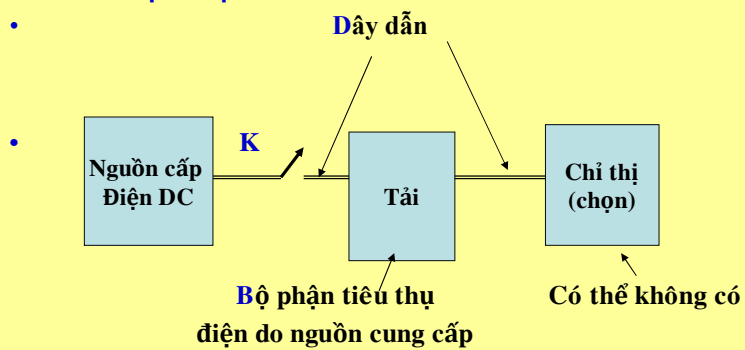


Các định luật về mạch điện

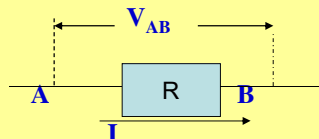
I. Những phần tử mạch điện

- Sơ đồ mạch điện cơ bản:



II. Các định luật mạch điện

1. Định luật Ohm



$$V_{AB} = RI \iff I = V_{AB}/R \iff R = V_{AB}/I$$

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

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:

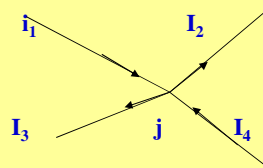
- $P = I^2 R = VI = V^2/R \text{ (W)}$
- **Thí dụ:** Cho $I = 3 \text{ A}$, $R = 2 \ \Omega \rightarrow P = 2(3^2) = 18 \text{ W}$

2. Định luật Kirchhoff

1. Định luật Kirchhoff về dòng điện (KCL)

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

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



H. 2

với qui ước:

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

- **Thí dụ trên h.2 cho:**

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

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

b) Định luật Kirchhoff về điện thế (KVL)

• 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:

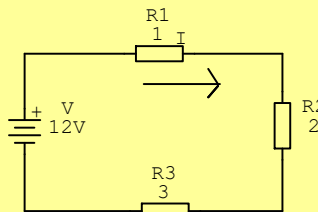
- Chọn chiều dòng điện như hình, ta được:

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

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

- 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.

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.

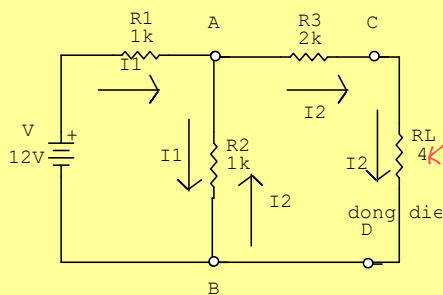
- Áp dụng định luật Kirchhoff cho:

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

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

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

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



- Thay trị số các điện trở vào được:

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

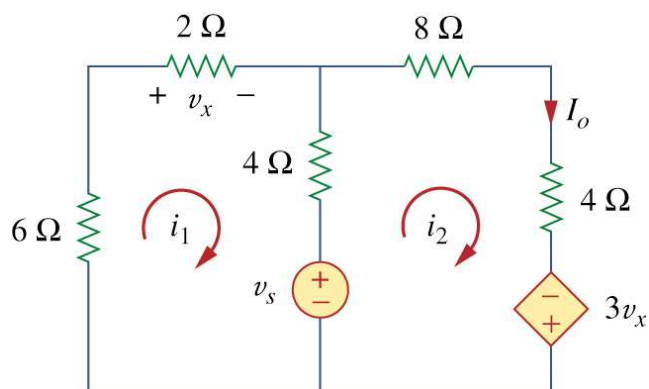
$$(3) \Rightarrow V = (1 + 1 \text{ k } \Omega) I_1 - 1 \text{ k } \Omega I_2 \Rightarrow 12V = 2 \text{ k } \Omega 7 I_2 - 1 \text{ k } \Omega I_2 = 13 \text{ k } \Omega I_2$$

- Kết quả:

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

Example:

- For the circuit, find I_0 when $v_s=12V$ and $v_s=24V$.



7

• KVL:

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

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

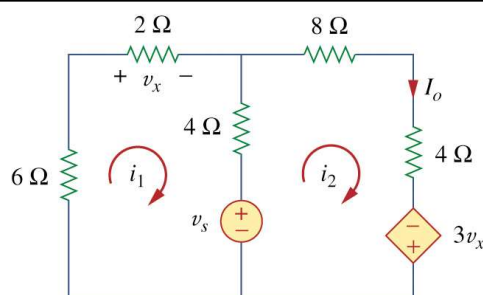
$$v_x = 2i_1$$

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 $v_s = 12V$

$$I_0 = i_2 = \frac{12}{76} A$$

Khi $v_s = 24V$

$$I_0 = i_2 = \frac{24}{76} A$$

8

❖ 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)
 - ✓ Nguồn dòng độc lập: 0 A (hở mạch)
- Các nguồn phụ thuộc được giữ nguyên.

9

□ Các bước áp dụng nguyên lý chồng chất:

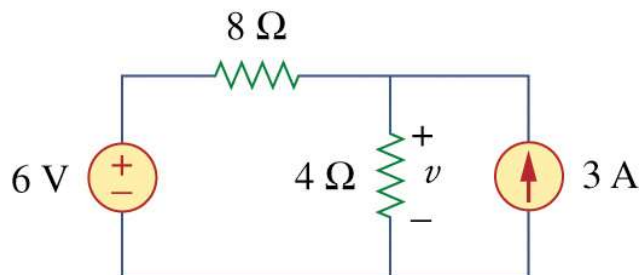
- Tắt tất cả các nguồn độc lập ngoại trừ nguồn đơn. Tìm đầu ra (điện áp hoặc dòng điện) do nguồn hoạt động đó bằng cách sử dụng phân tích nút hoặc lưới.
- Lặp lại bước 1 cho từng nguồn độc lập khác.
- Tìm tổng bằng cách cộng đại số các nguồn độc lập.

□ 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

Ta có: $V = V_1 + V_2$

Voltage division to get

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

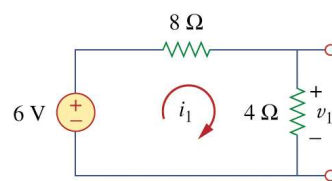
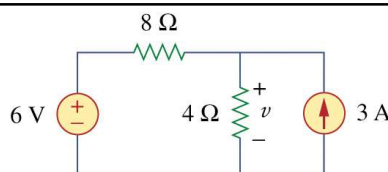
Current division, to get

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

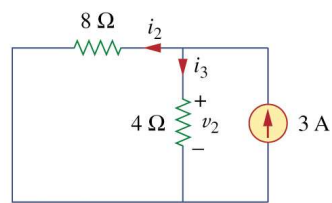
Hence $v_2 = 4i_3 = 8V$

And we find

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



(a)

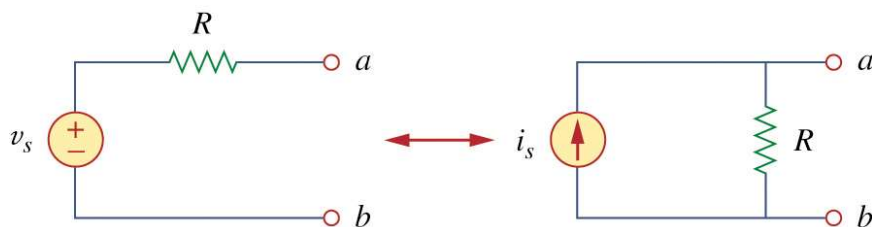


(b)

12

❖ Biến đổi nguồn

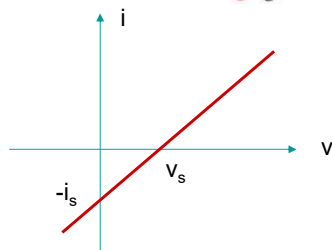
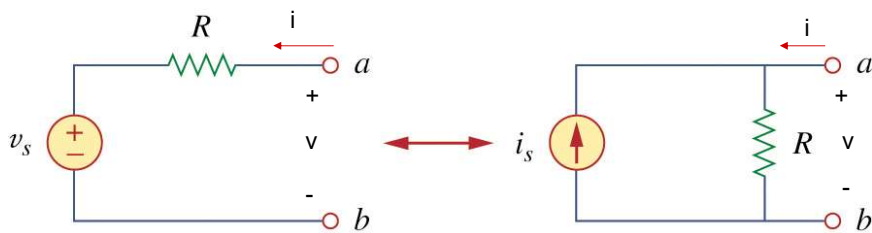
Biến đổi nguồn là quá trình thay thế nguồn điện áp v_s mắc nối tiếp với điện trở R bằng nguồn dòng i_s mắc song song với điện trở R hoặc ngược lại



$$v_s = i_s R \quad \text{or} \quad i_s = \frac{v_s}{R}$$

14

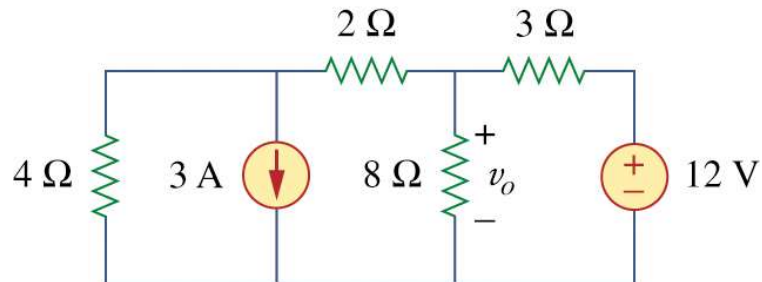
Equivalent circuits



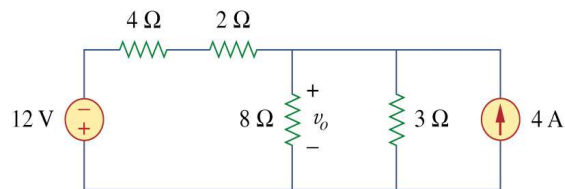
14

Example:

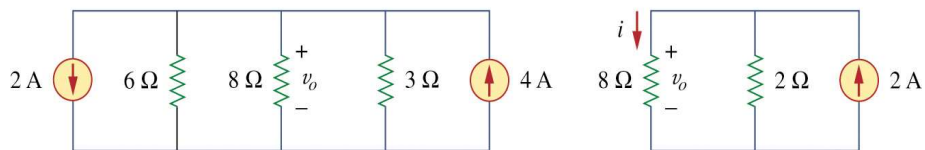
Use source transformation to find v_o in the circuit in the Figure



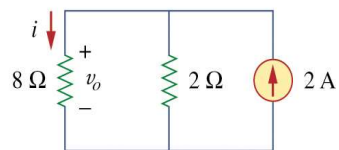
15



(a)



(b)



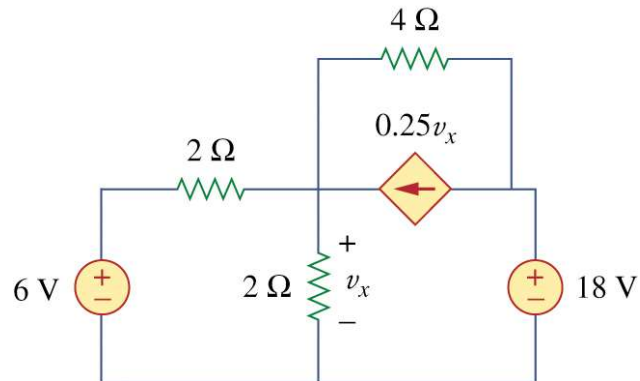
(c)

we use current division in Fig.(c) to get: $i = \frac{2}{2+8}(2) = 0.4\text{A}$

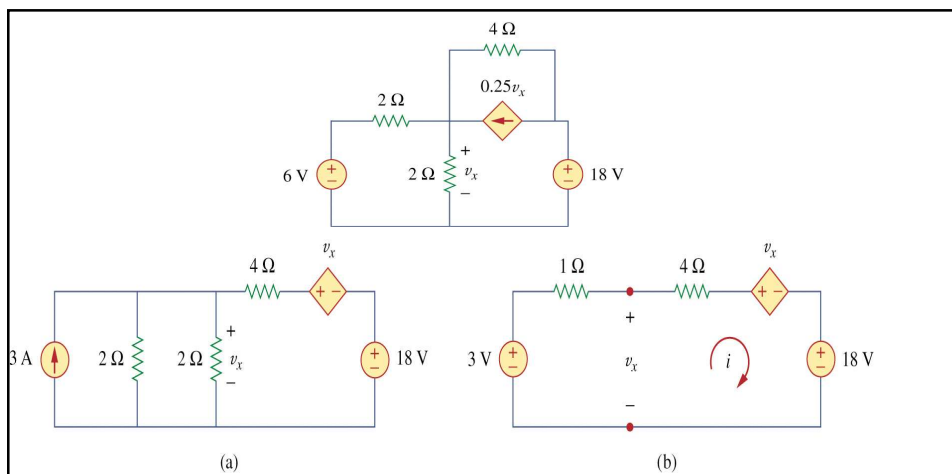
and $v_o = 8i = 8(0.4) = 3.2\text{V}$

16

Ex: Find v_x in Fig. using source transformation



17



Applying KVL around the loop in Fig. (b) gives

$$-3 + 5i + v_x + 18 = 0 \quad (1)$$

Applying KVL to the loop containing only the 3V voltage source, the 1Ω resistor, and v_x yields

$$-3 + 1i + v_x = 0 \Rightarrow v_x = 3 - i \quad (2)$$

18

Substituting this into Eq.(1), we obtain

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

Alternatively

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

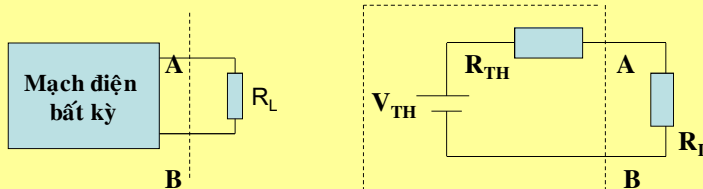
thus

$$v_x = 3 - i = 7.5V$$

19

3. Định lý Thevenin

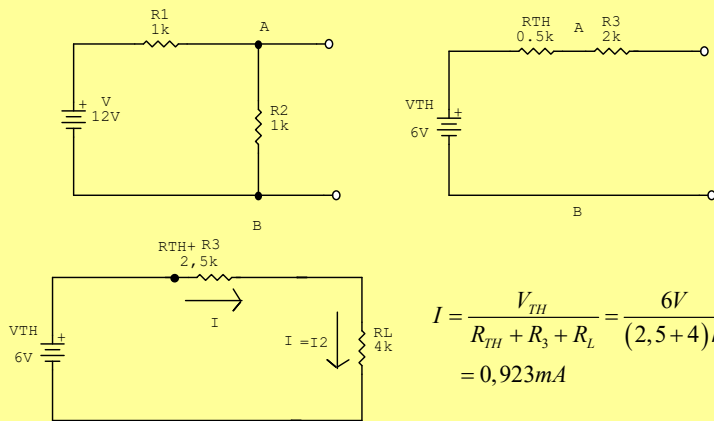
- Với mạch điện bất kỳ (H.a), ta có thể biểu diễn thành mạch điện đơn giản (H.b) như sau, với định nghĩa sau:



- Điện thế Thevenin V_{TH} : tính được khi cho hở tải R_L
- Điện trở Thevenin R_{TH} : tính được khi cho hở tải và nối tắt các nguồn điện thế có trong mạch
- Và cho hở các nguồn dòng có trong mạch điện.
- $V_{TH} = V_{OC}$
- $R_{TH} = R_{OC}$

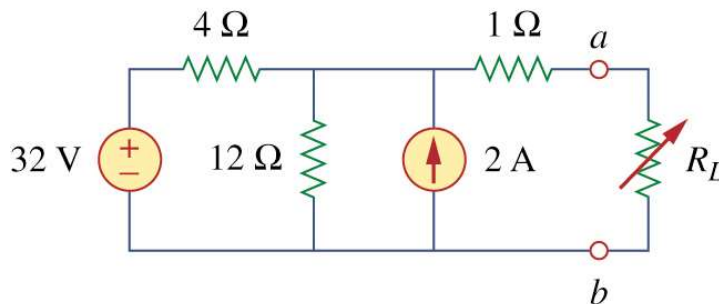
Thí dụ: Cho lại mạch điện ở H. 4

- Tính được lần lượt sau:



- 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.

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 $R_L = 6, 16, \text{ and } 36 \Omega$.

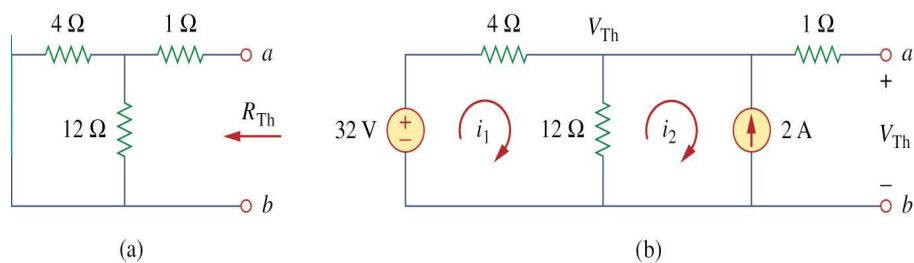


Find R_{Th}

R_{Th} : 32V voltage source \rightarrow short

2A current source \rightarrow open

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



23

Tìm V_{Th}

Ta có:

$$-32 + 4i_1 + 12(i_1 - i_2) = 0, \quad i_2 = -2A$$

$$\therefore i_1 = 0.5A$$

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

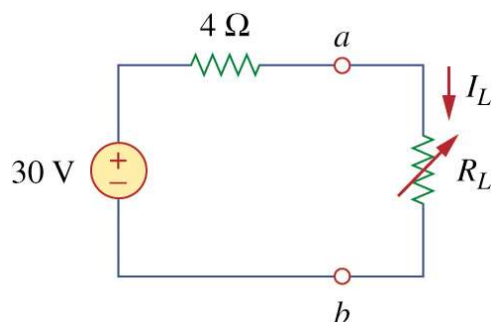
Cách khác:

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

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

24

Mạch tương đương:



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

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

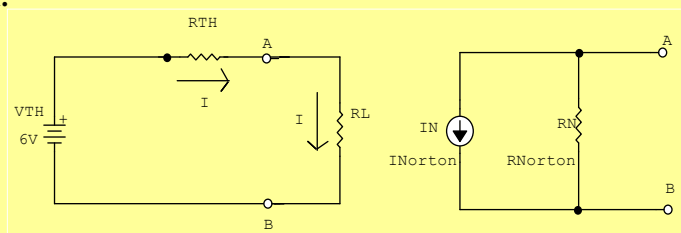
$$R_L = 16 \rightarrow I_L = 30/20 = 1.5A$$

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

25

4. Định lý Norton

- 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:

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

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

Điện thế ↔ Dòng điện
 Nguồn thế ↔ Nguồn dòng
 Nối tiếp ↔ Song song
 Điện trở nối tiếp ↔ Điện trở song song