

Môn học: Kỹ thuật Điện - Điện tử

Mã học phần: E06015

GV: Nguyễn Minh Triết

Cách tính điểm trong lớp lý thuyết:

Tổng điểm: 100

- Điểm danh: 20 điểm – vắng 1 buổi trừ 5 điểm
- Kiểm tra tại lớp 50 phút: 10 điểm
- Bài tập về nhà (2 bài) : 20 điểm
- Thi cuối kì 90 phút (ghi chú 1 tờ A4 2 mặt): 50 điểm

Cách tính điểm trong lớp thực hành:

Tổng điểm: 100

- Điểm danh: 20 điểm – vắng 1 buổi trừ 5 điểm
- Báo cáo thực hành (nộp vào đầu buổi học): 50 điểm
- Thi cuối kì 50 phút: 30 điểm

Mục đích môn học: Cung cấp các kiến thức cơ bản về điện – điện tử cho sinh viên ngành Công nghệ Kỹ thuật Môi trường.

Nội dung môn học: gồm 5 chương, 6 buổi.

Chương 1: Mạch điện

Chương 2: Máy điện

Chương 3: Linh kiện điện tử

Chương 4: Mạch khuếch đại

Chương 5: Khái niệm về mạch điện tử- chỉnh lưu – nguồn một chiều

CHƯƠNG 1: MẠCH ĐIỆN

Nội dung chương:

1. Mô hình mạch điện
2. Định luật Ohm's
3. Định luật Kirchhoff's
4. Điện trở mắc song song và nối tiếp
5. Bộ chia điện thế
6. Chuyển mắc tam giác sang dạng mắc Y

1. Mô hình mạch điện

- 1.1. Định nghĩa về mạch điện

Mạch điện là một hệ thống gồm các thiết bị điện, điện tử ghép lại. Trong đó xảy ra các quá trình truyền đạt, biến đổi năng lượng hay tín hiệu điện từ đo bởi các đại lượng dòng điện, điện áp.

1.2. Kết cấu hình học của mạch điện

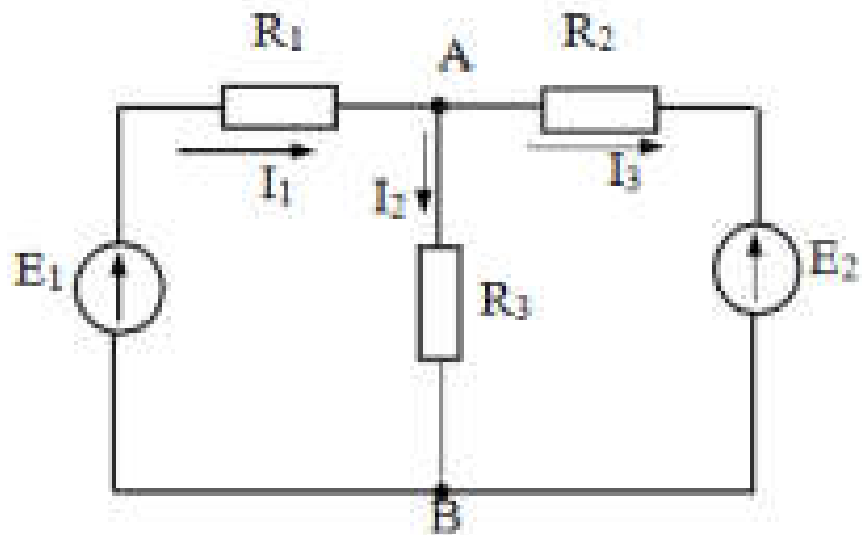
- Nhánh: là 1 đoạn mạch gồm những phần tử ghép nối tiếp nhau, trong đó có cùng 1 dòng điện chạy thông từ đầu nọ đến đầu kia.
- Nút: là giao điểm gặp nhau của 3 nhánh trở lên.
- Vòng (mạch vòng): một lối đi khép kín qua các nhánh.
- Mạch điện có 2 phần tử chính đó là nguồn điện và phụ tải.

1. Mô hình mạch điện

- Mạch điện có 2 phần tử chính đó là nguồn điện và phụ tải.
 - Nguồn điện: là các thiết bị điện dùng để biến đổi các dạng năng lượng khác sang điện năng, ví dụ như pin, ắc qui (năng lượng hóa học), máy phát điện...
 - Phụ tải: là thiết bị điện biến điện năng thành các dạng năng lượng khác. Trên sơ đồ chúng thường được biểu thị bằng một điện trở R .
 - Dây dẫn: là dây kim loại dùng để nối từ nguồn đến phụ tải.

1. Mô hình mạch điện

Ví dụ: Cho mạch điện như Hình vẽ. Hãy cho biết mạch điện trên có bao nhiêu nhánh, bao nhiêu nút và bao nhiêu vòng?



Mạch điện trên gồm:

❖ 3 nhánh:

- Nhánh 1: gồm phần tử R_1 mắc nối tiếp với nguồn E_1
- Nhánh 2: gồm phần tử R_2 mắc nối tiếp nguồn E_2
- Nhánh 3: gồm phần tử R_3 .

❖ 2 nút: A và B

❖ 3 vòng: Vòng 1: qua các nhánh (1, 3, 1);
Vòng 2: qua các nhánh (2, 3, 2);
Vòng 3: qua các nhánh (1, 2, 1)

1. Mô hình mạch điện

1.3. Các đại lượng đặc trưng cho quá trình truyền năng lượng trong mạch điện:

- Dòng điện: Dòng điện là dòng các điện tích chuyển dời có hướng dưới tác dụng của điện trường.

Qui ước: Chiều dòng điện hướng từ cực dương về cực âm của nguồn hoặc từ nơi có điện thế cao đến nơi có điện thế thấp.

Cường độ dòng điện I là đại lượng đặc trưng cho độ lớn của dòng điện. Cường độ dòng điện được tính bằng lượng điện tích chạy qua tiết diện thẳng của vật dẫn trong một đơn vị thời gian.

Đơn vị của dòng điện là ampe (A).

$$I = \frac{dq}{dt}$$

1. Mô hình mạch điện

1.3. Các đại lượng đặc trưng cho quá trình truyền năng lượng trong mạch điện:

Điện áp là đại lượng đặc trưng cho khả năng tích lũy năng lượng của dòng điện. Trong mạch điện, tại các điểm đều có một điện thế φ nhất định. Hiệu điện thế giữa hai điểm gọi là điện áp U .

Ta có: $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$

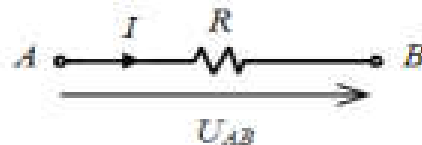
Trong đó: φ_A : điện thế tại điểm A

φ_B : điện thế tại điểm B

U_{AB} : hiệu điện thế giữa A và B

Qui ước: Chiều điện áp là chiều từ điểm có điện thế cao đến điểm có điện thế thấp.

Đơn vị điện áp là vôn (V). Ký hiệu: U , $u(t)$.



1. Mô hình mạch điện

1.3. Các đại lượng đặc trưng cho quá trình truyền năng lượng trong mạch điện:

Công suất P là đại lượng đặc trưng cho khả năng thu và phát năng lượng điện trường của dòng điện. Công suất được định nghĩa là tích số của dòng điện và điện áp:

- Nếu dòng điện và điện áp cùng chiều thì dòng điện sinh công dương $P > 0$ (phần tử đó hấp thụ năng lượng).
- Nếu dòng điện và điện áp ngược chiều thì dòng điện sinh công âm $P < 0$ (phần tử đó phát năng lượng)
- Đơn vị công suất là watt (W). Đối với mạch điện xoay chiều, công thức tính công suất tác dụng như sau: $P = U.I.\cos\varphi$

Trong đó: U : là điện áp hiệu dụng.

I : là dòng điện hiệu dụng.

$\cos\varphi$: là hệ số công suất, với $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ (với φ_u là góc pha đầu của điện áp và φ_i là góc pha đầu của dòng điện).

1. Mô hình mạch điện

1.4. Các phần tử cơ bản của mạch điện

- Điện trở:

Đặc trưng cho hiện tượng tiêu tán năng lượng. Đơn vị: Ω (ohm)

Ký hiệu: R

Điện dẫn: Y hoặc G , với: $Y = G = \frac{1}{R}$ mho (ν)



- Tụ điện

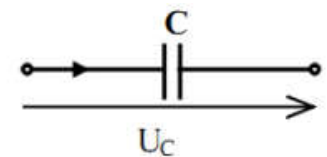
Đặc trưng cho hiện tượng tích phóng năng lượng điện trường. Đơn vị: F (Fara),
với: $1\mu F = 10^{-6} F$; $1nF = 10^{-9} F$; $1pF = 10^{-12} F$

Ký hiệu: C : tụ điện

Gọi u là điện áp đặt giữa 2 đầu của tụ điện. Ta có: $q = c.u$: trong đó: q : điện tích trên tụ, u là hiệu điện thế giữa hai bản tụ

$$\Rightarrow \frac{dq}{dt} = c \frac{du}{dt}, \text{ mà: } i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow i = c \frac{du}{dt}$$

\Rightarrow Dòng điện đi qua tụ tỉ lệ với sự biến thiên của điện áp trên tụ.



1. Mô hình mạch điện

1.4. Các phần tử cơ bản của mạch điện

- Cuộn cảm (cuộn dây):

Đặc trưng cho khả năng tạo nên từ trường của phần tử mạch điện. Đơn vị: Henry

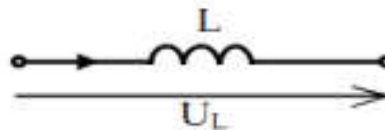
Ký hiệu L : Điện cảm của cuộn dây.

Tính chất: gọi i là dòng điện đi qua cuộn dây; u : là điện áp đặt giữa 2 đầu cuộn dây,

ta có: $u = L \cdot \frac{di}{dt}$

Với: $\frac{di}{dt}$: chỉ sự biến thiên của dòng điện theo thời gian

=> Điện áp giữa 2 đầu cuộn dây tỉ lệ với sự biến thiên của dòng điện theo thời gian.

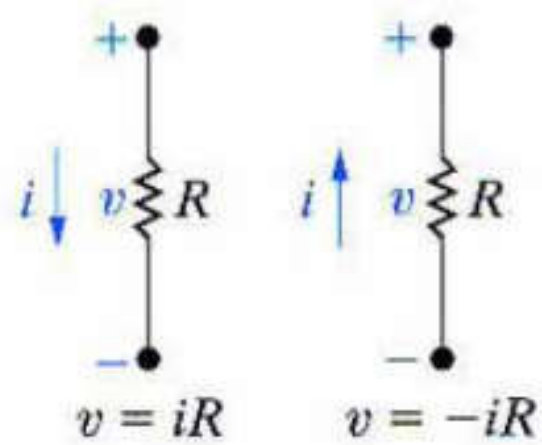


2. Định luật Ohm's

- Định luật Ohm là một định luật vật lý về sự phụ thuộc vào cường độ dòng điện của hiệu điện thế và điện trở. Nội dung của định luật cho rằng cường độ dòng điện đi qua 2 điểm của một vật dẫn điện luôn tỷ lệ thuận với hiệu điện thế đi qua 2 điểm đó, với vật dẫn điện có điện trở là một hằng số.

- Phương trình: $I = \frac{V}{R}$
 - I là cường độ dòng điện đi qua vật dẫn (đơn vị: ampere)
 - V là điện áp trên vật dẫn (đơn vị volt)
 - R là điện trở (đơn vị: ohm)

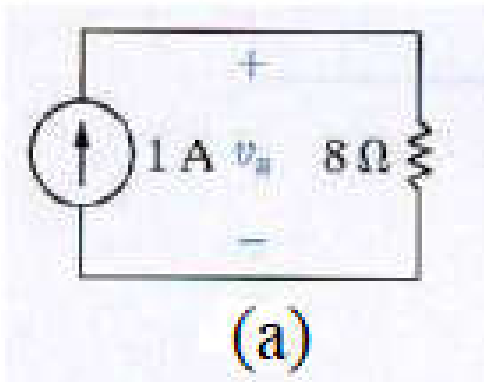
- Công suất:
$$p = vi = (iR)i = i^2 R$$
$$p = vi = v\left(\frac{v}{R}\right) = \frac{v^2}{R}$$



2. Định luật Ohm's

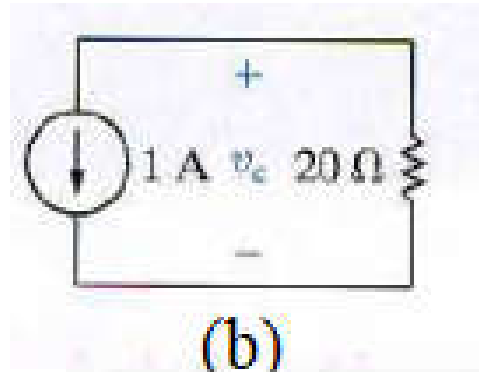
Ví dụ 1:

- 1. Tính giá trị của v và i trong mỗi hình sau.
- 2. Xác định công suất trên mỗi điện trở.



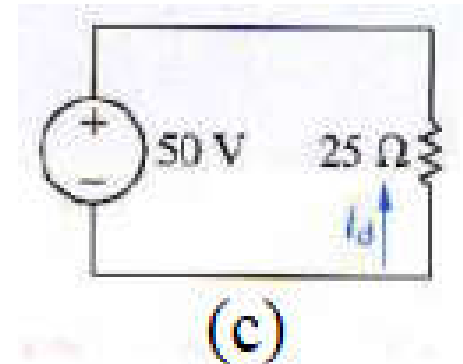
$$V_a = (1) \cdot (8) = 8 \text{ V}$$

$$p_{8\Omega} = \frac{(8)^2}{8} = (1)^2(8) = 8 \text{ W},$$



Chiều dòng điện ngược với chiều hiệu điện thế trên điện trở nên: $V_c = (-1) \cdot (20) = -20 \text{ V}$

$$p_{20\Omega} = \frac{(-20)^2}{20} = (1)^2(20) = 20 \text{ W},$$



$$I_d = -\frac{50}{25} = -2 \text{ A}$$

$$p_{25\Omega} = \frac{(50)^2}{25} = (-2)^2(25) = 100 \text{ W}.$$

2. Định luật Ohm's

Ví dụ 2:

a) Cho $V_g = 1 \text{ kV}$ và $I_g = 5 \text{ mA}$, tính R và P .

$$R = \frac{v_g}{i_g} = \frac{1 \times 10^3}{5 \times 10^{-3}} = 200 \text{ k}\Omega$$

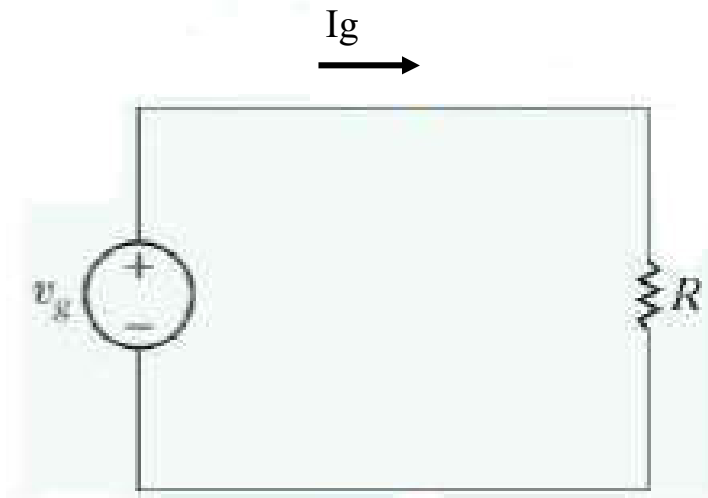
$$p = v_g i_g = (1 \times 10^3) \times (5 \times 10^{-3}) = 5 \text{ W}$$

b) Cho $R = 300 \Omega$ và $P = 480 \text{ mW}$, tính V_g và I_g .

$$R = \frac{v_g}{i_g} = 300 \Omega \quad \& \quad p = v_g i_g = 480 \text{ mW}$$

$$\frac{v_g}{i_g} \times i_g v_g = v_g^2 = 300 \times 480 \times 10^{-3} = 144$$

$$v_g = \sqrt{144} = 12 \text{ V} \quad \longrightarrow \quad i_g = \frac{12}{300} = 0.04 \text{ A}$$



3. Định luật Kirchhoff

a) Định luật Kirchhoff về cường độ dòng điện, Kirchhoff 1 (K1) :

- Tại bất kỳ nút (ngã rẽ) nào trong một mạch điện, thì tổng cường độ dòng điện chạy đến nút phải bằng tổng cường độ dòng điện từ nút chạy đi, hay: Tổng giá trị đại số của dòng điện tại một nút trong một mạch điện là bằng không.
- Công thức tổng quát:
$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

với n là tổng số các nhánh với dòng điện chạy vào nút hay từ nút ra.

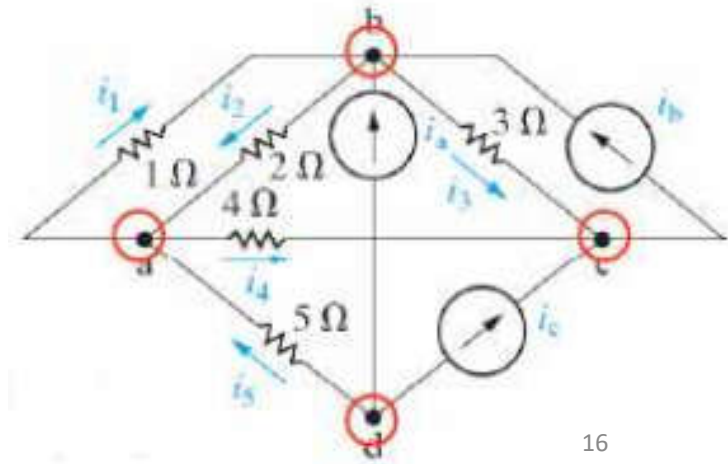
- Ví dụ: Dùng Định luật Kirchhoff 1 để viết phương trình cho 4 nút a,b,c,d như hình vẽ.

a $i_1 + i_4 - i_2 - i_5 = 0$

b $i_2 + i_3 - i_1 - i_b - i_a = 0$

c $i_b - i_3 - i_c - i_4 = 0$

d $i_5 + i_c + i_a = 0$



3. Định luật Kirchhoff

b) Định luật Kirchhoff về hiệu điện thế, Kirchhoff 2 (K2):

- Tổng giá trị điện áp dọc theo một vòng bằng 0.

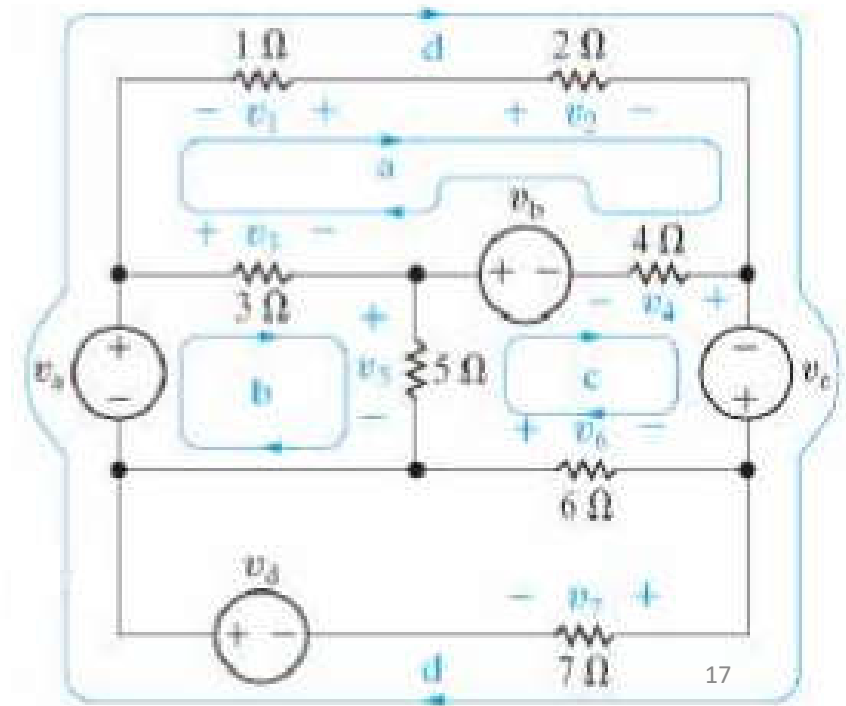
- Công thức tổng quát:
$$\sum_{k=1}^n V_k = 0$$

với n là tổng số các điện áp được đo.

- Ví dụ:

Dùng Kirchhoff 2 để viết phương trình cho 4 vòng a,b,c,d như hình vẽ.

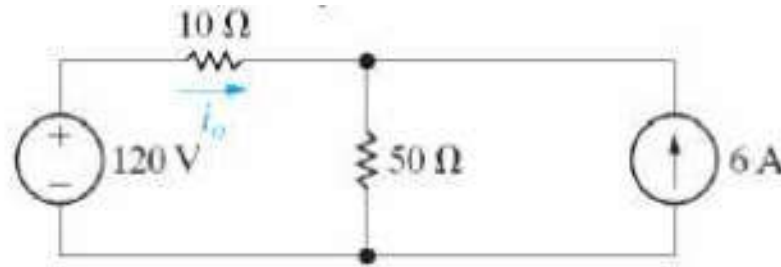
$$\begin{aligned} \text{a} \quad & -v_3 - v_1 + v_2 + v_4 - v_b = 0 \\ \text{b} \quad & -v_a + v_3 + v_5 = 0 \\ \text{c} \quad & v_b - v_4 - v_c - v_6 - v_5 = 0 \\ \text{d} \quad & -v_a - v_1 + v_2 - v_c + v_7 - v_d = 0 \end{aligned}$$



3. Định luật Kirchhoff

Ví dụ 3:

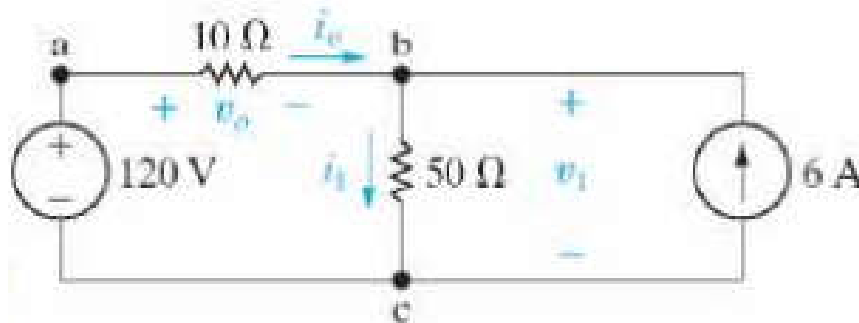
Dùng K1, K2 , Ohm's để tìm I_0 , tìm công suất trên từng thành phần của mạch điện trong hình vẽ.



Vẽ lại hình:

Dùng K1 tại nút b ta có:

$$I_1 - 6 - I_0 = 0 \quad (1)$$



3. Định luật Kirchhoff

Vẽ lại hình:

Dùng K2 ta có:

$$V_0 + V_1 - 120 = 0$$

Dùng Ohm's ta có:

$$V_0 = I_0 \cdot 10$$

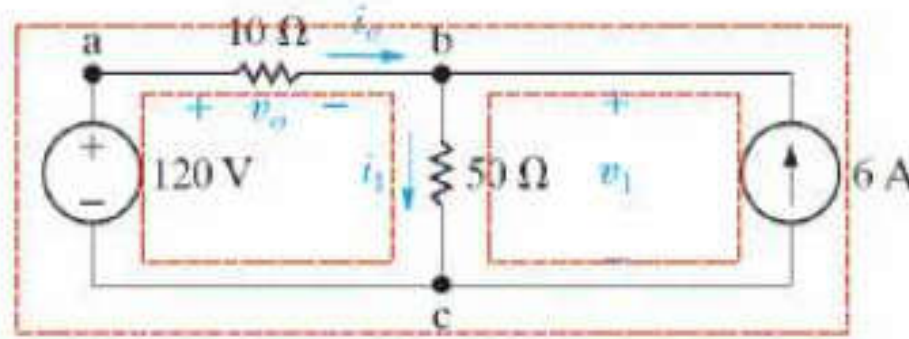
$$V_1 = I_1 \cdot 50$$

$$\rightarrow I_0 \cdot 10 + I_1 \cdot 50 - 120 = 0 \quad (2)$$

Giải hệ phương trình (1) và (2) ta có:

$$I_0 = -3\text{A}$$

$$I_1 = 3\text{A}$$



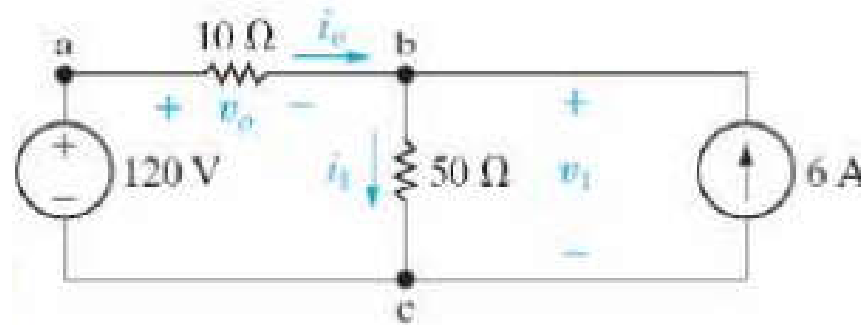
3. Định luật Kirchhoff

Công suất trên từng điện trở:

$$P_R = I^2 \cdot R$$

$$P_{10} = (-3)^2 \cdot 10 = 90 \text{ W}$$

$$P_{50} = 3^2 \cdot 50 = 450 \text{ W}$$



Công suất của nguồn 120V:

$$P_{120V} = I \cdot V = 3 \cdot 120 = 360 \text{ W}$$

Công suất của nguồn 6A:

$$P_{6A} = I \cdot V_1 = 6 \cdot 150 = 900 \text{ W}$$

3. Định luật Kirchhoff

Ví dụ 4:

Dùng K1, K2 , Ohm's để tìm i_0 và v_0 trong hình vẽ

Áp dụng K1 tại nút b ta có:

$$i_0 - i_{\Delta} - 5i_{\Delta} = 0$$

$$\rightarrow i_0 = 6i_{\Delta}$$

Áp dụng K2 từ a – b - c ta có:

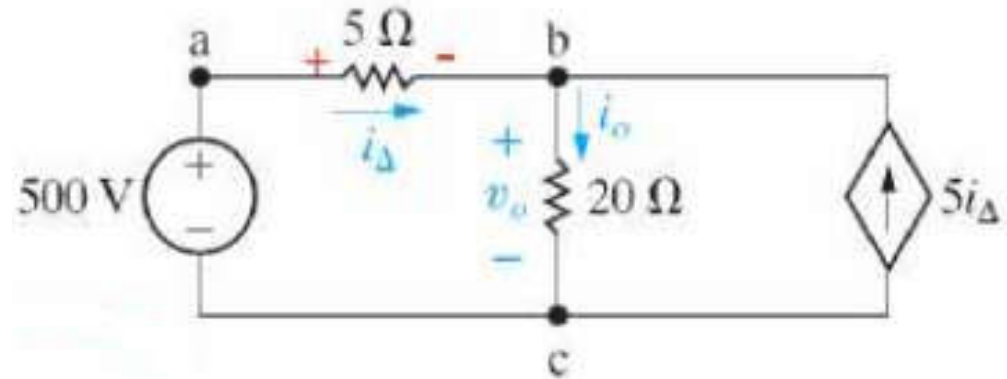
$$i_{\Delta}.5 + i_0.20 - 500 = 0$$

$$\rightarrow i_{\Delta}.5 + (6i_{\Delta}).20 - 500 = 0$$

$$\rightarrow i_{\Delta} = 4$$

$$\rightarrow i_0 = 24$$

$$\rightarrow v_0 = 20.i_0 = 480 \text{ V}$$



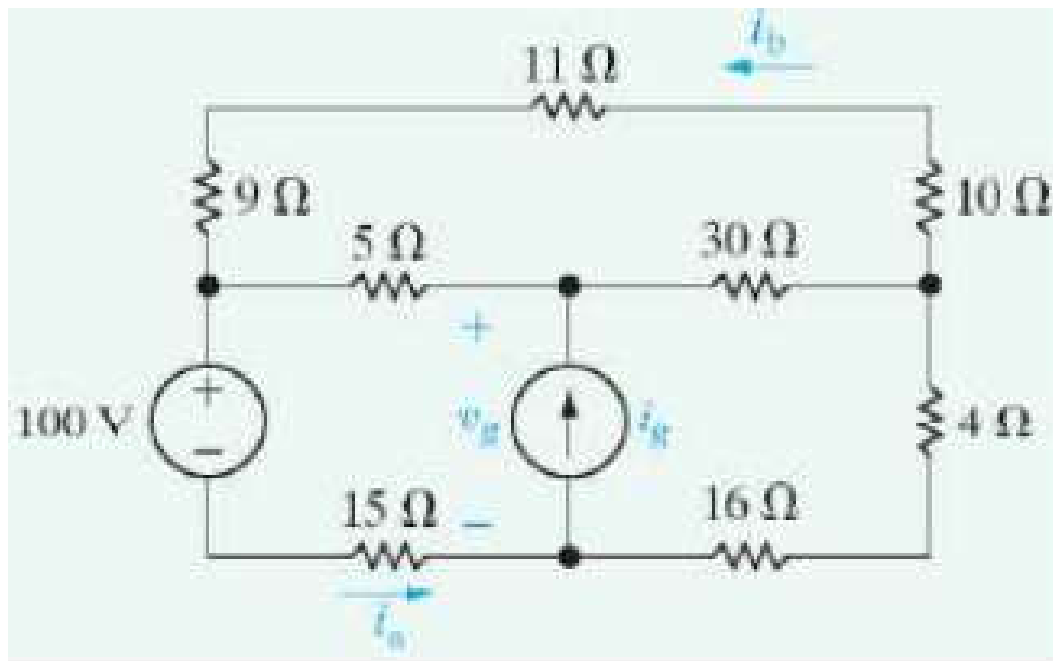
3. Định luật Kirchhoff

Bài tập:

Cho $i_a = 4\text{A}$ và $i_b = -2\text{A}$, tìm:

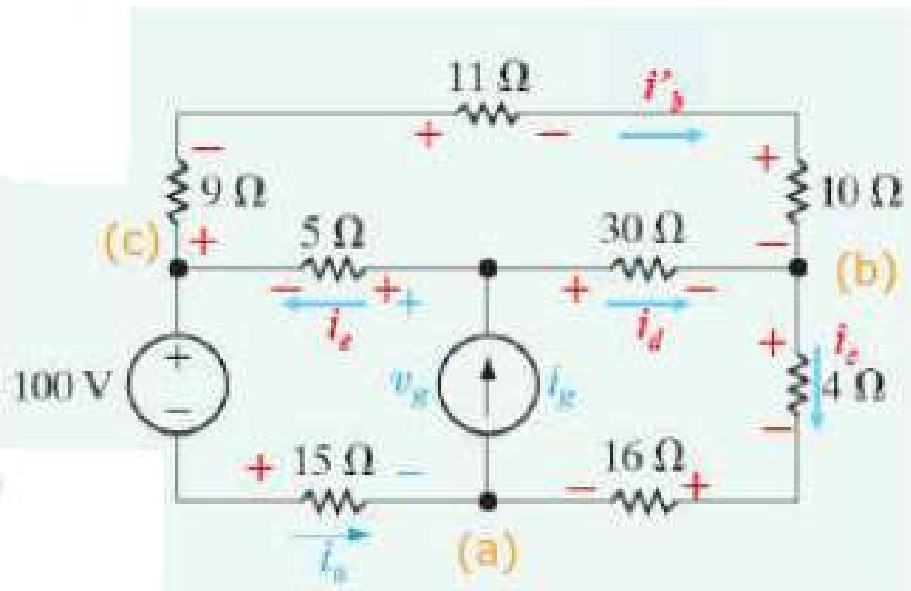
a) i_g

b) v_g



3. Định luật Kirchhoff

Vẽ lại mạch:



Ohm's:

$$v_{15\Omega} = i_a \cdot 15 = 4 \cdot 15 = 60V$$

$$v_{9\Omega} = i_b' \cdot 9 = 2 \cdot 9 = 18V$$

$$v_{11\Omega} = i_b' \cdot 11 = 2 \cdot 11 = 22V$$

$$v_{10\Omega} = i_b' \cdot 10 = 2 \cdot 10 = 20V$$

K2 cho vòng lớn:

$$-60 - 100 + 18 + 22 + 20 + 4 \cdot i_c + 16 \cdot i_c = 0$$

$$\rightarrow i_c = 5A$$

K2 cho nhỏ dưới bên trái:

$$-60 + 100 - 5 \cdot 6 + v_g = 0$$

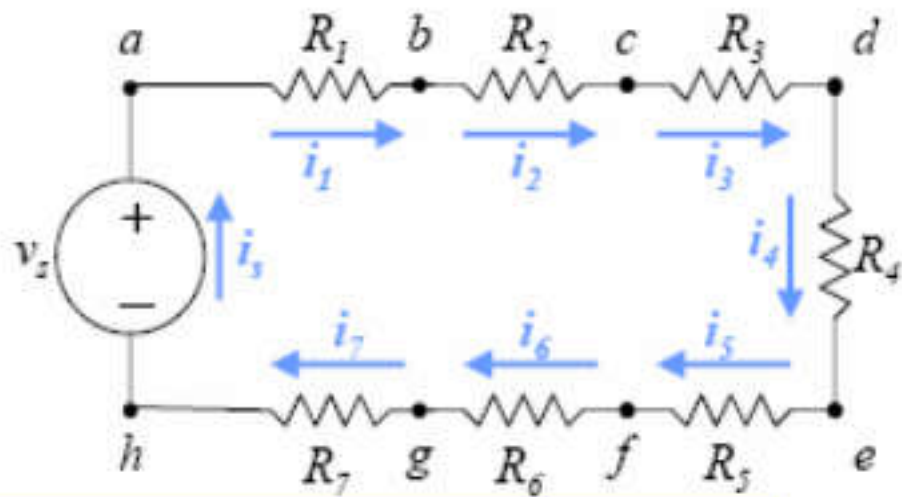
$$\rightarrow v_g = 190V$$

$$\text{K1 tại nút a: } i_g = i_c + i_a = 5 + 4 = 9A$$

$$\text{K1 tại nút b: } i_d = i_c - i_b' = 5 - 2 = 3A$$

$$\text{K1 tại nút c: } i_e = i_b' + i_a = 2 + 4 = 6A$$

4. Điện trở mắc nối tiếp hoặc song song



Áp dụng K1 cho tất cả các nút ta có:

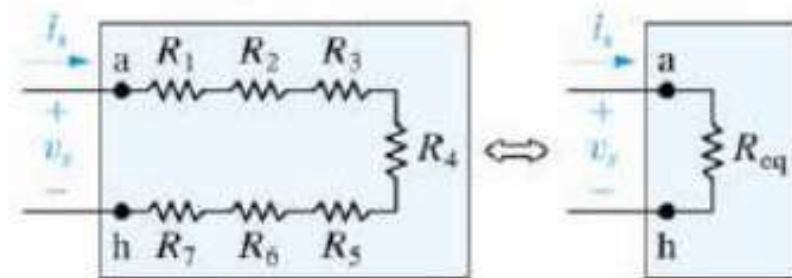
$$i_s = i_1 = i_2 = i_3 = i_4 = i_5 = i_6 = i_7$$

Áp dụng K2 ta có:

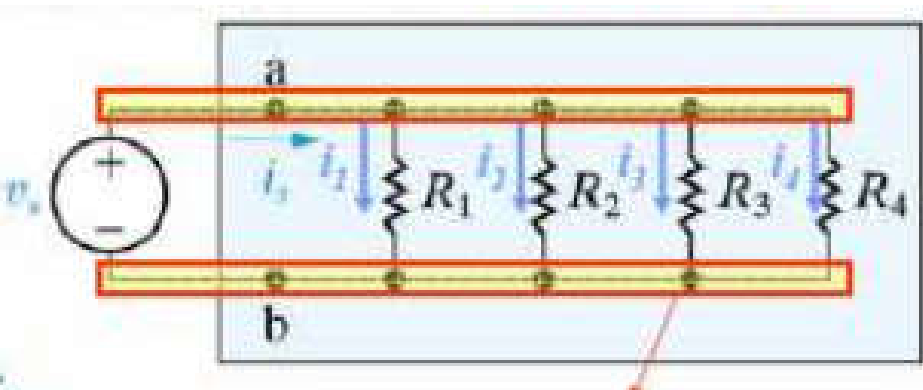
$$-v_s + i_s R_1 + i_s R_2 + i_s R_3 + i_s R_4 + i_s R_5 + i_s R_6 + i_s R_7 = 0$$

$$\Rightarrow v_s = i_s (R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7) = i_s R_{eq}$$

$$R_{eq} = \sum_{i=1}^k R_i = R_1 + R_2 + \dots + R_k$$



4. Điện trở mắc nối tiếp hoặc song song

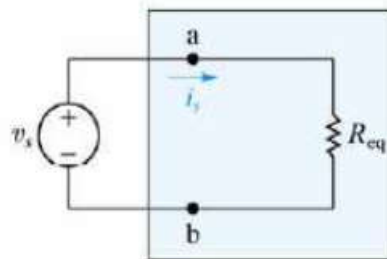


Thế vào phương trình (1) ta có:

$$i_s = \frac{v_s}{R_1} + \frac{v_s}{R_2} + \frac{v_s}{R_3} + \frac{v_s}{R_4} = v_s \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)$$

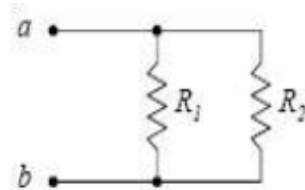
$$\rightarrow \frac{i_s}{v_s} = \frac{1}{R_{eq}} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^k \frac{1}{R_i} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_k} \right)$$



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



Áp dụng K1 cho nút a hoặc b ta có:

$$i_s = i_1 + i_2 + i_3 + i_4 \quad (1)$$

Từ Ohm's ta có

$$v_s = v_1 = v_2 = v_3 = v_4$$

$$\rightarrow v_s = i_1 \cdot R_1 = i_2 \cdot R_2 = i_3 \cdot R_3 = i_4 \cdot R_4$$

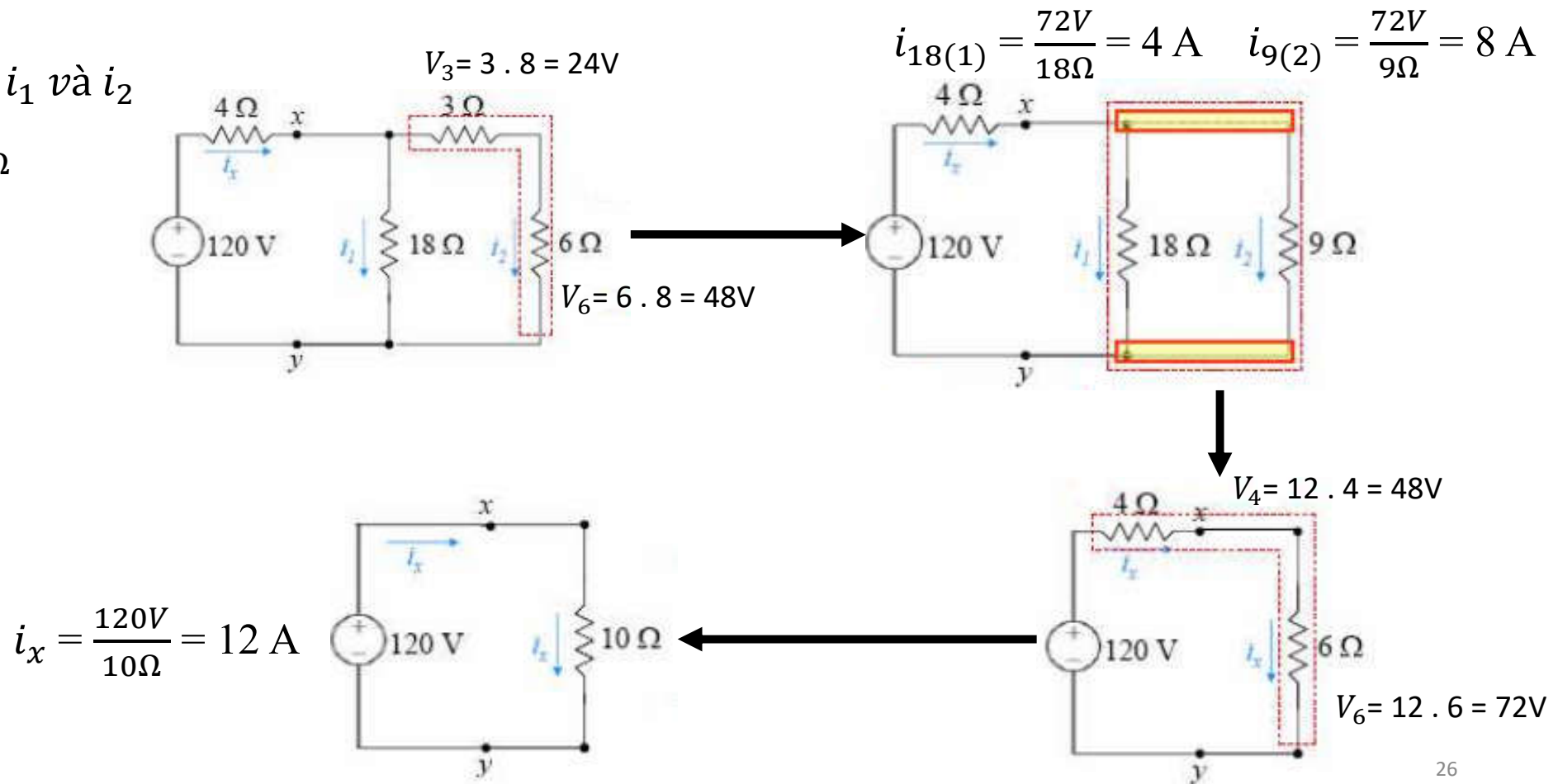
$$\rightarrow i_1 = \frac{v_s}{R_1} ; i_2 = \frac{v_s}{R_2} ; i_3 = \frac{v_s}{R_3} ; i_4 = \frac{v_s}{R_4}$$

4. Điện trở mắc nối tiếp hoặc song song

Ví dụ:

Tìm i_x, i_1 và i_2

$V_{3\Omega}, V_{6\Omega}$



4. Điện trở mắc nối tiếp hoặc song song

Bài tập 1:

Tìm tổng trở toàn mạch trong hình vẽ

$$R_{eq1} = R_{5\Omega} + R_{15\Omega} = 5 + 15 = 20\Omega$$

$$R_{eq2} = R_{eq1} // R_{60\Omega} = \frac{20 \cdot 60}{20 + 60} = 15\Omega$$

$$R_{eq3} = R_{eq2} + R_{10\Omega} = 15 + 10 = 25\Omega$$

$$R_{eq4} = R_{eq3} // R_{75\Omega} = \frac{25 \cdot 75}{25 + 75} = 18.75\Omega$$

$$R_{eq5} = R_{eq4} + R_{11.25\Omega} = 18.75 + 11.25 = 30\Omega$$

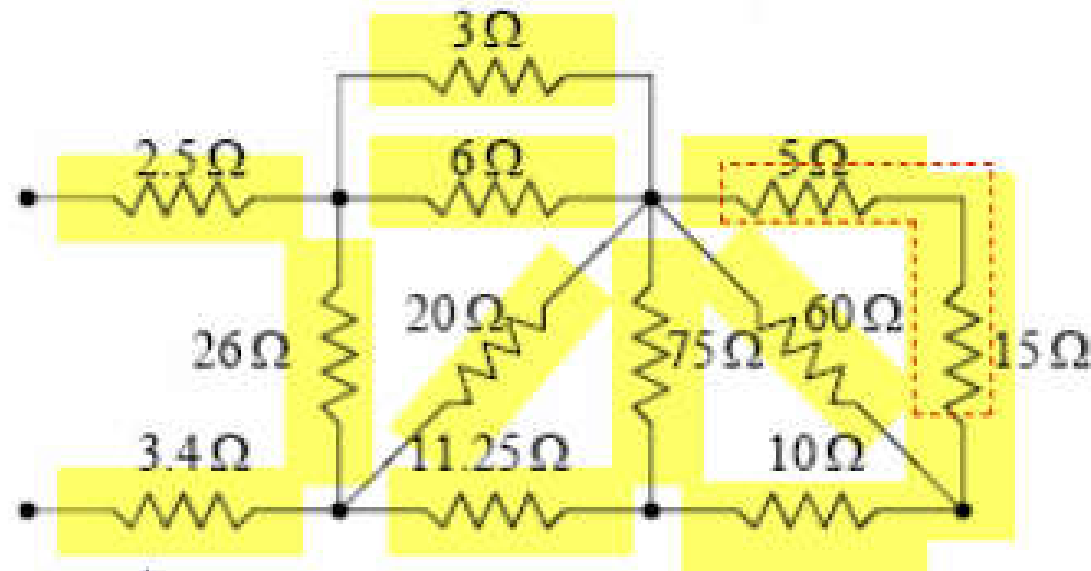
$$R_{eq6} = R_{eq5} // R_{20\Omega} = \frac{30 \cdot 20}{30 + 20} = 12\Omega$$

$$R_{eq7} = R_{3\Omega} // R_{6\Omega} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = 2\Omega$$

$$R_{eq8} = R_{eq6} + R_{eq7} = 12 + 2 = 14\Omega$$

$$R_{eq9} = R_{eq8} // R_{26\Omega} = \frac{14 \cdot 26}{14 + 26} = 9.1\Omega$$

$$R_{eq10} = R_{2.5\Omega} + R_{eq9} + R_{3.4\Omega} = 15\Omega$$



4. Điện trở mắc nối tiếp hoặc song song

Bài tập 2:

Tìm: a) tổng trở toàn mạch trong hình vẽ.

b) công suất toàn mạch

