

實驗四 歐姆定律實驗

實驗目的：認識歐姆定律之意義。

相關知識一：歐姆定律(Ohm's Law)

電阻器定義為一種電壓與電流直接成比例的兩端元件，其比率關係如下：

$$V = RI \quad (1)$$

式中 V 為電壓、 I 為電流， R 為一比率常數，即為電阻器之電阻值。

公式(1)為著名的歐姆定律，為德國物理學家歐姆所發表的重要定律，電阻 R 可以下式表示之：

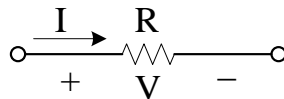
$$R = \frac{V}{I} \quad (2)$$

它的單位為伏特／安培，定義為歐姆，也就是 1 歐姆等於 1 伏特／安培。

電阻符號

代表歐姆的符號為希臘字母 Ω (omega)，因此： $1\Omega = 1$ 伏特／安培 (3)

下圖則是電阻的電路符號：

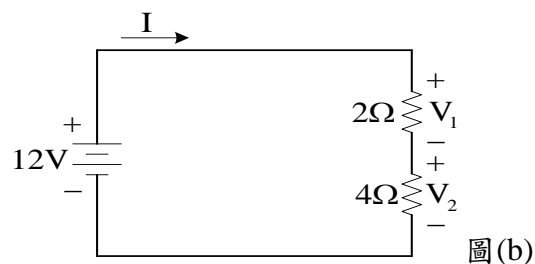


圖(a)

串聯電路 (Series Circuits)

最簡單的電路型式為將所有元件連續連結在一起，一元件一端點和另一元件的端點連接，此元件另一端再和另一元件的一端點連結，因而使電路中僅有一電流通過所有元件。元件以此方式連結在一起稱為串聯元件或稱為以串聯方式連結。一電路是由簡單環路的串聯連接元件所組成的稱為串聯電路。

電路分析



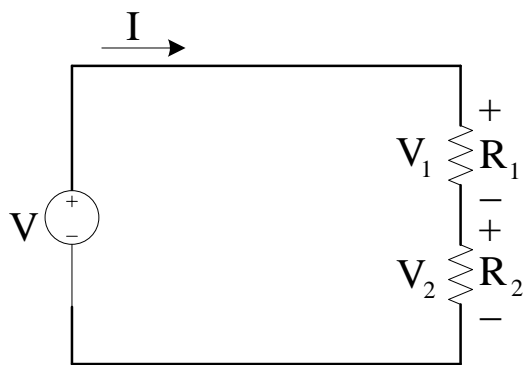
圖(b)

首先，我們知道 $V_1 + V_2 = 12$ (4)

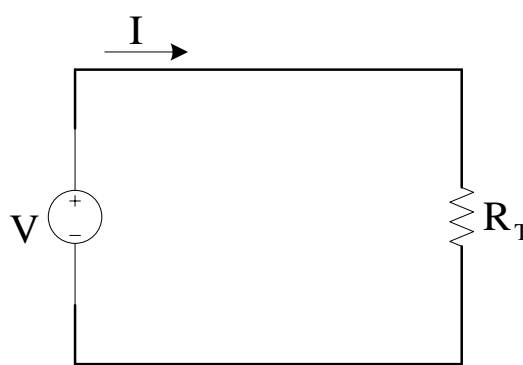
利用歐姆定律求得 IR 壓降 $V_1 = 2I$ (5)
 $V_2 = 4I$

將(5)式代入(4)式得 $2I + 4I = 12$ 可得電流為 $I = 2$ 安培
 $\Rightarrow 6I = 12$

兩電阻器串聯電路之一般狀況



圖(c)



圖(d)

圖(c)由於電壓源等於所有 IR 壓降之和，可得下式：
 $V = V_1 + V_2 = R_1I + R_2I$
 $\Rightarrow V = (R_1 + R_2)I$

故可求出電流 I 為 $I = \frac{V}{R_1 + R_2}$ (6)

圖(d)中我們假設有一電阻 R_T 在相同電壓 V 時，兩電路有相同之電流 I ，則兩電路稱為等效電路。圖(d)中的電流 I 為 $I = \frac{V}{R_T}$ (7)

比較(6)式和(7)式可得 $R_T = R_1 + R_2$ (8)

之關係式，而 R_T 為 R_1 和 R_2 串聯之等效電阻，其值只需將串聯電阻相加即可。

等效電阻之一般狀況

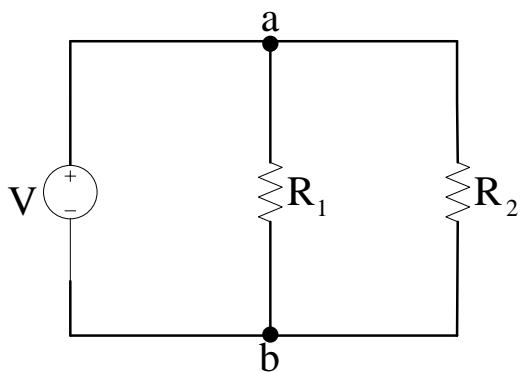
當假設有 N 個電阻之串聯電路，利用(8)之結果可推得 N 個串聯電阻之等效電阻為 $R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_N$ (9)

故可知，任何數目電阻之串聯電路的等效電阻，是把所有電阻相加而獲得。

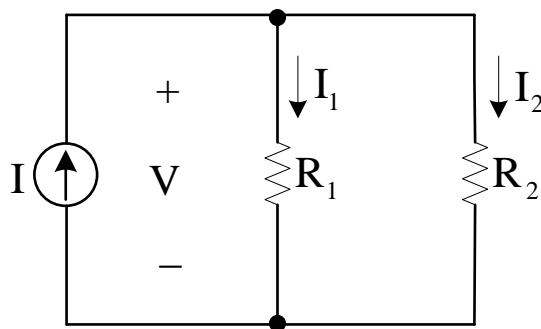
並聯電路 (Parallel Circuits)

除了串聯電路外，其他簡單電路為並聯電路。並聯電路是把所有元件連接於相同兩端點所組成。換句話說，每一元件具有共同的兩端點。

電路分析



圖(f)

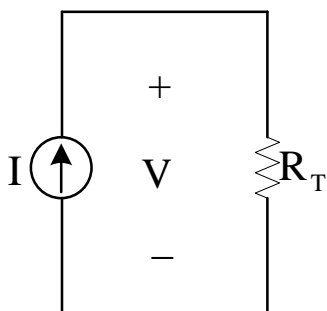


圖(g)

圖(g)由於 $I_1 = \frac{V}{R_1}$ $I_2 = \frac{V}{R_2}$ (10)

且 $I = I_1 + I_2$ ，故可求出電流 I 為 $I = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} \Rightarrow I = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) V$

(11) 並聯電阻



圖(h)

圖(h)中我們假設有一電阻 R_T 在相同電流 I 下產生相同之電壓 V 。因此使用歐姆定律可得 $I = \frac{1}{R_T} V$ (12)

比較(11)式和(12)式可得 $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_T = \frac{1}{1/R_1 + 1/R_2}$ (13)

以上方程式(13)可改寫為 $\frac{1}{R_T} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$ 或 $R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ (14)

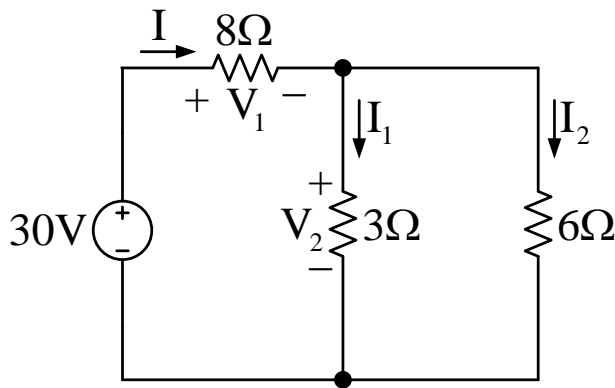
因此，兩電阻並聯之等效電阻是兩電阻的乘積除以兩電阻之和。

等效電阻之一般狀況

當假設有 N 個電阻之並聯電路，利用(14)之結果可推得 N 個並聯電阻之等效

$$\text{電阻為 } \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \quad (15)$$

換句話說，等效電阻 R_T 的倒數為所有個別電阻倒數之和。

串並聯混合電路的例子

圖(i)

3Ω 和 6Ω 並聯，其等效電阻為 $\frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega$

這 2Ω 和 8Ω 串聯，所以可得 $R_T = 2 + 8 = 10\Omega$ 因此電流 I 為 $I = \frac{30}{10} = 3$ 安培

利用歐姆定律求出 $V_1 = 8I = 8 \times 3 = 24$ 伏特

又因為 $V_1 + V_2 = 30$ ，可得 $V_2 = 30 - V_1 = 30 - 24 = 6$ 伏特

利用歐姆定律得 $I_1 = \frac{V_2}{3} = \frac{6}{3} = 2$ 安培、 $I_2 = \frac{V_2}{6} = \frac{6}{6} = 1$ 安培

且 $I = I_1 + I_2$ ，可得 $I_2 = I - I_1 = 3 - 2 = 1$ 安培

實驗項目一：串聯電路實驗

1. 依照下圖 4-1 所示，連接電路。

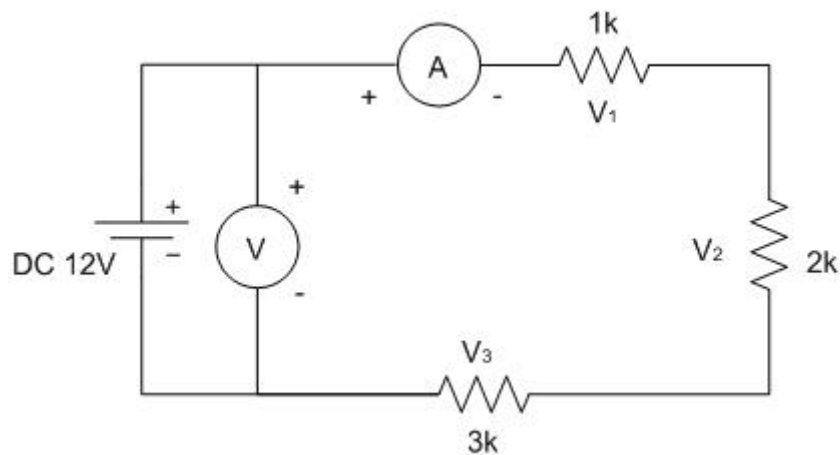


圖 4-1

2. 依序於下表 4-1，填入計算出之理論值，及量測出之測量值。

項目	電阻(Ω)			電源電壓 (V)	電流 (mA)	電阻壓降(V)			總電阻 $R_T = V/I$ (k Ω)
	R_1	R_2	R_3			V_1	V_2	V_3	
理論值									
測量值									

表 4-1

實驗項目二：並聯電路實驗

1. 依照下圖 4-2 所示，連接電路。

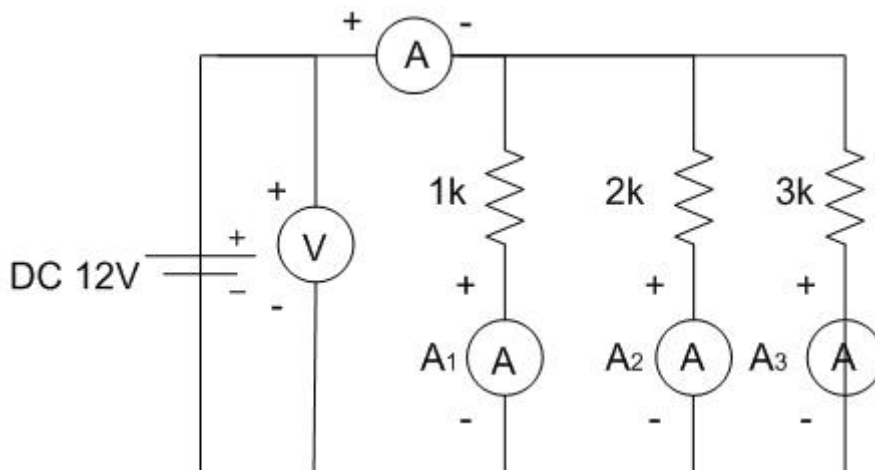


圖 4-2

2. 依序於下表 4-2，填入計算出之理論值，及量測出之測量值。

項目	電阻(kΩ)			電源電壓 (V)	電流 (mA)	分路電流(mA)			總電阻 $R_T = V/I$ (kΩ)
	R_1	R_2	R_3			I_1	I_2	I_3	
理論值									
測量值									

表 4-2

實驗項目三：串、並聯電路實驗

1. 依照下圖 4-3 所示，連接電路。

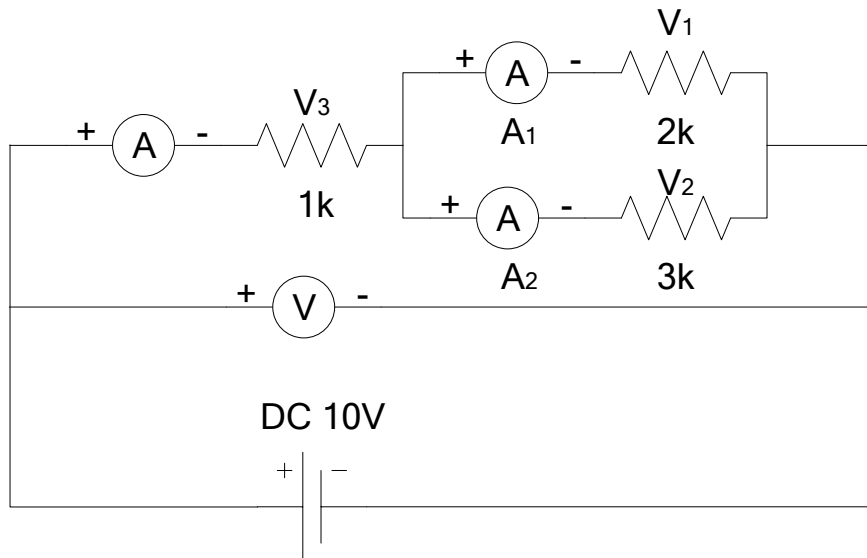


圖 4-3

2. 依序於下表 4-3，填入計算出之理論值，及量測出之測量值。

項目	電阻(kΩ)			電源電壓(V)	電流值(mA)			電壓值(V)			總電阻 $R_T = V/I$ (kΩ)
	R_1	R_2	R_3		I_1	I_2	I_3	V_1	V_2	V_3	
理論值											
測量值											

表 4-3

