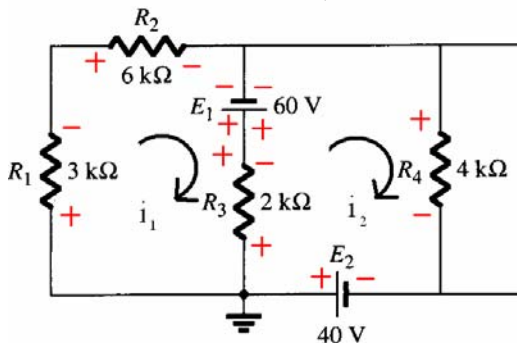
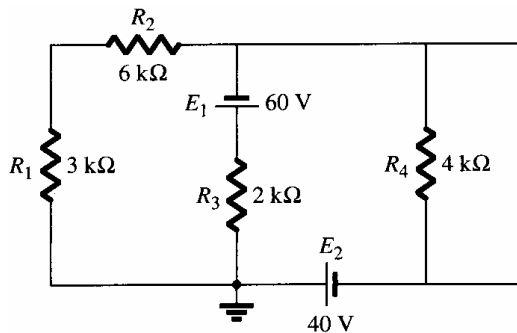
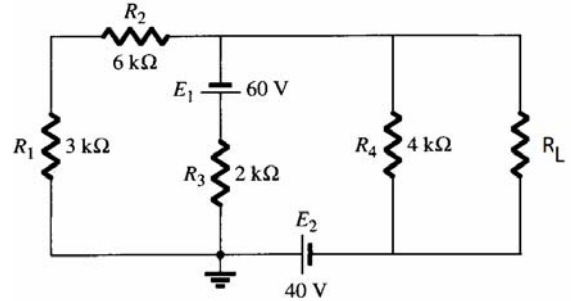


## 生物產業機電工程學系電工學第一次考試解答

學號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

### Problem 1 30%

要讓負載 (Load)  $R_L$  得到最大功率 (Maximum power)，負載  $R_L$  的電阻值 (Resistance)？最大的功率值多少？【提示：Thévenin network 與 Mesh analysis 整合題，合併第四、五次隨堂練習題】【記得參考課堂上的說明，有秩序的在電路上標註符號，寫出方程式，代入數字，....計算。】



求 Source 端的戴維寧等效

$$R_{Th} = (R_1 + R_2) // R_3 // R_4 = \frac{36}{31} \text{ k}\Omega = 1.162 \text{ k}\Omega$$

接著求開口端的電壓，該電壓等於跨越  $R_4$  的電壓。

利用 mesh analysis 求  $i_2$ ，求  $i_2 \times R_4$  即為  $E_{TH}$

Mesh 1

$$-I_1 R_1 - I_1 R_2 + E_1 - (I_1 - I_2) R_3 = 0$$

Mesh 2

$$-(I_2 - I_1) R_3 - E_1 - I_2 R_4 + E_2 = 0$$

$$\rightarrow -I_1 (R_1 + R_2 + R_3) - I_2 R_3 = E_1$$

$$-I_1 R_3 + I_2 (R_3 + R_4) = E_2 - E_1$$

$$I_1 = 5.161 \text{ mA} \quad I_2 = -1.613 \text{ mA}$$

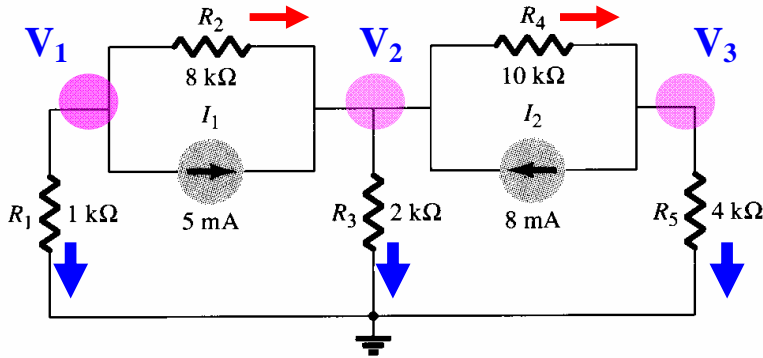
$$E_{TH} = i_2 \times R_4 = 6.452 \text{ V}$$

要獲得最大功率  $R_L = R_{Th} = 1.162 \text{ k}\Omega$

$$\text{最大的功率值 } P_{max} ? P_{max} = \left( \frac{E_{TH}}{R_{Th} + R_L} \right)^2 R_L = 8.956 \text{ mW}$$

### Problem 2 30%

求流經  $R_1$ 、 $R_3$ 、 $R_5$  的電流，並指出電流流向（建議利用 Nodal analysis）。【記得參考課堂上的說明，有秩序的在電路上標註符號，寫出方程式，代入數字，....計算。】



Node 1

$$-\frac{V_1}{R_1} - \frac{V_1 - V_2}{R_2} - I_1 = 0$$

Node 2

$$\frac{V_1 - V_2}{R_2} + I_1 - \frac{V_2}{R_3} - \frac{V_2 - V_3}{R_4} + I_2 = 0$$

Node 3

$$\frac{V_2 - V_3}{R_4} - I_2 - \frac{V_3}{R_5} = 0$$

$$V_1 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - V_2 \left( \frac{1}{R_2} \right) = -I_1$$

$$\rightarrow -V_1 \left( \frac{1}{R_2} \right) + V_2 \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) - V_3 \left( \frac{1}{R_4} \right) = I_1 + I_2$$

$$V_2 \left( \frac{1}{R_4} \right) - V_3 \left( \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \right) = I_2$$

$$1.125\text{mS} \cdot V_1 - 0.125\text{mS} \cdot V_2 + 0 = -5\text{mA}$$

$$\rightarrow -0.125\text{mS} \cdot V_1 + 0.725\text{mS} \cdot V_2 - 0.1\text{mS} \cdot V_3 = 13\text{mA}$$

$$0.1\text{mS} \cdot V_2 - 0.35\text{mS} \cdot V_3 = 8\text{mA}$$

$$\rightarrow V_1 = -2.791\text{V} \quad V_2 = 14.884\text{V} \quad V_3 = -18.645\text{V}$$

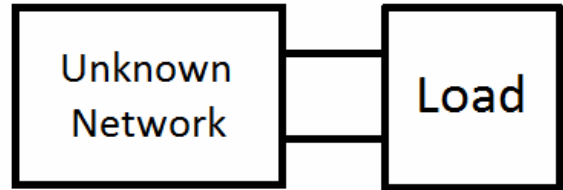
流經  $R_1$  的電流為 **2.791 mA** (向上)

流經  $R_3$  的電流為 **7.442 mA** (向下)

流經  $R_5$  的電流為 **4.651 mA** (向上)

### Problem 3 30%

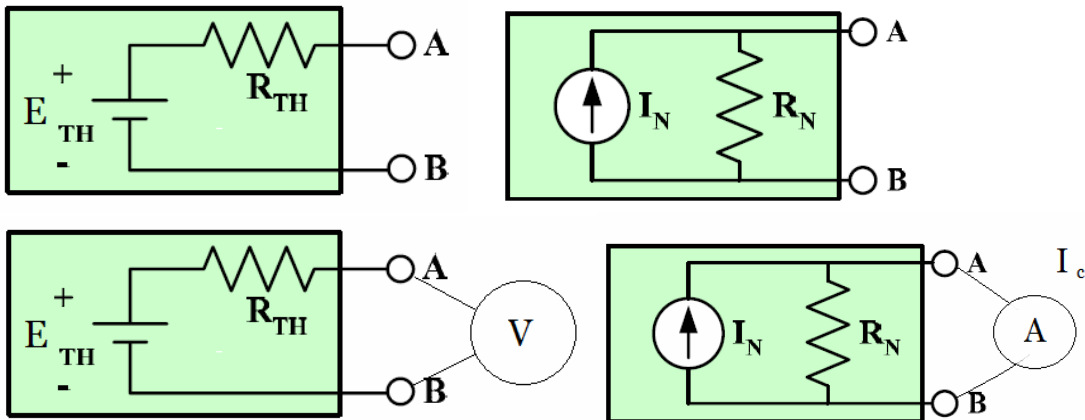
1. 有一個連接負載 (Load) 的未知電路 (Unknown network)。請說明如何利用伏特計 (Voltmeter)、電流計 (Ammeter) 來決定未知電路的電阻值  $R$ ? 說明時請把未知電路與伏特計、電流計的連接關係用圖形表示。為了讓大家使用的符號一致, 以  $V_O$  表示伏特計測得的電壓, 以  $I_C$  表示電流計測得的電流。



2. 如果這個伏特計並非理想伏特計, 而是具有內部電阻  $R_{VM}$ 、電流計也非理想電流計, 而是具有內部電阻  $R_{AM}$ , 若伏特計測得的電壓是  $V_O$ , 電流計測得的電流是  $I_C$ , 請表示未知電路的電阻值  $R_M$ 。

3. 請問在什麼條件下,  $R$  與  $R_M$  會最為接近。

1.



未知電路的電阻值  $E_{TH} = V_O$ ,  $I_N = I_C \rightarrow R = E_{TH} / I_N = V_O / I_C$

2.

$$I_C = I_N \left( \frac{R_M}{R_{AM} + R_M} \right) \quad V_O = E_{TH} \left( \frac{R_{VM}}{R_{VM} + R_M} \right)$$

$$I_N = I_C \left( \frac{R_{AM} + R_M}{R_M} \right) \quad E_{TH} = V_O \left( \frac{R_{VM} + R_M}{R_{VM}} \right)$$

$$R_M = \frac{E_{TH}}{I_N} = \frac{V_O}{I_C} \frac{R_{VM} + R_M}{R_{VM}} \frac{R_M}{R_{AM} + R_M} \rightarrow R_M = \frac{R_{VM} R_{AM} - R \cdot R_{VM}}{R - R_{VM}}$$

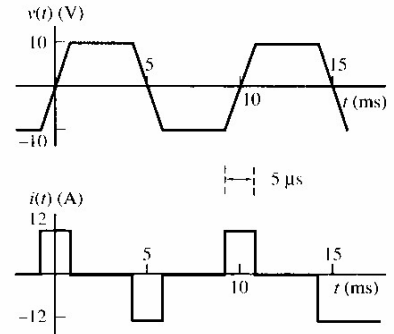
3. 當  $R_{VM} \rightarrow \infty$  且  $R_{AM} \rightarrow 0$  時,  $R_M \rightarrow R$

**Problem 4 15%**

1. 右圖所示是跨越理想電容器 (ideal capacitor) 的電壓與流過的電流，請求出該理想電容器的電容量 (capacitance)。

$$i_C = C \frac{dv_c}{dt} \quad 12A = C \frac{20V}{5\mu s}$$

**C = 3μF**



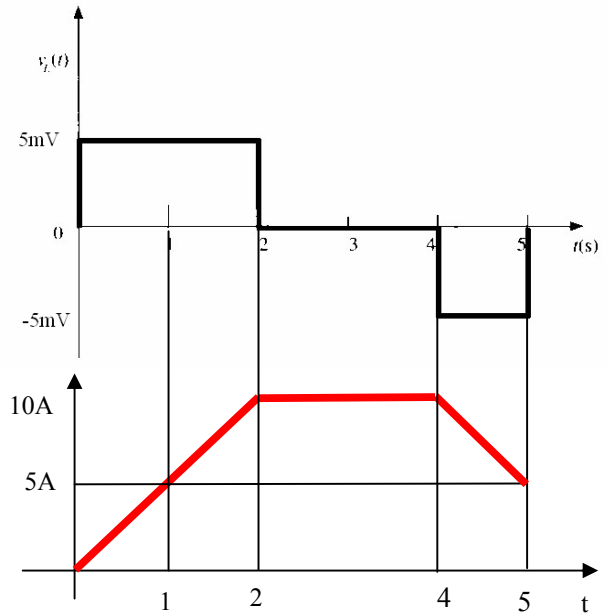
2. 右圖所示是跨越理想電感器 (ideal inductor) 的電壓，該電感器的電感值為 1 mH，請並畫出流經電感器的電流。假設 initial condition  $i_L(0) = 0A$ .

$$i_L(t) = \frac{1}{L} \int_0^t v_L(t) dt + i_L(0)$$

$$0 < t < 2 \text{ s} \quad i_L(t) = \int_0^2 5 dt + 0A$$

$$2s < t < 4 \text{ s} \quad i_L(t) = 10A$$

$$4s < t < 5 \text{ s} \quad i_L(t) = \int_4^5 -5 dt + 10A$$



3. 一理想電容器的電容值為 1,000 μF，流經電容器的電流為

$$\text{Capacitor current } i_C(t) = \begin{cases} 0 & t < 0s \\ 10mA & 0 \leq t \leq 1s \dots\dots \\ 0 & t > 1s \end{cases} \quad \text{initial condition } v_C(t = 0) = 2V$$

請畫出流經電容器的電流與跨越電容器的電壓  $v_C$

