

# Kỹ Thuật Điện

## Chương 03

### CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI MẠCH XÁC LẬP

## 3.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI ĐƠN GIẢN

3.1.1. CẦU PHÂN ÁP

3.1.2. CẦU PHÂN DÒNG.

3.1.3. BIẾN ĐỔI MẠCH  $Y \rightleftharpoons \Delta$

## 3.2. PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN THỂ NÚT

3.2.1. CƠ SỞ VÀ QUI ƯỚC.

3.2.2. TRÌNH TỰ THỰC HIỆN.

## 3.3. PHƯƠNG PHÁP DÒNG MẮT LƯỚI

3.3.1. CƠ SỞ VÀ QUI ƯỚC.

3.3.2. TRÌNH TỰ THỰC HIỆN.

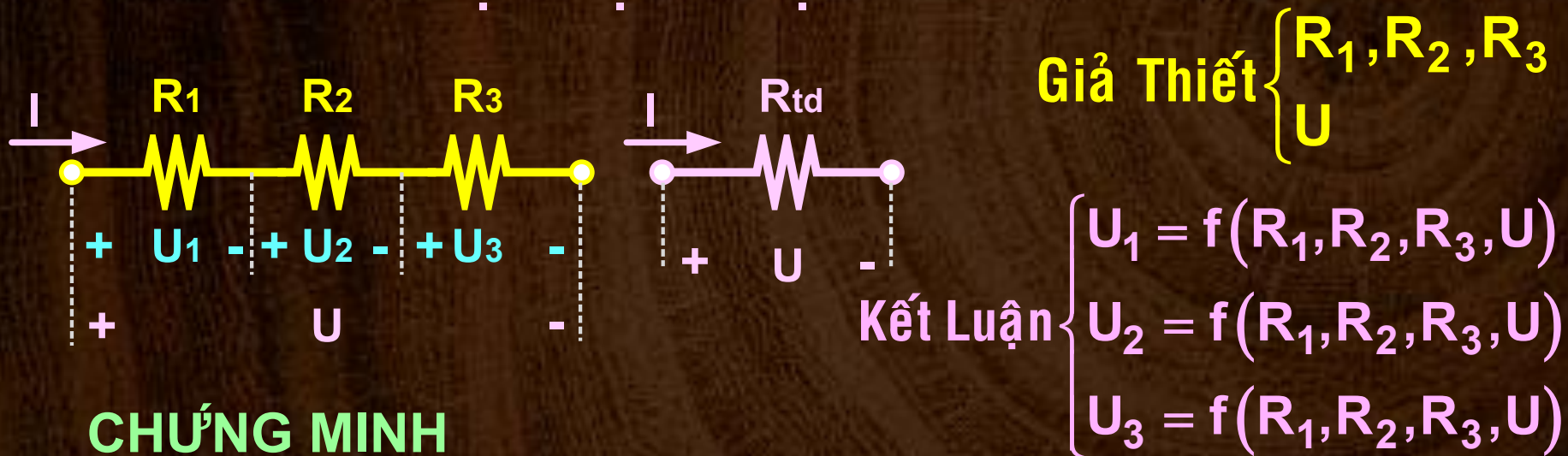
## 3.4. KHÁI NIỆM VỀ NGUYÊN LÝ XẾP CHỒNG



# 3.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐƠN GIẢN

## 3.1.1. CẦU PHÂN ÁP

### A. TRƯỜNG HỢP MẠCH MỘT CHIỀU



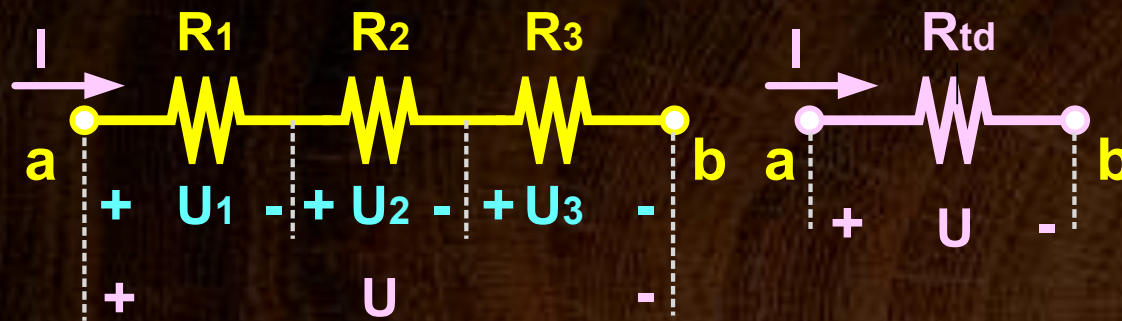
### CHỨNG MINH

- ❖ Chọn thêm tham số **dòng  $I$  qua mạch nối tiếp.**
- ❖ **Áp dụng định luật Ohm** cho mỗi phần tử điện trở.
- ❖ Gọi Áp đặt ngang qua hai đầu mỗi phần tử lần lượt là:  $U_1$  ;  $U_2$  ;  $U_3$ .

$$U_1 = R_1 \cdot I$$

$$U_2 = R_2 \cdot I$$

$$U_3 = R_3 \cdot I$$



Áp dụng định luật Kirchhoff áp cho mạch Tải  $ab$ , ta có:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Suy ra:

$$U_1 = R_1 \cdot I \quad \rightarrow \quad U_1 = \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \right) \cdot U$$

$$U_2 = R_2 \cdot I \quad \rightarrow \quad U_2 = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \right) \cdot U$$

$$U_3 = R_3 \cdot I \quad \rightarrow \quad U_3 = \left( \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \right) \cdot U$$

$$U_1 + U_2 + U_3 = U = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I$$

Như vậy:

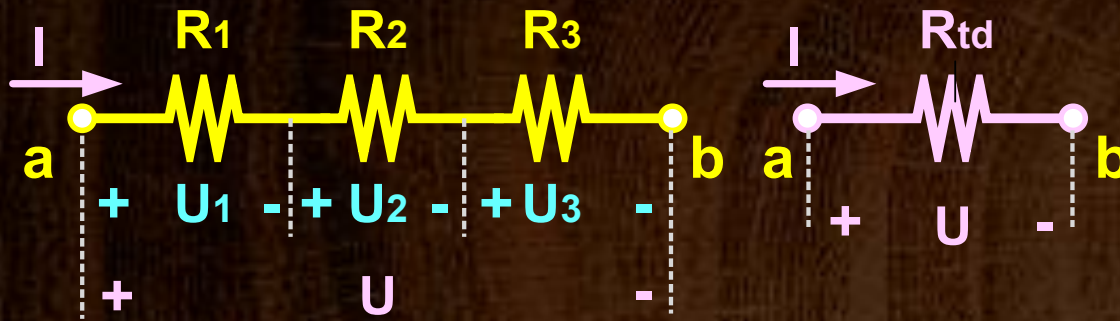
$$I = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Các công thức xác định áp  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  theo  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  và áp  $U$  được gọi là:

Các công thức tính áp theo **CẦU PHÂN ÁP**.



### Thí dụ 3.1:



Cho mạch Tải gồm 3  
điện trở nối tiếp :

$$R_1 = 6\Omega ; R_2 = 7\Omega ; \\ R_3 = 11\Omega$$

Nếu áp cấp vào hai đầu ab của Tải là  $U = 48V$  thì các áp  $U_1$  ,  $U_2$  ,  $U_3$  đặt ngang qua hai đầu mỗi điện trở bằng bao nhiêu ? Suy ra **Điện Trở Tương đương  $R_{td}$**  của Tải

**GIẢI** Áp dụng công thức tính áp theo **CÂU PHÂN ÁP**, ta có:

$$U_1 = \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \right) \cdot U = \left( \frac{6}{6 + 7 + 11} \right) \cdot 48 = 12V$$

$$U_2 = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \right) \cdot U = \left( \frac{7}{6 + 7 + 11} \right) \cdot 48 = 14V$$

$$U_3 = \left( \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \right) \cdot U = \left( \frac{11}{6 + 7 + 11} \right) \cdot 48 = 22V$$

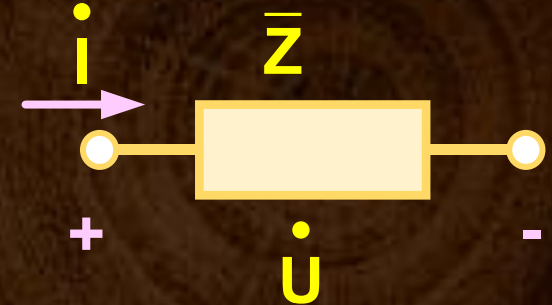
**Điện Trở Tương  
Đương  $R_{td}$  của Tải**

$$R_{td} = R_1 + R_2 + R_3 \\ R_{td} = 6 + 7 + 11 = 24\Omega$$

## B. TRƯỜNG HỢP MẠCH XOAY CHIỀU DẠNG SIN

### Ý NGHĨA HỘP ĐEN TƯỢNG TRƯNG CHO TẢI:

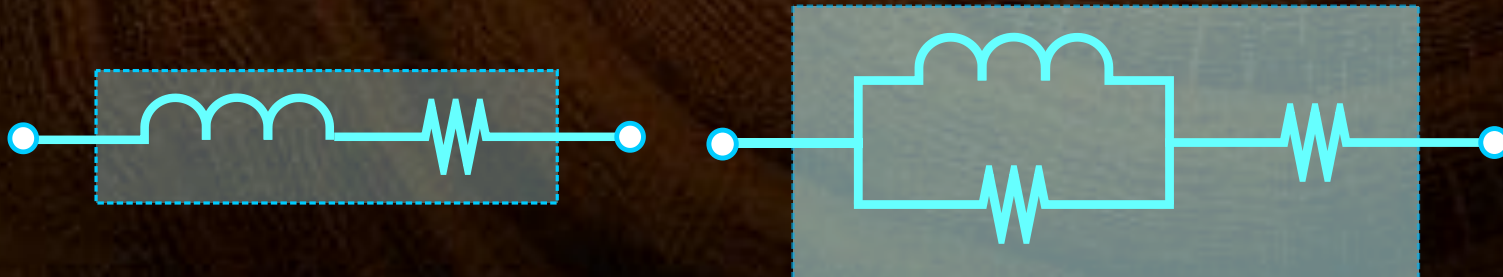
Khi giải mạch xoay chiều dạng sin tại trạng thái xác lập, Tải thường được ký hiệu bằng hộp đen như trong hình vẽ bên.



Định luật Ohm phức viết cho Tải là:  $\dot{U} = \bar{Z} \dot{i}$

Trong đó  $\bar{Z}$  là Tổng Trở Phức của Tải

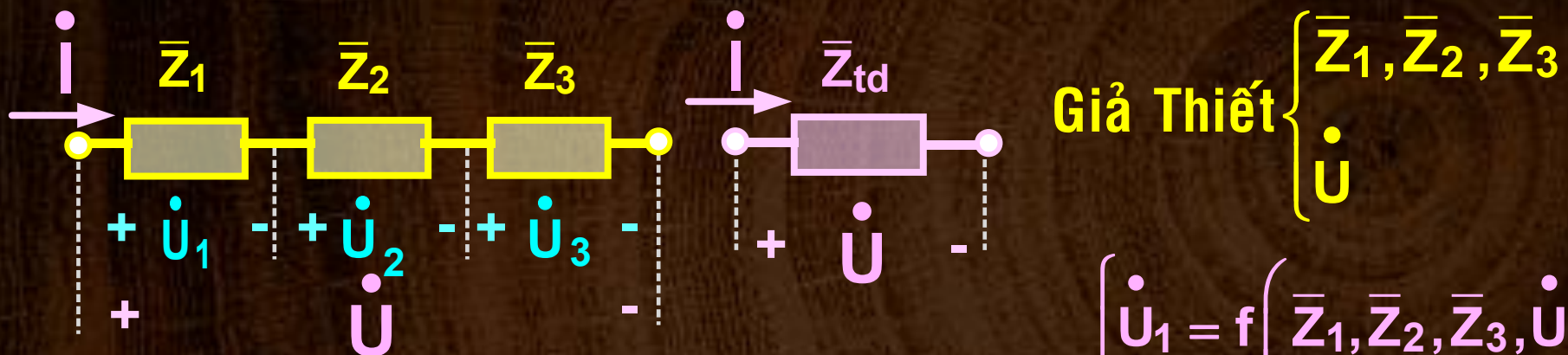
*Trong một số trường hợp có thể không cần biết cấu trúc bên trong của hộp đen, nhưng cần hiểu rằng bên trong có thể là mạch ghép hỗn hợp nhiều phần tử Tải, như các hình bên dưới*





### 3.1.1. CẦU PHÂN ÁP

#### A. TRƯỜNG HỢP MẠCH XOAY CHIỀU DẠNG SIN



Áp dụng phương pháp chứng minh tương tự cho trường hợp mạch điện trở, ta có các kết quả sau:

$$\dot{U}_1 = \frac{\bar{Z}_1}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \bar{Z}_3} \cdot \dot{U}$$

$$\dot{U}_2 = \frac{\bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \bar{Z}_3} \cdot \dot{U}$$

$$\dot{U}_3 = \frac{\bar{Z}_3}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \bar{Z}_3} \cdot \dot{U}$$

Kết Luận

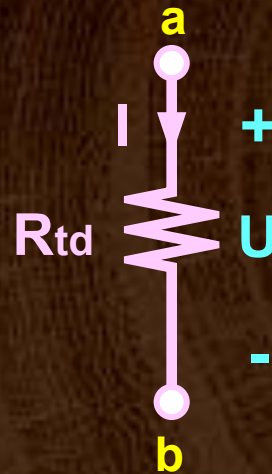
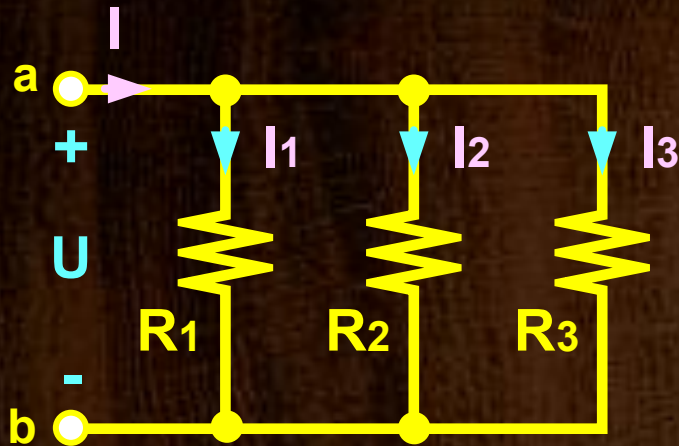
$$\begin{cases} \dot{U}_1 = f(\bar{Z}_1, \bar{Z}_2, \bar{Z}_3, \dot{U}) \\ \dot{U}_2 = f(\bar{Z}_1, \bar{Z}_2, \bar{Z}_3, \dot{U}) \\ \dot{U}_3 = f(\bar{Z}_1, \bar{Z}_2, \bar{Z}_3, \dot{U}) \end{cases}$$

Tổng Trở Phức tương đương của Tải

$$\bar{Z}_{td} = \bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \bar{Z}_3$$

### 3.1.2. CẦU PHÂN DÒNG

#### A. TRƯỜNG HỢP MẠCH MỘT CHIỀU



Giả Thiết  $\begin{cases} R_1, R_2, R_3 \\ I \end{cases}$

Kết Luận  $\begin{cases} I_1 = f(R_1, R_2, R_3, I) \\ I_2 = f(R_1, R_2, R_3, I) \\ I_3 = f(R_1, R_2, R_3, I) \end{cases}$

#### CHỨNG MINH

- ❖ Chọn thêm tham số **áp  $U$  đặt ngang qua hai điểm  $a, b$ .**
- ❖ **Áp dụng định luật Ohm** cho mỗi phần tử điện trở.
- ❖ Gọi Dòng qua mỗi nhánh điện trở là:  $I_1$  ;  $I_2$  ;  $I_3$ .

$$I_1 = \frac{U}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3}$$



Áp dụng định luật Kirchhoff dòng cho mạch Tải ab, ta có:

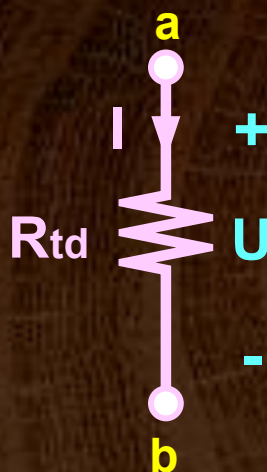
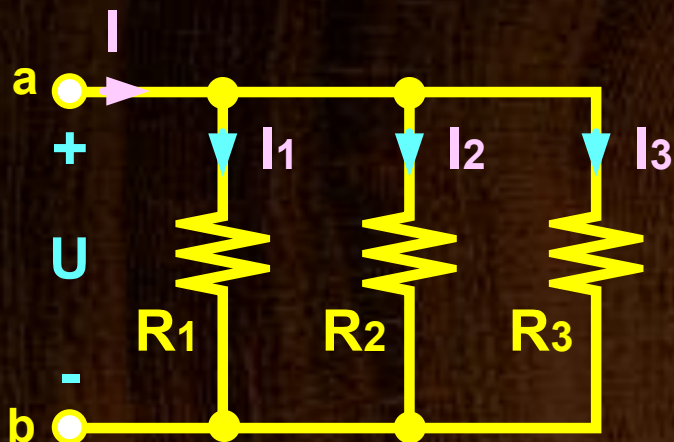
Suy ra:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_1 = \frac{\left(\frac{1}{R_1}\right) \cdot I}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}$$
$$I_2 = \frac{U}{R_2} \quad I_2 = \frac{\left(\frac{1}{R_2}\right) \cdot I}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}$$
$$I_3 = \frac{U}{R_3} \quad I_3 = \frac{\left(\frac{1}{R_3}\right) \cdot I}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}$$
$$I = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right) \cdot U$$
$$U = \frac{I}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}$$

Quan hệ dòng  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  theo  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  và dòng  $I$  được gọi là: công thức tính dòng theo **CẦU PHÂN DÒNG**.

### Thí dụ 3.2:



Cho mạch Tải gồm 3 điện trở song song:

$$R_1 = 6\Omega ; R_2 = 2\Omega ; R_3 = 3\Omega ;$$

Nếu dòng từ nguồn cấp đến Tải là  $I = 6A$  thì các dòng  $I_1$  và  $I_3$  qua các nhánh bằng bao nhiêu ?

### GIẢI

Áp dụng công thức tính dòng qua các nhánh song song theo **CẦU PHÂN DÒNG**, ta có:

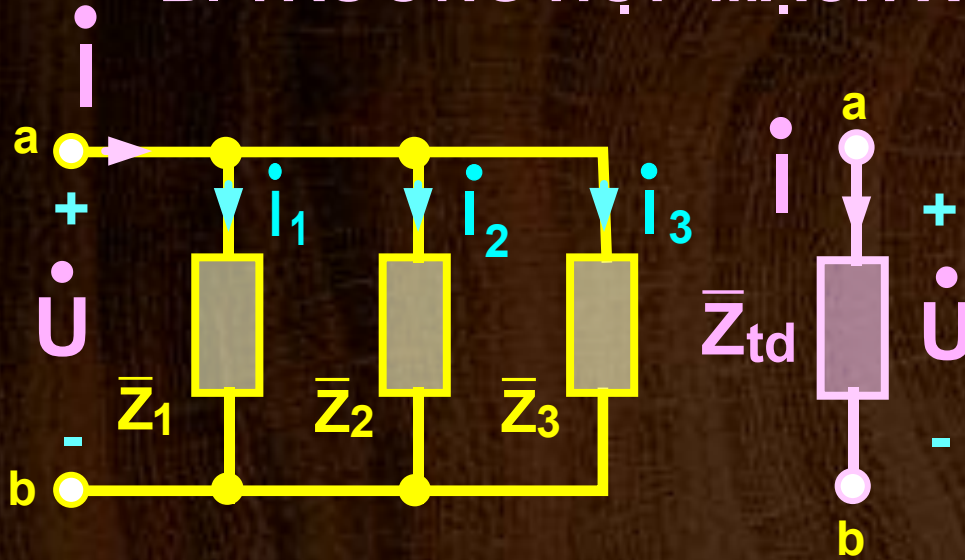
$$I_1 = \frac{\left(\frac{1}{R_1}\right) \cdot I}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)} = \frac{\left(\frac{1}{6}\right) \cdot 6}{\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right)} = 1A$$

$$I_3 = \frac{\left(\frac{1}{R_3}\right) \cdot I}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)} = \frac{\left(\frac{1}{3}\right) \cdot 6}{\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right)} = 2A$$



### 3.1.2. CẦU PHÂN DÒNG

#### B. TRƯỜNG HỢP MẠCH XOAY CHIỀU DẠNG SIN



Giả Thiết  $\left\{ \begin{array}{l} \bar{Z}_1, \bar{Z}_2, \bar{Z}_3 \\ \dot{i} \end{array} \right.$

Kết Luận  $\left\{ \begin{array}{l} \dot{i}_1 = f(\bar{Z}_1, \bar{Z}_2, \bar{Z}_3, \dot{i}) \\ \dot{i}_2 = f(\bar{Z}_1, \bar{Z}_2, \bar{Z}_3, \dot{i}) \\ \dot{i}_3 = f(\bar{Z}_1, \bar{Z}_2, \bar{Z}_3, \dot{i}) \end{array} \right.$

Áp dụng phương pháp chứng minh tương tự cho trường hợp mạch điện trở, ta có các kết quả sau:

$$\dot{i}_1 = \frac{\left( \frac{1}{\bar{Z}_1} \right) \cdot \dot{i}}{\left( \frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2} + \frac{1}{\bar{Z}_3} \right)}$$

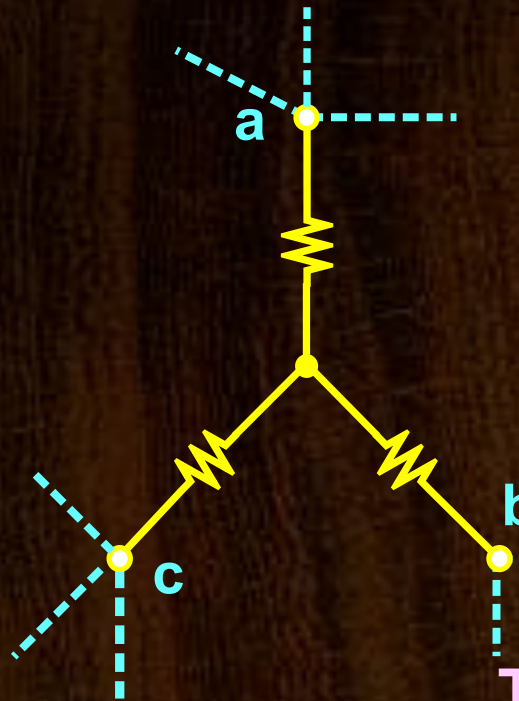
$$\dot{i}_2 = \frac{\left( \frac{1}{\bar{Z}_2} \right) \cdot \dot{i}}{\left( \frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2} + \frac{1}{\bar{Z}_3} \right)}$$

$$\dot{i}_3 = \frac{\left( \frac{1}{\bar{Z}_3} \right) \cdot \dot{i}}{\left( \frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2} + \frac{1}{\bar{Z}_3} \right)}$$

### 3.1.3. BIẾN ĐỔI TỔNG TRỞ

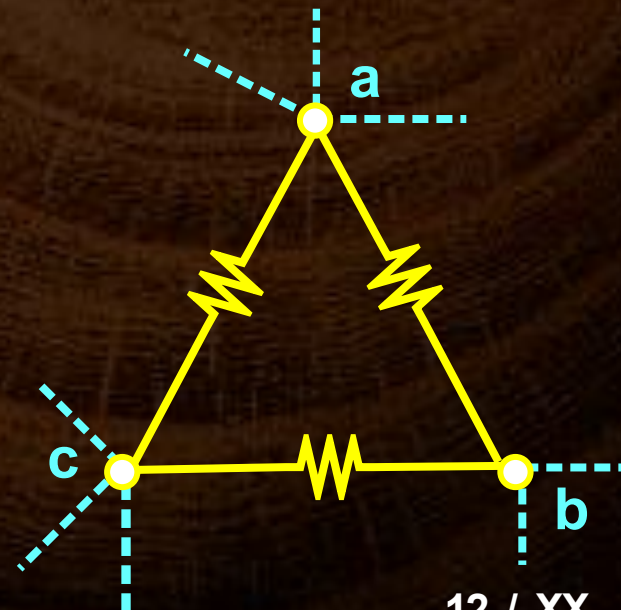
#### TẢI ĐẦU THEO SƠ ĐỒ Y

Khi khảo sát **tại 3 nút** trong mạch điện phức tạp. Nếu có 3 phần tử Tải có **3 đầu liên kết đến các nút này** và 3 đầu còn lại của 3 phần tử Tải **giao nhau tạo thành điểm chung** thì 3 phần tử Tải đang liên kết theo **sơ đồ đấu Y**.



#### TẢI ĐẦU THEO SƠ ĐỒ Δ

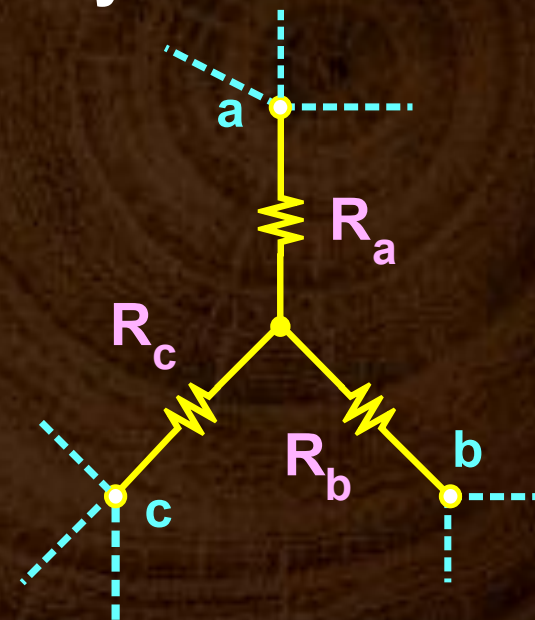
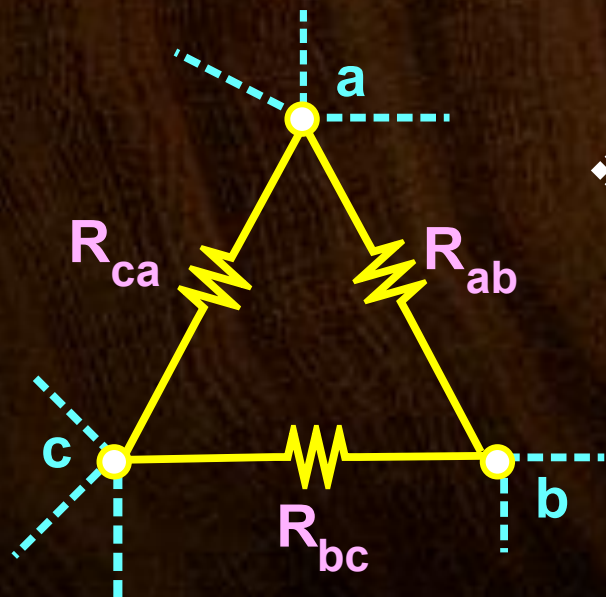
Tương tự **tại 3 nút** trong mạch điện phức tạp. Nếu có 3 phần tử Tải liên kết theo cách: **hai phần tử đầu chung hai đầu tại 1 nút** và thực hiện **hoán vị vòng tương tự trên hai nút còn lại** thì ba Phần tử Tải đang liên kết theo **sơ đồ Δ**.





## QUI ƯỚC KÝ HIỆU ĐIỆN TRỞ TRONG SƠ ĐỒ Y VÀ $\Delta$

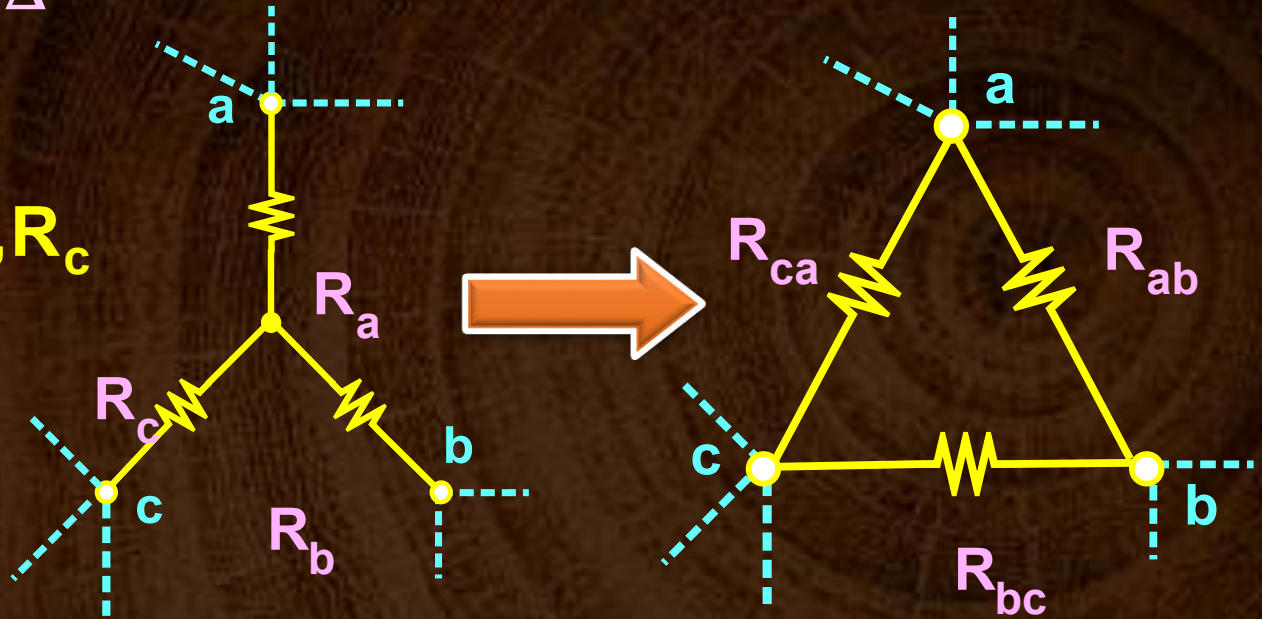
- ❖ **Qui ước đánh dấu chỉ số** cho các điện trở nhằm giúp người học **có thể nhớ** các công thức chuyển đổi  $Y \rightleftharpoons \Delta$  **một cách dễ dàng**.
- ❖ Trong sơ đồ Y, nếu các nút đã được đánh chỉ số thì **điện trở nối đến nút nào** sẽ có chỉ số giống như chỉ số của nút đó.



- ❖ Trong sơ đồ  $\Delta$ , nếu các nút đã được đánh chỉ số thì **điện trở nối giữa hai nút** nào sẽ có chỉ số giống như chỉ số của các nút đó. Tuy nhiên chỉ số của 3 điện trở phải **theo thứ tự hoán vị vòng**.

## A. BIẾN ĐỔI Y $\rightarrow$ $\Delta$

Giả Thiết  $\{R_a, R_b, R_c$



Kết Luận  $\left\{ \begin{array}{l} R_{ab} = f(R_a, R_b, R_c) \\ R_{bc} = f(R_a, R_b, R_c) \\ R_{ca} = f(R_a, R_b, R_c) \end{array} \right.$

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

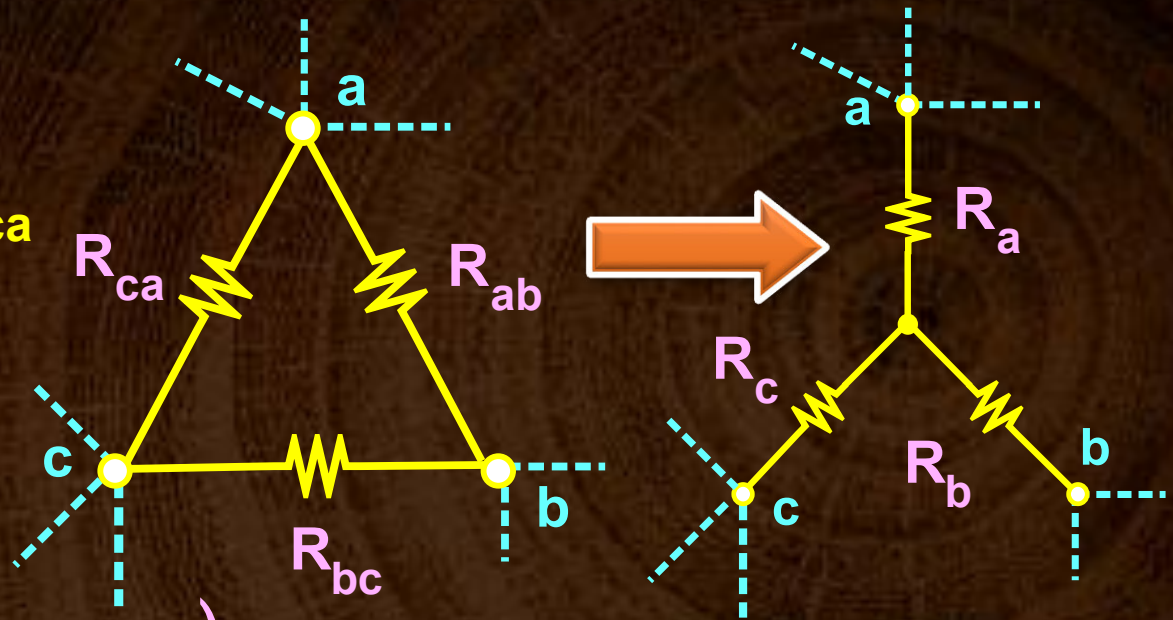
$$R_{bc} = R_b + R_c + \frac{R_b \cdot R_c}{R_a}$$

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



## B. BIẾN ĐỔI $\Delta \rightarrow Y$

Giả Thiết  $\{R_{ab}, R_{bc}, R_{ca}$



Kết Luận  $\begin{cases} R_a = f(R_{ab}, R_{bc}, R_{ca},) \\ R_b = f(R_{ab}, R_{bc}, R_{ca},) \\ R_c = f(R_{ab}, R_{bc}, R_{ca},) \end{cases}$

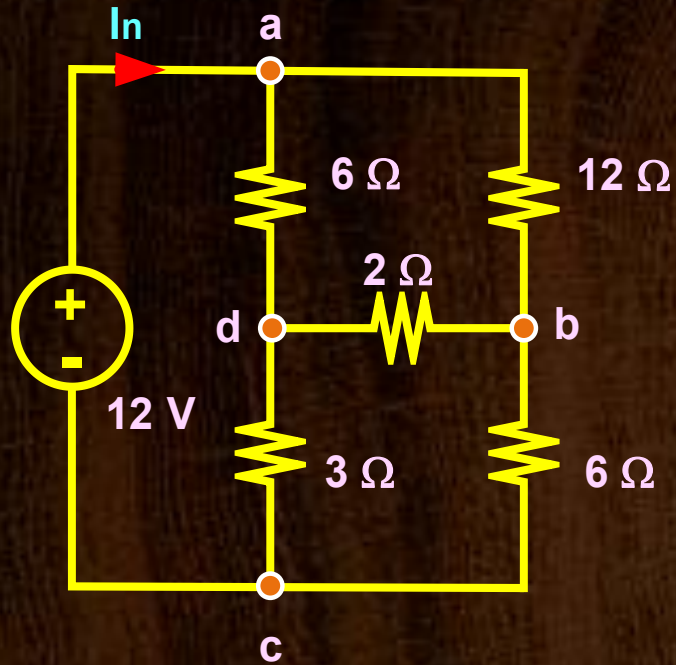
$$R_a = \frac{R_{ab} \cdot R_{ca}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

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

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

Các Tổng Trở Phức BIẾN ĐỔI  $\Delta \rightarrow Y$  áp dụng công thức tương tự như trường hợp điện trở.

### Thí dụ 3.3:



Cho mạch điện theo hình vẽ. Xác định dòng  $I_n$  phát bởi Nguồn Áp

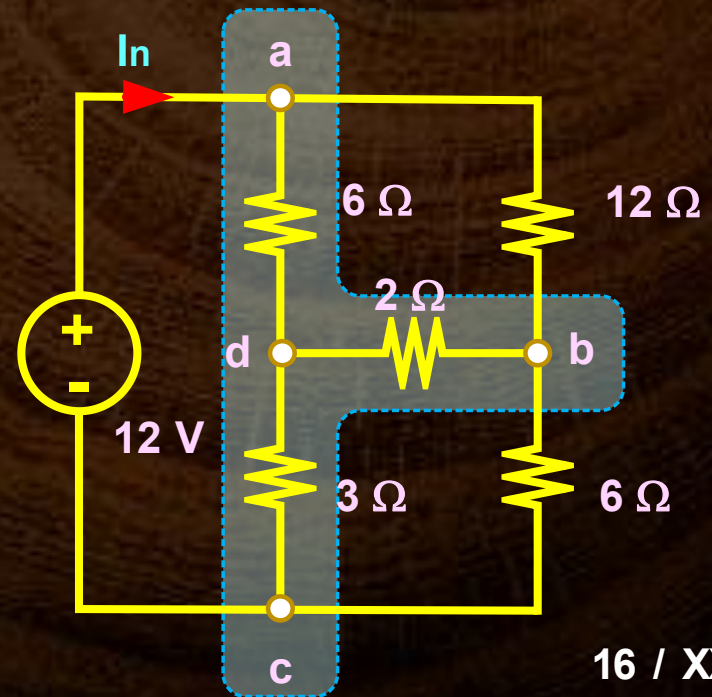
Giai :

**NHẬN XÉT:**

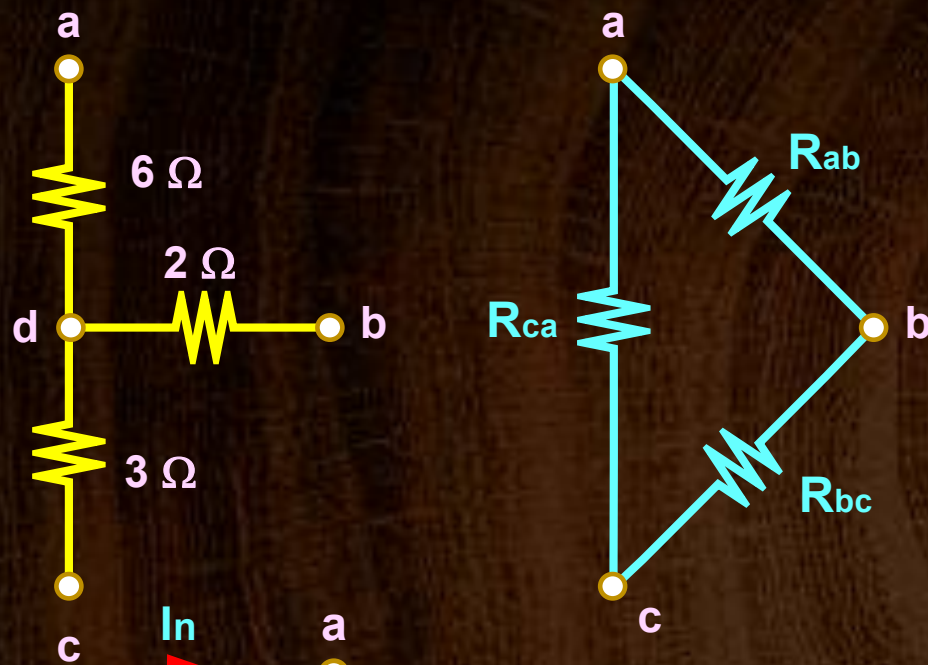
- ❖ Mạch có 4 nút , 3 mắt lưới.
- ❖ Dòng  $I_n$  phát bởi Nguồn Áp có thể tìm được bằng nhiều phương pháp khác nhau.

❖ Trong thí dụ này áp dụng phương pháp biến đổi tải  $Y \rightarrow \Delta$  để thu gọn mạch. Từ đó áp dụng định luật Ohm suy ra  $I_n$ .

❖ Chọn 3 điện trở đầu Y biến đổi thành 3 điện trở đầu  $\Delta$ , xem hình vẽ bên.







Tìm các điện trở chuyển đổi từ sơ đồ đấu Y sang sơ đồ  $\Delta$  tại 3 nút a, b và c.

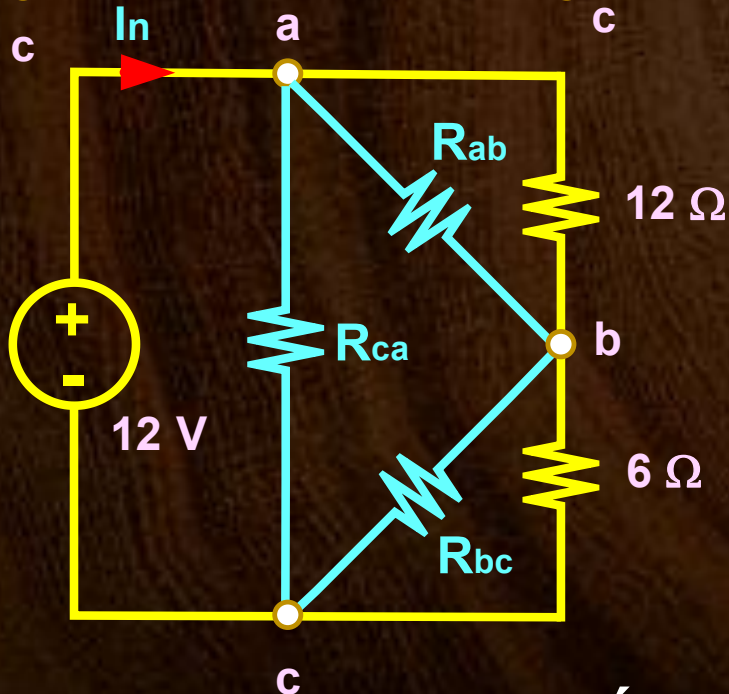
$$R_a = 6\ \Omega ; R_b = 2\ \Omega ; R_c = 3\ \Omega$$

Áp dụng các công thức chuyển đổi, ta có:

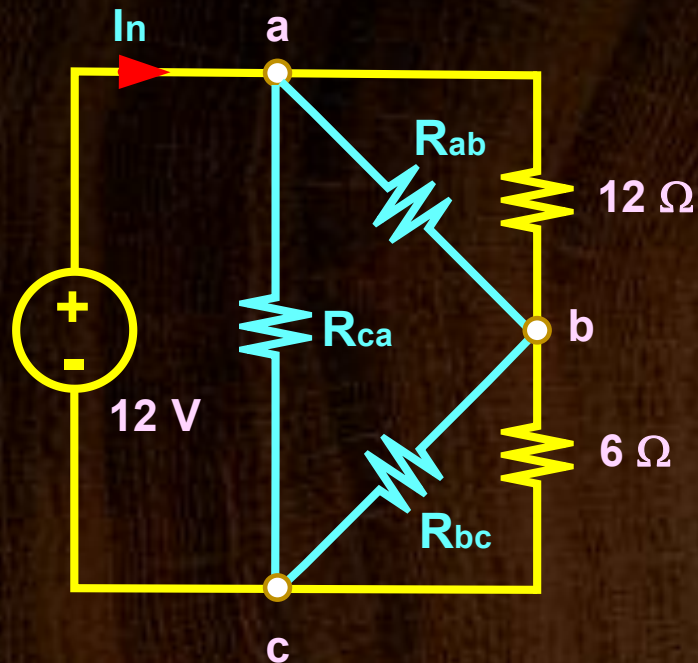
$$R_{ab} = R_a + R_b + \frac{R_a R_b}{R_c} = 6 + 2 + \frac{6 \cdot 2}{3} = 12\ \Omega$$

$$R_{bc} = R_b + R_c + \frac{R_b R_c}{R_a} = 2 + 3 + \frac{2 \cdot 3}{6} = 6\ \Omega$$

$$R_{ca} = R_c + R_a + \frac{R_c R_a}{R_b} = 3 + 6 + \frac{3 \cdot 6}{2} = 18\ \Omega$$



Mạch điện sau khi biến đổi có dạng theo hình vẽ trên



$$R_{ab} = 12\Omega ; R_{bc} = 6\Omega ; R_{ca} = 18\Omega$$

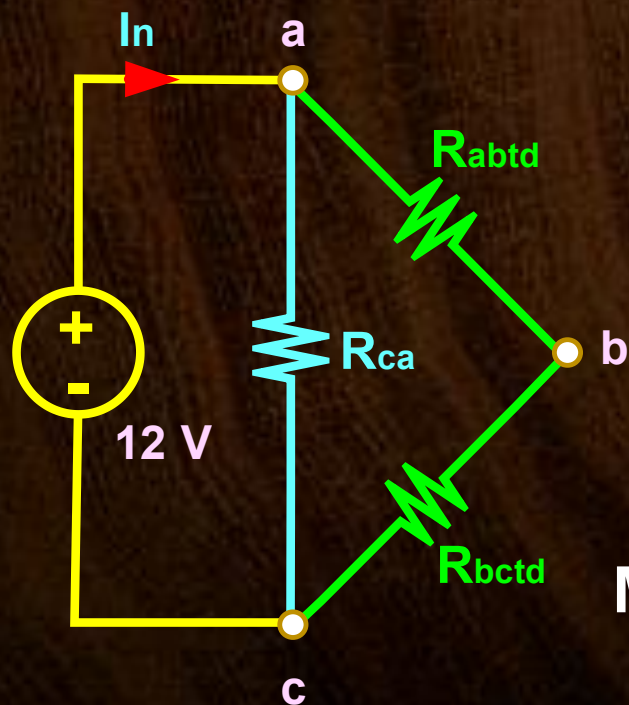
Kế tiếp thu gọn mạch tải bằng cách **thay thế các mạch điện trở ghép song song bằng điện trở tương đương.**

Điện trở tương đương giữa hai nút a và b

$$R_{abtd} = \frac{R_{ab}(12\Omega)}{R_{ab} + (12\Omega)} = \frac{12\Omega}{2} = 6\Omega$$

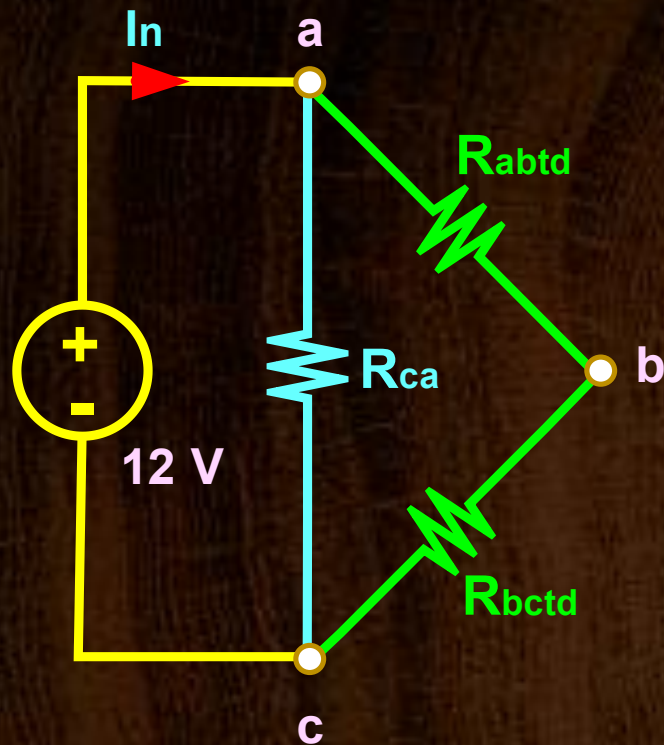
Điện trở tương đương giữa hai nút b và c

$$R_{bctd} = \frac{R_{bc}(6\Omega)}{R_{bc} + (6\Omega)} = \frac{6\Omega}{2} = 3\Omega$$



Mạch điện thu gọn có dạng theo hình vẽ





Đến đây có thể không cần tiếp tục thu gọn mạch. Áp dụng định luật Ohm và định luật Kirchhoff dòng suy ra dòng  $I_n$  phát từ Nguồn Áp.

Dòng nhánh  $I_{ac}$  qua  $R_{ca}$

$$I_{ac} = \frac{12V}{R_{ca}} = \frac{12V}{18\Omega} = \frac{2}{3} A$$

Dòng nhánh  $I_{abc}$  qua  $R_{abtd}$  và  $R_{bctd}$

$$I_{abc} = \frac{12V}{R_{abtd} + R_{bctd}} = \frac{12V}{6\Omega + 3\Omega} = \frac{4}{3} A$$

Áp dụng định luật Kirchhoff dòng suy ra dòng  $I_n$  :

$$I_n = I_{ac} + I_{abc} = \frac{2}{3} A + \frac{4}{3} A = 2 A$$

## 3.2. PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN THỂ NÚT

### CƠ SỞ (HAY NỀN TẢNG) CỦA PHƯƠNG PHÁP

Phương pháp Điện Thể Nút dựa trên định luật Kirchhoff Dòng. Khi thực hiện, áp dụng định luật theo dạng đại số

### QUI ƯỚC KHI THỰC HIỆN PHƯƠNG PHÁP

Tại nút được khảo sát dòng đi ra khỏi nút trên các nhánh

### TRÌNH TỰ THỰC HIỆN

#### BƯỚC 1:

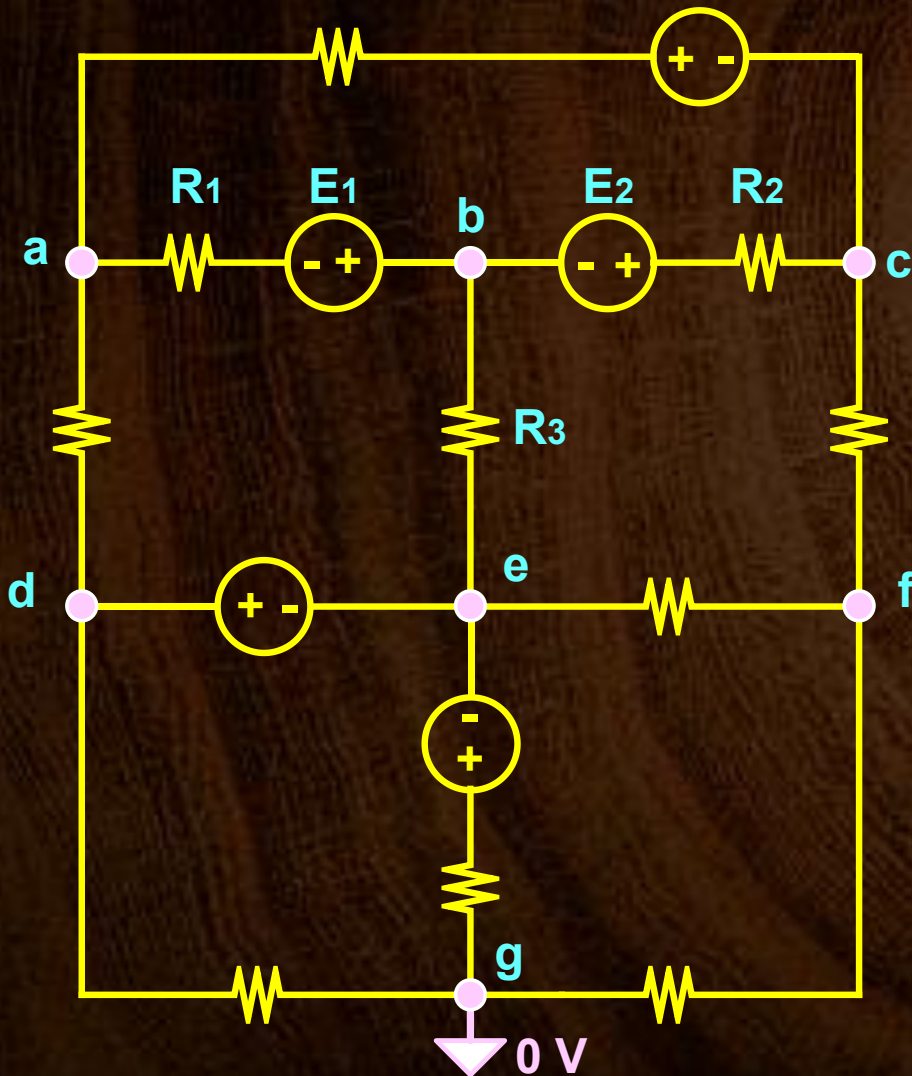
- ❖ Xác định Tổng Số Nút  $n$  hiện có trong mạch.
- ❖ Chọn 1 nút bất kỳ trong  $n$  nút làm nút chuẩn. (*Điện thế tại nút chuẩn quy ước bằng 0V*).
- ❖ Tổng số phương trình cần tìm là  $(n - 1)$  phương trình.

#### BƯỚC 2:

Viết định luật Kirchhoff Dòng tại các nút không phải là nút chuẩn



# HƯỚNG DẪN VÀ GIẢI THÍCH PHƯƠNG THỨC THỰC HIỆN

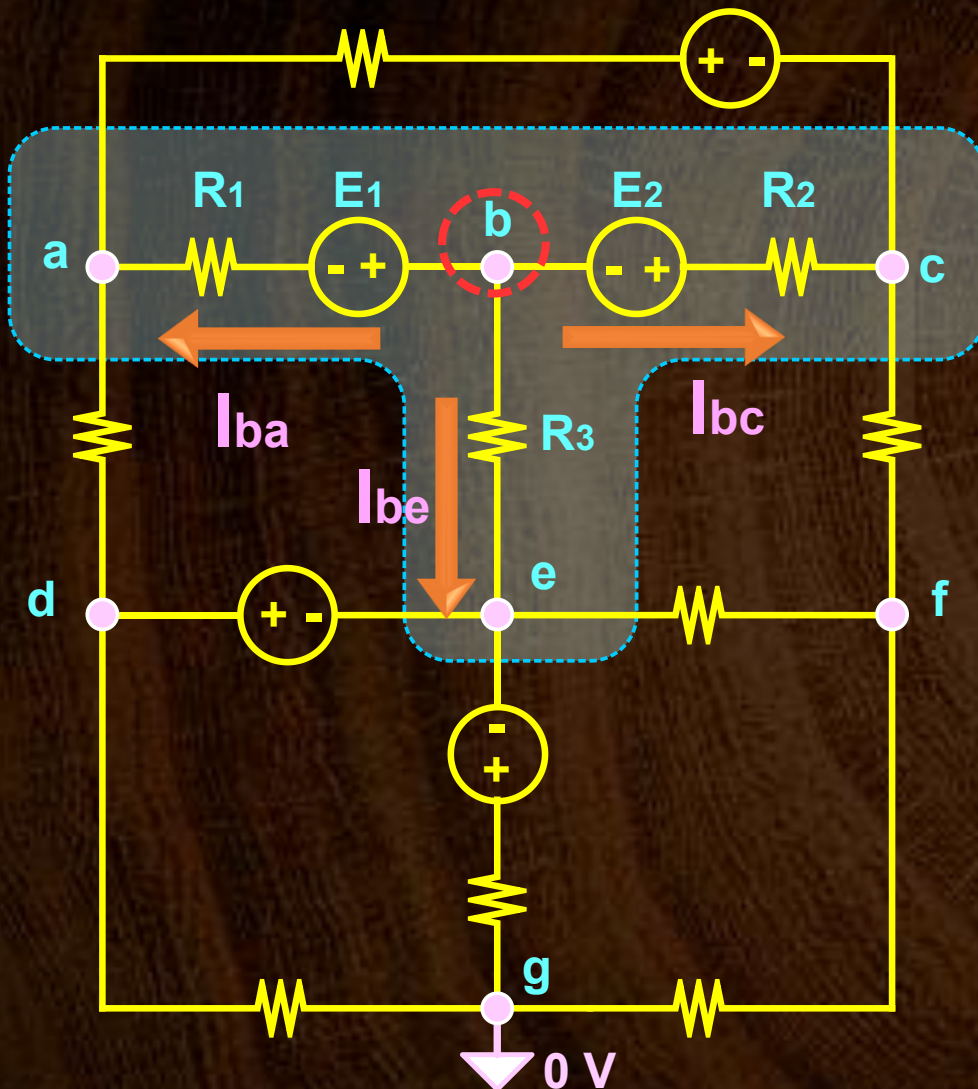


❖ Theo bước 1, đầu tiên xác định **tổng số nút** của mạch điện là **7 nút**. Đánh số thứ tự cho các nút là: **a, b, c, d, e, f, g**.

❖ Trong 7 nút, **tự chọn** 1 nút làm nút chuẩn. Trong hình vẽ chọn **g làm nút chuẩn**. Đánh dấu cho nút chuẩn theo ký hiệu được trình bày trong hình vẽ. **Điện thế tại g bằng 0V**.

❖ Như vậy **áp giữa các nút khác còn lại so với nút chuẩn g sẽ bằng điện thế tại nút đó**.

$$U_{dg} = U_d - U_g = U_d - 0V = U_d$$

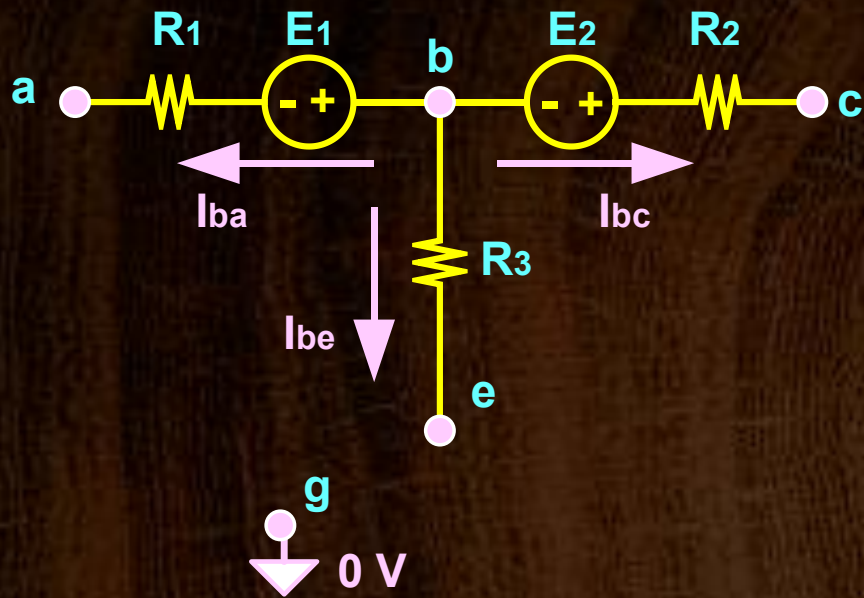


❖ Khi chọn một nút để viết phương trình cân bằng dòng, chỉ cần **quan tâm đến các nhánh tạo thành nút đó**. Trong hình vẽ khi xây dựng định luật Kirchhoff dòng tại nút **b** chỉ cần lưu ý **vùng được tô màu xanh quanh nút**.

❖ Tại b các dòng nhánh:  **$I_{ba}$** ,  **$I_{bc}$**  và  **$I_{be}$**  có hướng được chọn **đi ra khỏi nút**. Điều này có nghĩa là **tại nút b xem như điện thế cao hơn các điện thế tại các nút cuối nhánh a, c và e**.

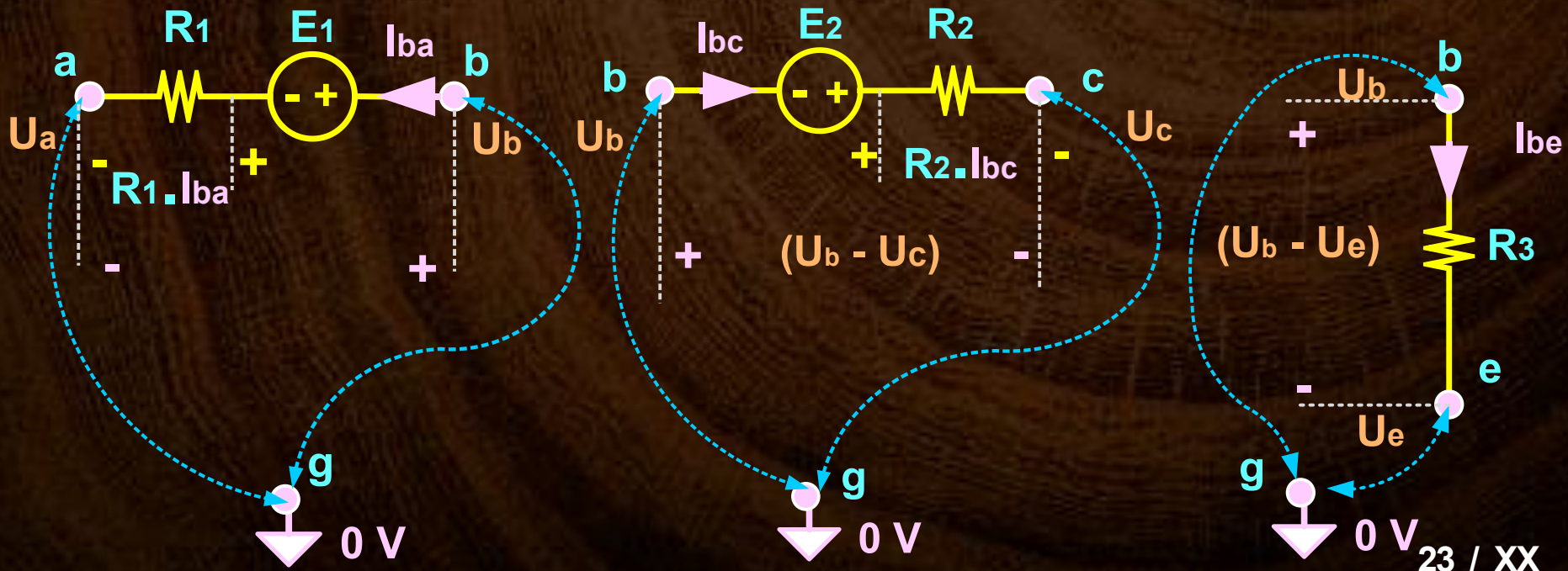
❖ Tại nút b ta có:  $I_{ba} + I_{bc} + I_{be} = 0$





❖ Muốn viết phương trình cân bằng dòng tại nút b . Đầu tiên **tách rời từng nhánh tạo thành nút b** , xem hình vẽ bên dưới.

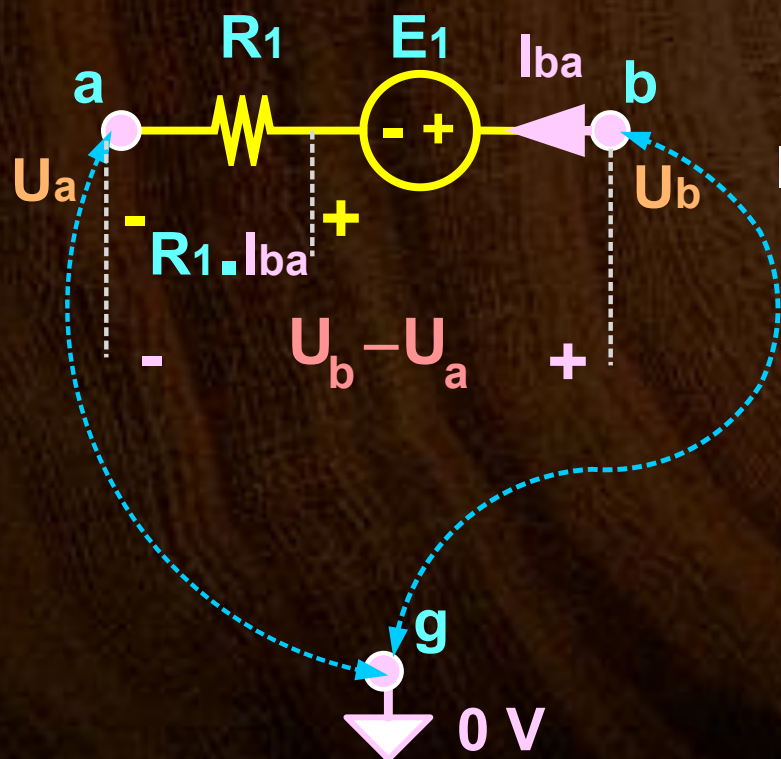
❖ Áp dụng định luật Ohm và định luật Kichhoff Áp suy ra phương trình cân bằng áp cho mỗi nhánh.



- ❖ Có 3 trường hợp : nhánh chứa Nguồn Áp nối tiếp Tải và nhánh chỉ chứa duy nhất Tải.
- ❖ Trường hợp nhánh có chứa Nguồn Áp chú ý dấu của Nguồn áp nằm gần nút là ( + ) hay ( - ) .

### TH1: NHÁNH CÓ NGUỒN ÁP NỐI TIẾP TẢI

(Dấu ( + ) nằm gần nút đang khảo sát)



- ❖ Áp dụng định luật Ohm và định luật Kichhoff Áp trên nhánh  $ba$  ta có:

$$U_b - U_a = E_1 + R_1 \cdot I_{ba}$$

Suy ra

$$I_{ba} = \frac{(U_b - U_a) - E_1}{R_1} = \frac{U_b - U_a - E_1}{R_1}$$



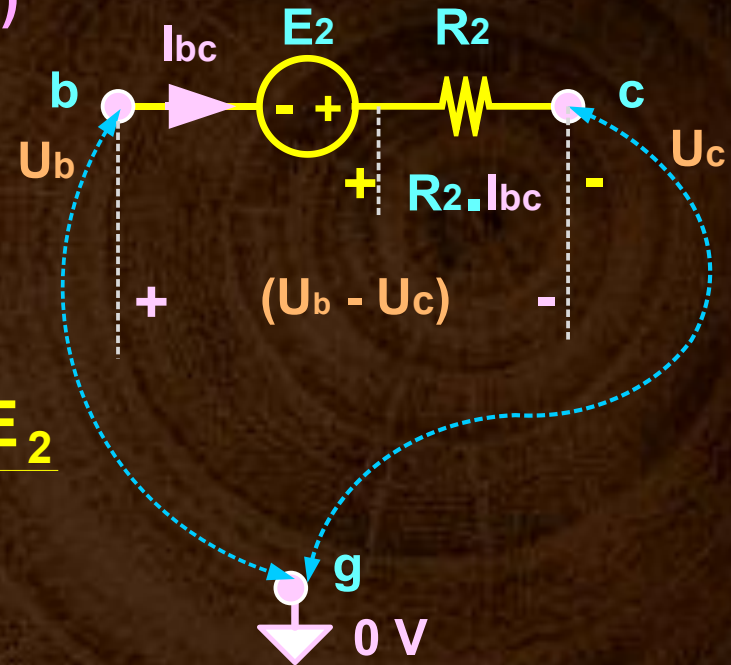
## TH2: NHÁNH CÓ NGUỒN ÁP NỐI TIẾP TẢI

(Dấu ( - ) nằm gần nút đang khảo sát)

❖ Áp dụng định luật Ohm và định luật Kichhoff Áp trên nhánh **bc** ta có:

$$U_b - U_c = -E_2 + R_2 \cdot I_{bc}$$

Suy ra 
$$I_{bc} = \frac{(U_b - U_c) + E_2}{R_2} = \frac{U_b - U_c + E_2}{R_2}$$



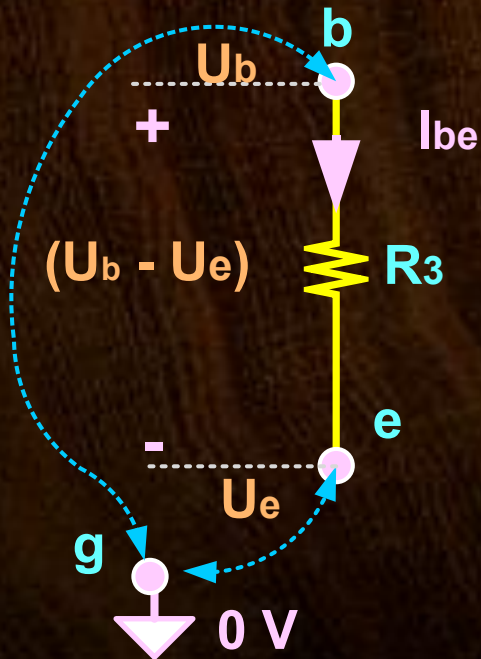
## TH3: NHÁNH CHỈ CÓ TẢI

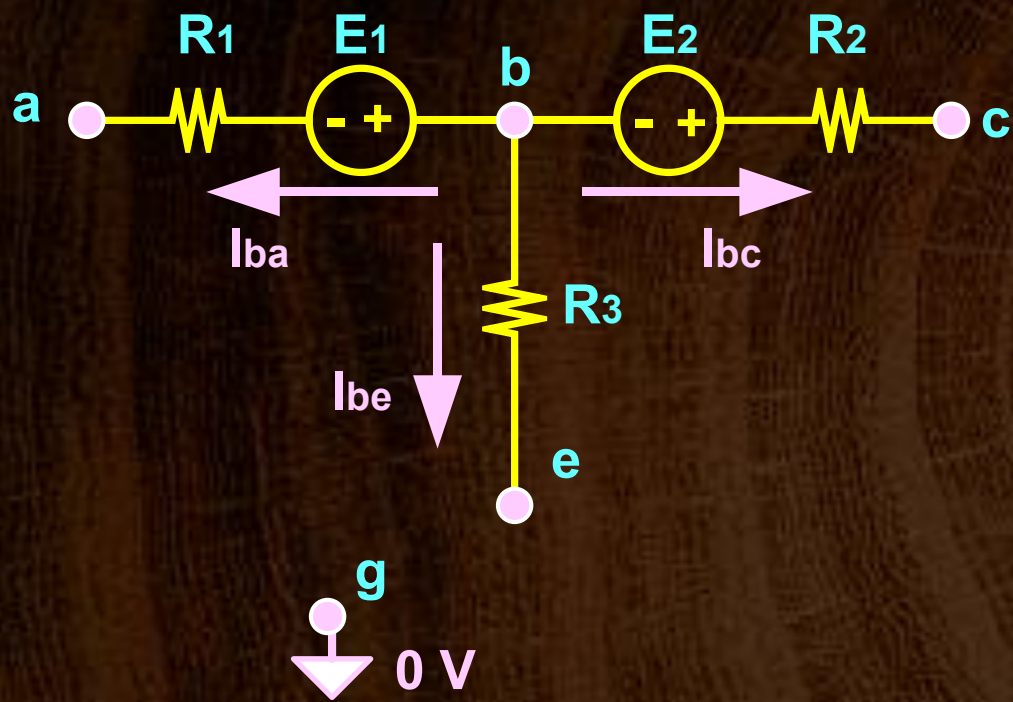
❖ Áp dụng định luật Ohm trên nhánh **be** ta có:

$$U_b - U_e = R_3 \cdot I_{be}$$

Suy ra

$$I_{b3} = \frac{U_b - U_e}{R_3}$$





❖ Phương trình cân bằng dòng (theo định luật Kirchhoff dòng) tại nút b được viết theo các điện thế nút tại b và các nút lân cận nên được gọi là phương trình điện thế nút tại b.

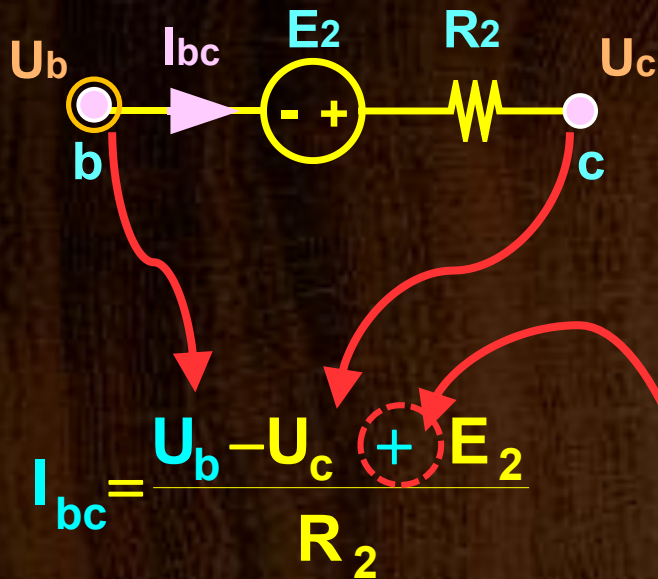
❖ Tóm lại tại b ta có kết quả sau:

$$I_{ba} + I_{bc} + I_{be} = 0$$

$$\frac{U_b - U_a - E_1}{R_1} + \frac{U_b - U_c + E_2}{R_2} + \frac{U_b - U_e}{R_3} = 0$$



# CÁCH NHỚ VÀ VIẾT NHANH PHƯƠNG TRÌNH ĐIỆN THẾ NÚT



❖ Dòng nhánh đi ra từ nút khảo sát luôn được viết theo tỉ số. Tử số luôn là **hiệu số của điện thế nút khảo sát với điện thế nút cuối nhánh cộng hay trừ điện áp của nguồn áp trên nhánh** (nếu có). Mẫu số là **tổng trở trên nhánh**.



❖ Một **ký xảo (mẹo)** dùng để nhớ dấu viết trước điện áp của Nguồn áp trên tử số được thực hiện như sau. Cho **dòng nhánh đi ngang qua Nguồn Áp**, dòng đi ra khỏi Nguồn tại vị trí mang dấu nào thì viết theo dấu đó.

### 3.3. PHƯƠNG PHÁP DÒNG MẮT LƯỚI

#### CƠ SỞ (HAY NỀN TẢNG) CỦA PHƯƠNG PHÁP

Phương pháp Dòng Mắt Lưới dựa trên định luật Kirchhoff Áp. Khi thực hiện áp dụng phát biểu theo dạng đại số

#### QUI ƯỚC KHI THỰC HIỆN PHƯƠNG PHÁP

Chọn toàn bộ các dòng mắt lưới cùng hướng

#### TRÌNH TỰ THỰC HIỆN

##### BƯỚC 1:

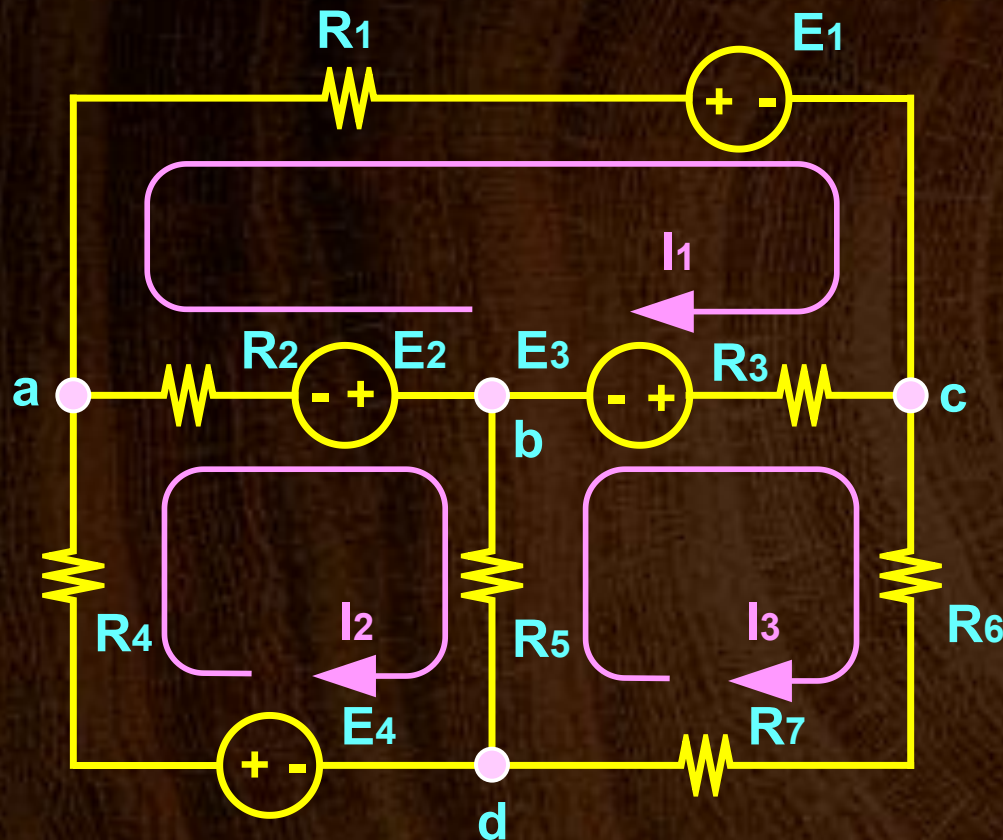
- ❖ Xác định Tổng Số mắt lưới hiện có trong mạch.
- ❖ Chọn dòng qua các mắt lưới cùng hướng (*theo chiều kim đồng hồ hay ngược kim đồng hồ tùy ý*)
- ❖ Tổng số phương trình cần tìm bằng số mắt lưới.

##### BƯỚC 2:

Viết định luật Kirchhoff Áp cho từng mắt lưới. Giải hệ phương trình tuyến tính suy ra các dòng mắt lưới



# HƯỚNG DẪN VÀ GIẢI THÍCH PHƯƠNG THỨC THỰC HIỆN



❖ Theo bước 1, đầu tiên xác định **tổng số mắt lưới** của mạch điện là **3**. Chọn các dòng mắt lưới  **$I_1$  ;  $I_2$  ;  $I_3$**  cùng chiều kim đồng hồ , **xem hình bên**.

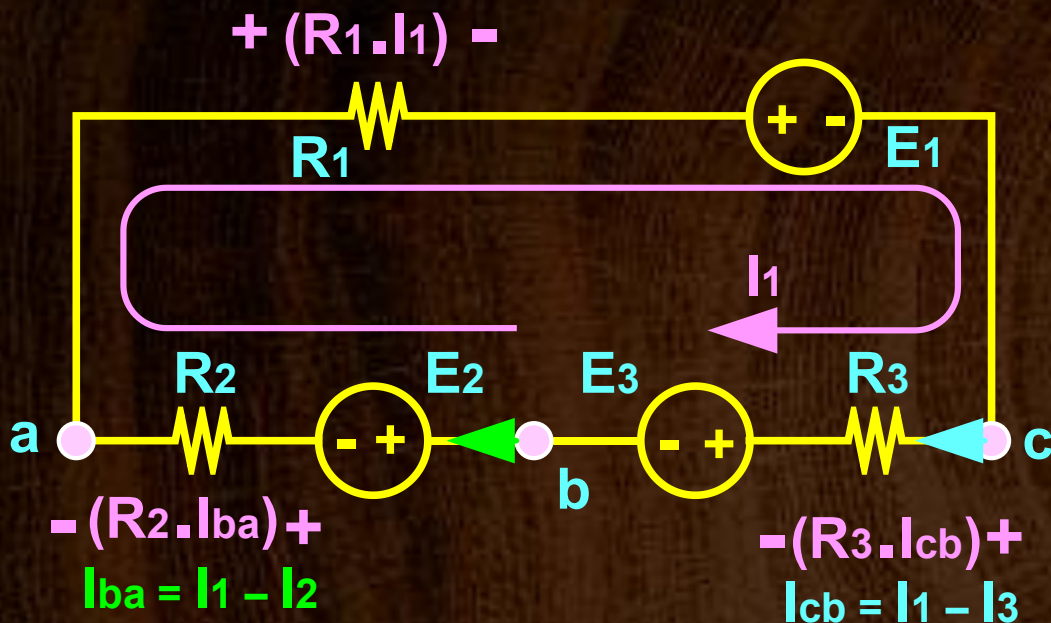
❖ Khi khảo sát phương pháp dòng mắt lưới hay dòng vòng cần **phân biệt** dòng mắt lưới và dòng nhánh.

❖ **Dòng nhánh trên các nhánh biên** của các mắt lưới lân cận **chịu** tác động xếp chồng của các dòng mắt lưới. Xem lại phương pháp viết phương trình cân bằng áp theo định luật Kirchhoff Áp (đã được trình bày trong slide bài giảng chương 1). **Thí dụ:**

$$I_{cb} = I_1 - I_3$$

$$I_{ba} = I_1 - I_2$$

$$I_{bd} = I_2 - I_3$$



❖ Xét riêng mắt lưới chứa dòng mắt lưới  $I_1$ , dựa vào hướng qui chiếu của các dòng nhánh suy ra dấu qui chiếu áp đặt ngang qua hai đầu mỗi phần tử Tải.

❖ Dòng qua các nhánh tạo thành mắt lưới có giá trị khác nhau.

❖ Phương trình cân bằng áp theo định luật Kirchhoff Áp là :

$$E_1 + R_3 I_{cb} + E_3 + E_2 + R_2 I_{ba} + R_1 I_1 = 0$$

Vì các dòng nhánh  $I_{cb}$  và  $I_{ba}$  quan hệ với dòng mắt lưới  $I_1, I_2, I_3$  suy ra:

$$E_1 + R_3 (I_1 - I_3) + E_3 + E_2 + R_2 (I_1 - I_2) + R_1 I_1 = 0$$

❖ Tóm lại:  $+ (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I_1 - (R_2) \cdot I_2 - (R_3) \cdot I_3 = -E_1 - E_2 - E_3$



# CÁCH NHỚ VÀ VIẾT NHANH PHƯƠNG TRÌNH DÒNG MẮT LƯỚI

❖ Từ phương trình cân bằng áp của mắt lưới chứa dòng  $I_1$  vừa tìm, nhận xét và đưa ra mẹo (kỹ xảo) viết nhanh định luật Kirchhoff Áp như sau:

DẤU (+) TRƯỚC TỔNG TRỞ MẮT LƯỚI  
DẤU (-) TRƯỚC TỔNG TRỞ NHÁNH BIÊN

CÁC DẤU TRƯỚC NGUỒN ÁP  
PHỤ THUỘC VỊ TRÍ **DÒNG MẮT LƯỚI** ĐI  
NGANG QUA LÚC **RA KHỎI NGUỒN**

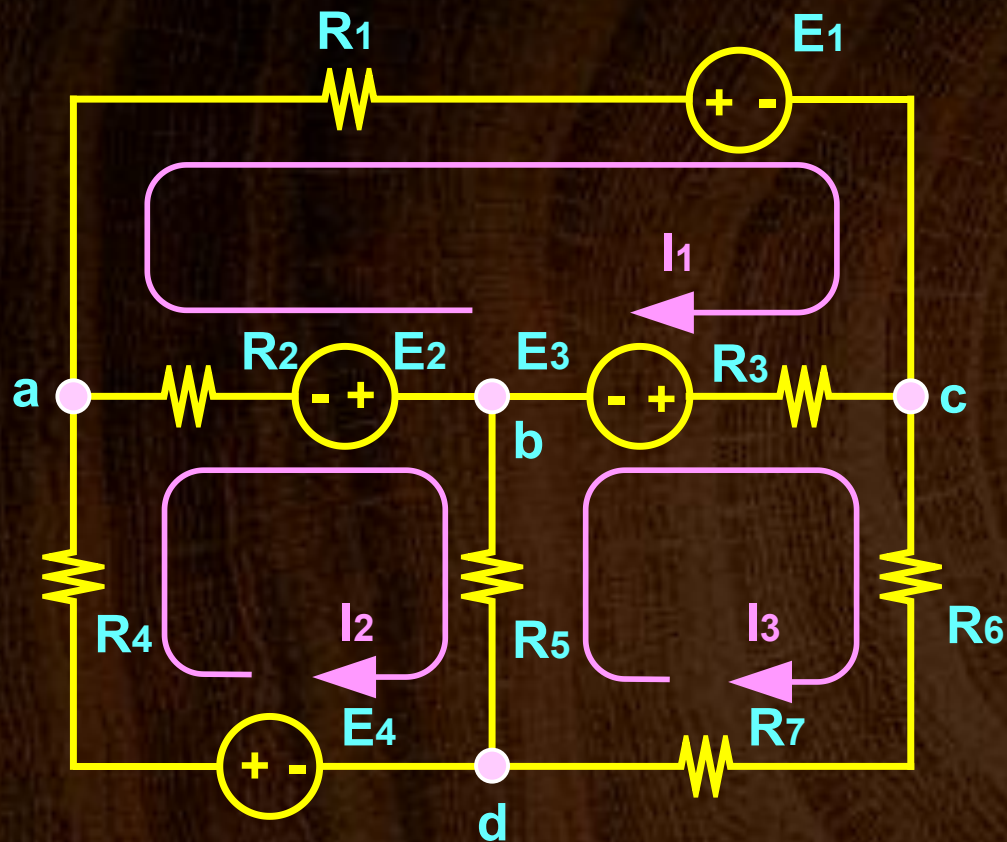
$$+(R_1 + R_2 + R_3) \cdot I_1 - (R_2) \cdot I_2 - (R_3) \cdot I_3 = -E_1 - E_2 - E_3$$

TỔNG TRỞ TRONG MẮT  
LƯỚI CHỨA DÒNG  $I_1$

TỔNG TRỞ TRÊN NHÁNH BIÊN  
GIỮA CÁC MẮT LƯỚI  
CHỨA DÒNG  $I_1$  VÀ  $I_2$

TỔNG TRỞ TRÊN NHÁNH BIÊN  
GIỮA CÁC MẮT LƯỚI  
CHỨA DÒNG  $I_1$  VÀ  $I_3$

CÁC NGUỒN ÁP TRONG  
MẮT LƯỚI CHỨA DÒNG  $I_1$



❖ Áp dụng mẹo viết nhanh phương trình cân bằng áp cho mắt lưới vừa trình bày, suy ra các phương trình cân bằng áp cho các mắt lưới chứa dòng  $I_2$  và  $I_3$  như sau:

$$+(R_1 + R_2 + R_3) \cdot I_1 - (R_2) \cdot I_2 - (R_3) \cdot I_3 = -E_1 - E_2 - E_3$$

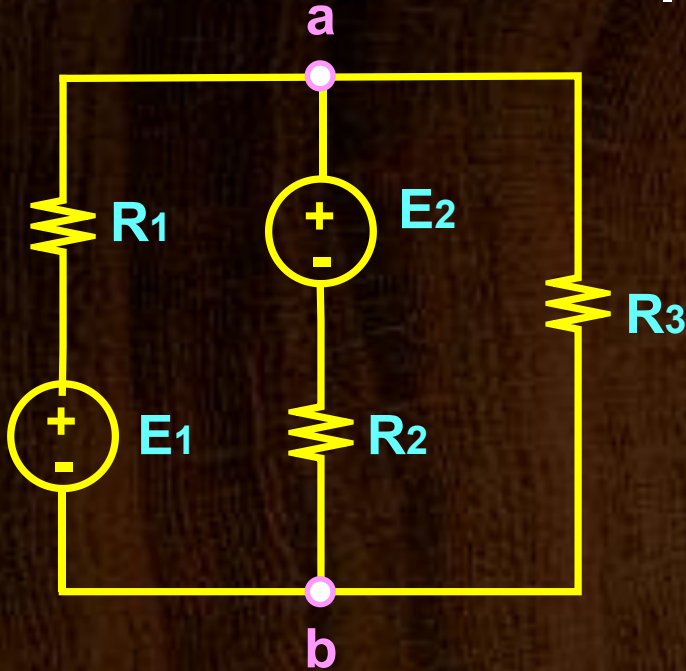
$$-(R_2) I_1 + (R_2 + R_4 + R_5) \cdot I_2 - (R_5) I_3 = E_2 + E_4$$

$$-(R_3) \cdot I_1 - (R_5) \cdot I_2 + (R_3 + R_5 + R_6 + R_7) \cdot I_3 = E_3$$



### Thí dụ 3.4:

Cho mạch điện theo hình vẽ :  $E_1=16\text{ V}$  ;  $E_2=9\text{ V}$



$$R_1=2\Omega ; R_2=3\Omega ; R_3=12\Omega$$

Tìm áp đặt ngang qua hai đầu  $R_2$

### GIẢI

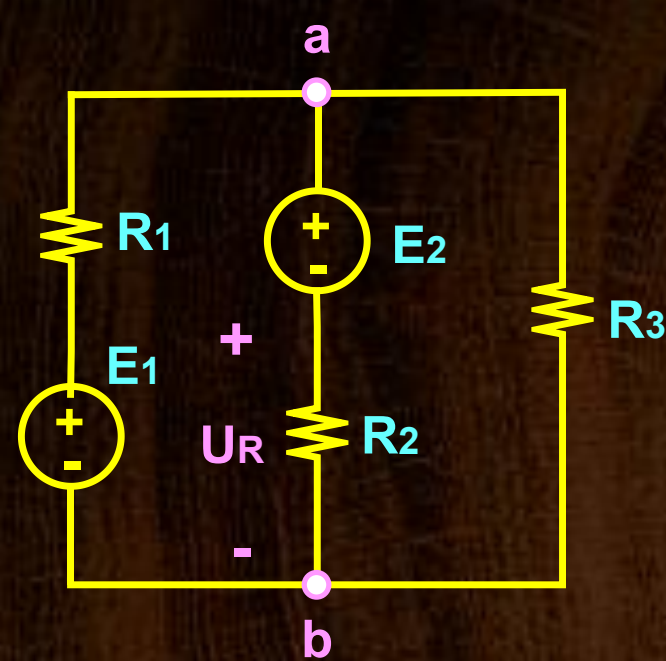
TH1: Áp dụng **phương pháp điện thế nút** để giải mạch.

❖ Mạch có **2 nút** và **2 mắt lưới**.

❖ Chọn **b** là **nút chuẩn** (*điện thế tại b quy ước bằng  $U_b = 0\text{ V}$* ).

❖ Bài toán này chỉ cần dùng một phương trình điện thế nút viết tại a để giải. Gọi  **$U_a$**  là điện thế tại **nút a**, ta có:

$$\frac{U_a - U_b - E_1}{R_1} + \frac{U_a - U_b - E_2}{R_2} + \frac{U_a - U_b}{R_3} = 0 \quad U_a \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = \frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2}$$



Suy ra:

$$U_a = \frac{\left( \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2} \right)}{\left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)} = \frac{\left( \frac{16}{2} + \frac{9}{3} \right)}{\left( \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{12} \right)} = \frac{8+3}{\left( \frac{11}{12} \right)} = 12V$$

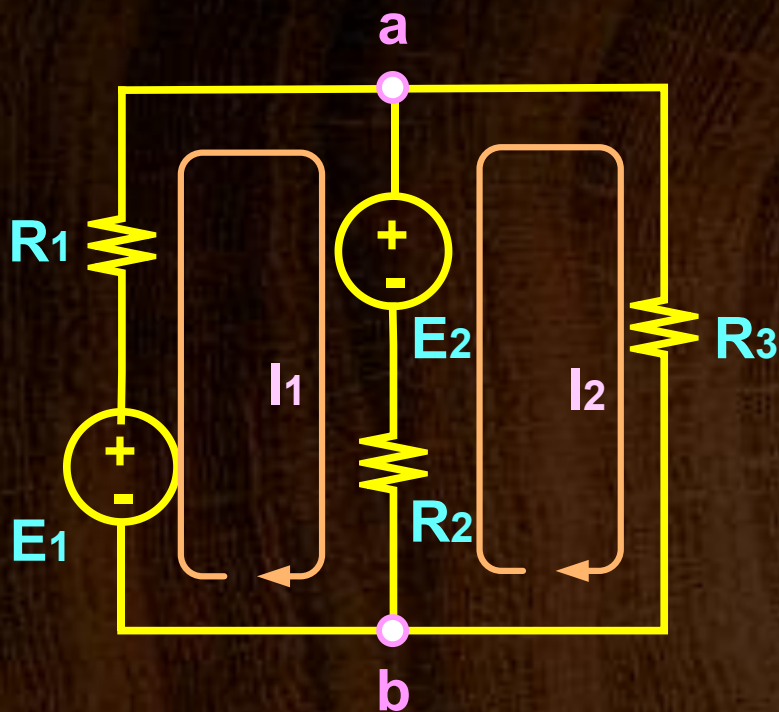
Từ định luật Kirchhoff Áp suy ra Áp  $U_R$  đặt ngang qua hai đầu  $R_2$  là :

Vì :  $U_a = U_R + E_2$  Nên:  $U_R = U_a - E_2 = 12V - 9V = 3V$

**TH2:** Áp dụng **phương pháp dòng mắt lưới** để giải mạch.

- ❖ Mạch có **2 nút** và **2 mắt lưới**.
- ❖ Chọn các dòng mắt lưới **theo chiều kim đồng hồ**.
- ❖ Mạch có hai mắt lưới nên sẽ phải viết hệ hai phương trình hai ẩn số để giải mạch.





Phương Trình cân bằng áp viết cho mắt lưới chứa dòng  $I_1$

$$(R_1 + R_2) \cdot I_1 - R_2 \cdot I_2 = E_1 - E_2$$

Phương Trình cân bằng áp viết cho mắt lưới chứa dòng  $I_2$

$$-R_2 \cdot I_1 + (R_2 + R_3) \cdot I_2 = E_2$$

Thay thế các giá trị bằng số suy ra hệ phương trình hai ẩn số như sau:

Giải hệ phương trình suy ra kết quả sau:

$$I_1 = 2A; \quad I_2 = 1A$$

$$\begin{cases} 5 \cdot I_1 - 3 \cdot I_2 = 7 \\ -3 \cdot I_1 + 15 \cdot I_2 = 9 \end{cases}$$

Áp  $U_R$  đặt ngang qua hai đầu  $R_2$  là :  $U_R = R_3 \cdot (I_1 - I_2) = 3 \cdot (2 - 1) = 3V$

**CHÚ Ý:** Kết quả tìm được từ hai phương pháp hội tụ.

### 3.4. NGUYÊN LÝ XẾP CHỒNG

❖ Nguyên lý xếp chồng thường **chỉ được áp dụng** khi mạch chứa nhiều dạng **Nguồn khác nhau về chủng loại**. Thí dụ mạch có chứa: Nguồn Áp một chiều, Nguồn Áp xoay chiều dạng sin hay Nguồn áp phát sóng răng cưa....

❖ Khi áp dụng nguyên lý này, bài toán phải được thực hiện bằng cách **giải một mạch lập lại nhiều lần**. **Mỗi lần giải, mạch chỉ chứa duy nhất một Nguồn** và các Nguồn khác còn lại trong mạch phải được hủy đi.

❖ Kết quả cần tìm phải xếp chồng (tổng hợp) toàn bộ các kết quả tìm được trong toàn bộ số lần giải.

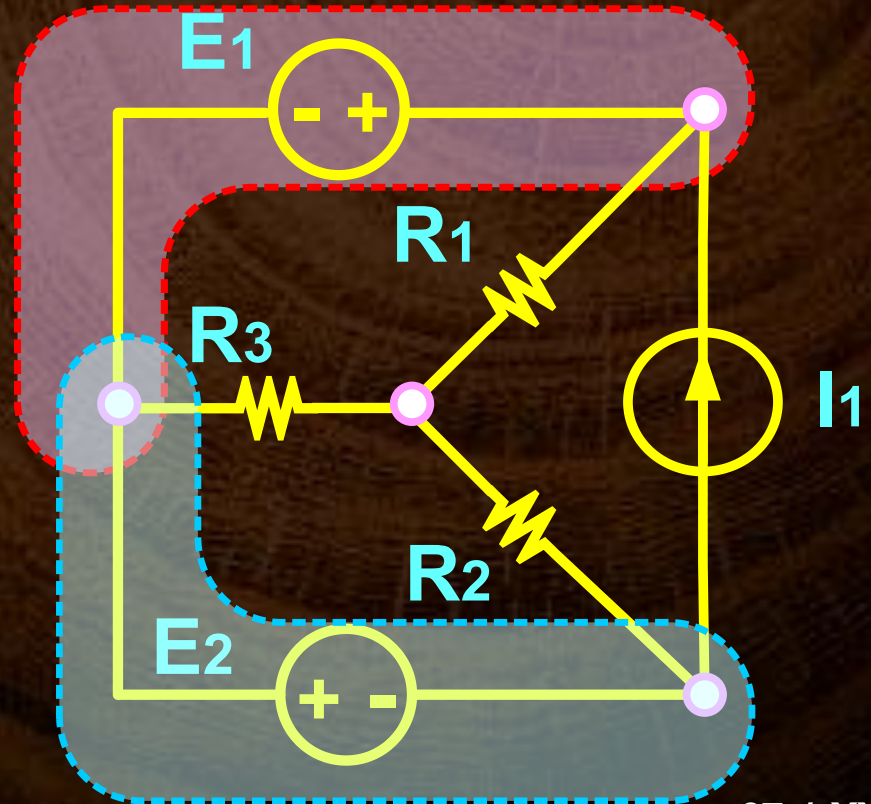
❖ Phương pháp này thường được áp dụng để khảo sát các mạch điện trong Kỹ Thuật Điện Tử.

❖ Sinh viên có thể tham khảo thêm phương pháp này trong giáo trình Kỹ Thuật Điện của Thầy Nguyễn Kim Đính.



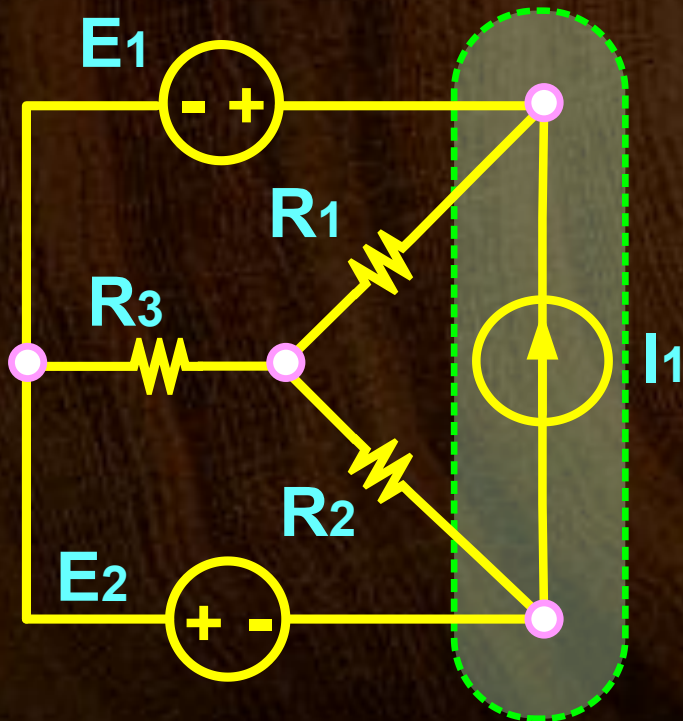
## CHÚ Ý QUAN TRỌNG:

- ❖ Các phương pháp chính để giải mạch là **phương pháp điện thế nút** hay **phương pháp dòng mắt lưới**.
- ❖ Trình tự thực hiện cho mỗi phương pháp giải, được trình bày trong các mục trên, là **phương thức chung để giải mạch có dạng bình thường**.
- ❖ Khi áp dụng **phương pháp điện thế nút** có thể gặp trường hợp đặc biệt: **mạch chứa siêu nút (super node)**.
- ❖ Mạch được gọi là có siêu nút khi có các **nhánh chỉ chứa duy nhất Nguồn Áp** trên nhánh, xem hình vẽ bên.



❖ Tương tự với **phương pháp dòng mắt lưới** có thể gặp trường hợp đặc biệt : **mạch chứa siêu mắt lưới (super mesh)**.

❖ Mạch được gọi là có siêu mắt lưới khi có các **nhánh chỉ chứa duy nhất Nguồn Dòng** trên nhánh, xem hình vẽ bên dưới.



❖ Phương pháp giải các mạch điện siêu nút hay siêu mắt lưới sẽ được trình bày trong nội dung bài tập.