

**TRƯỜNG ĐHSP KỸ THUẬT  
TP HỒ CHÍ MINH**

**KHOA NIÊN  
BỒI DƯỠNG KỸ NĂNG THỰC HÀNH NIÊN**

**KỸ THUẬT ĐIỆN**

**CHƯƠNG 1**

**NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN**

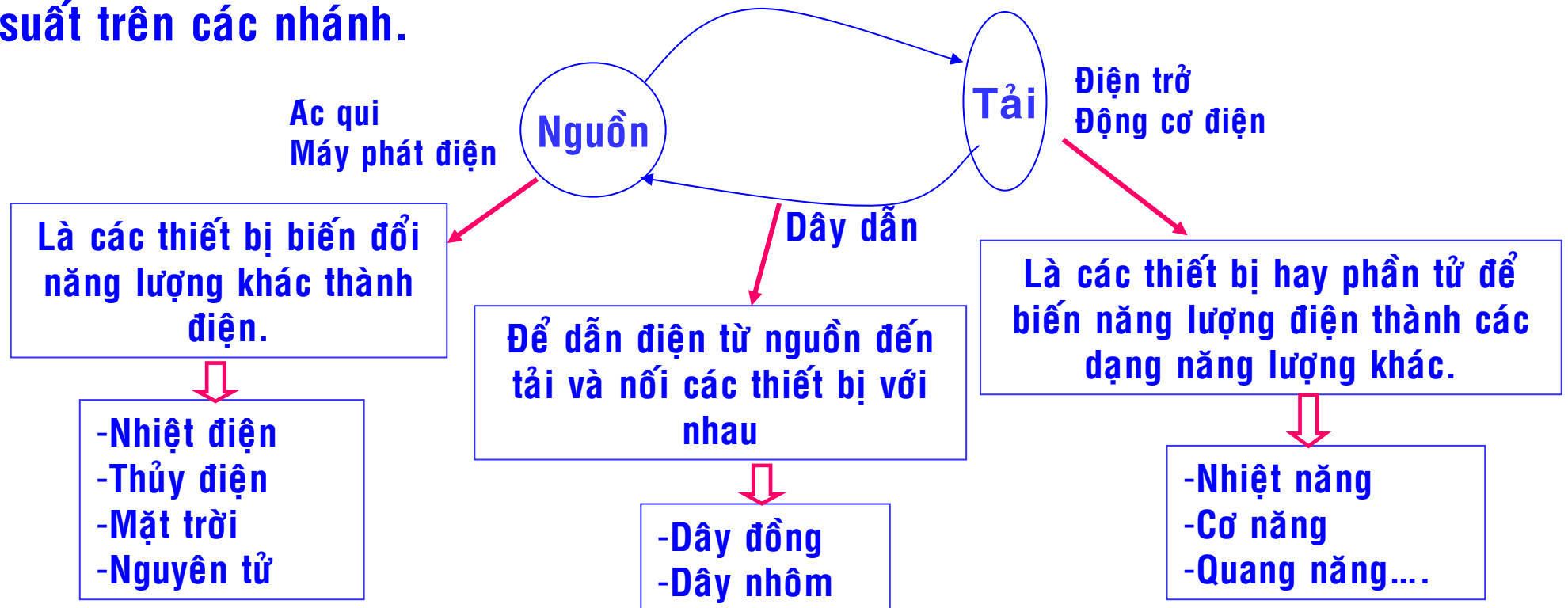
# CHƯƠNG 1

## NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN

### 1.1 Mạch điện, kết cấu hình học của mạch điện

#### 1. Mạch điện :

Mạch điện là tập hợp của các thiết bị điện được nối với nhau bằng các dây dẫn, tạo thành các vòng kín có một số nhánh. Trong đó quá trình biến đổi năng lượng điện được thể hiện nhờ sự phân bố dòng điện, điện áp, công suất trên các nhánh.



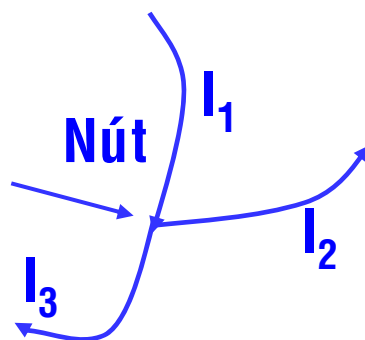
## 2. Kết cấu của mạch :

### a. Nhánh :

Nhánh là một đoạn mạch gồm một hoặc nhiều thiết bị điện được mắc nối tiếp, có cùng một dòng điện chạy qua.

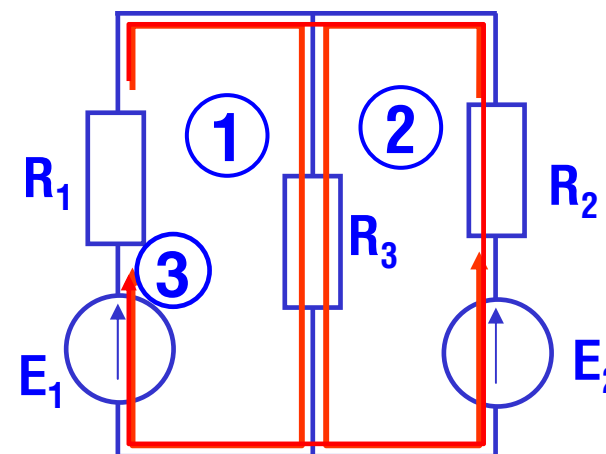
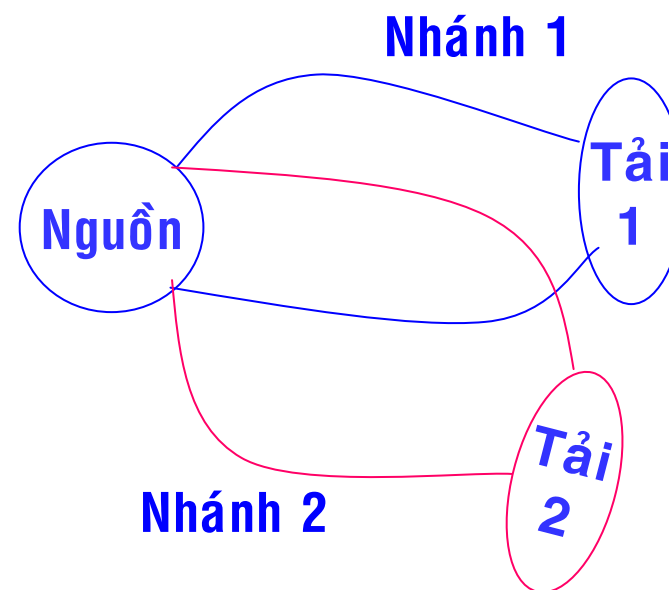
### b. Nút :

Là điểm gặp nhau của ba nhánh trở lên



### c. Mạch vòng :

Lối đi khép kín qua các nhánh



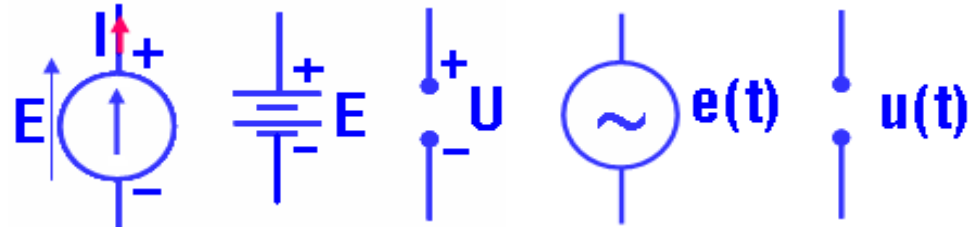
## 1.2 Các phần tử cơ bản của mạch điện

### 1. Nguồn điện :

Là nơi tạo ra và duy trì được một năng lượng điện cung cấp cho mạch

\_ Nguồn sức điện động :

Là nơi tạo ra và duy trì được một điện áp cung cấp cho mạch.



Nguồn một chiều

Nguồn xoay chiều

\_ Nguồn dòng :

Là nơi tạo ra và duy trì được một dòng điện cung cấp cho mạch có giá trị bằng dòng điện ngắn mạch giữa hai đầu cực của nguồn.



\_ Công suất :

Là khả năng phát và thu năng lượng điện của mạch

- Nếu  $e, i$  cùng chiều  $p > 0$

- Nếu  $e, i$  ngược chiều  $p < 0$

→ Nguồn phát

→ Nguồn thu

$$p = e \cdot i$$

→ Máy phát

→ Tải

## 2. Điện trở :

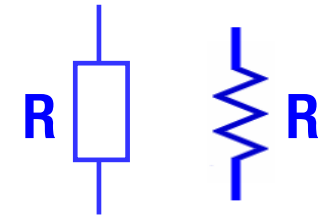
Đặc trưng cho mức độ cản trở dòng điện chạy qua của vật dẫn

$$R = \rho \cdot l / s \quad (\Omega)$$

với:

- .  $\rho$ : Điện trở suất ( $\Omega\text{m}$ )
- .  $L$ : Chiều dài (m)
- .  $S$ : Tiết diện ( $\text{m}^2$ )

$$g = 1 / R \quad \text{Điện dẫn}$$



Ký hiệu

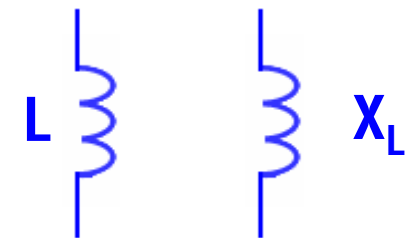
## 3. Điện cảm (L):

Đặc trưng khả năng tích lũy và phóng thích năng lượng từ trường trong cuộn dây.

Điện cảm của cuộn dây được tính:

$$L = d\Phi / di \quad (\text{H})$$

$$\text{Điện kháng : } X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad (\Omega)$$



Ký hiệu

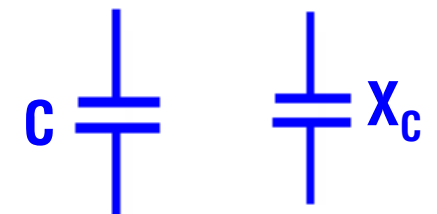
## 4. Điện dung (C):

Đặc trưng khả năng tích lũy và phóng thích năng lượng điện trường trong tụ điện.

Điện dung của tụ điện được tính:

$$C = dq / dU \quad (\text{F})$$

$$\text{Dung kháng : } X_C = 1 / \omega \cdot C = 1 / 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \quad (\Omega)$$



Ký hiệu

## 1.3 Các định luật cơ bản của mạch điện

### 1. Định luật ôhm :

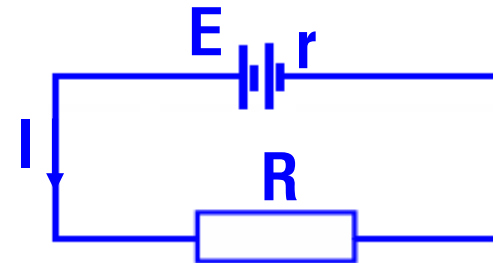
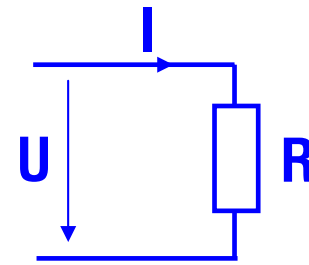
a. Định luật ohm cho một đoạn mạch:

$$I = U / R$$

b. Định luật ohm cho mạch điện:

$$I = E / (r+R)$$

Với  $r$  : Điện trở trong của nguồn



### 2. Định luật Kiếc khớp :

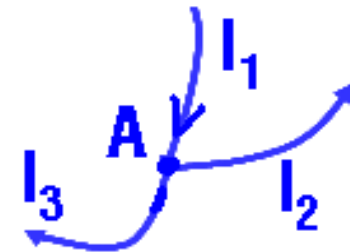
a. Định luật 1:

$$\Sigma I_i = 0$$

Tổng đại số dòng điện tại một nút bằng 0

Trong đó :

Nếu qui ước chiều dòng điện đi vào mang dương  
thì chiều dòng điện đi ra mang dấu âm



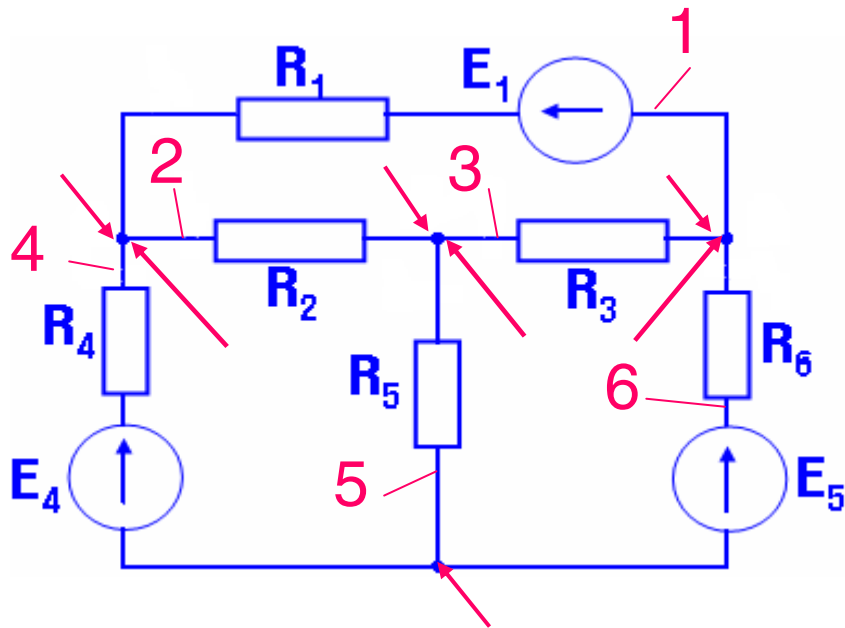
$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

## b. Định luật 2:

$$\Sigma U_i = \Sigma E_i$$

Nếu đi theo một vòng kín với chiều tùy ý, tổng đại số các điện áp trên các phần tử bằng tổng đại số các sức điện động có trong mạch vòng  
Trong đó : Những sức điện động và điện áp có dòng điện cùng chiều với mạch vòng thì mang dấu +, ngược lại thì mang dấu âm.

### Cho mạch điện



Mạch điện có : 4 5 6 7 nhánh

Mạch điện có : 5 4 3 2 nút

Mạch điện có : 5 6 7 8 vòng

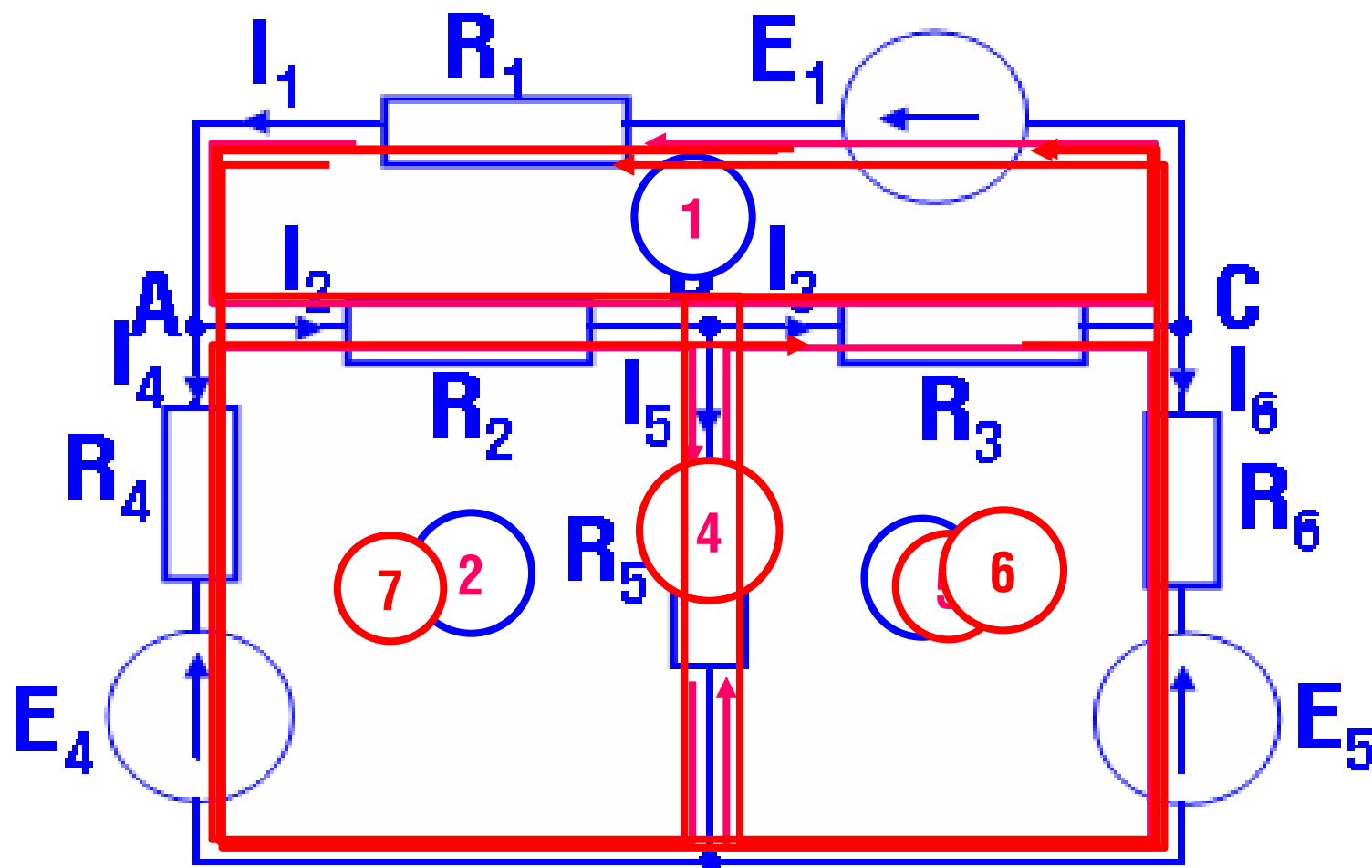
Định luật 1 :

Tại A :  $I_1 - I_2 - I_4 = 0$

Tại B :  $I_2 - I_3 - I_5 = 0$

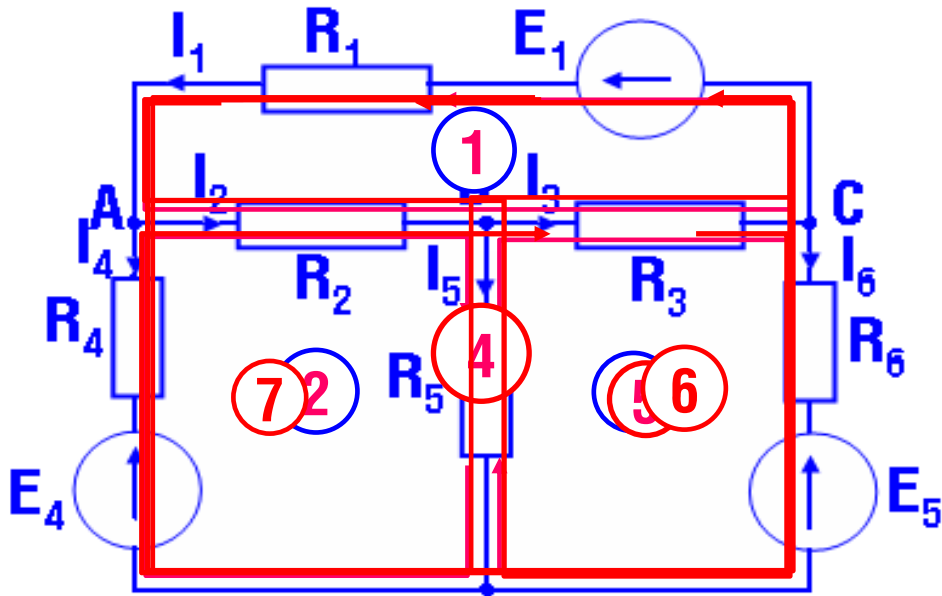
Tại C :  $I_3 - I_6 - I_1 = 0$

# Mạch vòng





## Định luật 2:



Mạch vòng 1 :

$$I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 = E_1$$

Mạch vòng 2 :

$$I_2 \cdot R_2 + I_5 \cdot R_5 - I_4 \cdot R_4 = E_4$$

Mạch vòng 3 :

$$I_3 \cdot R_3 + I_6 \cdot R_6 - I_5 \cdot R_5 = -E_5$$

Mạch vòng 4 :

$$I_1 \cdot R_1 + I_4 \cdot R_4 - I_6 \cdot R_6 = E_1 + E_5 - E_4$$

Mạch vòng 5 :

$$I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 + I_6 \cdot R_6 - I_4 \cdot R_4 = E_4 - E_5$$

Mạch vòng 6 :

$$I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 + I_5 \cdot R_5 - I_6 \cdot R_6 = E_1 + E_5$$

Mạch vòng 7 :

$$I_1 \cdot R_1 + I_4 \cdot R_4 - I_5 \cdot R_5 + I_3 \cdot R_3 = E_1 - E_4$$

## CHƯƠNG 2

# MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN

## Chương 2 :

# MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN

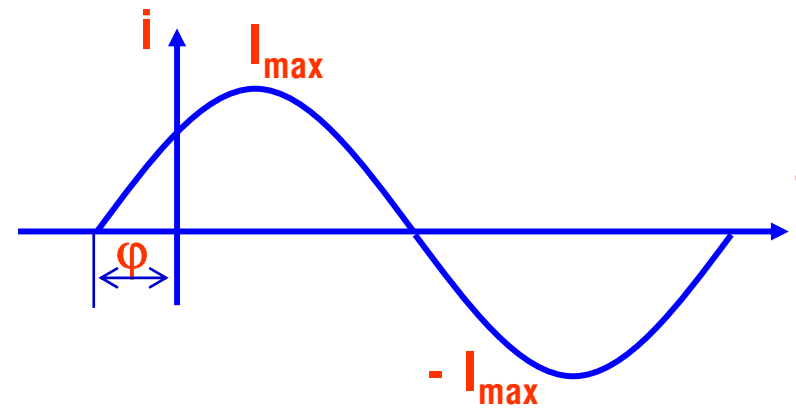
### 2.1. Khái niệm chung :

#### 1. Định nghĩa:

Mạch điện xoay chiều xoay chiều hình sin là loại mạch điện mà trong đó dòng điện biến đổi theo quy luật hình sin

\* Biểu thức : 
$$i = I_{\max} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

\* Đồ thị biểu diễn :



## 2. Các thông số đặc trưng :

$$i = I_{\max} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

### a, Biên độ :

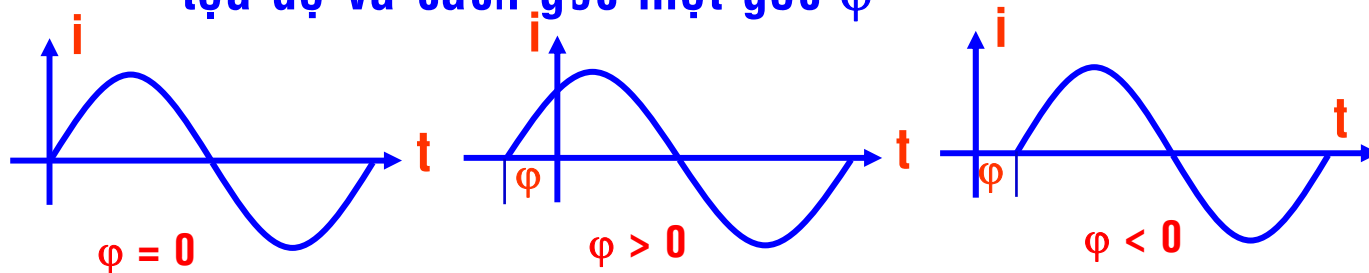
- **Biên độ tức thời ( $i$ ) :** Là giá trị của dòng điện hình sin tại bất kể thời gian nào.
- **Biên độ cực đại ( $I_{\max}$ ) :** Là giá trị lớn nhất mà dòng điện hình sin có thể đạt được.

### b, Góc pha và pha ban đầu :

- **Góc ( $\omega t + \varphi$ ) :** Là góc pha của dòng điện
- **Góc  $\varphi$  :** Là góc pha ban đầu

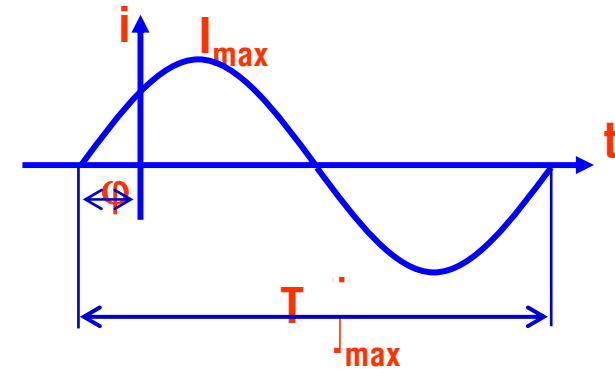
### Nếu :

- $\varphi = 0$  : điểm bắt đầu vẽ đồ thị biểu diễn từ gốc tọa độ
- $\varphi > 0$  : điểm bắt đầu vẽ đồ thị biểu diễn từ bên trái gốc tọa độ và cách gốc một góc  $\varphi$
- $\varphi < 0$  : điểm bắt đầu vẽ đồ thị biểu diễn từ bên phải gốc tọa độ và cách gốc một góc  $\varphi$



### c, Chu kỳ và tần số :

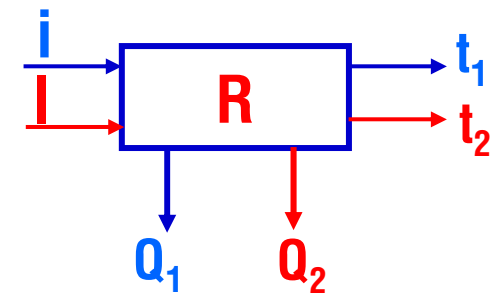
- **Chu kỳ (T) :** Là khoảng thời gian ngắn nhất để dòng điện lặp lại chiều và trị số ban đầu
- **Tần số (f) :** Là số chu kỳ trong một giây
- **Biểu thức liên hệ :**  $f = 1/T$  (Hz)



### 3. Trị hiệu dụng :

#### a, Định nghĩa :

Trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là giá trị tương đương với dòng điện một chiều khi đi qua cùng một điện trở, trong cùng một khoảng thời gian thì sinh ra một nhiệt lượng như nhau



Nếu :  $t_1 = t_2$  mà  $Q_1 = Q_2$  thì  
 $I$  được gọi là trị hiệu dụng của  $i$

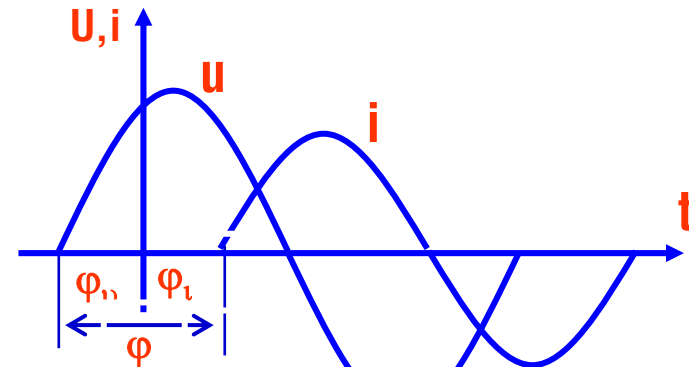
#### b, Biểu thức :

$$I = I_{\max} / \sqrt{2}$$

## 4. Hiện tượng lệch pha :

### a, Định nghĩa :

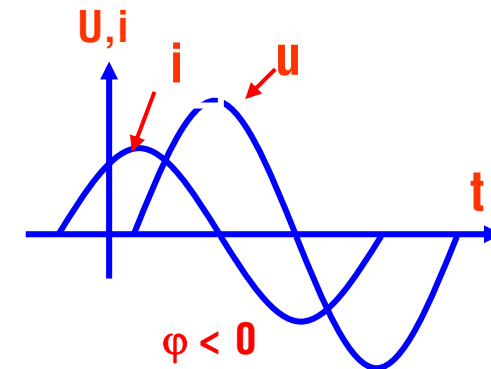
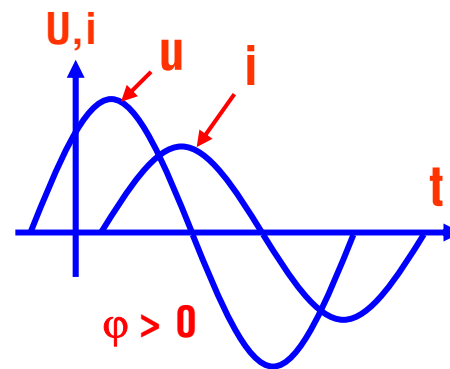
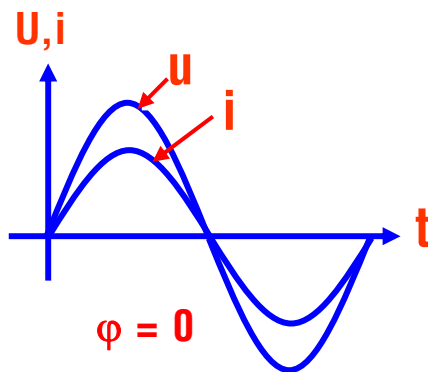
Là hiện tượng các đại lượng không đạt giá trị cực đại hay cực tiểu cùng một lúc



b, Góc lệch pha :  $\varphi = \widehat{u, i} = \varphi_u - \varphi_i$

**Nếu :**

- \_  $\varphi = 0$   $u$  cùng pha  $i$
- \_  $\varphi > 0$   $u$  nhanh pha ( sớm pha, vượt trước ) hơn  $i$
- \_  $\varphi < 0$   $u$  chậm pha ( trễ pha, chậm sau ) hơn  $i$



## 2.2 Biểu diễn đại lượng hình sin :

### 1. Biểu diễn bằng véc tơ :

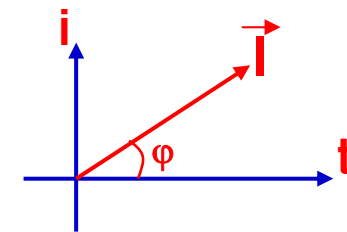
#### a. Cách biểu diễn :

Một véc tơ được xác định khi biết :

- Điểm đặt
- Phương, chiều
- Độ lớn

Một đại lượng hình sin có thể biểu diễn bằng một véc tơ :

Tại gốc tọa độ  
Hợp với OX một góc = pha ban đầu  
Bằng trị hiệu dụng



b. Áp dụng :  $i = I \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi) \quad i \rightarrow \vec{I}(I, \varphi)$

Cộng trừ các đại lượng hình sin có cùng tính chất và tần số

Ví dụ :  $i_1 = 5 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ)$

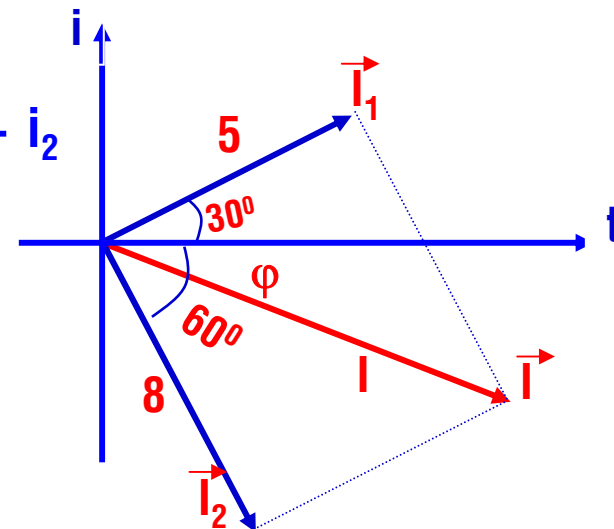
$i_2 = 8 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t - 60^\circ)$

Tính :  $i = i_1 + i_2$

$$\begin{aligned} i_1 &\rightarrow \vec{I}_1 & \vec{I} &= \vec{I}_1 + \vec{I}_2 \\ i_2 &\rightarrow \vec{I}_2 & &= I, \varphi \end{aligned}$$

$$i = I \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi)$$

Với  $I, \varphi$  được xác định theo tỷ lệ đã vẽ



## 2. Biểu diễn bằng số phức :

### a. Cách biểu diễn :

Một số phức :  $Z = a + j.b$

- a : phần thực

- b : phần ảo

Đặc trưng bởi :

▪ Mô đun :  $C = \sqrt{a^2 + b^2}$

▪ Acrmun:  $\varphi = \text{Arctg } b/a$

Số phức có thể được viết dưới dạng :

Dạng đại số :  $Z = C.\cos\varphi + j.C.\sin\varphi$

Dạng số mũ :  $Z = C.(\cos\varphi + j.\sin\varphi) = C.e^{j\varphi} = C \angle \varphi$

Khi biểu diễn trên mặt phẳng phức là một điểm  $M(a,b)$ . Nếu coi  $OM$  là một véc tơ mà véc tơ này có điểm đặt tại gốc tọa độ nên véc tơ này biểu diễn một đại lượng hình sin thì một đại lượng hình sin có thể biểu diễn bằng một số phức có :

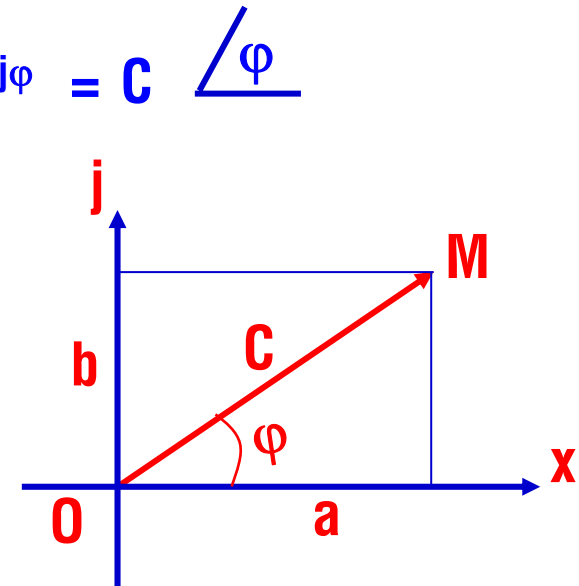
\* Mô đun  $C =$  trị hiệu dụng

\* Acrmun  $\varphi =$  pha ban đầu

$$i = I.\sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\hat{i} = I.\cos\varphi + j.I.\sin\varphi$$

$$\hat{i} = C.e^{j\varphi} = I \angle \varphi$$





Ví dụ : Hãy biểu diễn các dòng điện hình sin sang dạng phức

$$i_1 = 6 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ)$$

$$i_2 = 8 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t - 60^\circ)$$

$$I_1 = 6 \cdot \cos 30^\circ + j \cdot 6 \cdot \sin 30^\circ$$

$$I_2 = 8 \cdot \cos(-60^\circ) + j \cdot 8 \cdot \sin(-60^\circ)$$

$$I_1 = 6 \cdot 0,86 + j \cdot 6 \cdot 0,5$$

$$I_2 = 8 \cdot 0,5 - j \cdot 8 \cdot 0,86$$

$$= 5,16 + j \cdot 3$$

$$= 4 - j \cdot 6,88$$

$$= 6 \angle 30^\circ$$

$$= 8 \angle -60^\circ$$

b, Áp dụng :

\* Phép cộng, trừ :

$$i_1 \longrightarrow I_1 = a_1 + j \cdot b_1$$

$$i_2 \longrightarrow I_2 = a_2 + j \cdot b_2$$

$$I_1 \pm I_2 \longrightarrow I = (a_1 \pm a_2) + j \cdot (b_1 \pm b_2)$$

$$I = \sqrt{(a_1 \pm a_2)^2 + (b_1 \pm b_2)^2}$$

$$\varphi = \text{Arctg}(b_1 \pm b_2) / (a_1 \pm a_2)$$

$$i = I \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi)$$

\* Tính  $i = i_1 + i_2$

$$I = (5,16 + 4) + j(3 - 6,88)$$

$$= 9,16 - j \cdot 3,88$$

$$I = \sqrt{9,16^2 + 3,88^2} = 9,4$$

$$\varphi = \text{Arctg} -3,88/9,16$$

$$= -22^\circ 51'$$

$$i = 9,4 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t - 22^\circ 51')$$

b. Áp dụng :

\* Phép nhân, chia :

$$i_1 \longrightarrow \hat{i}_1 = \hat{i}_1 \angle \varphi_1$$

$$i_2 \longrightarrow \hat{i}_2 = \hat{i}_2 \angle \varphi_2$$

$$i_1 \cdot i_2 \longrightarrow \hat{i} = \hat{i}_1 \cdot \hat{i}_2 \angle \varphi_1 + \varphi_2$$

$$i_1 / i_2 \longrightarrow \hat{i} = \hat{i}_1 / \hat{i}_2 \angle \varphi_1 - \varphi_2$$

$$I = \hat{i} \angle \varphi$$

Ví dụ :

$$i_1 = 6 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ)$$

$$i_2 = 8 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t - 60^\circ)$$

$$\hat{i}_1 = 6 \angle 30^\circ$$

$$\hat{i}_2 = 8 \angle -60^\circ$$

\* Tính  $i = i_1 \cdot i_2$

$$\hat{i} = \hat{i}_1 \cdot \hat{i}_2 = 6 \times 8 \angle 30^\circ + (-60^\circ)$$

$$\hat{i} = 48 \angle -30^\circ$$

$$i = 48 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t - 30^\circ)$$

\* Tính  $I = i_1 / i_2$

$$\hat{i} = \hat{i}_1 / \hat{i}_2 = 6/8 \angle 30^\circ - (-60^\circ)$$

$$\hat{i} = 0,75 \angle 90^\circ$$

$$i = 0,75 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t + 90^\circ)$$

### 3. Biểu diễn phép đạo hàm bằng số phức :

$$i = I \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi) \quad \Rightarrow \quad \dot{i} = I \cdot e^{j\varphi}$$

$$di = I \cdot \sqrt{2} \cdot \omega \cdot \cos(\omega t + \varphi) = I \cdot \sqrt{2} \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi + 90^\circ)$$

$$\dot{i}' = \omega \cdot \dot{i} \cdot e^{j(\varphi + 90^\circ)} = j\omega \cdot \dot{i}$$

### 4. Biểu diễn phép tích phân bằng số phức :

$$i = I \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\int i dt = -I \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(\omega t + \varphi) / \omega = I \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi - 90^\circ) / \omega$$

$$\dot{i}' = \omega \cdot \dot{i} \cdot e^{j(\varphi - 90^\circ)} = \dot{i} / j\omega$$

## 2.3. Dòng điện hình sin trong các đoạn mạch :

### 1. Đoạn mạch thuần trở :

Cho một dòng điện xoay chiều  $i$  đi qua một đoạn mạch thuần trở

$$i = I \cdot \sqrt{2} \sin \omega t$$

#### a. Quan hệ giữa $u$ và $i$ :

$$u_R = i \cdot R = I \cdot \sqrt{2} \cdot R \cdot \sin \omega t$$

$$u_R = U \cdot \sqrt{2} \sin \omega t$$

**Dòng điện và điện áp cùng pha**

\* Đồ thị véc tơ :

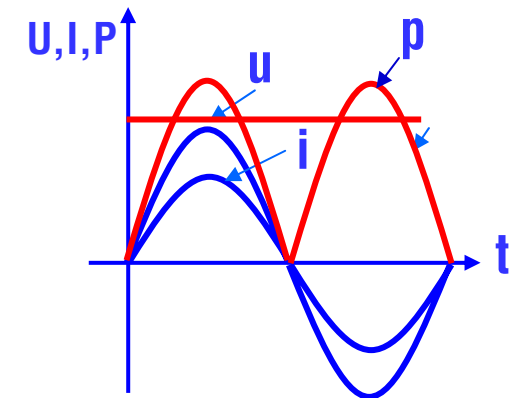
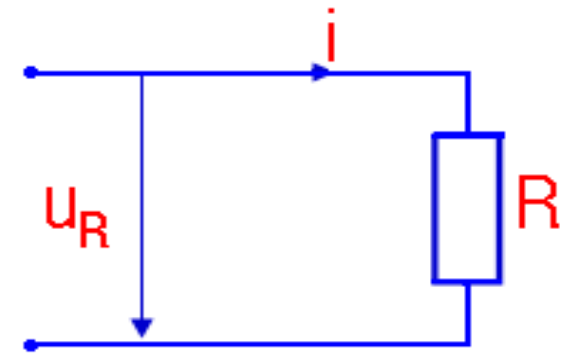
\* Đồ thị biểu diễn :

#### b. Công suất :

\* Công suất tức thời  $p = u \cdot i$

\* Công suất tác dụng: 
$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p_t dt$$

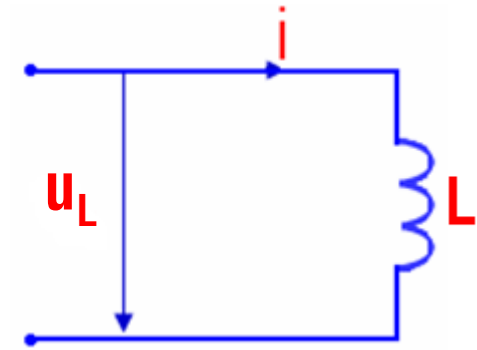
$$= U \cdot I = I^2 \cdot R$$



(W, Kw)

## 2. Đoạn mạch thuần cảm :

Cho một dòng điện  $i$  đi qua một đoạn mạch  
thuần cảm  $i = I \cdot \sqrt{2} \sin \omega t$



### a. Quan hệ giữa $u$ và $i$ :

$$u_L = L \cdot di/dt = I \cdot L \cdot \omega \sqrt{2} \cdot \cos \omega t = I \cdot L \cdot \omega \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + 90^\circ)$$

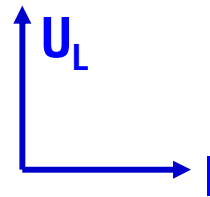
$$u_L = I \cdot X_L \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + 90^\circ) = U \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + 90^\circ)$$

Trong đó :  $X_L = \omega \cdot L$  ( $\Omega$ ) **Cảm kháng của mạch**

Điện áp nhanh pha hơn dòng điện một góc  $90^\circ$ .

\* Đồ thị véc tơ :

\* Đồ thị biểu diễn :



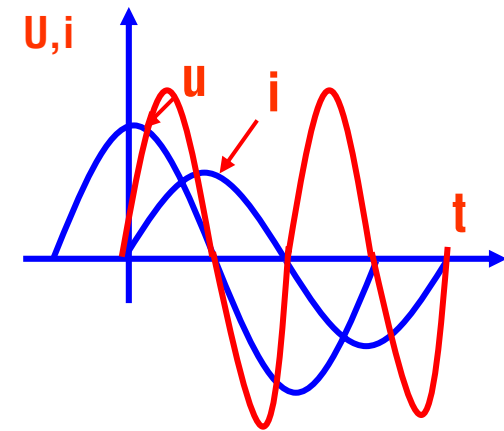
### b. Công suất :

\* Công suất tức thời :

$$p = u_L \cdot i$$

\* Công suất tác dụng:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p_t dt = 0$$

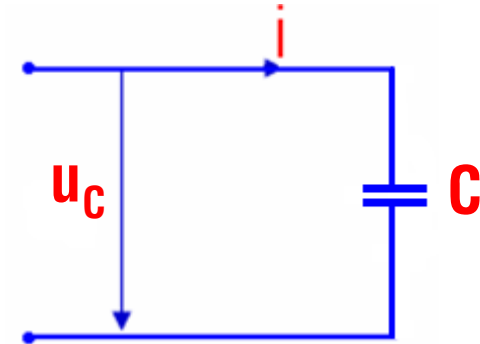


Đặc trưng cho mức độ trao đổi năng lượng giữa nguồn và mạch  
người ta đưa ra khái niệm công suất phản kháng

$$Q_L = I^2 \cdot X_L \quad (\text{Var, Kvar})$$

### 3. Đoạn mạch thuần dung :

Cho một dòng điện  $i$  đi qua một đoạn mạch  
thuần dung  $i = I \cdot \sqrt{2} \sin \omega t$



#### a. Quan hệ giữa $u$ và $i$ :

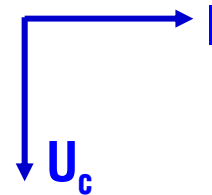
$$u_c = \frac{1}{C} \int i \cdot dt = I \cdot \sqrt{2} \cos(\omega t + 90^\circ) / \omega \cdot C$$

$$u_c = I \cdot X_c \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t - 90^\circ) = U \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t - 90^\circ)$$

Trong đó :  $X_c = 1/\omega \cdot C$  ( $\Omega$ ) Dung kháng của mạch  
Điện áp chậm pha hơn dòng điện một góc  $90^\circ$ .

\* Đồ thị véc tơ :

\* Đồ thị biểu diễn :



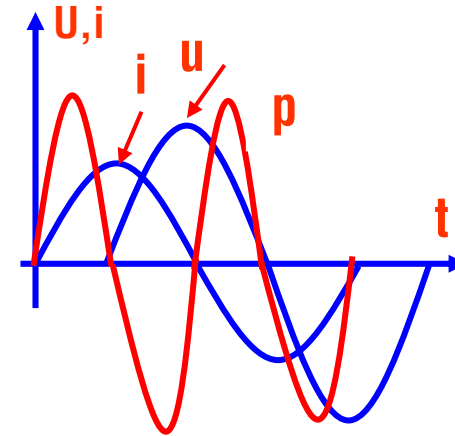
b. Công suất :

\* Công suất tức thời :

$$p = u_c \cdot i$$

\* Công suất tác dụng:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p_t dt = 0$$

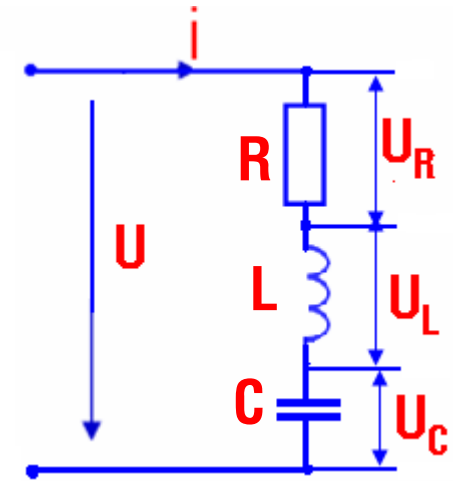


Đặc trưng cho mức độ trao đổi năng lượng giữa nguồn và mạch  
người ta đưa ra khái niệm công suất phản kháng

$$Q_c = - I^2 \cdot X_c \quad (\text{Var, Kvar})$$

#### 4. Đoạn mạch R,L,C nối tiếp :

Cho một dòng điện  $i$  đi qua một đoạn mạch R,L,C nối tiếp.  
 $i = I \cdot \sqrt{2} \sin \omega t$



##### a. Quan hệ giữa $u$ và $i$ :

\* Tổng trở của mạch :

$$\dot{Z} = R + j.(X_L - X_C) = R + j.X$$

với :  $X_L = \omega.L$  ,  $X_C = 1/\omega C$

\* Dòng điện chạy trong mạch :

$$I = U / Z \quad \text{với : } Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{(R^2 + (X_L - X_C)^2)}$$

\* Điện áp của mạch :

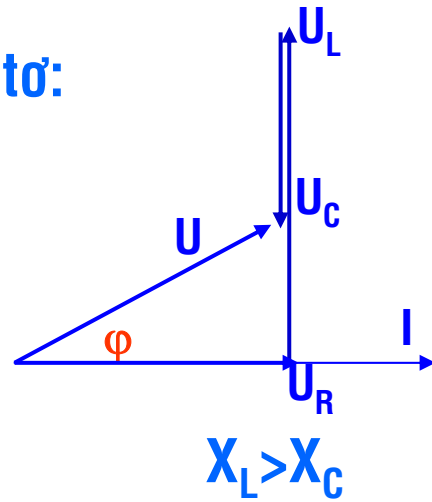
$$U = U_R + U_L + U_C = U\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad \text{Với : } - U = I \cdot Z$$

-  $\varphi = \text{Arctg} X/R$

Như vậy :

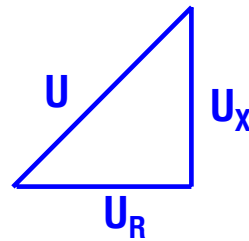
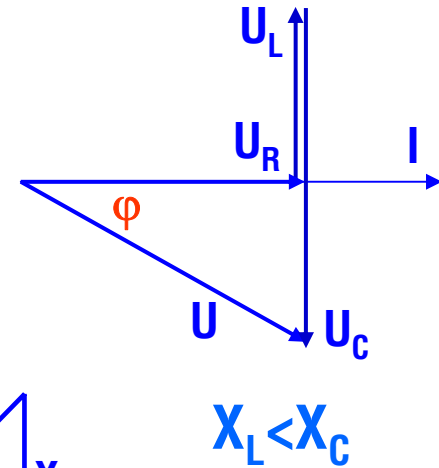
- Nếu :  $X_L > X_C$ ,  $X > 0$ ,  $\varphi > 0$  :  $U$  nhanh pha hơn  $I$   $\Rightarrow$  Mạch có tính chất điện cảm
- Nếu :  $X_L < X_C$ ,  $X < 0$ ,  $\varphi < 0$  :  $U$  chậm pha hơn  $I$   $\Rightarrow$  Mạch có tính chất điện dung

\* Đồ thị véc tơ:

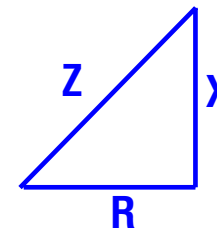


$$u = U\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$$u = U\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t - \varphi)$$



Tam giác điện áp



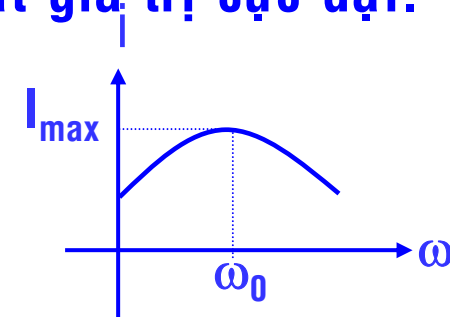
Tam giác tổng trở

**\* Hiện tượng cộng hưởng của mạch :**

- Khi  $X_L = X_C$ , dòng điện trong mạch  $I = U/Z = I_{max}$  đạt giá trị cực đại. Người ta gọi là mạch cộng hưởng.

- Điều kiện cộng hưởng khi  $X_L = X_C$ ,  $\omega L = 1/\omega C$

Tần số cộng hưởng riêng của mạch :  $\omega_0 = \sqrt{1/LC}$



**Như vậy khi tần số  $\omega$  của nguồn bằng tần số  $\omega_0$  của mạch thì mạch sẽ cộng hưởng và dòng điện trong mạch sẽ cực đại**



## b. Công suất của mạch :

\* Công suất tác dụng :

$$P = I^2.R = U_R.I = U.I.\cos\varphi \quad (\text{W, Kw})$$

\* Công suất phản kháng :

$$Q = I^2.X = U_X.I = U.I.\sin\varphi \quad (\text{Var, Kvar})$$

\* Công suất biểu kiến :

$$S = U.I \quad (\text{VA, KVA})$$

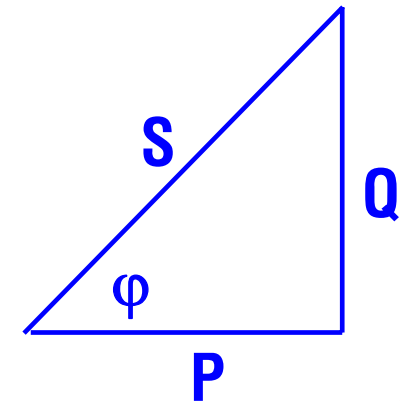
Quan hệ giữa S, P, Q qua tam giác công suất

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}$$

$$P = S.\cos\varphi$$

$$Q = S.\sin\varphi$$

$$\text{tg}\varphi = Q/P$$



Tam giác công suất

## 2.4. Hệ số công suất :

### 1. Định nghĩa và ý nghĩa của hệ số công suất :

Từ tam giác công suất

$$P = S \cdot \cos\varphi = U \cdot I \cdot \cos\varphi$$

Từ tam giác tổng trở :

$$\cos\varphi = R/Z = R / \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Ý nghĩa :

**Cos $\varphi$  được gọi là hệ số công suất của mạch**

- Mỗi máy phát điện đều được chế tạo với một công suất biểu kiến định mức. Từ đó máy có thể cung cấp một công suất tác dụng  **$P = S_{dm} \cdot \cos\varphi$** . Do đó muốn tận dụng khả năng của máy và thiết bị thì hệ số công suất phải lớn
- Mỗi hộ tiêu dùng yêu cầu một công suất tác dụng P xác định. Khi đó dòng điện trên đường dây  $I = P/U \cdot \cos\varphi$ , nếu hệ số công suất càng bé thì :
  - . Dòng điện càng lớn phải dùng dây dẫn lớn dẫn tăng vốn đầu tư
  - . Dòng điện lớn nên tổn thất trên đường dây sẽ lớn

***Như vậy hệ số công suất của mạch càng lớn sẽ tăng được khả năng sử dụng công suất nguồn và tiết kiệm dây dẫn, giảm tổn hao trên đường dây.***

## 2. Các biện pháp nâng cao hệ số công suất :

Từ tam giác công suất  $\cos\varphi = P/S = P / \sqrt{P^2 + Q^2}$

Thường  $P = \text{const}$  nên muốn  $\cos\varphi$  lớn thì  $Q$  phải nhỏ

Như vậy để nâng cao hệ số công suất người ta sử dụng các biện pháp :

- Giảm công suất phản kháng nơi tiêu thụ
- Sản xuất ra  $Q$  tại nơi tiêu thụ ( Phương pháp bù )

### Phương pháp dùng tụ điện tĩnh :

Thường tải trong thực tế thường có tính chất cảm kháng nên để bù hệ số công suất, người ta dùng tụ điện tĩnh mắc song song với tải

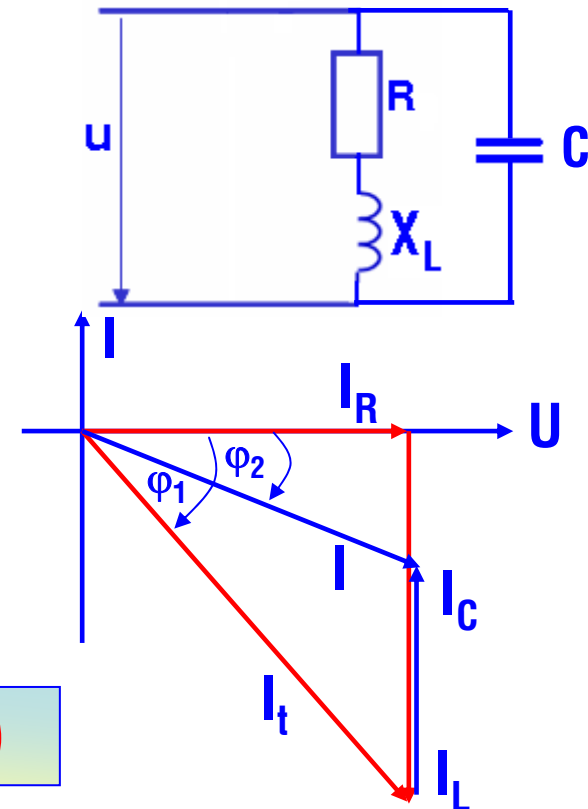
\* Chưa bù :  $\varphi_1 = \angle U, I_t$

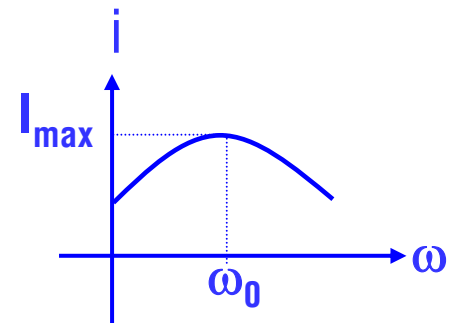
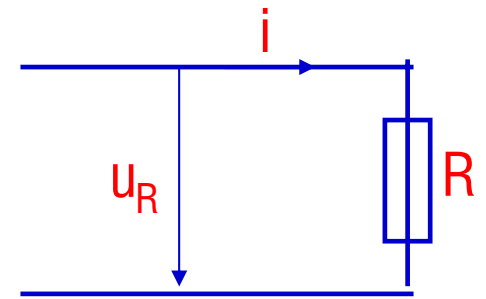
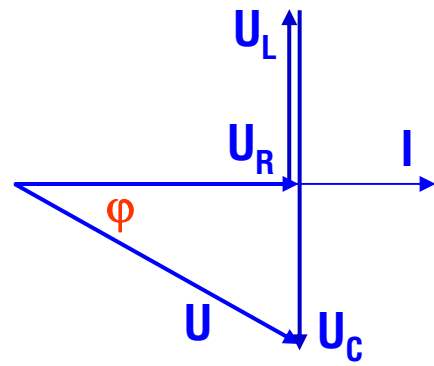
\* Khi bù :  $\varphi_2 = \angle U, I$

$\varphi_1 > \varphi_2$  nên  $\cos\varphi_1 < \cos\varphi_2$

Để nâng hệ số công suất của mạch từ  $\cos\varphi_1$  lên  $\cos\varphi_2$ , giá trị điện dung cần là :

$$C = P \cdot (\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2) / \omega \cdot U^2 \quad (\text{F})$$





#### 4. Đoạn mạch R,L,C nối tiếp :

Cho một dòng điện  $i$  đi qua một đoạn mạch R,L,C nối tiếp.

$$i = I \cdot \sqrt{2} \sin \omega t$$

##### a. Quan hệ giữa $u$ và $i$ :

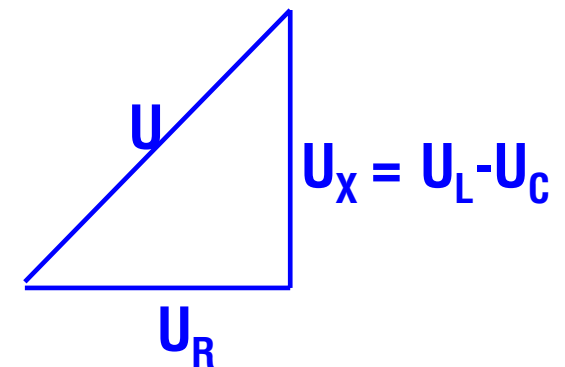
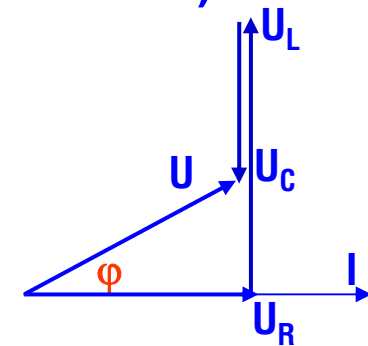
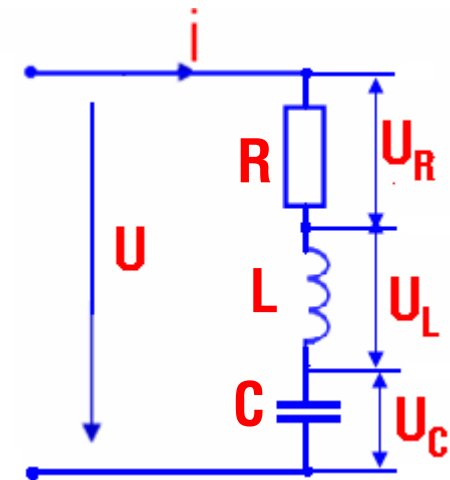
$$U = U_R + U_L + U_C$$

$$= U_R \cdot \sqrt{2} \sin \omega t + U_L \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + 90^\circ) + U_C \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t - 90^\circ)$$

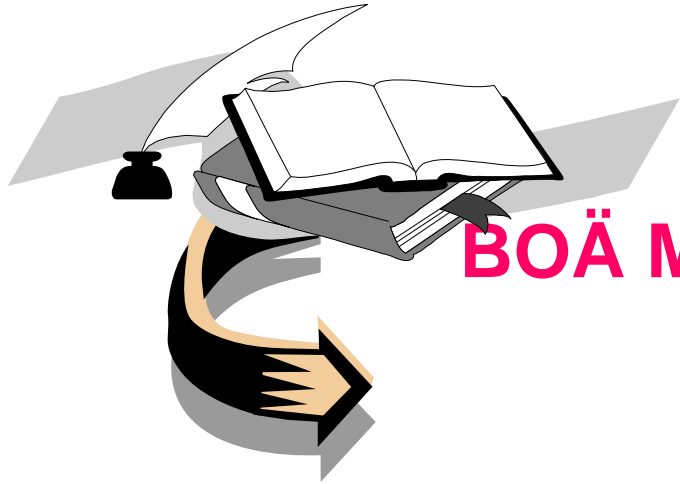
\* Đồ thị véc tơ :

\* Từ đồ thị véc tơ ta có tam giác điện áp của mạch

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_X^2} = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$
$$= \sqrt{(I \cdot R)^2 + (I \cdot X_L - I \cdot X_C)^2} = \sqrt{(I \cdot R)^2 + (I \cdot X_L - I \cdot X_C)^2}$$



**TRƯỜNG ĐHSP KỸ THUẬT  
TP HỒ CHÍ MINH**



**KHOA NIEÄN  
BOÄ MOÄN KYÖ Ö THUAÄT NIEÄN**

**CHƯƠNG 3**

**CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI MẠCH ĐIỆN**

## CHƯƠNG 3

# CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI MẠCH ĐIỆN

- \* Giải mạch điện tức là tìm trị số dòng điện các nhánh.
- \* Muốn tìm được trị số dòng điện các nhánh cần lập được hệ phương trình mạch điện.
- \* Tùy thuộc vào ẩn số của hệ phương trình mạch điện mà ta có các Phương pháp giải mạch điện

### 3.1 Phương pháp dòng điện nhánh:

#### 1. Định nghĩa :

Ẩn số của hệ PTMĐ là trị số dòng điện các nhánh.

#### 2. Các bước thực hiện :

- \* Xác định số nhánh ( $m$ ) và số nút ( $n$ ) của mạch
- \* chọn chiều dòng điện các nhánh( chọn tùy ý)
- \* Lập hệ PT mạch điện.
  - \_ Viết (  $n - 1$  ) pt theo định luật K.S.1
  - \_ Viết (  $m - n + 1$  ) pt theo định luật K.S.2
- \* Giải hệ pt mạch điện. Tìm trị số dòng điện các nhánh

#### Chú ý :

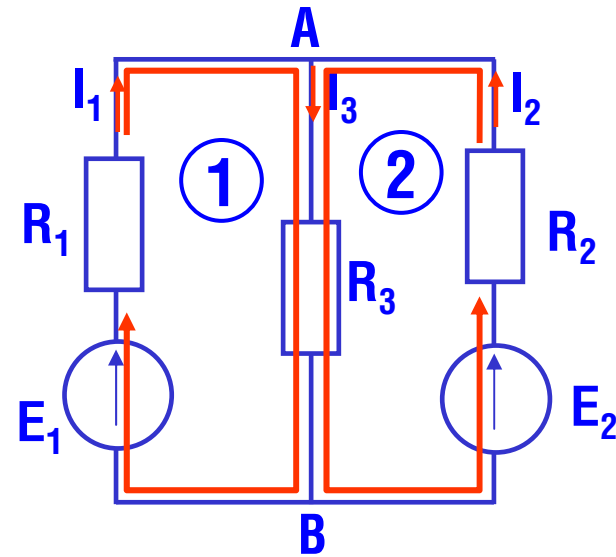
*Nếu dòng điện tìm được mang giá trị âm thì kết luận chiều của dòng điện đó trong mạch là chiều ngược lại.*



## VÍ DỤ : Hãy giải mạch điện sau

Biết :  $R_1 = 3 \Omega$     $E_1 = 12.5 \text{ V}$   
 $R_2 = 2 \Omega$     $E_2 = 9 \text{ V}$   
 $R_3 = 4 \Omega$

- Xác định m( nhánh )    $m = 3$
- Xác định n( nút )    $n = 2$
- Chọn chiều dòng điện các nhánh(tùy ý)



### Lập hệ PT mạch điện

\* Viết (n-1) pt theo ĐL1

Tại A :  $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

\* Viết (m - n + 1) pt theo ĐL2

Mạch vòng 1 :  $I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1$

Mạch vòng 2 :  $I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2$

Thay các giá trị và giải hệ phương trình mạch điện ta có :

$$\left. \begin{array}{l} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ 3 \cdot I_1 + 4 \cdot I_3 = 12,5 \\ 2 \cdot I_2 + 4 \cdot I_3 = 9 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_1 = 1,5 \text{ A} \\ I_2 = 0,5 \text{ A} \\ I_3 = 2 \text{ A} \end{array} \right.$$

## 3.2. Phương pháp dòng điện mạch vòng

### 1. Định nghĩa :

Ảnh số của hệ PTMD là trị số dòng điện mạch vòng.

**Dòng điện mạch vòng** là dòng điện tưởng tượng chạy giữa các nhánh, có tác dụng tương tự như dòng điện nhánh

### 2. Các bước thực hiện :

- \* Bước 1:
  - Xác định m( nhánh ), n( nút )
  - Chọn chiều dòng điện các nhánh ( chọn tùy ý )

- \* Bước 2: Lập hệ PT mạch điện

— Chọn ( m - n + 1 ) mạch vòng độc lập

Mạch vòng độc lập là các mạch vòng không chứa lẫn nhau

— Chọn chiều dòng điện mạch vòng

Thường chọn chiều của dòng điện trùng với chiều của mạch vòng

— Viết ( m - n + 1 ) pt theo ĐL2 cho các mạch vòng độc lập

— Giải hệ phương trình mạch điện, tìm trị số dòng điện mạch vòng

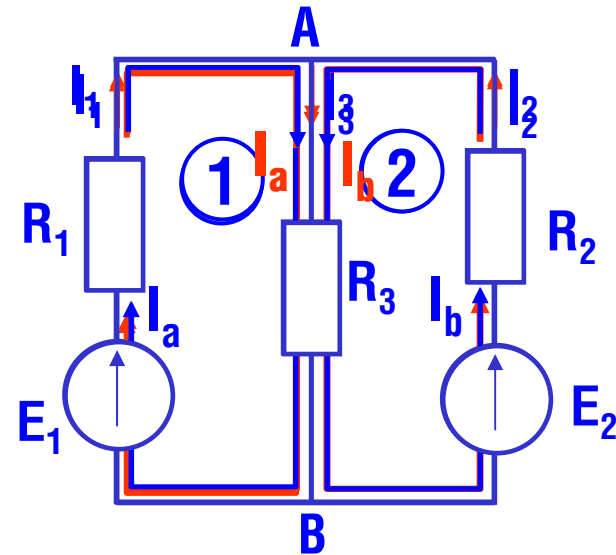
- \* Bước 3: Tìm trị số dòng điện nhánh  $I_{ni} = \sum I_{vi}$

*Chú ý : Dòng điện mạch vòng nào cùng chiều với dòng điện nhánh thì mang dấu + , ngược lại mang dấu -*

**VÍ DỤ : Hãy giải mạch điện sau**

**Biết :**  $R_1 = 3 \Omega$     $E_1 = 12.5 \text{ V}$   
 $R_2 = 2 \Omega$     $E_2 = 9 \text{ V}$   
 $R_3 = 4 \Omega$

- Xác định m( nhánh )    $m = 3$
- Xác định n( nút )         $n = 2$
- Chọn chiều dòng điện các nhánh (tùy ý)



**Lập hệ PT mạch điện**

- \* Chọn  $(m - n + 1) = (3 - 2 + 1) = 2$  mạch vòng độc lập
- \* Viết phương trình theo ĐL2 cho các mạch vòng độc lập với ẩn số là dòng điện mạch vòng

Mạch vòng 1 :         $I_a \cdot (R_1 + R_3) + I_b \cdot R_3 = E_1$

Mạch vòng 2 :         $I_b \cdot (R_2 + R_3) + I_a \cdot R_3 = E_2$

- \* Thay các giá trị và giải hệ phương trình mạch điện ta có :

$$\left. \begin{array}{l} 7I_a + 4I_b = 12.5 \\ 4I_a + 6I_b = 9 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{cases} I_a = 1.5 \text{ A} \\ I_b = 0.5 \text{ A} \end{cases}$$

- \* Tìm trị số dòng điện nhánh

$$\begin{aligned} I_1 &= I_a = 1.5 \text{ A} \\ I_2 &= I_b = 0.5 \text{ A} \\ I_3 &= I_a + I_b = 2 \text{ A} \end{aligned}$$

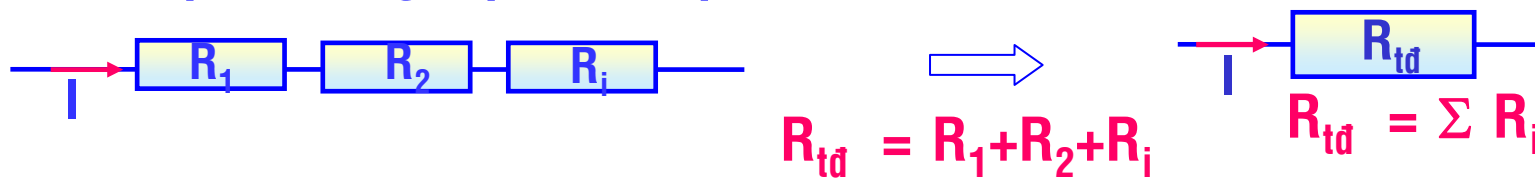
### 3.3 Phương pháp biến đổi tương đương

#### 1. Định nghĩa :

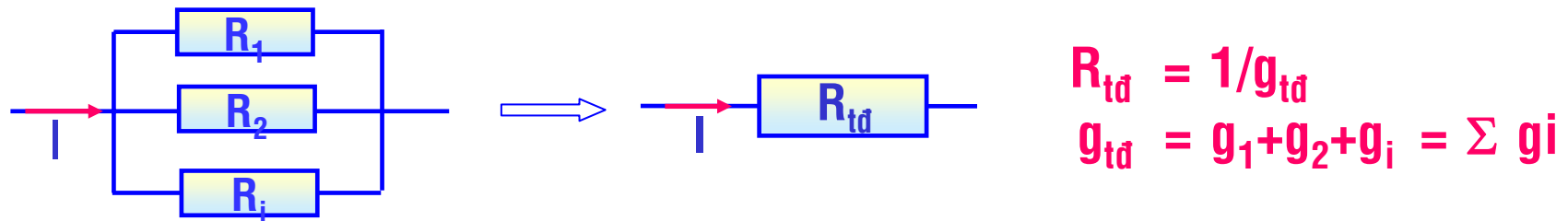
Biến đổi mạch điện đã cho trở thành một mạch điện khác với số nhánh , số nút ít hơn nhưng giá trị dòng điện chạy trong các nhánh không đổi.

#### 2. Các phương pháp biến đổi :

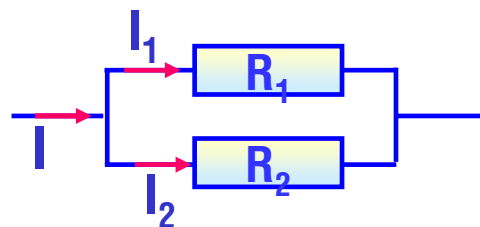
##### a. Các phần tử ghép nối tiếp :



##### b. Các phần tử ghép song song :

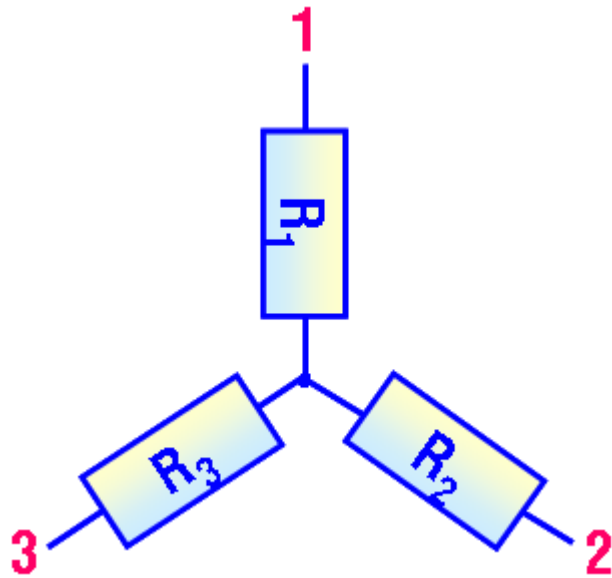


#### Đặc biệt

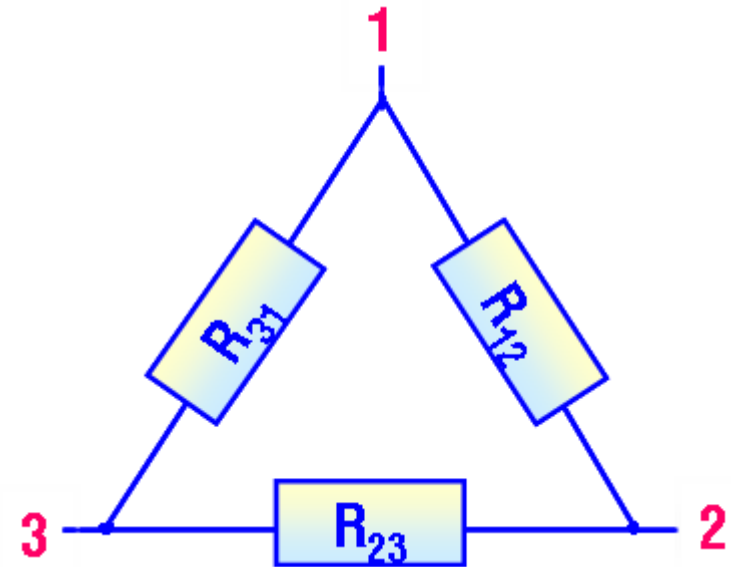
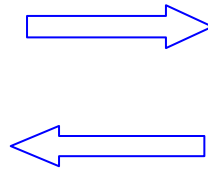


$$R_{td} = \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)}$$
$$I_1 = \frac{I \cdot R_2}{(R_1 + R_2)}$$
$$I_2 = \frac{I \cdot R_1}{(R_1 + R_2)}$$

c. Biến đổi Sao – tam giác :



Nối Sao



Nối Tam giác

$$R_1 = R_{31} \cdot R_{12} / (R_{12} + R_{23} + R_{31})$$

$$R_2 = R_{12} \cdot R_{23} / (R_{12} + R_{23} + R_{31})$$

$$R_3 = R_{23} \cdot R_{31} / (R_{12} + R_{23} + R_{31})$$

$$R_{12} = R_1 + R_2 + (R_1 \cdot R_2) / R_3$$

$$R_{23} = R_2 + R_3 + (R_2 \cdot R_3) / R_1$$

$$R_{31} = R_3 + R_1 + (R_3 \cdot R_1) / R_2$$

**Ví dụ :**

Cho mạch điện như hình vẽ :

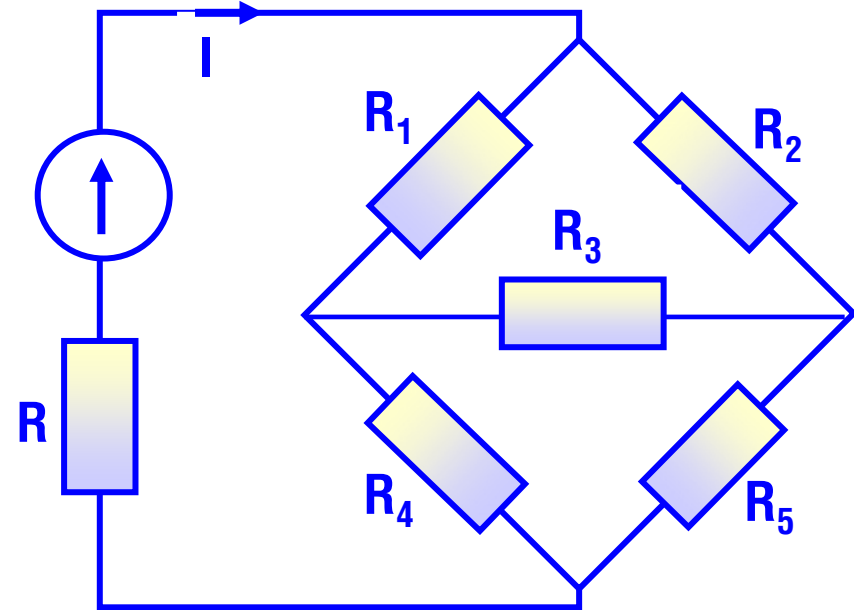
**Biết :**

$$R = 1 \Omega \quad R_3 = 1 \Omega$$

$$R_1 = 2 \Omega \quad R_4 = 2 \Omega$$

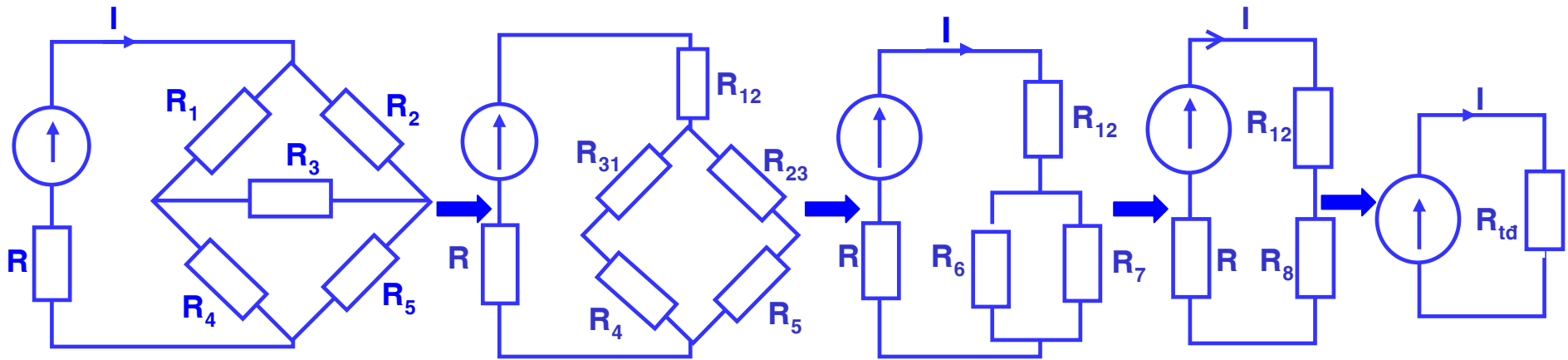
$$R_2 = 2 \Omega \quad R_5 = 1 \Omega$$

$$E = 24 \text{ V}$$



**Tính dòng điện  $I$  của mạch**

Mạch được biến đổi như sau :



$$R_{12} = R_1 * R_2 / ( R_1 + R_2 + R_3 ) = 0.80 \Omega$$

$$R_{23} = R_2 * R_3 / ( R_1 + R_2 + R_3 ) = 0.40 \Omega$$

$$R_{31} = R_3 * R_1 / ( R_1 + R_2 + R_3 ) = 0.40 \Omega$$

$$R_6 = R_{31} + R_4 = 2.40 \Omega$$

$$R_7 = R_{23} + R_5 = 1.40 \Omega$$

$$R_8 = R_6 * R_7 / ( R_6 + R_7 ) = 0.88 \Omega$$

$$R_{td} = R + R_{12} + R_8 = 2.68 \Omega$$

$$I = E / R_{fd} = 8.94 A$$

### 3.4. Phương pháp điện áp hai nút

**Phương pháp này dùng để giải các mạch điện có nhiều nhánh nối song song**

**Các bước thực hiện :**

**Bước 1: Chọn chiều dòng điện các nhánh và điện áp hai nút (chọn tùy ý )**

**Bước 2: Tính điện áp hai nút**

$$U = \frac{\sum E_i \cdot g_i}{\sum g_i}$$

**Trong đó :**

**Những sức điện động nào cùng chiều với điện áp thì mang dấu âm, ngược chiều với điện áp thì mang dấu dương.**

**Bước 3: Tính dòng điện các nhánh**

$$I_i = (E_i \pm U) \cdot g_i$$

**Trong đó :**

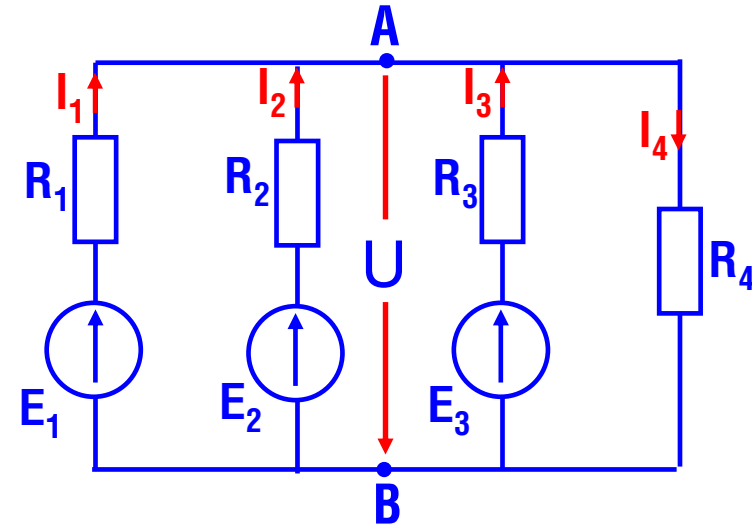
**Điện áp và những sức điện động nào cùng chiều với dòng điện thì mang dấu dương, ngược lại mang dấu âm.**



Vi dụ: Hãy giải mạch điện sau

Biết :  $R_1 = 1 \Omega$        $E_1 = 15 \text{ V}$   
           $R_2 = 3 \Omega$        $E_2 = 16 \text{ V}$   
           $R_3 = 2 \Omega$        $E_3 = 16 \text{ V}$   
           $R_4 = 1 \Omega$

**B<sub>1</sub>**: Chọn chiều dòng điện các nhánh và chiều điện áp giữa hai nút như hình vẽ



**B<sub>2</sub>**: Tính điện áp hai nút

$$U = \frac{\sum E_i \cdot g_i}{\sum g_i}$$

$$U = \frac{E_1 \cdot g_1 + E_2 \cdot g_2 + E_3 \cdot g_3}{g_1 + g_2 + g_3 + g_4} = \frac{\frac{15}{1} + \frac{16}{3} + \frac{16}{2}}{1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 1} = 10 \text{ V}$$

**B<sub>3</sub>**: Tính dòng điện các nhánh

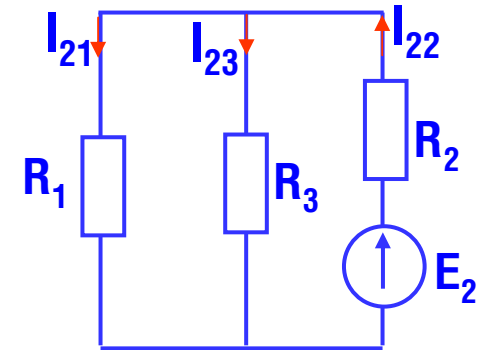
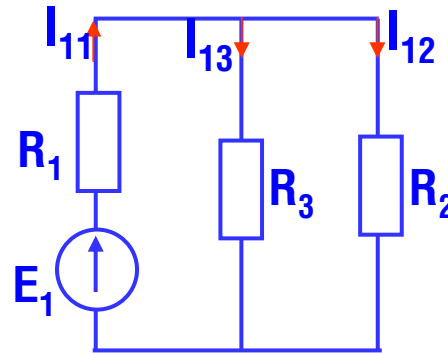
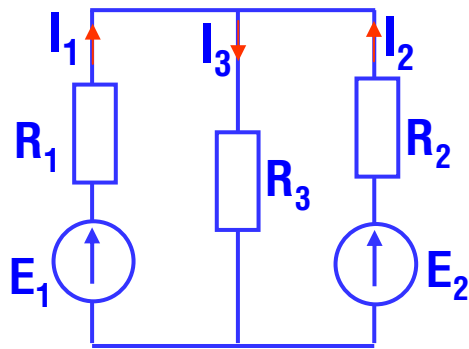
$$\begin{aligned}
 I_1 &= (E_1 - U) \cdot g_1 &= (15 - 10) / 1 &= 1.5 \text{ A} \\
 I_2 &= (E_2 - U) \cdot g_2 &= (16 - 10) / 3 &= 2 \text{ A} \\
 I_3 &= (E_3 - U) \cdot g_3 &= (16 - 10) / 2 &= 3 \text{ A} \\
 I_4 &= U \cdot g_4 &= 10 / 1 &= 10 \text{ A}
 \end{aligned}$$

### 3.5. Phương pháp xếp chồng :

#### 1. Định nghĩa :

Dòng điện qua mỗi nhánh bằng tổng đại số các dòng điện qua các nhánh do tác động riêng rẽ của từng nguồn sức điện động ( lúc đó các sức điện động khác bằng không 0 )

#### 2. Các bước thực hiện :



Bước 1: Thiết lập mạch điện chỉ có một nguồn tác động ( $E_1$ )

Bước 2: Tính dòng điện trong mạch chỉ có một nguồn tác động ( $E_1$ )

$$I_{11}, I_{12}, I_{13}$$

Bước 3: Thiết lập mạch điện cho các nguồn tiếp theo ( $E_2$ ) và lặp lại bước (2). Tính :

$$I_{21}, I_{22}, I_{23}$$

Bước 4: Xếp chồng ( cộng đại số ) các dòng điện qua mỗi nhánh

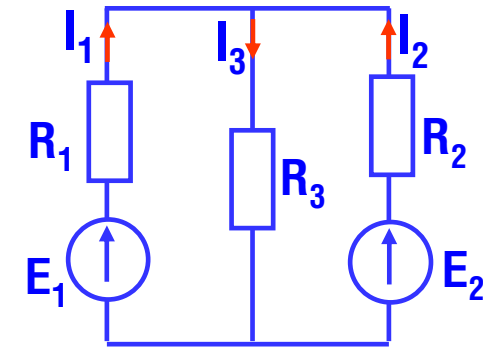
$$I_1 = I_{11} - I_{21},$$

$$I_2 = I_{22} - I_{12}$$

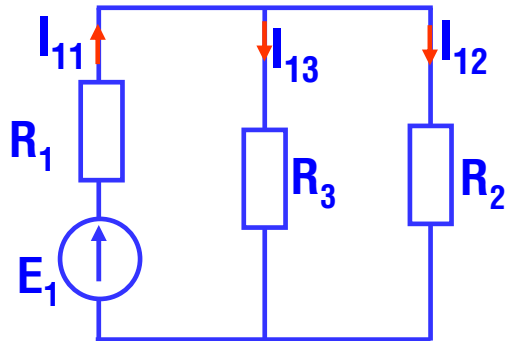
$$I_3 = I_{13} + I_{23}$$

Ví dụ : Hãy giải mạch điện sau

Biết :  $E_1 = 40 \text{ V}$ ,  $E_2 = 16 \text{ V}$ ,  
 $R_1 = 2\Omega$ ,  $R_2 = 4\Omega$ ,  $R_3 = 4 \Omega$



a. Mạch chỉ có nguồn  $E_1$  tác động

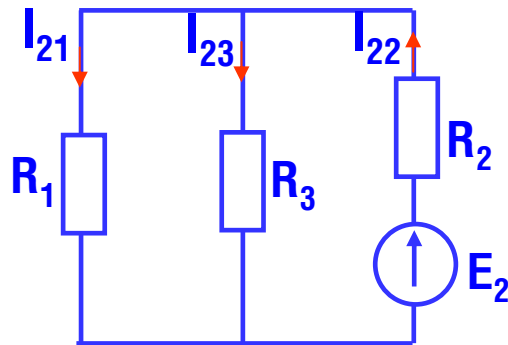


$$I_{11} = E_1 / (R_1 + R_2 \cdot R_3 / (R_2 + R_3)) = 40 / \{2 + 4 \cdot 4 / (4 + 4)\} = 10 \text{ A}$$

$$I_{12} = I_{11} \cdot R_3 / (R_2 + R_3) = 10 \cdot 4 / (4 + 4) = 5 \text{ A}$$

$$I_{13} = I_{11} \cdot R_2 / (R_2 + R_3) = 10 \cdot 4 / (4 + 4) = 5 \text{ A}$$

b. Mạch chỉ có nguồn  $E_2$  tác động



$$I_{22} = E_2 / (R_2 + R_1 \cdot R_3 / (R_1 + R_3)) = 16 / \{4 + 2 \cdot 4 / (2 + 4)\} = 3 \text{ A}$$

$$I_{21} = I_{22} \cdot R_3 / (R_1 + R_3) = 3 \cdot 4 / (2 + 4) = 2 \text{ A}$$

$$I_{23} = I_{22} \cdot R_1 / (R_1 + R_3) = 3 \cdot 2 / (2 + 4) = 1 \text{ A}$$

c. Mạch tác động của cả hai nguồn

$$I_1 = I_{11} - I_{21} = 10 - 2 = 8 \text{ A}$$

$$I_2 = I_{22} - I_{12} = 3 - 5 = -2 \text{ A}$$

$$I_3 = I_{13} + I_{23} = 5 + 1 = 6 \text{ A}$$

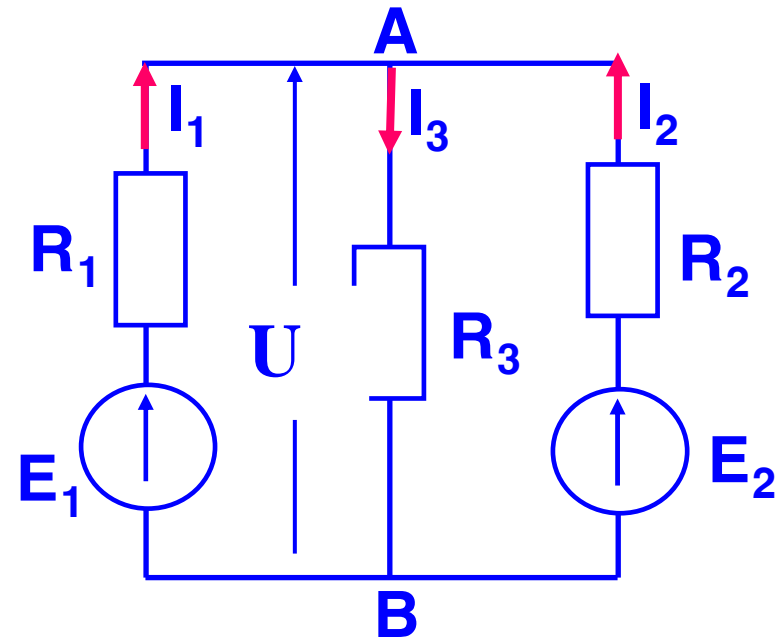
*Dòng điện  $I_2$  chạy trong mạch ngược với chiều đã chọn*

## VÍ DỤ Hãy giải mạch điện sau

Biết :  $R_1 = 3 \Omega$     $E_1 = 12.5 \text{ V}$   
 $R_2 = 2 \Omega$     $E_2 = 9 \text{ V}$   
 $R_3 = 4 \Omega$

$B_1$ : Chọn chiều dòng điện các nhánh và chiều điện áp giữa hai nút như hình vẽ

$B_2$ : Tính điện áp hai nút



$$U = \frac{\sum E_i \cdot g_i}{\sum g_i}$$

$$U = (-E_1 \cdot g_1 - E_2 \cdot g_2) / (g_1 + g_2 + g_3)$$

$$U = (-12,5/3 - 9/2) / (1/3 + 1/2 + 1/4) = -8 \text{ V}$$

$B_3$ : Tính dòng điện các nhánh

$$I_1 = (E_1 + U) \cdot g_1 = (12.5 - 8) / 3 = 1.5 \text{ A}$$

$$I_2 = (E_2 + U) \cdot g_2 = (9 - 8) / 2 = 0.5 \text{ A}$$

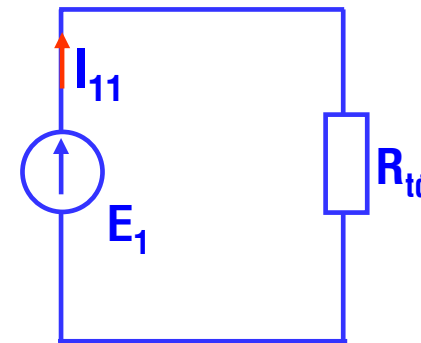
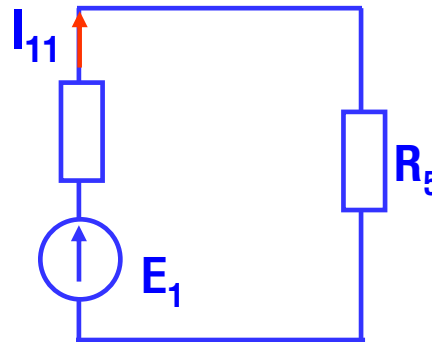
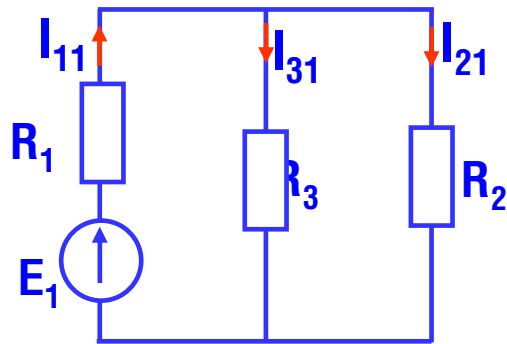
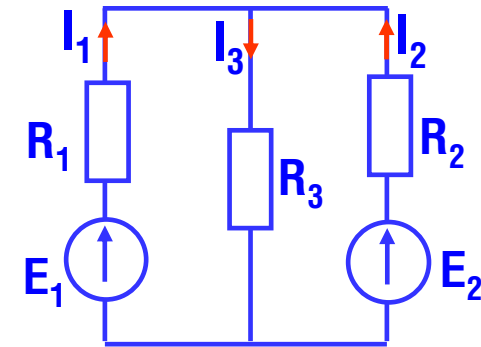
$$I_3 = -U \cdot g_3 = 8 / 4 = 2 \text{ A}$$

**Ví dụ : Hãy giải mạch điện sau**

**Biết :**  $E_1 = 40 \text{ V}$ ,  $E_2 = 16 \text{ V}$ ,  
 $R_1 = 2\Omega$ ,  $R_2 = 4\Omega$ ,  $R_3 = 4 \Omega$

**Giải**

**a. Mạch chỉ có nguồn  $E_1$  tác động**



$$R_5 = R_2 \cdot R_3 / (R_2 + R_3)$$

$$R_5 = 4 \cdot 4 / (4 + 4) = 2 \Omega$$

$$R_{td1} = R_1 + R_5$$

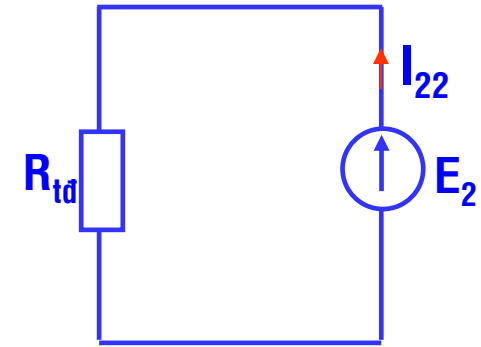
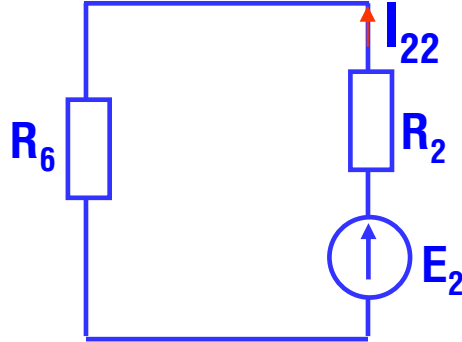
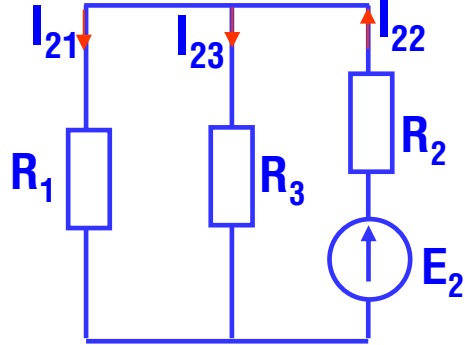
$$R_{td1} = 2 + 2 = 4 \Omega$$

$$I_{11} = E_1 / R_{td1} = 40 / 4 = 10 \text{ A}$$

$$I_{31} = I_{11} \cdot R_2 / (R_2 + R_3) = 10 \cdot 4 / (4 + 4) = 5 \text{ A}$$

$$I_{21} = I_{11} \cdot R_3 / (R_2 + R_3) = 10 \cdot 4 / (4 + 4) = 5 \text{ A}$$

### b. Mạch chỉ có nguồn $E_2$ tác động



$$R_5 = R_1 \cdot R_3 / (R_1 + R_3)$$

$$R_{td2} = R_1 + R_6$$

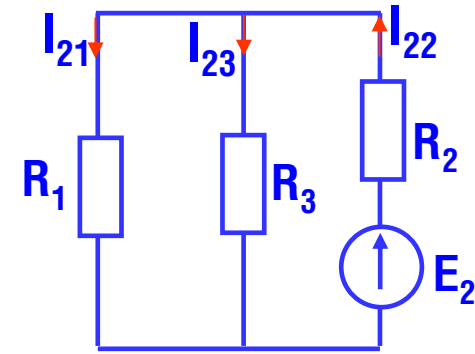
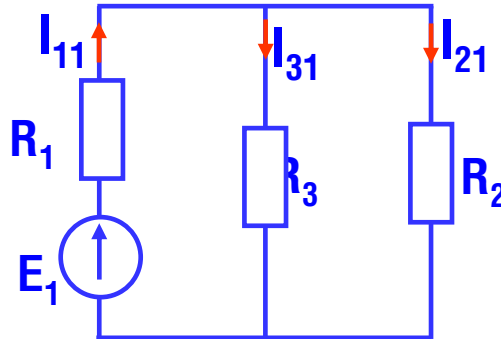
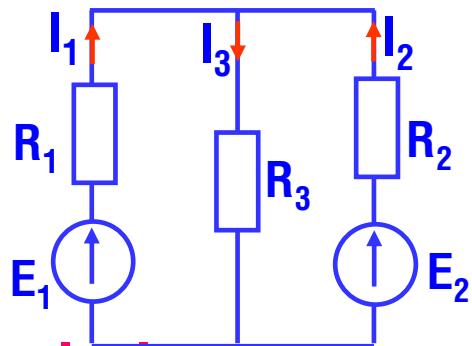
$$R_5 = 2 \cdot 4 / (2 + 4) = 4/3 \Omega \quad R_{td2} = 4 + 4/3 = 16/3 \Omega$$

$$I_{22} = E_2 / R_{td2} = 16 \cdot 3 / 16 = 3 \text{ A}$$

$$I_{32} = I_{22} \cdot R_1 / (R_1 + R_3) = 3 \cdot 2 / (2 + 4) = 1 \text{ A}$$

$$I_{21} = I_{22} \cdot R_3 / (R_1 + R_3) = 3 \cdot 4 / (2 + 4) = 2 \text{ A}$$

### c. Mạch tác động của cả hai nguồn



$$I_1 = I_{11} - I_{21} = 10 - 2 = 8 \text{ A} \quad I_2 = I_{22} - I_{21} = 3 - 5 = -2 \text{ A} \quad I_3 = I_{13} + I_{23} = 5 + 1 = 6 \text{ A}$$

*Dòng điện  $I_2$  chạy trong mạch ngược với chiều đã chọn*

## CHƯƠNG 4

# MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU BA PHA

# Chương 4 : MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU BA PHA

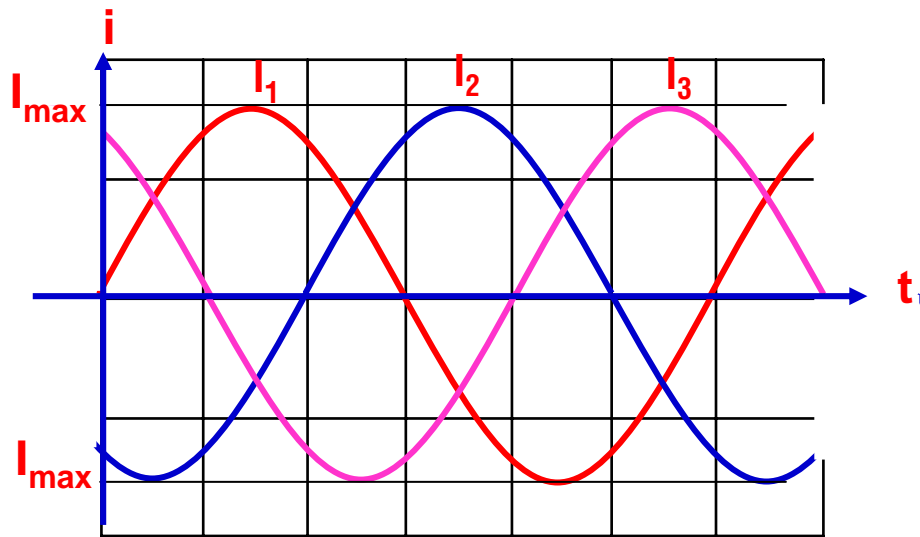
## 4.1. Khái niệm chung :

### 1. Định nghĩa:

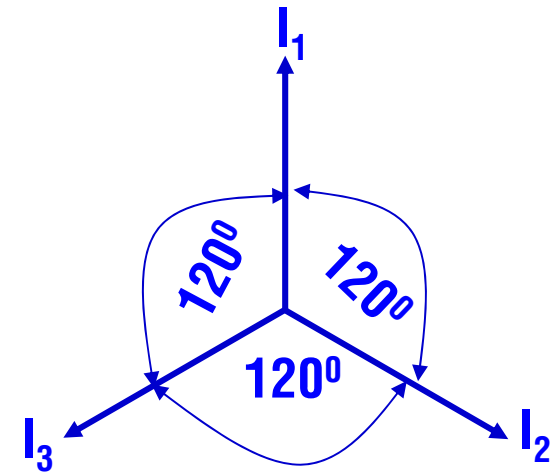
Mạch điện xoay chiều ba pha là hệ thống ba dòng điện xoay chiều một pha, có cùng biên độ, tần số, nhưng lệch pha nhau một góc  $120^\circ$  điện.

\* Biểu thức :

- $i_1 = I_{\max} \cdot \sin \omega t$
- $i_2 = I_{\max} \cdot \sin(\omega t - 120^\circ)$
- $i_3 = I_{\max} \cdot \sin(\omega t - 240^\circ)$



Đồ thị biểu diễn



Đồ thị véc tơ



## Mạch ba pha

### 2. Các thông số đặc trưng :

a, Đầu dây : Mỗi pha có 2 đầu

	Đầu đầu	Đầu cuối
Pha 1	A	X
Pha 2	B	Y
Pha 3	C	Z

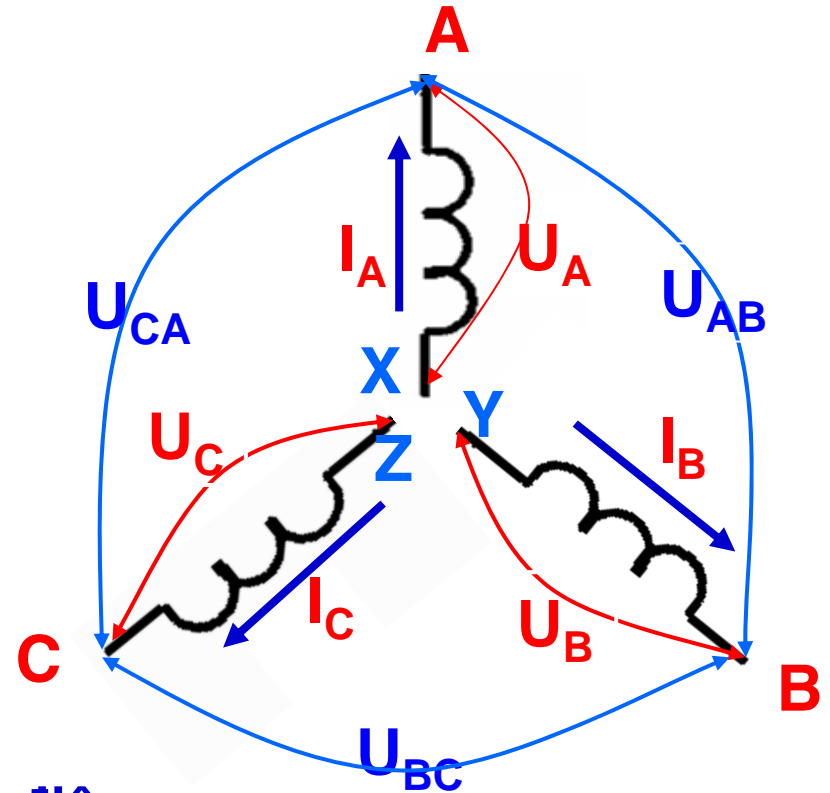
b, Điện áp :

**\*Điện áp pha :**

Là điện áp giữa điểm đầu và điểm cuối của một pha (  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$  )

**\*Điện áp dây :**

Là điện áp giữa hai điểm đầu của hai pha khác nhau (  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$  )



c. Dòng điện :

**\*Dòng điện pha :**

Là dòng điện đi từ điểm cuối và điểm đầu của một pha (  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  )

**\*Dòng điện dây :**

Là dòng điện đi giữa hai pha khác nhau (  $I_{AB}$ ,  $I_{BC}$ ,  $I_{CA}$  )

## Mạch ba pha

### d, Tải :

\* Mạch ba pha đối xứng :

$$\dot{Z}_A = \dot{Z}_B = \dot{Z}_C$$

\* Mạch ba pha không đối xứng :

$$\dot{Z}_A \neq \dot{Z}_B \neq \dot{Z}_C$$

## 4.2. Cách nối mạch ba pha :

### 1. Cách nối hình sao :

#### a. Định nghĩa :

**Nối ba điểm cuối của nguồn và tải ba pha lại với nhau**

#### b. Quan hệ giữa đại lượng dây và pha :

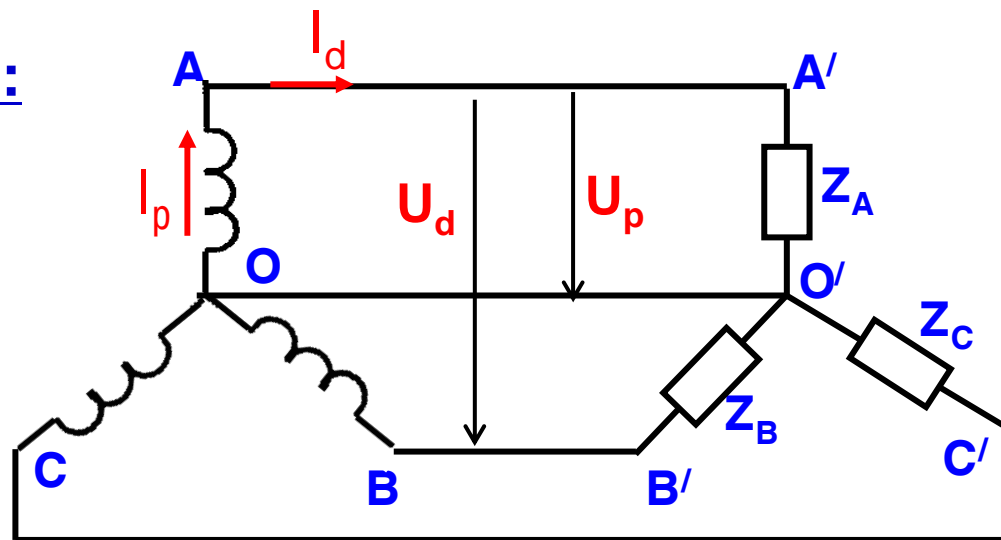
- \***Điện áp pha :** Là điện áp giữa dây một pha và dây trung tính ( $U_p$ )
- \***Điện áp dây :** Là điện áp giữa hai dây pha ( $U_d$ )

#### c. Công suất :

$$P = 3 \cdot I_p^2 \cdot R_p = \sqrt{3} \cdot U_d \cdot I_d \cdot \cos \varphi$$

$$Q = 3 \cdot I_p^2 \cdot X_p = \sqrt{3} \cdot U_d \cdot I_d \cdot \sin \varphi$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U_d \cdot I_d = \sqrt{P^2 + Q^2}$$



Mạch ba pha 4 dây

AA', BB', CC' : dây pha

OO' : dây trung tính

$$U_d = \sqrt{3} U_p$$

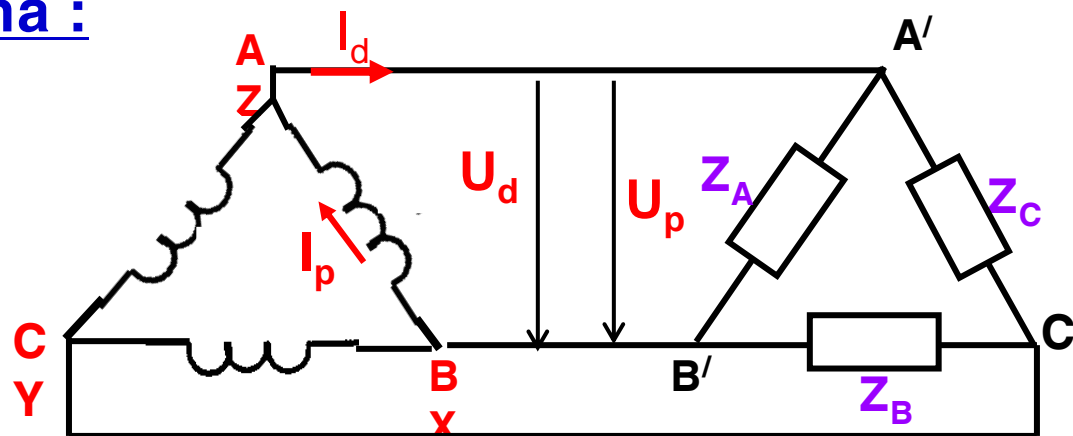
$$I_d = I_p$$

## 4.2. Cách nối mạch ba pha :

### 2. Cách nối tam giác :

#### a, Định nghĩa :

**Nối điểm đầu của pha này với điểm cuối của pha kia.**



**Mạch ba pha 3 dây**

**AA', BB', CC' : dây pha**

#### b, Quan hệ giữa đại lượng dây và pha :

\***Điện áp pha :** Là điện áp giữa hai dây pha (  $U_p$  )      $U_d = U_p$

\***Điện áp dây :** Là điện áp giữa hai dây pha (  $U_d$  )      $I_d = \sqrt{3} \cdot I_p$

#### c, Công suất :

$$P = 3 \cdot I_p^2 \cdot R_p = \sqrt{3} U_d \cdot I_d \cdot \cos \varphi$$

$$Q = 3 \cdot I_p^2 \cdot X_p = \sqrt{3} U_d \cdot I_d \cdot \sin \varphi$$

$$S = \sqrt{3} U_d \cdot I_d = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

### 4.3. Cách giải mạch ba pha đối xứng :

Khi mạch ba pha đối xứng, dòng điện các pha có trị hiệu dụng bằng nhau và lệch pha nhau một góc với điện áp. Vì vậy ta chỉ cần tách một pha ra để tính rồi suy ra các dòng điện các pha còn lại.

Các bước tính toán thực hiện như sau :

Bước 1: Xác định các nối dây của tải ( Y hay  $\Delta$  )

Bước 2: Xác định điện áp pha của tải ( Y hay  $\Delta$  )

- Tải nối Y :  $U_p = U_d / \sqrt{3}$

- Tải nối  $\Delta$  :  $U_p = U_d$

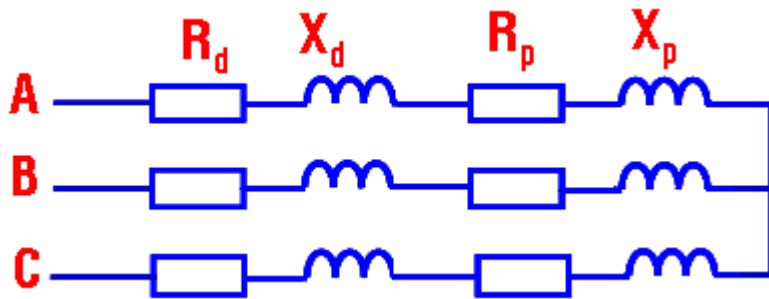
Bước 3: Xác định tổng trở pha  $Z_p$  và hệ số  $\cos\varphi$  của tải

$$Z_p = \sqrt{R_p^2 + X_p^2}$$

$$\varphi = \arccos R_p / \sqrt{R_p^2 + X_p^2}$$

Khi xét có tổng trở đường dây :

\*Tải nối Y :



$$Z_p = \sqrt{(R_d + R_p)^2 + (X_d + X_p)^2}$$

Bước 4:

Tính dòng điện pha của tải

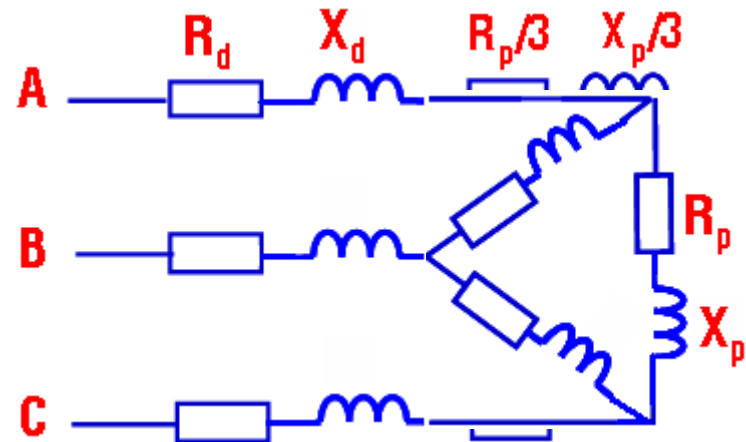
$$I_p = U_p / Z_p$$

Tính dòng điện dây của tải

- Tải nối Y :  $I_d = I_p$

- Tải nối  $\Delta$  :  $I_d = \sqrt{3} I_p$

\*Tải nối  $\Delta$  :



Biến đổi tải nối  $\Delta$  sang Y,  $Z_Y = Z_\Delta / 3$

$$Z_p = \sqrt{(R_d + R_p/3)^2 + (X_d + X_p/3)^2}$$

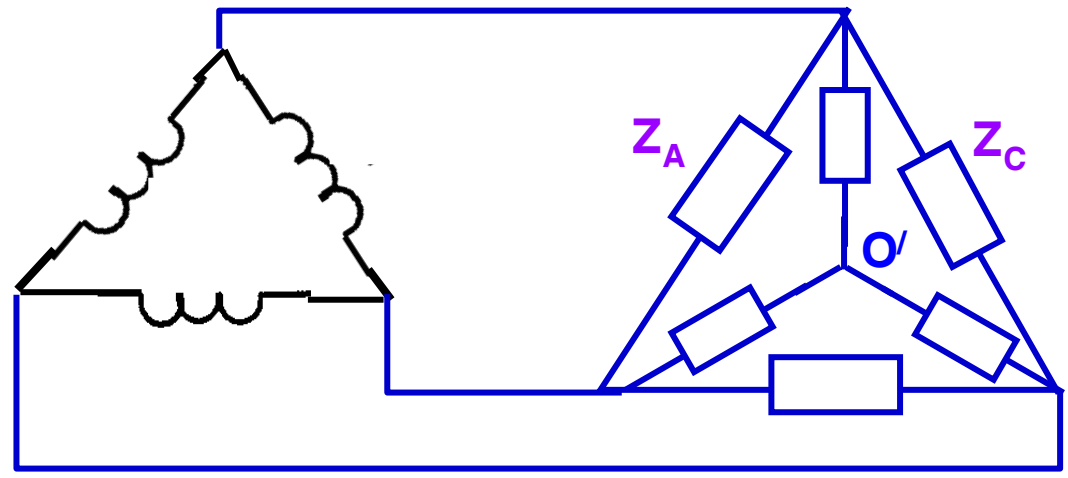
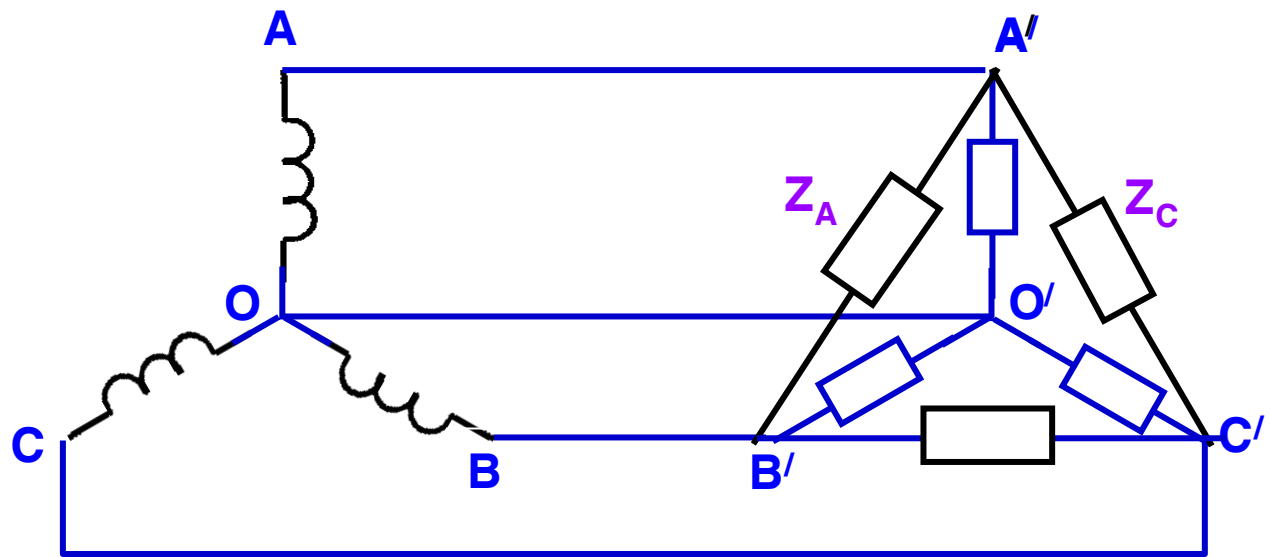
Bước 5:

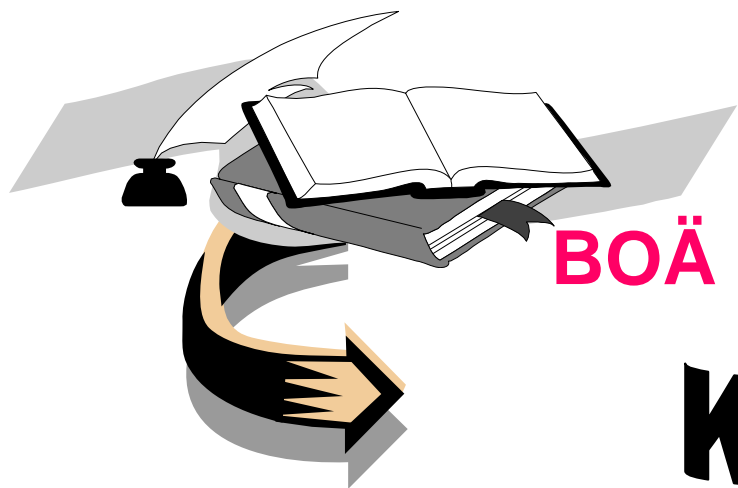
Tính công suất của tải

$$P = 3 \cdot I_p^2 \cdot R_p = \sqrt{3} U_d \cdot I_d \cdot \cos\varphi$$

$$Q = 3 \cdot I_p^2 \cdot X_p = \sqrt{3} U_d \cdot I_d \cdot \sin\varphi$$

$$S = \sqrt{3} U_d \cdot I_d = \sqrt{P^2 + Q^2}$$





**TRƯỜNG ĐHSP KỸ THUẬT  
TP HỒ CHÍ MINH**

**KHOA ÑIEÄN  
BOÄ MOÂN KYÕ Ö THUAÄT ÑIEÄN**

**KỸ THUẬT ĐIỆN**

**CHƯƠNG 5**

**MÁY BIẾN ÁP**

**Các sinh viên không chuyên điện**



# MÁY ĐIỆN

## MÁY ĐIỆN TĨNH

MÁY  
BIẾN  
ÁP

## MÁY ĐIỆN QUAY

### MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

#### MÁY ĐIỆN K.Đ.B

ĐỘNG  
CƠ  
K.Đ.BỘ

MÁY  
PHÁT  
K.Đ.B

#### MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

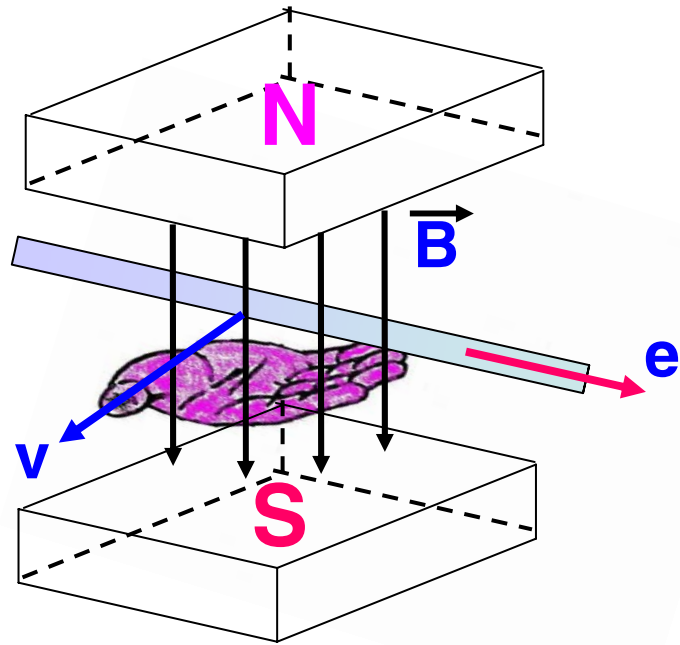
ĐỘNG  
CƠ  
Đ.BỘ

MÁY  
PHÁT  
Đ.BỘ

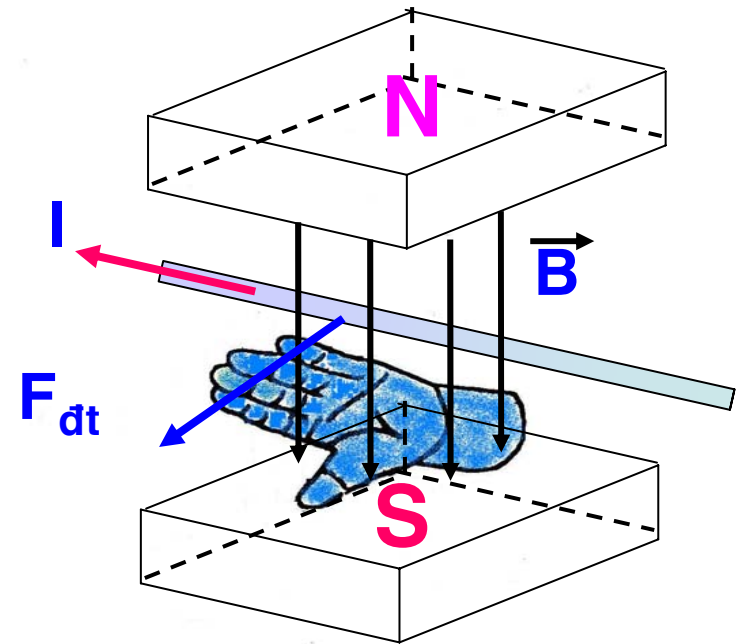
### MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

ĐỘNG  
CƠ  
1CHIỀU

MÁY  
PHÁT  
1CHIỀU



Định luật cảm ứng điện từ



Định luật lực điện từ

**Các định luật thường dùng trong máy điện**

# KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN

## I.CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN :

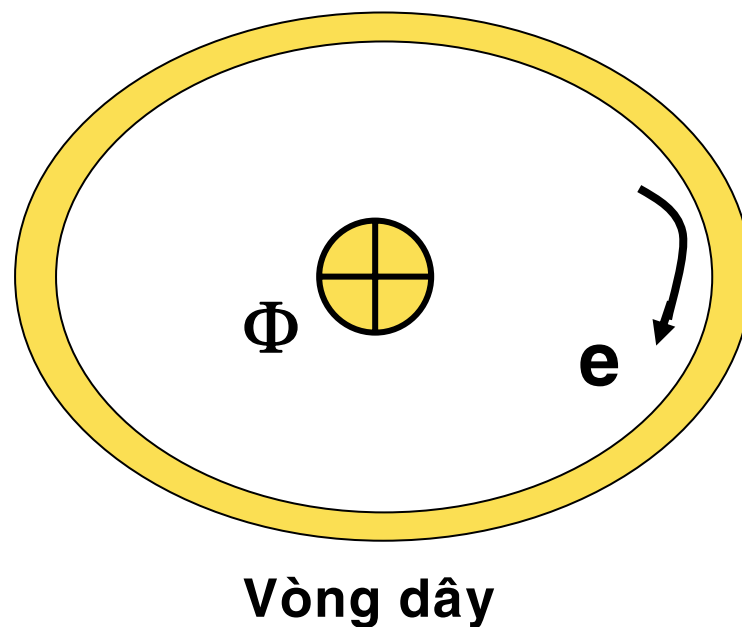
### 1. Định luật cảm ứng điện từ :

#### a,Cuộn dây :

Khi từ thông đi qua một cuộn dây thay đổi thì trong cuộn dây sẽ cảm ứng một sức điện động :

$$e = d\Phi/dt$$
$$= - w.d\Psi/dt$$

với :  $\Psi = w.\Phi$



## Các định luật cơ bản:

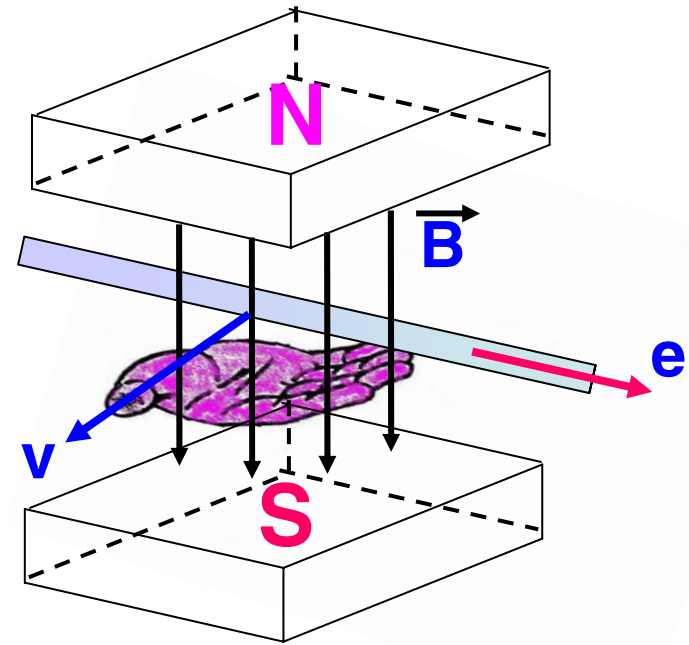
### b, Thanh dẫn chuyển động từ trường :

Khi thanh dẫn chuyển động vuông góc với đường sức của từ trường thì trong thanh dẫn sẽ cảm ứng một sức điện động

$$e = B.l.v$$

### Trong đó :

- \_ B : từ cảm (T)
- \_ l : Chiều dài hiệu dụng của thanh dẫn (m)
- \_ v :Tốc độ thanh dẫn (m/s)



### Định luật cảm ứng điện từ

Nếu thanh dẫn chuyển động nghiêng một góc với đường sức của từ trường thì sức điện trong thanh dẫn :

$$e = B.l.v.\sin\alpha$$

## Các định luật cơ bản:

### 2. Định luật lực điện từ :

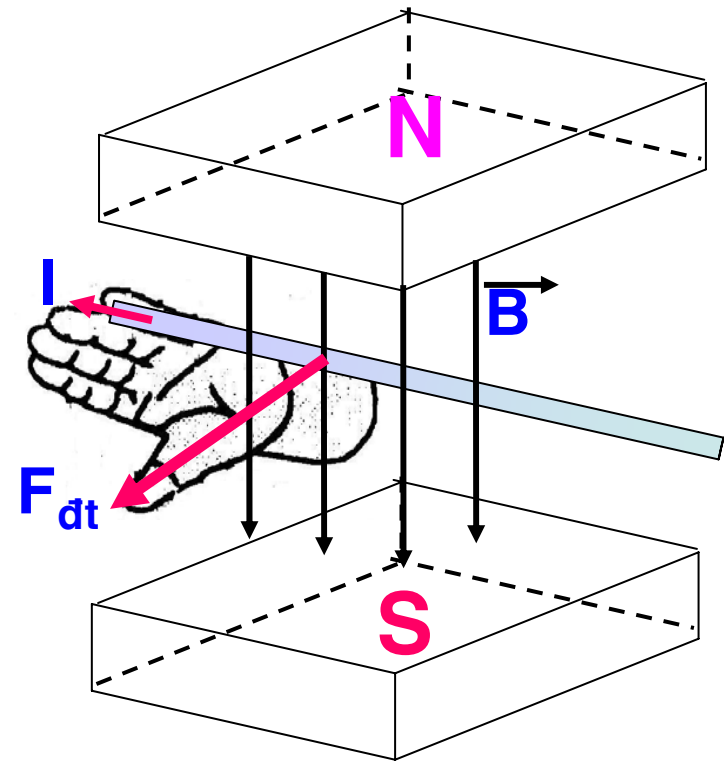
Khi thanh dẫn có dòng điện chạy qua đặt thẳng góc với đường sức của từ trường thì thanh dẫn sẽ chịu tác dụng một lực điện từ :

$$F_{dt} = B.i.l \quad (N)$$

\* chiều được xác định theo qui tắc bàn tay trái

Trong đó :

- \_ B : từ cảm (T)
- \_ I : Dòng điện
- \_ l : chiều dài hiệu dụng (m)



**Định luật lực điện từ**

## II. Các vật liệu chế tạo máy điện :

### 1. Vật liệu dẫn điện:

Vật liệu chủ yếu sử dụng là đồng hay nhôm. Các dây dẫn bên ngoài được bọc một lớp cách điện bằng : sợi vải, sợi thủy tinh, giấy, nhựa hoá học, sơn emay.

### 2. Vật liệu dẫn từ :

Thường dùng là các lá thép Kỹ thuật điện có chiều dày từ : 0.1 – 0,5mm gập lại.

### 3. Vật liệu cách điện :

Dùng để cách điện các bộ phận dẫn điện và không dẫn điện. Các vật liệu này có cường độ cách nhiệt cao, chịu nhiệt tốt, chống ẩm và bền về cơ học.

### 4. Vật liệu kết cấu :

Dùng để chế tạo các chi tiết chịu tác dụng cơ học. Nó thường là gang, thép, kim loại màu.

## Chương 5

# MÁY BIẾN ÁP

### 5.1. Khái niệm chung :

#### 1. Định nghĩa :

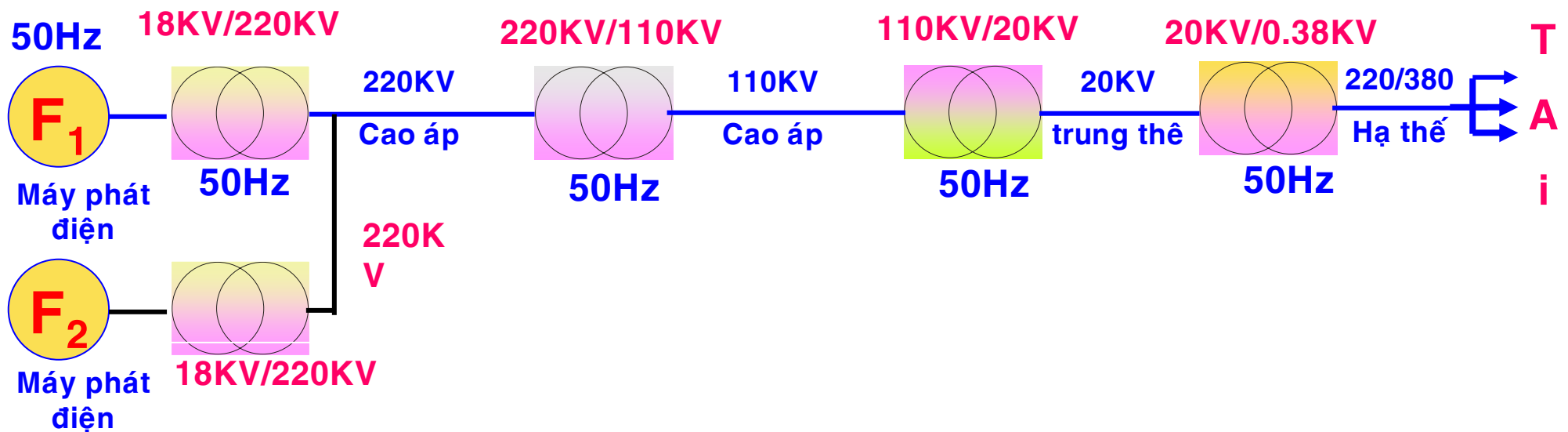
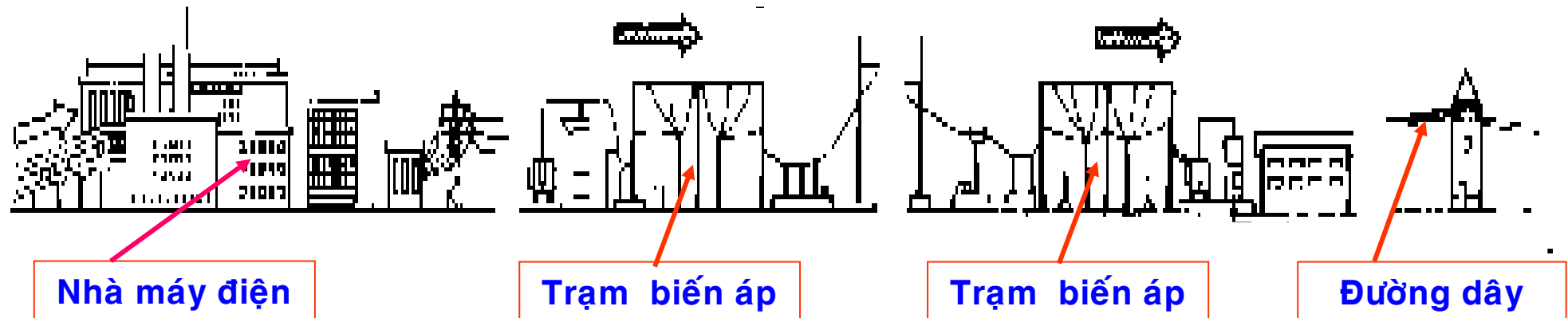
Máy biến áp là một thiết bị điện từ tĩnh, có nhiệm vụ biến đổi điện áp xoay chiều từ cấp này sang cấp khác, có cùng tần số.



#### 2. Vai trò của máy biến áp :

Máy biến áp đóng một vai trò hết sức quan trọng trong hệ thống truyền tải, cung cấp, phân phối và sử dụng năng lượng điện. Nó nhằm biến đổi ra các cấp điện áp thích hợp phù hợp với mục đích và yêu cầu sử dụng.

# Sơ đồ hệ thống truyền tải điện năng :



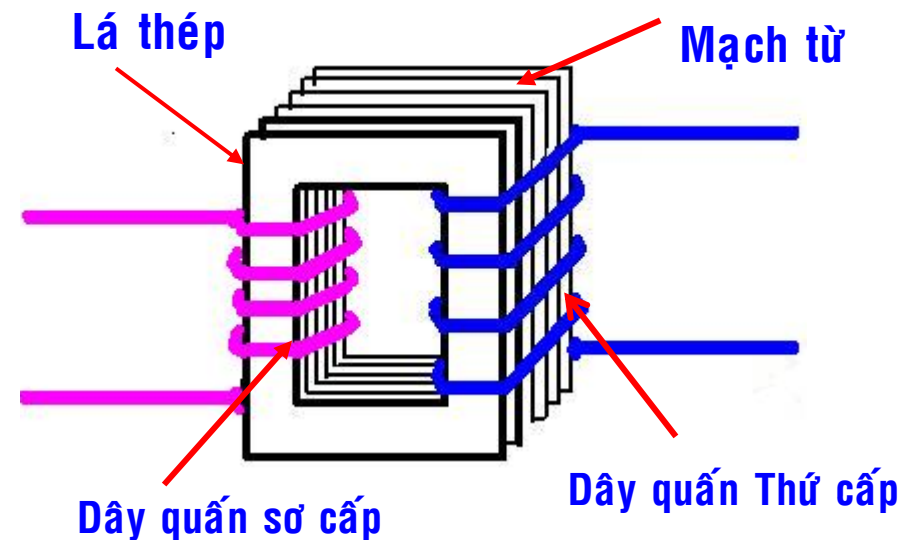


### 3, Cấu tạo :

#### a, Mạch từ :

Mạch từ hay còn gọi là lõi thép dùng làm mạch dẫn từ, đồng thời làm khung để quấn dây quấn, nó được làm bởi các lá thép kỹ thuật điện có chiều dày từ 0,1 – 0,5 mm ghép lại.

Hình dạng, kích thước, trọng lượng phụ thuộc vào công suất của máy



Hình dạng mạch từ

#### b, Dây quấn :

Dây quấn thường làm bằng đồng hoặc bằng nhôm bên ngoài phủ một lớp chất cách điện và được quấn trên mạch từ. Có hai cuộn dây

##### Cuộn sơ cấp :

Là cuộn nhận năng lượng vào  
(cuộn nối với nguồn )

$$u_1, i_1, W_1, r_1, x_1, P_1$$

##### Cuộn thứ cấp :

Là cuộn đưa năng lượng ra  
(cuộn nối với tải)

$$u_2, i_2, W_2, r_2, x_2, P_2$$

## C, Vỏ :

Vỏ của máy biến áp thường được làm bằng làm nhựa, bằng gỗ, bằng thép, bằng gang hoặc tôn mỏng. Trong các máy biến áp có công suất lớn vỏ của máy được chế tạo có dạng bình kín, trong đó được đổ đầy cách điện. Bên ngoài có thêm các lá tản nhiệt hoặc trong nhiều trường hợp phải là mát cưỡng bức bằng quạt.

## 4, Nguyên lý làm việc :

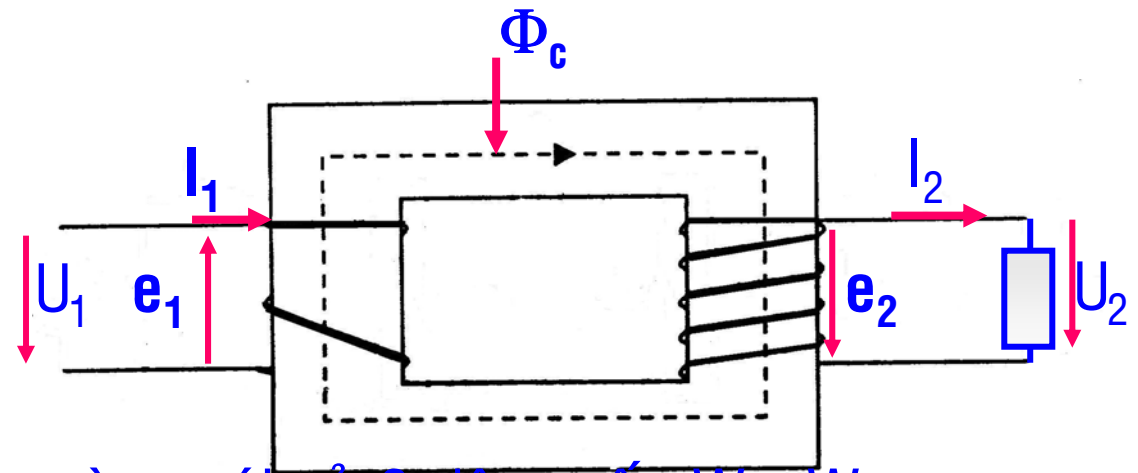
Khi đặt điện áp xoay chiều hình sin  $U_1$  vào dây quấn  $W_1$

dòng điện  $i_1$  sẽ sinh ra một từ

thông  $\Phi_c$  chạy trong mạch từ móc vòng với cả 2 dây quấn  $W_1, W_2$ .

và cảm ứng trong 2 cuộn dây này các s.d.đ  $e_1, e_2$ .

Khi thứ cấp có tải, s.d.đ  $E_2$  sẽ sinh ra dòng điện  $i_2$  đưa ra tải với điện áp  $U_2$



Nếu điện áp  $U_1$  đặt vào sơ cấp có dạng hình sin thì từ thông do nó sinh ra cũng có dạng hình sin:  $\Phi = \Phi_{\max} \cdot \sin \omega t$ . Theo định luật cảm ứng điện từ, sức điện động cảm ứng trong các dây quấn sơ cấp và thứ cấp sẽ là:

$$e_1 = - W_1 \cdot d\Phi/dt$$

$$e_2 = - W_2 \cdot d\Phi/dt$$

Trị hiệu dụng :

$$E_1 = 4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot \Phi_{\max}$$

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot W_2 \cdot \Phi_{\max}$$

Người ta gọi :  $K = E_1/E_2 = W_1/W_2 = U_1/U_2$  là tỷ số biến áp

Nếu :  $K > 1$

MBA hạ áp

$K < 1$

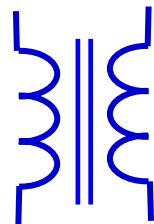
MBA tăng áp

$K = 1$

MBA cách ly (MBA an toàn)

Cuộn sơ và thứ quấn riêng

Ký hiệu MBA



#### 4, Các đại lượng định mức :

Đ.lượng	Tên gọi	Đơn vị
$S_{đm}$	Công suất biểu kiến	VA,KVA
$U_{1đm}$	Điện áp sơ cấp định mức	V,KV
$U_{2đm}$	Điện áp thứ cấp định mức	V,KV
$I_{1đm}$	Dòng điện sơ cấp định mức	A,KA
$I_{2đm}$	Dòng điện thứ cấp định mức	A,KA
$f_{đm}$	Tần số dòng điện định mức	Hz,KHz
$P_0$	Tổn hao không tải	W,Kw
$P_n$	Tổn hao ngắn mạch	W,Kw
$i_{\%}$	Dòng điện không tải %	A,KA
$U_{n\%}$	Điện áp ngắn mạch %	V,KV
$\eta_{đm}$	Hiệu suất định mức	

## 5.2. Quan hệ điện từ trong máy biến áp :

### 1. Từ thông và sức điện tản :

\* Khi có dòng điện  $i_1$  chạy trong  $W_1$  nó sinh ra :

\_ Từ thông chính  $\Phi_c$  chạy trong mạch từ, nó sinh ra các sức điện động  $e_1, e_2$  .

\_ Từ thông tản  $\Phi_{t1}$  khép các vòng dây  $W_1$  qua không khí nó sinh ra sức điện động tản:

$$e_{t1} = L_1 \cdot di_1/dt$$

Viết dưới dạng phức :

$$\dot{E}_{t1} = j\omega \cdot L_1 \cdot \dot{I}_1 = jX_1 \cdot \dot{I}_1$$

$X_1$  : Điện kháng cuộn sơ cấp :

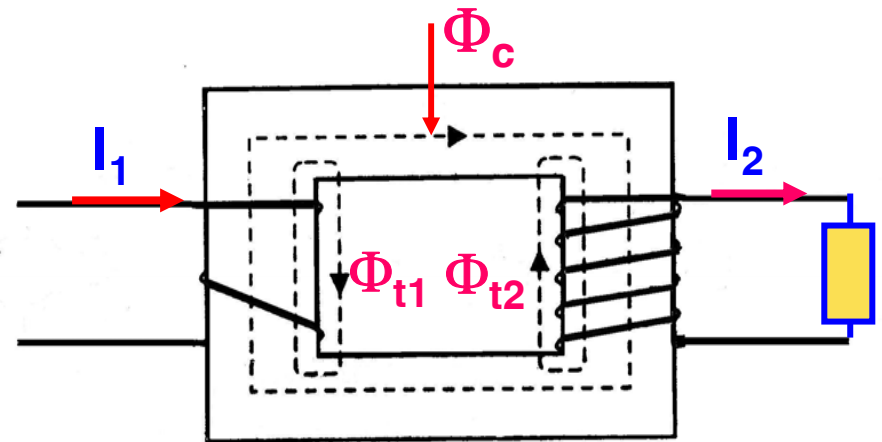
\* Khi thứ cấp mang tải, dòng điện  $I_2$  chạy trong  $W_2$  sẽ sinh ra từ thông tản  $\Phi_{t2}$  và sinh ra sức điện động tản:

$$e_{t2} = L_2 \cdot di_2/dt$$

Viết dưới dạng phức :

$$\dot{E}_{t2} = j\omega \cdot L_2 \cdot \dot{I}_2 = jX_2 \cdot \dot{I}_2$$

$X_2$  : Điện kháng cuộn thứ cấp :



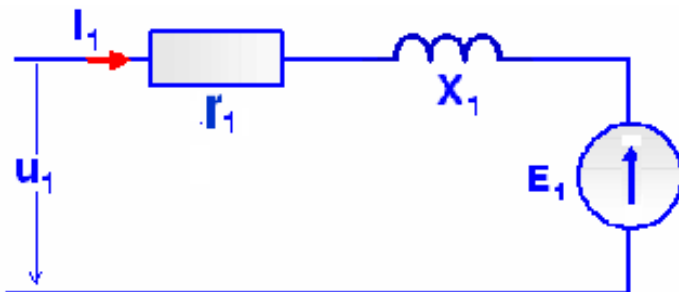
## 5.2. Quan hệ điện từ trong máy biến áp :

### 2. Phương trình cân bằng điện áp sơ cấp :

Điện áp đặt vào dây quấn sơ  $u_1$  sẽ cân bằng với các thành phần mà nó sinh ra gồm :  $E_1, I_1 \cdot r_1, E_{t1}$

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 \cdot (R_1 + jX_1) - \dot{E}_1$$

Mạch điện thay thế cuộn sơ cấp

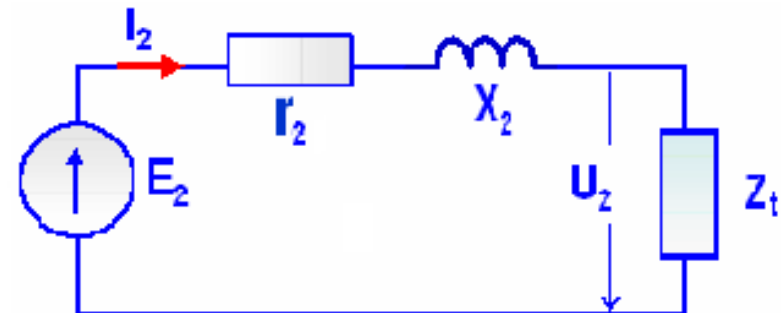


### 3. Phương trình cân bằng điện áp thứ cấp :

Sức điện động sinh ra trong cuộn thứ cấp sẽ cân bằng với các thành phần mà nó sinh ra gồm :  $U_2, I_2 \cdot r_2, E_{t2}$

$$\dot{E}_2 = \dot{I}_2 \cdot (R_2 + jX_2) + \dot{U}_2$$

Mạch điện thay thế cuộn thứ cấp



#### 4. Phương trình cân bằng điện sức từ động :

\* Sức từ động của một cuộn dây :  $F = I \cdot W$  (A.vòng) nó sẽ sinh ra từ thông  $\Phi$

\* Một thiết bị :  $F = \sum I_i \cdot W_i$

Trong máy biến áp : gồm sức từ động của cuộn sơ và thứ cấp

\* Lúc không tải : (  $i_2 = 0$  )  $F_0 = I_{10} \cdot W_1$   
\* Lúc có tải :  $F_t = I_1 \cdot W_1 + I_2 \cdot W_2$   $\left\{ \text{Sinh ra } \Phi_{\max}$

*Vì  $u_1 = \text{cons}, e_1 = \text{cons}$  nên  $\Phi_{\max} = \text{const}$ . Do vậy  $F_0 = F_t$*

$$I_{10} \cdot W_1 = I_1 \cdot W_1 + I_2 \cdot W_2$$

Hay

$$I_1 = I_0 + I_2$$

với  $I_2 = -i_2/k$  (dòng điện qui đổi thứ cấp về sơ cấp)

## 5. Mạch điện thay thế máy biến áp :

### a. Qui đổi các đại lượng thứ cấp về sơ cấp :

Trong thực tế  $W_1 \neq W_2$  nên :  $E_1 \neq E_2$

Tưởng tượng một máy BA có  $W'_2 = W_1$  nên  $E'_2 = E_1$

Như vậy ta có thể nối hai mạch điện sơ cấp và thứ cấp lại với nhau.

Theo điều kiện bảo toàn năng lượng các đại lượng thứ cấp sẽ được qui đổi về sơ cấp .

$$r'_2 = k^2 \cdot r_2$$

$$x'_2 = k^2 \cdot x_2$$

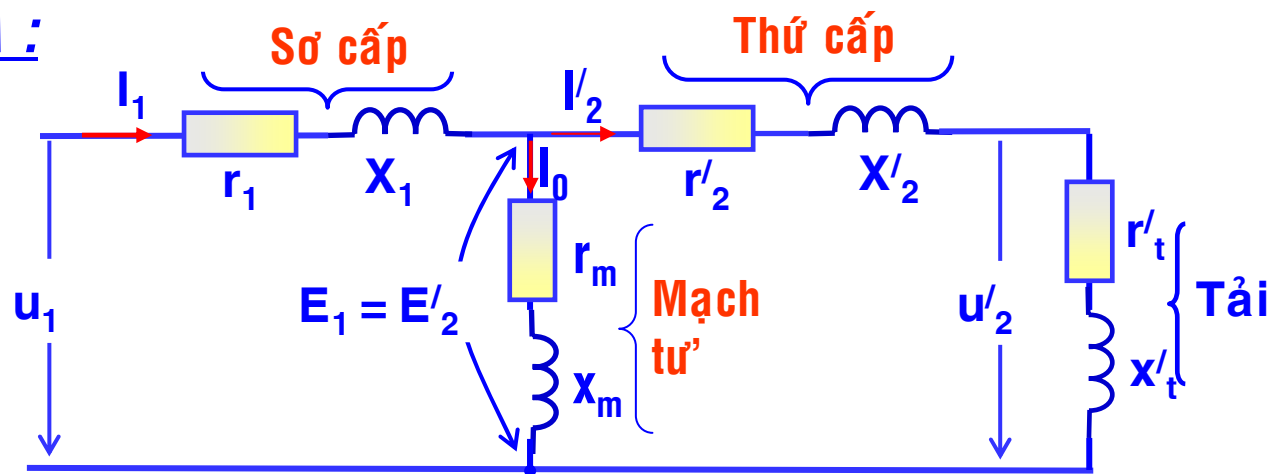
$$U'_2 = k \cdot U_2$$

$$r'_t = k^2 \cdot r_t$$

$$x'_t = k^2 \cdot x_t$$

### b. Mạch điện thay thế MBA :

Từ các phương trình cân bằng điện từ và các đại lượng qui đổi thứ cấp về sơ cấp máy biến áp được thay thế bởi một mạch điện





## 5.3. Xác định các thông số của máy biến áp :

### 1. Thí nghiệm không tải :

#### a. Sơ đồ thí nghiệm :

- \_ Thứ cấp để hở ( $i_2 = 0$ )
- \_ Đặt  $U_1 = U_{1đm}$
- \_ A chỉ dòng điện  $I_0$  (K.tải)
- \_  $V_1$  chỉ điện áp đặt vào sơ cấp ( $U_{10}$ )
- \_  $V_2$  chỉ điện áp cuộn thứ cấp ( $U_{20}$ )
- \_ W chỉ công suất không tải ( $P_0$ )

#### b. Xác định các tham số :

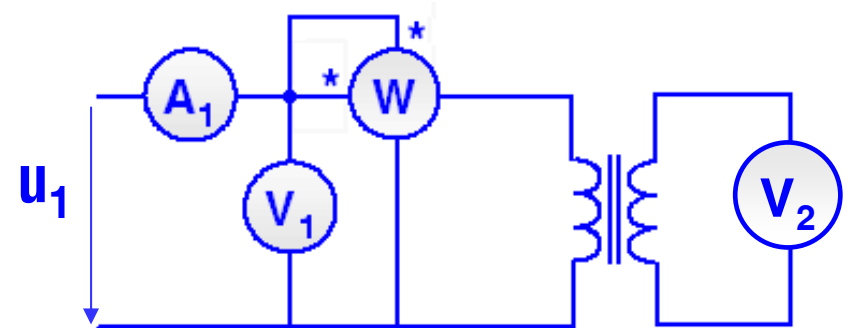
Từ thí nghiệm không tải ta có :

$$k = U_{1đm} / U_{2đm} = V_1 / V_2$$

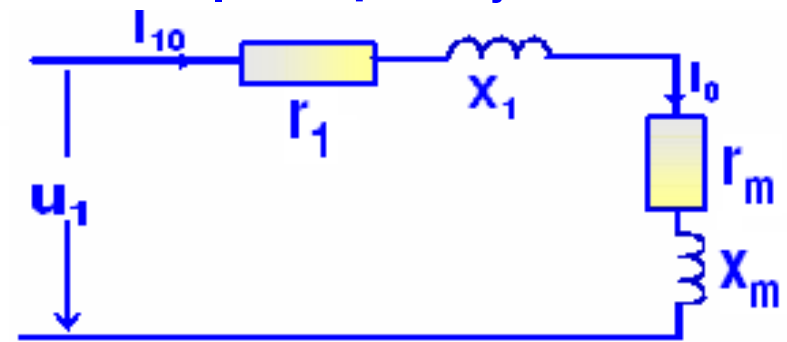
$$z_0 = U_{1đm} / I_{10} = V_1 / A_1$$

$$r_0 = P_0 / I_0^2 = P_W / I_A^2$$

$$x_0 = \sqrt{z_0^2 - r_0^2}$$



#### Mạch điện thay thế



Thường  $r_1 \ll r_m$ ,  $x_1 \ll x_m$ .

Do vậy ta có :

$$r_m = P_0 / I_0^2 = P_W / I_A^2$$

$$x_m = \sqrt{z_0^2 - r_0^2}$$

**Chú ý :** Dòng điện không tải thường được tính dưới dạng%

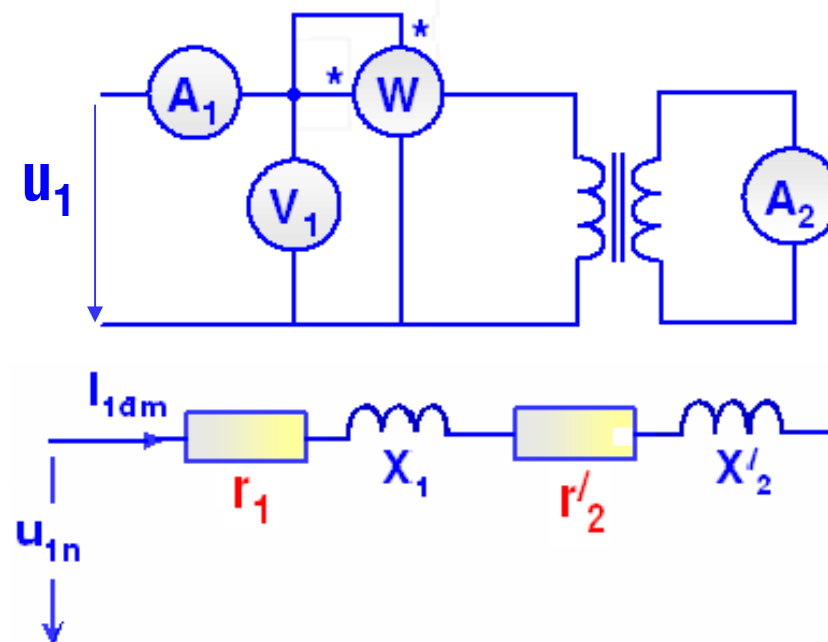
$$i_0\% = I_0 \cdot 100\% / I_{1đm}$$

## 5.3. Xác định các thông số của máy biến áp :

### 2. Thí nghiệm ngắn mạch :

#### a, Sơ đồ thí nghiệm :

- \_ Ngắn mạch thứ cấp (nối qua A)
- \_ Đặt  $U_1 = U_{1n}$  điện áp ngắn mạch (Điện áp đặt vào sơ cấp để dòng điện trong cuộn sơ và thứ đạt định mức)
- \_  $A_1$  chỉ dòng điện sơ cấp ( $I_{1đm}$ )
- \_  $A_2$  chỉ dòng điện thứ cấp ( $I_{2đm}$ )
- \_  $V_1$  chỉ điện áp ngắn mạch ( $U_{1n}$ )
- \_  $W$  chỉ công suất ngắn mạch ( $P_n$ )



Mạch điện thay thế

Từ thí nghiệm ngắn mạch ta có :

$$Z_n = U_{1n} / I_{1đm}$$

$$r_n = P_n / I_{1đm}^2 = P_W / I_{A1}^2$$

$$x_n = \sqrt{Z_n^2 - R_n^2}$$

Thường  $r_1 = r'_2$ ,  $x_1 = x'_2$ , do vậy ta có :

$$\text{Sơ cấp} \left\{ \begin{array}{l} * r_1 = r'_2 = P_n / 2 \cdot I_{1đm}^2 \\ * x_1 = x'_2 = 1/2 \sqrt{Z_n^2 - r_n^2} \end{array} \right.$$

$$\text{Thứ cấp} \left\{ \begin{array}{l} * r_2 = r'_2 / k^2 \\ * x_2 = x'_2 / k^2 \end{array} \right.$$

Chú ý : Điện áp ngắn mạch thường được tính dưới dạng%

$$u_n \% = U_{1n} \cdot 100\% / U_{1đm}$$

### 3. Hiệu suất máy biến áp :

Nếu gọi :

**$P_1$  : Công suất điện đặt vào cuộn sơ cấp :**

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi_1$$

Khi máy biến áp làm việc có các tổn hao sau :

\* Tổn hao đồng dây quấn sơ cấp :

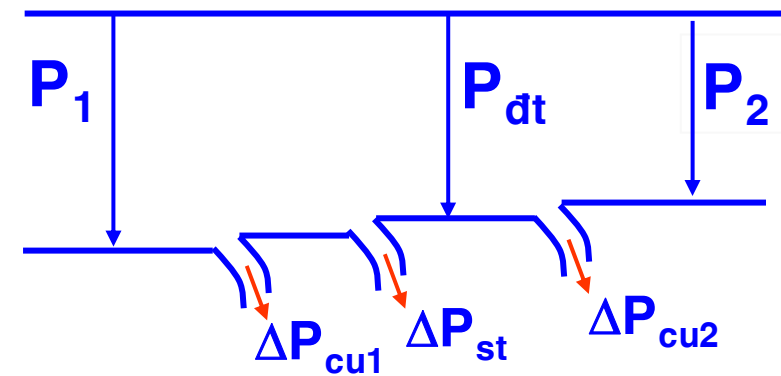
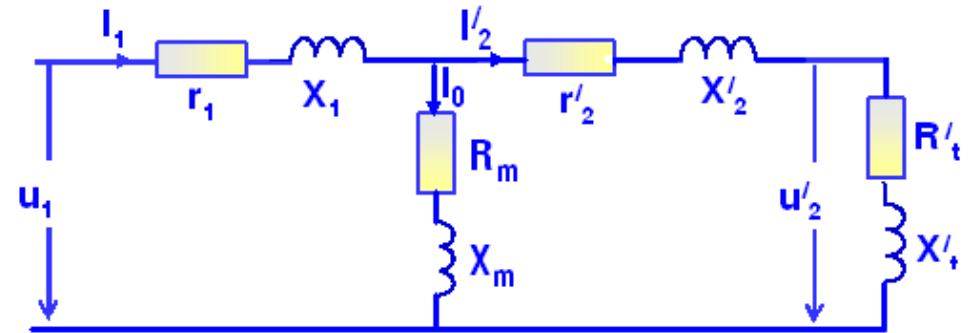
$$\Delta P_{cu1} = I_1^2 \cdot R_1$$

\* Tổn hao sắt từ :

$$\Delta P_{st} = I_0^2 \cdot R_m = P_0$$

\* Công suất điện từ chuyển qua thứ cấp

$$P_{đt} = P_1 - (\Delta P_{cu1} + \Delta P_{st})$$



Giải đồ năng lượng

\* Tổn hao đồng dây quấn thứ cấp :

$$\Delta P_{cu2} = I_2^2 \cdot R_2$$

\* Công suất lấy ra trên thứ cấp :

$$P_2 = P_{đt} - \Delta P_{cu2}$$

\* **Hiệu suất :**

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_{st} + \Delta P_{cu}}$$

Trong đó :  $\Delta P_{cu} = \Delta P_{cu1} + \Delta P_{cu2}$  tổn hao đồng

\* **Khi làm việc định mức :**

- $P_2 = P_{2đm}$
- $\Delta P_{st} = P_0$  tổn hao không tải
- $\Delta P_{cu} = P_n$  tổn hao ngắn mạch

$$\eta_{đm} = \frac{P_{đm}}{P_{đm} + P_0 + P_n}$$

$$\eta_{đm} = \frac{S_{đm} \cdot \cos\varphi_2}{S_{đm} \cdot \cos\varphi_2 + P_0 + P_n}$$

\* **Khi làm việc ở một tải bất kỳ với hệ số tải  $\beta_t = I_2/I_{2đm} = S_2/S_{đm}$**

- $P_2 = \beta_t \cdot P_{2đm}$
- $\Delta P_{st} = P_0 = \text{const}$
- $\Delta P_{cu} = \beta_t^2 \cdot P_n$

$$\eta = \frac{\beta_t \cdot S_{đm} \cdot \cos\varphi_2}{\beta_t \cdot S_{đm} \cdot \cos\varphi_2 + P_0 + \beta_t^2 \cdot P_n}$$

\* **Nếu  $\cos\varphi = \text{const}$ , hiệu suất của máy đạt cực đại khi :  $d\eta/d\beta_t = 0$**

Hay :  $\beta_{tmax}^2 \cdot P_n = P_0$

Từ đó :  $\beta_{tmax} = \sqrt{P_0 / P_n}$

$$\eta_{max} = \frac{\beta_{tmax} \cdot S_{đm} \cdot \cos\varphi_2}{\beta_{tmax} \cdot S_{đm} \cdot \cos\varphi_2 + P_0 + \beta_{tmax}^2 \cdot P_n}$$

## 4. Độ biến thiên của điện áp thứ cấp :

Khi biến áp có tải, sự thay đổi tải gây nên sự thay đổi điện áp thứ cấp. Khi điện áp sơ cấp định mức, độ biến thiên điện áp là :

$$\Delta U_2 = U_{2đm} - U_2$$
$$\Delta U_2 \% = \frac{\Delta U_2}{U_{2đm}} \cdot 100\%$$

Nếu gọi  $\beta_t = I_2/I_{2đm} = S_2/S_{2đm}$  là hệ số mang tải của máy biến áp thì

$$\Delta U_2 \% = \beta_t \cdot (u_{nr\%} \cdot \cos\varphi_2 + u_{nx\%} \cdot \sin\varphi_2)$$

Trong đó :

$$u_{nr\%} = I_{1đm} \cdot r_n \cdot 100\% / U_{1đm} \quad \text{-- } u_{nr\%}: \text{ Điện áp ngắn mạch tác dụng\%}$$
$$u_{nx\%} = I_{1đm} \cdot x_n \cdot 100\% / U_{1đm} \quad \text{-- } u_{nx\%}: \text{ Điện áp ngắn mạch phản kháng\%}$$

Hoặc:

$$u_{nr\%} = P_n / 10 \cdot S_{đm}$$
$$u_{nx\%} = \sqrt{u_{n\%}^2 - u_{nr\%}^2}$$

Với:    --  $P_n$     (W)  
          --  $S_{đm}$    (KVA)

## 5.4. MÁY BIẾN ÁP BA PHA

### 1. Cấu tạo :

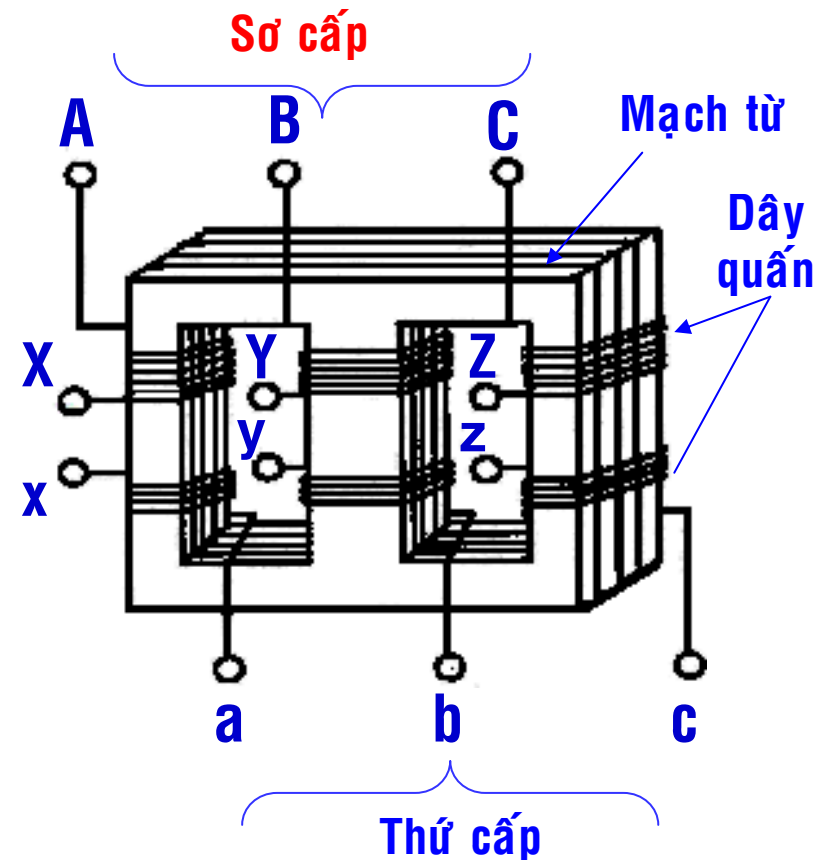
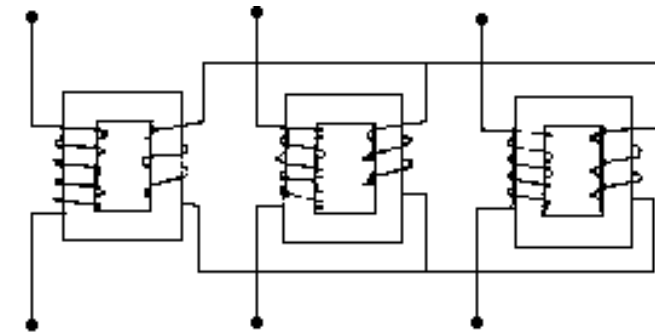
#### a. Tổ máy biến áp ba pha :

Gồm ba máy biến áp một pha ghép lại

#### b. Máy biến áp ba pha:

\* **Mạch từ** : Mạch từ cũng được làm bởi các lá thép kỹ thuật điện, nó thể là 3 pha 3 trụ hay 3 pha 5 trụ.

\* **Dây quấn**: là dây đồng hoặc bằng nhôm bên ngoài được phủ một lớp chất cách điện và được quấn trên các trụ của mạch từ



	Sơ cấp		Thứ cấp	
Pha1	A	X	a	x
Pha2	B	Y	b	y
Pha3	C	Z	c	z

Ký hiệu

## 2, Nguyên lý làm việc :

Tương tự như máy biến áp một pha

### Chú ý :

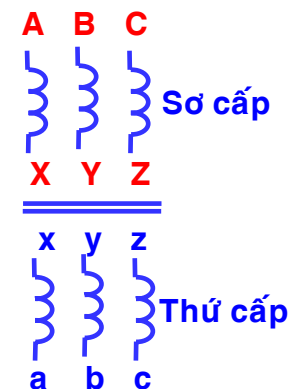
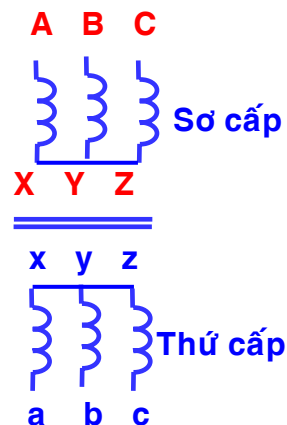
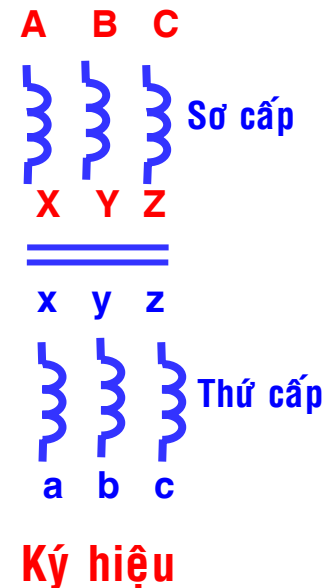
\_ Các phương trình cân bằng điện từ, mạch điện thay thế, hiệu suất tương tự như MBA 1 pha.

\_ Tỷ số biến áp :  $k = U_{d1} / U_{d2}$

Tỷ số này thay đổi theo cách nối các cuộn dây sơ cấp và thứ cấp.

\_ Các đại lượng điện áp và dòng điện được tính theo đại lượng dây và  $P_0, P_n$  được tính cho cả ba pha

Ví dụ: Một máy biến áp ba pha có số vòng dây mỗi pha sơ cấp và thứ cấp là  $W_1, W_2$ .

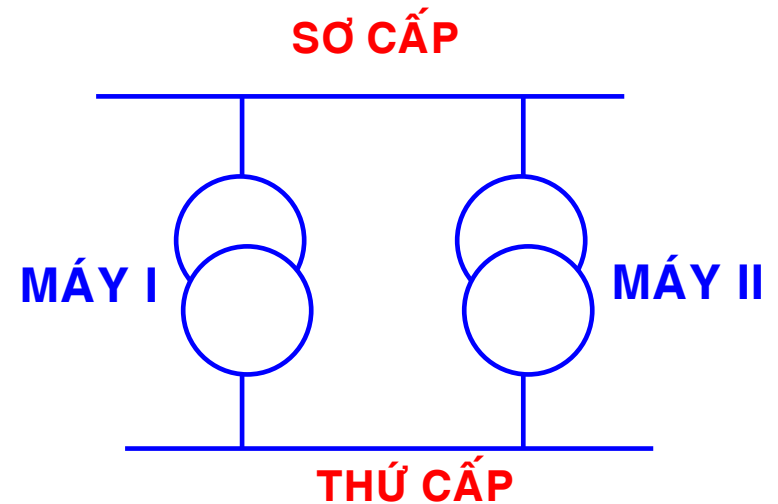


## 5.5.MÁY BIẾN ÁP LÀM VIỆC SONG SONG

### 1. Ý nghĩa :

Trong hệ thống điện,lưới điện các máy biến áp thường làm việc song song.Khi làm việc song song sẽ :

- Cung cấp được công suất lớn
- Đảm bảo việc cung cấp điện được liên tục và sử dụng hiệu quả hơn khi một trong các máy bị hỏng hoặc cần bảo quản,sửa chữa.



### 2. Điều kiện để các máy làm việc song song :

a, Điện áp định mức thứ cấp và sơ cấp phải bằng nhau

$$\begin{matrix} U_{1I} = U_{1II} \\ U_{2I} = U_{2II} \end{matrix} \Rightarrow K_I = K_{II}$$

b,Tổ nối dây các máy phải giống nhau

c, Điện áp ngắn mạch phải bằng nhau

$$u_{nI}\% = u_{nII}\%$$

**Điều kiện này để các máy mang tải tỷ lệ với công suất định mức của chúng**



Công suất các máy mang tải tỷ lệ với điện áp ngắn mạch

$$\frac{S_I}{S_{Iđm}} : \frac{S_{II}}{S_{IIđm}} = \frac{1}{U_{ni\%}} : \frac{1}{U_{nII\%}}$$

Hệ số mang tải khi các máy làm việc song song

$$\beta_i = \frac{S_i}{S_{iđm}} = \frac{S}{U_{ni\%} \cdot \sum \frac{S_{iđm}}{U_{ni\%}}}$$

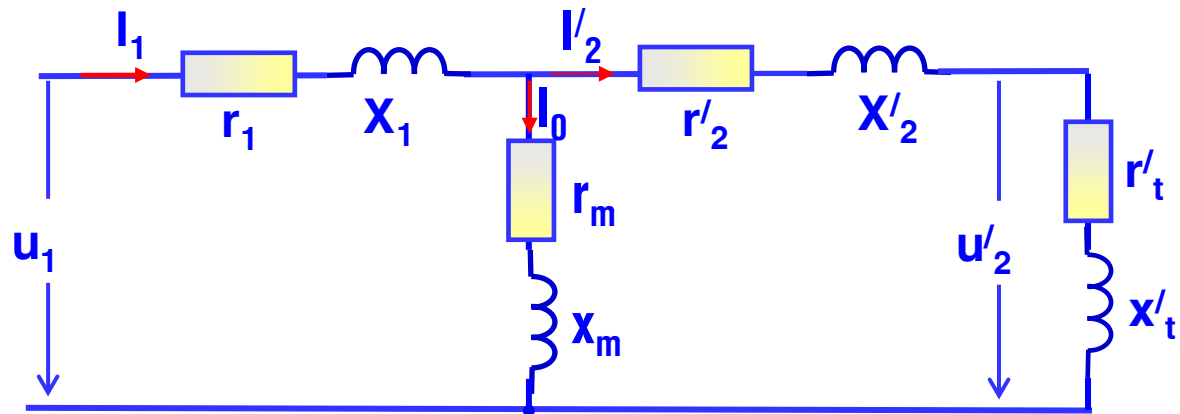
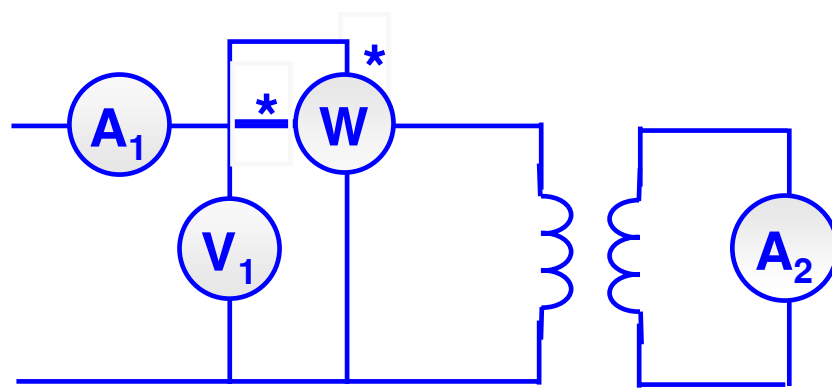
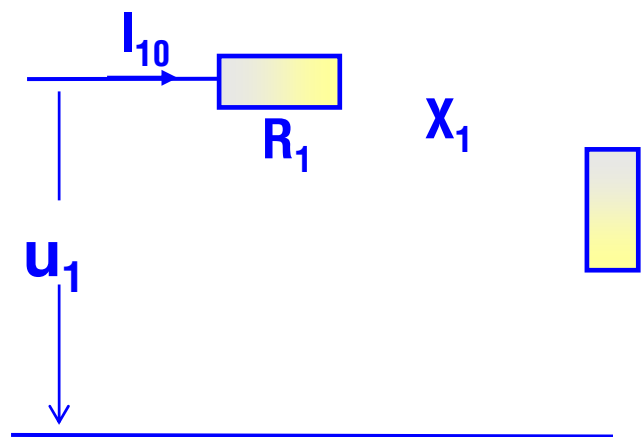
$S_i$  : Công suất máy biến áp thứ I cung cấp cho tải

$S_{iđm}$  : Công suất định mức máy biến áp thứ i

$S$  : Công suất của tải

$$S_I = S_{Iđm} \frac{S}{U_{ni\%} \cdot \sum \frac{S_{iđm}}{U_{ni\%}}}$$

$$S_{II} = S_{IIđm} \frac{S}{U_{nII\%} \cdot \sum \frac{S_{iđm}}{U_{ni\%}}}$$



Tải



