

電子電路實驗 5: RC 與 RL 電路之步級響應

實驗結報

B02901178 江誠敏

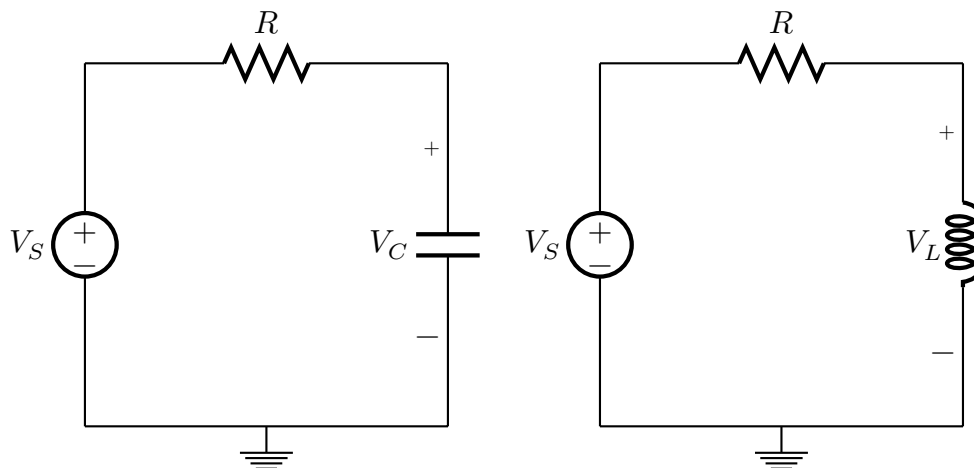
2014/09/21

1 實驗目的

步級響應 (step response) 在線性系統中是一項非常有用的特性，本實驗將研究一次線性電路 (first-order circuit)，即常見的 RC、RL 電路的步級響應。

2 實驗步驟

1. 利用 LCR 計，記錄所使用的各個電容以及電感的確實量值；利用電表記錄固定電阻的量值。
2. 連接電路如下圖，其中 $C = 0.1$ ， R 為 10 可變電阻， V 為低電位差 -5 ，高電位差 $5V$ ，頻率 $500Hz$ 之方波。
3. 使用示波器觀察在不同電阻值時 v_C 及 v_R 的波形，並記錄方波電位由 $-5V$ 變為 $5V$ 與 v_C 電位達到 $1.32V$ 的時間差。
4. 連接電路如圖，其中 $L = 10\text{ mH}$ ， R 為 $5k\Omega$ 可變電阻， v 為低電位差 $-5V$ ，高電位差 $5V$ ，頻率 $50kHz$ 之方波。
5. 使用示波器觀察在不同電阻值時 v_L 及 v_R 的波形，並記錄方波電位由 $-5V$ 變為 $5V$ 與 v_R 電位達到 $1.32V$ 的時間差。



3 預報問題

1. 請推導實驗中使用的一次電路步級響應的理論值 (二個圖都要推導)。

由 Kirchhoff's circuit laws 有

$$V_S - iR - \frac{q}{C} = 0$$

由上式可以得出一個關於 q 的微分方程

$$V_S - R \frac{dq}{dt} - \frac{q}{C} = 0$$

此微分方程的解為

$$q = V_S C (1 + ce^{-t/RC})$$

其中 c 為一待定常數。注意到在上一個週期，電容已經被充電成端電壓為 $-V_S$ ，因此

$$-V_S C = q(0) = V_S C (1 + c)$$

因此可知

$$c = -2$$

從而我們可以得知電容的端電壓為

$$V_C = V_S (1 - 2e^{-t/RC})$$

電感的情況類似，由 Kirchhoff's circuit laws 有

$$V_S - \frac{di}{dt} R - iR = 0$$

此微分方程的解為

$$i = \frac{V_S}{R} (1 + ce^{-Rt/L})$$

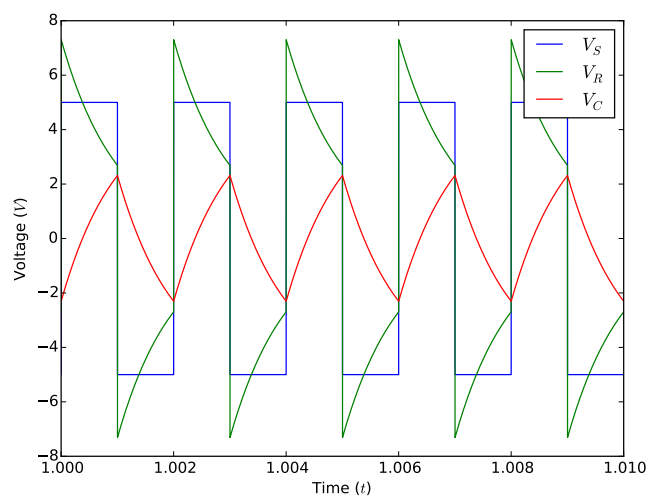
其中 c 為一待定常數。注意到在上一個週期末時，電流為 $-\frac{V_S}{R}$ ，而電流必需連續，否則電感的電壓會到無限大。因此 $c = -2$

$$i = \frac{V_S}{R} (1 - 2e^{-Rt/L})$$

$$V_L = 2V_S e^{-Rt/L}$$

2. 請使用 PSpice 或者其他電路模擬軟體模擬實驗中使用的一次電路。

- RC 電路



- RL 電路

