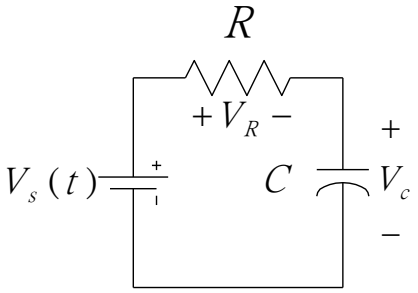
實驗四 RC、RL、RCL 電路響應

一、實驗目的：

瞭解 RC 與 RL 電路中的暫態響應和時間常數曲線。

二、原理與說明：



圖一

1、RC 電路

考慮圖一的電路，又 Vs(t)=Eu(t)

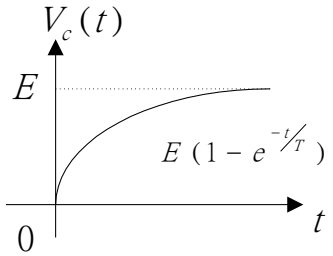
則 $\frac{1}{c}\int_0^t i(t)dt + R\cdot i(t) = Eu(t)$

以電容電荷 q 為變數

得

$$\frac{q}{C} + R\frac{dq}{dt} = Eu(t) \quad \therefore q(t) = Eu(t)C(1-e^{-t/RC})$$

$$\therefore Vc(t) = \frac{q(t)}{C} = E(1-e^{-t/T})$$，其中 T=RC



2、RL 電路

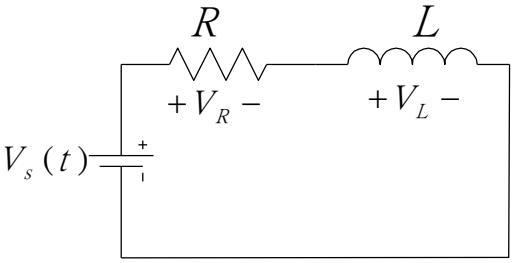
考慮圖二的電路，若 Vs(t) = Eu(t)，則

$$L\frac{di}{dt} + Ri = Eu(t) \therefore$$

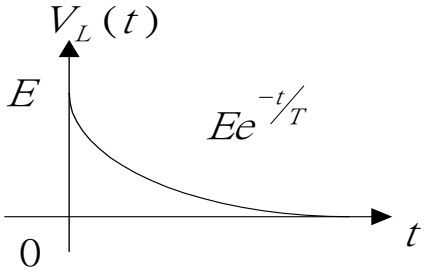
$$i(t) = \frac{E}{R}u(t)(1-e^{-Rt/L})$$

$$\therefore V_L(t) = L\frac{di}{dt} = Ee^{-t/T}$$

其中 $T = \frac{L}{R}$



圖二



三、3、RCL 電路

圖三串聯 RLC 電路之一般標準微分方程式為：

$$\frac{d^2y}{dt^2}+\frac{R}{L}\cdot\frac{dy}{dt}+\frac{1}{LC}y=f(t)/LC$$

令 $w_0=\frac{1}{\sqrt{LC}},a=\frac{R}{2L},x=\frac{a}{w_0}$

$$\frac{d^2y}{dt^2}+2xw_0\cdot\frac{dy}{dt}+w_0^2y=f(t)$$

若 $f(t)=\begin{cases}B, t>0\\ 0, t\le 0\end{cases}$ ，則

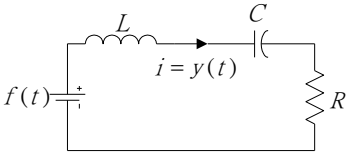
(1) $\alpha>\omega_0, \xi>1$ 過阻尼

$$S_{1,2}=-a\pm\sqrt{a^2-w_0^2}$$

$$y(t)=A_1e^{s_1t}+A_2e^{s_2t}+B, t>0$$

(2) $\alpha=\omega_0, \xi=1$ 臨界阻尼

$$y(t)=e^{-at}(A_1+A_2t)+B, t>0$$



圖三

(3) $0<\alpha<\omega_0, 0<\xi<1$ 欠阻尼

if $w_0^2>a^2$ 會發生 ω_d

$$S_{1,2}=-a\pm j\sqrt{a^2-w_0^2}=-a\pm jw_d$$

$$y(t)=A_1e^{-at}\cos w_dt+A_2e^{-at}\sin w_dt+B, t>0$$

$w_d=\sqrt{w_0^2-a^2}$ (阻尼頻率)

四、實驗器材：

電阻：470Ω ×1，2KΩ ×1

電容：0.1μF×1, 22μF×1, 1μF×1

電感：0.1 H×1

信號產生器，示波器。

五、實驗步驟：

工作 1、RC 電路

(1) 依圖一接線，其中 R = 470Ω ，C = 0.1μF ，Vs(t)為±5V、1KHZ 的方波。

(2) 以示波器的 CH1(輸入 1)觀察 Vs(t)的波型，同時以 CH2 觀察 Vc 的波型，記錄一個充電與放電週期中每隔 0.5T 的 Vc 值於表一，其中 T 為時間常數。

(3) 以 CH2 觀察 V_R 的波型，記錄一個充電與於放電週期中每隔 1τ 的 V_R 值於表一，其中 T 為時間常數。(調整 time scale 以 cursor 觀測之)

(4) 將(2)與(3)中示波器所顯示的波型記錄下來。(需含:電壓精度、時間精度)

表 一

τ =RC=47u sec note ≒ 50 us

t	0τ	τ	2τ	3τ	4τ	5τ
Vc						
V_R						

工作 2、RL 電路

(1)依圖二接線，其中 R = 2KΩ ，L = 0.1H ，Vs(t)為±5V、1KHZ 的方波。

(2)以示波器的 CH1 觀察 Vs(t)的波型，同時以 CH2 觀察 V_L 之波型，記錄一個充電與放電週期中每隔 1τ 的 V_L 值，記錄於表二，其中 T 為時間常數。

(3)以 CH2 觀察 V_R 的波型，記錄一個充電與放電週期中每隔 1τ 的 V_R 值，其中 T 為時間常數。(調整 time scale 以 cursor 觀測之)

(4)將(2)與(3)中示波器所顯示的波型記錄下來。

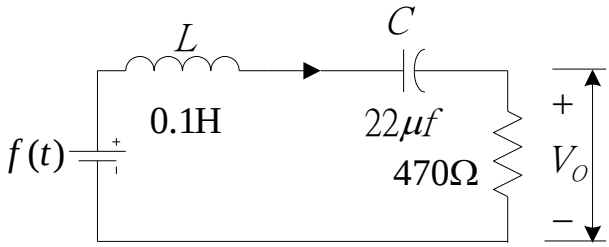
(5)將 Vs(t)改為±5V1KHZ 的正弦波，並記錄示波器所示 V_L 之波型。

表　二

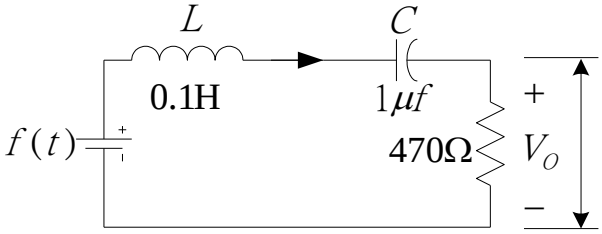
τ =L/R=50u sec

t	0τ	τ	2τ	3τ	4τ	5τ
V_L						
V_R						

工作 3、RLC 電路



圖四(a)



圖四(b)

(1)依圖四(a)(b)電路連接 RCL 電路。

(2)以波形產生器輸出 f(t)為±5V、1KHZ 的方波，以示波器 CH1 觀測此方波，並以 CH2 觀測 Vo 之波形。

(3)將 Vo 之波形記錄下來，並做α 及 ω_0 之實驗值與理論值之比較。

五、問題與討論：

1、觀察 RC 電路及 RL 電路的波型，其週期是否與理論值符合？

2、比較圖四(a)、圖(b)之 Vo 波形，試說明其不同及分析原因。

3、若將工作 1 的 Vs(t)由方波改為正弦波，其有何效應產生?試討論及說明。