

**Th.S Đỗ Quốc Huy**

**BÀI GIẢNG VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG 2**

**Chuyên đề:**

**DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI**

**(Để download tài liệu này, hãy đăng nhập vào diễn đàn của trang web [champhay.com](http://champhay.com))**

# MỤC TIÊU

Sau khi học xong chương này, SV phải :

- **Nêu được khái niệm cường độ, mật độ dòng điện.**
- **Vận dụng được các định luật Ohm, Kirchhoff để giải mạch điện.**
- **Tính được công suất của dòng điện, nguồn điện.**

# NỘI DUNG

**I – Các khái niệm cơ bản về dòng điện**

**II – Định luật Ohm**

**III – Định luật Kirchhoff**

**IV – Công, công suất của dòng điện**

**V – Công suất, hiệu suất của nguồn điện**

**VI – Ghép các nguồn điện giống nhau**

# I – CÁC K/N CƠ BẢN VỀ DÒNG ĐIỆN:

## 1 – Dòng điện, chiều của dòng điện:

**Dòng điện:** là dòng chuyển dời có hướng của các điện tích

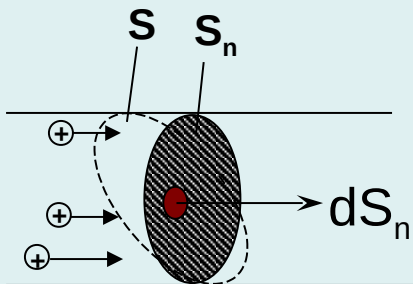
**Chiều của dòng điện:** được quy ước là chiều chuyển động của các điện tích dương.

## 2 – Cường độ dòng điện:

$$I = \frac{dq}{dt} \xrightarrow{\text{ĐDKĐ}} I = \frac{q}{t}$$

## 3 – Mật độ dòng điện:

$$j = \frac{dI}{dS_n} \xrightarrow{\text{p/b đều}} j = \frac{I}{S_n}$$



$$j = n_o q v$$

# I – CÁC K/IN CƠ BẢN VỀ DÒNG ĐIỆN:

## Ví dụ 1:

Mỗi giây có  $2 \cdot 10^{18}$  ion dương hóa trị 2 và  $4 \cdot 10^{18}$  electron chạy qua đèn ống có đường kính tiết diện  $d = 2,0\text{cm}$ . Tính cường độ dòng điện và trị số trung bình của mật độ dòng điện  $j$  qua đèn.

**Giải**

$$I = \frac{q}{t} = \frac{q_+ + q_-}{t} \\ = \frac{2 \cdot 10^{18} \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + 4 \cdot 10^{18} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1} = 1,28\text{A}$$

$$j = \frac{I}{S_n} = \frac{I}{\pi d^2 / 4} = \frac{4I}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 1,28}{3,14 \cdot (0,02)^2} = 4,08 \cdot 10^3 \text{ A / m}^2$$

# I – CÁC K/N CƠ BẢN VỀ DÒNG ĐIỆN:

## Ví dụ 2:

Một dây chì có tiết diện  $S = 2\text{mm}^2$ , có dòng điện 5A chạy qua. Tính mật độ dòng điện qua dây chì. Dây chì này có thể chịu được dòng điện tối đa là bao nhiêu, nếu mật độ dòng cho phép là  $450\text{A/cm}^2$ ? Một động cơ điện có giới hạn dòng là 18A thì phải dùng dây chì có đường kính tiết diện bao nhiêu để bảo vệ động cơ?

## Giải

$$j = \frac{I}{S} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ (A / mm}^2\text{)} \quad I_{\max} = j_{\max} \cdot S = 4,5 \cdot 2 = 9\text{A}$$

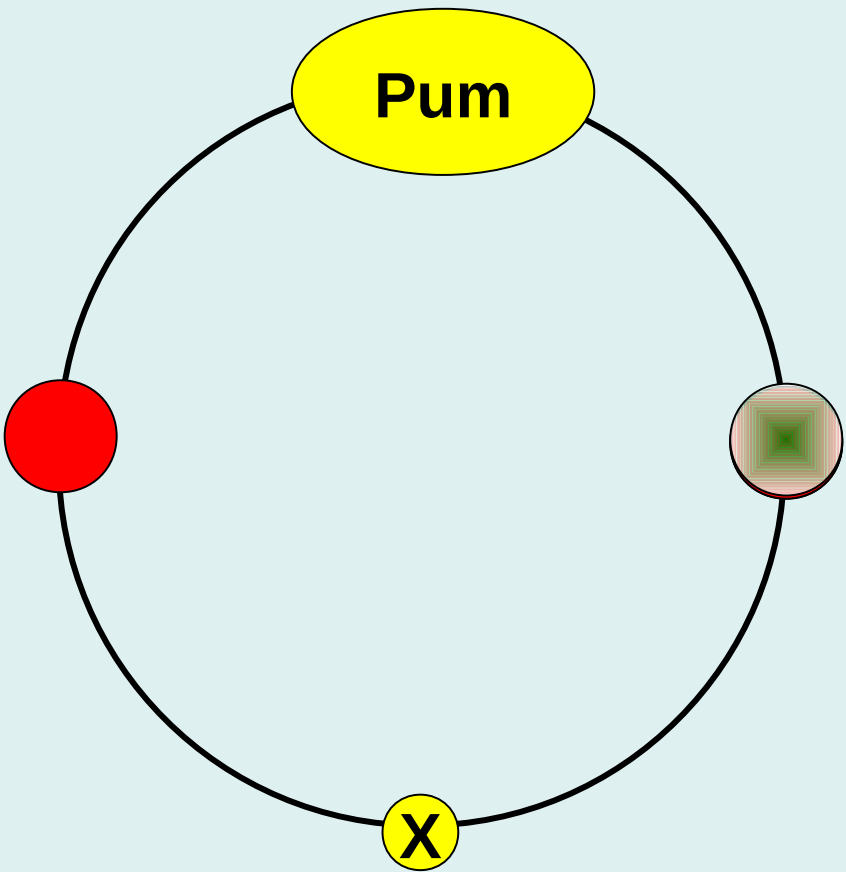
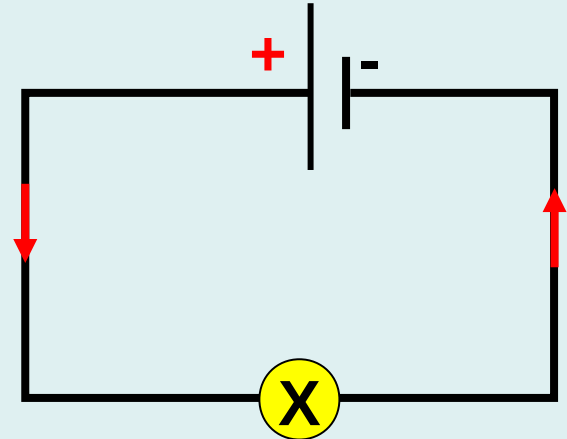
$$I_{\max} = j_{\max} \cdot S = j_{\max} \cdot \frac{\pi d^2}{4}$$
$$\diamond ? \quad d = \sqrt{\frac{4I_{\max}}{\pi \cdot j_{\max}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18}{3,14 \cdot 4,5}} = 2,26\text{mm}$$

# I – CÁC K/IN CƠ BẢN VỀ DÒNG ĐIỆN:

## 4 – Nguồn điện, suất điện động:

**Nguồn điện:** cơ cấu để duy trì dòng điện.

$\xi, r$



**Suất điện động của nguồn điện:** đặc trưng cho khả năng sinh công của nguồn điện, đo bằng?

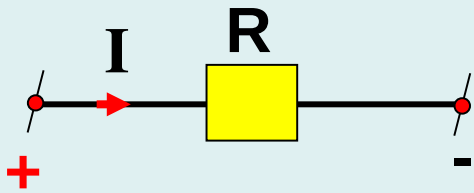
*Làm sao để duy trì dòng điện lâu dài?*

$$\xi = \frac{A}{q} = \frac{E \cdot d \cdot l}{2\epsilon_0 \epsilon_r q}$$

2cuc

# II – ĐỊNH LUẬT OHM:

## 1 – Đối với mạch điện thuần trở:



**Dạng vi phân:**

$$j = \sigma E \quad \sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$I = kU = \frac{U}{R}$$

$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$$

**Ghép nối tiếp**

$$R_t = \sum_{i=1}^n R_i$$

$$I = I_i$$

$$U = \sum_{i=1}^n U_i$$

**Ghép song song**

$$\frac{1}{R_t} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

$$I = \sum_{i=1}^n I_i$$

$$U = U_i$$

**NX:** ghép nt  $R_t$  tăng; ghép //  $R_t$  giảm.

2 nhánh // thì:

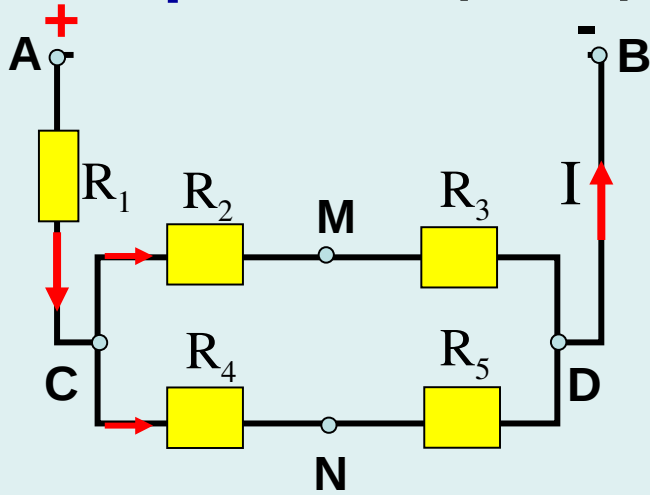
$$R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



# II – ĐỊNH LUẬT OHM:

## 1 – Đối với mạch điện thuần trở:

**Ví dụ:** cho đoạn mạch như hình vẽ



$$R_1 = 8 \quad ; \quad R_2 = 6 \quad ;$$
$$R_3 = 14 \quad ; \quad R_4 = 10 \quad ;$$
$$R_5 = 20 \quad ; \quad U_{AB} = 24V$$

- Tính  $R_{td}$
- Tính cđđđ qua mỗi R
- Tính  $U_{AM}$ ;  $U_{AN}$ ;  $U_{MN}$

**Giải**

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 20\Omega$$

$$R_{45} = R_4 + R_5 = 30\Omega$$

$$R_{2345} = \frac{R_{23} \cdot R_{45}}{R_{23} + R_{45}} = 12\Omega$$

$$R_{td} = R_1 + R_{2345} = 20\Omega$$

$$I_1 = I = \frac{U_{AB}}{R_{td}} = 1,2A$$

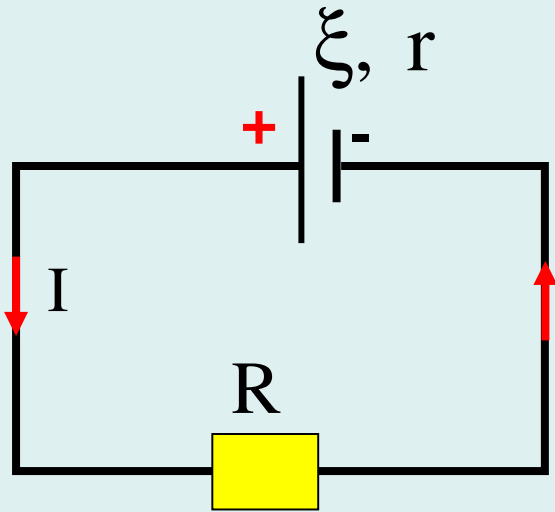
$$U_{CD} = I \cdot R_{2345} = 14,4V$$

$$I_2 = I_3 = \frac{U_{CD}}{R_{23}} = \frac{14,4}{20} = 0,72A$$

$$I_4 = I_5 = I - I_2 = 0,48A$$

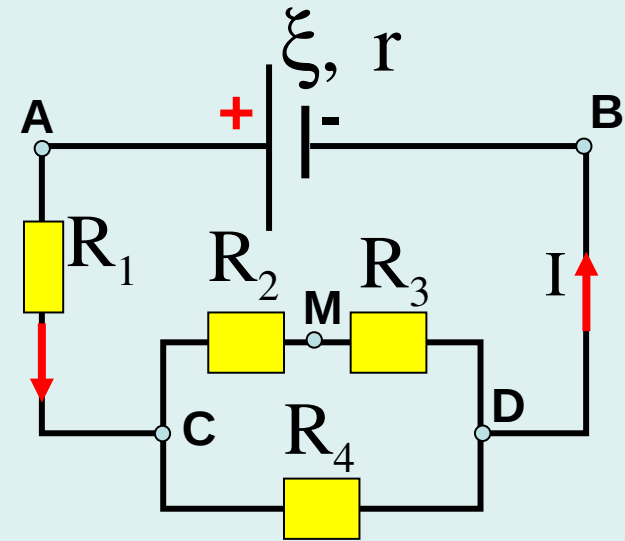
# II – ĐỊNH LUẬT OHM:

## 2 – Đối với mạch điện kín:



$$I = \frac{\xi}{R + r}$$

Ví dụ:



$$R_1 = 5 \quad ; \quad R_2 = 30 \quad ; \quad R_3 = 20 \quad ; \\ R_4 = 50 \quad ; \quad r = 2 \quad ; \quad \xi = 32\text{V}.$$

Tính cường độ dòng điện qua mỗi điện trở.

# II – ĐỊNH LUẬT OHM:

## 2 – Đối với mạch điện kín:

**Giải:**

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 50\Omega$$

$$R_{234} = \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = 25\Omega$$

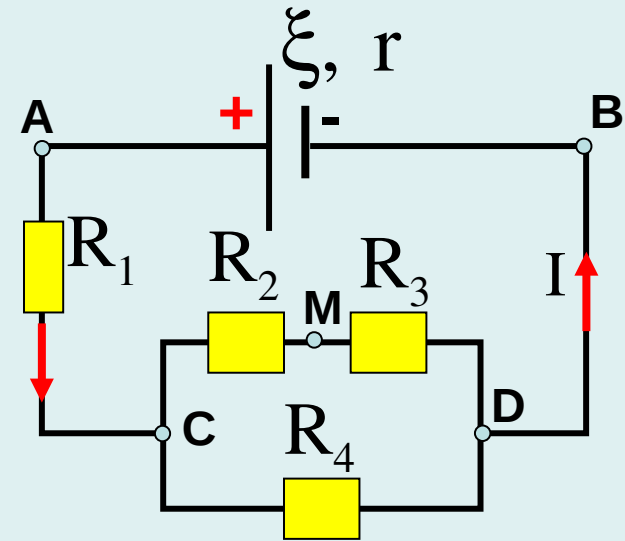
$$R_{td} = R_1 + R_{234} = 30\Omega$$

$$I_1 = I = \frac{\xi}{R + r} = \frac{32}{30 + 2} = 1A$$

$$U_{CD} = I \cdot R_{234} = 25V$$

$$I_4 = \frac{U_{CD}}{R_4} = 0,5A$$

$$I_2 = I_3 = \frac{U_{CD}}{R_{23}} = 0,5A$$



$$R_1 = 5 \ ; R_2 = 30 \ ; R_3 = 20 \ ; \\ R_4 = 50 \ ; r = 2 \ ; \xi = 32V.$$

Tính cường độ dòng điện qua mỗi điện trở.

# II – ĐỊNH LUẬT OHM:

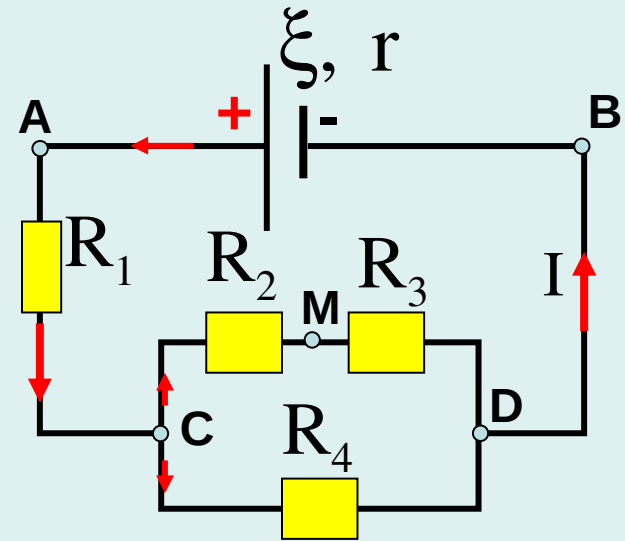
## 3 – Tổng quát:

$$U_{AB} = \sum_i \xi_i + \sum_i R_i I_i$$

**Qui ước:** Đi từ A đến B, gặp cực dương của nguồn nào trước thì SĐĐ của nguồn đó mang dấu +; đi cùng chiều dòng điện của nhánh nào thì CĐĐ của nhánh đó mang dấu +; trái lại chúng mang dấu - .

**Ví dụ:**

Tính  $U_{AB}$ ,  $U_{AM}$ ,  $U_{BM}$  trong sơ đồ hình bên



$$R_1 = 5 \quad ; \quad R_2 = 30 \quad ; \quad R_3 = 20 \quad ; \quad R_4 = 50 \quad ; \quad r = 2 \quad ; \quad \xi = 32V.$$

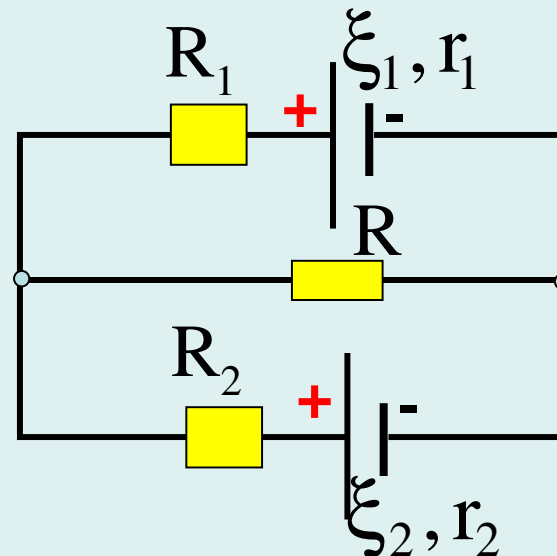
# III – ĐỊNH LUẬT KIRCHHOFF:

## 1 – Các khái niệm cơ bản:

**Mạch phân nhánh:** Mạch điện phức tạp gồm nhiều nhánh, trong mỗi nhánh chỉ gồm các phần tử mắc nối tiếp và chỉ có một dòng điện đi theo một chiều duy

**Nút mạng:** Nơi giao nhau của ít nhất 3 nhánh.

**Mắt mạng:** Tập hợp các nhánh liên tiếp tạo thành một vòng kín.



# III – ĐỊNH LUẬT KIRCHHOFF:

## 2 - Định luật Kirchhoff thứ nhất (ĐL K1):

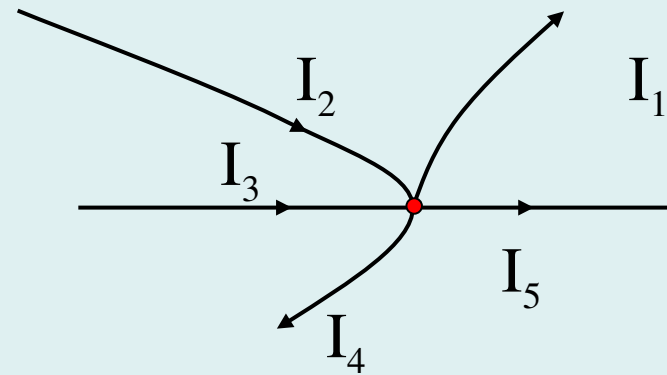
Tổng đại số các dòng điện tại một nút bất kì luôn bằng không.

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

**Qui ước:** dòng đi tới nút là dương, dòng đi ra khỏi nút là âm.

**Hay:** Tổng các dòng điện đi tới một nút mạng bất kì bằng tổng các dòng điện đi ra khỏi nút mạng đó.

$$\text{?}_{\text{toi}} = \text{?}_{\text{ra}}$$



$$I_3 + I_2 = I_5 + I_4 + I_1$$

# III – ĐỊNH LUẬT KIRCHHOFF:

## 3 - Định luật Kirchhoff thứ hai (ĐL K2):

Trong một mắt mạng bất kì, tổng đại số các suất điện động và các độ giảm thế trên các điện trở luôn bằng không.

$$\sum_i \xi_i + \sum_i R_i = 0$$

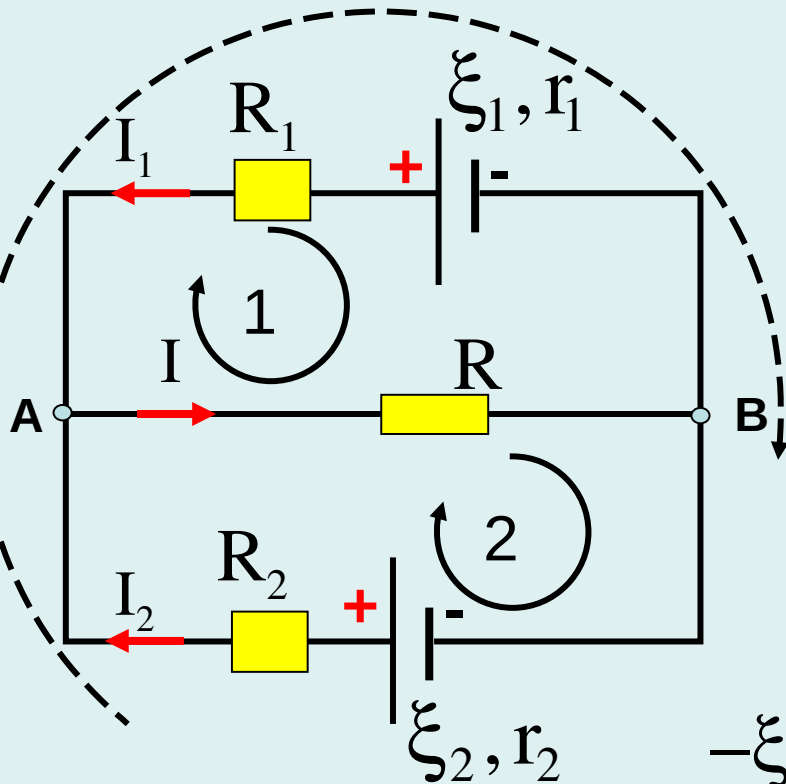
**Qui ước:**

Mắt (1):  $\xi_1 - I_1(R_1 + r_1) - IR = 0$

Mắt (2):  $-\xi_2 + I_2(R_2 + r_2) + IR = 0$

Mắt (3):

$$-\xi_2 + \xi_1 + I_2(R_2 + r_2) - I_1(R_1 + r_1) = 0$$



# III – ĐỊNH LUẬT KIRCHHOFF:

## 4 – Vận dụng các đl Kirchhoff để giải mạch điện:

### Các bước:

**B1:** Giả định chiều dòng điện trong các nhánh.

**B2:** Viết các phương trình cho nút mạng (nếu có  $n$  nút thì viết  $(n - 1)$  phương trình).

**B3:** Viết các phương trình còn lại cho mắt mạng.

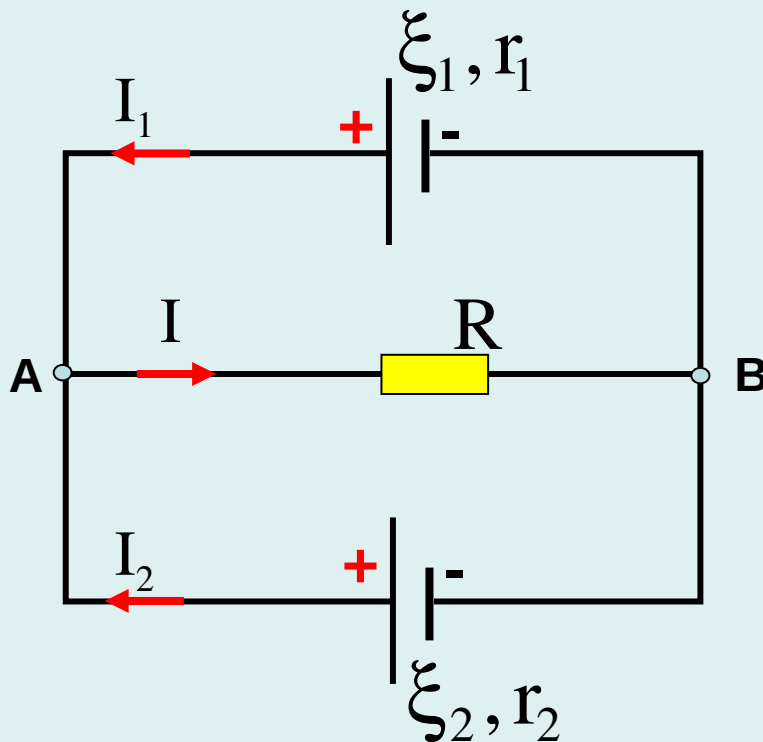
**B4:** Giải hệ phương trình và biện luận kết quả (dòng nào âm thì có chiều ngược với chiều đã chọn trên hình vẽ).



# III – ĐỊNH LUẬT KIRCHHOFF:

## 5 – Ví dụ:

Tính cường độ dòng điện trong các nhánh của sơ đồ sau. Nguồn nào phát, nguồn nào thu?



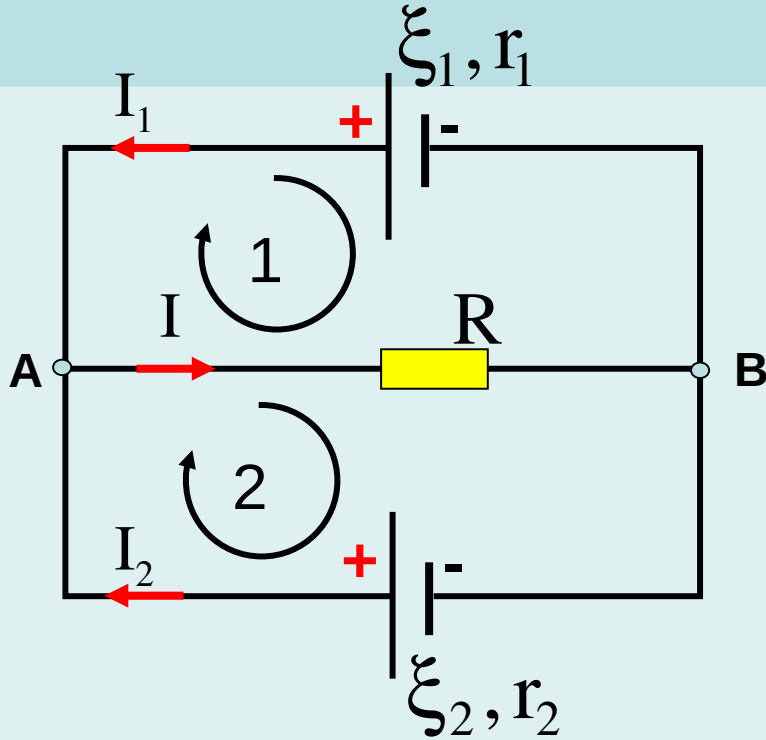
$$\xi_1 = 6\text{V}; \xi_2 = 3\text{V};$$

$$r_1 = r_2 = 1\Omega; R = 2\Omega$$

**Giải**

**Giả sử dòng điện có chiều như hình vẽ.**

# III – ĐỊNH LUẬT KIRCHHOFF:



Ad định luật K1:

**Nút A:**  $I_1 + I_2 = I$  (1)

Ad định luật K2:

**Mắt (1):**  $\xi_1 - I_1 r_1 - IR = 0$

◆  $6 - I_1 - 2I = 0$  (2)

**Mắt (2):**  $-\xi_2 + I_2 r_2 + IR = 0$

◆  $-3 + I_2 + 2I = 0$  (3)

**Giải (1), (2), (3) ta được:**

$$I_1 = 2,4\text{A}$$

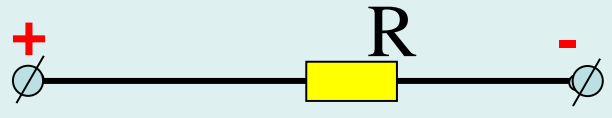
$$I_2 = -0,6\text{A}$$

$$I = 1,8\text{A}$$

**Chiều dòng  $I_2$  ngược với trên hình vẽ. Nguồn 2 thu điện, nguồn 1 phát điện.**

# IV – CÔNG, CÔNG SUẤT CỦA DÒNG ĐIỆN:

1 – Công của dòng điện trong một đoạn mạch:


$$A = qU = UIt$$

2 – Định luật Joule - Lenz:

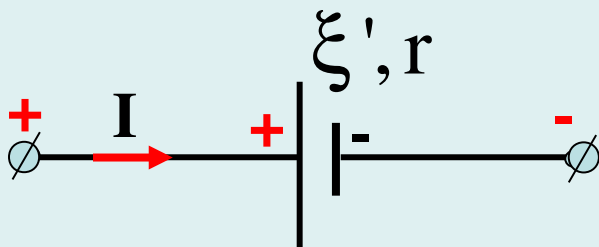
$$Q = I^2 R t$$

3 – Công suất của dòng điện trong một đoạn mạch:

$$P = \frac{A}{t} = UI$$

Mạch chỉ có R  $\rightarrow P = I^2 R = \frac{U^2}{R}$

Mạch chỉ có máy thu  $\rightarrow P = \xi' I + I^2 r$

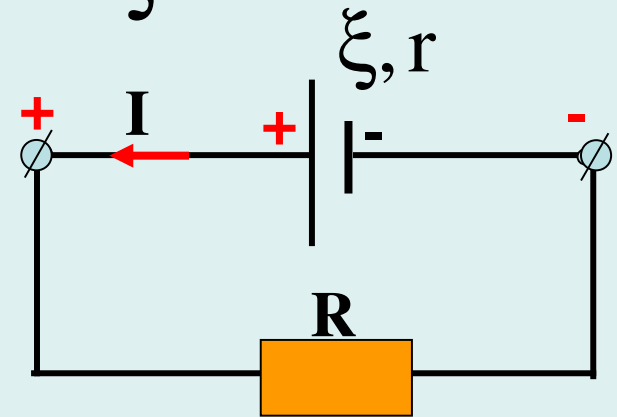


# V – C/SUẤT, HIỆU SUẤT CỦA NGUỒN ĐIỆN:

1 – Công suất của nguồn điện:  $P_n = \xi I$

2 – Hiệu suất của nguồn điện:

$$H = \frac{P}{P_n} = \frac{U}{\xi} = \frac{R}{R + r}$$



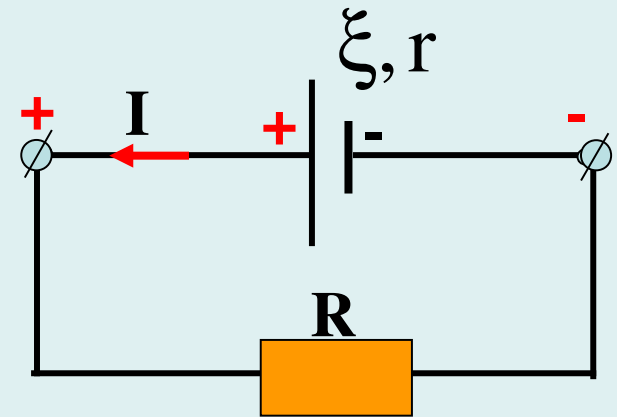
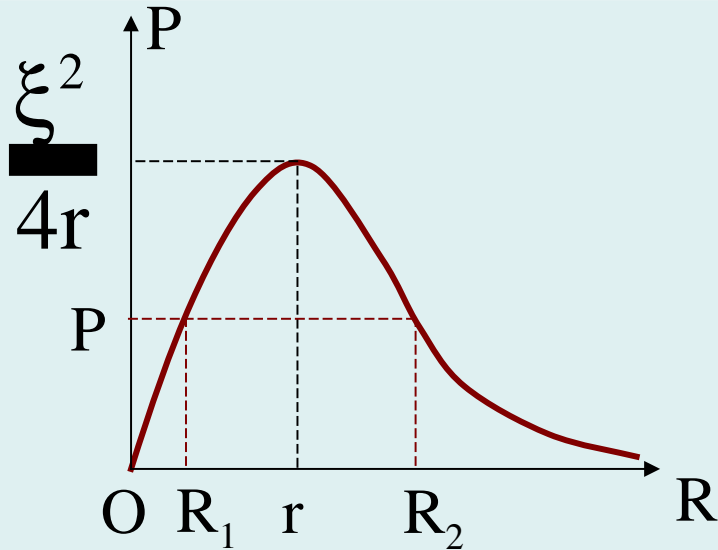
3 – ĐK để nguồn phát ra mạch ngoài c/s cực đại:

$$P = I^2 R = \frac{\xi^2 R}{(R + r)^2} \xrightarrow{\quad} P_{\max} = \frac{\xi^2}{4r} \quad \text{khi } R = r$$

**Lưu ý:** Luôn có 2 giá trị R tiêu thụ c/s  $P < P_{\max}$  :

$$R_1 R_2 = r^2$$

# V - C/SUẤT, HIỆU SUẤT CỦA NGUỒN ĐIỆN:



**Tóm  
lại:**

**Khi**  $R = r$  **thì**  $P_{\max} = \frac{\xi^2}{4r}$

**Khi**  $R_1 R_2 = r^2$  **thì**  $P_1 = P_2 < P_{\max}$

# V – C/SUẤT, HIỆU SUẤT CỦA NGUỒN ĐIỆN:

**Ví dụ:**

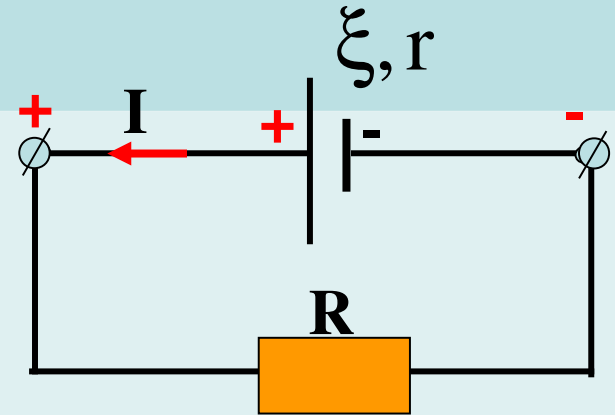
Cho mạch điện như hình vẽ.

$$= 6V; r = 2 \quad ; \quad R = 4$$

a) Tính cường độ dd, công suất tiêu thụ của R, c/s và hiệu suất của nguồn điện.

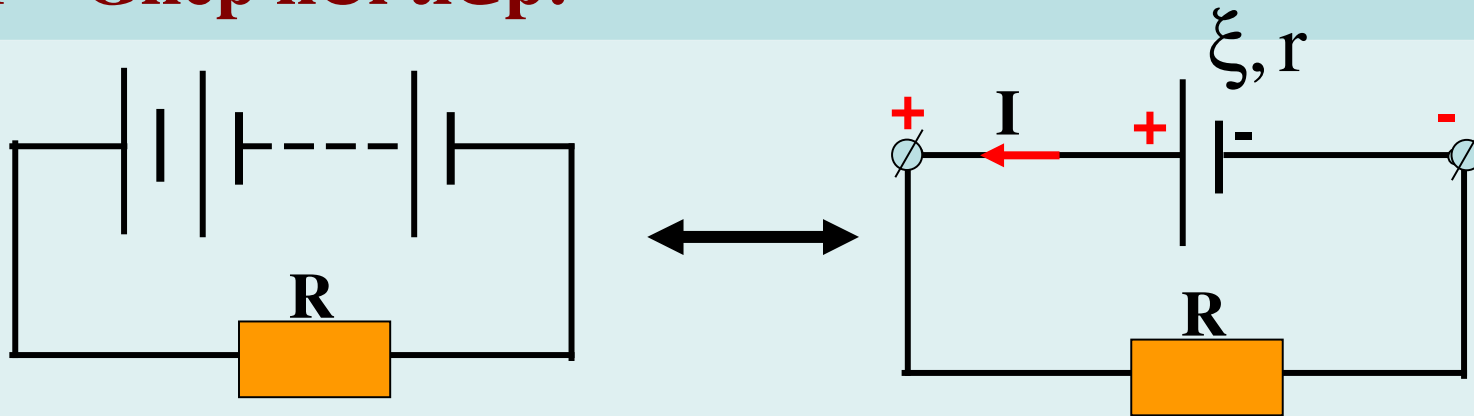
b) Thay R' thấy công suất của mạch ngoài vẫn không đổi. Tính R'.

c) Phải thay R = ? để nguồn phát ra công suất lớn nhất? Tính giá trị  $P_{\max}$ .



# VI – GHÉP CÁC NGUỒN ĐIỆN GIỐNG NHAU:

## 1 – Ghép nối tiếp:



$$\xi_b = n\xi_0$$

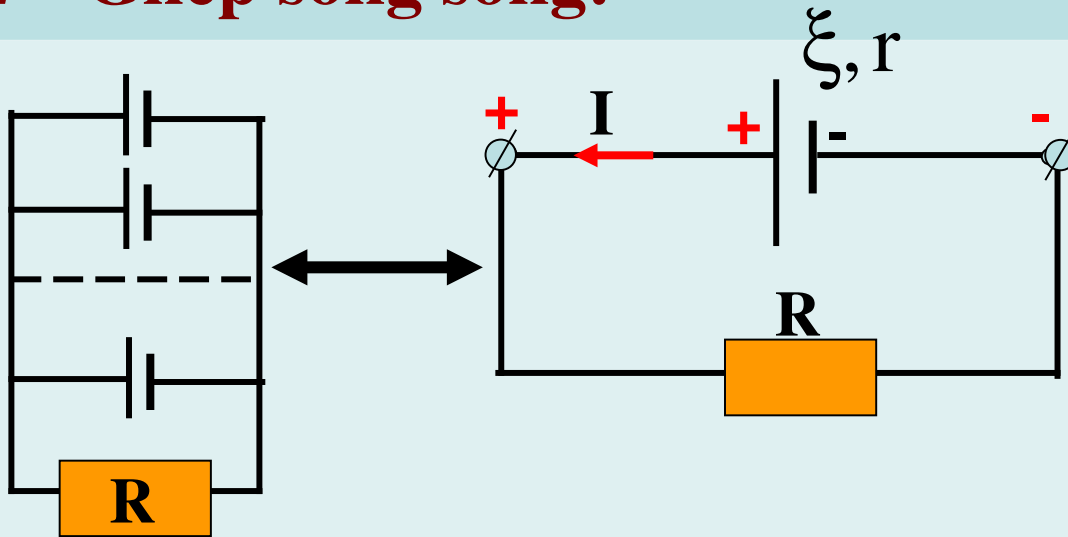
$$r_b = nr_0$$

**Ví dụ:** 5 cục pin loại (3V, 0,2 )  
ghép nối tiếp sẽ tương đương với  
một nguồn có SĐĐ và điện trở  
trong bao nhiêu?

**ĐS:** 15V và 1

# VI – GHÉP CÁC NGUỒN ĐIỆN GIỐNG NHAU:

## 2 – Ghép song song:



$$\xi_b = \xi_0$$

$$r_b = \frac{r_0}{n}$$

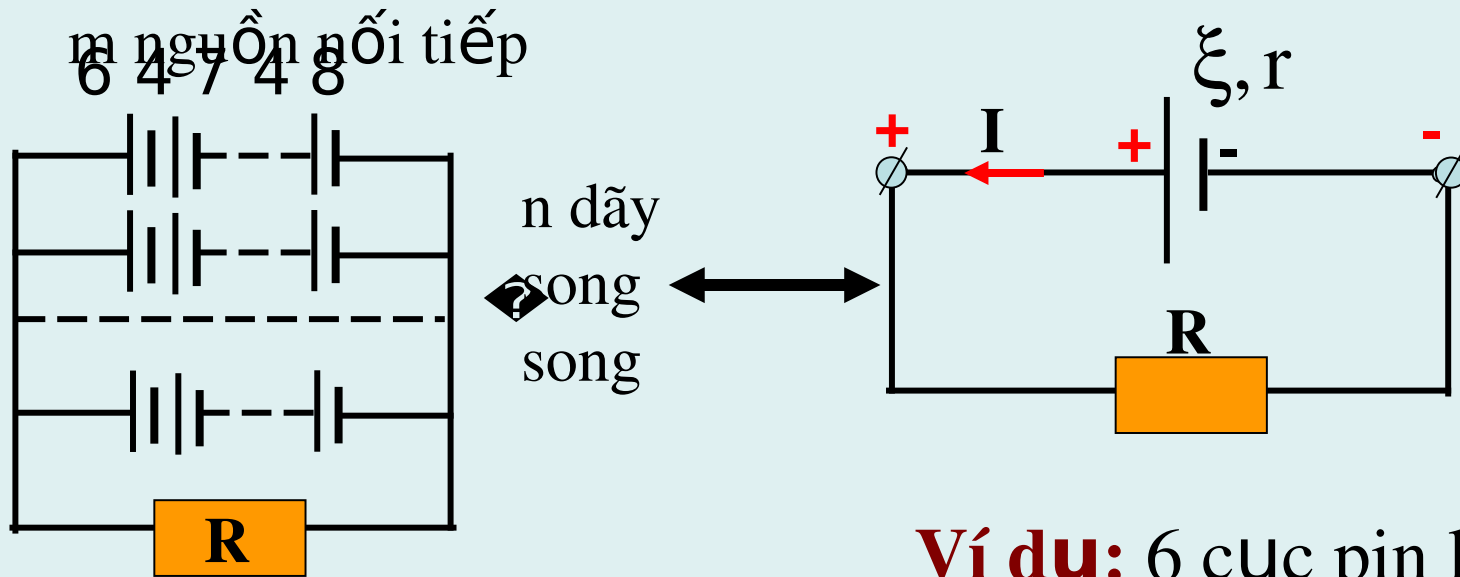
**Ví dụ:** 5 cục pin loại (6V, 2 ) ghép song song sẽ tương đương với một nguồn có SĐĐ và điện trở trong bao nhiêu?

**ĐS:** 6V và 0,4



# VI – GHÉP CÁC NGUỒN ĐIỆN GIỐNG NHAU:

## 3 – Ghép hỗn hợp đối xứng:

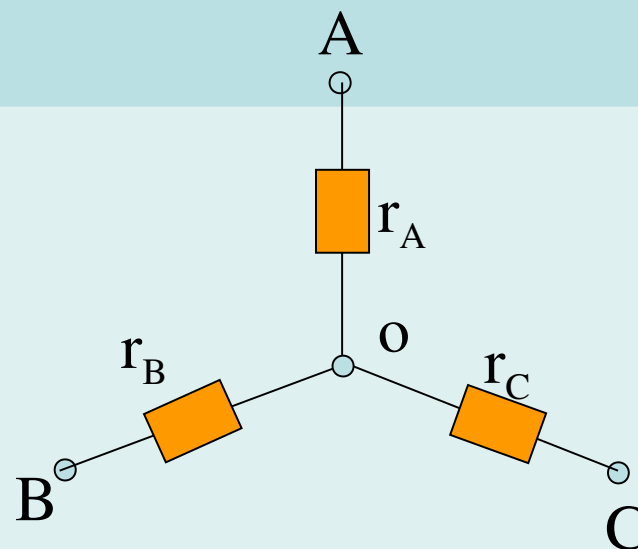
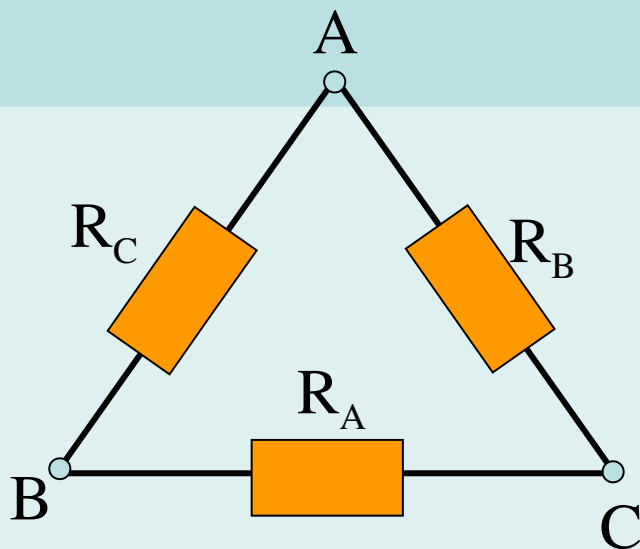


$$\xi_b = \xi_{1\text{day}} = m\xi_0$$

$$r_b = \frac{r_{1\text{day}}}{n} = \frac{mr_0}{n}$$

**Ví dụ:** 6 cục pin loại (3V; 1,5 ) có bao nhiêu cách ghép thành bộ đối xứng? Tính SĐĐ và điện trở trong của bộ nguồn tương đương trong mỗi cách đó.

# VII – MẠCH TAM GIÁC - SAO:



$$R_{AB/\Delta} = R_{AB/Y}$$

$$R_{AC/\Delta} = R_{AC/Y}$$

$$R_{BC/\Delta} = R_{BC/Y}$$

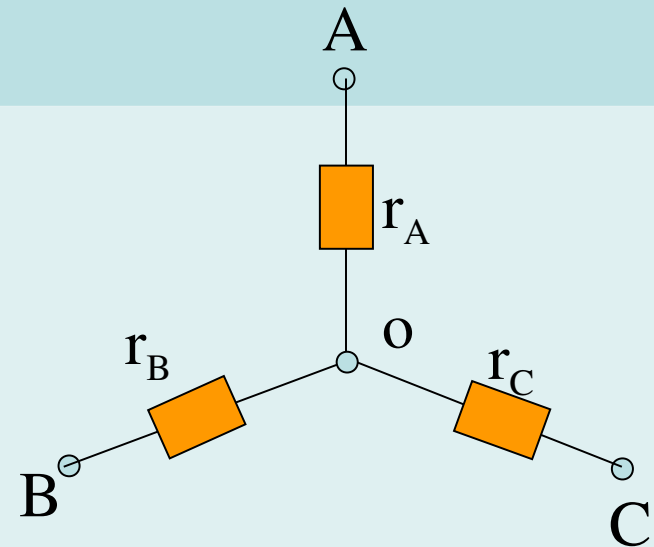
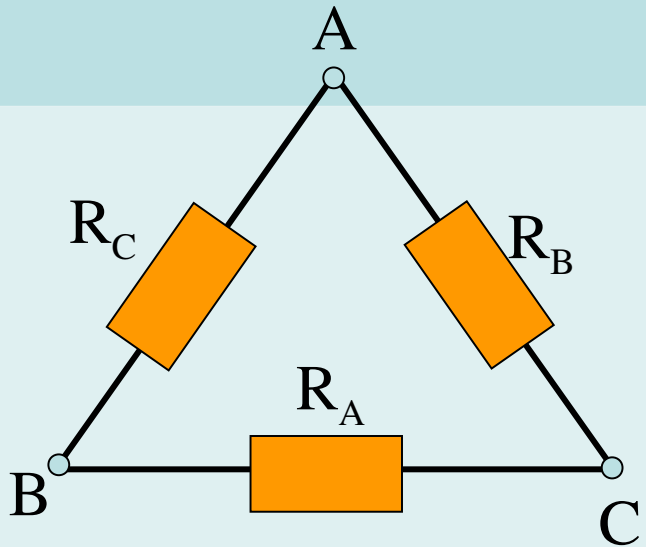


$$\frac{(R_A + R_B)R_C}{R_A + R_B + R_C} = r_A + r_B$$

$$\frac{(R_A + R_C)R_B}{R_A + R_B + R_C} = r_A + r_C$$

$$\frac{(R_B + R_C)R_A}{R_A + R_B + R_C} = r_B + r_C$$

# VII – MẠCH TAM GIÁC - SAO:



**Ví dụ:**  $R_A = 5$  ,  $R_B = 2$  ,  $R_C = 3$

**thì**  $r_A = 0,6$  ;  $r_B = 1,5$  ,  $r_C = 1$

$$r_A = \frac{R_B \cdot R_C}{R_A + R_B + R_C}$$

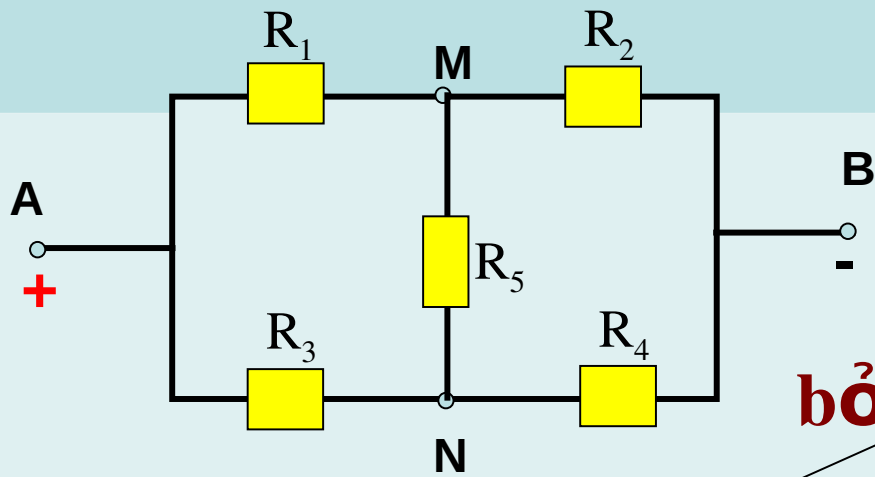
$$r_B = \frac{R_A \cdot R_C}{R_A + R_B + R_C}$$

$$r_C = \frac{R_A \cdot R_B}{R_A + R_B + R_C}$$

$$R_A = R_B = R_C = R$$

$$r_A = r_B = r_C = \frac{R}{3}$$

# VIII – MẠCH CẦU:

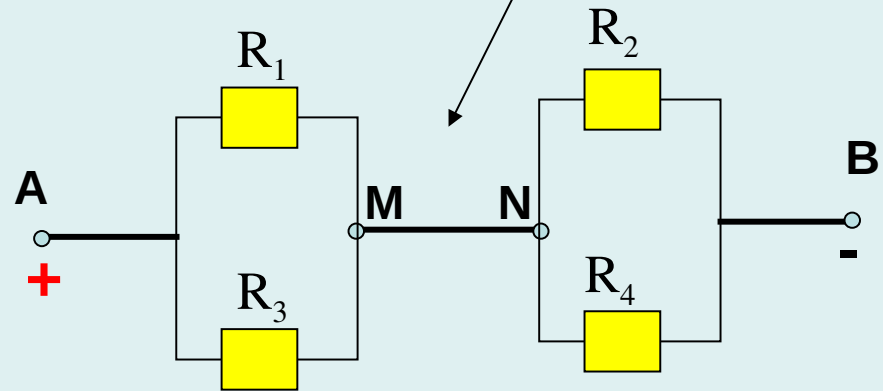
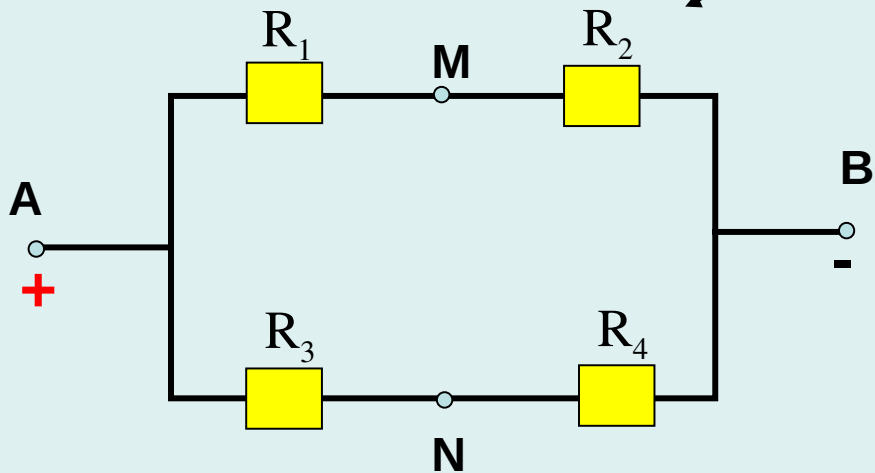


TH1:  $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$  (CẦU CÂN BẰNG)

Khi đó:  $I_5 = 0$  và  $V_M = V_N$

bỏ  $R_5$

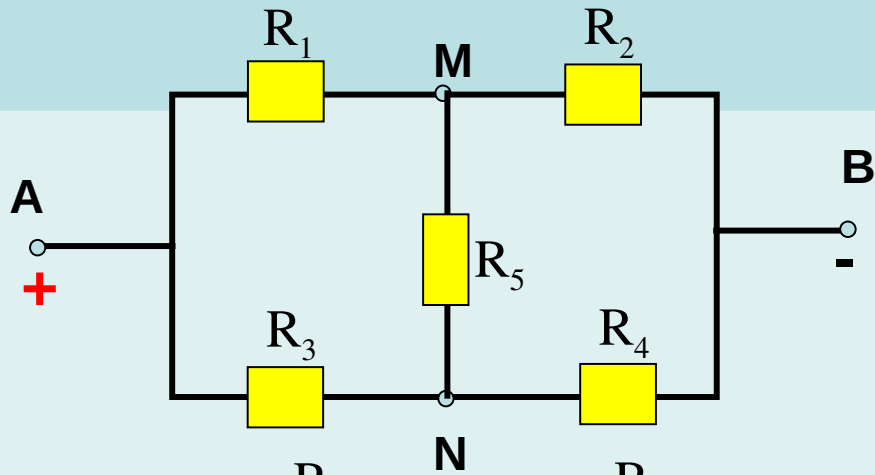
chập M với N



**Ví dụ:** có 5 điện trở bằng nhau và bằng  $R$  được ghép thành mạch cầu. Tính  $R_{tđ}$

**ĐS:**  $R_{tđ} = R$

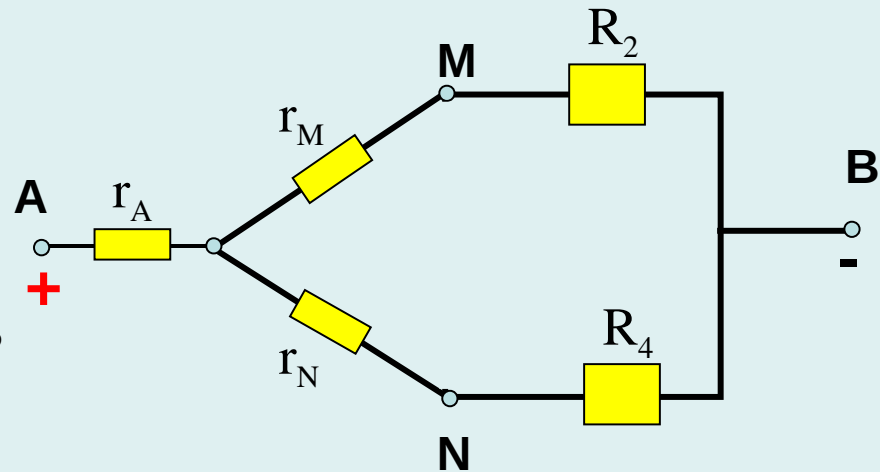
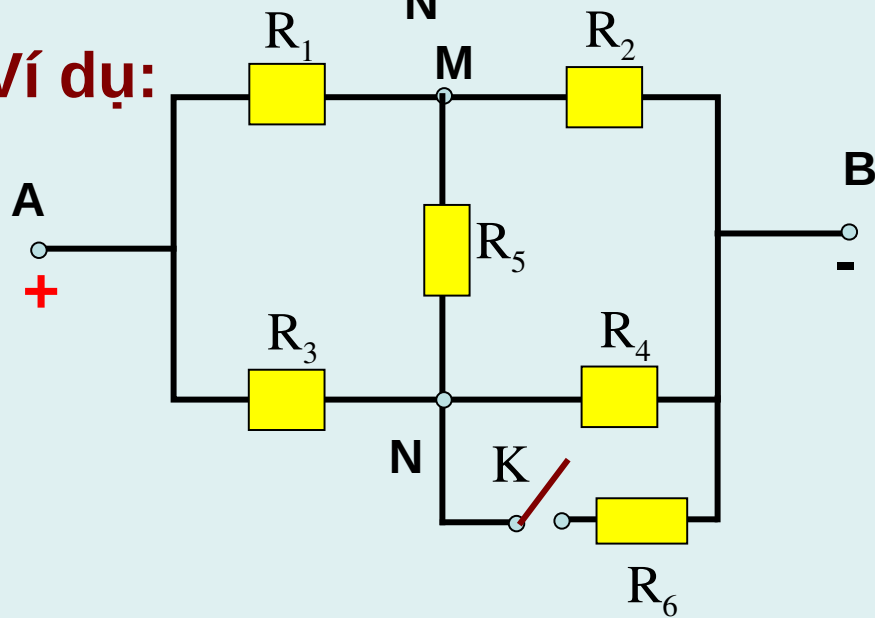
# VIII – MẠCH CẦU:



TH2:  $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$  (CẦU 0 CÂN BẰNG)

Biến đổi mạch  $\rightarrow Y$

Ví dụ:



ĐS:  $R_{td} = R = 130$

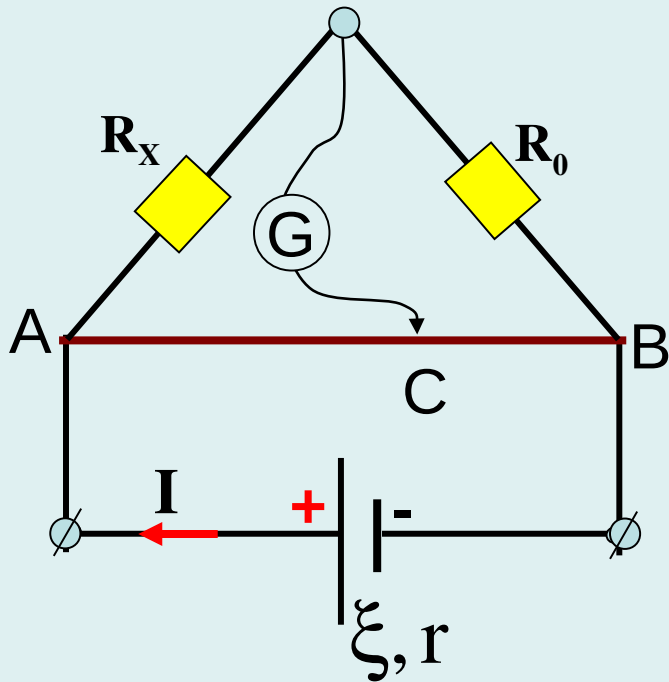
$$R_{td} = \frac{11R}{13} = 110\Omega$$

$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R = 130$  .

Tính  $R_{td}$  khi K mở và khi K đóng.

# VIII – MẠCH CẦU:

**Ứng dụng: đo điện trở bằng cầu Wheastone:**



$R_x$ : điện trở cần đo

$R_0$ : điện trở chuẩn, đã biết

Di/c con chạy C đến khi điện kế G chỉ số 0. Khi đó cầu cân bằng. Ta có tỉ số:

$$\frac{R_x}{R_{AC}} = \frac{R_0}{R_{BC}} \quad \diamond \quad R_x = R_0 \frac{R_{AC}}{R_{BC}}$$

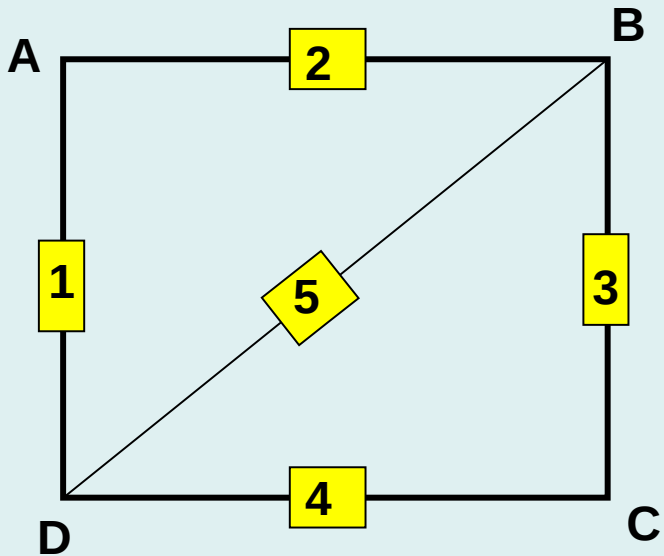
**Vậy:**  $R_x = R_0 \frac{AC}{BC}$

**Ví dụ:**  $AB = 100\text{cm}$ ;  $AC = 25\text{cm}$ ;  $R_0 = 90$  . Tính  $R_x$

**ĐS:**  $R_x = 30$

# VIII – MẠCH CẦU:

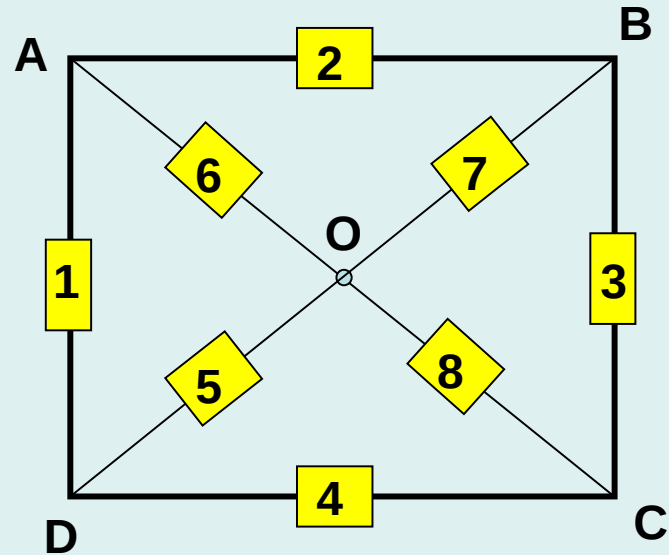
**VÍ DỤ:** Các điện trở đều bằng  $R = 120 \Omega$ . Tính  $R_{td}$  khi dđ:



a) Vào A ra C  $R_{AC} = R$

b) Vào A ra B  $R_{AB} = \frac{5R}{8}$

c) Vào B ra D  $R_{BD} = \frac{R}{2}$



a) Vào A ra C  $R_{AC} = \frac{2R}{3}$

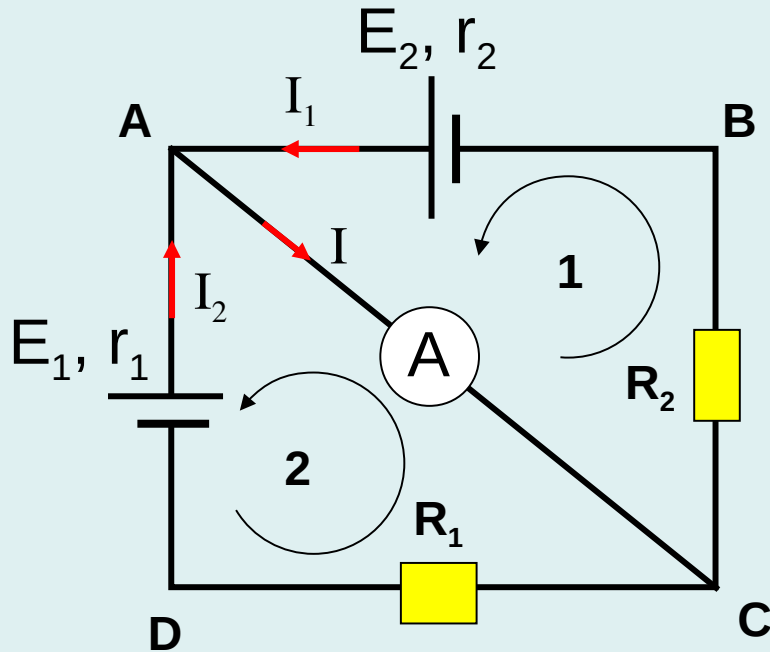
b) Vào A ra B  $R_{AB} = \frac{8R}{15}$

c) Vào A ra O  $R_{AO} = \frac{7R}{15}$

# BÀI TẬP

**VÍ DỤ:** Cho đoạn mạch như hình vẽ:

$$E_1 = 3V, E_2 = 6V, r_1 = r_2 = 1 \quad , R_1 = R_2 = 5 \quad , R_A = 0 \quad .$$



- Tính số chỉ của ampe kế và  $U_{BD}$ .
- Thay ampe kế bằng vôn kế có điện trở rất lớn thì vôn kế chỉ bao nhiêu?
- Đảo cực của nguồn  $E_2$  tìm lại kết của câu a và b.