

Chương III: CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI MẠCH ĐIỆN

3.1 : Phương pháp dòng điện nhánh

3.2 : Phương pháp dòng điện vòng

3.3 : Phương pháp điện áp 2 nút

3.4 : Phương pháp biến thế tương đương

3.5 : Phương pháp xếp chồng

3.6 : Mạch điện có nguồn chu kỳ không sin

3.1 : Phương pháp dòng điện nhánh

- Chọn dòng trong các nhánh làm n

Mạch điện có m nhánh, n nút

=> có m - n => Cần tìm m phương trình

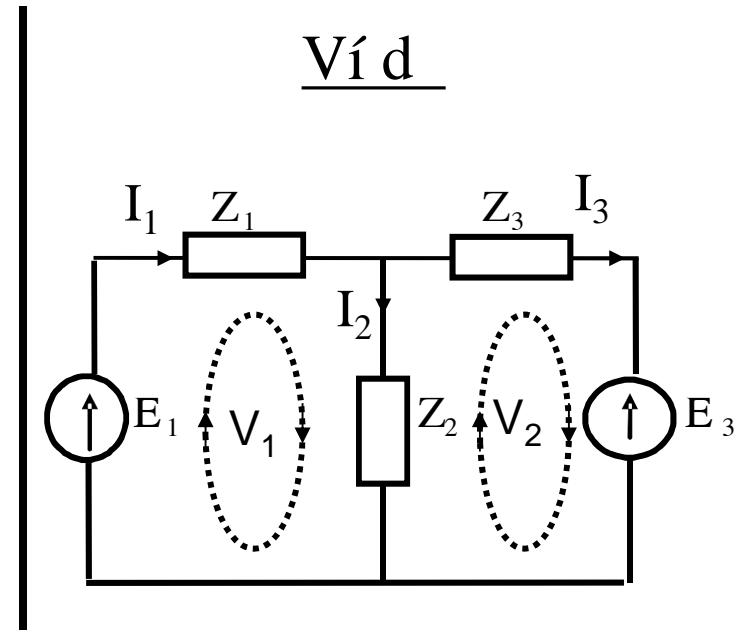
Theo Luật Kirchhoff 1: (n - 1) p/t

Theo Luật Kirchhoff 2: (m - n + 1) p/t

$$\left. \begin{array}{l} \dot{I}_1 - \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0 \\ \text{v1: } Z_1 \dot{I}_1 + Z_2 \dot{I}_2 = \dot{E}_1 \\ \text{v2: } -Z_2 \dot{I}_2 + Z_3 \dot{I}_3 = -\dot{E}_3 \end{array} \right\}$$

Biết Z_k, \dot{E}_k
giải hệ 3 p/t

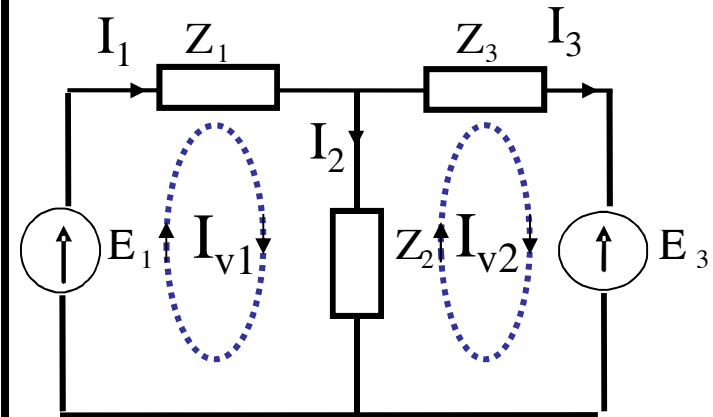
=> tìm $\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$



3.2 Phương pháp dòng điện vòng

- Mỗi lưới: vòng khép kín
- Chọn ý trong các vòng khép kín làm nhánh
- Viết phương trình theo Luật Kirchhoff
- Giả định nghiệm mỗi vòng
- Dòng nhánh = tổng của các dòng vòng khép qua nhánh

VD :



$$\left. \begin{aligned} (Z_1 + Z_2) \dot{I}_{v1} - Z_2 \dot{I}_{v2} &= \dot{E}_1 \\ -Z_2 \dot{I}_{v1} + (Z_2 + Z_3) \dot{I}_{v2} &= -\dot{E}_3 \end{aligned} \right\} \text{Biết } Z_k, \dot{E}_k$$

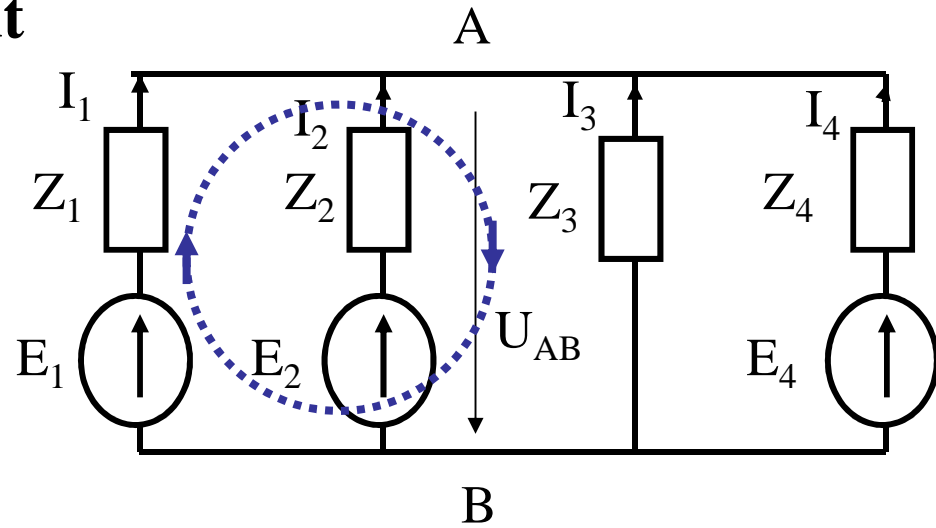
→ Tìm kiếm: $\dot{I}_{v1}, \dot{I}_{v2}$

→ Dòng trong các nhánh :

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= \dot{I}_{v1} & \dot{I}_2 &= \dot{I}_{v1} - \dot{I}_{v2} \\ \dot{I}_3 &= \dot{I}_{v2} \end{aligned}$$

3.3 Phương pháp in áp 2 nút

- Chọn /a gi a 2 nút làm n.
- Áp dụng LKi c Kh p 1 p các p/t tìm /a gi a 2 nút.
- Tìm li dòng trong các nhánh dựa vào /a gi a 2 nút



- Tại A, theo LKi c Kh p 1 có: $\sum_{k=1}^{n(4)} \dot{I}_k = 0$ (1)

$$\begin{aligned} Z_1 \dot{I}_1 + \dot{U}_{AB} &= \dot{E}_1 \\ \Rightarrow \dot{I}_1 &= \frac{\dot{E}_1 - \dot{U}_{AB}}{Z_1} \\ \dot{I}_2 &= \frac{\dot{E}_2 - \dot{U}_{AB}}{Z_2} \end{aligned}$$

TQ $\dot{I}_k = \frac{\dot{E}_k - \dot{U}_{AB}}{Z_k}$ (2)

$$\sum_1^n \frac{\dot{E}_k - \dot{U}_{AB}}{Z_k} = 0$$

t $\frac{1}{Z_k} = Y_k$

$$\sum_{k=1}^{n(4)} Y_k (\dot{E}_k - \dot{U}_{AB}) = 0$$

$$\sum_{k=1}^{n(4)} (Y_k \dot{E}_k) = \sum_{k=1}^{n(4)} (Y_k \dot{U}_{AB})$$

$$\dot{U}_{AB} \sum_{k=1}^{n(4)} Y_k = \sum_{k=1}^{n(4)} (Y_k \dot{E}_k)$$

$$\dot{U}_{AB} = \frac{\sum_{k=1}^{n(4)} (Y_k \dot{E}_k)}{\sum_{k=1}^{n(4)} Y_k} \quad (3) \quad \Rightarrow \quad \dot{I}_k = \frac{\dot{E}_k - \dot{U}_{AB}}{Z_k} \quad (4)$$

BT v nhà :

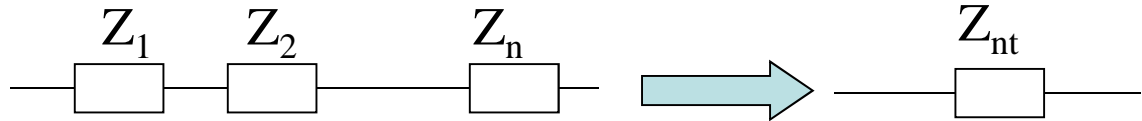
Giải bài toán 3 nhánh bất : $Z_1 = 3 + j 4 \quad = Z_2 = Z_3$

$$\dot{E}_1 = 200e^{j90^\circ} V, \quad \dot{E}_3 = 200e^{j0^\circ} V$$

Tìm dòng \dot{I}_k và công suất P, Q, S toàn mạch theo 3 phương pháp dòng nhánh, dòng vòng và định áp 2 nút

3.4 Ph ng pháp bi n i t ng ng

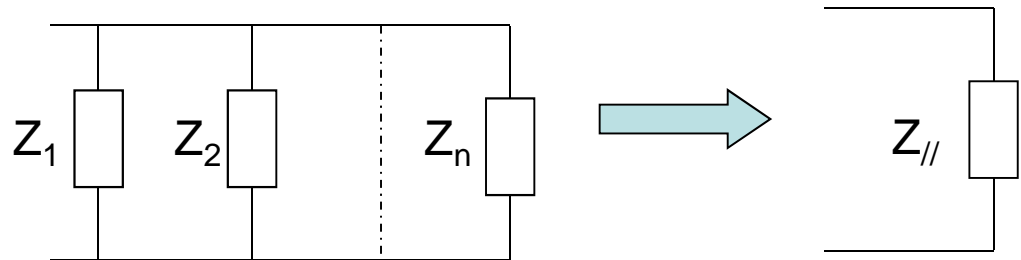
1. Nhánh n i t i p :



$$V \ i: \quad Z_{nt} = \sum_{k=1}^{k=n} Z_k = \sum_{k=1}^{k=n} R_k + j \sum_{k=1}^{k=n} X_k = R_{nt} + jX_{nt}$$

2. Nhánh song song :

V i :



$$Z_{//} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{k=n} \frac{1}{Z_k}} = R_{//} + jX_{//}$$

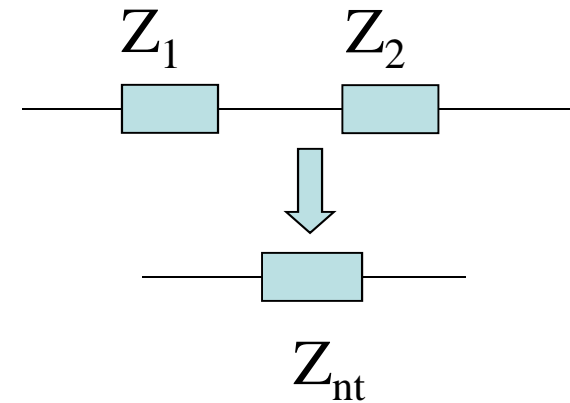
Khi có 2 t ng tr n i song song: $Z_{//} = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2}$

Víd 1: $Z_1 = 3 + j4$; $Z_2 = 8 - j6$

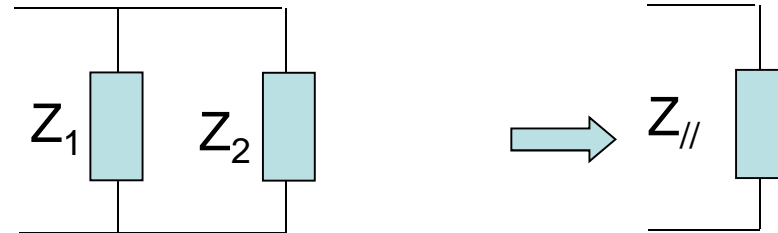
- Z_1 n i ti p Z_2

$$Z_{nt} = 11 - j2 =$$

$$= \sqrt{11^2 + 2^2} e^{j \arctan \frac{-2}{11}} = 11,18 e^{-j10^\circ 18'}$$



- $Z_1 // Z_2$:



$$Z_{//} = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$= \frac{(3 + j4)(8 - j6)}{11,18 e^{-j10^\circ 18'}} = \frac{5 e^{j53^\circ 8'} 10 e^{-j36^\circ 52'}}{11,18 e^{-j10^\circ 18'}} = 4,47 e^{j26^\circ 34'}$$

Ví d 2: Cho m ch i n nh hình bên.

Bi t $U = 100 \text{ V}$; $X_L = X_C = 10 \Omega$

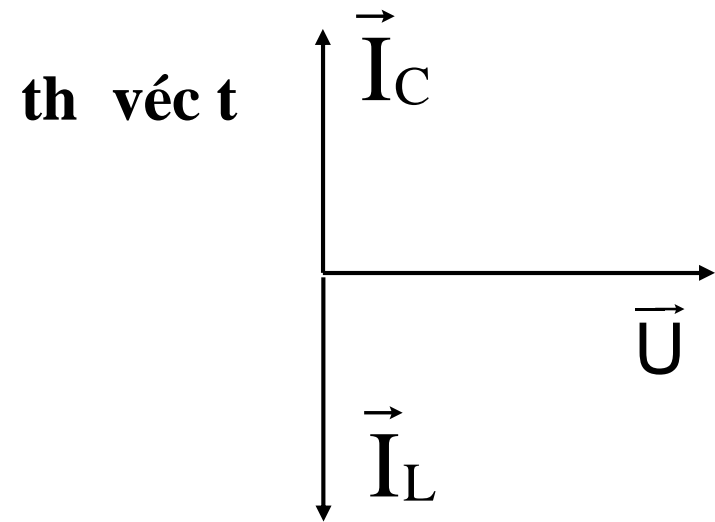
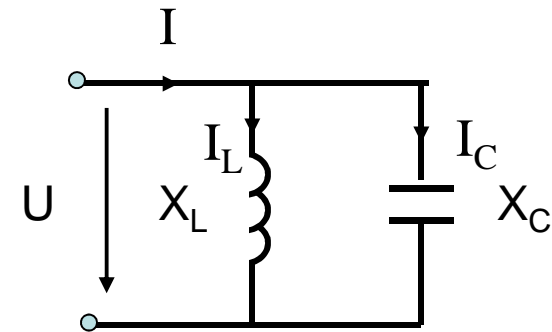
Tìm I_L, I_C, I

I_L	I_C	I	Z
10	10	0	∞

* **Bi n i t ng ng**

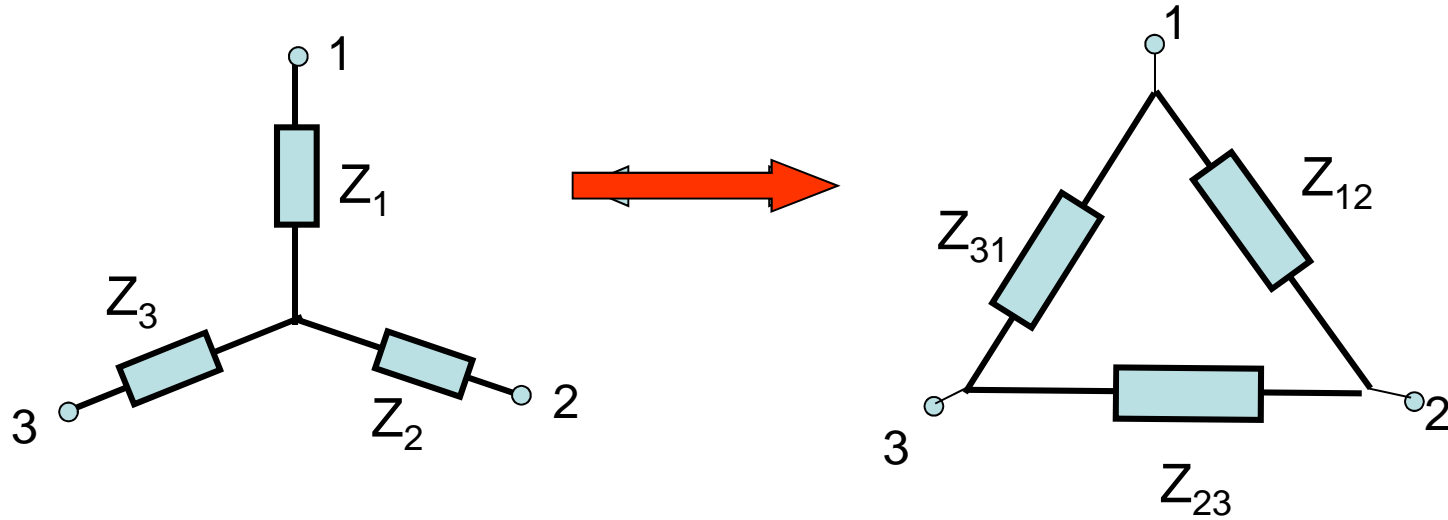
$$Z_{//} = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad \left| \begin{array}{l} Z = R + j(X_L - X_C) \\ Z_L = j X_L \\ Z_C = -j X_C \end{array} \right.$$

$$Z_{//} = \frac{j10 * (-j10)}{j10 - j10} = \infty \longrightarrow I = 0 \quad \text{C ng h ng dòng i n}$$



$$\vec{I} = \vec{I}_L + \vec{I}_C = 0$$

3. Biến đổi sao (Y) – tam giác (U)



1. Biến đổi Z_1, Z_2, Z_3 từ sao :

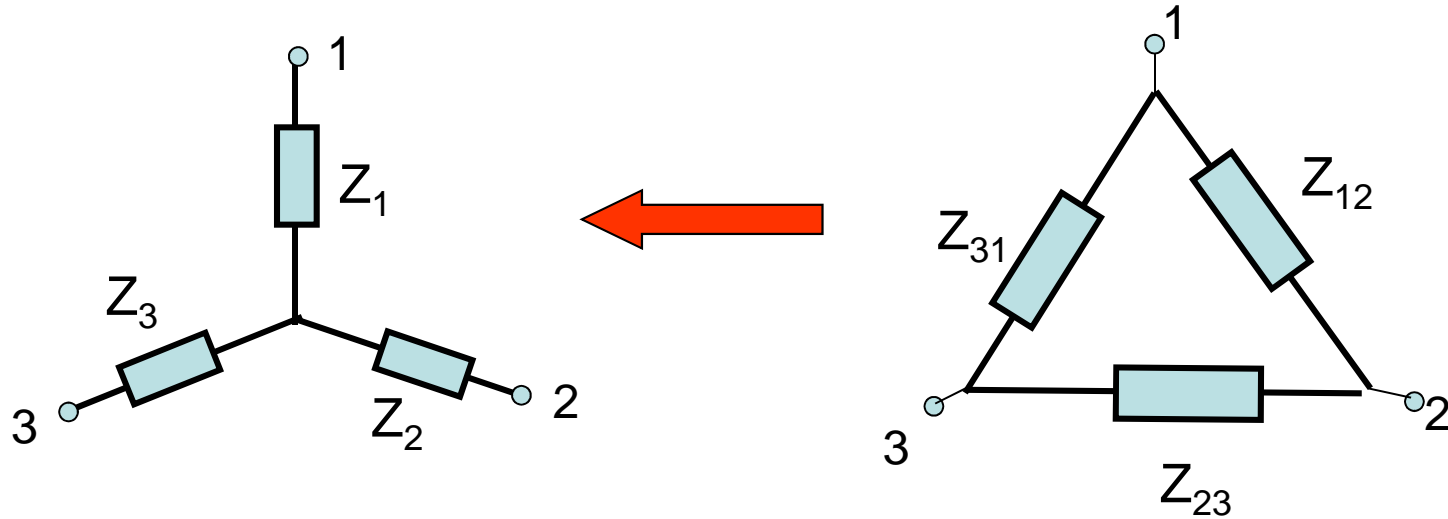
$$\rightarrow \begin{cases} Z_{12} = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 Z_2}{Z_3} \\ Z_{23} = Z_2 + Z_3 + \frac{Z_2 Z_3}{Z_1} \\ Z_{31} = Z_3 + Z_1 + \frac{Z_3 Z_1}{Z_2} \end{cases}$$

Khi có $Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_Y$

→ Sao lệch

$$Z_{12} = Z_{23} = Z_{31} = Z_{\Delta} = 3 Z_Y$$

2. Biến đổi Z_{12}, Z_{23}, Z_{31} từ tam giác :



$$\begin{cases} Z_1 = \frac{Z_{12} Z_{31}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}} \\ Z_2 = \frac{Z_{12} Z_{23}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}} \\ Z_3 = \frac{Z_{23} Z_{31}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}} \end{cases}$$

Khi có $Z_{12} = Z_{23} = Z_{31} = Z_{\Delta}$

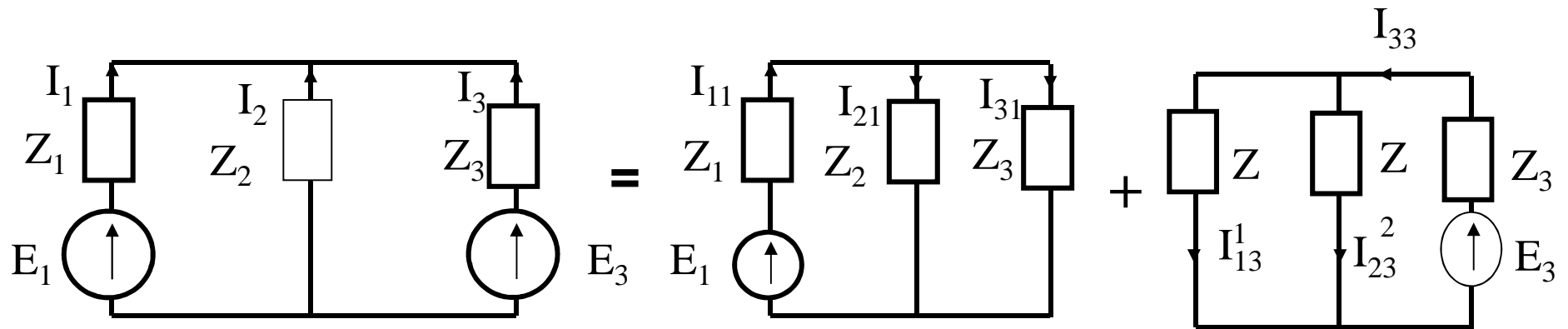
→ Tam giác đều

$$\rightarrow Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_Y = \frac{Z_{\Delta}}{3}$$

3.5 Phương pháp xếp chồng

Mạch có nhiều nguồn kích thích

Dòng, áp trên mỗi nhánh bằng tổng của các dòng, áp thành phần do từng nguồn kích thích riêng rẽ



$$\dot{I}_1 = \dot{I}_{11} - \dot{I}_{13} \quad \dot{I}_2 = -\dot{I}_{21} - \dot{I}_{23} \quad \dot{I}_3 = -\dot{I}_{31} + \dot{I}_{33}$$

Ví d 1: Cho m ch i n nh hình bên.

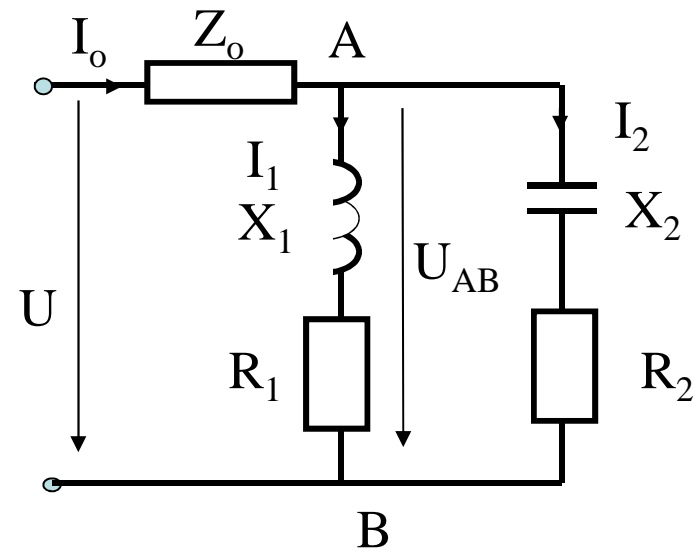
Bi t:

$$Z_0 = 5 + j 5 \Omega; \quad Z_1 = 3 + j 4 \Omega;$$

$$Z_2 = 8 - j 6 \Omega; \quad U_{AB} = 100 \text{ V}$$

Tìm : I_1, I_2, I_0, U

$P, Q, S, \cos\varphi$ toàn m ch



Gi i

1. Tìm : I_1, I_2, I_0, U

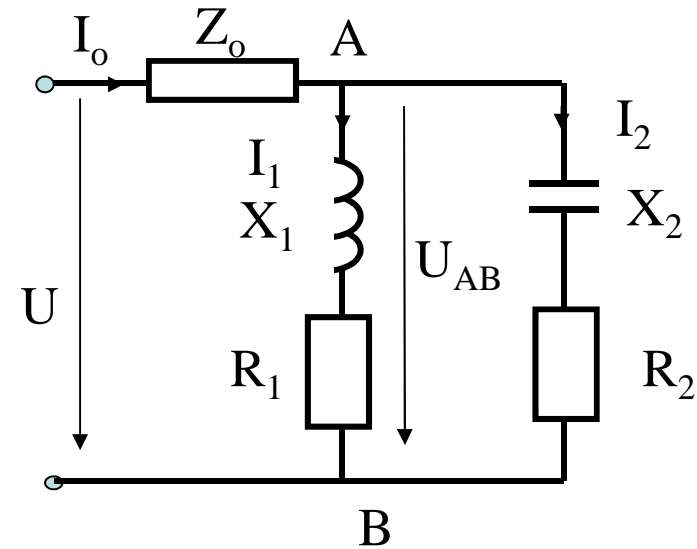
$$I_1 = \frac{U_{AB}}{Z_1} = \frac{100}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = 20 \text{ (A)}$$

T ng t :

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{Z_2} = \frac{100}{\sqrt{8^2 + 6^2}} = 10 \text{ (A)}$$

tìm I_o

có thể dùng {
 - Véc t
 - S ph c
 - Cân b ng công su t



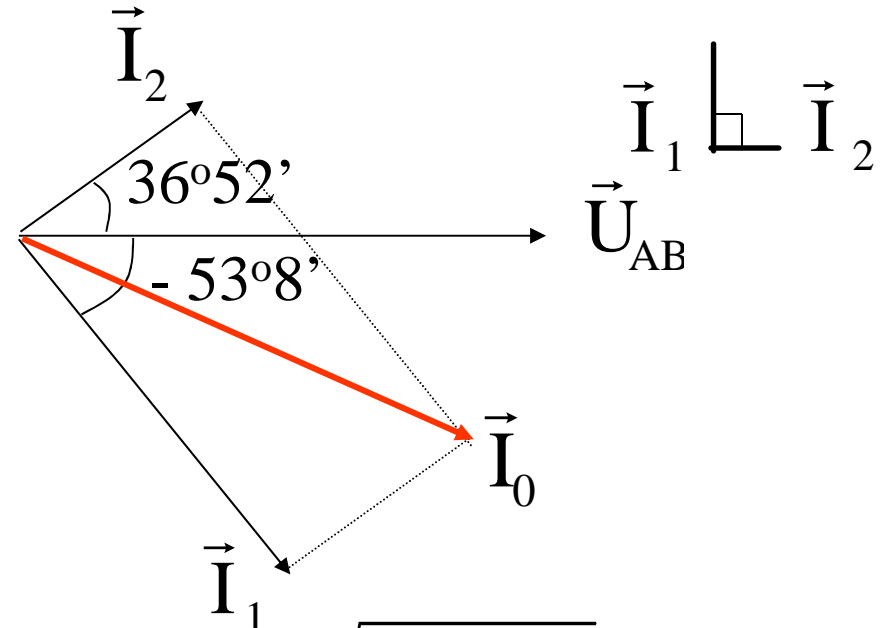
I. Véc t

\vec{I}_1 ch m sau \vec{U}_{AB} $\varphi_{i_1} = -\{_1$

$$\{_1 = \arctg \frac{4}{3} = 53^\circ 8'$$

\vec{I}_2 v t tr c \vec{U}_{AB} $\varphi_{i_2} = -\{_2$

$$\{_2 = \arctg \frac{-6}{8} = -36^\circ 52'$$



$$I_o = \sqrt{20^2 + 10^2} = 22,36 \text{ (A)}$$

II. S ph c

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_1} = \frac{100e^{j0^\circ}}{3 + j4} = \frac{100e^{j0^\circ}}{5e^{j53^\circ 8'}}$$

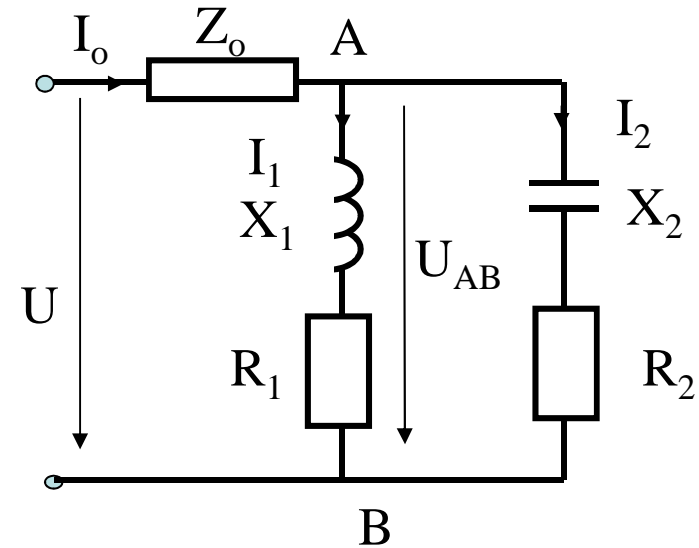
$$\dot{I}_1 = 20e^{-j53^\circ 8'}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_2} = \frac{100e^{j0^\circ}}{8 - j6} = \frac{100e^{j0^\circ}}{10e^{-j36^\circ 52'}}$$

$$\dot{I}_2 = 10e^{j36^\circ 52'}$$

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 20e^{-j53^\circ 8'} + 10e^{j36^\circ 52'} = 12 - j16 + 8 + j6 = 20 - j10$$

$$\dot{I}_0 = 22,36e^{-j26^\circ 34'}$$



III. Cân bằng công suất

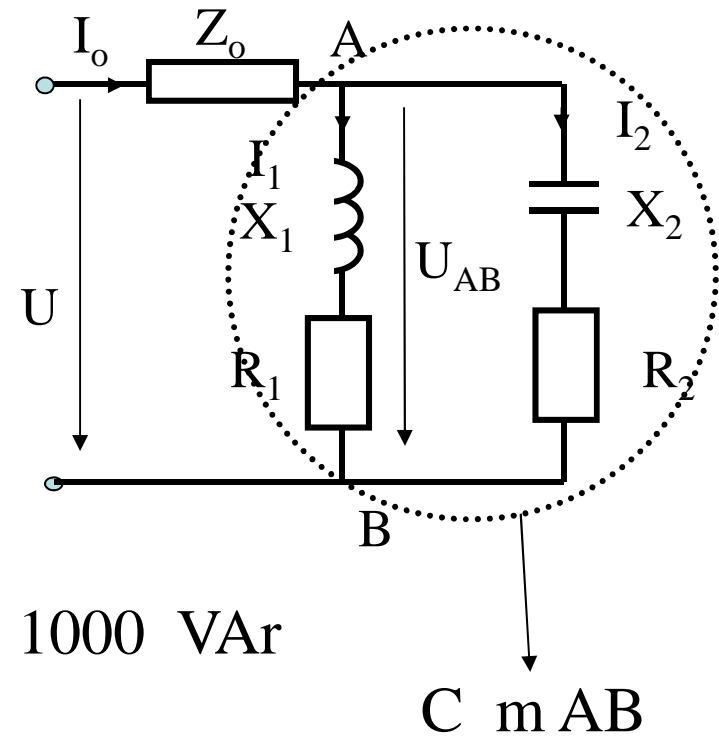
$$P_{AB} = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2$$

$$P_{AB} = 3 \cdot 20^2 + 8 \cdot 10^2 = 2000 \text{ W}$$

$$Q_{AB} = X_1 I_1^2 - X_2 I_2^2 = 4 \cdot 20^2 - 6 \cdot 10^2 = 1000 \text{ VAR}$$

$$S_{AB} = \sqrt{P_{AB}^2 + Q_{AB}^2} = \sqrt{2000^2 + 1000^2} = 2236 \text{ VA}$$

$$S_{AB} = U_{AB} I_o \implies I_o = \frac{S_{AB}}{U_{AB}} = \frac{2236}{100} = 22,36 \text{ A}$$



2. Tìm P, Q, S, cosφ toàn m ch

$$P = R_o I_o^2 + P_{AB}$$

$$P = 5.22,36^2 + 2000 = 4500 \text{ W}$$

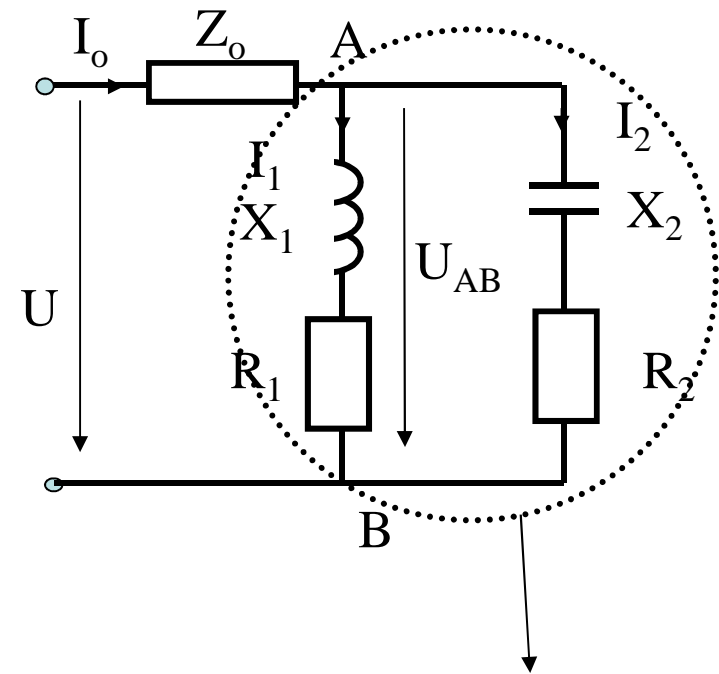
$$Q = X_o I_o^2 + Q_{AB}$$

$$Q = 5.22,36^2 + 1000 = 3500 \text{ VAr}$$

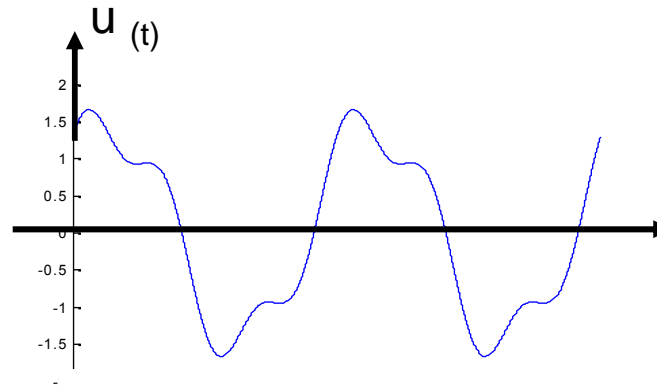
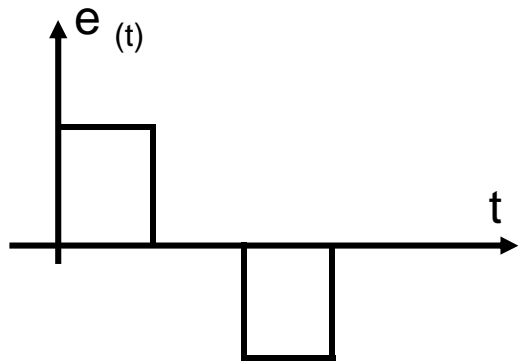
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{4500^2 + 3500^2} = 5700 \text{ VA} \quad C \text{ m AB}$$

$$S = U I_o \quad \longrightarrow \quad U = \frac{S}{I_o} = \frac{5700}{22,36} = 255 \text{ V}$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{4500}{5700} = 0,79$$



3.6 Mạch điện có nguồn chu kỳ không sin



VD : $u(t) = U_0 + \sqrt{2}U_1 \sin(\omega t + \psi_1) + \sqrt{2}U_3 \sin(3\omega t + \psi_3)$

* **Cách giải**

- Coi bài toán về các phần tử riêng lẻ
- Lựa chọn thời điểm cho từng nguồn thành phần tác động
- Áp dụng các phương pháp đã học để tìm \dot{I}_k, \dot{U}_k
- Tìm \dot{I}_k, \dot{U}_k về dạng tổng quát
- Dòng, áp trên nhánh : $\dot{i}_{(t)} = \sum_{k=0}^{k=n} \dot{i}_{k(t)} \quad u_{(t)} = \sum_{k=0}^{k=n} u_{k(t)}$

* **Chú ý :**

- V i thành ph n k ω

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{L(k\omega)} = k X_{L(\omega)} \\ X_{C(k\omega)} = \frac{X_{C(\omega)}}{k} \end{array} \right.$$

- Ch x p ch ng áp ng u, i d i d ng t c th i.

$$i_{(t)} = \sum_{k=0}^{k=n} i_{k(t)} \quad u_{(t)} = \sum_{k=0}^{k=n} u_{k(t)}$$

T i sao?



Các thành ph n có t n s khác nhau

*** Tr hi u d ng c a dòng chu k không sin**

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

$$i^2_{(t)} = \left(\sum i_k \right)^2$$

$$= \sum i_k^2 + 2 \sum_{j \neq 1} i_j i_1$$

hàm i u hòa

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \sum i_k^2 dt}$$

$$= \sqrt{\sum \left(\frac{1}{T} \int_0^T i_k^2 dt \right)}$$

I_k^2

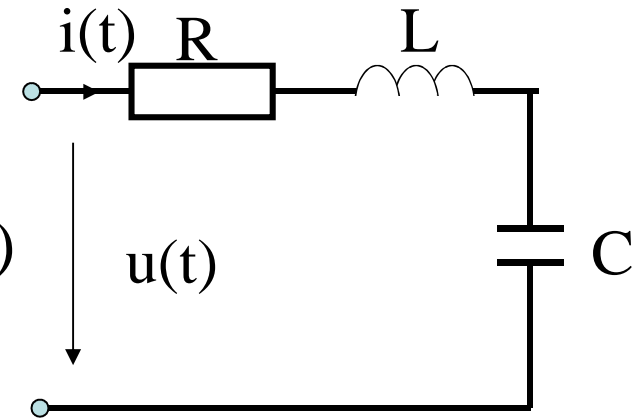
$$I = \sqrt{\sum_0^n I_k^2} \quad U = \sqrt{\sum_0^n U_k^2} \quad E = \sqrt{\sum_0^n E_k^2}$$

VD 2 : Cho mạch điện như hình vẽ

Biết $R = 8\Omega$; $X_{L(\omega)} = 3\Omega$; $X_{C(\omega)} = 9\Omega$;

$$u(t) = \underline{100} + \underline{\sqrt{2}.200\sin(\omega t)} + \underline{\sqrt{2}.50\sin(3\omega t)}$$

Tìm $i(t)$, I ?



Giải

Coi $u(t) = \underline{U_0} + \underline{u_1} + \underline{u_3}$

1. Cho $U_0 = 100$ tác động $\Rightarrow I_0 = \mathbf{0}$

2. Cho u_1 tác động : $\dot{U}_1 = 200e^{j0}$

$$Z_1 = 8 + j(3 - 9) = 10e^{-j36^\circ 52'} \Rightarrow \dot{I}_1 = \frac{200e^{j0}}{10e^{-j36^\circ 52'}} = 20e^{j36^\circ 52'}$$

$$\Rightarrow i_{1(t)} = \sqrt{2}.20\sin(\omega t + 36^\circ 52')$$

3. Cho u_3 tác động:

$$X_{L3} = 3X_L = 9; X_{C3} = X_C / 3 = 3$$

$$Z_3 = 8 + j(9 - 3) = 10e^{j36^\circ 52'} \longrightarrow \dot{I}_3 = \frac{50e^{j0^\circ}}{10e^{j36^\circ 52'}} = 5e^{j36^\circ 52'}$$

$$\Rightarrow i_{3(t)} = \sqrt{2}.5 \sin(3\omega t - 36^\circ 52')$$

$$i(t) = \sqrt{2}.20 \sin(\omega t + 36^\circ 52') + \sqrt{2}.5 \sin(3\omega t - 36^\circ 52')$$

* Trị hiệu dụng:

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_3^2} = \sqrt{20^2 + 5^2} = 20,6 \text{ A}$$