



3.7 Mạch ba pha

3.7.1 Mạch 1 pha và mạch ba pha .

3.7.2 Phân tích mạch ba pha đối xứng .

3.7.3 Phân tích mạch ba pha bất đối xứng .

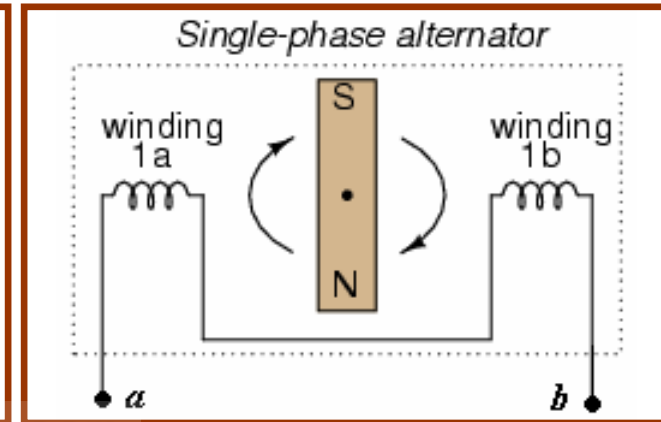
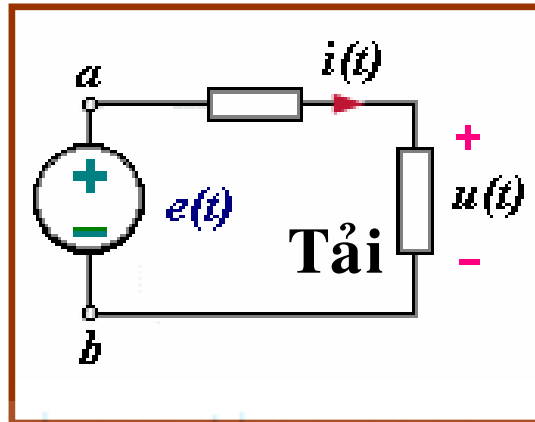
cuu duong than cong . com

3.7.1 Mạch 1 pha và mạch ba pha:

a) Mạch một pha :

❖ Trên nguồn:

$$\begin{cases} e(t) = E_m \cos(\omega t) \\ i(t) = I_m \cos(\omega t - \varphi) \end{cases}$$

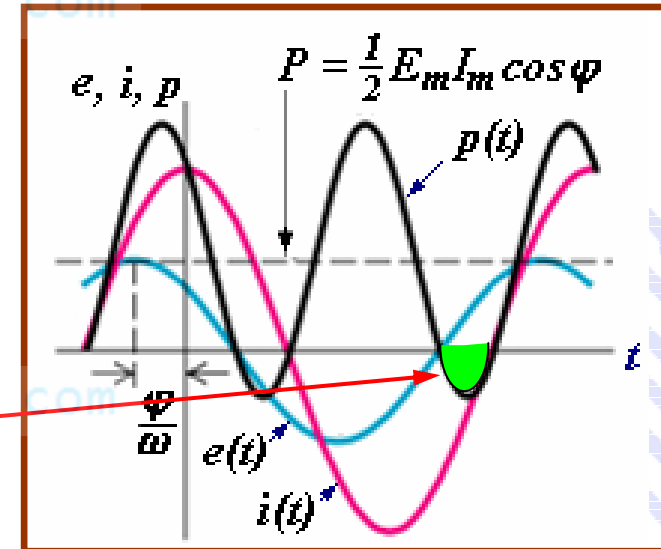


❖ Công suất phát của nguồn:

$$p(t) = \frac{1}{2} E_m I_m \cos \varphi + \frac{1}{2} E_m I_m \cos(2\omega t - \varphi)$$

➤ Công suất phát có giá trị âm.

➤ Không dùng 1 pha truyền csuất đi xa.



b) Mạch ba pha:

❖ MP 3 pha:

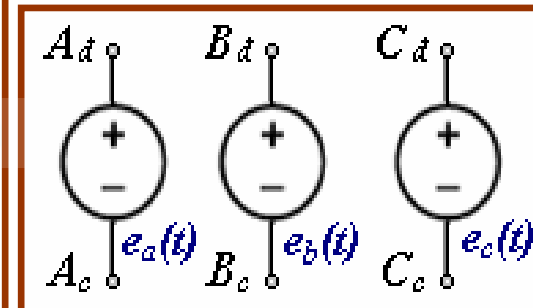
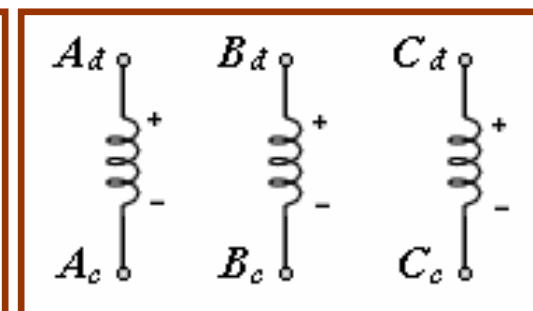
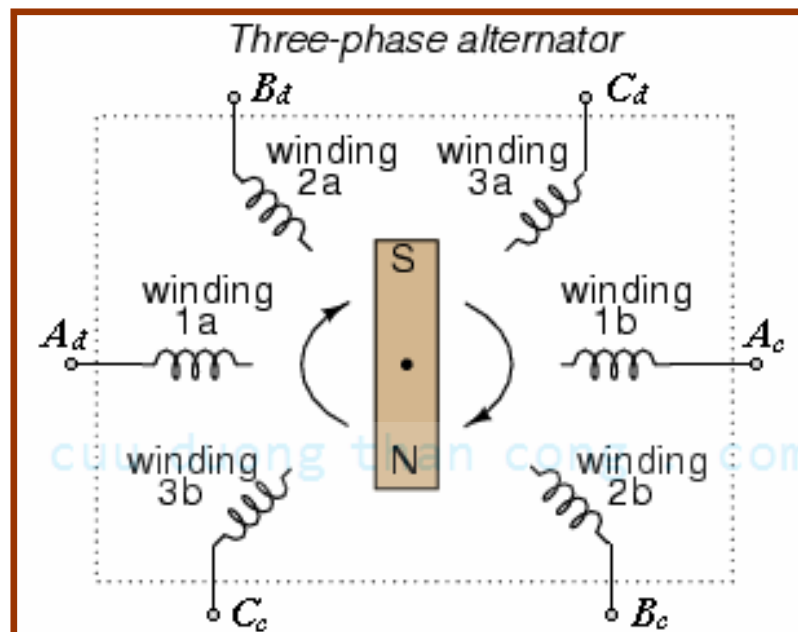
❖ Sơ đồ tương đương 3 nguồn áp :

❖ Tần số là :

$$f = \frac{p \cdot n}{60}$$

(p : số cặp cực, n : vòng/phút)

❖ Sức điện động và Góc lệch pha :



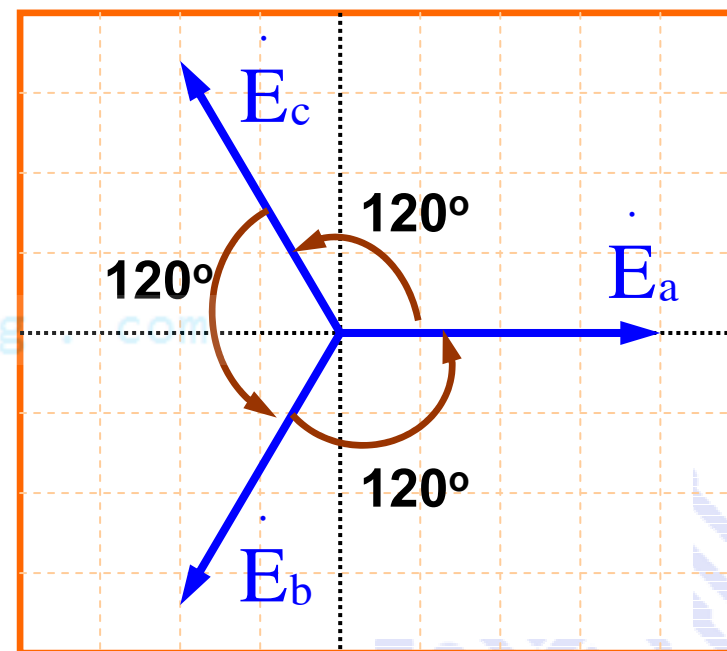
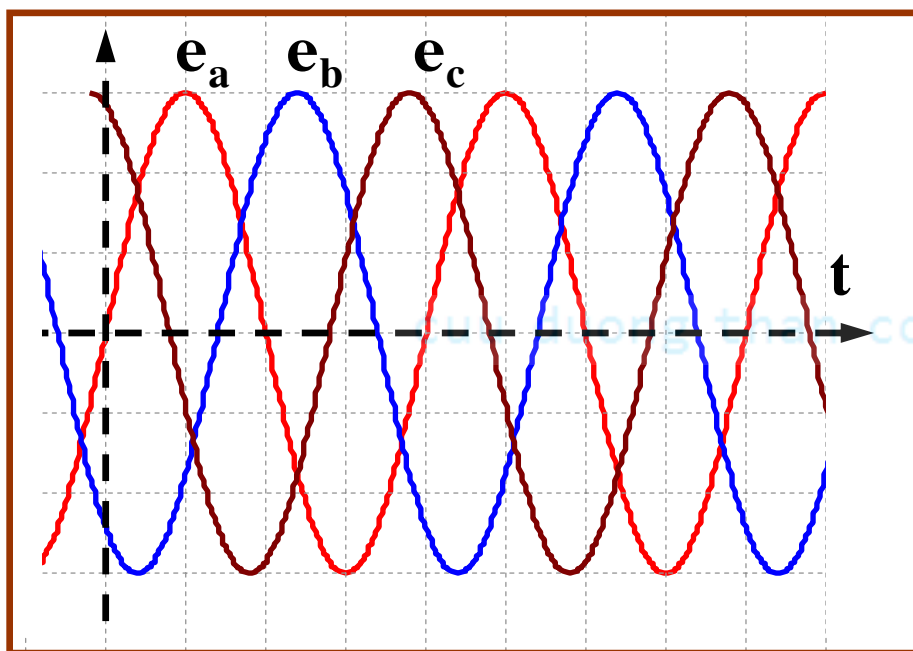
$$\begin{cases} e_a(t) = U_p \sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi_a) \\ e_b(t) = U_p \sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi_b) \\ e_c(t) = U_p \sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi_c) \end{cases}$$

$$|\varphi_a - \varphi_b| = |\varphi_b - \varphi_c| = |\varphi_c - \varphi_a| = \frac{2\pi}{3} = 120^\circ$$

c)

Phân loại nguồn ba pha đối xứng :

c₁) Đối xứng thứ tự thuận (positive sequence) (abc) :



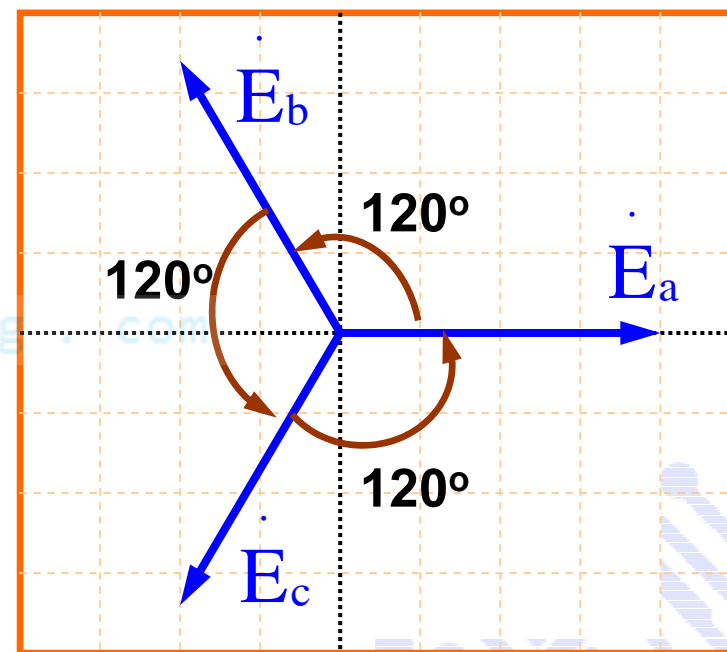
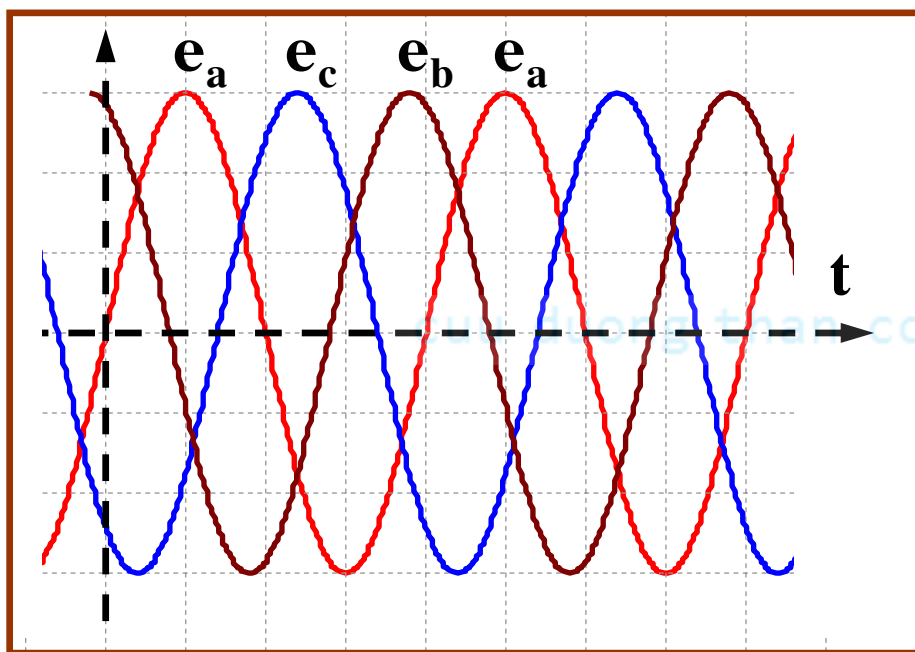
$$\begin{cases} e_a(t) = U_p \sqrt{2} \cos(\omega t) \\ e_b(t) = U_p \sqrt{2} \cos(\omega t - 120^\circ) \\ e_c(t) = U_p \sqrt{2} \cos(\omega t + 120^\circ) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{E}_a = U_p \angle 0^\circ \\ \dot{E}_b = U_p \angle -120^\circ \\ \dot{E}_c = U_p \angle 120^\circ \end{cases}$$

e Circuit

c₂) Đối xứng thứ tự nghịch :

Đối xứng thứ tự nghịch (negative sequence) (cba) :



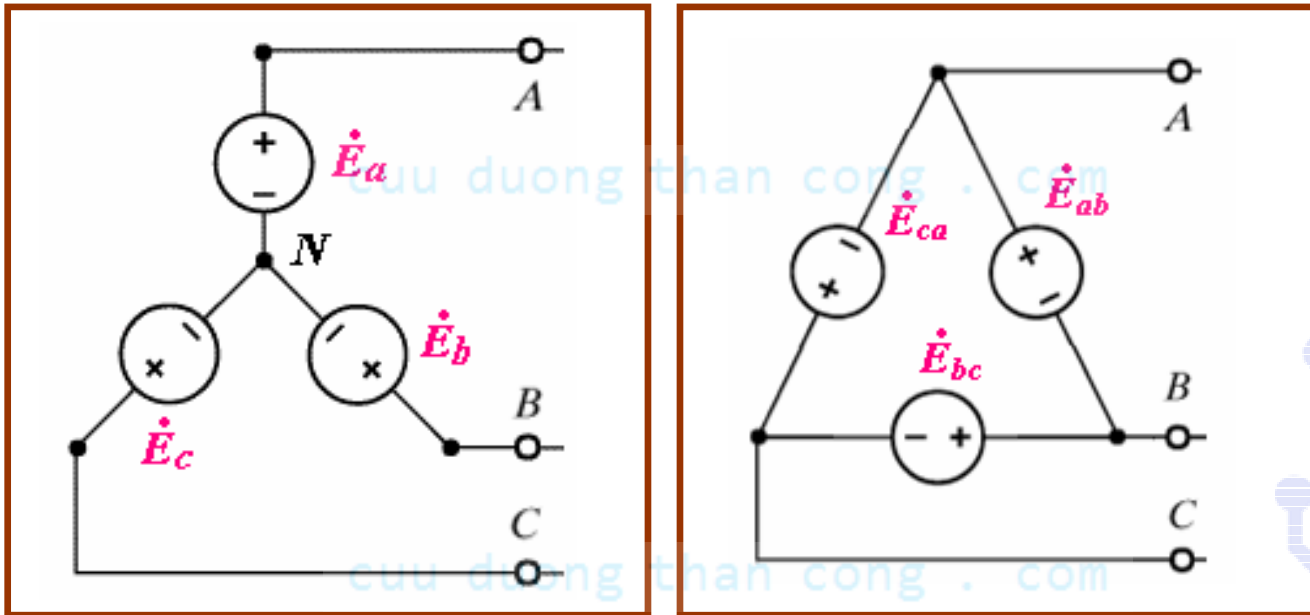
$$\begin{cases} e_a(t) = U_p \sqrt{2} \cos(\omega t) \\ e_b(t) = U_p \sqrt{2} \cos(\omega t + 120^\circ) \\ e_c(t) = U_p \sqrt{2} \cos(\omega t - 120^\circ) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{E}_a = U_p \angle 0^\circ \\ \dot{E}_b = U_p \angle +120^\circ \\ \dot{E}_c = U_p \angle -120^\circ \end{cases}$$

d) Ghép nối mạch ba pha :

❖ Ghép nối nguồn ba pha:

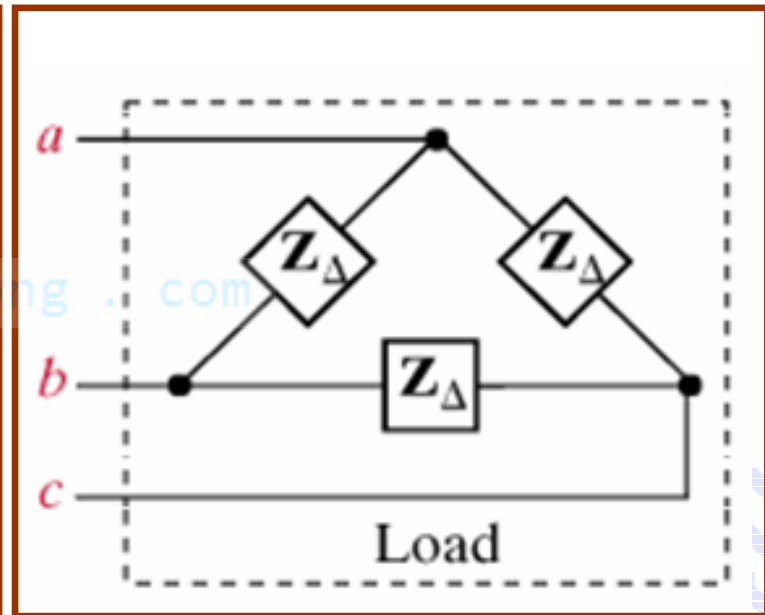
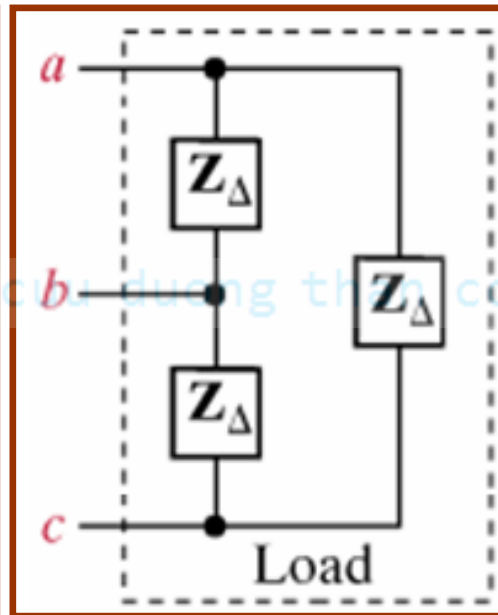
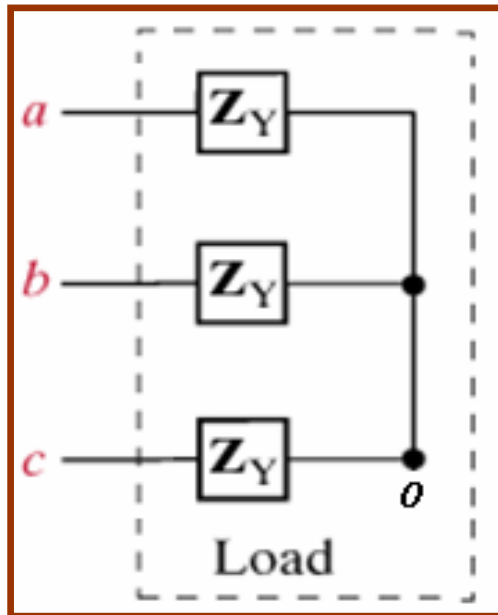
- Có hai kiểu : Ghép sao (Y) và Ghép tam giác (Δ) .



- Trong kiểu ghép sao, N là điểm trung tính nguồn.

❖ Ghép nối tải ba pha :

- Có hai kiểu : Ghép sao (Y) và Ghép tam giác (Δ) .



- Trong kiểu ghép sao, O là điểm trung tính tải.
- Tải đối xứng (symmetrical) nếu ba trở kháng giống nhau ;
bất đối xứng nếu ba trở kháng khác nhau .



e)

Các sơ đồ mạch ba pha cơ bản :

❖ Có 5 sơ đồ chuẩn : Y-Y 4 dây; Y-Y 3 dây ; Y- Δ ; Δ -Y ; Δ - Δ .

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

f) Các khái niệm cơ bản trong hệ 3 pha:

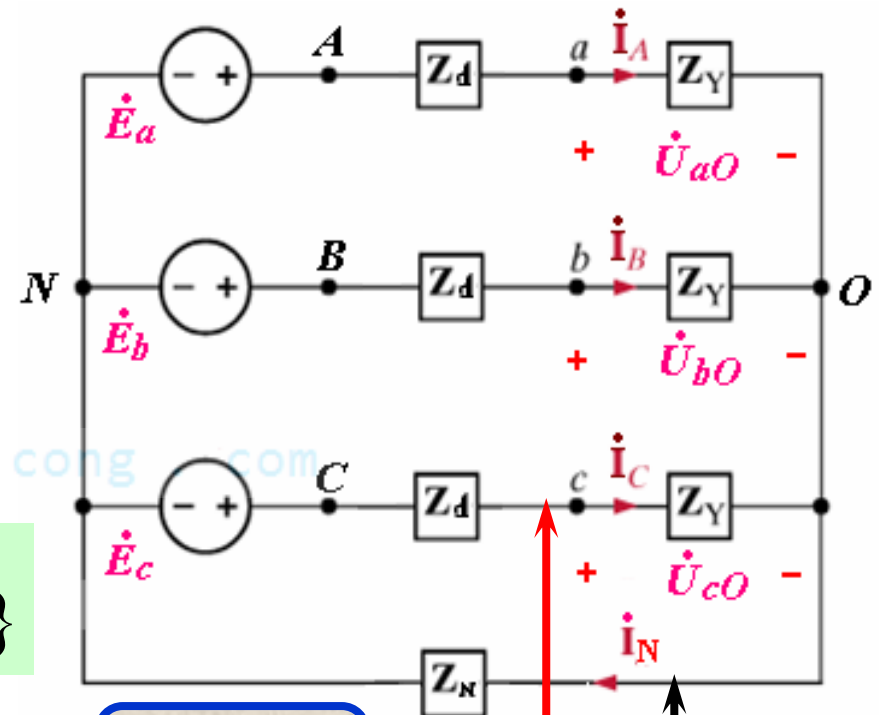
Xét sơ đồ Y-Y 4 dây :

- ❖ 3 dây pha , 1 dây trung tính.
- ❖ **Điện áp pha** : Áp trên mỗi cuộn dây (với nguồn) ; hay trên mỗi trở kháng (với tải).

→ Áp pha tải: $\{ \dot{U}_{aO}; \dot{U}_{bO}; \dot{U}_{cO} \}$

▪ Ví dụ đo áp pha của tải . →

➤ Module của đại lượng áp pha nguồn trong hệ nguồn đối xứng là trị hiệu dụng áp pha U_p .



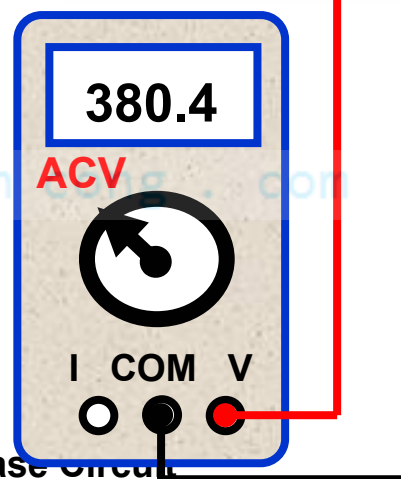
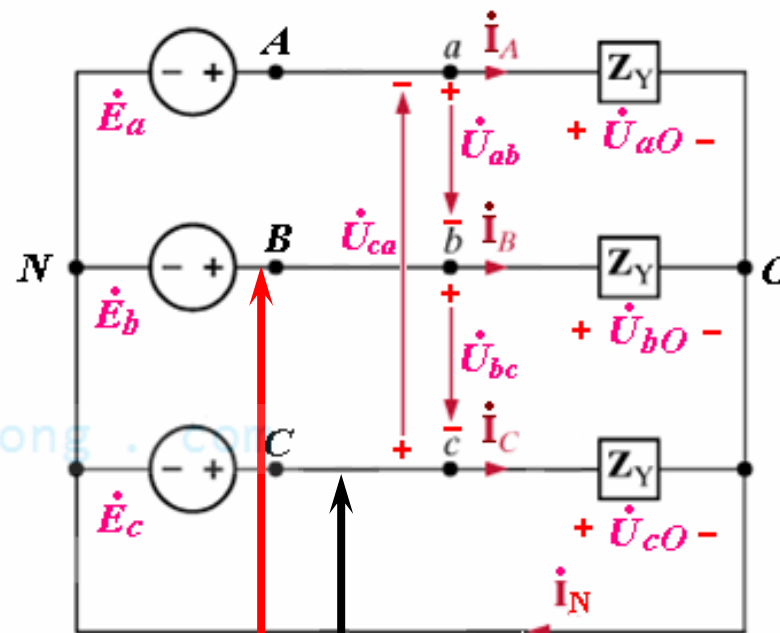
Điện áp dây :

- Áp giữa 2 dây pha trên nguồn hay trên tải .

→ Áp dây tải: $\{ \dot{U}_{ab}; \dot{U}_{bc}; \dot{U}_{ca} \}$

➤ Module của đại lượng áp dây nguồn trong hệ nguồn đối xứng là trị hiệu dụng áp dây U_d : một thông số đặc trưng cho 3 pha.

- Ví dụ đo áp dây nguồn . →



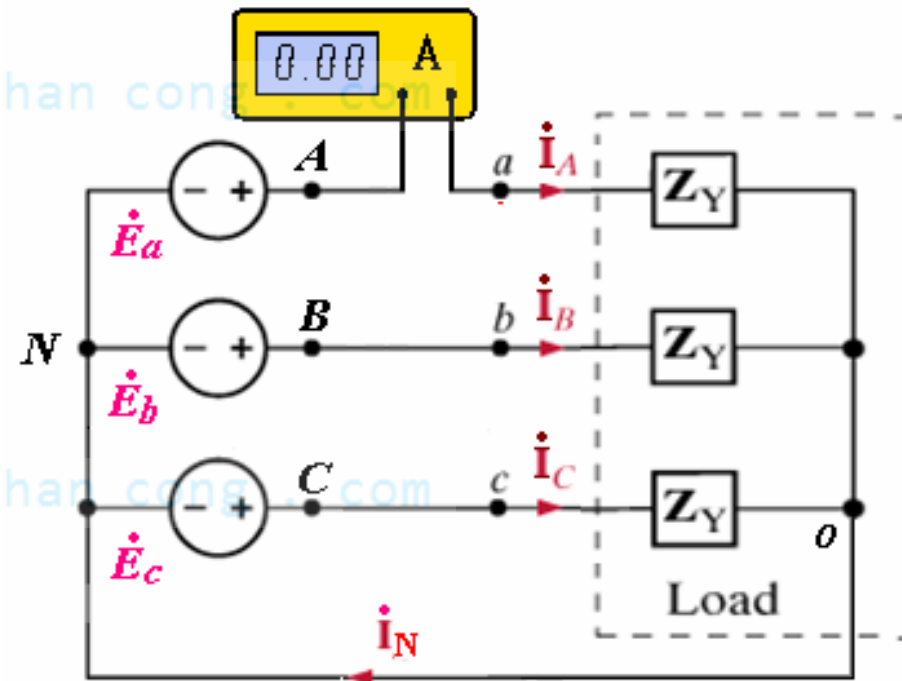
ECA-Ch3.7_3 phase circuit

CuuDuongThanCong.com

❖ Dòng dây :

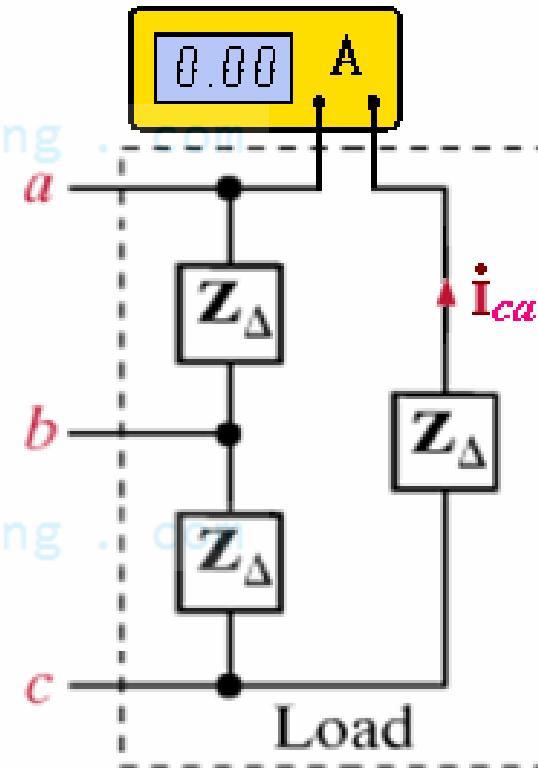
- Dòng dây là dòng trên các dây đi. $\rightarrow \{ \dot{I}_A; \dot{I}_B; \dot{I}_C \}$
- Module của đại lượng dòng dây trong mạch 3 pha đối xứng là trị hiệu dụng dòng dây I_d .

- Ví dụ đo dòng dây:



Dòng pha :

- Dòng qua các trở kháng pha . $\rightarrow \{ \dot{I}_{ab}; \dot{I}_{bc}; \dot{I}_{ca} \}$
- Module của đại lượng dòng pha trong mạch 3 pha đối xứng là trị hiệu dụng dòng pha I_p .
- Ví dụ đo dòng pha của tải Δ :



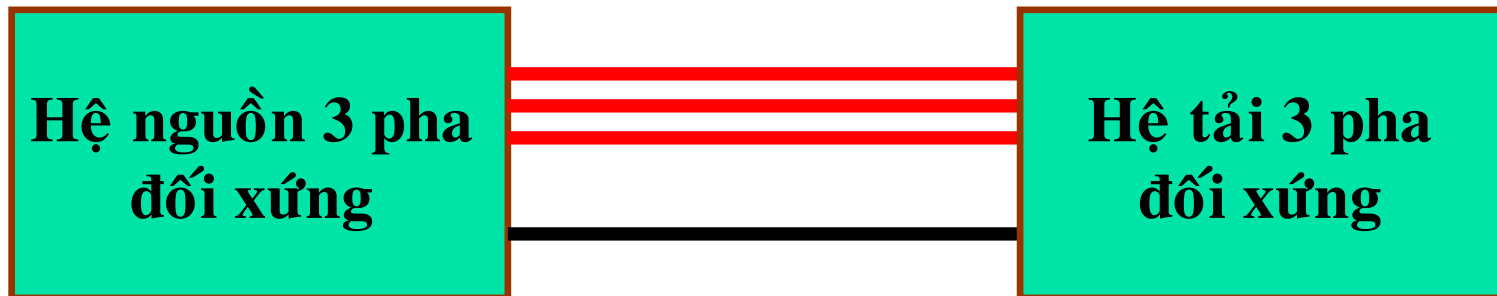


Lưu ý :

- Nếu tải nối hình Y , dòng dây là dòng pha .
- Nếu tải nối hình Δ , áp dây là áp pha .
- Các đại lượng U_d và I_d đặc trưng cho hệ 3 pha , vì chúng độc lập với việc nối sao hay tam giác

cuu duong than cong . com

3.7.2 Phân tích mạch 3 pha đối xứng



a) Định nghĩa

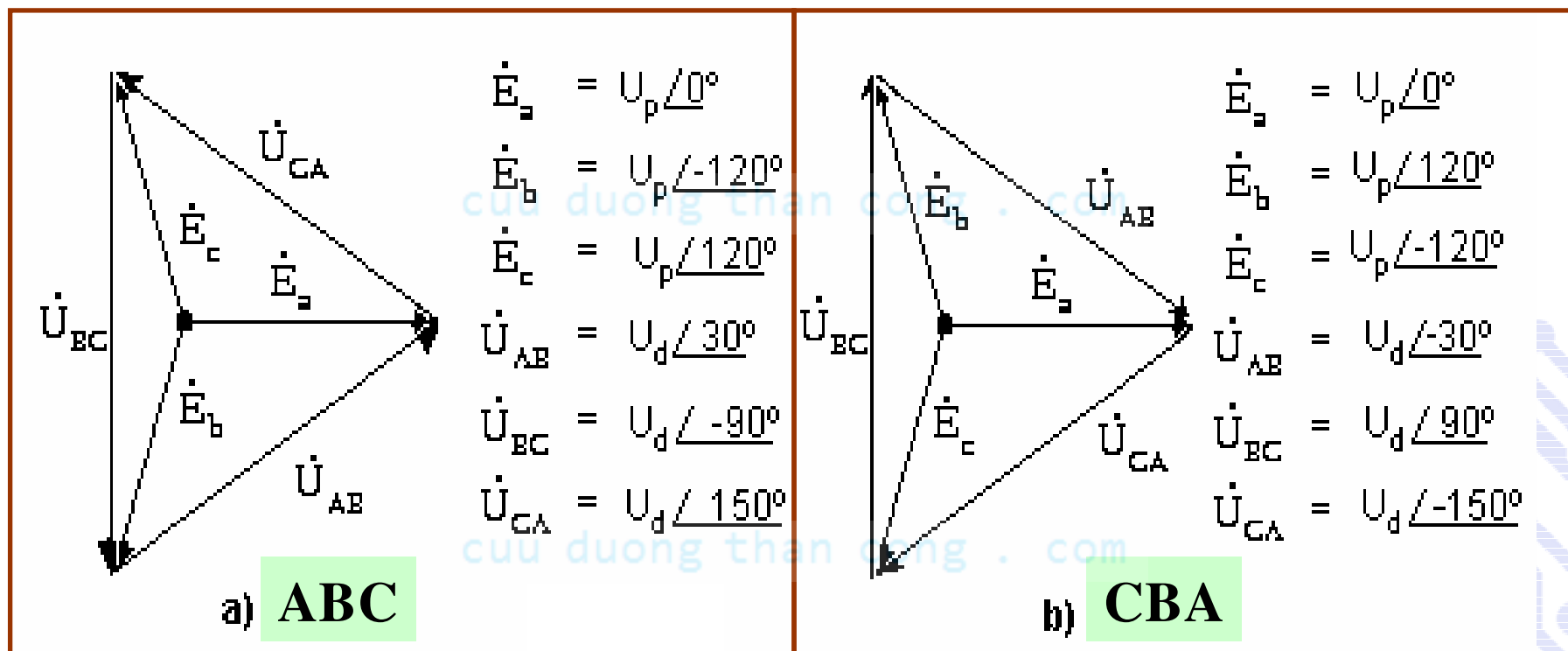
Mạch 3 pha đối xứng (balanced three-phase system)

Nếu:

Hệ nguồn và tải ba pha đều là đối xứng

b) Đặc điểm mạch 3 pha đối xứng :

- Tính đối xứng (thuận-nghịch) được quyết định bởi nguồn 3p.
- Áp pha và dây của hệ nguồn 3 pha đối xứng :



- Một hệ dòng-áp bất kỳ cũng đối xứng $\rightarrow$ Chỉ giải 1 pha

c) Phương pháp sơ đồ một pha :

- Xét sơ đồ Y-Y 4 dây đối xứng, áp pha hiệu dụng của nguồn là U_p .

Có: $\dot{E}_a = U_p \angle 0^\circ$

- Với thế nút CM được $\varphi_O \equiv \varphi_N$

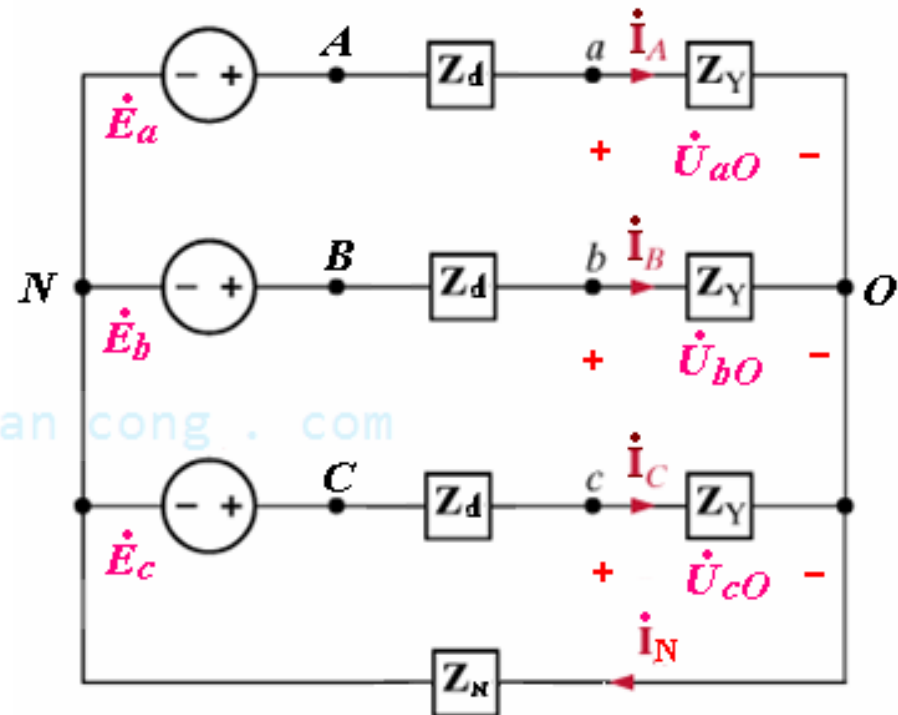
→ Điểm O nối với N.

→ Giải độc lập từng pha.

- Giải pha A → Các pha còn lại



Phương pháp sơ đồ một pha.



❖ Phương pháp sơ đồ 1 pha :

a) Lập sơ đồ 1 pha (thường pha A).

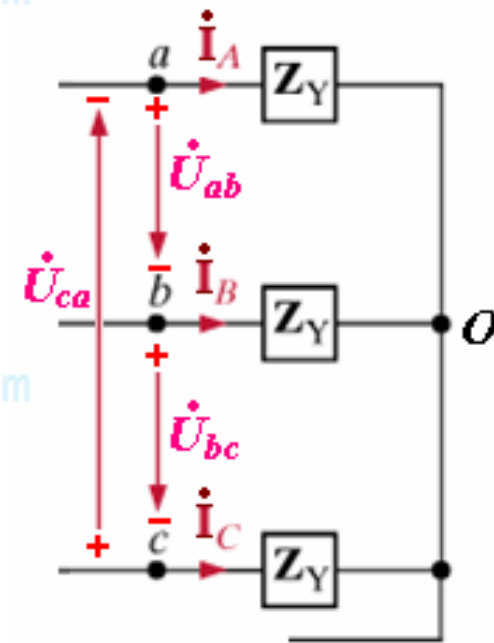
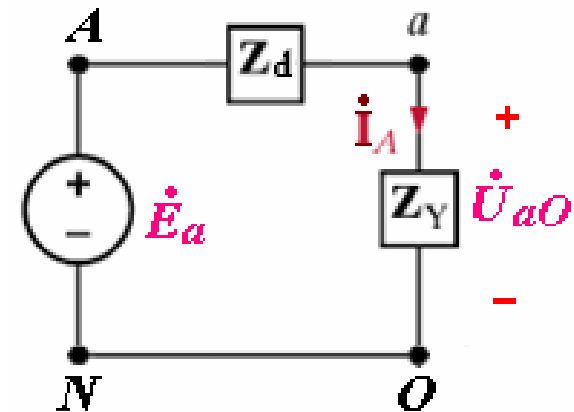
$$\dot{I}_A = \frac{U_p \angle 0^\circ}{Z_Y + Z_d}; \quad \dot{U}_{aO} = Z_Y \cdot \dot{I}_A$$

b) Suy ra các đại lượng (hệ abc) :

$$\begin{cases} \dot{I}_B = \dot{I}_A e^{-j120^\circ} \\ \dot{I}_C = \dot{I}_A e^{j120^\circ} \end{cases} \quad \begin{cases} \dot{U}_{bO} = \dot{U}_{aO} \cdot e^{-j120^\circ} \\ \dot{U}_{cO} = \dot{U}_{aO} \cdot e^{j120^\circ} \end{cases}$$

c) Xác định áp dây trên tải 3 pha :

$$\dot{U}_{ab} = \dot{U}_{aO} \cdot \sqrt{3} \cdot e^{j30^\circ} \Rightarrow \begin{cases} \dot{U}_{bc} = \dot{U}_{ab} \cdot e^{-j120^\circ} \\ \dot{U}_{ca} = \dot{U}_{ab} \cdot e^{j120^\circ} \end{cases}$$



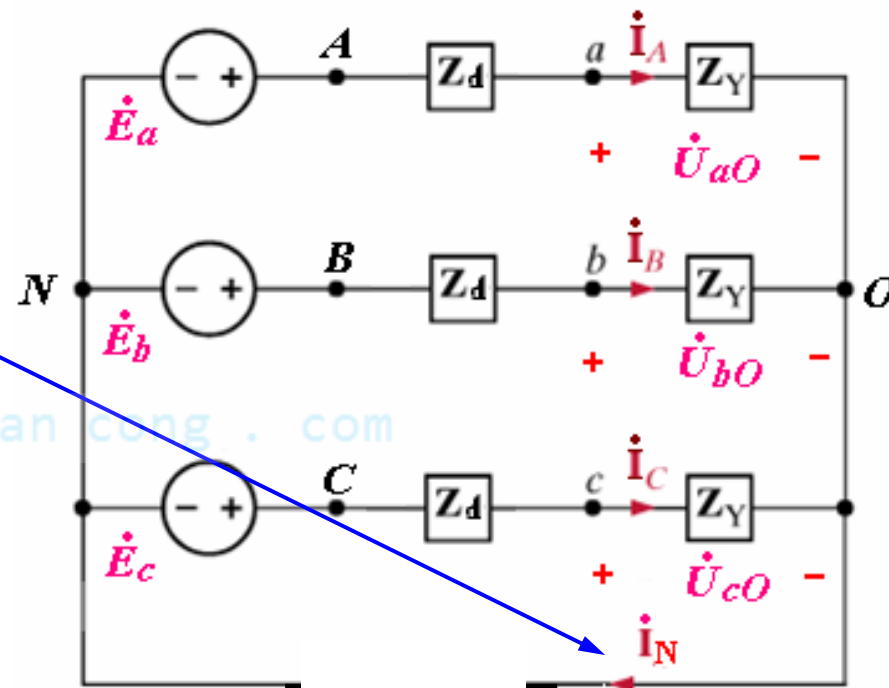
d) Nhận xét mạch 3 pha đối xứng :

i. Dòng trên dây trung tính bằng 0 .

ii. Giá trị Z_N không tồn tại trong sơ đồ 1 pha .

iii. Bài toán không thay đổi nếu $Z_N = 0$,

hay $Z_N = \infty$ (hệ Y-Y 3 dây đối xứng) .



e) Tải đối xứng nối tam giác :

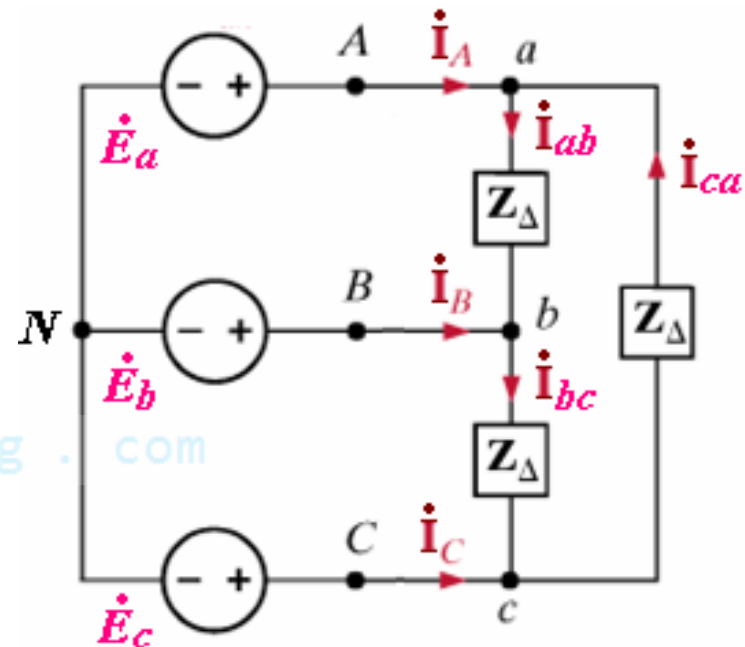
e₁) Nếu $Z_d = 0$:

▪ Tính các dòng pha .

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{\Delta}} = \frac{U_d \angle 30^\circ}{Z_{\Delta}}$$

$$\dot{I}_{bc} = \frac{\dot{U}_{BC}}{Z_{\Delta}} = \dot{I}_{ab} \cdot 1 \angle -120^\circ$$

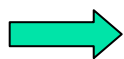
$$\dot{I}_{ca} = \frac{\dot{U}_{CA}}{Z_{\Delta}} = \dot{I}_{ab} \cdot 1 \angle 120^\circ$$



▪ Dòng dây A:

$$\dot{I}_A = \sqrt{3} \cdot \dot{I}_{ab} \cdot e^{-j30^\circ}$$

▪ Các dòng dây còn lại xác định theo quan hệ đối xứng.

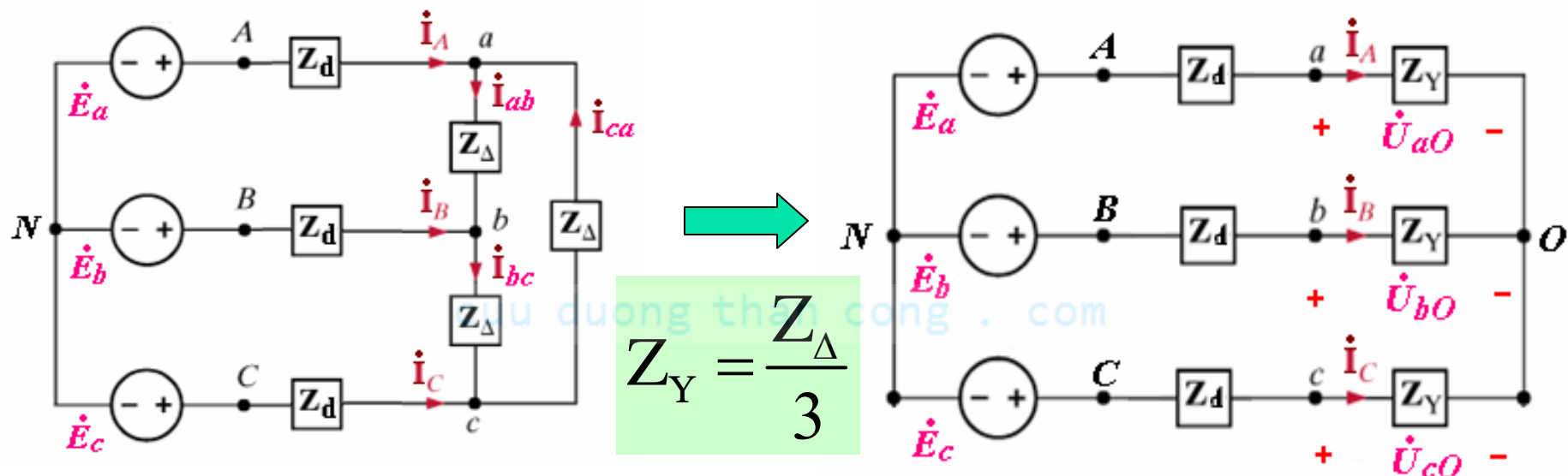


$$\dot{I}_B = \dot{I}_A \cdot e^{-j120^\circ}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_A \cdot e^{j120^\circ}$$

e₂) Nếu $Z_d \neq 0$:

■ Đổi tải Δ về Y :



■ Xác định dòng dây theo sơ đồ 1 pha.

■ Suy ra dòng pha từ dòng dây :

$$\dot{I}_{ab} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \dot{I}_A \cdot e^{j30^\circ}$$



f)

Công suất trong mạch 3 pha đứng:

❖ Công suất trên các pha như nhau.

$$P_A = P_B = P_C$$

$$Q_A = Q_B = Q_C$$

❖ Công suất tác dụng và phản kháng của hệ tải 3 pha khi tải nối Y hay nối Δ : [cuu duong than cong . com](http://cuuduongthancong.com)

$$P = \sqrt{3}.U_d.I_d.\cos\varphi$$

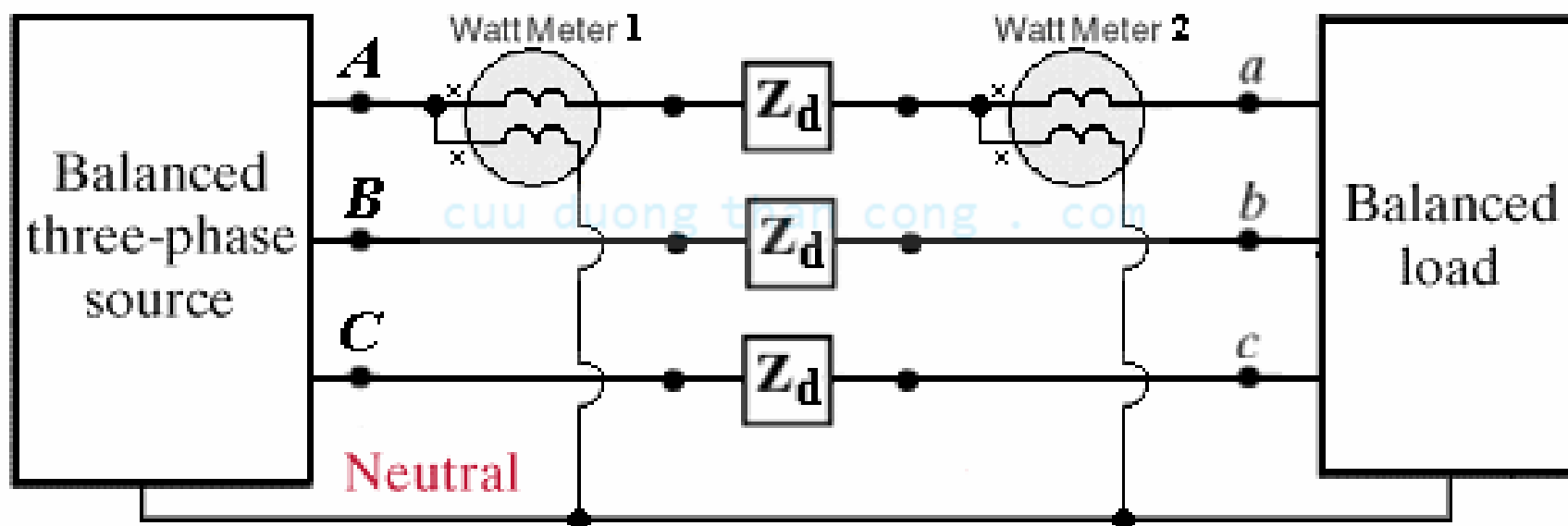
$$Q = \sqrt{3}.U_d.I_d.\sin\varphi$$

❖ Công suất biểu kiến của hệ tải 3 pha :

$$S = 3U_p I_p = \sqrt{3}U_d I_d$$

❖ Đo công suất tác dụng ba pha đối xứng

- Có thể dùng chỉ 1 Wattmeter để đo công suất tác dụng.



- Công suất phát của nguồn 3 ϕ :

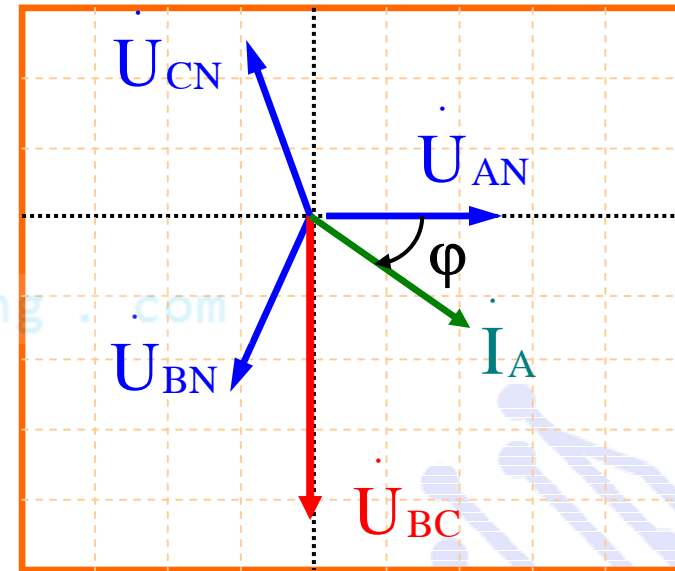
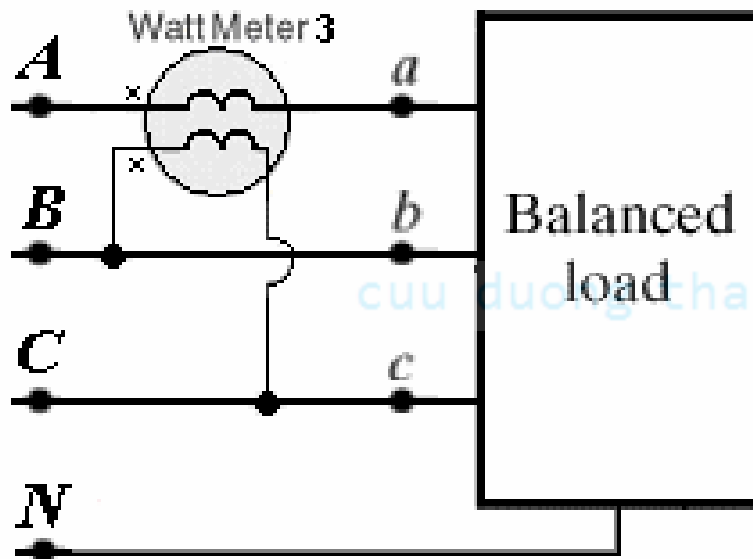
$$P_e = 3 * (\text{số đọc } W_1)$$

- Công suất tiêu thụ của tải 3 ϕ :

$$P = 3 * (\text{số đọc } W_2)$$

❖ Đo công suất phản kháng ba pha đối xứng

- Có thể dùng chỉ 1 Wattmeter để đo công suất phản kháng :



- Số đọc trên Wattmeter3 : $W_3 = U_{BC} I_A \cos(90^\circ - \varphi) = U_d I_d \sin \varphi$

- Công suất phản kháng tiêu thụ của tải 3 ϕ :

$$Q = \sqrt{3} \cdot W_3$$



❖ Hiệu chỉnh $\cos\varphi$ (p.f) mạch 3 ϕ :

❖ Hệ số công suất $\cos\varphi$ (p.f) định nghĩa :

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3}U_d I_d} = \frac{P}{S}$$

❖ Hệ số này cũng được hiệu chỉnh bằng tụ.

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

❖ Ví dụ 1: Hiệu chỉnh cosφ mạch 3φ.

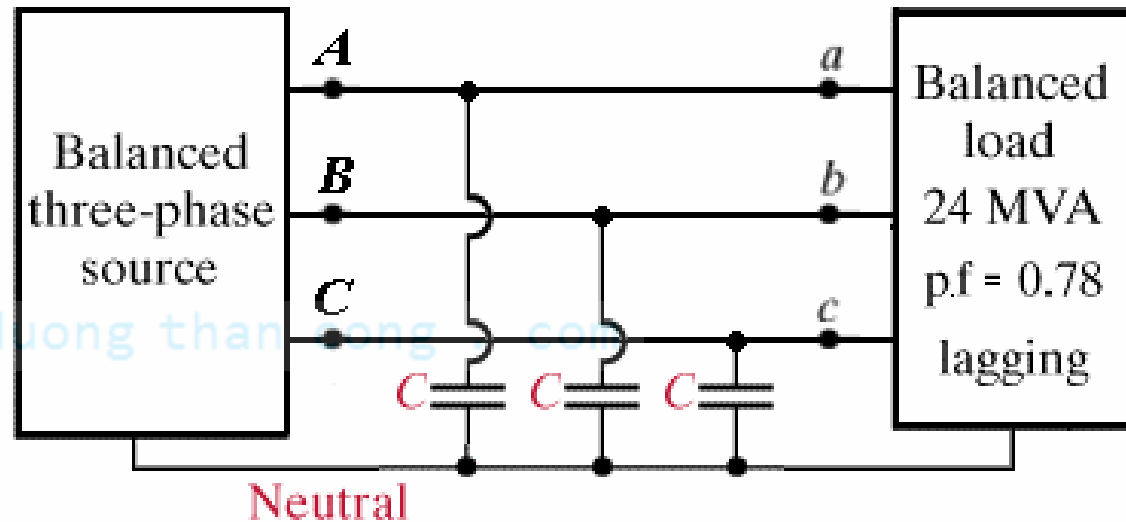
$f = 60\text{Hz}$, $|V_{\text{line}}| = 34.5\text{kV rms}$. Required: $\text{pf} = 0.94$ leading

$$Q_{\text{old}} = 15.02 \text{ MVar}$$

$$P_{\text{old}} = 18.72 \text{ MW}$$

$$P_{\text{old}} = 18.72 \text{ MW}$$

$$\text{pf}_{\text{new}} = 0.94 \text{ leading}$$



$$\rightarrow Q_{\text{new}} = -6.8 \text{ MVar}$$

$$\Delta Q = -6.8 - 15.02 = -21.82 \text{ MVar}$$

$$Q_{\text{per capacitor}} = -7.273 \text{ MVar}$$

$$\text{Y-connection} \Rightarrow V_{\text{capacitor}} = \frac{34.5}{\sqrt{3}} \text{ kVrms}$$

$$-7.273 \times 10^6 = -2\pi \times 60 \times C \times \left(\frac{34.5 \times 10^3}{\sqrt{3}} \right)^2$$

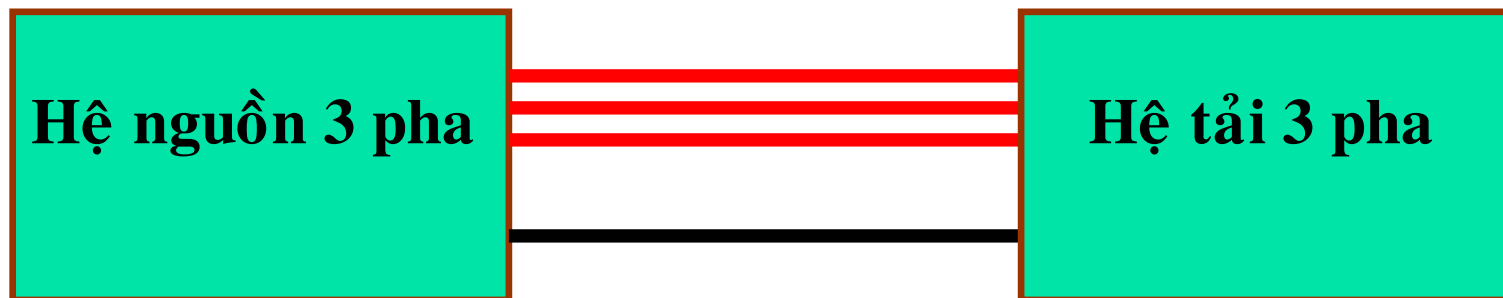
(Trích slides của GS. Jame D. Irwin)

ECA-Ch3.7_3 phase Circuit

CuuDuongThanCong.com

$$\rightarrow C = 486 \mu\text{F}$$

3.7.3 Phân tích mạch 3 pha bất đối xứng:



a) Định nghĩa

Mạch 3 pha bất đối xứng (unbalanced three-phase system)

Nếu :

Hệ nguồn hoặc tải ba pha là bất đối xứng

b) Sơ đồ Y-Y 4 dây bất đối xứng :

❖ Điện áp pha hiệu dụng của nguồn là U_p .

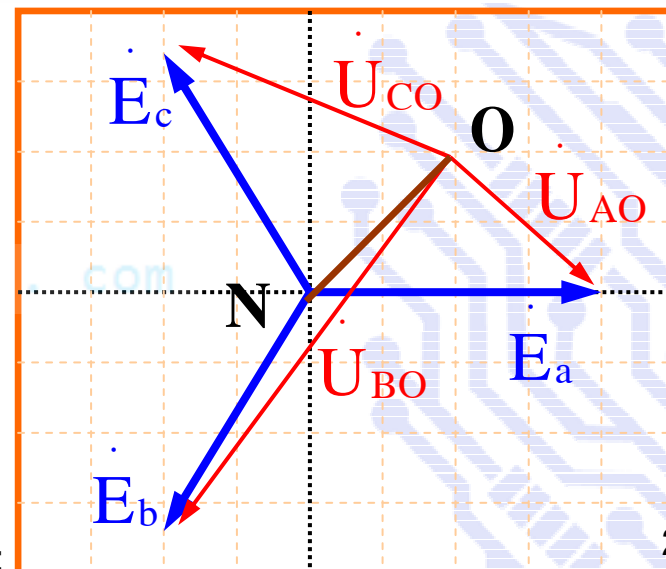
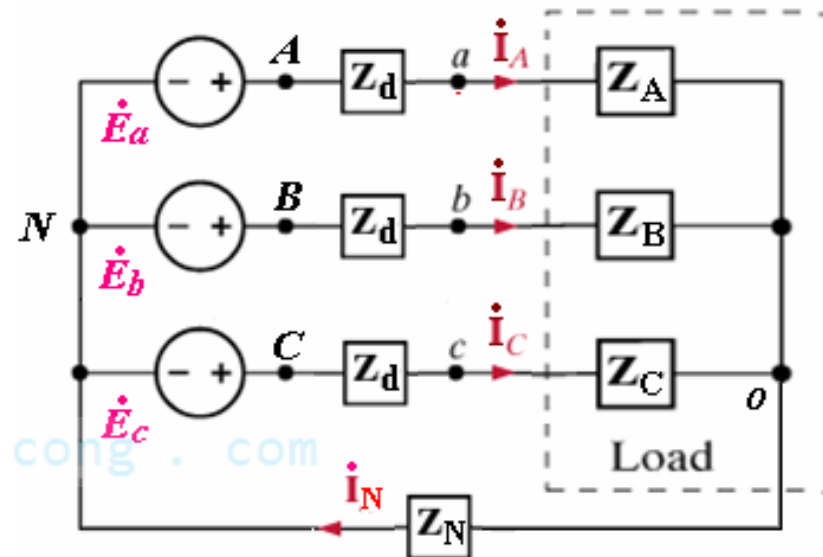
❖ Với thế nút ta CM được :

$$\varphi_O = \frac{\dot{E}_a Y_A + \dot{E}_b Y_B + \dot{E}_c Y_C}{Y_A + Y_B + Y_C + Y_N}$$

$$Y_A = \frac{1}{Z_d + Z_A} \quad Y_B = \frac{1}{Z_d + Z_B}$$

$$Y_C = \frac{1}{Z_d + Z_C} \quad Y_N = \frac{1}{Z_N}$$

❖ Và đồ thị vectơ:



❖ Phương pháp dịch chuyển trung tính

- Xác định độ lệch trung tính tải so với trung tính nguồn :

$$\dot{U}_{ON} = \frac{\dot{E}_a Y_A + \dot{E}_b Y_B + \dot{E}_c Y_C}{Y_A + Y_B + Y_C + Y_N}$$

- Xác định các dòng điện dây :

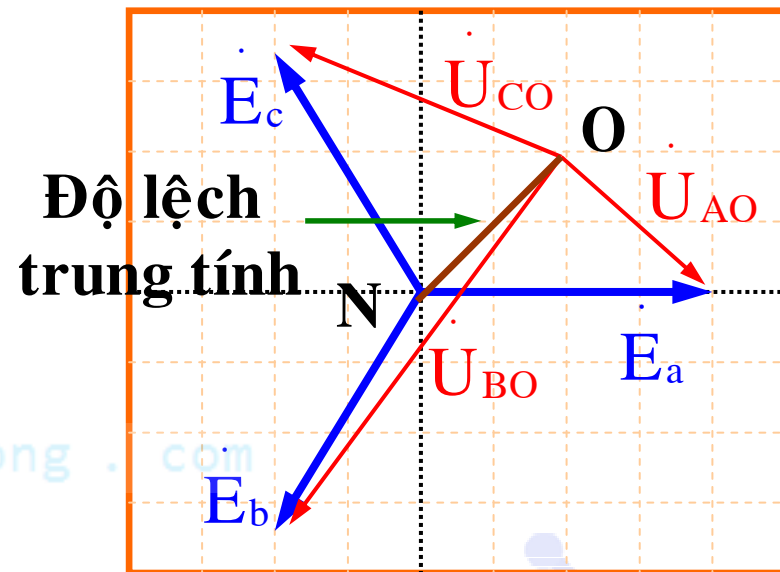
$$\dot{I}_A = Y_A (\dot{E}_a - \dot{U}_{ON}); \dot{I}_B = Y_B (\dot{E}_b - \dot{U}_{ON}); \dot{I}_C = Y_C (\dot{E}_c - \dot{U}_{ON}); \dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$$

- Xác định áp pha trên tải 3 pha :

$$\dot{U}_{aO} = \dot{I}_A . Z_A; \dot{U}_{bO} = \dot{I}_B . Z_B; \dot{U}_{cO} = \dot{I}_C . Z_C$$

- Xác định áp dây trên tải :

$$\dot{U}_{ab} = \dot{U}_{aO} - \dot{U}_{bO}; \dot{U}_{bc} = \dot{U}_{bO} - \dot{U}_{cO}; \dot{U}_{ca} = \dot{U}_{cO} - \dot{U}_{aO}$$

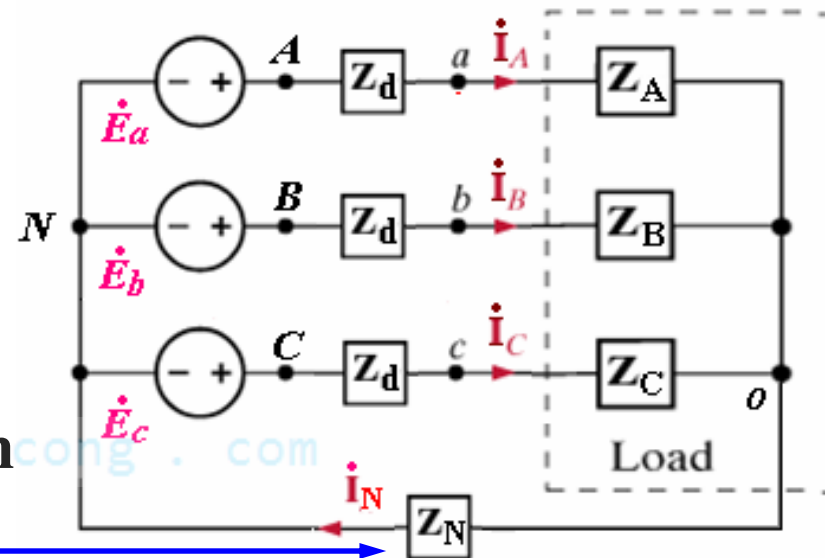


❖ Lưu ý trên 3 pha bất đối xứng:

- Dòng trên dây trung tính thường $\neq 0$:

$$\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$$

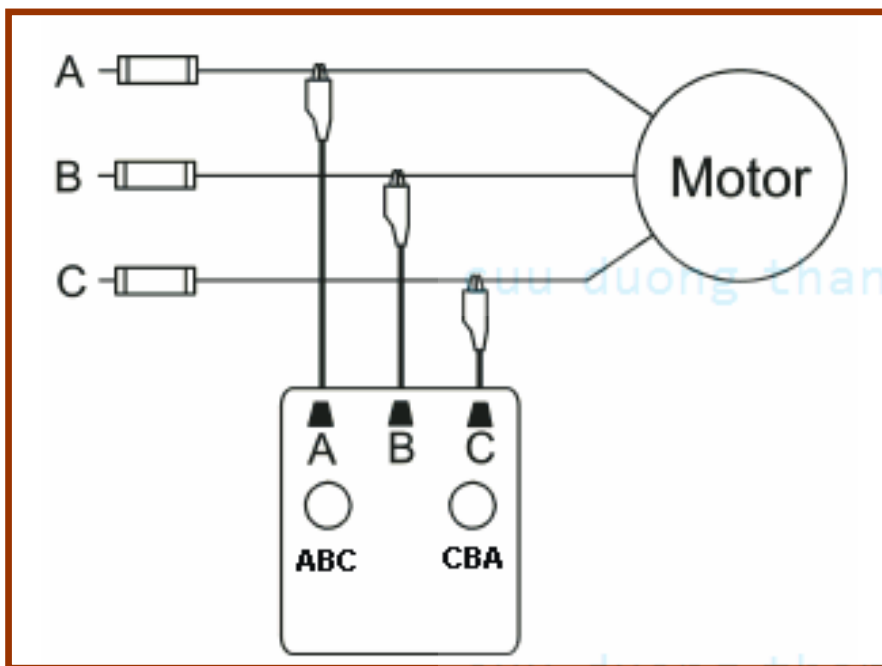
- Giá trị Z_N ảnh hưởng nhiều đến kết quả bài toán.



- Nếu $Z_N = 0$: giải độc lập từng pha.
- Nếu $Z_N = \infty$ (hệ Y-Y 3 dây bất đối xứng) : chỉ cần thay $Y_N = 0$ trong các công thức trên.

c) Bộ chỉ thị thứ tự pha :

❖ Thiết bị dùng xác định thứ tự pha của nguồn 3 pha .



Cấu tạo bộ chỉ thị thứ tự pha :

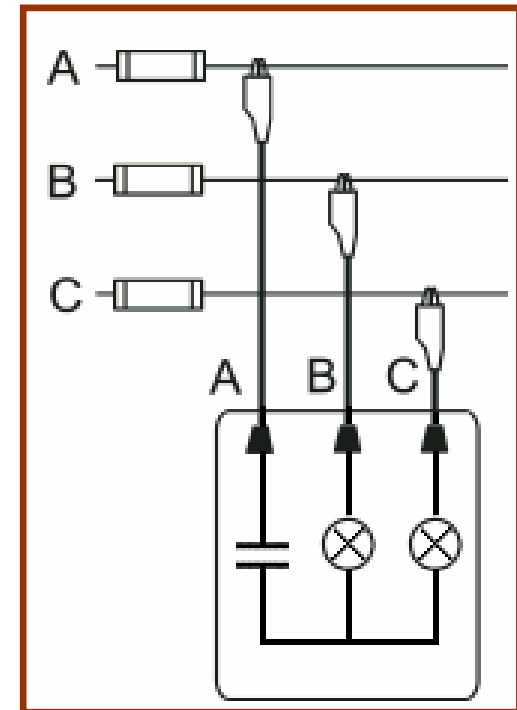
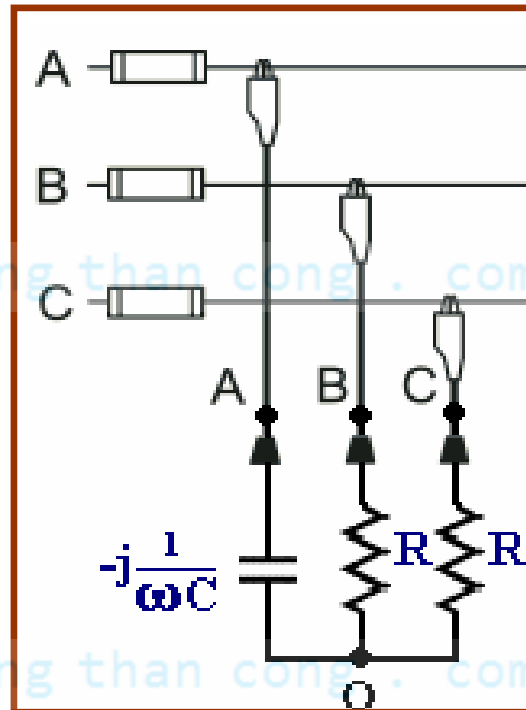
- Bộ chỉ thị thứ tự pha có 2 loại : dùng tụ (hình vẽ) hay cuộn dây.

- Tụ hay cuộn dây phải có giá trị thỏa:

$$R = \omega L = 1/\omega C$$

$$(\omega = 100\pi)$$

- Phân tích hoạt động và thiết kế bộ chỉ thị này dựa trên PP dịch chuyển trung tính mạch Y-Y 3 dây bất đối xứng .



❖ Nguyên lý bộ chỉ thị thứ tự pha :

▪ Độ lệch trung tính : $\dot{U}_{ON} = (-0,2 + j0,6).U_p$

▪ Điện áp trên các pha :

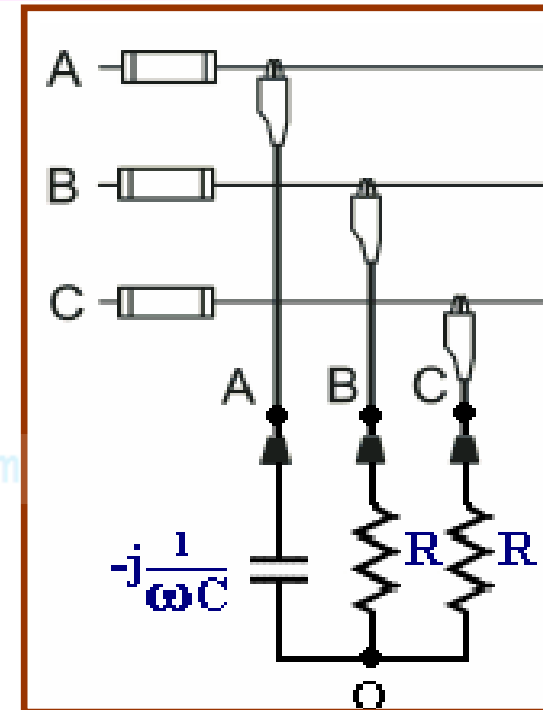
$$\dot{U}_{AO} = \left(\dot{E}_a - \dot{U}_{ON} \right) = (1,2 - j0,6).U_p$$

$$\dot{U}_{BO} = \left(\dot{E}_b - \dot{U}_{ON} \right) = \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} + 0,2 - j0,6 \right) U_p$$

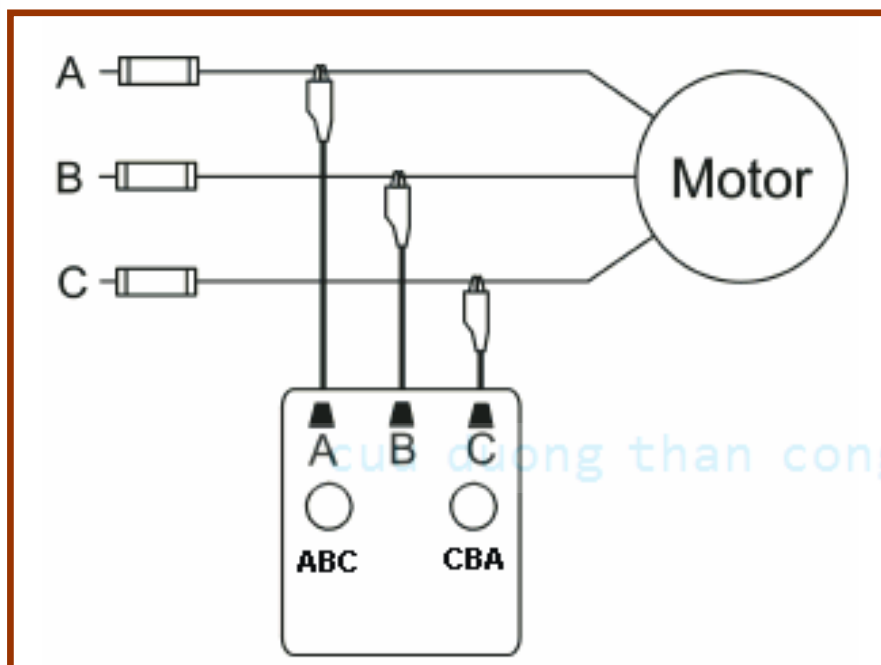
$$\dot{U}_{BO} = (-0,3 - j1,466).U_p$$

$$\dot{U}_{CO} = \left(\dot{E}_c - \dot{U}_{ON} \right) = \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} + 0,2 - j0,6 \right) U_p = (-0,3 + j0,266).U_p$$

$$\Rightarrow U_{BO} = \sqrt{0,3^2 + 1,466^2} . U_p = 1,5 . U_p ; U_{CO} = \sqrt{0,3^2 + 0,266^2} . U_p = 0,4 . U_p$$



❖ Sử dụng bộ chỉ thị thứ tự pha :



■ Loại dùng tụ:

Đèn B sáng hơn → Hệ ABC

Đèn C sáng hơn → Hệ CBA

■ Loại dùng cuộn dây thì ngược lại .

ECA-Ch3.7_3 phase Circuit

CuuDuongThanCong.com



❖ Ví dụ 1: Tải bất đối xứng nối sao

Đo được $I_A = 3 \text{ (A)}$; $I_B = 4 \text{ (A)}$; $I_C = 4 \text{ (A)}$. Xác định số chỉ của ampe mét ?

Giải

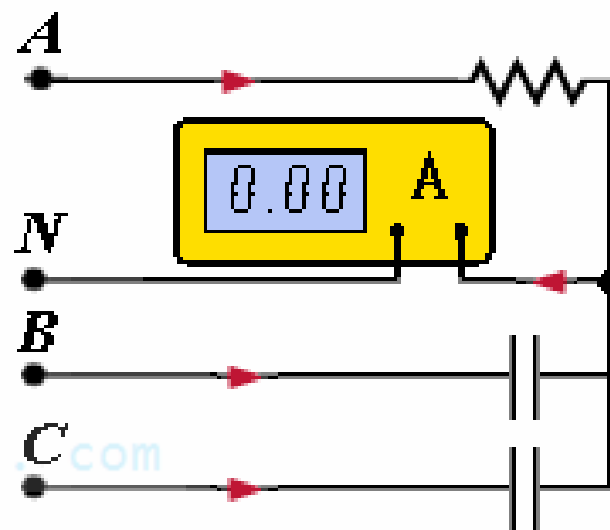
❖ Ta có : $\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$

$$= \frac{U_p \angle 0^\circ}{R} + \frac{U_p \angle -120^\circ}{-jX_C} + \frac{U_p \angle 120^\circ}{-jX_C} = 3 \angle 0^\circ + 4 \angle -30^\circ + 4 \angle 210^\circ$$



$$\dot{I}_N = 5 \angle -53,1^\circ$$

❖ Ammeter chỉ 5 A .



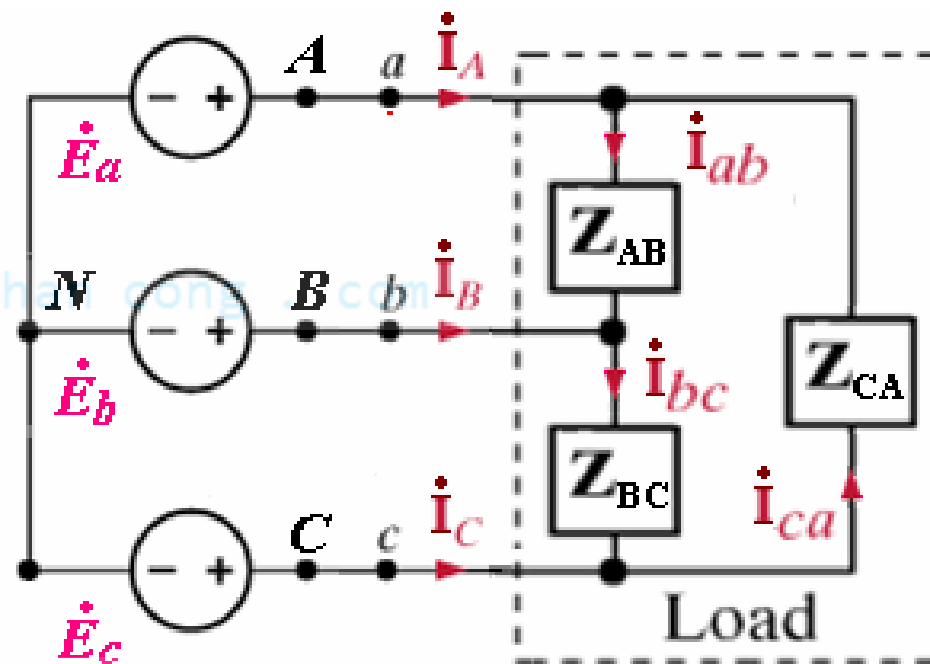
d) Tải bất đối xứng nối tam giác:

❖ Đường dây 3 pha lý tưởng ($Z_d = 0$) :

■ Tính dòng pha .

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{AB}} = \frac{U_d \angle 30^\circ}{Z_{AB}}$$

$$\dot{I}_{bc} = \frac{U_d \angle -90^\circ}{Z_{BC}} \quad \dot{I}_{ca} = \frac{U_d \angle 150^\circ}{Z_{CA}}$$



➤ Dòng dây :

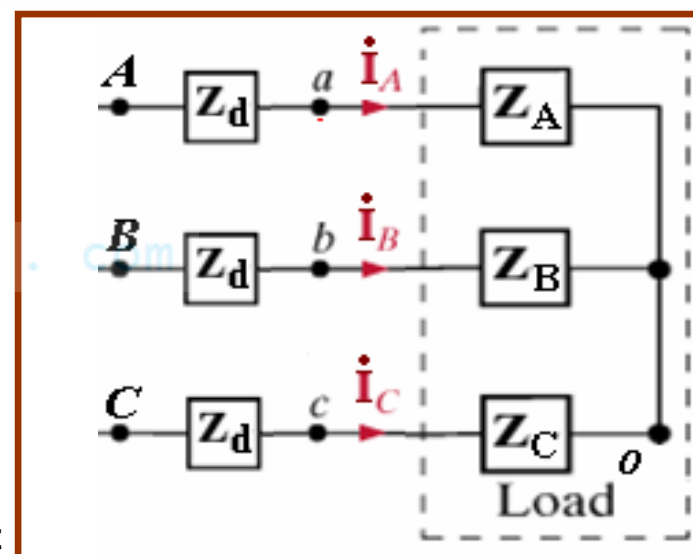
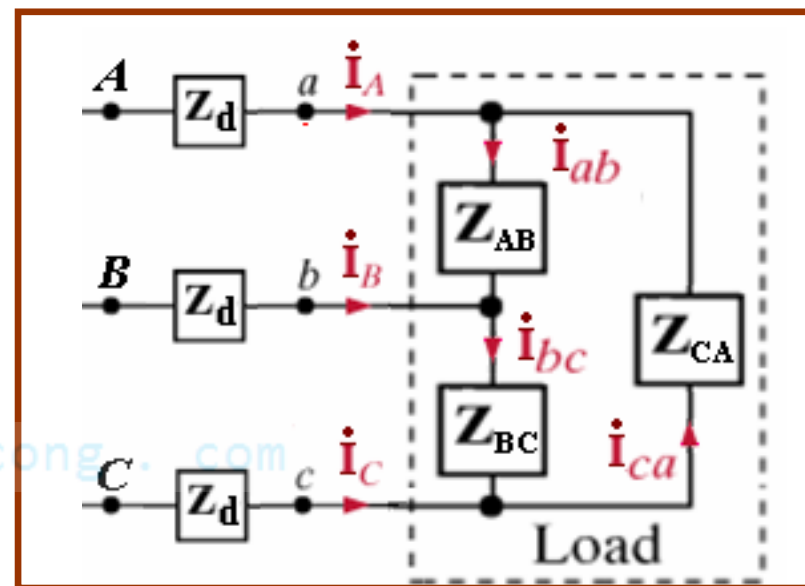
$$\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca}$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_{bc} - \dot{I}_{ab}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{bc}$$

❖ Đường dây không lý tưởng ($Z_d \neq 0$) :

- Đổi tải Δ về Y :
- Xác định dòng dây.
- Xác định áp pha của tải.
- Xác định áp dây của tải.
- Xác định dòng pha qua tải tam giác.





❖ Lưu ý khi giải mạch 3 pha bất xứng:

- Ngoài các phương pháp trên , mạch ba pha cũng có thể giải bằng các phương pháp dòng nhánh , thế nút, dòng mắc lưới , sơ đồ Thevenin-Norton ... như ở chương 3 .

cuu duong than cong . com

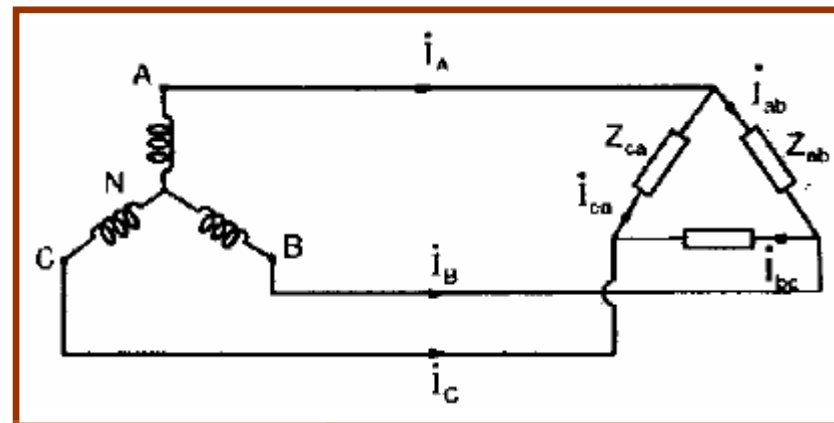
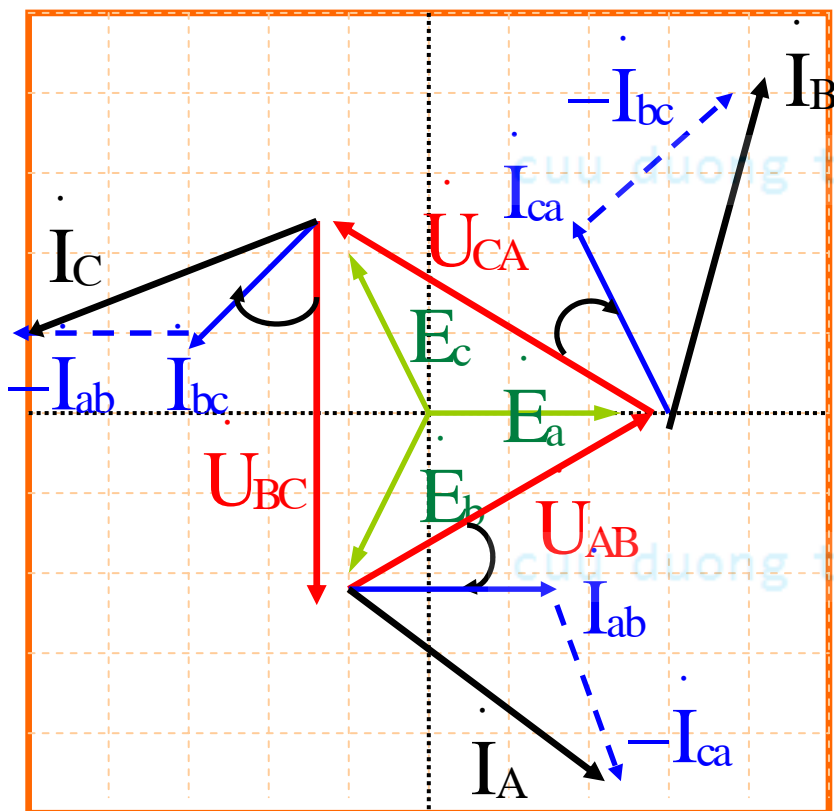
cuu duong than cong . com



❖ Ví dụ 1: Tải bất đối xứng nối tam giác

❖ Xác định các dòng và vẽ đồ thị vectơ ?

Giải



■ Chọn: $E_a = U_p \angle 0^\circ$, ta có:

■ Vẽ : $\dot{U}_{AB}; \dot{U}_{BC}; \dot{U}_{CA}$

■ Vẽ : $\dot{I}_{ab}; \dot{I}_{bc}; \dot{I}_{ca}$

■ Vẽ : $\dot{I}_A; \dot{I}_B; \dot{I}_C$

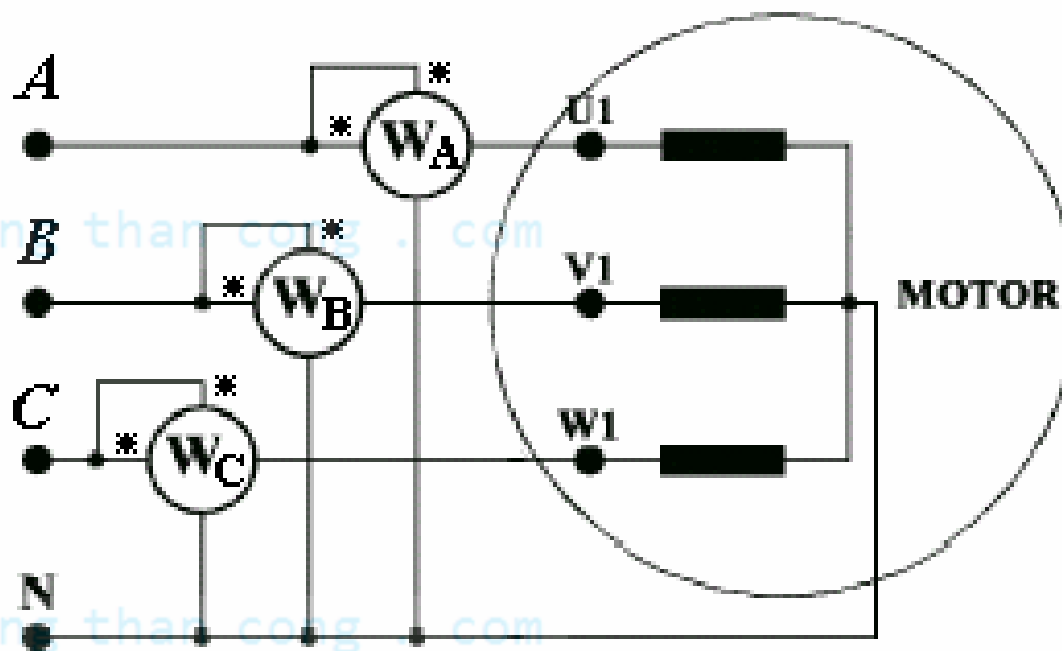
e) Đo công suất ba pha bất đối xứng :

i. Phương pháp 3 Wattmeters:

- Mỗi wattmeter đo công suất mỗi pha.
- PP này chỉ có 1 sơ đồ.
- Công suất tải 3 pha :

$$P = P_A + P_B + P_C$$

- Dùng được cho các loại mạch 3 pha.



- Đổi thứ tự nguồn : số chỉ không đổi.
- Nếu 3φ đối xứng : chỉ giống nhau.

ECA-Ch3.7_3 phase Circuit

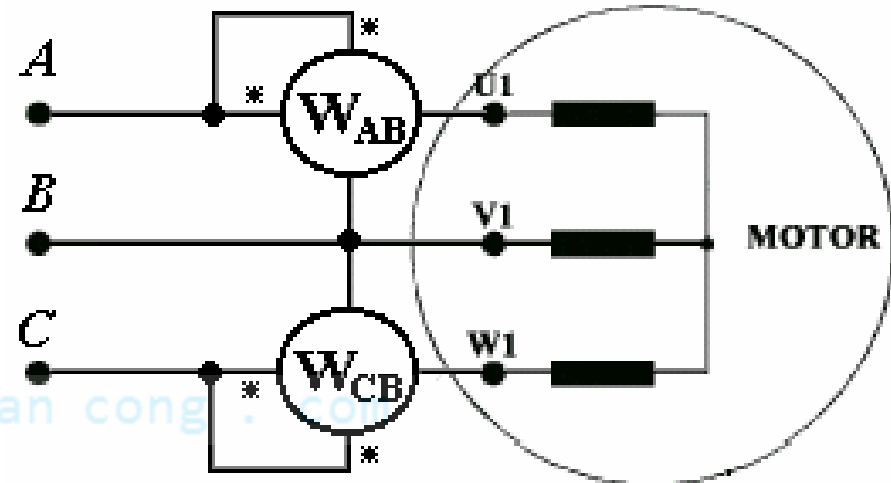
CuuDuongThanCong.com

ii. Phương pháp hai Wattmeters :

- Công suất tải 3 pha :

$$P = P_{AB} + P_{CB}$$

- Có 3 sơ đồ dùng 2 wattmeters.
- Cuộn áp chịu đựng áp cao.
- Chỉ dùng cho sơ đồ 3 dây.
- Đổi thứ tự nguồn : số chỉ hoán vị.



iii. PP 2 Wattmeters và 3 pha đối xứng:

■ Xét sơ đồ pha B chung :

■ Chọn: $\dot{U}_{AN} = U_p \angle 0^\circ$

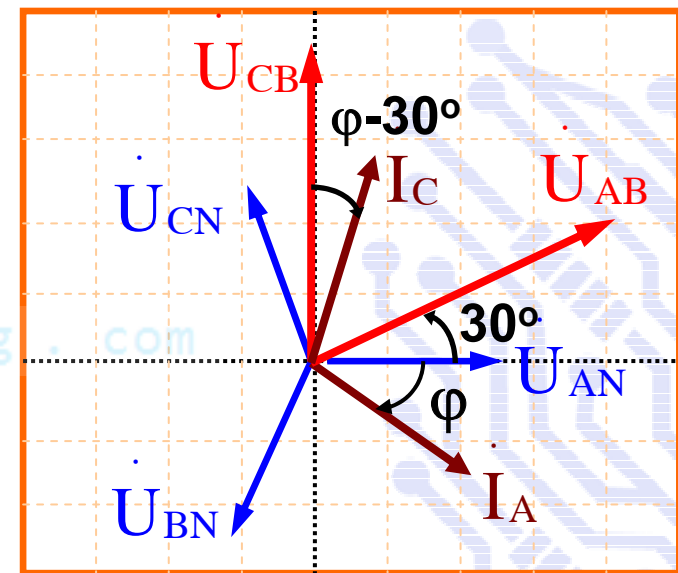
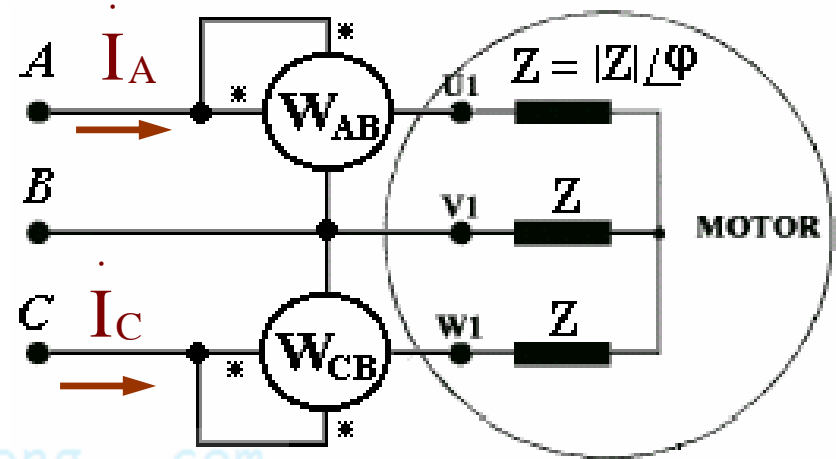
→ $\dot{U}_{AB} = U_d \angle 30^\circ$; $\dot{U}_{CB} = U_d \angle 90^\circ$

$\dot{I}_A = I_d \angle -\varphi$; $\dot{I}_C = I_d \angle 120^\circ - \varphi$

■ Chỉ số mỗi wattmeter:

$$P_{AB} = U_d I_d \cos(\varphi + 30^\circ)$$

$$P_{CB} = U_d I_d \cos(\varphi - 30^\circ)$$



❖ Chỉ số 2 Wattmeters :

i. Khi $\varphi = 0$: $P_{AB} = P_{CB}$

ii. Khi $\varphi = \pm 60^\circ$:

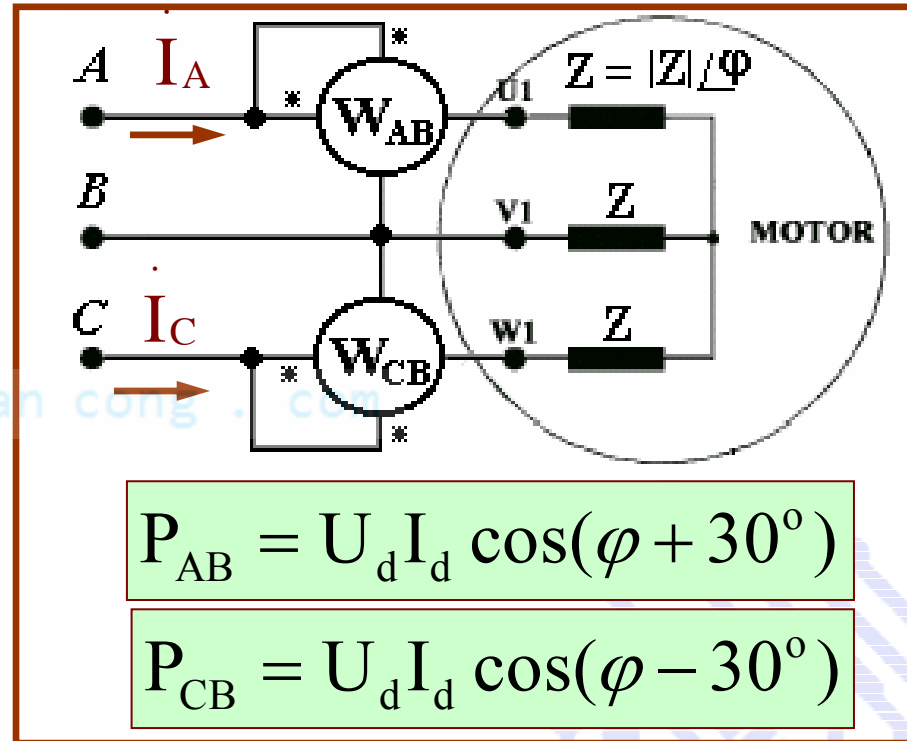
$$P_{AB} \text{ hay } P_{CB} = 0$$

iii. Khi $\varphi > 60^\circ$: $P_{AB} < 0$

iv. Khi $\varphi < -60^\circ$: $P_{CB} < 0$

v. Khi $-60^\circ < \varphi < 60^\circ$:

$$P_{AB} \text{ và } P_{CB} > 0$$



❖ Dùng chỉ số PP 2 Wattmeters :

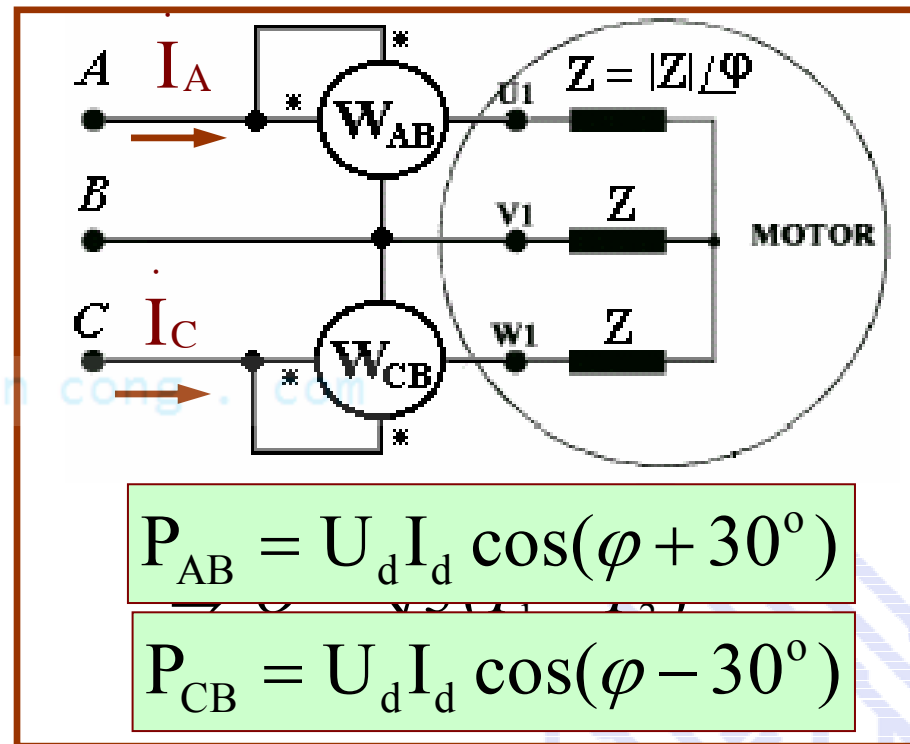
Xác định góc pha của tải 3φ :

$$P_{AB} = \frac{1}{\sqrt{3}} P(\cos 30^\circ - \sin 30^\circ \tan \varphi)$$

$$P_{AB} = \frac{1}{2} P(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \tan \varphi)$$

$$P_{CB} = \frac{1}{2} P(1 + \frac{1}{\sqrt{3}} \tan \varphi)$$

$$\Rightarrow \tan(\varphi) = \sqrt{3} \frac{P_{CB} - P_{AB}}{P_{CB} + P_{AB}}$$



✓ *Nếu 3 pha thứ tự nghịch* : thêm dấu – vào công thức $\tan \varphi$.