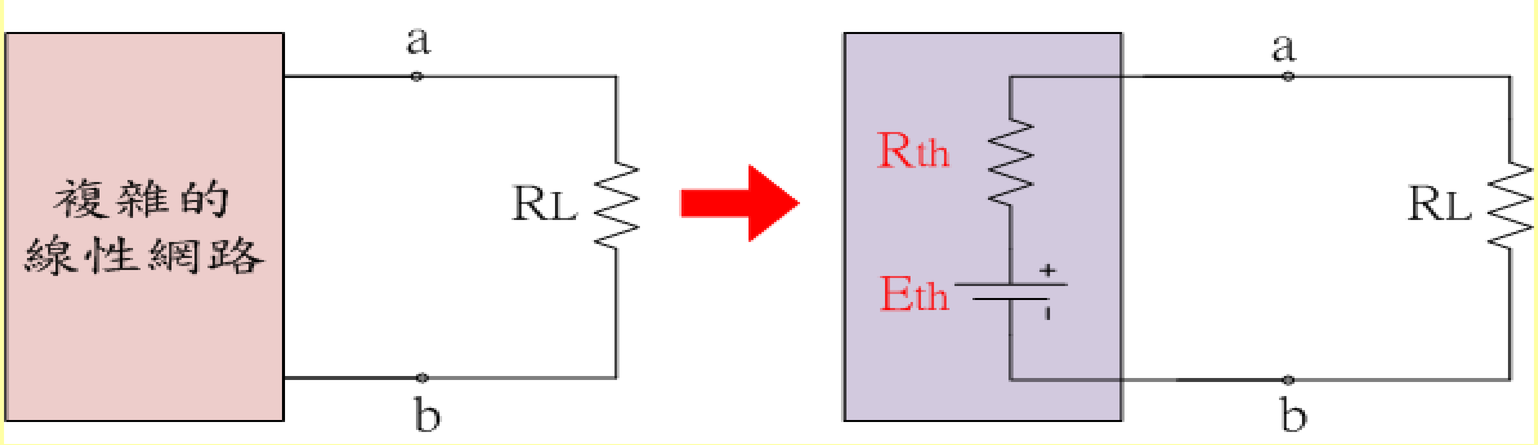
直流迴路(II)

National Taiwan Normal University
講師：謝政成

一、直流迴路(II)

戴維寧定理之定義

在任一含有線性電阻和獨立電源的網路中，任何接於兩點間的電路，皆可由戴維寧等效電壓 E_{th} 和戴維寧等效電阻 R_{th} 串聯而成，亦即均可化簡為一電壓源與一電阻串聯的等效電路。



一、直流迴路(II)

STEP 1 將欲求支路之元件移走，成為開路。

STEP 2 將網路中所有的電壓源短路、電流源開路，求元件移走後網路兩端之等效電阻R_{th}。

STEP 3 將電壓源、電流源置回，應用各種解電路之方法求元件移走後網路兩端之電壓，即為等效電壓E_{th}。

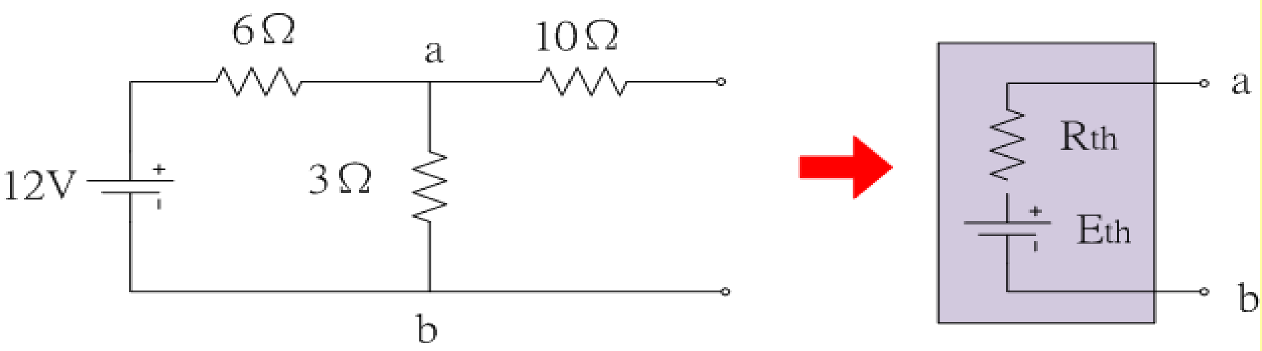
STEP 4 繪出戴維寧等效電路。

STEP 5 移走之元件置回由戴維寧等效電路，即可容易地求出移走元件之效應(如：I_L.V_L.P_L,....)

一、直流迴路(II)

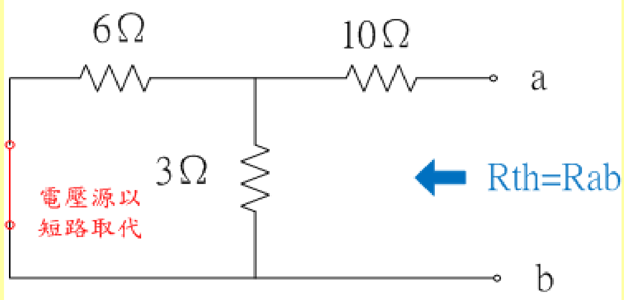
戴維寧定理之例題講解

如下圖所示，求a、b兩端的戴維寧等效電路。



<解> (1) $E_{th}=V_{ab}=V_{3\Omega}=12\times\dfrac{3}{6+3}=4$

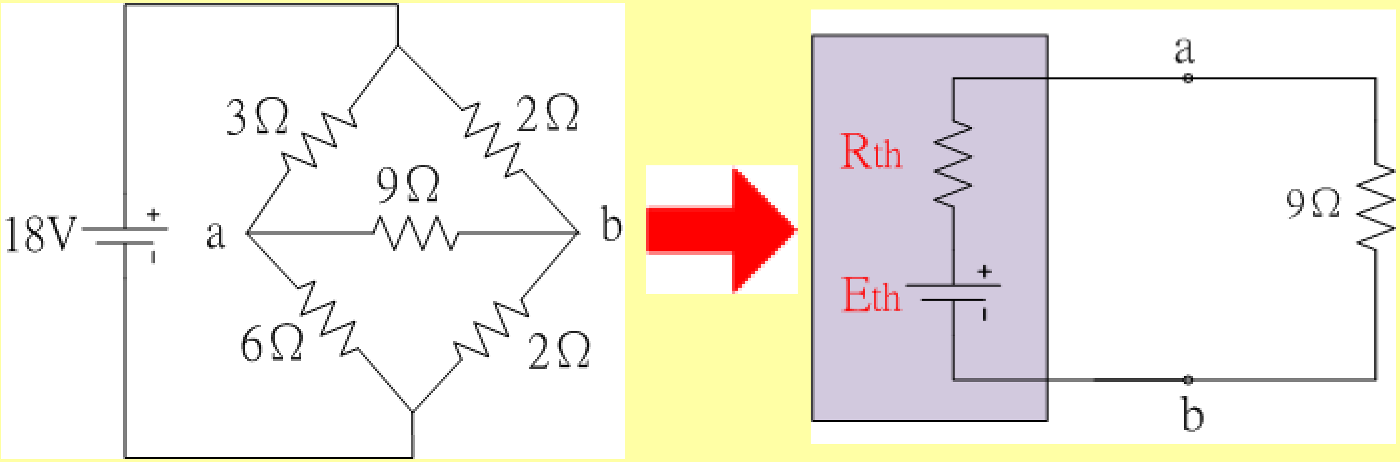
(2) $R_{th}=(6\|3)+10=2+10=12\Omega$



一、直流迴路(II)

- 戴維寧定理之例題講解

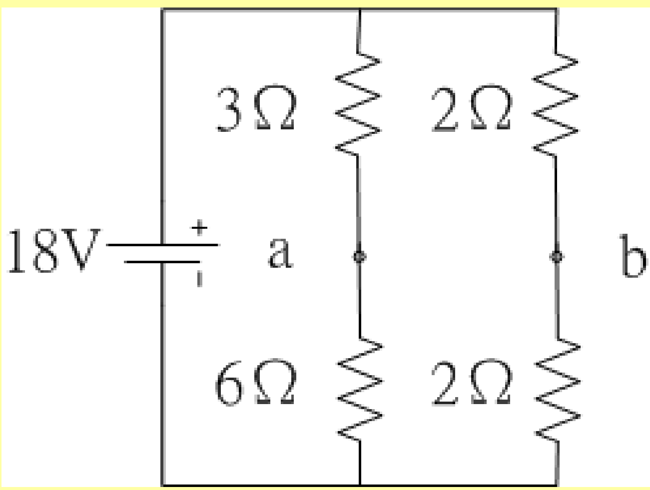
如下圖所示，求a、b兩端的戴維寧等效電路。



一、直流迴路(II)

- 戴維寧定理之例題講解

<解> (1) 求 E_{th} ：將 9Ω 電阻移開，重畫電路。



$$E_{TH}=V_{ab}=V_a-V_b$$

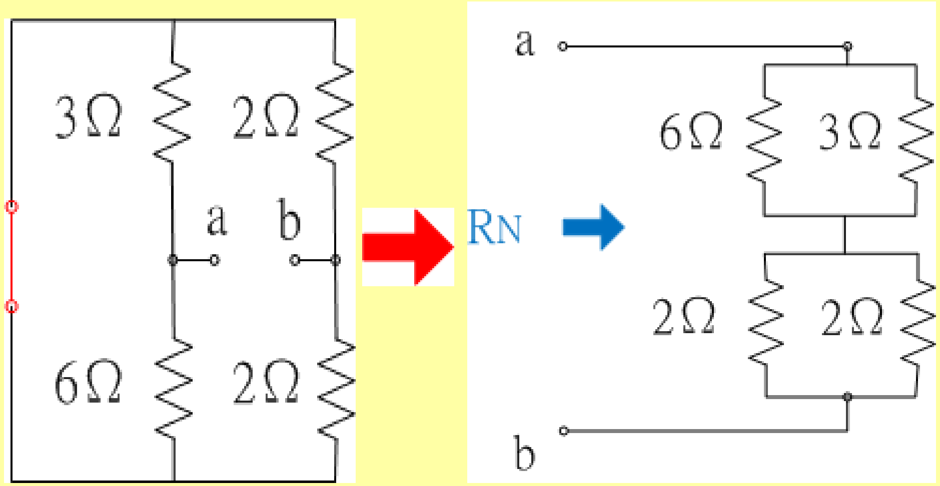
$$=\left(18\times\frac{6}{6+3}\right)-\left(18\times\frac{2}{2+2}\right)$$

$$=12-9=3V$$

一、直流迴路(II)

戴維寧定理之例題講解

<解> (2) 求 R_{th}：將電壓源短路後，
求 a、b 兩端的等效電阻。

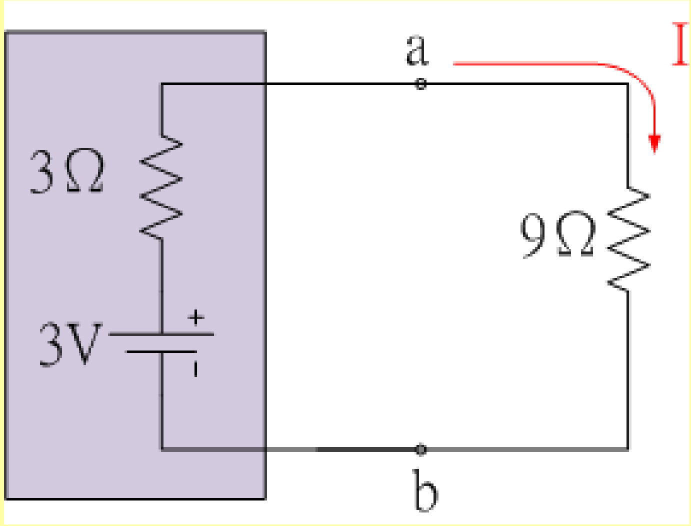


$$R_{TH} = R_{ab}$$
$$= \frac{6\times3}{6+3} + \frac{2\times2}{2+2}$$
$$= 3\Omega$$

一、直流迴路(II)

戴維寧定理之例題講解

<解> (3) 求 E_{th}、R_{th} 值填入戴維寧等效電路，求 I。

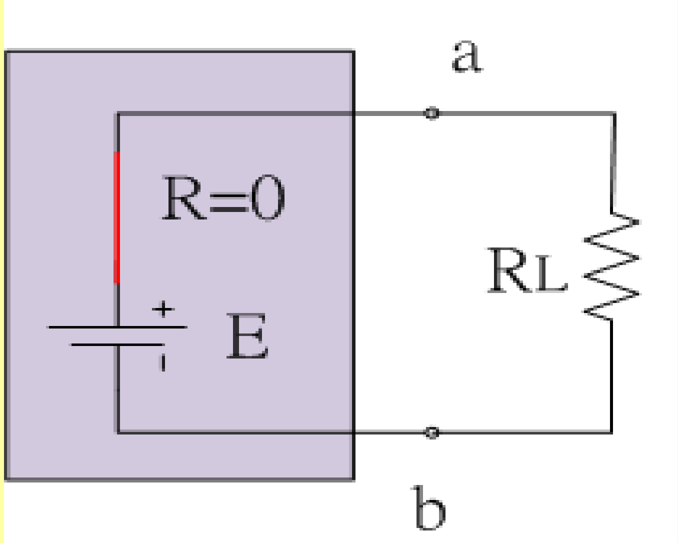


$$I = \frac{E_{th}}{R_{th} + R_L} = \frac{3}{3+9} = 0.25A$$

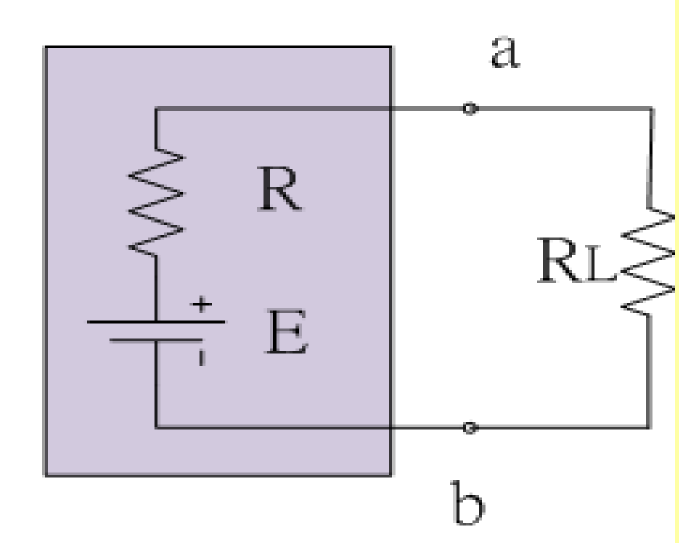
一、直流迴路(II)

- 最大功率轉移的意義

電壓源有一串聯內電阻，電流源有一並聯內電阻；
理想電壓源內電阻為0，理想電流源內阻為∞。



(a) 理想電壓源的功率傳輸



(b) 一般電壓源的功率傳輸

一、直流迴路(II)

最大功率轉移的條件

1. 當 $R_L = 0$ 時，$I_L = \dfrac{E}{R+0}$ 值最大，負載功率 $P_L = I_L{}^2 R_L = 0$

2. 當 $R_L = \infty$ 時，$I_L = \dfrac{E}{R+\infty}$ 值最大，負載功率 $P_L = I_L{}^2 R_L = 0$

3. 當 R_L 為任意值時，$I_L = \dfrac{E}{R+R_L}$，則負載功率

$$P_L = I_L{}^2 R_L = \left(\frac{E}{R+R_L}\right)^2 \times R_L = \left(\frac{E^2}{R^2+2RR_L+R_L{}^2}\right) \times R_L$$

$$= \frac{E^2}{\dfrac{R^2}{R_L}+2R+R_L} = \frac{E^2}{\dfrac{R^2}{R_L}-2R+R_L+4R} = \frac{E^2}{\left(\dfrac{R}{\sqrt{R_L}}-\sqrt{R_L}\right)^2+4R}$$

一、直流迴路(II)

最大功率轉移的結果

在任何一個電路中，若負載電阻等於其戴維寧等效電路中之電效等阻 R_{th} 時，則此負載電阻即將自電路中獲取最大之功率，且此最大輸出功率為：

$$\boxed{P_{\max} = \frac{E_{th}^{\ 2}}{4R_{th}}}$$

當負載獲得最大輸出功率時，其傳輸效率為50%。

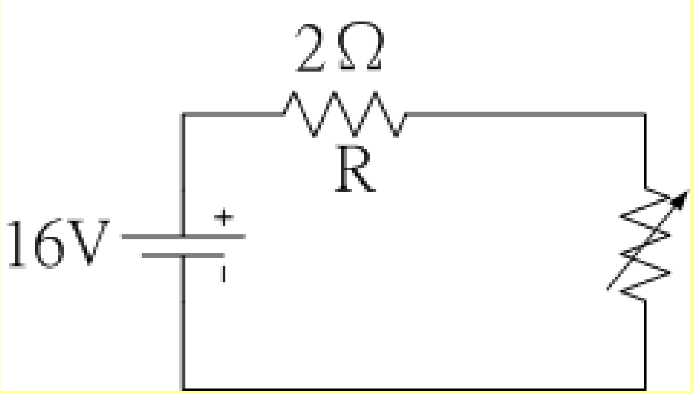
$$\eta = \frac{P_0}{P_i} = \frac{P_0}{P_0 + P_i} = 0.5$$

一、直流迴路(II)

最大功率轉移的例題講解

如圖所示，求 (1) 等於多少歐姆時可得最大功率？

(2) 最大功率為多少瓦特？



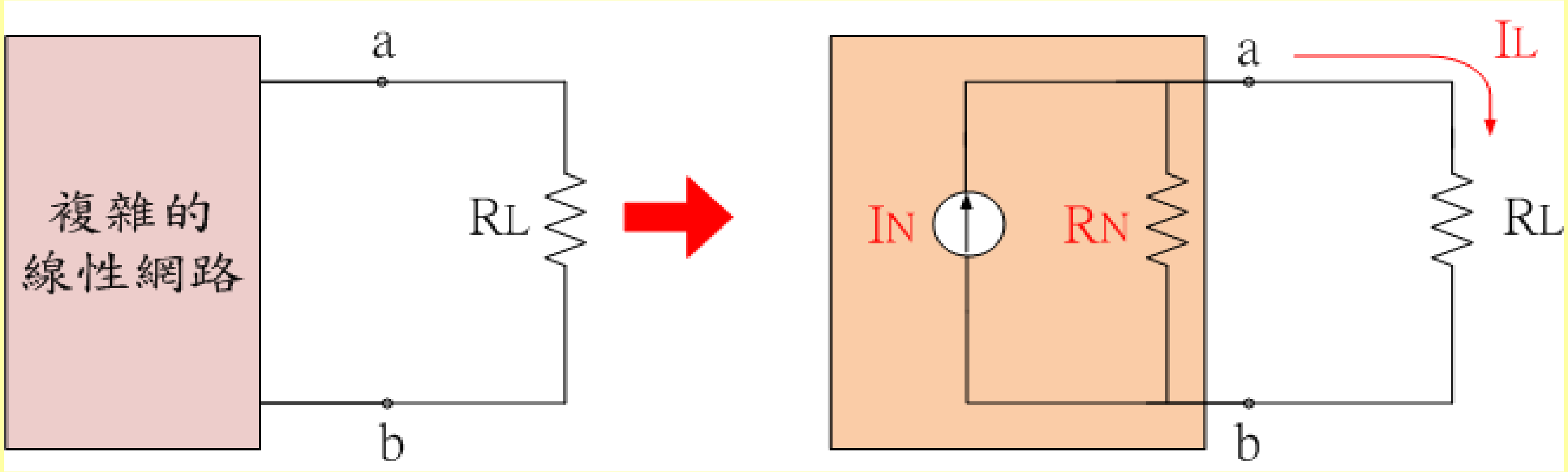
<解> (1) $R_L = R = 2\Omega$ 時，可得最大功率

(2) 最大功率 $P_{max} = \dfrac{E^2}{4R} = \dfrac{16^2}{4 \times 2} = 32W$

一、直流迴路(II)

諾頓定理之定義

係指在任一含有線性電阻和獨立電源的網路中，任何接於兩點間的電路，皆可由諾頓等效電流I_N和諾頓等效電阻R_N並聯而成，其中諾頓等效電流I_N，即為在元件移去後兩端所能獲得的最大短路電流；諾頓等效雷阻R_N，即是將所有的電壓源短路、電流源開路後之等效電阻。



一、直流迴路(II)

STEP 1 將欲求支路之元件移走或開路。

STEP 2 將網路中所有的電壓源短路、電流源斷路，求元件移去兩端的等效電阻R_N。前二步驟和戴維寧等效電阻 R_{th}求法相同，即 $R_N = R_{th}$。

STEP 3 電壓源及電流源置回，且將移去元件兩端短路，應用前述各種解電路的方法，求出流過此短路線上之電流，為等效電流I_N。

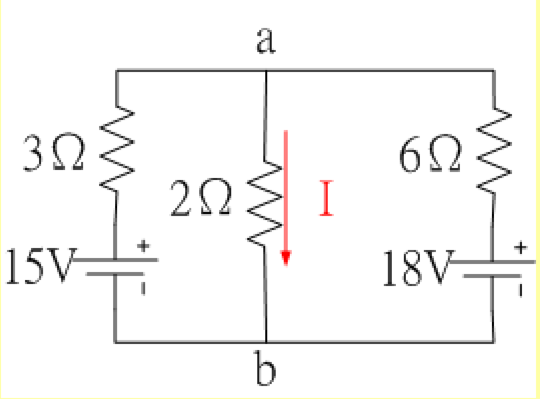
STEP 4 然後再繪出諾頓等效電路，並將移去之元件置回。

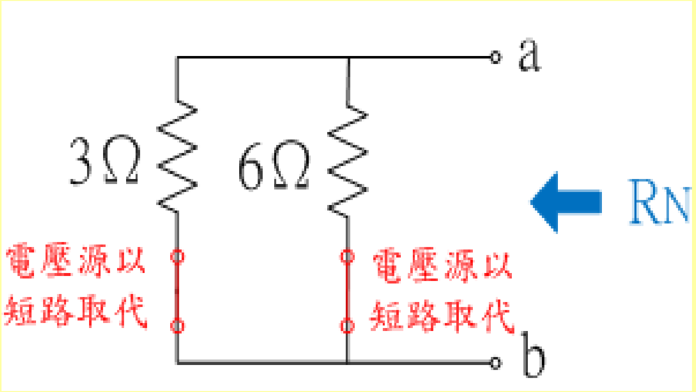
STEP 5 最後，由簡化的諾頓等效電路，即可求出移去元件之效應。(如:I_L.V_L.P_L,....等)

一、直流迴路(II)

諾頓定理之例題講解

如下圖電路中，試以諾頓定理求流經2Ω的電流。





解：

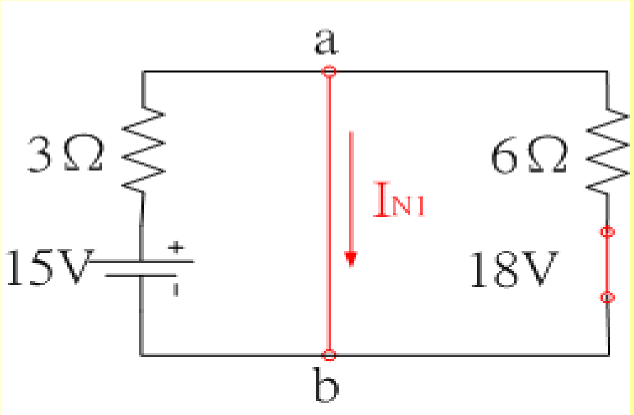
1) 將待測電阻（2Ω）移開，並標示為 a、b 兩端。

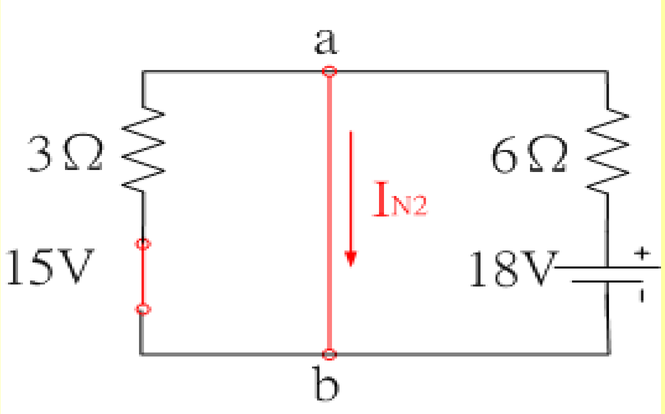
2) 求R_N：將所有電壓源短路如右上圖。

3) 求I_N：將 a、b 兩端短路，以重疊定理求流經短路處的電流。

一、直流迴路(II)

諾頓定理之例題講解





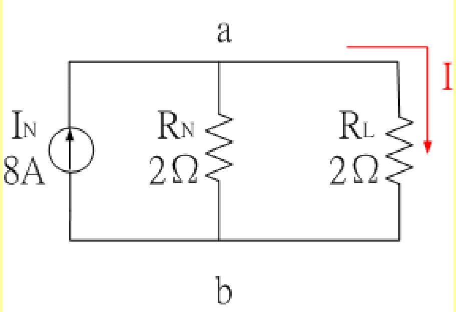
$$I_{N1} = \frac{15}{3} = 5A$$

$$I_{N} = I_{N1} + I_{N2} = 8A$$

$$I_{N2} = \frac{18}{6} = 3A$$

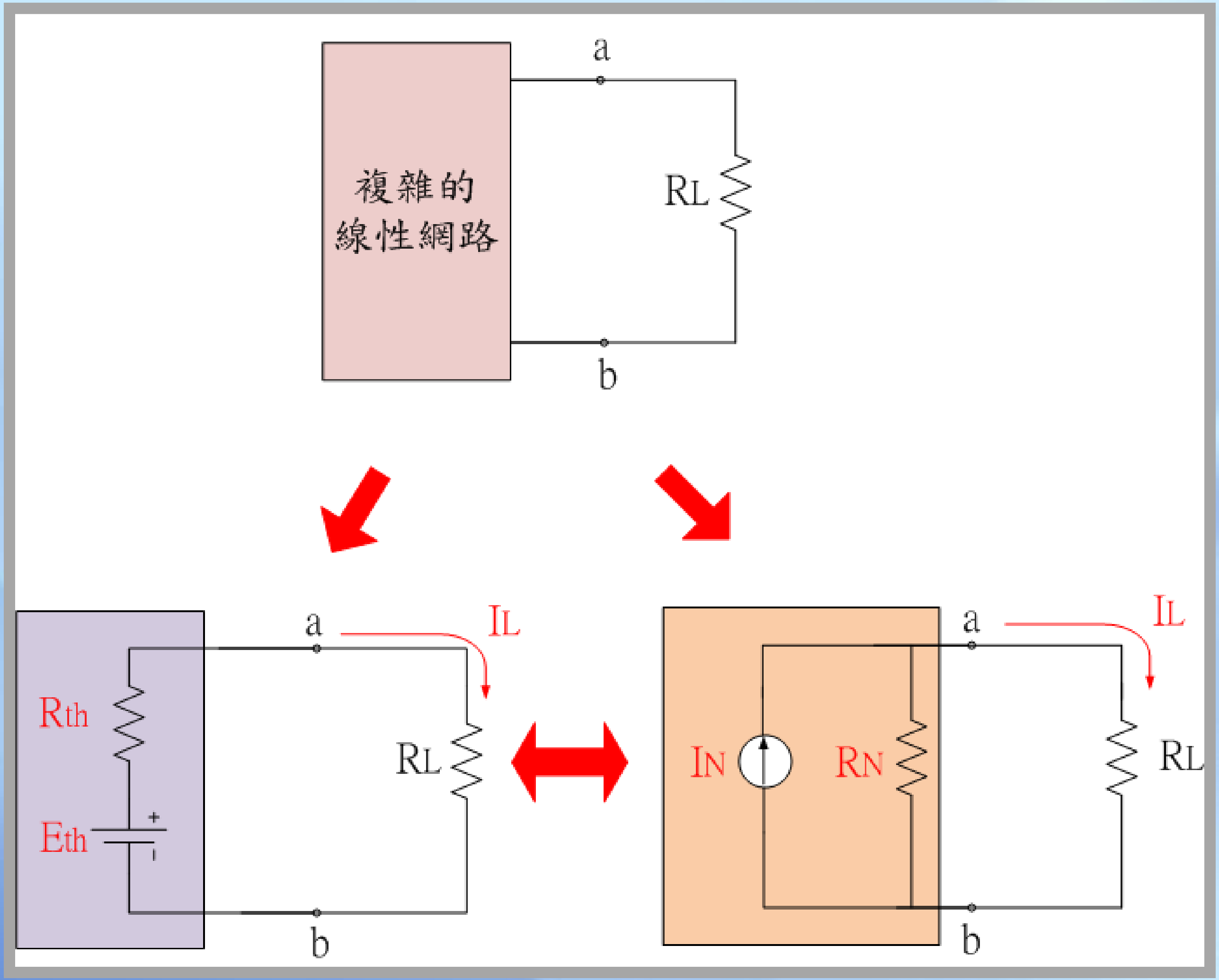
4） 以分流定則求其電流：

$$I = 8 \times \frac{2}{2+2} = 4A$$



一、直流迴路(II)

- 戴維寧與諾頓之轉換



一、直流迴路(II)

戴維寧與諾頓之轉換

戴維寧電路是以一個單純的**電壓源電路**代替一個複雜網路；而**諾頓電路**則是以一個單純的**電流源電路**代替。有時，我們為了要簡化電路，必須將諾頓電路轉換成戴維寧電路；或將戴維寧電路轉換成諾頓電路其關係式包括:

$$\begin{cases} E_{th} = I_N * R_N \\ R_{th} = R_N \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_N = \dfrac{E_{th}}{R_{th}} \\ R_N = R_{th} \end{cases}$$

一、直流迴路(II)

戴維寧與諾頓之例題講解

如右圖所示，試求其 R_L 之

戴維寧等效電路 E_{TH} 、 R_{TH}

及諾頓等效電路 I_N 、 R_N 。

解：

(1) $E_{TH} = V_{ab} = V_3 = 60 \times \dfrac{3}{6+3} = 20V$

(2) $R_{TH} = \left(6 \| 3\right) + 8 = 2 + 8 = 10\Omega$

(3) $I_N = \dfrac{E_{TH}}{R_{TH}} = \dfrac{20}{10} = 2A$

(4) $R_N = R_{TH} = 10\Omega$