



Kỹ thuật điện

C3: Mạch điện ba pha



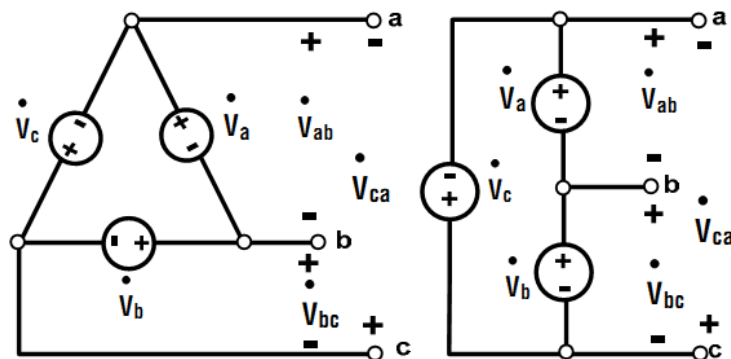
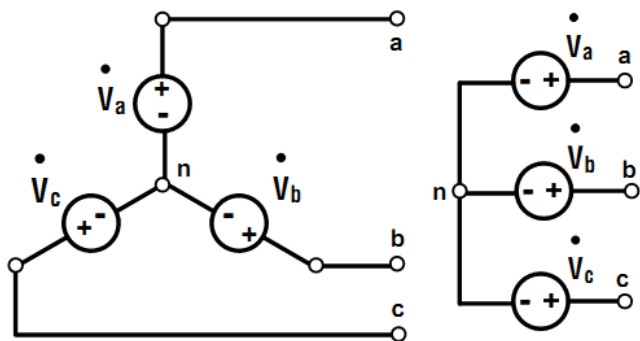
Tổng quan về nguồn áp 3 pha cân bằng (1)

- Định nghĩa: gồm 3 nguồn áp xoay chiều dạng sin cùng biên độ, tần số và lệch pha nhau 120°
- Phân loại: thứ tự thuận và thứ tự nghịch

Nguồn thứ tự thuận:

$$\begin{aligned} v_a(t) &= V \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) & \dot{V}_a &= V \angle 0^\circ \\ v_b(t) &= V \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t - 120^\circ) & \dot{V}_b &= V \angle -120^\circ \\ v_c(t) &= V \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t - 240^\circ) & \dot{V}_c &= V \angle -240^\circ \end{aligned}$$

- Các phương pháp đấu nguồn áp: đấu hình Y và Δ





Tổng quan về nguồn áp 3 pha cân bằng (2)

- Định nghĩa áp dây và áp pha
- Quan hệ giữa áp dây và áp pha

$$\dot{V}_{an} = \dot{V}_a$$

$$\dot{V}_{bn} = \dot{V}_b$$

$$\dot{V}_{cn} = \dot{V}_c \quad \dot{V}_{ab} = \dot{V}_{an} - \dot{V}_{bn}$$

Nối Y, thứ tự thuận

$$\dot{V}_{ab} = V \cdot \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

$$\dot{V}_{bc} = V \cdot \sqrt{3} \angle 90^\circ$$

$$\dot{V}_{ca} = V \cdot \sqrt{3} \angle 210^\circ$$

Nối Δ , thứ tự thuận

$$\dot{V}_a = \dot{V}_{ab} = V \angle 0^\circ$$

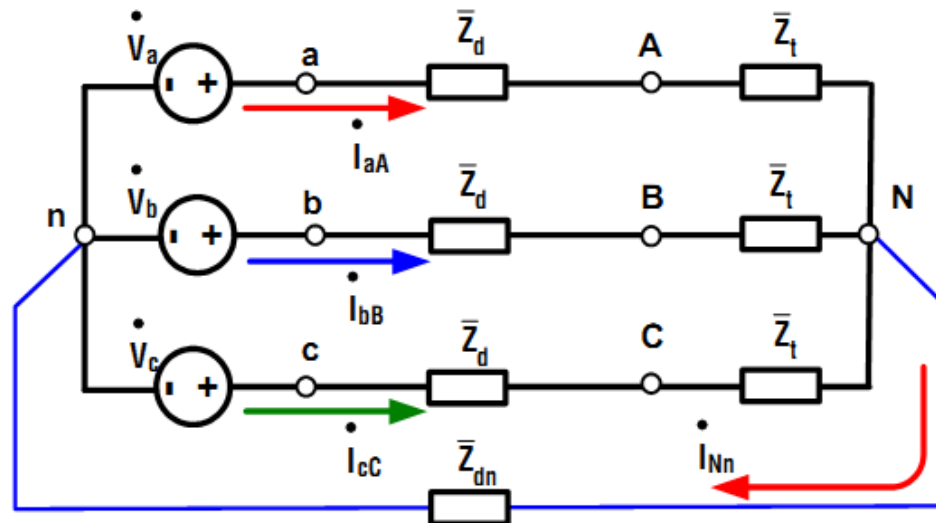
$$\dot{V}_b = \dot{V}_{bc} = V \angle -120^\circ$$

$$\dot{V}_c = \dot{V}_{ca} = V \angle -240^\circ$$

Mạch 3 pha nguồn Y tải Y (1)

- Áp dụng phương pháp điện thế nút tại nút N khi chọn trung tính n làm chuẩn
- *Trường hợp đặc biệt* (tải cân bằng, tổng trở đường dây cân bằng):
 - Áp dụng phương pháp thay thế mạch 3 pha cân bằng thành 3 mạch 1 pha tương đương

$$\dot{I}_{Nn} = \frac{\dot{V}_N}{\bar{Z}_{dn}} = \frac{0}{\bar{Z}_{dn}} = 0$$



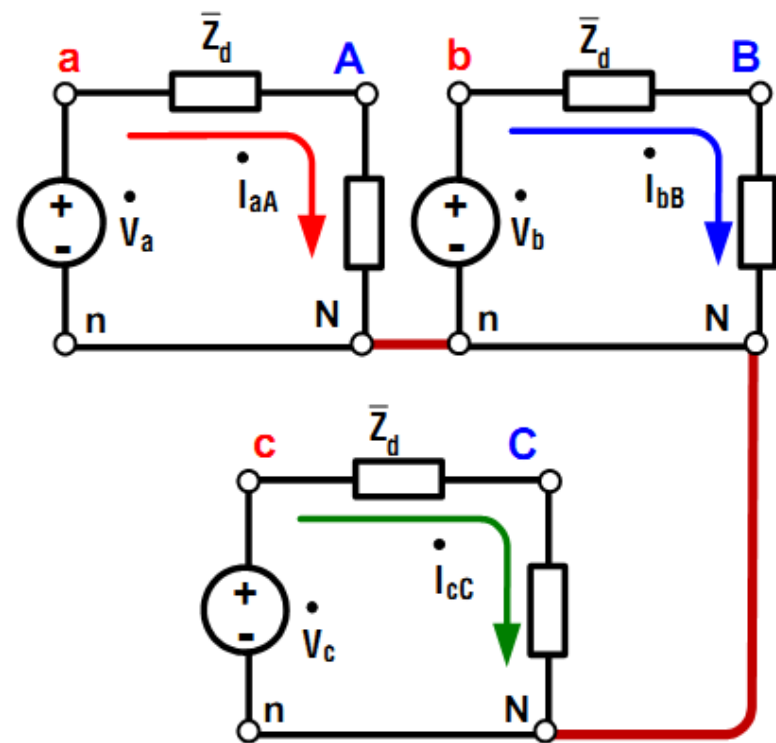
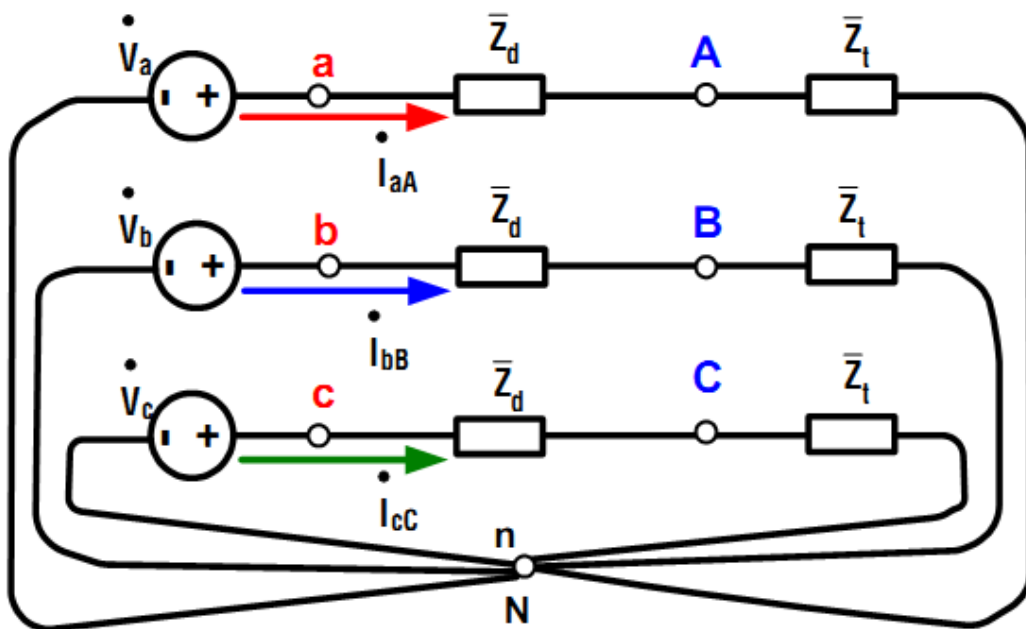
$$\frac{\dot{V}_N - \dot{V}_a}{\bar{Z}_d + \bar{Z}_t} + \frac{\dot{V}_N - \dot{V}_b}{\bar{Z}_d + \bar{Z}_t} + \frac{\dot{V}_N - \dot{V}_c}{\bar{Z}_d + \bar{Z}_t} + \frac{\dot{V}_N}{\bar{Z}_{dn}} = 0$$

$$\dot{V}_N \cdot \left(\frac{3}{\bar{Z}_d + \bar{Z}_t} + \frac{1}{\bar{Z}_{dn}} \right) = \left(\frac{1}{\bar{Z}_d + \bar{Z}_t} \right) \cdot (\dot{V}_a + \dot{V}_b + \dot{V}_c)$$

suy ra: $\dot{V}_N = 0$

Mạch 3 pha nguồn Y tải Y (2)

- Thay thế mạch 3 pha Y-Y cân bằng bằng 3 mạch một pha



$$\dot{i}_{aA} = \frac{\dot{V}_a}{\bar{Z}_d + \bar{Z}_t} ; \quad \dot{i}_{bB} = \frac{\dot{V}_b}{\bar{Z}_d + \bar{Z}_t} ; \quad \dot{i}_{cC} = \frac{\dot{V}_c}{\bar{Z}_d + \bar{Z}_t}$$



Mạch 3 pha nguồn Y tải Y (2)

- Công suất phức tiêu thụ trên tải 3 pha:

$$\dot{\mathbf{S}}_{3\text{pha}} = \dot{\mathbf{S}}_a + \dot{\mathbf{S}}_b + \dot{\mathbf{S}}_c = \bar{\mathbf{Z}}_t \cdot \left(\|I_{aA}\|^2 + \|I_{bB}\|^2 + \|I_{cC}\|^2 \right)$$

- Trường hợp mạch 3 pha cân bằng: $\dot{\mathbf{S}}_{3\text{pha}} = 3 \cdot \bar{\mathbf{Z}}_t \cdot I_{\text{pha}}^2$

$$\dot{\mathbf{S}}_{3\text{pha}} = (3 \cdot R_t \cdot I_{\text{pha}}^2) + j \cdot [3 \cdot (X_L - X_c) \cdot I_{\text{pha}}^2]$$

$$\text{Re}(\bar{\mathbf{Z}}_t) = R_t \quad \text{Im}(\bar{\mathbf{Z}}_t) = X_L - X_c$$

$$\dot{\mathbf{S}}_{3\text{pha}} = (3 \cdot V_{\text{pha}} \cdot I_{\text{pha}} \cdot \cos \varphi) + j \cdot (3 \cdot V_{\text{pha}} \cdot I_{\text{pha}} \cdot \sin \varphi)$$

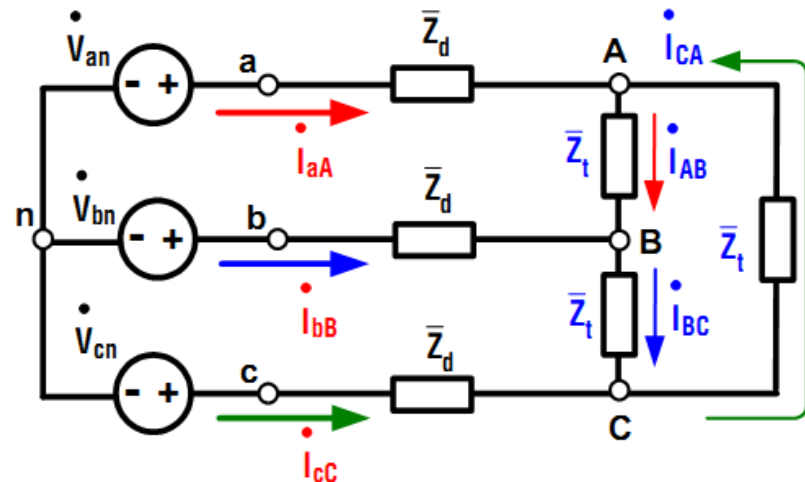
$$\cos \varphi = \frac{R_t}{\|\bar{\mathbf{Z}}_t\|} = \frac{\text{Re}(\bar{\mathbf{Z}}_t)}{\|\bar{\mathbf{Z}}_t\|}$$

$$P_{3\text{pha}} = \text{Re}(\dot{\mathbf{S}}_{3\text{pha}}) = 3 \cdot V_{\text{pha}} \cdot I_{\text{pha}} \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot V_{\text{dây}} \cdot I_{\text{dây}} \cdot \cos \varphi$$

$$Q_{3\text{pha}} = \text{Im}(\dot{\mathbf{S}}_{3\text{pha}}) = 3 \cdot V_{\text{pha}} \cdot I_{\text{pha}} \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot V_{\text{dây}} \cdot I_{\text{dây}} \cdot \sin \varphi$$

Mạch 3 pha nguồn Y tải Δ (1)

- Áp dụng phương pháp dòng vòng
- Biến đổi tải Δ sang tải Y rồi áp dụng phương pháp điện thế nút
- *Trường hợp đặc biệt* (tải cân bằng, tổng trở dây không đáng kể)



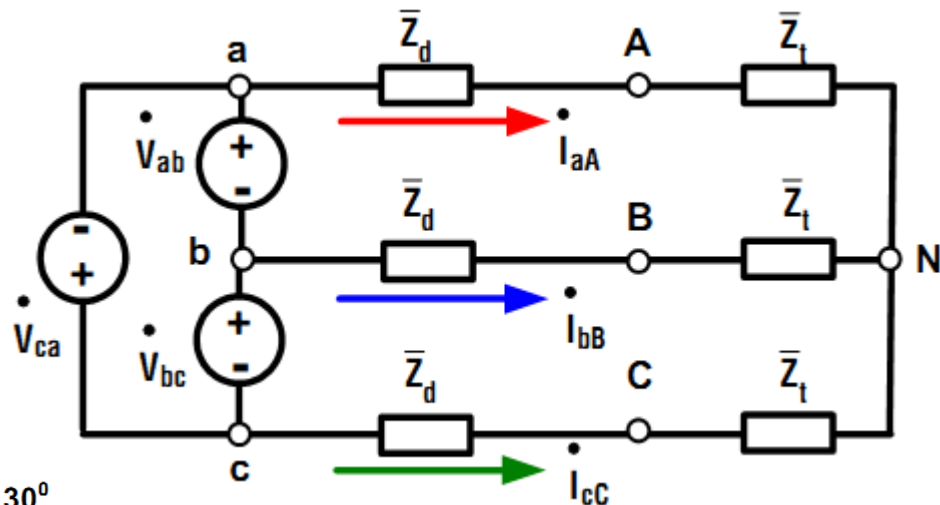
$$\dot{I}_{aA} = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA}$$

$$\dot{I}_{bB} = \dot{I}_{BC} - \dot{I}_{AB}$$

$$\dot{I}_{cC} = \dot{I}_{CA} - \dot{I}_{BC}$$

Mạch 3 pha nguồn Δ tải Y (1)

- Áp dụng phương pháp biến đổi nguồn 3 pha đầu Δ về dạng Y, đưa bài toán về dạng nguồn Y tải Y



$$\begin{cases} \dot{V}_{ab} = V \angle 0^\circ \\ \dot{V}_{bc} = V \angle -120^\circ \\ \dot{V}_{ca} = V \angle -240^\circ \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} \dot{V}_{an} = \frac{V}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ \\ \dot{V}_{bn} = \frac{V}{\sqrt{3}} \angle -150^\circ \\ \dot{V}_{cn} = \frac{V}{\sqrt{3}} \angle -270^\circ \end{cases}$$

➤ Nguồn thứ tự thuận

$$\begin{cases} \dot{V}_{ab} = V \angle 0^\circ \\ \dot{V}_{bc} = V \angle 120^\circ \\ \dot{V}_{ca} = V \angle 240^\circ \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} \dot{V}_{an} = \frac{V}{\sqrt{3}} \angle 30^\circ \\ \dot{V}_{bn} = \frac{V}{\sqrt{3}} \angle 150^\circ \\ \dot{V}_{cn} = \frac{V}{\sqrt{3}} \angle 270^\circ \end{cases}$$

➤ Nguồn thứ tự nghịch



Mạch 3 pha nguồn Δ tải Δ

- Áp dụng phương pháp biến đổi nguồn Δ về dạng Y, đưa bài toán về dạng nguồn Y tải Δ
- Áp dụng phương pháp biến đổi nguồn và tải đầu Δ về dạng Y, đưa bài toán về dạng nguồn Y tải Y



Các ví dụ minh họa