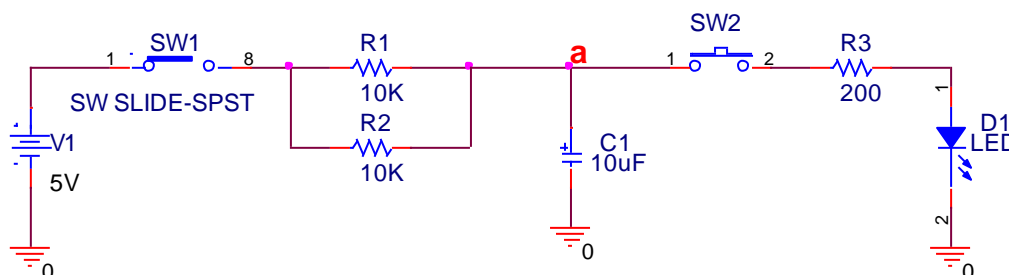
◎ 問題：依電路理論，請說明前述實驗步驟中，電路元件之時間常數對充電、放電波形的影響。(見實驗問題與討論)

◎ 擷取節點[a]—C1、R3、W1 放電波形：DC 耦合。

■【發光二極體的導通特性】

說明：基本上整流二極體與發光二極體有不同的製程及材質，故二極體的基本特性是有差異存在。

8. 測試電路圖，如圖(7-7)所示。示波器的設定 3：如圖(7-6)。



圖(7-7)：實驗電路圖(四)

9. 充電、放電及擷取波形程序：

- a. 開啟指撥開關(SW1-8 ON)，對電容 C1 充電，充電完成後，關閉指撥開關 (SW1-1 OFF)，接著按下按鍵開關 SW2，此時儲存於電容內的電荷經 C1→R3→D1→GND 路徑釋放電荷。若無法得到放電波形，需使用跳線接電阻 R3 的右側，然後跳線的另一端接地，按下按鍵開關 SW2，讓電容 C1 完全放電後，然後拿開跳線，重新對電容充電，再次依放電程序擷取放電波形。
- b. 得到節點[a]之輸出波形，注意其最終輸出電壓值 $\neq 0V$ ，電容仍然儲存電荷，代表電容兩端有電壓存在。
- c. 測量電壓大小：使用電壓游標(Cursors—手動模式)測量游標 V1=0V(這裡的電壓測量，也容易發生錯誤)，游標 V2=最終輸出電壓值， $\square V = V_D =$ _____ V，即為發光二極體順向導通電壓，擷取節點[a]波形。

◎擷取節點[a]—發光二極體的導通特性波形：DC 耦合。

■實習項目(二)：RLC 二階暫態電路

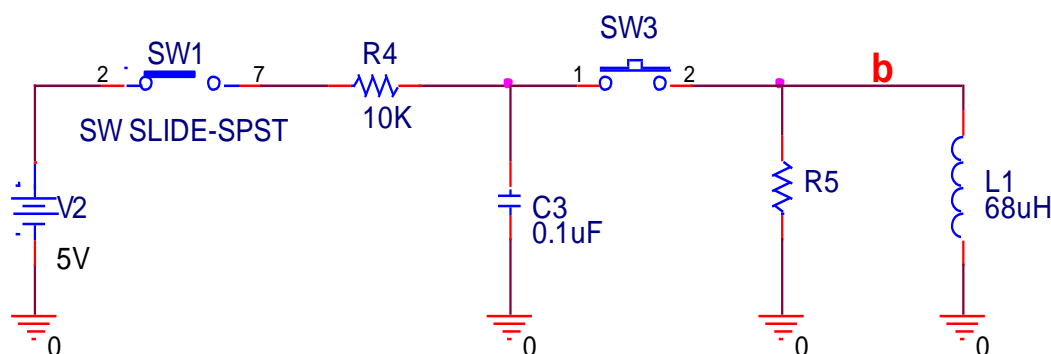
■製作電感 L1~L3

取 4 條漆包線，每條各約 90cm 長。將漆包線依著磁蕊環繞而成，在繞線時應該特別小心眼睛，一手拿著磁蕊，一手握住線頭，由內往外拉緊環繞而成，需將線頭焊接處留下約 1 公分長，然後使用刀片將焊接處表面的漆刮除乾淨，焊上一層薄薄的焊錫，將繞好電感使用儀器—「RLC Meter」測量「串聯等效電路」電感量，將所測量之數據值記錄於表格(7-2)中，不需要記載等效電阻。

表(7-2)：電感量

電感	電感量(uH)	電感	電感量(uH)
L1		L3	
L2			

■ RLC 二階並聯暫態電路 ($\xi_p < 1$) 【R5=1K Ω ，C3=0.1 μ F】



圖(7-8)：實驗電路圖(五)

1. 依據並聯阻尼公式 $\xi_p = \frac{1}{2 \times R5} \sqrt{\frac{L1}{C3}}$ ，計算阻尼、若選擇 R5=1K Ω 電阻值，使

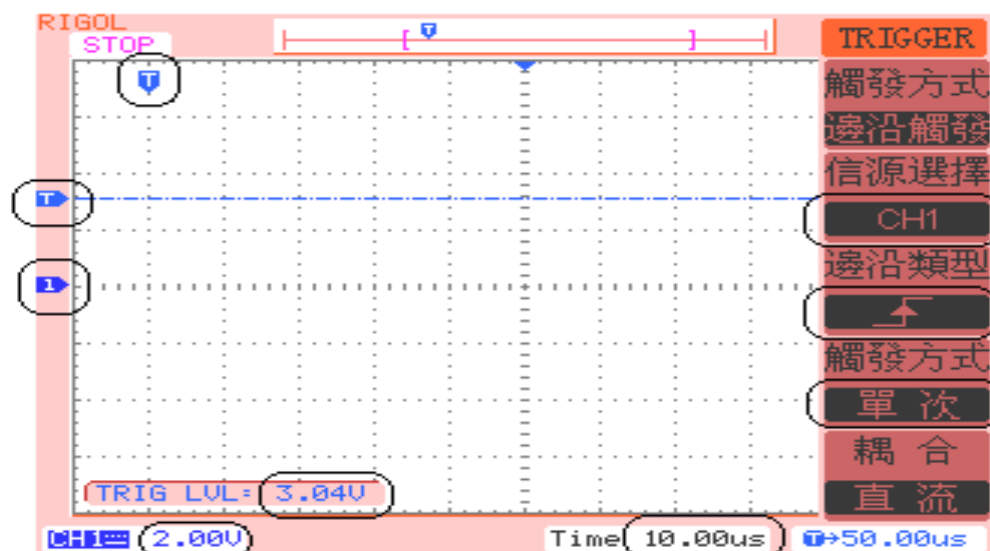
$$\text{得 } \xi_p = \frac{1}{2 \times R5} \sqrt{\frac{L1}{C3}} \equiv \underline{\hspace{2cm}}。$$

2. 組裝上述電路元件，如圖(7-8)。示波器的設定 4：如圖(7-9)。

a. CH1 接節點[b]，CH1 輸入以「直流」耦合方式。

b. 垂直解析度—2V/格。水平掃描時間—10 μ s/格。

c.觸發面板設定：緣類型—，Level 旋鈕—設定約 3V。



圖(7-9)：示波器設定 4

3. 充電、放電及擷取波形程序：

a. $V_2 = 5V$ 。指撥開關 SW1-7 ON，充電電流路徑 $V_2 \rightarrow SW1 \rightarrow R_4 \rightarrow C_3$ ，對 C_3 充電，然後指撥開關(SW1-2 OFF)，按下按鍵開關 SW3，得到節點[b]波形。若無法得到波形，重做充電、放電程序。

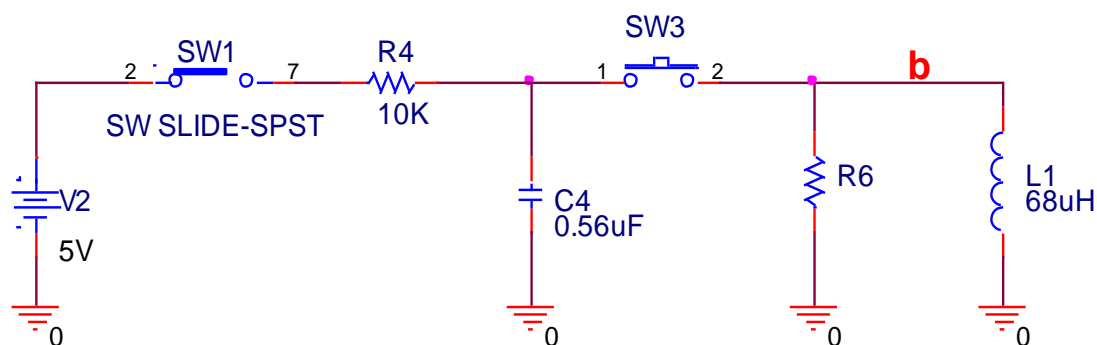
b. 使用時間游標(追蹤模式)兩波峰間或兩波谷間之時間差 $\Delta t (\Delta X)$ ，此為週期

$T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ sec}$ ，頻率值 $= \frac{1}{T} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ KHz}$ ，擷取節點[b]波形。較常發生

的錯誤的地方是，只有測量半周期—游標標示在『波峰---波谷』之間。

◎擷取節點[b]—RLC 二階並聯暫態電路($\xi_p < 1$)波形：DC 耦合。

RLC 二階並聯暫態電路($\xi_p > 1$) 【R6=5.1Ω，C4=0.56uF】

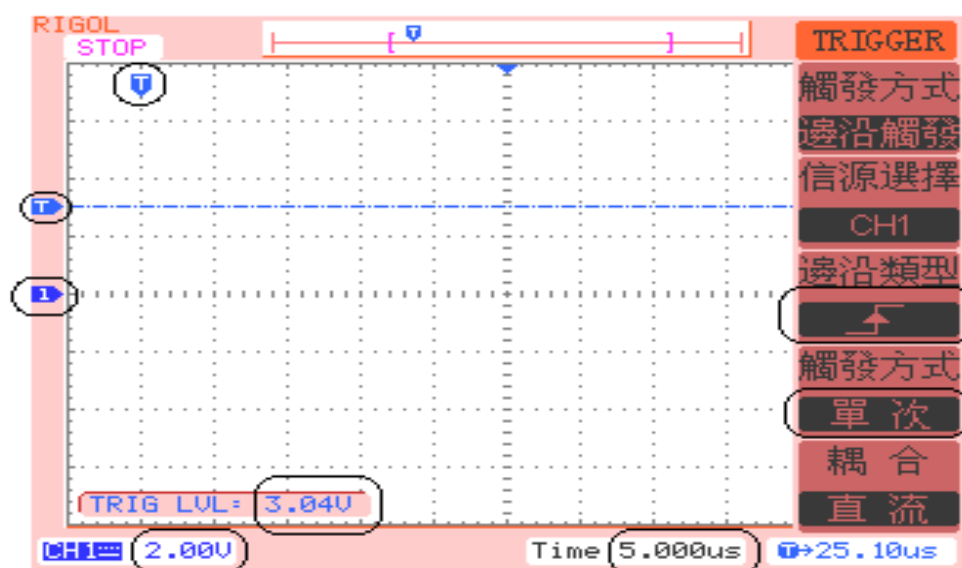


圖(7-10)：實驗電路圖(六)

4. 依據並聯阻尼公式 $\xi_p = \frac{1}{2 \times R6} \sqrt{\frac{L1}{C4}}$ ，計算阻尼、若選擇 R6=5.1Ω 電阻值，使

$$\text{得 } \xi_p = \frac{1}{2 \times R6} \sqrt{\frac{L1}{C4}} \equiv \underline{\hspace{2cm}}。$$

5. 組裝上述電路元件，如圖(7-10)。示波器的設定 5：如圖(7-11)。

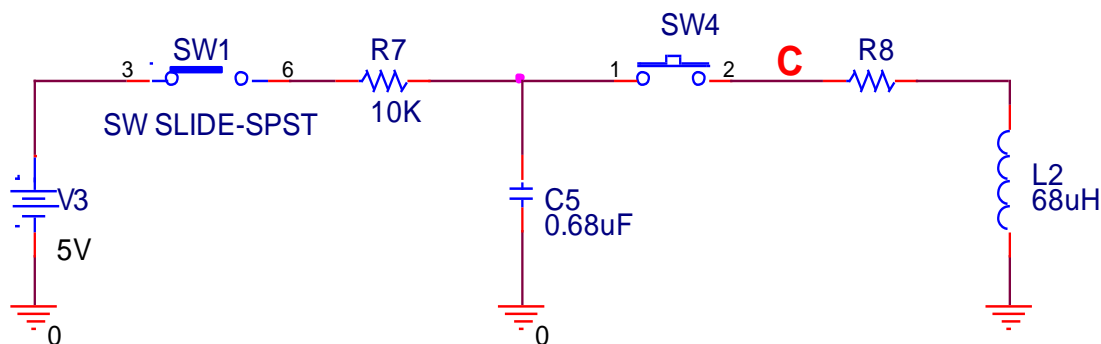


圖(7-11)：示波器設定 5

6. 充電、放電及擷取波形程序：V2=5V。指撥開關(SW1-7 ON)，充電電流路徑 V2→SW1→R4→C4，對 C4 充電，然後指撥開關(SW1-2 OFF)，按下按鍵開關 SW3，得到節點[b]波形，擷取節點[b]波形。若無法得到波形，重做充電、放電程序。『 $\xi_p > 1$ 』波形，只要直接擷取波形就可以的，不用測量實驗數據。

◎擷取節點[b]—RLC 二階並聯暫態電路($\xi_p > 1$)波形：DC 耦合。

RLC 二階串聯暫態電路($\xi_s > 1$) 【R8=1K Ω ，C5=0.68 μ F】

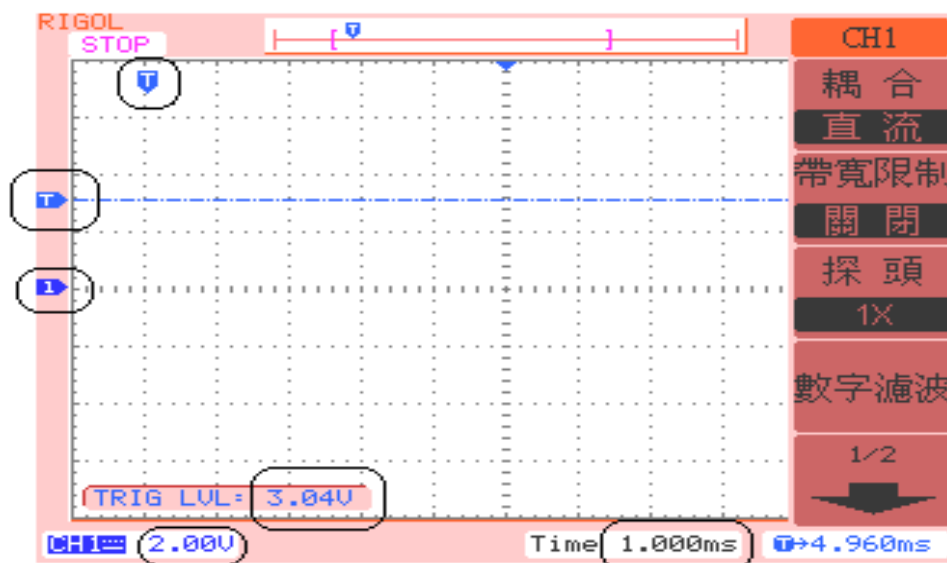


圖(7-12)：實驗電路圖(七)

7. 依據串聯阻尼公式 $\xi_s = \frac{R8}{2 \times \sqrt{\frac{L2}{C5}}}$ ，計算阻尼、若適當選擇 R8=1K Ω 電阻值，

使得 $\xi_s = \frac{R8}{2 \times \sqrt{\frac{L2}{C5}}} \equiv \underline{\hspace{2cm}}$ 。

8. 組裝上述電路元件，如圖(7-12)。示波器的設定 6：如圖(7-13)。

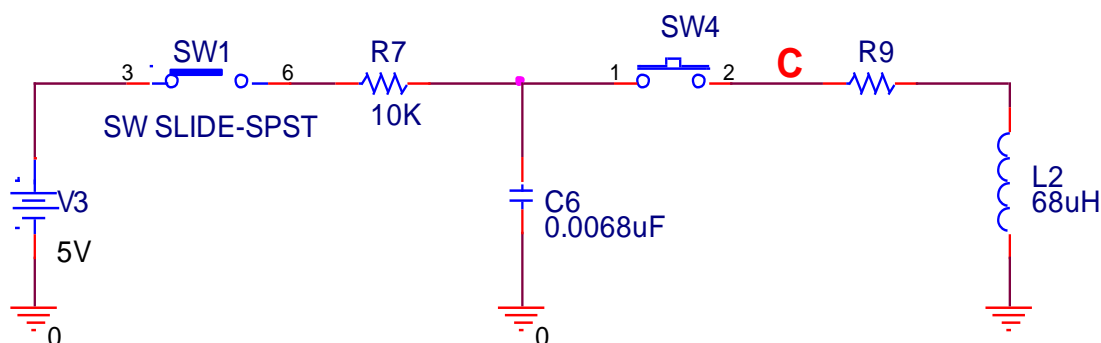


圖(7-13)：示波器設定 6

9. 充電、放電及擷取波形程序：V3=5V。指撥開關(SW1-6 ON)，充電電流路徑 V3→SW1→R7→C5，對 C5 充電，然後指撥開關(SW1-3 OFF)，按下按鍵開關 SW4，得到節點[c]波形，擷取節點[c]波形。若無法得到波形，重做充電、放電程序。

◎擷取節點[c]—RLC 二階串聯暫態電路($\xi_s > 1$)波形：DC 耦合。

RLC 二階串聯暫態電路($\xi_s < 1$) 【R9=10Ω，C6=0.0068uF】

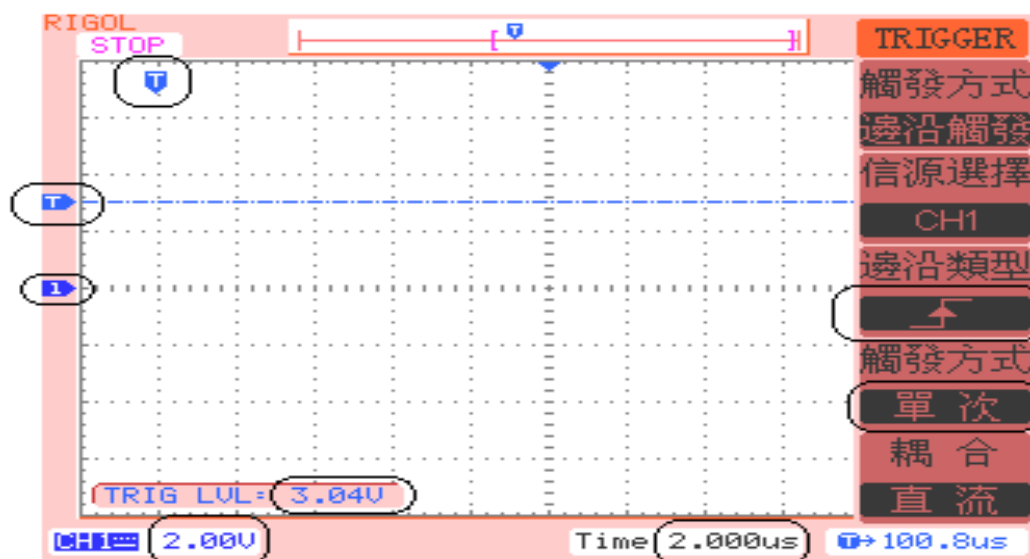


圖(7-14)：實驗電路圖(八)

10. 依據串聯阻尼公式 $\xi_s = \frac{R9}{2 \times \sqrt{\frac{L2}{C6}}}$ ，計算阻尼、若適當選擇 R9=10Ω 電阻值，

使得 $\xi_s = \frac{R9}{2 \times \sqrt{\frac{L2}{C6}}} \equiv \underline{\hspace{2cm}}$ 。

11. 組裝上述電路元件，如圖(7-14)。示波器的設定 7：如圖(7-15)。



圖(7-15)：示波器設定 7

12. 充電、放電及擷取波形程序：

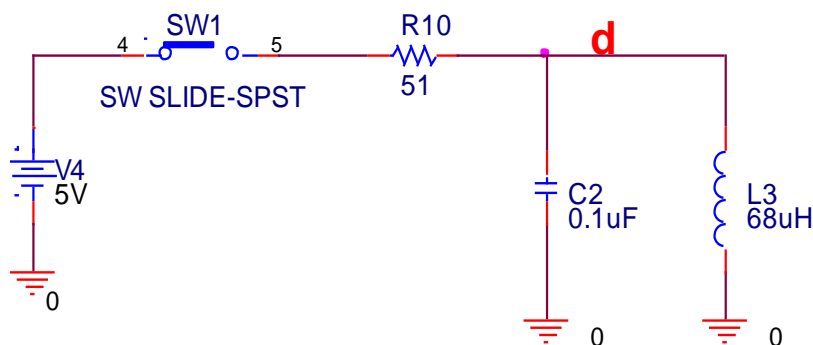
a. V3=5V。指撥開關(SW1-6 ON)，充電電流路徑 V3→SW1→R7→C6，對 C6 充電，然後指撥開關(SW1-3 OFF)，按下按鍵開關 SW4，得到節點[c] 波形。若無法得到波形，重做充電、放電程序。

b. 使用時間游標(追蹤模式)兩波峰間或兩波谷間之時間差 $\Delta t(\Delta X)$ ，此為週期

$T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ sec}$ ，頻率值 $= \frac{1}{T} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ KHz}$ ，擷取節點[c] 波形。

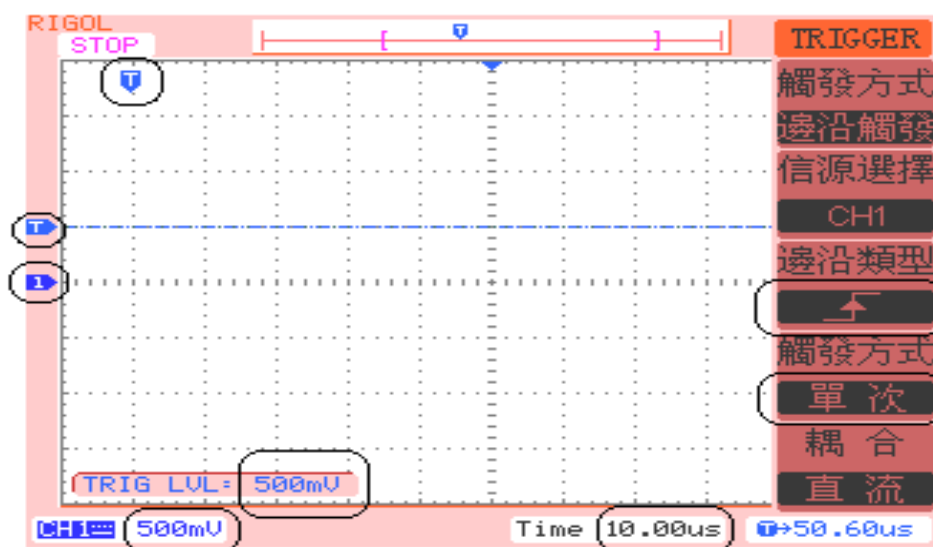
◎擷取節點[c]—RLC 二階串聯暫態電路($\xi_s < 1$) 波形：DC 耦合。

■LC 並聯暫態電路【開關 ON】



圖(7-16)：實驗電路圖(九)

1. 組裝上述電路元件，如圖(7-16)。示波器的設定 8：如圖(7-17)。



圖(7-17)：示波器設定 8

2.LC 並聯 SW1-5 ON 程序：

a. $V4=5V$ 。指撥開關(SW1-5 ON)，充電電流路徑 $V4 \rightarrow SW1 \rightarrow R10 \rightarrow C2$ 、 $L3$ 儲存電能，得到節點[d]波形。

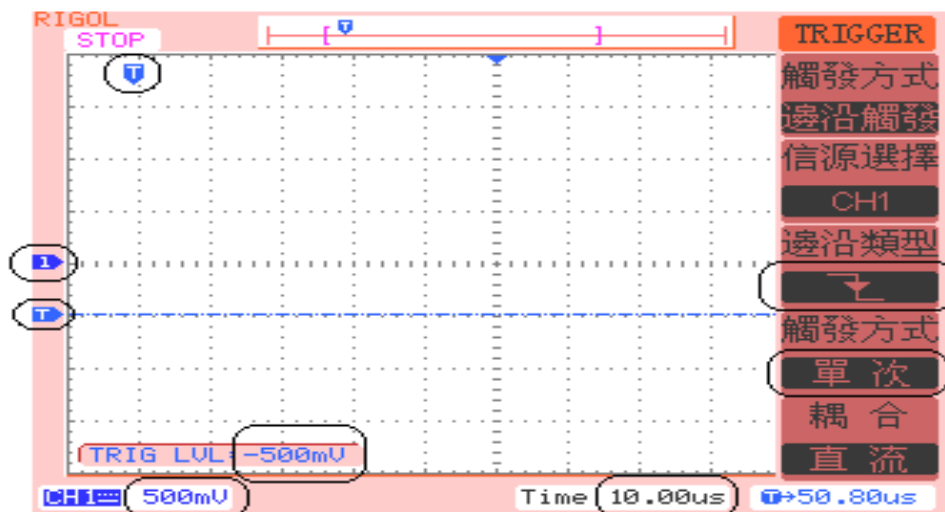
b. 使用時間游標(追蹤模式)兩波峰間或兩波谷間之時間差 $\Delta t (\Delta X)$ ，此為週期

$T = \text{_____ sec}$ ，頻率值 $= \frac{1}{T} = \text{_____ KHz}$ ，擷取節點[d]波形。

◎擷取節點[d]—LC 並聯暫態電路【開關 ON】波形：DC 耦合。

■LC 並聯暫態電路【開關 OFF】

3.示波器的設定 9：如圖(7-18)。



圖(7-18)：示波器設定 9

4.LC 並聯 SW1-4 OFF 程序：

- 如圖(7-16)，指撥開關(SW1-4 OFF)，C2、L3 釋出電能，得到節點[d]波形。
- 使用時間游標(追蹤模式)兩波峰間或兩波谷間之時間差 $\Delta t(\Delta X)$ ，此為週期

$$T = \text{_____ sec}, \text{ 頻率值} = \frac{1}{T} = \text{_____ KHz}, \text{ 擷取節點[d]波形。}$$

5.計算電感量：

- 因 LC 振盪頻率公式為 $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ，將已知之電容值 $C2=0.1\mu\text{F}$ 及所測量的

頻率值帶入上述公式，即可間接求出電感大小，由計算電感大小值=_____ uH，原 RLC Meter 所測量電感值=_____ uH。

- 計算上述誤差值=_____ %。

◎擷取節點[d]—LC 並聯暫態電路【開關 OFF】波形：DC 耦合。

六、實驗數據分析與討論

- 1.依電路理論，請說明前述實驗項目－RC 一階暫態電路中，電路元件之時間常數對充電、放電波形的影響。
- 2.經由實驗得知，電路的開關動作在 RLC 二階暫態電路會產生阻尼現象，有時會有產生突波出現，此一突波可能會對電路元件造成損害，您該如何解決此一問題？
- 3.請舉列出在工程科學應用中有那些自然諧振現象，此現象對人類將造成何種影響。

七、撰寫實驗結論與心得

八、實驗綜合評論

- 1.實驗測試說明、實驗補充資料及老師上課原理說明，是否有需要改善之處。
- 2.實驗模擬項目內容，是否有助於個人對實驗電路測試內容的了解。
- 3.實驗測量結果，是否合乎實驗目標及個人的是否清楚瞭解其電路特性。
- 4.就實驗內容的安排，是否合乎相關課程進度。
- 5.就個人實驗進度安排及最後結果，自己的評等是幾分。
- 6.在實驗項目中，最容易的項目有那些，最艱難的項目包含那些項目，並回憶一下，您在此實驗中學到了那些知識與常識。

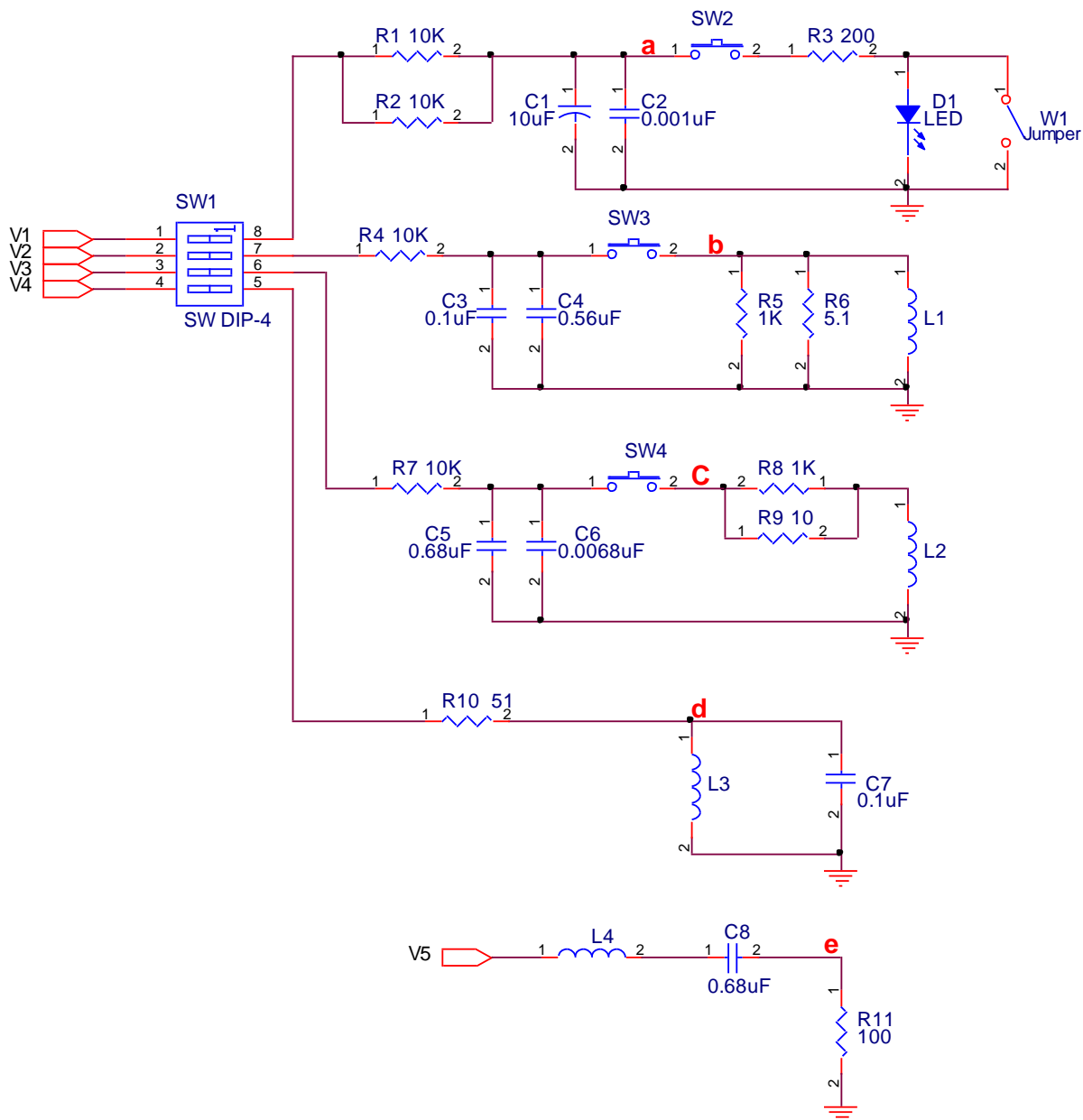
九、附上實驗進度紀錄單(照片檔)及電路板焊接組裝圖檔(照片檔)

十、參考資料來源

- [1].陳盛有,陳長安編譯,“工程電路分析”,東華書局出版,第四版,P.202～P.207,1992.
- [2].陳盛有,陳長安編譯,“工程電路分析”,東華書局出版,第四版,P.251～P.275,1992.

◎附件：ORCAD 電路圖與電路元件所使用的元件庫

※實驗電路圖－RLC 電路



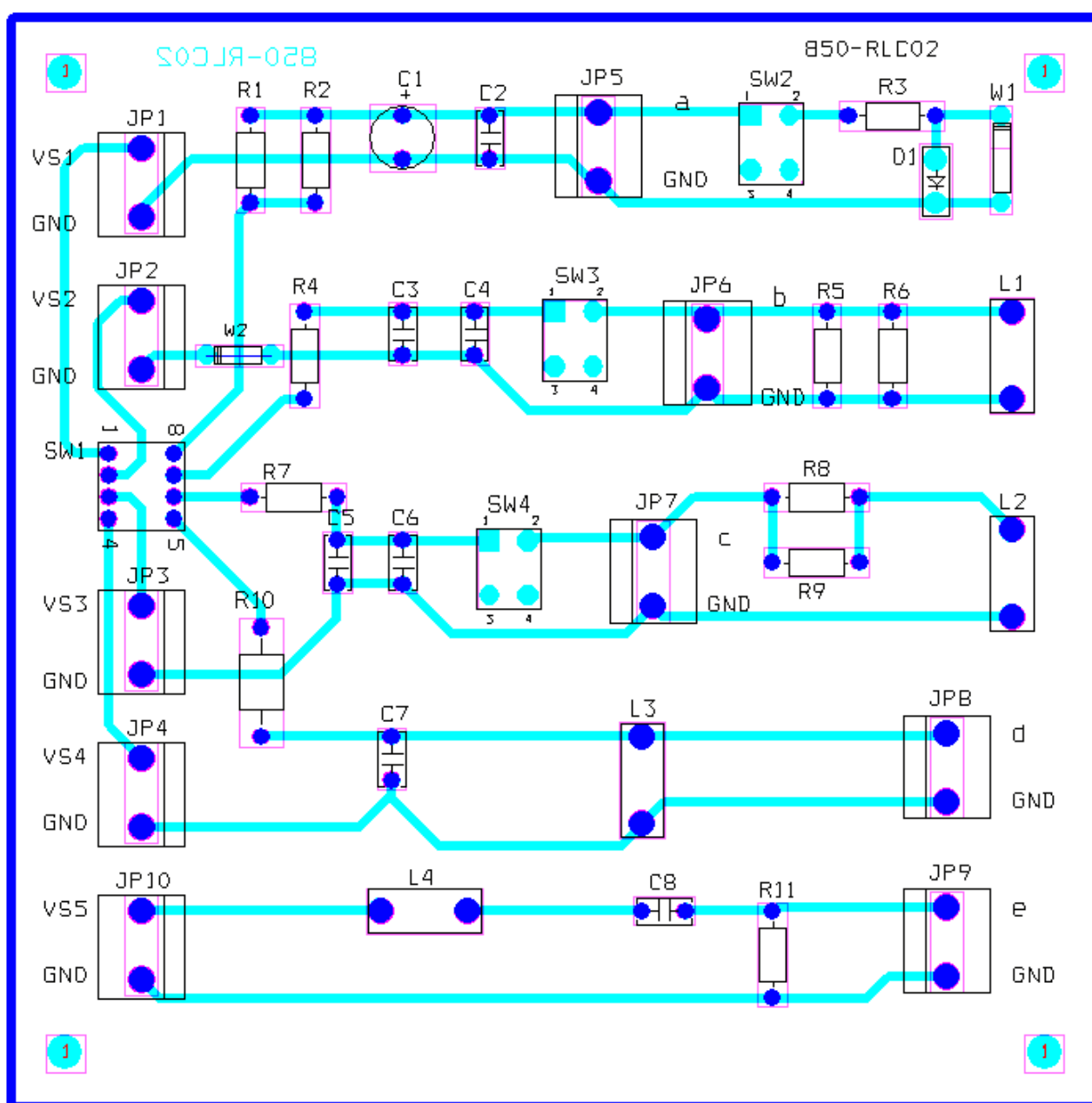
表(7-3)：實驗元件在 OrCAD 中的元件庫資料

元件名稱	使用元件庫	選用元件庫元件	電路圖編號
指撥開關	DISCRETE	SW DIP-4	SW1
按鍵開關	DISCRETE	SW Push button	SW2～SW4
發光二極體	DISCRETE	LED	D1
電感	ANALOG	L	L1～L3
電容	ANALOG	C	C2～C6

元件名稱	使用元件庫	選用元件庫元件	電路圖編號
電容	ANALOG	C_elect	C1
電阻	ANALOG	R	R1~R11
輸出、輸入端子	CAPSYM Hierarchical Port	Port right-R	V1~V4
節點編號	工具列	Place net alias	a~e

■ 實驗電路板

1. 實驗電路板一由 5 個子電路所組成，最後一項是穩態電路。



※R11、C8、C2 及 L4 不要焊接。

※再度提醒，焊接元件要注意先後順序，請依實驗步驟完成實驗。