



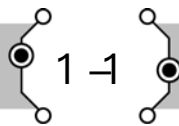
Chapter

# 基本電路概念

- I-1 戴維寧定理※※
- I-2 諾頓定理
- I-3 放大器模型
- I-4 頻率響應概念

研究完本章，將學會

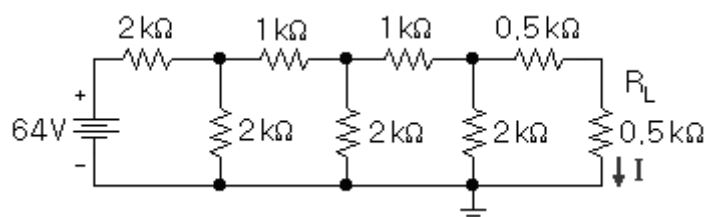
- 戴維寧定理
- 諾頓定理
- 放大器模型
- 頻率響應概念



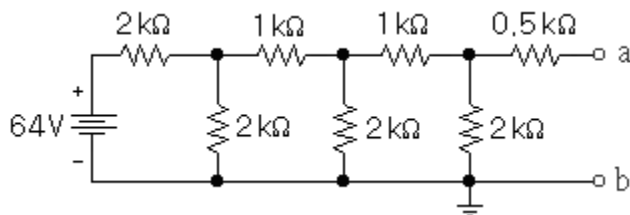
## 戴維寧定理※※

定理解釋：任何具有兩端點的線性有源（獨立或相依皆可）網路，可由其兩端的開路電壓： $V_{th}$ ，及由此兩端看進去的阻抗： $R_{th}$  的串聯電路來取代。

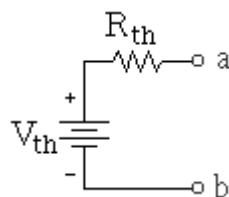
以戴維寧定理分析下圖電路，求流經  $R_L$  的電流  $I$ 。



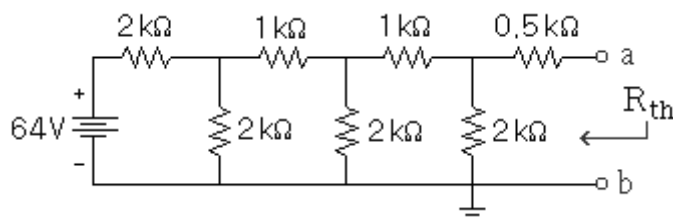
**Step 1** 將負載電阻  $R_L$  去除，設定為 a、b 端。



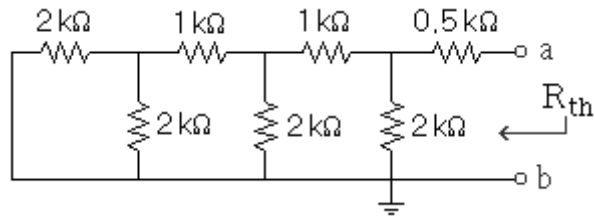
**Step 2** 將電路化簡為 KVL 電路，其中  $V_{th} = V_{ab}$



$R_{th}$  為從 a、b 參考端看入的等效電阻。電路中有電壓源，電壓源短路處理，電路中有電流源，電流源斷路處理。

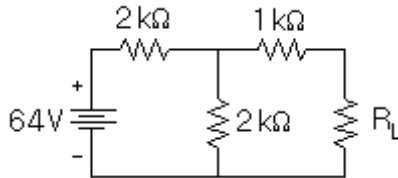


因為電路中有電壓源，所以，將電壓源短路。



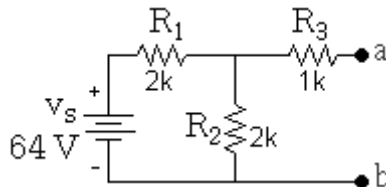
### 1 範例

如下圖電路，若  $R_L = 0$ 、 $1\text{ k}\Omega$ ，使用戴維寧定理，求流經  $R_L$  的電流  $I$ 。



解

(a) 將負載電阻  $R_L$  去掉，設定為  $a$ 、 $b$  參考端，求  $V_{th}$ 。

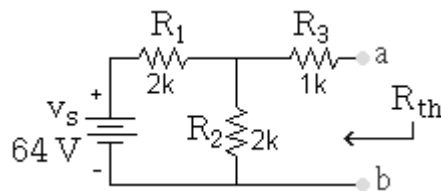


由圖可知， $V_{ab} = V_{R_2}$ ，利用分壓定理：分壓大小與電阻值成正比。

$$V_{th} = V_{ab} = 64\text{ V} \times \frac{2\text{ k}}{2\text{ k} + 2\text{ k}} = 32\text{ V}$$

(b) 從  $a$ 、 $b$  參考端看入，求戴維寧電阻  $R_{th}$ 。

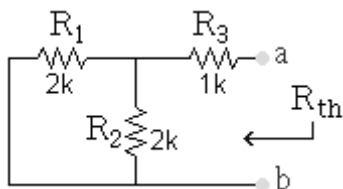
首先，將  $v_s$  短路，



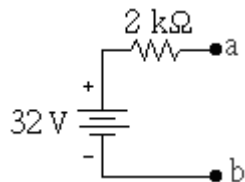


因為  $R_1$  與  $R_2$  有分流效果，可知  $R_1 \parallel R_2$ 。

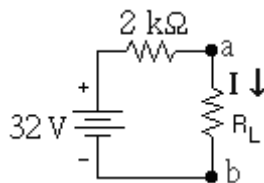
$$R_{th} = (R_1 \parallel R_2) + R_3 = (2k \parallel 2k) + 1k = 1k + 1k = 2 k\Omega$$



(c) 化簡後的戴維寧電路為



(d) 將負載電阻  $R_L$  擺回原來的位置，求  $I$ 。



當  $R_L = 0$

$$I = \frac{32 V}{2k + R_L} = \frac{32 V}{2k} = 16 \text{ mA}$$

當  $R_L = 1k$

$$I = \frac{32 V}{2k + R_L} = \frac{32 V}{3k} = 10.67 \text{ mA}$$

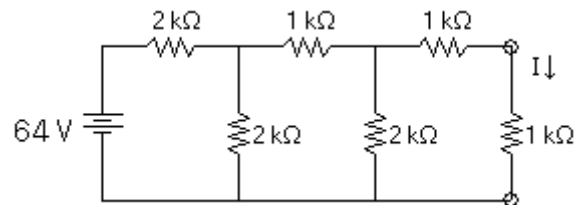
經之前說明與例題後，請參考隨書電子書光碟以程式進行相關  
例題模擬：

I-I-A 戴維寧電路 Pspice 分析

I-I-B 戴維寧電路 MATLAB 分析

1  
練習

如下圖電路，使用戴維寧定理，求流經負載電阻電流  $I$ 。

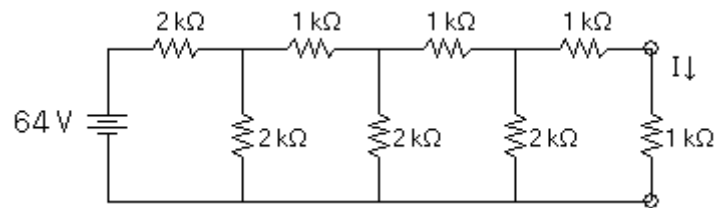


Answer

$V_{th} = 16\text{ V}$ ， $R_{th} = 2\text{ k}\Omega$ ， $I = 5.33\text{ mA}$ 。

2  
練習

如下圖電路，使用戴維寧定理，求流經負載電阻電流  $I$ 。

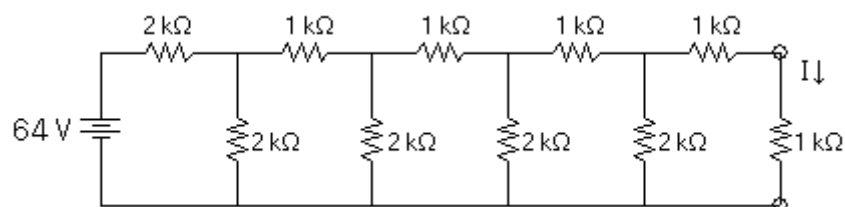


Answer

$V_{th} = 8\text{ V}$ ， $R_{th} = 2\text{ k}\Omega$ ， $I = 2.67\text{ mA}$ 。

3  
練習

如下圖電路，使用戴維寧定理，求流經負載電阻電流  $I$ 。



Answer

$V_{th} = 4\text{ V}$ ， $R_{th} = 2\text{ k}\Omega$ ， $I = 1.33\text{ mA}$ 。

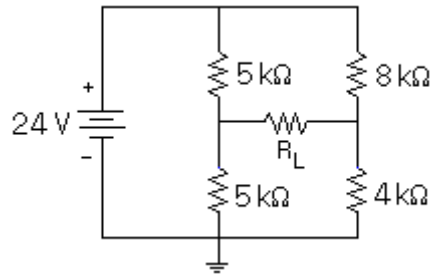




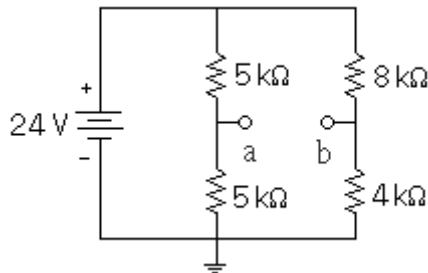


要迅速並且準確地量度一電阻器的電阻值，通常是採用英國科學家惠斯登 (Charles Wheatstone) 所發明的惠斯登電橋 (Wheatstone bridge)。

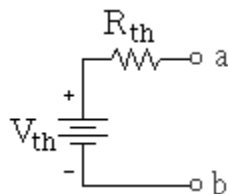
針對惠斯登電橋電路，同樣使用戴維寧定理，分析過程如下。求流經  $R_L$  的電流  $I$ 。



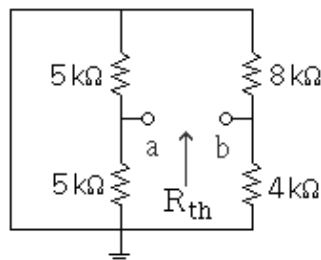
**Step1** 將負載電阻  $R_L$  去除，設定為 a、b 端。



**Step2** 將電路化簡為 KVL 電路，其中  $V_{th} = V_{ab}$ 。

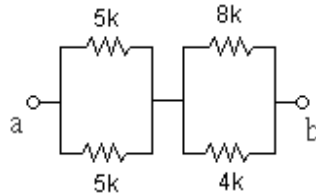


$R_{th}$  為從 a、b 參考端看入的等效電阻。電路中有電壓源，電壓源短路處理，電路中有電流源，電流源斷路處理。





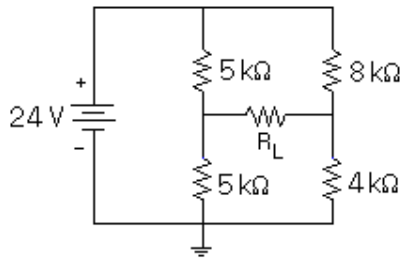
將 a、b 兩端點往兩邊拉，可得如下圖所示的電路（或者應用測試電流，使其流入節點，判斷是否有分流現象，若有則為並聯，反之則為串聯）



使用電阻串並聯，計算戴維寧電阻  $R_{th}$ 。

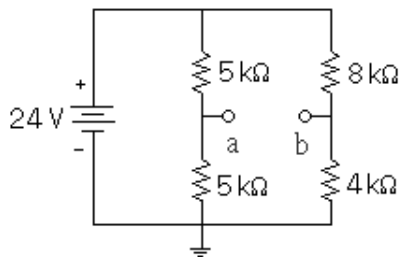
## 2 範例

如下圖電路，若  $R_L = 0$ 、 $1\text{ k}\Omega$ ，使用戴維寧定理，求流經  $R_L$  的電流  $I$ 。



解

(a) 將負載電阻  $R_L$  去掉，設定為 a、b 參考端，求  $V_{th}$ 。



由圖可知， $V_{ab} = V_a - V_b$ ，利用戴維寧定理，

$$V_{th} = V_{ab} = V_a - V_b = 24V \times \frac{5k}{5k + 5k} - 24V \times \frac{4k}{8k + 4k}$$

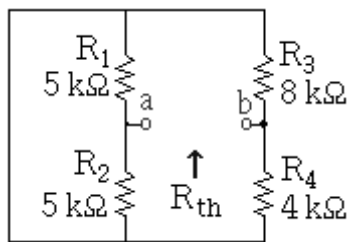
$$V_{th} = 12V - 8V = 4V$$



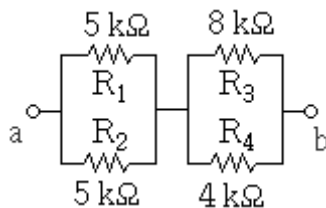
- (b) 從 a、b 參考端看入，求戴維寧電阻  $R_{th}$ ；首先，將  $v_s$  短路，因為  $R_1$  與  $R_2$ ， $R_3$  與  $R_4$  有分流效果，可知  $R_1 \parallel R_2$ ， $R_3 \parallel R_4$ 。

$$R_{th} = (R_1 \parallel R_2) + (R_3 \parallel R_4) = (5k \parallel 5k) + (8k \parallel 4k) = 2.5k + 2.67k$$

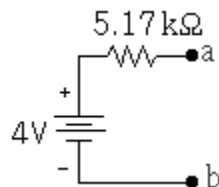
$$R_{th} = 5.17 k\Omega$$



將 a、b 兩端點往兩邊拉，可得如下圖所示的電路，



- (c) 將負載電阻  $R_L$  擺回原來的位置，化簡後的戴維寧電路為



求電流  $I$ ：當  $R_L = 0$

$$I = \frac{4V}{5.17k + R_L} = \frac{4V}{5.17k} = 0.77 \text{ mA}$$

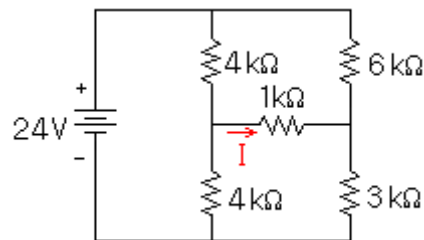
當  $R_L = 1 k\Omega$

$$I = \frac{4V}{5.17k + R_L} = \frac{4V}{6.17k} = 0.65 \text{ mA}$$

4

練習

如下圖電路，使用戴維寧定理，求流經負載電阻電流  $I$ 。



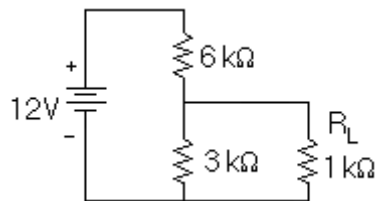
Answer

$V_{th} = 4\text{ V}$ ， $R_{th} = 4\text{ k}\Omega$ ， $I = 0.8\text{ mA}$ 。

5

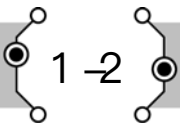
練習

如下圖電路，使用戴維寧定理，求流經負載電阻電流  $I$ 。



Answer

$V_{th} = 4\text{ V}$ ， $R_{th} = 2\text{ k}\Omega$ ， $I = 1.33\text{ mA}$ 。



## 諾頓定理

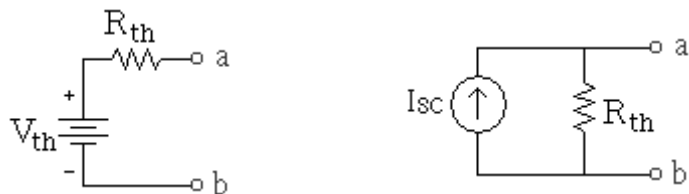
定理解釋：任何具有兩端點的線性有源（獨立或相依皆可）網路，可由其兩端的短路電流： $I_{sc}$ ，及由此兩端看進去的阻抗： $Z_{th}$  的並聯電路來取代。





### 分析

直接使用歐姆定理，將戴維寧電路轉換為諾頓電路。

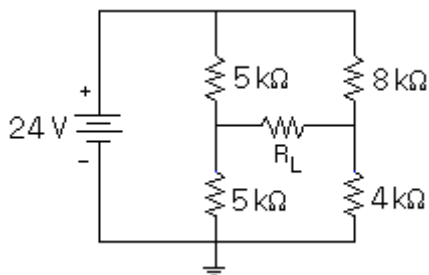


$$I_{sc} = \frac{V_{th}}{R_{th}}$$

其中諾頓電流又稱為短路電流，諾頓電阻則與戴維寧電阻相同。

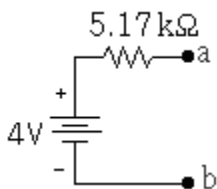
### 3 範例

如下圖電路，若  $R_L = 0$ 、 $1\text{ k}\Omega$ ，使用諾頓定理，求流經  $R_L$  的電流  $I$ 。



解

續範例 2，可知戴維寧電壓為  $V_{TH} = 12 - 8 = 4\text{ V}$ ，戴維寧電阻  $R_{th}$  為  $5.17\text{ k}\Omega$ ，意即戴維寧電路為



使用歐姆定理，求諾頓電流

$$I_{sc} = \frac{4\text{ V}}{5.17\text{ k}\Omega} = 0.774\text{ mA}$$