

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt}$$

$$= \left(\frac{dw}{dq} \right) \cdot \left(\frac{dq}{dt} \right) = ui$$

$$P_{tb} = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt$$

$$w = \int_{t_0}^t p dt = \int_{t_0}^t u i dt$$

Tuyến tính (xếp chồng)

$$i(e_1, e_2) = i_1(e_1) + i_2(e_2)$$

$$u(e_1, e_2) = u_1(e_1) + u_2(e_2)$$

Dòng nhánh

$$K1 = d - 1$$

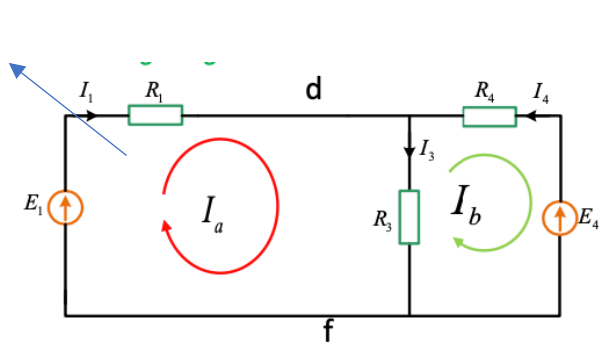
$$K2 = N - d + 1$$

Dòng vòng

$$I_1 = I_a$$

$$I_3 = I_a - I_b$$

$$I_4 = -I_b$$



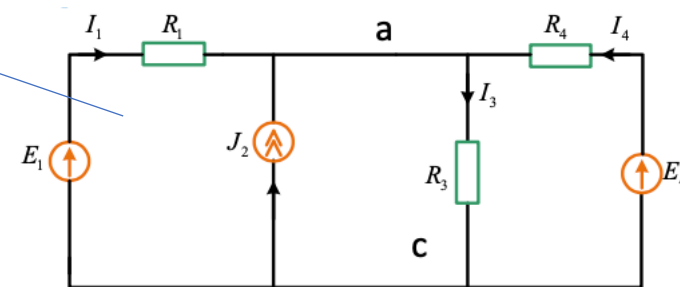
Gặp hồ cảm Z_m , bonus $-I \cdot Z_m$

Thế nút

$$K1 = d - 1$$

$$-\frac{E_1 - \varphi_a}{R_1} + \frac{\varphi_a}{R_3} - \frac{E_4 - \varphi_a}{R_4} - J_2 = 0$$

Not use when có hồ cảm



RLC

Phương trình mô tả: $\psi = \psi(i) = Li$

$$u_L = \frac{d\psi}{dt}$$

$$u = L \frac{di}{dt}$$

$$U = \omega LI = X_L I$$

$$u = Ri \quad U = RI$$

$$u = \frac{1}{C} \int i dt \quad U = \frac{1}{\omega C} I = X_C I$$

Extensions

$$e^{j\varphi} = \cos \varphi + j \sin \varphi$$

$$\dot{V}_1 = V_1 e^{j\psi_1} = V_1 / \underline{\psi_1}$$

$$\dot{V}_2 = V_2 e^{j\psi_2} = V_2 / \underline{\psi_2}$$

$$\dot{V} \cdot V^* = V e^{j\psi} \cdot V e^{-j\psi} = V^2$$

$$i(t) = \sqrt{2} I \sin(\omega t + \varphi_i) \leftrightarrow \dot{I} = I / \underline{\varphi_i}$$

$$u(t) = \sqrt{2} U \sin(\omega t + \varphi_u) \leftrightarrow \dot{U} = U / \underline{\varphi_u}$$

$$e(t) = \sqrt{2} E \sin(\omega t + \varphi_e) \leftrightarrow \dot{E} = E / \underline{\varphi_e}$$

$$j(t) = \sqrt{2} J \sin(\omega t + \varphi_j) \leftrightarrow \dot{J} = J / \underline{\varphi_j}$$

$$\dot{U}_R = R \dot{I} \quad \dot{U}_L = j\omega L \dot{I} \quad \dot{U}_C = \frac{1}{j\omega C} \dot{I}$$

$$\dot{I} = I e^{j\varphi_i}$$

I^* là liên hợp phức của \dot{I}

$$I^* = I / \underline{-\varphi_i}$$

$$\tilde{S} = \dot{U}I^* = ZI^2$$

■ Nguồn áp:

+ Nguồn áp cùng chiều với dòng qua nó :

$$\tilde{S}_E = \dot{E}I^*$$

+ Nguồn áp ngược chiều với dòng qua nó :

$$\tilde{S}_E = -\dot{E}I^*$$

■ Nguồn dòng:

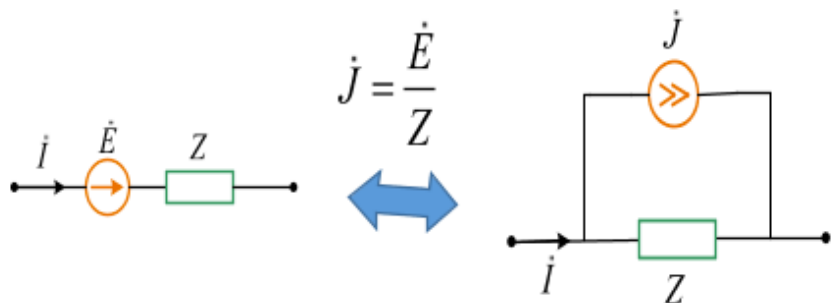
$$\tilde{S}_J = (\dot{\phi}_{j_{vao}} - \dot{\phi}_{j_{ra}}) \cdot J^*$$

$$\sum P_{phat} = \sum P_{thu}$$

$$\Rightarrow \sum P_{phat} + j\sum Q_{phat} = \sum P_{thu} + j\sum Q_{thu}$$

$$\sum Q_{phat} = \sum Q_{thu}$$

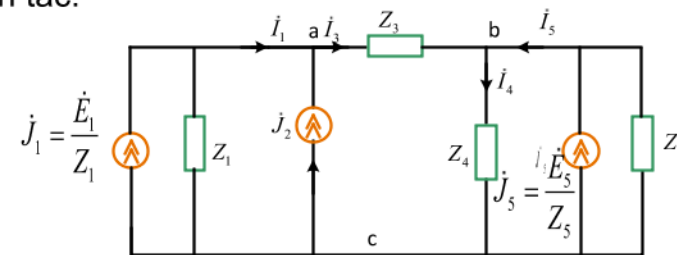
$$\Leftrightarrow \sum \tilde{S}_{phat} = \sum \tilde{S}_{thu}$$



Thế nút (bonus)

■ Biểu diễn thế nút dạng chính tắc:

$$\begin{cases} \Sigma Y_{aa} \dot{\phi}_a - \Sigma Y_{ab} \dot{\phi}_b = \Sigma \dot{J}_a \\ -\Sigma Y_{ba} \dot{\phi}_a + \Sigma Y_{bb} \dot{\phi}_b = \Sigma \dot{J}_b \end{cases}$$



ΣY_{aa} Tổng các tổng dẫn các nhánh gặp nhau tại nút a

ΣY_{bb} Tổng các tổng dẫn các nhánh gặp nhau tại nút b

$\Sigma Y_{ab} = \Sigma Y_{ba}$ Tổng các tổng dẫn các nhánh nối giữa a và b

$\Sigma \dot{J}_a$ Tổng đại số các nguồn dòng tại nút a (vào mang dấu +, ra mang dấu -)

$\Sigma \dot{J}_b$ Tổng đại số các nguồn dòng tại nút b (vào mang dấu +, ra mang dấu -)

$$Y=1/Z$$

Not use when có hồ cảm

Thevenin

$$\dot{U} = Z_{ab} \dot{I} + \dot{E}_{Th}$$

$$\dot{E}_{Th} = \dot{U}_{abho}$$

Z_{ab} Tổng trở

Norton

$$\dot{I} = -Y_{ab} \dot{U} + \dot{J}_N$$

$$\dot{J}_N = \dot{I}_{abngan}$$

$$Y_{ab} = \frac{1}{Z_{ab}} : \text{Tổng dẫn}$$

Công suất lớn nhất

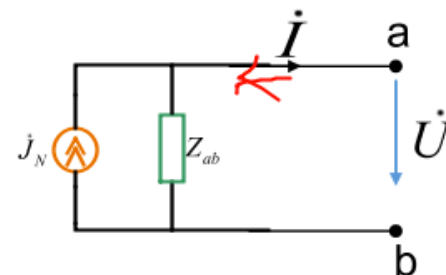
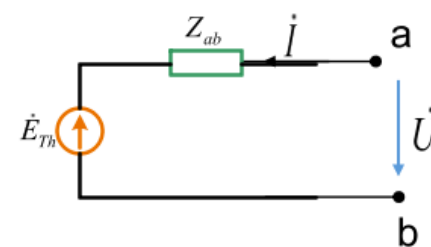
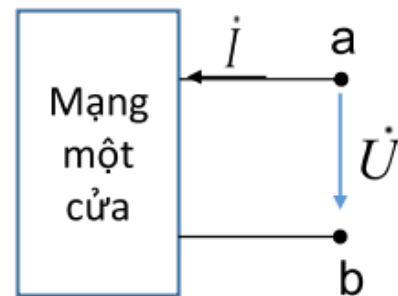
$$Z_t = Z_{Th}^*$$

$$\dot{I}_t = \frac{\dot{E}_{Th}}{Z_{Th} + Z_t} = \frac{\dot{E}_{Th}}{2R_{Th}} = I_{th}$$

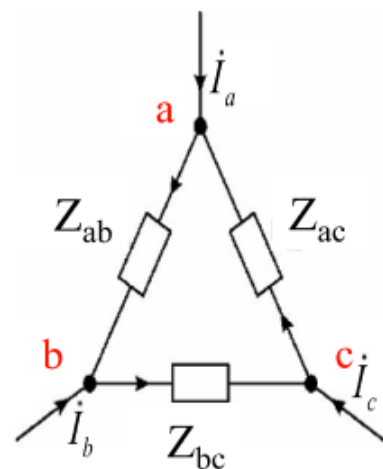
$$P_t = R_{Th} I_{Th}^2 = \frac{E_{Th}^2}{4R_{Th}}$$

\Leftrightarrow

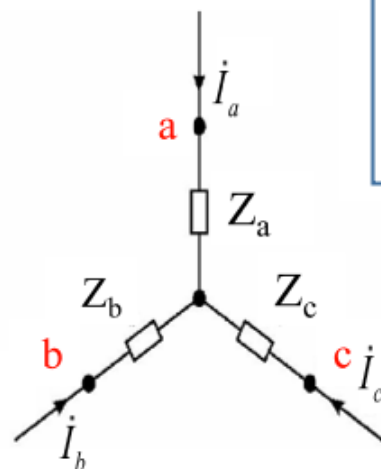
Y



Δ



\equiv



$\Delta \rightarrow Y :$

$$Z_a = \frac{Z_{ca} Z_{ab}}{Z_{ab} + Z_{bc} + Z_{ca}}$$

$$Z_b = \frac{Z_{ab} Z_{bc}}{Z_{ab} + Z_{bc} + Z_{ca}}$$

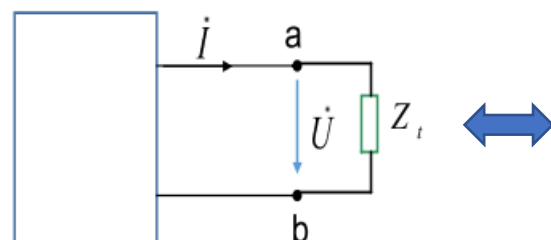
$$Z_c = \frac{Z_{bc} Z_{ca}}{Z_{ab} + Z_{bc} + Z_{ca}}$$

$Y \rightarrow \Delta :$

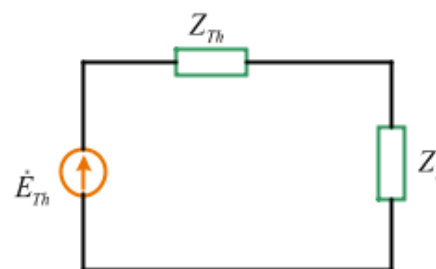
$$Z_{ab} = Z_a + Z_b + \frac{Z_a Z_b}{Z_c}$$

$$Z_{bc} = Z_b + Z_c + \frac{Z_b Z_c}{Z_a}$$

$$Z_{ca} = Z_c + Z_a + \frac{Z_c Z_a}{Z_b}$$



\Leftrightarrow



$$\begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \mathbf{Z} \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix} = \mathbf{A} \begin{bmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \mathbf{H} \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \mathbf{Y} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \mathbf{B} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \mathbf{G} \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix}$$

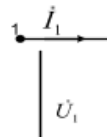
$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \mathbf{m} \begin{pmatrix} K_1 \\ K_2 \end{pmatrix} \quad \longleftrightarrow \quad \begin{aligned} X_1 &= m_{11}K_1 + m_{12}K_2 \\ X_2 &= m_{21}K_1 + m_{22}K_2 \end{aligned}$$

Cho $K_x=0$ để tính các K còn lại

Nếu $Z_{12} = Z_{21}$: mạng hai cửa tương hỗ

❖ Lưu ý: nếu dấu của dòng cửa ra hướng ra ngoài

Nếu $Z_{12} = -Z_{21}$: mạng hai cửa tương hỗ



$$\mathbf{Z} = \mathbf{Y}^{-1} \quad \text{Hàm truyền đạt áp} \quad K_u = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1}$$

$$\mathbf{B} = \mathbf{A}^{-1}$$

$$\mathbf{G} = \mathbf{H}^{-1} \quad \text{Hàm truyền đạt dòng} \quad K_i = \frac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1}$$

$$\text{Hàm truyền đạt lai:} \quad K_z = \frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_1} \quad K_y = \frac{\dot{I}_2}{\dot{U}_1}$$

$$\text{Hàm truyền công suất:} \quad K_s = \frac{\tilde{S}_2}{\tilde{S}_1} = \frac{\dot{U}_2 \dot{I}_2^*}{\dot{U}_1 \dot{I}_1^*} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} \frac{\dot{I}_2^*}{\dot{I}_1^*} = K_u K_i^*$$

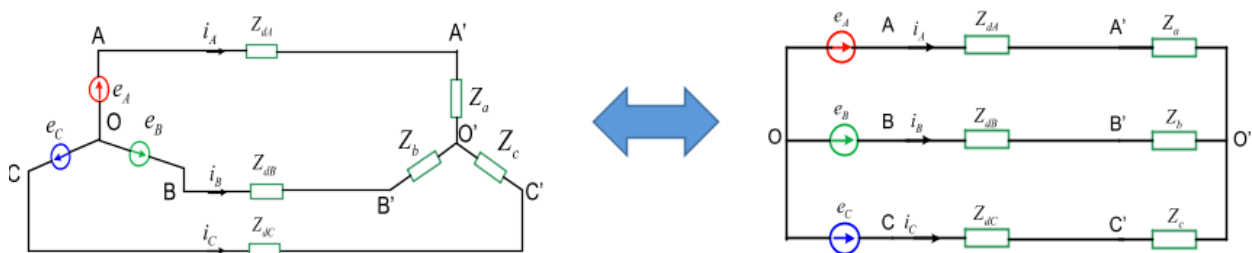
Mạch có cả DC và AC (w khác nhau)

Thì xét riêng các thành phần w (các thành phần có w khác coi như ngắn mạch), xong stack

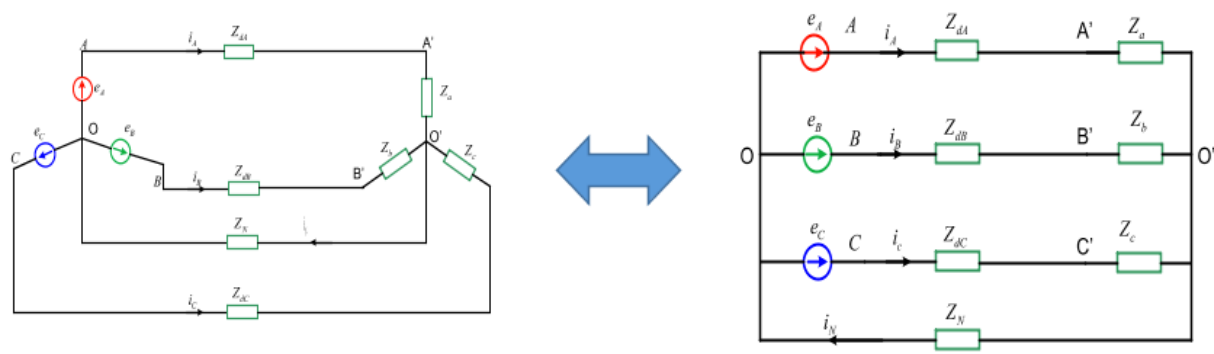
Nguồn một chiều nên cuộn dây coi như ngắn mạch, tụ điện coi như hở mạch, rồi giải như bthg

MBA là mạch có w khác nhau , áp dụng slide trên

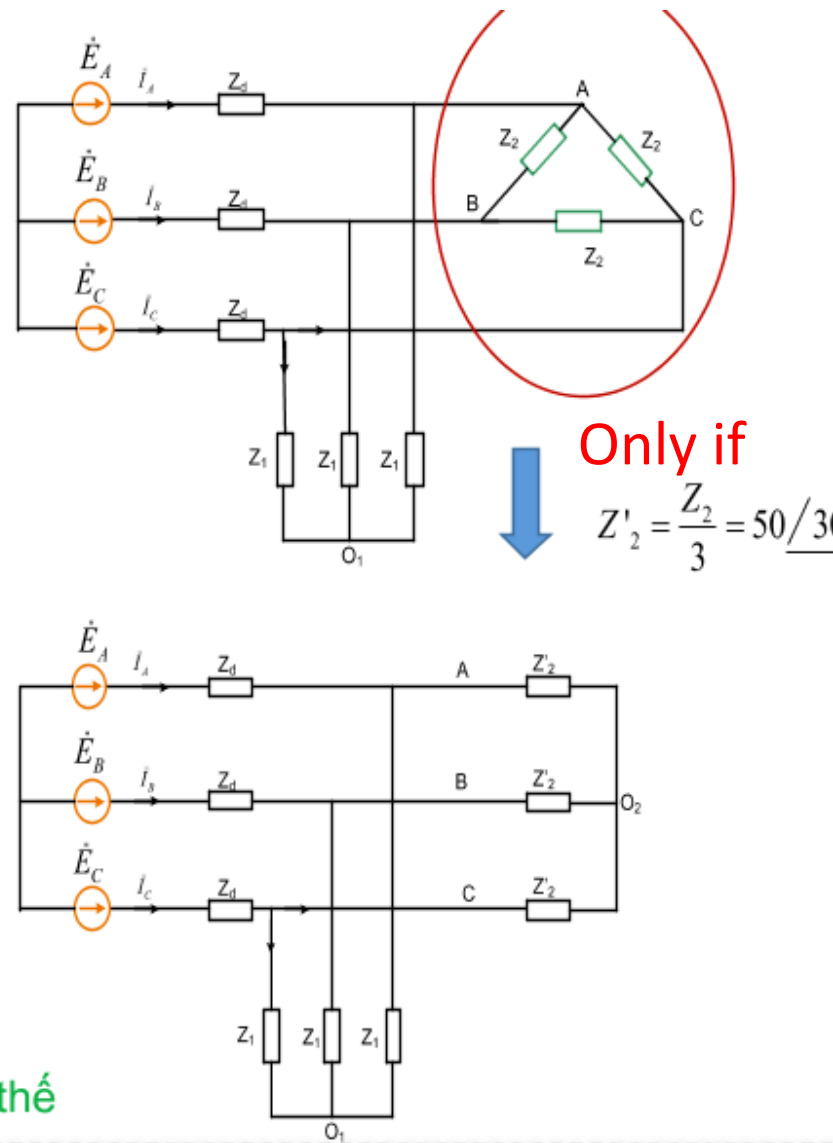
Mạch điện ba pha nối Y-Y không có dây trung tính



Mạch điện ba pha nối Y-Y có dây trung tính



Sử dụng chuyển tam giác thành sao ở slide trên



Đo công suất mạch điện ba pha (1)

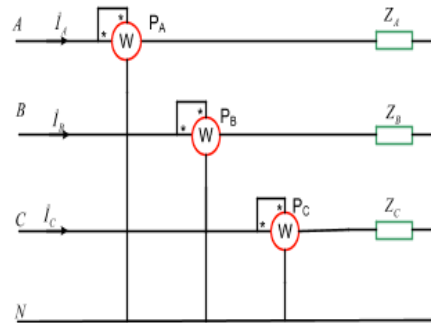
Fortescue (sử dụng khi pha lệch $\neq + - 120^\circ$)

Công thức ba wattmet

$$\tilde{S} = \dot{U}_A I_A^* + \dot{U}_B I_B^* + \dot{U}_C I_C^* = P + jQ$$

$$P = P_A + P_B + P_C$$

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C$$



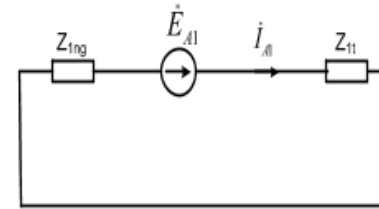
toán tử quay: $a = e^{j120^\circ}$

Công thức phân tích:

$$\begin{cases} \dot{U}_{A1} = \frac{1}{3} \dot{U}_A + a \dot{U}_B + a^2 \dot{U}_C \\ \dot{U}_{A2} = \frac{1}{3} \dot{U}_A + a^2 \dot{U}_B + a \dot{U}_C \\ \dot{U}_{A0} = \frac{1}{3} \dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C \end{cases} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} \dot{U}_{A1} \\ \dot{U}_{A2} \\ \dot{U}_{A0} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_A \\ \dot{U}_B \\ \dot{U}_C \end{bmatrix}$$

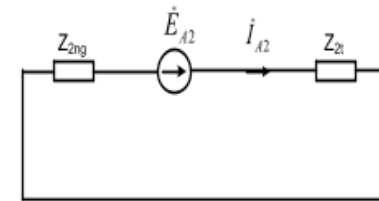
Thành phần thứ tự thuận:
Tách riêng pha A:

$$\dot{I}_{A1} = \frac{\dot{E}_{A1}}{Z_{1ng} + Z_{1t}}$$

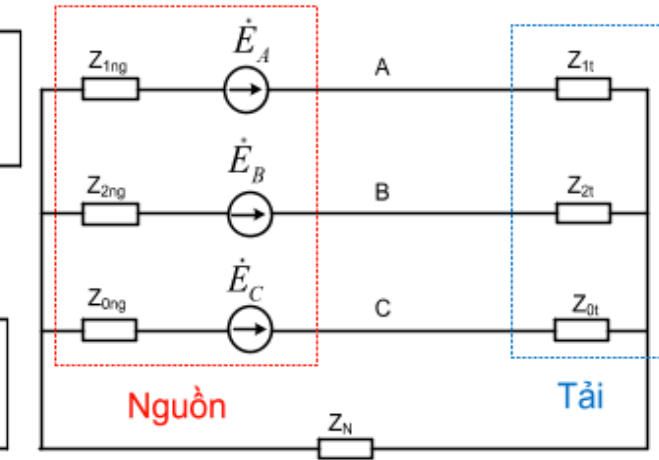
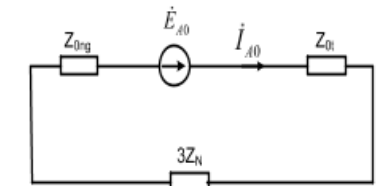


• Thành phần thứ tự nghịch:

$$\dot{I}_{A2} = \frac{\dot{E}_{A2}}{Z_{2ng} + Z_{2t}}$$



$$\dot{I}_{A0} = \frac{\dot{E}_{A0}}{Z_{0ng} + Z_{0t} + 3Z_N}$$



B1 : phân tích

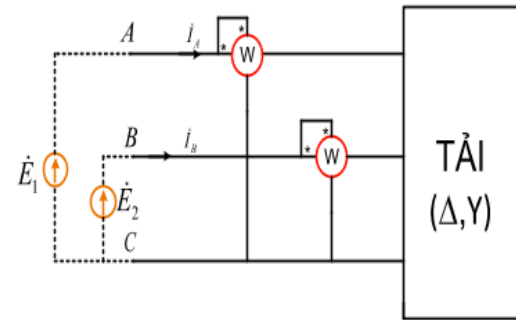
B2 : với pha X có X_{A1} trong dây A
 X_{A2} trong dây B ,... tách riêng r
tính X_A như tính I_A ở trên

B3 : chuyển pha thành X_B, X_C

B4 : stack $X_k = X_{k1} + X_{k2} + X_{k3}$

Chuyển pha ABC

$$\begin{cases} \dot{A} = \dot{A}_1 + \dot{A}_2 + \dot{A}_0 \\ \dot{B} = a^2 \dot{A}_1 + a \dot{A}_2 + \dot{A}_0 \\ \dot{C} = a \dot{A}_1 + a^2 \dot{A}_2 + \dot{A}_0 \end{cases}$$



Công thức hai wattmet

$$P_t = P_{E1} + P_{E2} = \text{Re}\{\dot{U}_{AC} I_A^*\} + \text{Re}\{\dot{U}_{BC} I_B^*\}$$