



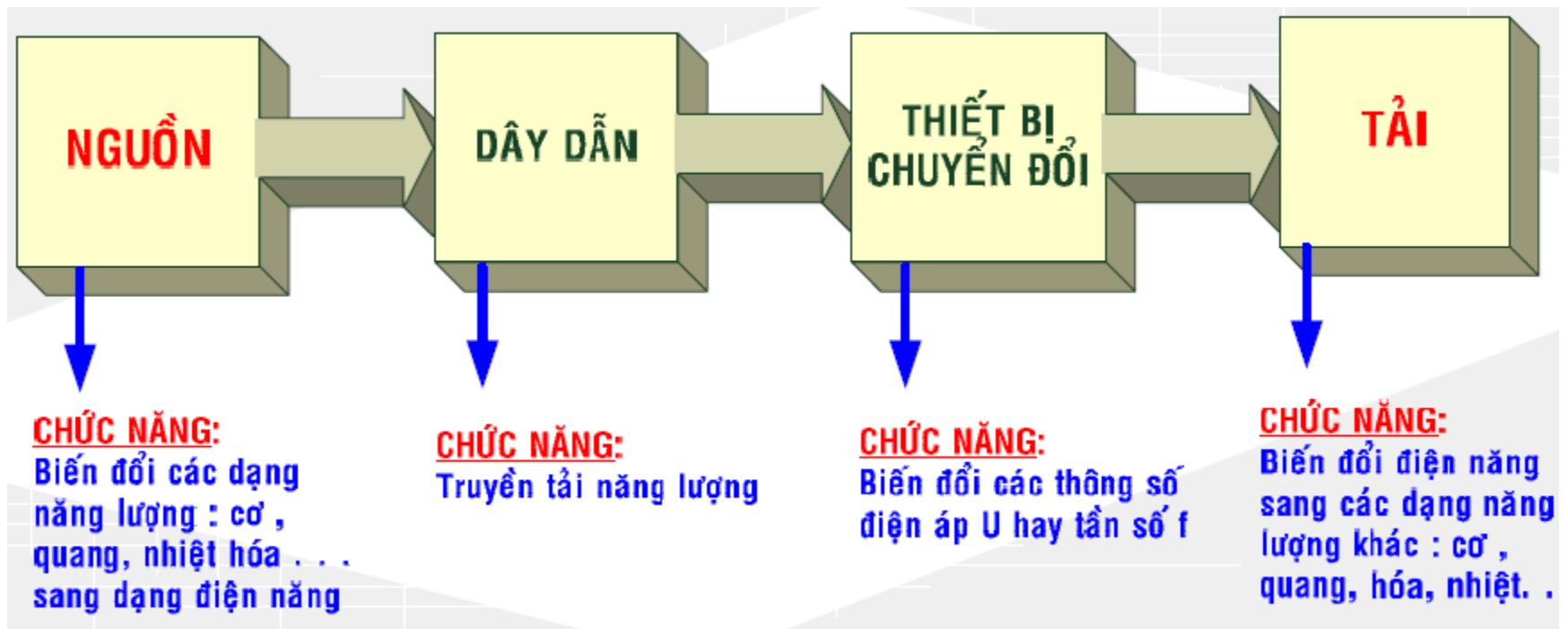
Kỹ thuật điện

C1: Tổng quan về mạch điện

PP Giải mạch điện DC

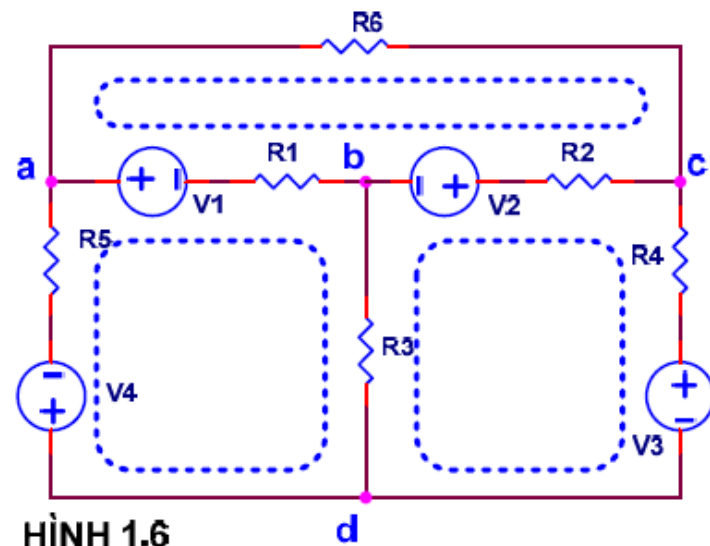
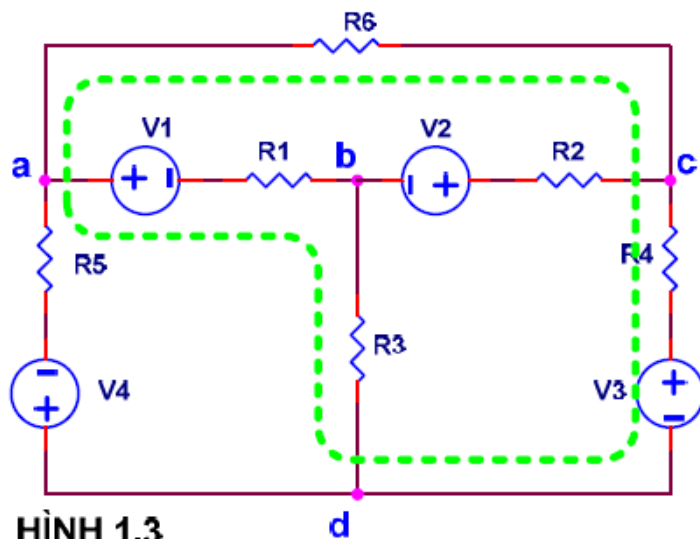
Khái niệm mạch điện

- Định nghĩa mạch điện
- Các thành phần của mạch điện



Cấu trúc mạch điện

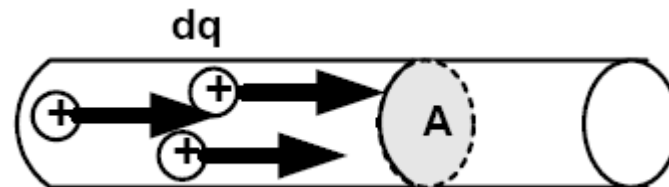
- **Nhánh:** một đường chứa 1 hay nhiều phần tử nối tiếp
- **Nút:** giao điểm của tối thiểu 3 nhánh
- **Vòng:** tập hợp các nhánh tạo thành hệ thống kín và chỉ đi qua mỗi nút 1 lần
- **Mắt lưới:** 1 vòng mà bên trong không chứa vòng khác



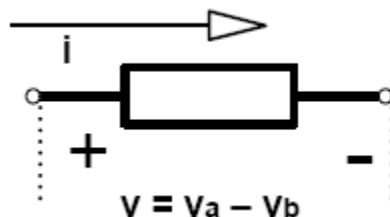
Các đại lượng vật lý

- Dòng điện

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$



- Điện áp



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

- Công suất

$$p(t) = v(t) \cdot i(t)$$

✿ $p > 0$: phần tử tiêu thụ công suất.
✿ $p < 0$: phần tử phát ra công suất.

Khi $p(t) > 0$ phần tử cung cấp công suất.
Khi $p(t) < 0$ phần tử tiêu thụ công suất.

- Điện năng

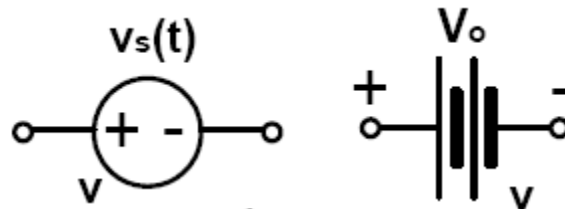
$$dw(t) = p(t) \cdot dt$$

$$w = \int_{t_0}^t v(t) \cdot i(t) \cdot dt$$

Phần tử nguồn

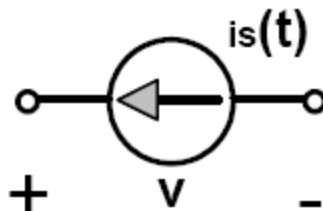
- Nguồn áp độc lập

Nguồn áp độc lập là loại nguồn áp có khả năng duy trì điện áp v giữa hai đầu nguồn độc lập đối với các phần tử còn lại của mạch và dòng điện qua nguồn.



- Nguồn dòng độc lập

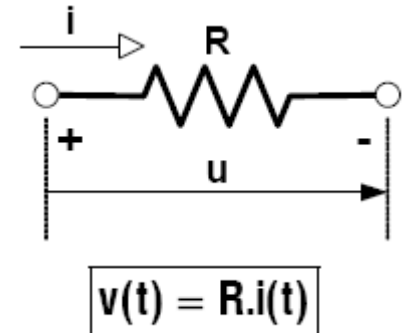
Nguồn dòng độc lập **có khả năng duy trì dòng điện i qua nhánh chứa nguồn tuân theo hàm cho trước đối với thời gian t , bất chấp các phần tử còn lại trong mạch mà nguồn được kết nối vào.**



Phần tử tải

- Điện trở - Định luật Ohm

$$p(t) = v(t).i(t) = R.i^2(t) = \frac{v^2(t)}{R}$$



- Điện cảm – Hiện tượng tự cảm

$$e = -v = -L \frac{di}{dt} \quad \text{hay} \quad v = L \frac{di}{dt}$$

- Điện dung – Hiện tượng nạp điện

$$i = C \cdot \frac{dv}{dt}$$

Các định luật cơ bản

- Định luật Kirchhoff 1 – Định luật K1

Tổng giá trị đại số dòng điện tại một nút = 0

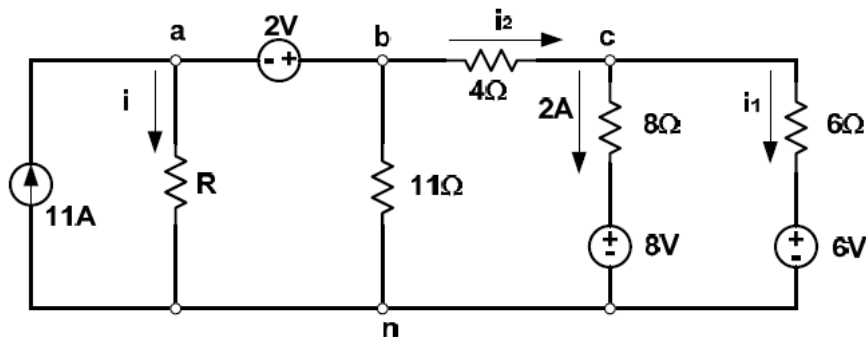
Tổng giá trị dòng điện vào nút = Tổng giá trị dòng điện ra khỏi nút

- Định luật Kirchhoff 2 – Định luật K2

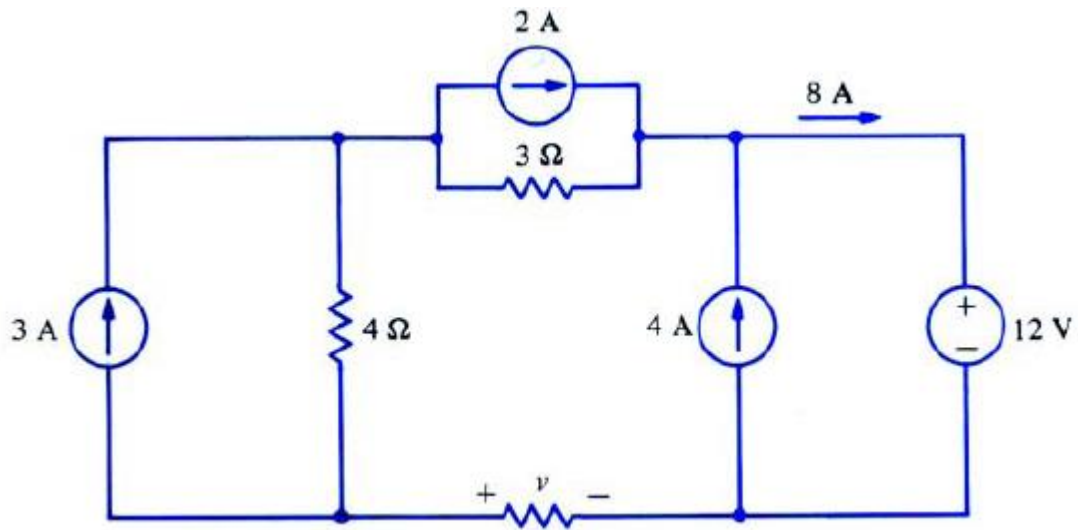
Tổng giá trị điện áp dọc theo một vòng = 0

Tổng điện áp cung cấp từ nguồn = Tổng điện áp đặt ngang qua 2 đầu từng phần tử tiêu thụ

THÍ DỤ 1.2: Tính công suất tiêu thụ trên điện trở R trong mạch điện hình 1.19 sau đây



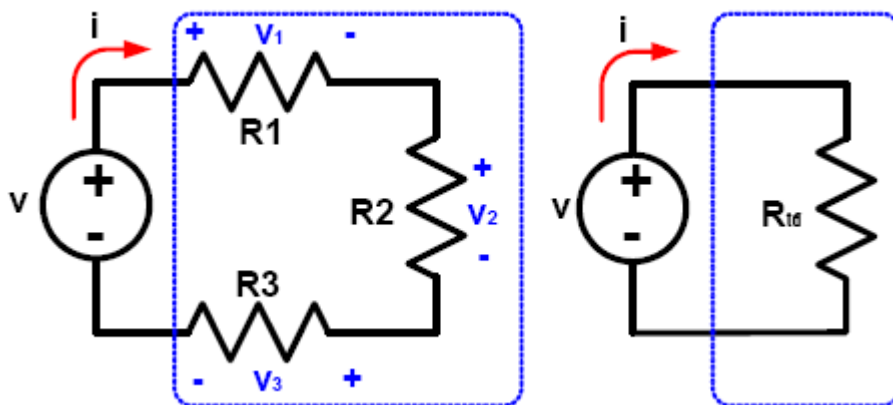
Một số ví dụ



Tính v ?

Các pp giải mạch cơ bản (1)

- Điện trở đầu nối tiếp và cầu phân áp



$$V_n = \frac{R_n \cdot v}{R_{td}} = \frac{R_n \cdot v}{\left(\sum_{i=1}^n R_i \right)}$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$R_{td} = R_1 + R_2 + R_3$$

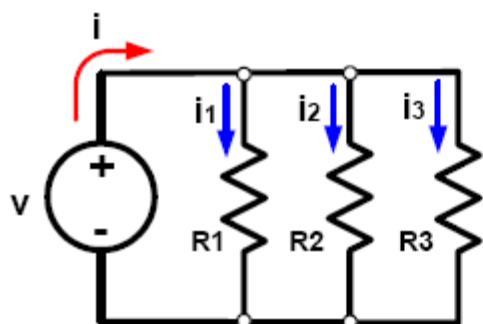
$$V_1 = \frac{R_1 \cdot v}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$V_2 = \frac{R_2 \cdot v}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$V_3 = \frac{R_3 \cdot v}{R_1 + R_2 + R_3}$$

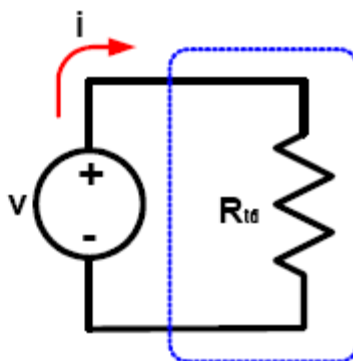
Các pp giải mạch cơ bản (2)

- Điện trở đầu song song và cầu phân dòng



$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



$$i_n = \frac{\left(\frac{1}{R_n}\right) \cdot i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{R_i}\right)}$$

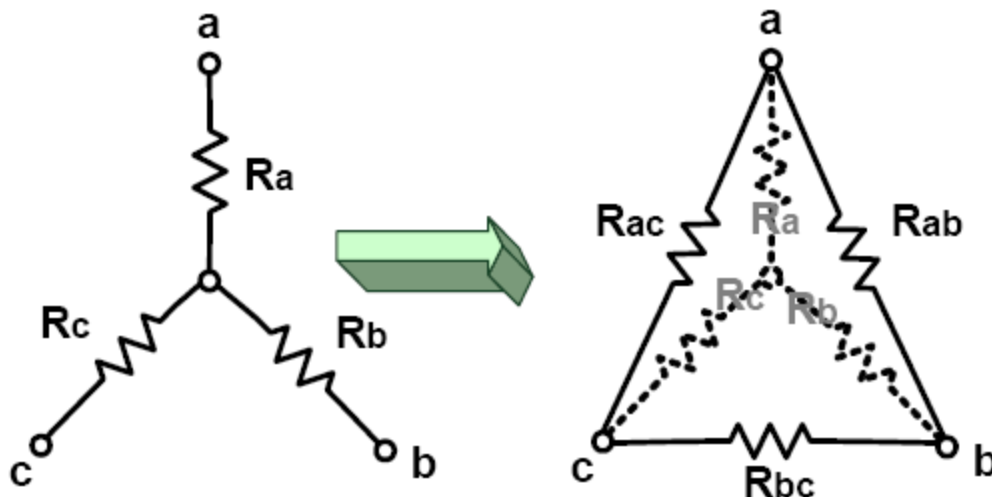
$$i_1 = \frac{\left(\frac{1}{R_1}\right) \cdot i}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}$$

$$i_2 = \frac{\left(\frac{1}{R_2}\right) \cdot i}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}$$

$$i_3 = \frac{\left(\frac{1}{R_3}\right) \cdot i}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}$$

Các pp giải mạch cơ bản (3)

- Biến đổi điện trở dạng Y-Δ



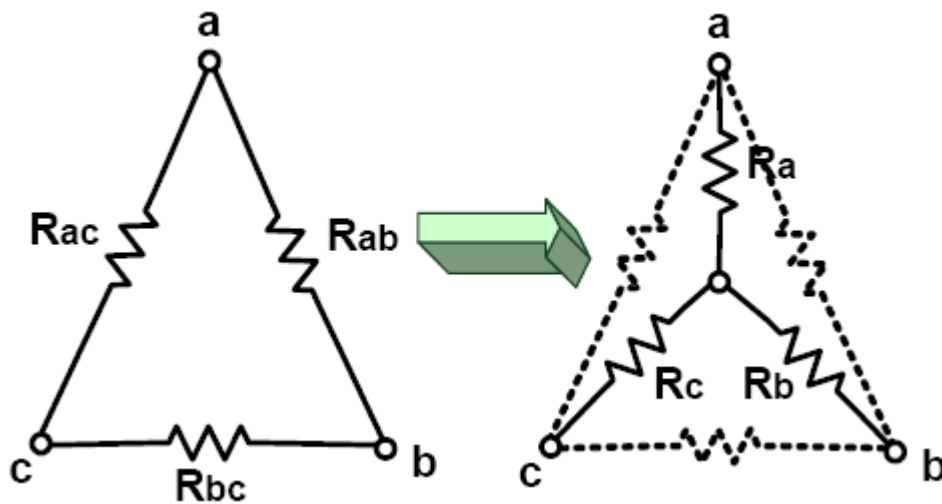
$$R_{ab} = R_a + R_b + \frac{R_a \cdot R_b}{R_c}$$

$$R_{bc} = R_b + R_c + \frac{R_b \cdot R_c}{R_a}$$

$$R_{ca} = R_c + R_a + \frac{R_c \cdot R_a}{R_b}$$

Các pp giải mạch cơ bản (3)

- Biến đổi điện trở dạng Δ -Y



$$R_a = \frac{R_{ab} \cdot R_{ca}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

$$R_b = \frac{R_{bc} \cdot R_{ab}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

$$R_c = \frac{R_{ca} \cdot R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$



Phương pháp dòng nhánh (1)

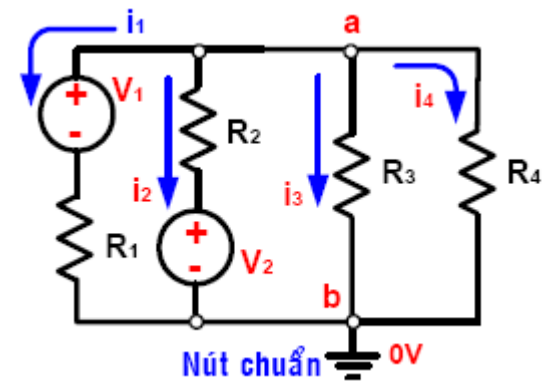
(PP điện thế nút)

- Chọn nút b làm chuẩn, $v_b = 0$

$$v_{ab} = v_a - v_b = v_a - 0 = v_a$$

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

$$\frac{v_a - V_1}{R_1} + \frac{v_a + V_2}{R_2} + \frac{v_a}{R_3} + \frac{v_a}{R_4} = 0$$

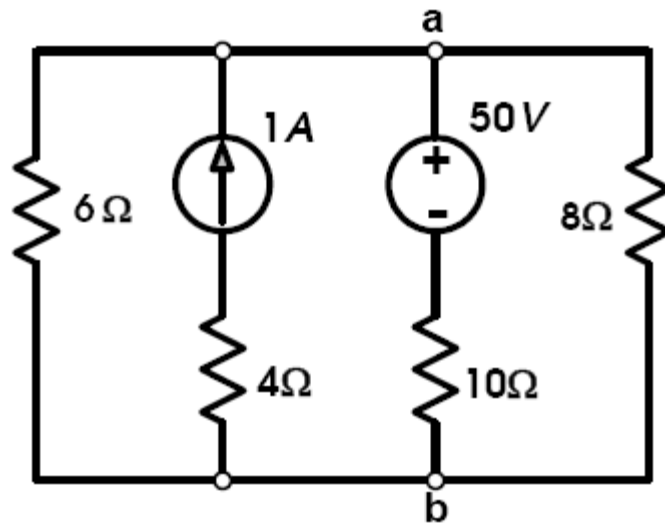




Phương pháp dòng nhánh

Ví dụ

- VD1: Tính dòng điện qua điện trở 8Ω





Phương pháp dòng nhánh (2)

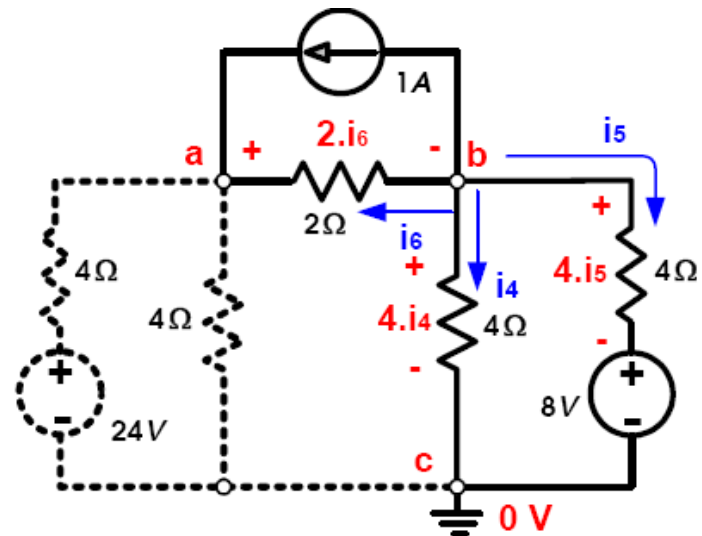
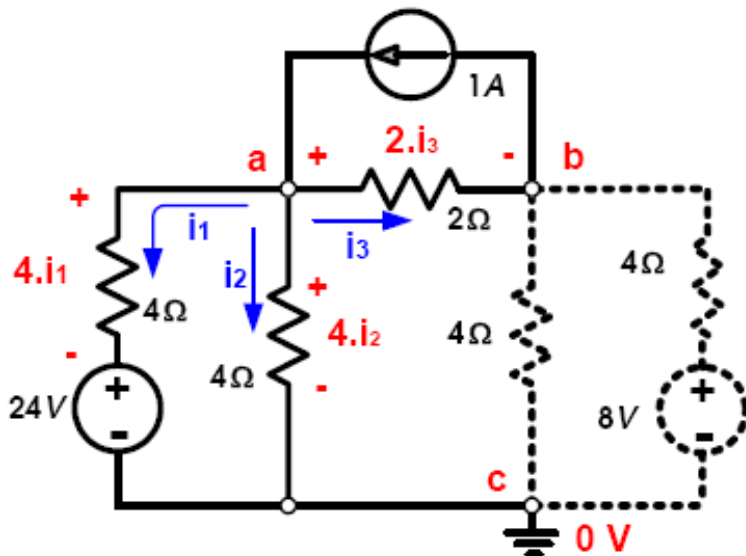
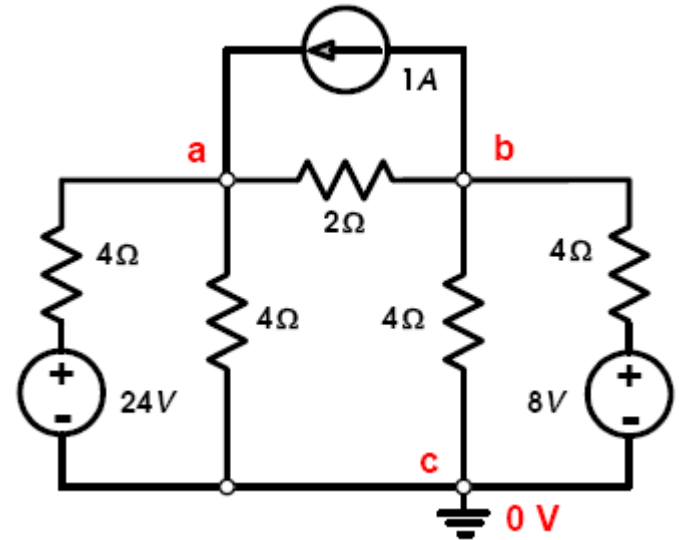
(PP điện thế nút)

- Trường hợp mạch nhiều hơn 2 nút
 - B1: Xác định tổng số nút n . Chọn 1 nút làm chuẩn
 - B2: Tại mỗi nút khác chuẩn, cần xây dựng ptrình điện thế nút: $(n-1)$ phương trình
 - B3: Giải hệ ptrình

Phương pháp dòng nhánh

Ví dụ

- VD2: tính dòng qua điện trở 2Ω



Phương pháp dòng nhánh (3) (PP điện thế nút)

- Trường hợp đặc biệt: nhánh chỉ có nguồn áp độc lập

- chọn nút d làm chuẩn

- Tại nút b

$$\frac{v_b - v_a}{R_1} + \frac{v_b - v_3}{R_3} - i_x = 0$$

- Tại nút c

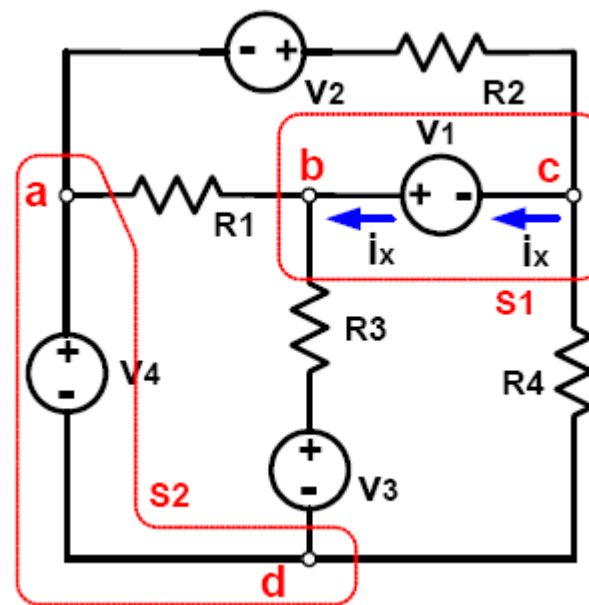
$$\frac{v_b - v_4}{R_1} + \frac{v_b - v_3}{R_3} - i_x = 0$$

$$\frac{(v_c - v_a) - v_2}{R_2} + \frac{v_c}{R_4} + i_x = 0$$

$$\frac{(v_c - v_4) - v_2}{R_2} + \frac{v_c}{R_4} + i_x = 0$$

- Và ta có

$$v_b - v_c = v_1$$





Phương pháp dòng vòng (1)

(PP dòng mắt lưới)

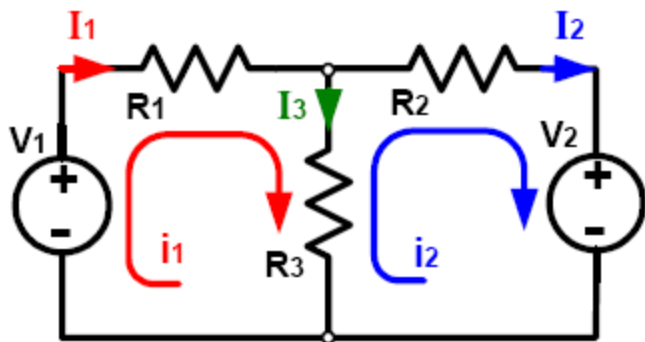
BƯỚC 1: Xác định tổng số mắt lưới chứa trong mạch. Chọn dòng mắt lưới cho mỗi mắt lưới, hướng dòng điện qua từng mắt lưới tùy ý.

Tổng số phương trình dòng mắt lưới cần xây dựng = Tổng số mắt lưới.

BƯỚC 2: Xác định dòng nhánh theo dòng mắt lưới. Suy ra điện áp trên mỗi phần tử điện trở tùy theo dòng nhánh đã chọn, **cần chú ý dấu + - của điện áp**.

BƯỚC 3: Xây dựng phương trình cân bằng áp (theo định luật Kirchhoff 2) cho từng mắt lưới.

BƯỚC 4: Giải hệ thống phương trình tuyến tính để suy ra các dòng mắt lưới.



$$\begin{cases} (R_1 + R_3) \cdot i_1 - R_3 \cdot i_2 = v_1 \\ -R_3 \cdot i_1 + (R_2 + R_3) \cdot i_2 = -v_2 \end{cases}$$

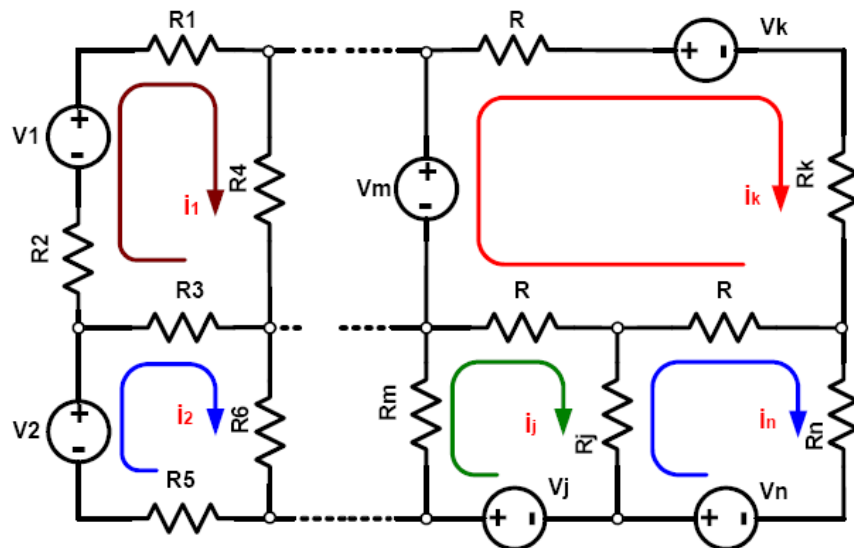
Phương pháp dòng vòng (2)

(PP dòng mắt lưới)

BƯỚC 1: Xác định số mắt lưới và đánh số tự tự các mắt lưới từ 1 đến n.

BƯỚC 2: Gọi : $i_1 ; i_2 ; i_3 ; i_4 \dots i_n$ là dòng điện mắt lưới chạy dọc theo các mắt lưới 1, 2, 3 . . n. Các dòng điện này được chọn theo cùng hướng là chiều kim đồng hồ. Qui ước mắt lưới thứ k có dòng mắt lưới là i_k .

BƯỚC 3: Viết hệ phương trình tuyến tính có n ẩn số : $i_1 ; i_2 ; i_3 \dots i_n$ theo dạng chính tắc



$$\left\{ \begin{array}{l} R_{11} \cdot i_1 - R_{12} \cdot i_2 - R_{13} \cdot i_3 - \dots - R_{1n} \cdot i_n = v_{s1} \\ -R_{21} \cdot i_1 + R_{22} \cdot i_2 - R_{23} \cdot i_3 - \dots - R_{2n} \cdot i_n = v_{s2} \\ -R_{31} \cdot i_1 - R_{32} \cdot i_2 + R_{33} \cdot i_3 - \dots - R_{3n} \cdot i_n = v_{s3} \\ \dots \\ -R_{n1} \cdot i_1 - R_{n2} \cdot i_2 - R_{n3} \cdot i_3 - \dots + R_{nn} \cdot i_n = v_{sn} \end{array} \right.$$



Phương pháp dòng vòng (3) (PP dòng mắt lưới)

BƯỚC 4: Giải hệ phương trình (1.76) tìm các ẩn số dòng điện trong các mắt lưới.

BƯỚC 5: Từ các giá trị dòng mắt lưới, chúng ta suy ra dòng nhánh và các thông số khác của mạch điện theo yêu cầu bài toán.

- ✚ R_{kk} : tổng điện trở trong lưới thứ k (hệ số của dòng điện mắt lưới i_k).
- ✚ R_{kj} : tổng điện trở chung của mắt lưới k và mắt lưới j (là hệ số của dòng điện $-i_j$)
- ✚ $R_{jk} = R_{kj}$: tổng điện trở chung của mắt lưới j và mắt lưới k (là hệ số của dòng điện $-i_k$).
- ✚ V_{sk} : tổng đại số của các điện áp trong mắt lưới k theo hướng của i_k .

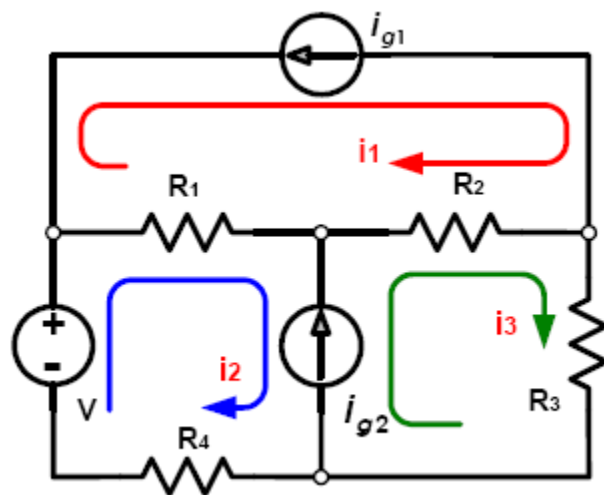
Các giá trị k là số nguyên dương từ 1 đến n ($k = 1, 2, 3 \dots n$).

Phương pháp dòng vòng (4) (PP dòng mắt lưới)

- Trường hợp đặc biệt: trong mắt lưới chứa nguồn dòng

- Ta có

$$\begin{cases} -(R_1 + R_2).i_1 + (R_1 + R_4).i_2 + (R_2 + R_3).i_3 = V \\ i_1 = -i_{g1} \\ i_3 - i_2 = i_{g2} \end{cases}$$

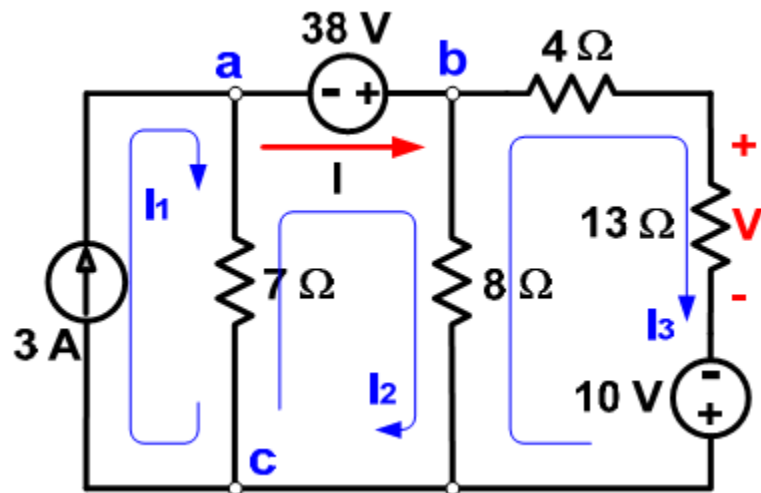


$$i_1 = -i_{g1}$$

$$i_3 - i_2 = i_{g2}$$

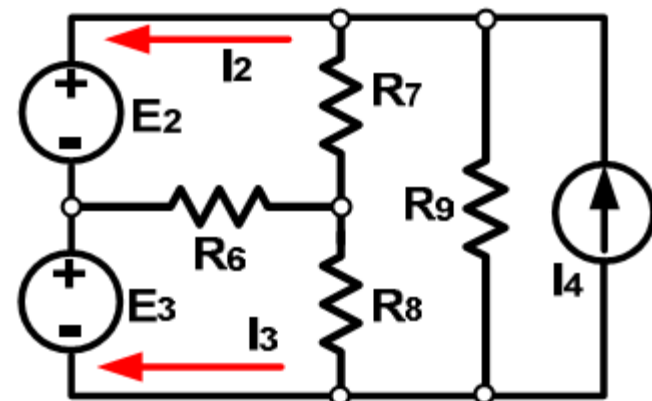
Phương pháp dòng vòng

Ví dụ



Cho $R_6 = R_7 = R_8 = 2\ \Omega$; $R_9 = 10\ \Omega$; $E_2 = 12\text{ V}$; $E_3 = 18\text{ V}$;
 $I_4 = 7\text{ A}$. Tính dòng I_3 và công suất phát bởi nguồn áp E_2

ĐÁP SỐ: $I_3 = 4\text{ A}$ $P = 36\text{ W}$



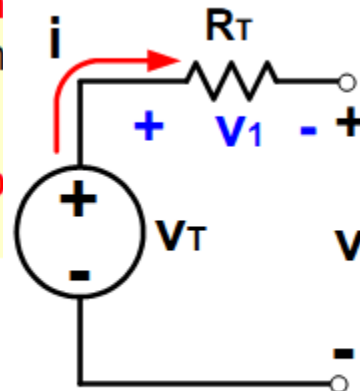
Mạch tương đương Thevenin-Norton

⚡ Mạch **Thévenin** là mạch gồm một nguồn áp v_T ghép nối tiếp với một điện trở R_T , xem hình 1.59.

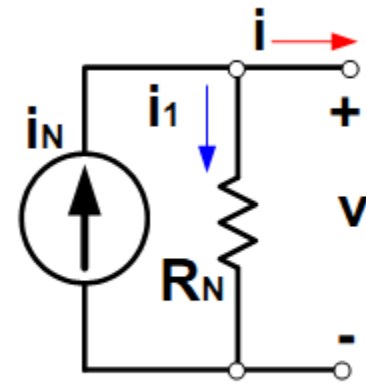
⚡ Mạch **Norton** gồm nguồn dòng i_N ghép song song với điện trở R_N , xem hình 1.60.

$$R_N = R_T$$

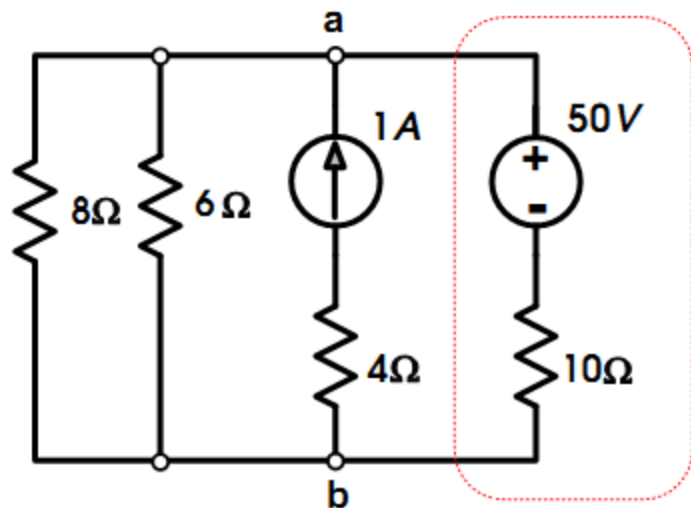
$$V_T = R_N \cdot i_N$$



HÌNH 1.59



HÌNH 1.60

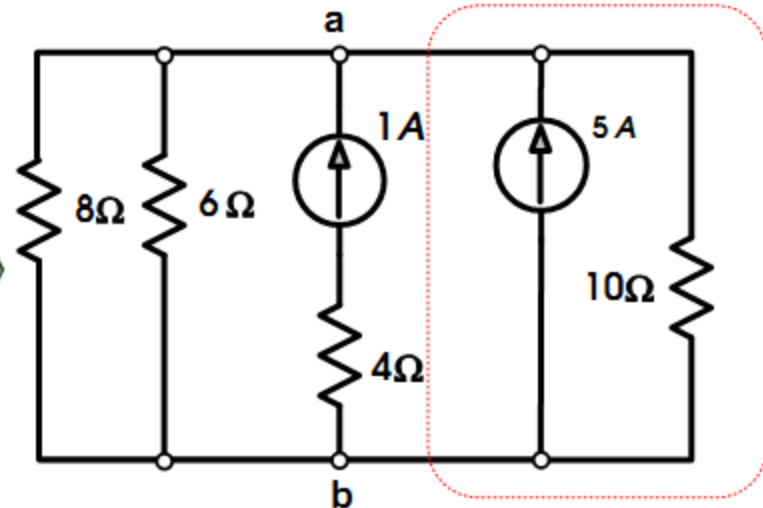


HÌNH 1.64

Mạch THÉVENIN



Chuyển đổi mạch tương đương



HÌNH 1.65

Mạch NORTON



Nguyên lý xếp chồng

Đáp ứng của một mạch có nhiều nguồn độc lập bằng tổng đáp ứng đối với từng nguồn khi tất cả các nguồn khác còn lại bị hủy không hoạt động. Nguyên lý này được gọi là **nguyên lý xếp chồng**.

TRÌNH TỰ KHẢO SÁT MẠCH DÙNG NGUYÊN LÝ XẾP CHỒNG:

BƯỚC 1: **Xác định số nguồn m** và đánh số thứ tự.

BƯỚC 2: **Chỉ cho một nguồn làm việc** hủy tất cả các nguồn độc lập khác còn lại. Giải mạch để tìm ra các giá trị x_{k1} do nguồn 1 tạo nên.

BƯỚC 3: **Tiếp tục thực hiện như bước 2** cho lần lượt các nguồn khác còn lại.

BƯỚC 4: **Xác định kết quả** bằng cách tổng hợp các kết quả theo quan hệ (1.93)

$$x_1 = x_{11} + x_{12}$$

$$x_2 = x_{21} + x_{22}$$

.....

$$x_n = x_{n1} + x_{n2}$$

(1.93)

- Lưu ý về việc hủy nguồn: hở mạch nguồn dòng và ngắn mạch nguồn áp