

# 生物產業機電工程學系電工學解答

第一階段考試 (2012 年 3 月 28 日)

姓名：\_\_\_\_\_ 學號：\_\_\_\_\_

我已閱讀提示：請參照課堂所提供的例題與作業解答，詳列計算過程，包括先列出含有變數符號的式子，再代入數值。基於解題需要，建議把電路抄寫到答卷上。

**題一：**求圖 1 所示電路中，跨越電流源的電壓降  $V_s$ 。15%

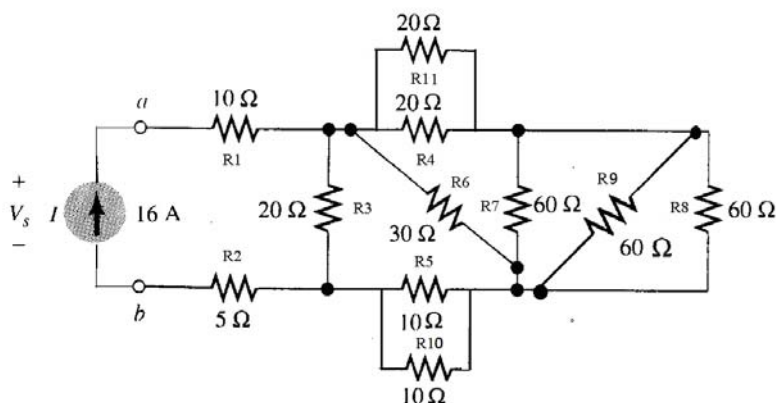


圖 1

$$R_T = (((R_8 // R_9 // R_7) + (R_4 // R_{11})) // R_6 + (R_5 // R_{10})) // R_3 + R_1 + R_2 = 25 \Omega \quad (10\%)$$

$$V_s = R_T \times I = (25 \Omega)(16A) = 400 V \quad (5\%)$$

**題二：**使用安培計 (ammeter) 與伏特計 (voltmeter) 用來量測電路 (圖 2) 的電流  $I_3$  與電壓  $V_4$ 。40%

- 安培計與伏特計如何接上電路，請畫出來。5%
- 若使用的安培計與伏特計皆為「理想」者，則量出的電流  $I_3$  與電壓  $V_4$  分別是多少？15%
- 使用的伏特計非理想，而具有內部阻，其內部電阻的額定 (rating) 為 1000 ohm-per-volt；若將伏特計的 scale 設定在 50 V，然後用它來量跨越 4-k $\Omega$  的電阻器 ( $R_4$ ) 的電壓降，則伏特計上顯示的電壓值是多少？10%
- 使用的電流計非理想，而具有內部阻，其內部電阻的額定 (rating) 為 5000 ohm-per-amp；若將電流計的 scale 設定在 20 mA，然後用它來量流經 4-k $\Omega$  的電阻器 ( $R_4$ ) 的電流，則電流計上顯示的電流值是多少？10%

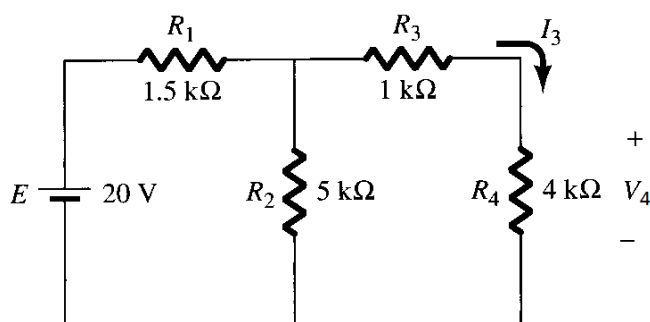
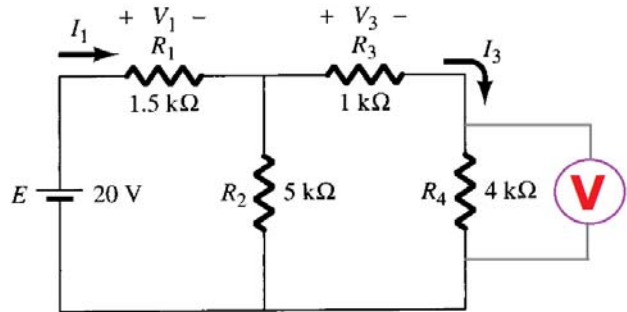
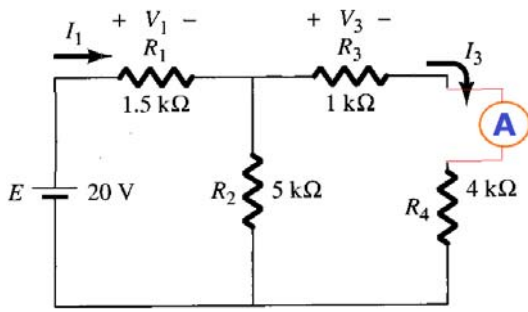


圖 2

**a. 5% (每一題 2.5%)**



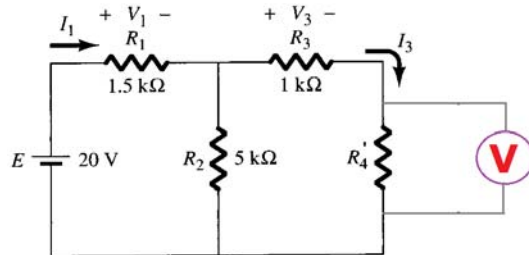
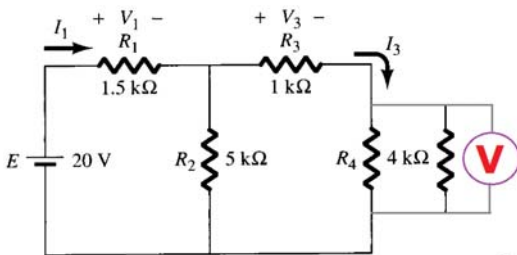
**b. 15% (ammeter 與 voltmeter 皆為理想)**

先求  $R_T$ ，再求  $I_1$ ，最後求  $I_3$

$$R_T = ((R_4 + R_3) // R_2) + R_1 = 4k\Omega \quad I_1 = \frac{E}{R_T} = \frac{20V}{4k\Omega} = 5mA$$

$$I_3 = I_1 \times \frac{R_2}{R_2 + R_3 + R_4} = 2.5mA \quad V_4 = I_3 \times R_4 = 10V$$

**c. 10% (voltmeter 有內部電阻  $R_V$ )**



The ohm-per-volt rating of voltmeter is  $1000\Omega/V$ ，若把伏特計的 scale 設定於 50V，則伏特計的內部電阻  $R_V$  為  $50k\Omega$

$$R_4' = R_4 // R_V = 4k\Omega // 50k\Omega = 3.704k\Omega$$

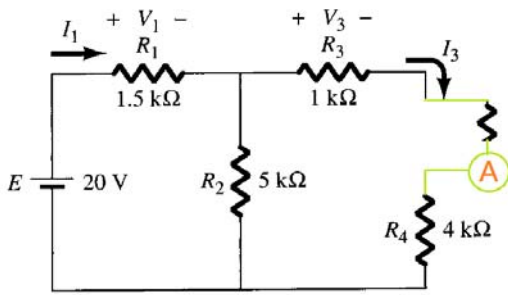
先求  $R_T$ ，再求  $I_1$ ，最後求  $I_3$

$$R_T = ((R_4' + R_3) // R_2) + R_1 = 3.924k\Omega \quad I_1 = \frac{E}{R_T} = \frac{20V}{3.924k\Omega} = 5.097mA$$

然後，利用 current divider rule

$$I_3 = I_1 \times \frac{R_2}{R_4' + R_3 + R_2} = 2.626mA \quad V_4 = I_3 \times R_4' = I_3 \times \frac{R_4 \times R_V}{R_4 + R_V} = 9.73V$$

**d. 10% (ammeter 有內部電阻  $R_V$ )**



The ohm-per-amp rating of ammeter is  $5000\Omega/\text{A}$ ，若把電流計的 scale 設定於 20 mA，則電流計的內部電阻  $R_a$  為  $100\Omega$ ；

先求  $R_T$ ，再求  $I_1$ ，最後求  $I_3$

$$R_T = ((R_4 + R_a + R_3) // R_2) + R_1 = 4.025\text{k}\Omega \quad I_1 = \frac{E}{R_T} = \frac{20\text{V}}{4.025\text{k}\Omega} = 4.969\text{mA}$$

然後，利用 current divider rule

$$I_3 = I_1 \times \frac{R_2}{R_a + R_3 + R_2} = 2.46\text{mA}$$

**題三：** A 12-V supply has an internal resistance of  $0.05\Omega$ . An applied load of  $1\Omega$  draws the full-load current from the supply. What is the percent voltage regulation of the supply? 10%

$$V_{FL} = \frac{E}{R_s + R_L} \times R_L = \frac{12\text{V}}{0.05\Omega + 1\Omega} \times 1\Omega = 11.429\text{V}$$

$$V_{NL} = 12\text{V}$$

$$\text{VR} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100\% = 5\%$$

**題四：** 利用 mesh current method 求出電路（圖 4）中的  $I_1$  與  $I_2$ （請利用課堂所介紹的程序，逐步寫出方程式，並解出方程式。） 20%

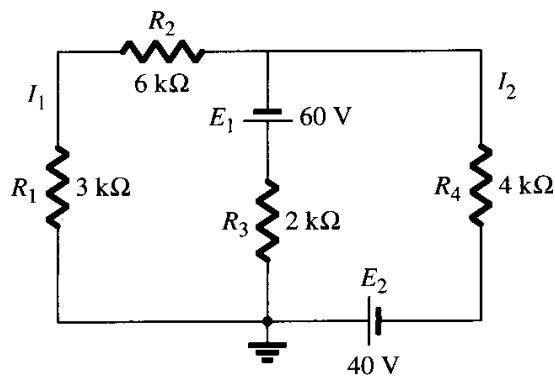


圖 4

**STEP 1.** 決定 mesh 數量、劃出 mesh current 並標示環繞 mesh 上的元件極性（正負）

**STEP 2.** 寫出 mesh equations

Mesh#1

$$-I_1R_1 - I_1R_2 + E_1 - (I_1 - I_2)R_3 = 0$$

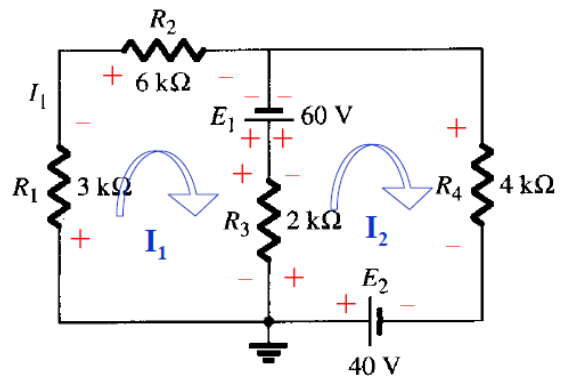
Mesh#2

$$-(I_2 - I_1)R_3 - E_1 - I_2R_4 + E_2 = 0$$

**STEP 3.** 整理 mesh equations

$$I_1(R_1 + R_2 + R_3) - I_2R_3 = E_1$$

$$-I_1R_3 + I_2(R_3 + R_4) = E_2 - E_1$$



**STEP 4.** 代入數值

$$11kI_1 - 2kI_2 = 60$$

$$-2kI_1 + 6kI_2 = -20$$

**STEP 5.** 解方程式

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 60 & -2k \\ -20 & 6k \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 11k & -2k \\ -2k & 6k \end{vmatrix}} = 5.161\text{mA} \quad I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 11k & 60 \\ -2k & -20 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 11k & -2k \\ -2k & 6k \end{vmatrix}} = -1.613\text{mA}$$

**題五：**利用 nodal voltage method 寫出電路（圖 5）的 nodal equations（請利用課堂所介紹的程序，逐步寫出方程式，不用解。） 15%

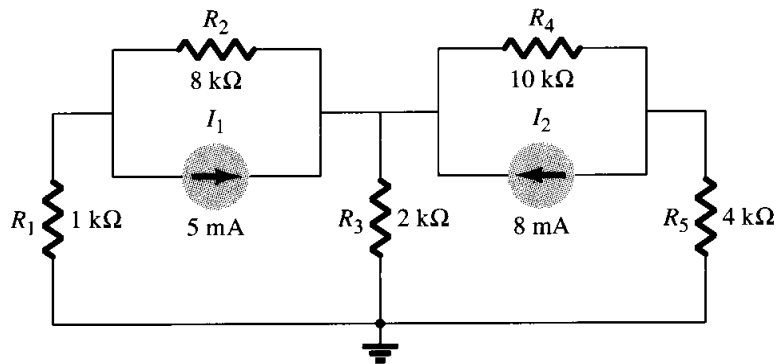
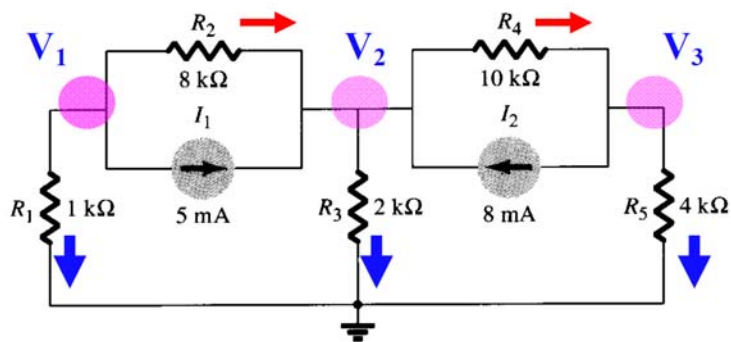


圖 5

**STEP 1.** 決定 node 數量、劃出 nodal voltage 並標示進出 node 的電流方向（branch）



STEP 2. 寫出 nodal equations

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

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

STEP 3. 整理 nodal equations

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

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

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

STEP 4. 代入數值

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

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

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