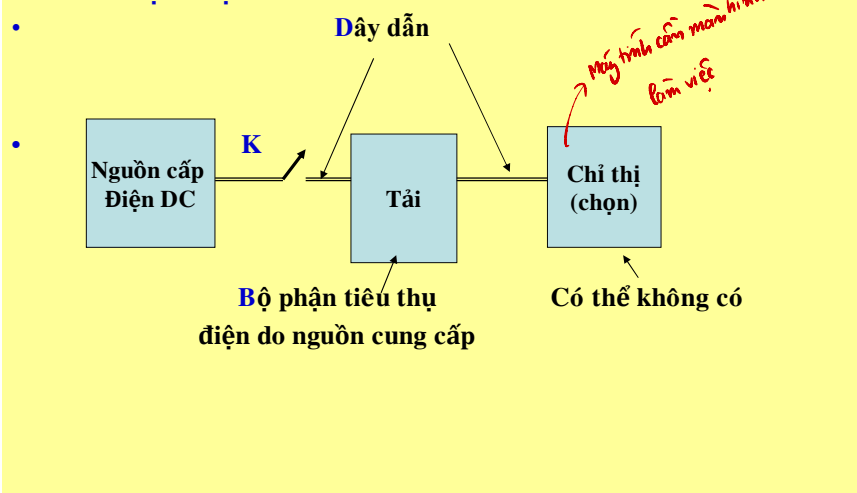


## Các định luật về mạch điện

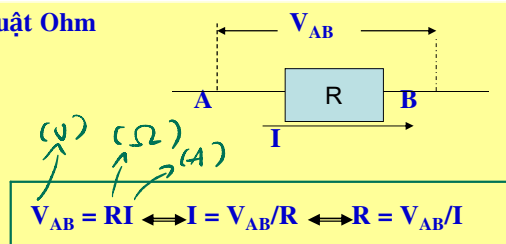
### I. Những phần tử mạch điện

- Sơ đồ mạch điện cơ bản:



## II. Các định luật mạch điện

### 1. Định luật Ohm



$$V_{AB} = V_A - V_B$$

- Thí dụ 1: Cho  $I = 2 \text{ A}$ ,  $R = 10 \text{ } \Omega \rightarrow V_{AB} = 10(2) = 20 \text{ V}$

### 2. Định luật Joule

Khi có dòng điện chạy qua vật dẫn có điện trở  $R$  thì công suất tiêu tán nhiệt của  $R$  được cho bởi:

- $P = I^2 R = VI = V^2/R \text{ (W)}$   $\Rightarrow$  công suất tiêu tán nhiệt của thiết bị điện
- Thí dụ: Cho  $I = 3 \text{ A}$ ,  $R = 2 \text{ } \Omega \rightarrow P = 2(3^2) = 18 \text{ W}$

$\rightarrow$  dòng = ?  
 $\rightarrow$  Điện trở là bao nhiêu?

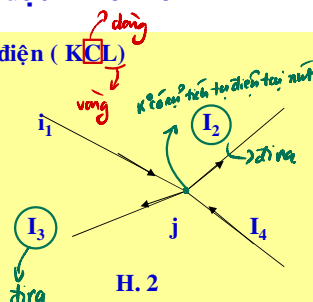
$\rightarrow$  công suất tiêu tán nhiệt của thiết bị điện.

## 2. Định luật Kirchhoff

### 1. Định luật Kirchhoff về dòng điện (KCL)

- Dòng điện tổng cộng tại một nút (nút) là bằng không (zero)

$$\sum_{j=1}^n i_j = 0$$



với qui ước:

- Dòng điện đi vào nút có dấu -
- Dòng điện đi ra khỏi nút mang dấu +

- Thí dụ trên h.2 cho:

$$-I_1 + I_2 + I_3 - I_4 = 0 \text{ hay } I_1 + I_4 = I_2 + I_3$$

- Tổng quát: Tổng số dòng điện đi vào = tổng số dòng điện đi ra khỏi nút.

Thường họ nói là tổng dòng vào = tổng dòng ra.  
 $\downarrow$   
 dòng ở đây là dòng điện

## b) Định luật Kirchhoff về điện thế

• Tổng cộng điện thế của một vòng mạch điện là bằng không:  $\sum_{k=1}^n V_k = 0$ ,

với qui ước: khi ta chọn chiều dòng điện bất kỳ,

- Điện thế có dấu – khi dòng điện đi vào cực – của nguồn điện,
- Khi giải xong, nếu  $I > 0$  chiều dòng điện được chọn là đúng  
nếu  $I < 0$  chiều dòng điện chọn sai, phải đổi chiều ngược lại.

Thí dụ 1: Cho mạch điện như hình vẽ:

- Chọn chiều dòng điện như hình, ta được:

$$-V + V_1 + V_2 + V_3 = 0$$

$$-V + R_1 I + R_2 I + R_3 I = 0$$

- Suy ra:

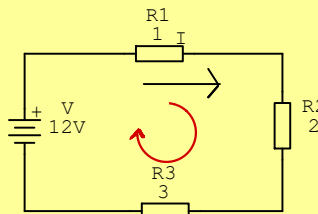
$$I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{12V}{(1+2+3)\Omega} = \frac{12}{6} = 2A > 0$$

- Vậy chiều dòng điện được chọn là đúng.

- Ta có thể viết:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

• Hoặc theo phát biểu sau: Điện thế của mạch chính bằng tổng cộng điện thế của các nhánh phụ mắc nối tiếp tạo thành mạch chính đó.



Đi vào bằng "-" thì thế  
"-"  
dòng điện đi  
vào cực trừ  
=> < 0

Không có TH  
I < 0.

Thí dụ 2: Tính dòng điện qua điện trở tải  $R_L$  theo mạch ở H.4 :

Giải:

Ta chọn chiều dòng  $I_1, I_2$

chạy trong vòng thứ 1 và

vòng thứ 2 như ở H.4.

- Áp dụng định luật Kirchhoff về thế.

cho: Ta đang xét vòng 1 =>  $I_2 > 0, I_2 < 0$

$$-V + R_1 I_1 + R_2 (I_1 - I_2) = 0 \quad (1)$$

$$R_2 (I_2 - I_1) + R_3 I_2 + R_L I_2 = 0 \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow V = (R_1 + R_2) I_1 - R_2 I_2 \quad (3)$$

$$(2) \Rightarrow (R_2 + R_3 + R_L) I_2 = R_1 I_1 \quad (4)$$

- Thay trị số các điện trở vào được:

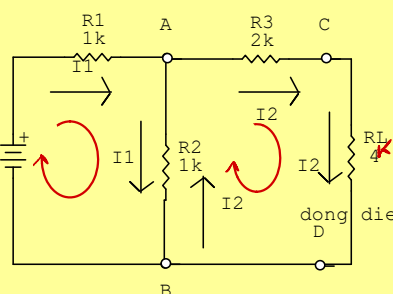
$$(4) \Rightarrow (1+2+4) \text{ k} \Omega \quad I_2 = 1 \text{ k} \Omega I_1 \Rightarrow 7 I_2 = 1 I_1 \quad (5)$$

$$(3) \Rightarrow V = (1 + 1 \text{ k} \Omega) I_1 - 1 \text{ k} \Omega I_2 \Rightarrow 12V = 2 \text{ k} \Omega 7 I_2 - 1 \text{ k} \Omega I_2 = 13 \text{ k} \Omega I_2$$

- Kết quả:

$$I_2 = 12 \text{ V} / 13 \text{ k} \Omega = 0,923 \text{ mA}$$

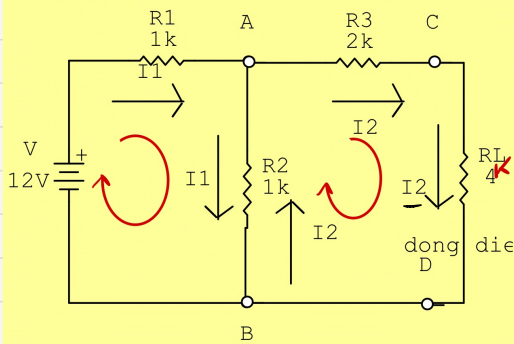
Đang đi qua điện trở tải?



Đổi  $R \rightarrow \Omega$ ;  $I \rightarrow A$ ;  $V \rightarrow V$

Ta đang xét vòng 2 =>  $I_2 > 0, I_2 < 0$

tải  $R_L$  theo mạch ở H.4 :



Tính dòng điện qua  $R_L$  :  $\Rightarrow$  Tìm  $I_2$  :

Áp dụng D1 KVC :

$$\text{Vòng 1: } -V + i_1 R_1 + i_1 R_2 - i_2 R_2 = 0.$$

$$= -12 + i_1 \cdot 2000 - i_2 \cdot 1000 = 0.$$

$$\text{Vòng 2: } i_2 R_2 - i_1 R_2 + i_2 R_3 + i_2 R_L = 0.$$

$$= i_2 \cdot 7000 - i_1 \cdot 1000 = 0$$

Vậy :

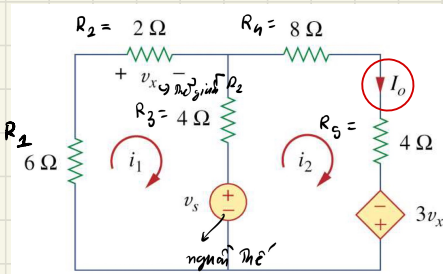
$$\begin{cases} i_1 \cdot 2000 - i_2 \cdot 1000 = 12 \\ i_1 \cdot 1000 - i_2 \cdot 7000 = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow i_1 = 6,46 \cdot 10^{-3} \text{ (A)} = 6,46 \text{ mA}$$

$$i_2 = 9,23 \cdot 10^{-4} \text{ (A)} = 0,923 \text{ mA.}$$

For the circuit, find  $I_0$  when  $v_s = 12\text{V}$  and  $v_s = 24\text{V}$ .

Giải :



Áp dụng đl KVL :

$$\text{Vòng 1: } v_s + 12i_1 - i_2 \cdot 4 = 0$$

$$\Rightarrow v_s = -12i_1 + 4i_2$$

$$\text{Vòng 2: } -3v_x - v_s + 16i_2 - 4i_1 = 0$$

$$\text{Mà } v_x = 2i_1$$

$$\Rightarrow -6i_1 - v_s + 16i_2 - 4i_1 = 0.$$

$$\Leftrightarrow -10i_1 + 16i_2 = v_s.$$

Vậy, ta có hệ PT :

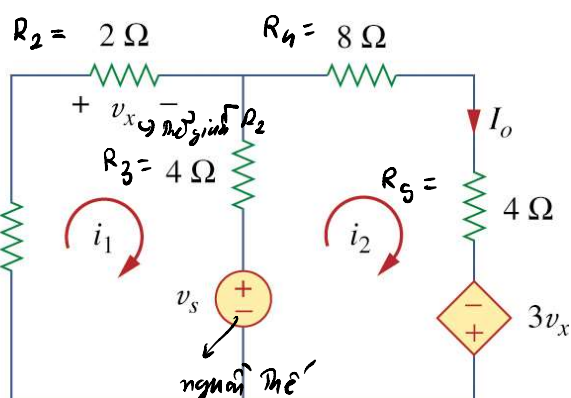
$$\begin{cases} -12i_1 + 4i_2 = v_s \\ -10i_1 + 16i_2 = v_s \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \text{Khi } v_s = 12 \quad \begin{cases} i_1 = -0,947 \text{ (A)} \\ i_2 = i_0 = 0,158 \text{ (A)} \end{cases} ; \quad \text{Khi } v_s = 24 \text{ (V)} \quad \begin{cases} i_1 = -1,9 \text{ (A)} \\ i_2 = 0,32 \text{ (A)} \end{cases}$$



## Example:

- For the circuit, find  $I_o$  when  $v_s=12V$  and  $v_s=24V$ .



7

Áp dụng đ/L KVL:

Vòng 1:  $i_1 R_1 + i_1 R_2 + (i_1 - i_2) R_3 + v_s = 0$

$\Leftrightarrow i_1 (R_1 + R_2 + R_3) - i_2 R_3 + v_s = 0$

$\Leftrightarrow i_1 \cdot 12 - i_2 \cdot 4 + v_s = 0$

Vòng 2:  $-v_s + R_3(i_2 - i_1) + i_2 R_4$

$+ i_2 R_5 - 3v_x = 0$

$\Leftrightarrow i_2 (R_3 + R_4 + R_5) - i_1 R_3 - v_s - 3v_x = 0$

$\Leftrightarrow i_2 \cdot 16 - i_1 \cdot 4 - v_s - 3v_x = 0$

## • KVL:

$12i_1 - 4i_2 + v_s = 0 \quad (1)$

$-4i_1 + 16i_2 - 3v_x - v_s = 0 \quad (2)$

$v_x = 2i_1$  → điện thế đặt vào  $R_2$

Từ (2) suy ra:

$-10i_1 + 16i_2 - v_s = 0 \quad (3)$

Từ (1) và (3) ta có:

$2i_1 + 12i_2 = 0 \rightarrow i_1 = -6i_2$

Từ (1), ta có:

$-76i_2 = v_s = 0 \Rightarrow i_2 = \frac{v_s}{76}$

- Khi  $v_s = 12V$

$I_o = i_2 = \frac{12}{76} A = 0,158$

- Khi  $v_s = 24V$

$I_o = i_2 = \frac{24}{76} A = 0,318$

Chọn vòng mình có thể tự chọn được, thường chọn theo chiều kim đồng hồ.

nguồn áp; nguồn thế.

ở một độ tổng quan, ta chỉ cần phân biệt nguồn thế và nguồn dòng.



## ❖ Nguyên lý chồng chất (Superposition)

- **Phát biểu:** điện áp trên (hoặc dòng điện) chạy qua một phần tử trong mạch tuyến tính là tổng đại số của các điện áp (hoặc dòng điện) chạy qua phần tử đó do từng nguồn độc lập hoạt động riêng lẻ.

- Tắt nguồn, không hoạt động:

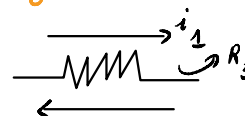
✓ Nguồn điện áp độc lập: 0 V (ngắn mạch) (nối lại)

✓ Nguồn dòng độc lập: 0 A (hở mạch) (cắt ra)

- Các nguồn phụ thuộc được giữ nguyên.

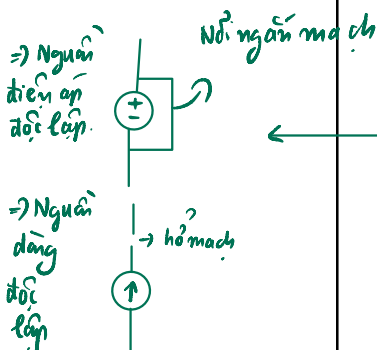
↳ phụ thuộc hệ số  $\alpha, \beta$  với nguồn khác

Giống như phân tử  $R_3$  ở đây.



Xét vòng 2:  $R_3(i_2 + (-i_1))$

Tổng đại số!



9

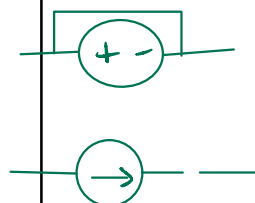
### ❑ Các bước áp dụng nguyên lý chồng chất:

Trong mạch chỉ có duy nhất 1 nguồn

- Tắt tất cả các nguồn độc lập ngoại trừ **nguồn đơn**. Tìm đầu ra (điện áp hoặc dòng điện) do nguồn hoạt động đó bằng cách sử dụng phân tích nút hoặc lưới.
- Lặp lại bước 1 cho từng nguồn độc lập khác.
- Tìm tổng bằng cách cộng đại số các nguồn độc lập.

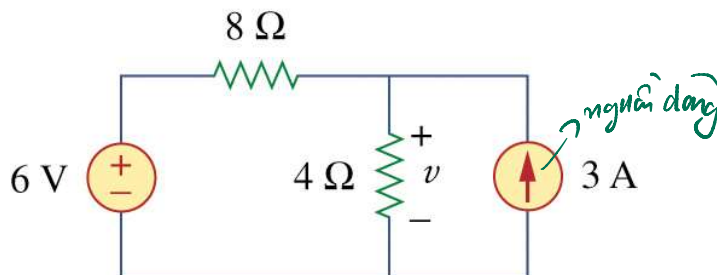
❑ Tắt nguồn điện áp = nguồn điện áp ngắn mạch (điện áp bằng không)

❑ Tắt nguồn dòng = nguồn dòng hở mạch (dòng điện bằng không)



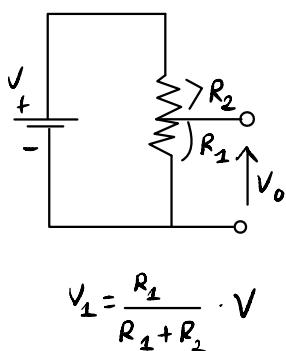
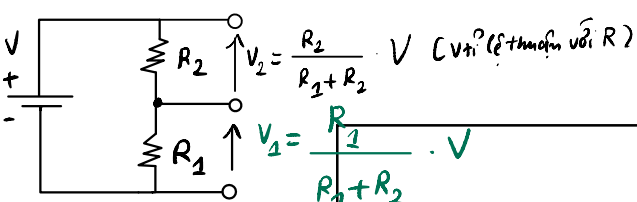
10

**VD:** sử dụng nguyên lý chồng chất để tìm dòng điện trong mạch sau:



11

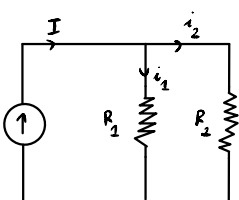
**MẠCH 1** về lại



bấm cho  $R_1$  nó tăng  $\Rightarrow V_1$  tăng

Mạch chia dòng:

**MẠCH 2**



Nguyên lý:

$$i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I$$

$$i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I$$

$i$  và  $R$  tỉ lệ ngược với nhau.

Ta có:  $V = V_1 + V_2$

Voltage division to get

$$V_1 = \frac{4}{4+8}(6) = 2V$$

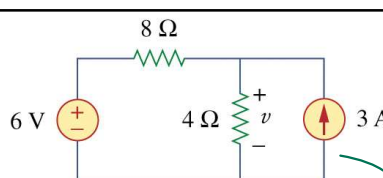
Current division, to get

$$i_3 = \frac{8}{4+8}(3) = 2A$$

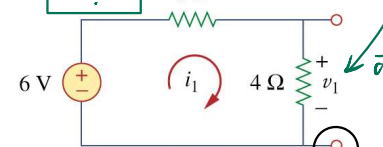
Hence  $v_2 = 4i_3 = 8V$

And we find  $i_2 = 1(A) = \frac{i_3}{2}$

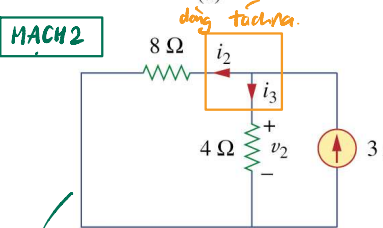
$$v = v_1 + v_2 = 2 + 8 = 10V$$



**MACH 1**



**MACH 2**

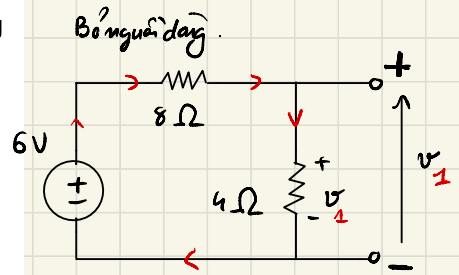
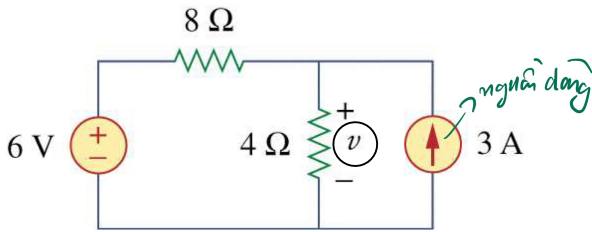


**Tất nguồn Thế**

12

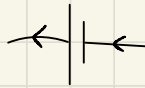
Điện trở lớn thì dòng nhỏ, điện trở nhỏ thì dòng lớn.

**VD:** sử dụng nguyên lý chồng chất để tìm dòng điện trong mạch sau:



$$v_1 = \frac{4}{4+8} \cdot 6 = 2 \text{ (V)}$$

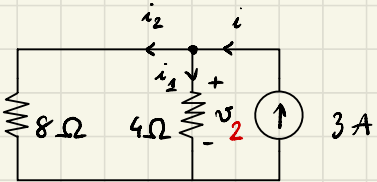
Bỏ nguồn thế:



$$8 \cdot I + 4 \cdot I = 6$$

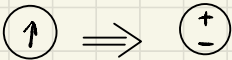
$$\Rightarrow I = \frac{6}{8+4}$$

$$V = IR = \frac{6}{8+4} \cdot 4$$



$$i_1 = \frac{8 \cdot 3}{8+4} = 2 \text{ (A)}$$

$$\Rightarrow v_2 = i_1 \cdot R_1 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ (V)}$$



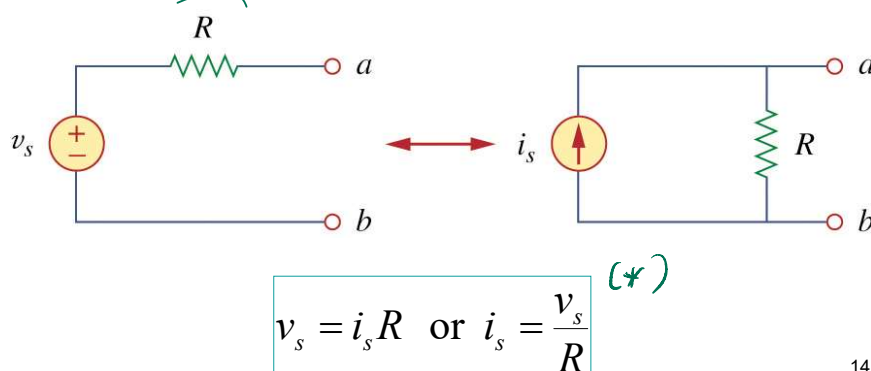
(Công thức nhớ lại?)

$$\Rightarrow v = v_1 + v_2 = 2 + 8 = 10 \text{ V}$$

$$i_2 = 3 - 2 = 1 \text{ A}$$

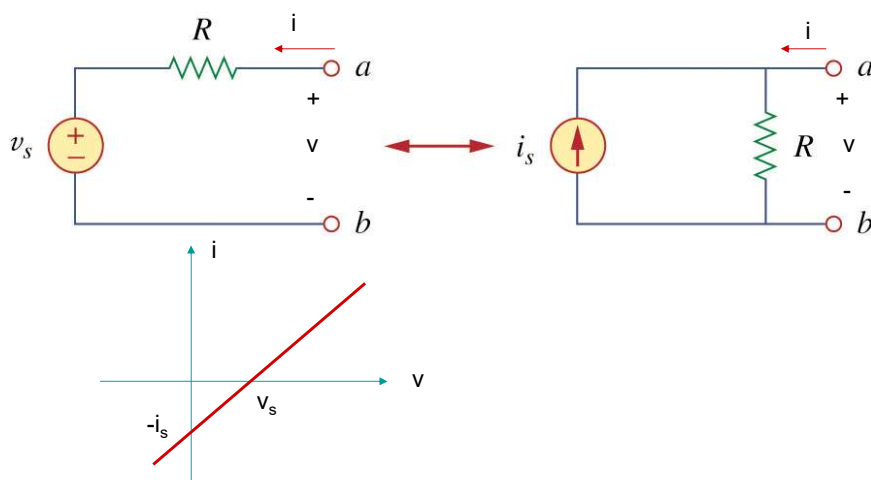
## ❖ Biến đổi nguồn

Biến đổi nguồn là quá trình thay thế nguồn điện áp  $v_s$  mắc nối tiếp với điện trở  $R$  bằng nguồn dòng  $i_s$  mắc song song với điện trở  $R$  hoặc ngược lại

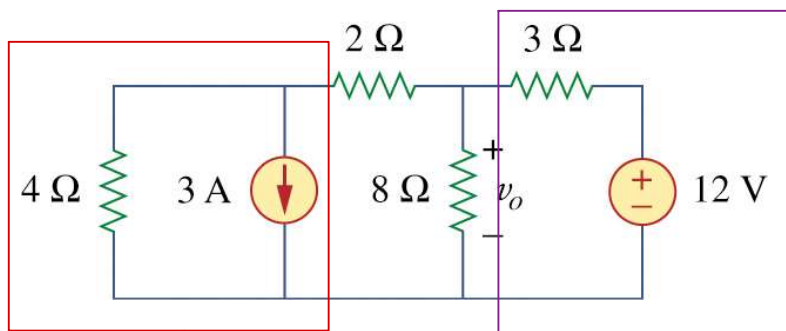


14

## Equivalent circuits (Mạch tương đương)



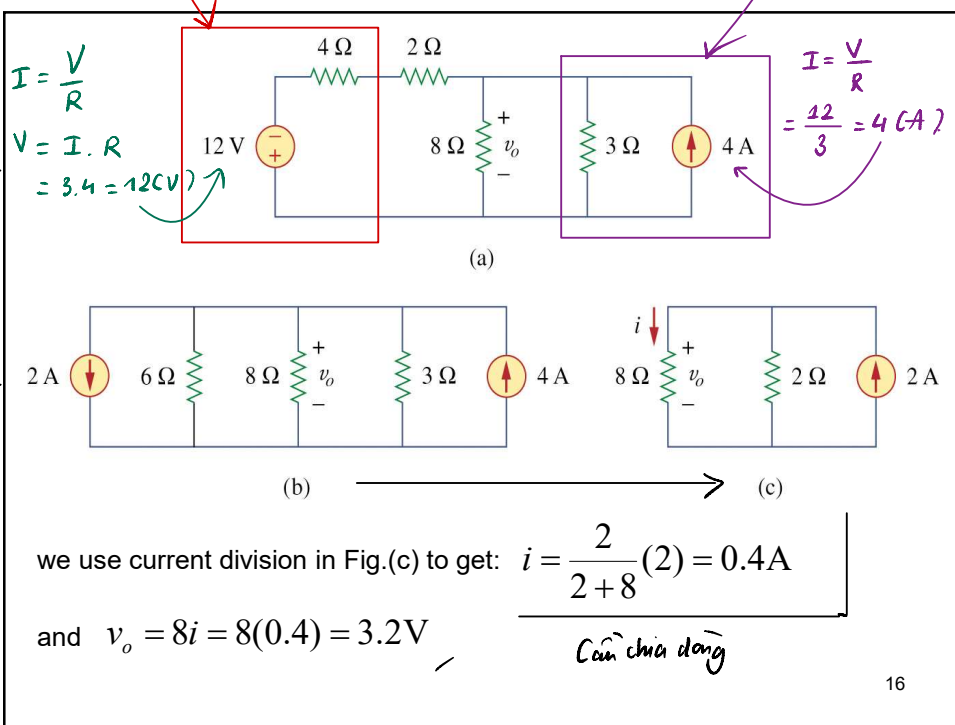
14

**Example:**Use source transformation to find  $v_o$  in the circuit in the Figure

Từ nguồn dòng thành  
nguồn thế.

Từ nguồn thế thành  
nguồn dòng.

15



16

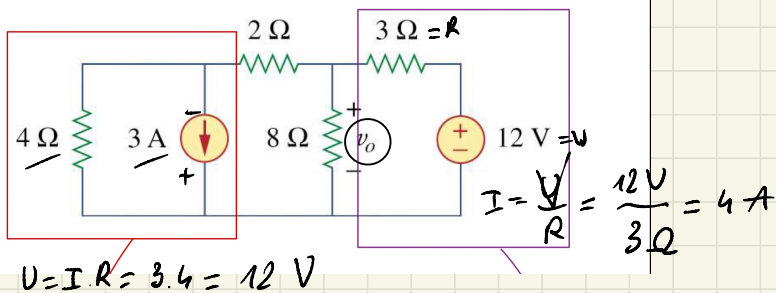
△ Lưu ý:

Nguồn thế:  $\begin{pmatrix} - \\ + \end{pmatrix} \rightarrow \downarrow$  : Nguồn dòng.

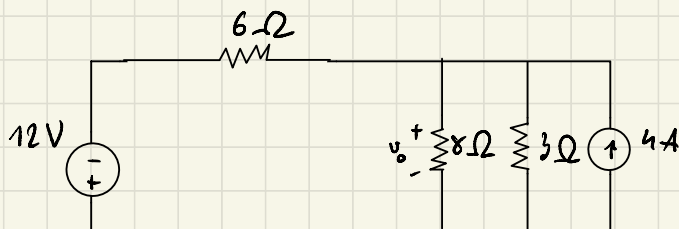
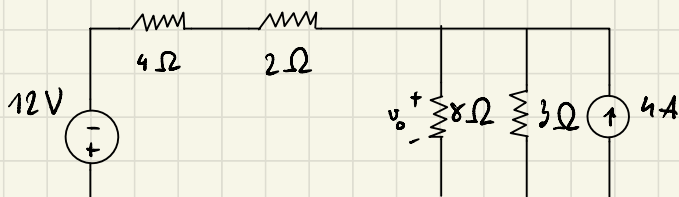
$\begin{pmatrix} + \\ - \end{pmatrix} \rightarrow \uparrow$

### Example:

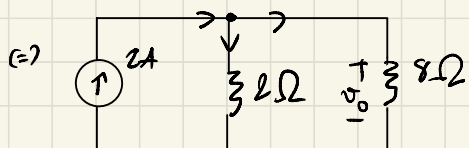
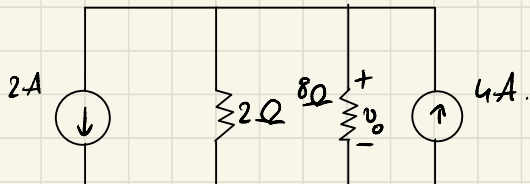
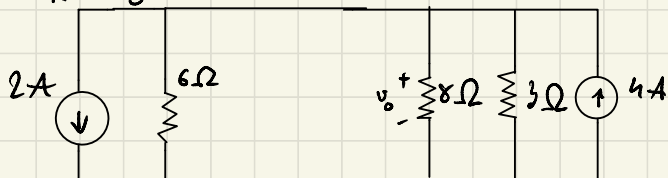
Use source transformation to find  $v_o$  in the circuit in the Figure



$$U = I \cdot R = 3 \cdot 4 = 12V$$



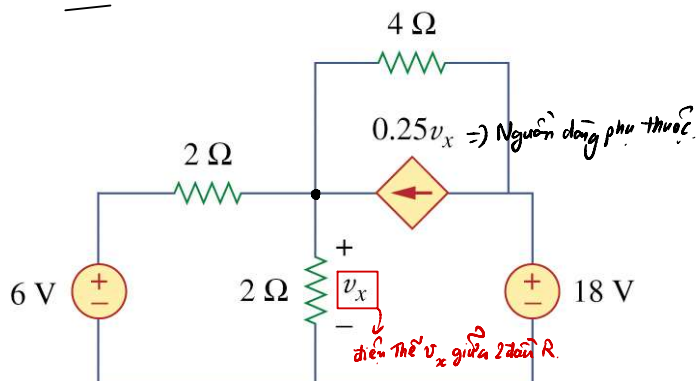
$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{6} = 2(A)$$



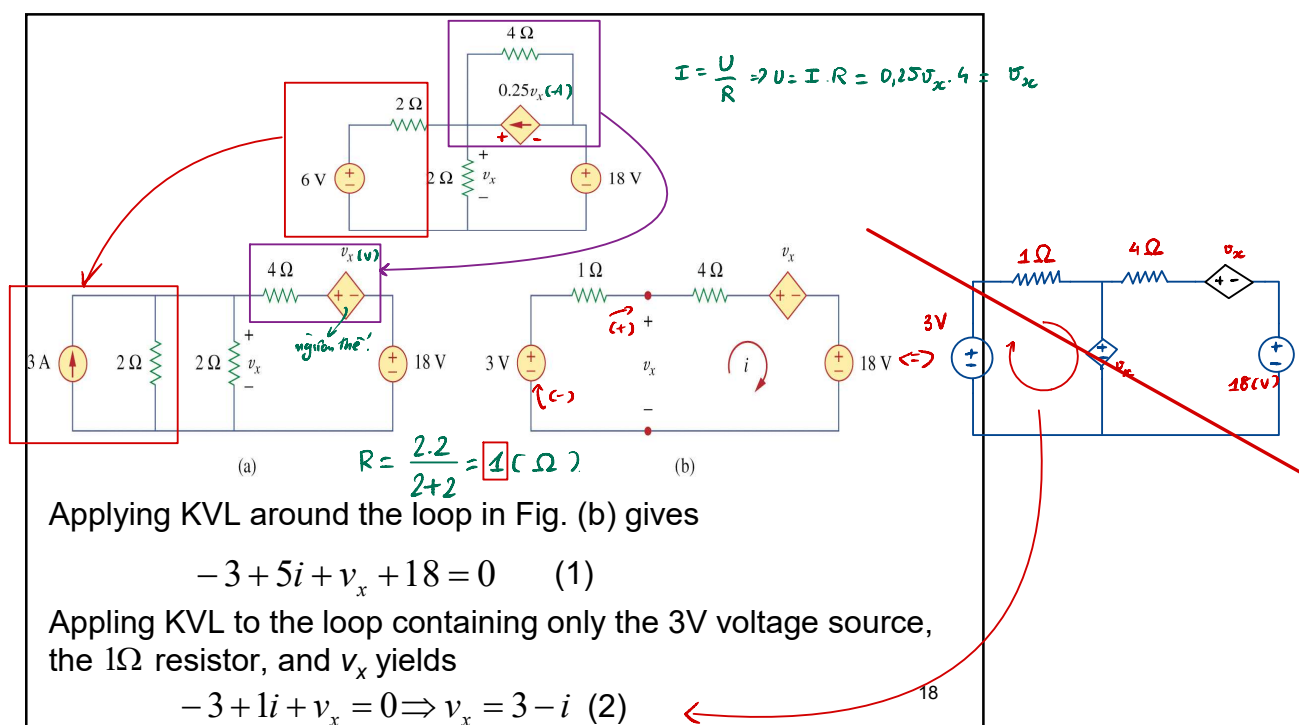
$$\frac{2 \cdot 2}{2+8} = \frac{2}{5} = 0,4(A)$$

$$v_o = I \cdot R = 0,4 \cdot 8 = 3,2(V)$$

**Ex:** Find  $v_x$  in Fig. using source transformation



17



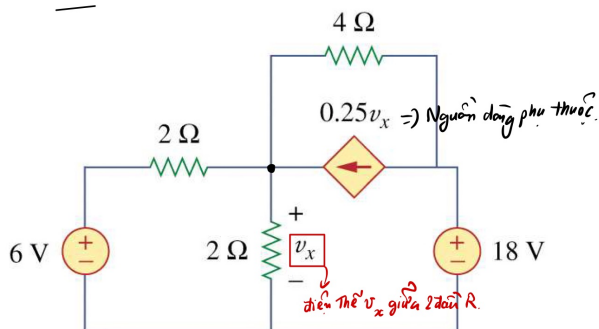
$$-3 + 5i + 3 - i + 18 = 0$$

$$\Leftrightarrow 4i + 18 = 0 \Leftrightarrow i = \frac{-18}{4} = -4.5 \text{ (A)}$$

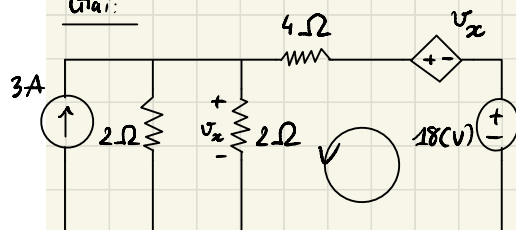
$$\Rightarrow v_x = 3 - i = 3 - (-4.5) = 7.5 \text{ (V)}$$



**Ex:** Find  $v_x$  in Fig. using source transformation :



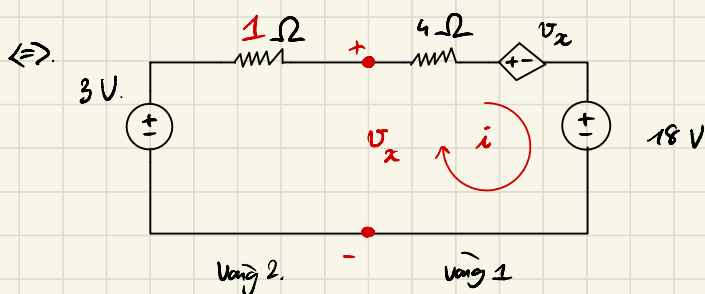
Giai:



$$I = \frac{6}{2} = 3(A) \quad V = I \cdot R = 0,25 \cdot v_x \cdot 4 = v_x$$

$$R = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = \frac{4}{4} = 1 \Omega$$

$$V = I \cdot R = 3 \cdot 1 = 3(V)$$



$$\text{Vòng 1: } -3 + 5 \cdot i + v_x + 18 = 0$$

$$\text{Vòng 2: } -3 + i + v_x = 0$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 5i + v_x = -15 \\ i + v_x = 3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} i = -4,5 (A) \\ v_x = 7,5 (V) \end{cases}$$

Substituting this into Eq.(1), we obtain

$$15 + 5i + 3 = 0 \Rightarrow i = -4.5A$$

Alternatively

$$-v_x + 4i + v_x + 18 = 0 \Rightarrow i = -4.5A$$

thus

$$v_x = 3 - i = 7.5V = 3 - (-4.5) = 3 + 4.5$$

ở đây ta đã chọn ngược chiều dòng điện  
 $\Rightarrow I < 0$

Thì đúng ra là ta phải kết luận là  $I > 0$

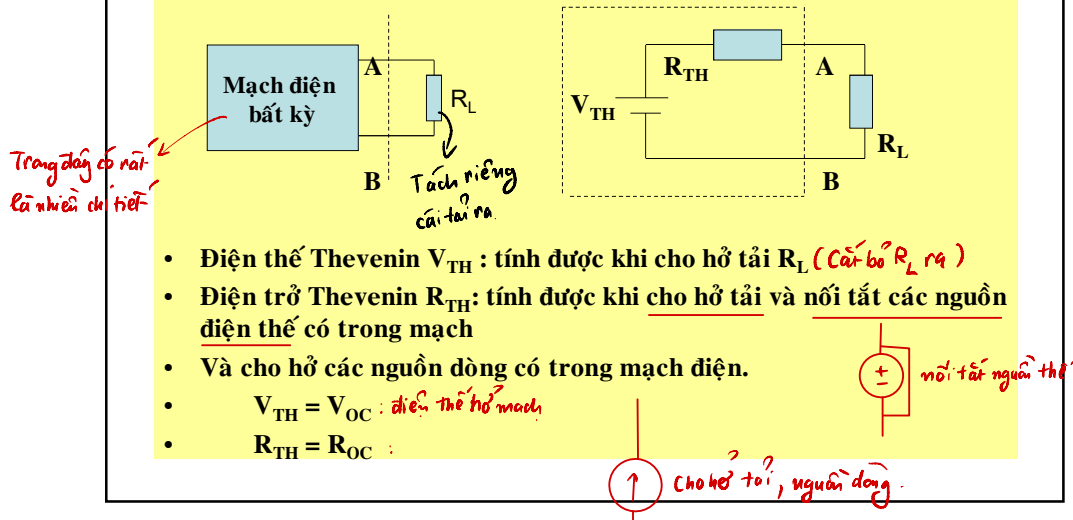
và phải chọn chiều dòng điện ngược lại,  
 như ở đây, để KHÔNG yêu cầu tìm  $I$  mà  
 yêu cầu tìm  $v_x$ .

Ta không phải đổi chiều dòng điện lại để tìm  $v_x$   
 mà cứ để công thức cũ, và để  $I < 0$  vào tìm.

19

### 3. Định lý Thevenin

- Với mạch điện bất kỳ (H.a), ta có thể biểu diễn thành mạch điện đơn giản (H.b) như sau, với định nghĩa sau:

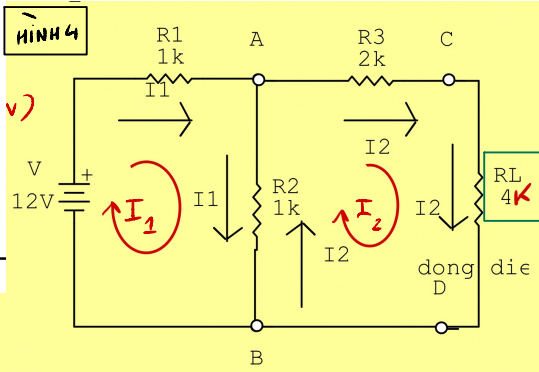


phần tử, thường xảy ra trường hợp một phần tử cụ thể trong mạch có thể thay đổi (thường được gọi là tải) trong khi các phần tử khác là cố định.

Chỉ có cái tải là thay đổi thôi

- VD: một thiết bị cắm vào ổ cắm gia đình để kết nối với các thiết bị khác nhau tạo thành tải thay đổi.
- ☐ Mỗi lần có phần tử thay đổi, toàn bộ mạch phải được phân tích lại.
  - ☐ Để tránh vấn đề này, định lý Thevenin cung cấp một kỹ thuật theo đó toàn bộ phần cố định của mạch được thay thế bằng một tương đương rất đơn giản của **nguồn điện áp nối tiếp với một điện trở**.

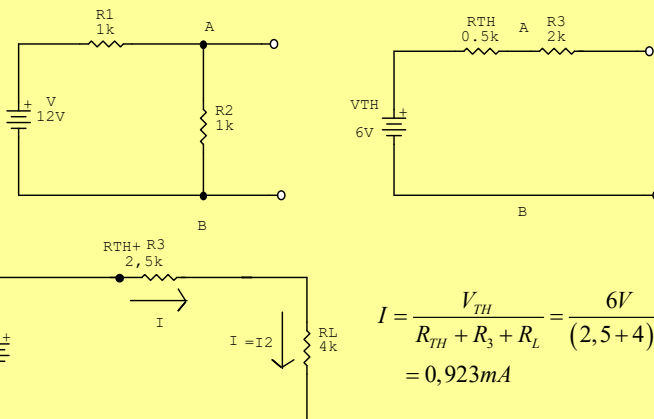
$V_{oc} = V_{cd}$  (Cắt tại?)  
 Không dòng đi qua  $R_3 \Rightarrow V_{TH} = V_{AB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot 12(V) = 6(V)$



Cắt  $R_L \Rightarrow$  C, D hở mạch.

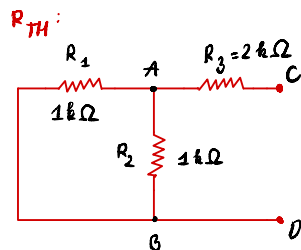
Thí dụ: Cho lại mạch điện ở H. 4

- Tính được lần lượt sau:

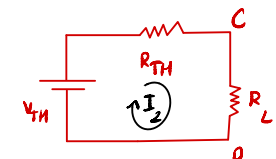


$$I = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_3 + R_L} = \frac{6V}{(2,5 + 4)k} = 0,923mA$$

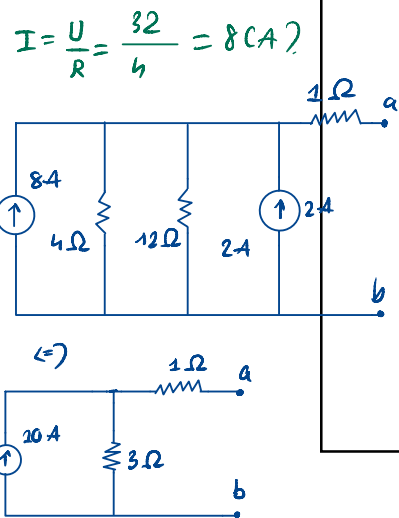
- Ta có cùng kết quả như khi giải bằng định luật Kirchhoff, nhưng nhanh và tiện lợi hơn, nên thường được áp dụng trong giải mạch điện tử.



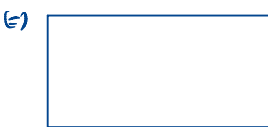
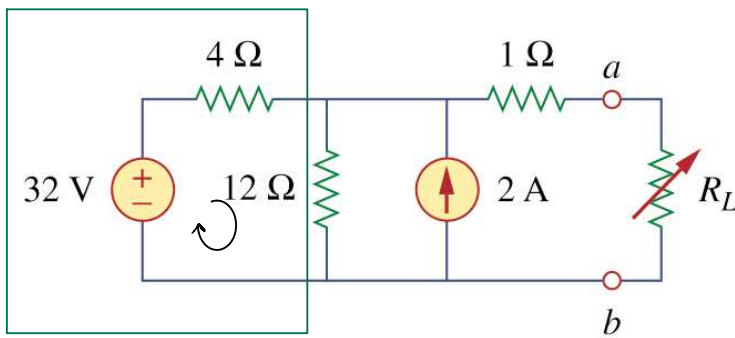
$\Rightarrow R_{TH} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3$   
 $= \frac{1 \cdot 1}{1 + 1} + 2 = 2,5 \Omega$



$\Rightarrow I_2 = I = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L}$   
 $= \frac{6}{2,5 + 4} = 0,923$



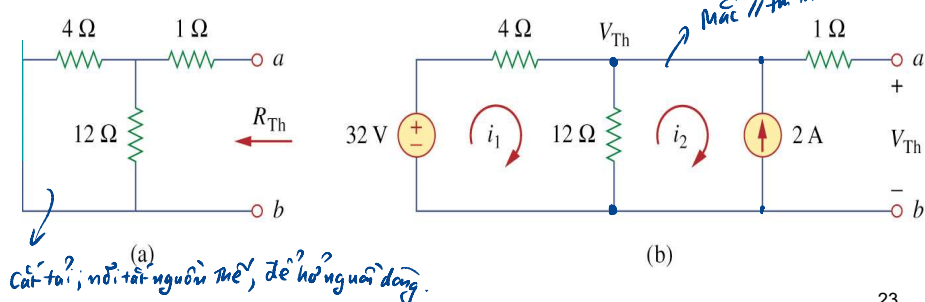
Example: Find the Thevenin's equivalent circuit of the circuit shown in this Figure, to the left of the terminals a-b. Then find the current through  $R_L = 6, 16$ , and  $36 \Omega$ .



$U = 10 \cdot 3 = 30(V)$

Find  $R_{Th}$  $R_{Th}$  : 32V voltage source  $\rightarrow$  short2A current source  $\rightarrow$  open

$$R_{Th} = 4 \parallel 12 + 1 = \frac{4 \times 12}{16} + 1 = 4\Omega$$



23

Tìm  $V_{Th}$ 

Ta có:

$$-32 + 4i_1 + 12(i_1 - i_2) = 0, \quad i_2 = -2A \quad (\text{Chạy ngược chiều?})$$

$$\therefore i_1 = 0.5A$$

$$i_1 = 0,5 (A)$$

$$V_{Th} = 12(i_1 - i_2) = 12(0.5 + 2.0) = 30V$$

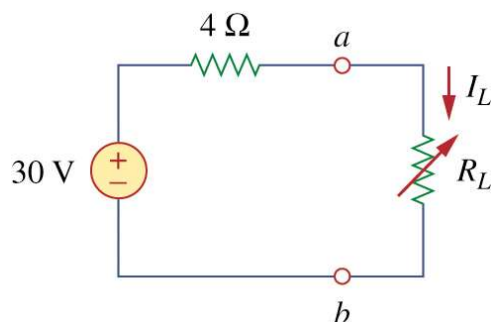
CÁCH khác:

$$(32 - V_{Th}) / 4 + 2 = V_{Th} / 12$$

$$\therefore V_{Th} = 30V$$

24

Mạch tương đương:



$$i_L = \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L} = \frac{30}{4 + R_L}$$

$$R_L = 6 \rightarrow I_L = 30/10 = 3A$$

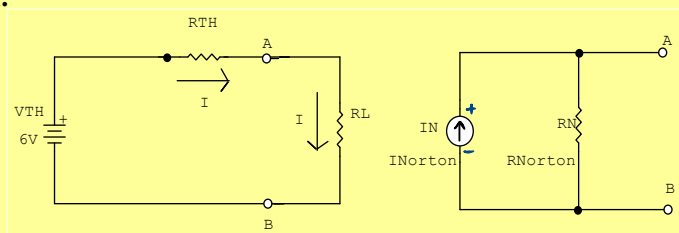
$$R_L = 16 \rightarrow I_L = 30/20 = 1.5A$$

$$R_L = 36 \rightarrow I_L = 30/40 = 0.75A$$

25

#### 4. Định lý Norton *Biểu diễn thành dạng.*

- Là định lý tương đối tính của định lý Thevenin, được biểu diễn như sau:



- Với định nghĩa:

$$I_N = I_{SC}$$

$$R_N = R_{OC} = R_{TH}$$

- Do đó:

$$V_{TH} = I_N R_N$$

$$R_{TH} = R_N$$

$$\longleftrightarrow I_N = V_{TH}/R_{TH}$$

$$\longleftrightarrow R_N = R_{TH}$$

Điện thế  $\longleftrightarrow$  Dòng điện  
 Nguồn thế  $\longleftrightarrow$  Nguồn dòng  
 Nối tiếp  $\longleftrightarrow$  Song song  
 Điện trở nối tiếp  $\longleftrightarrow$  Điện trở song song