



TRƯỜNG ĐẠI HỌC
BÁCH KHOA HÀ NỘI



NGUYỄN CÔNG PHƯƠNG

LÝ THUYẾT MẠCH I

MẠCH BA PHA

Lý thuyết mạch I

I. Thông số mạch

II. Phần tử mạch

III. Mạch một chiều

IV. Mạch xoay chiều

V. Mạng hai cửa

VI. Mạch ba pha

1. Giới thiệu

2. Mạch ba pha đối xứng

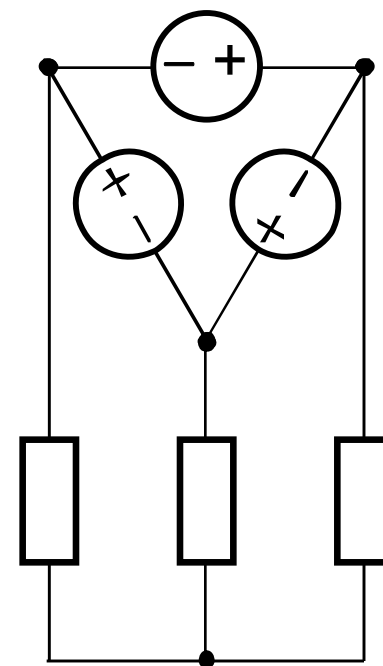
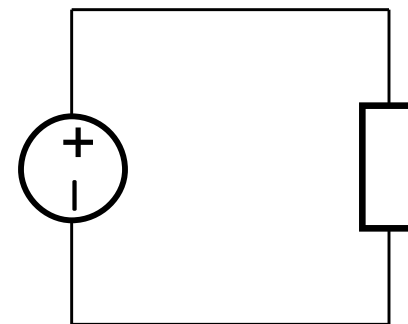
3. Mạch ba pha không đối xứng

4. Công suất trong mạch ba pha

VII. Khuếch đại thuật toán

Giới thiệu (1)

- *Mạch một pha*: một nguồn điện xoay chiều nối với tải bằng một cặp dây dẫn.
- *Mạch nhiều pha*: nhiều nguồn xoay chiều cùng tần số nhưng khác pha.
- *Mạch ba pha*: **ba nguồn điện xoay chiều cùng tần số, cùng biên độ, lệch pha với nhau 120° .**
- Trong số các mạch nhiều pha, mạch ba pha phổ biến & kinh tế nhất.

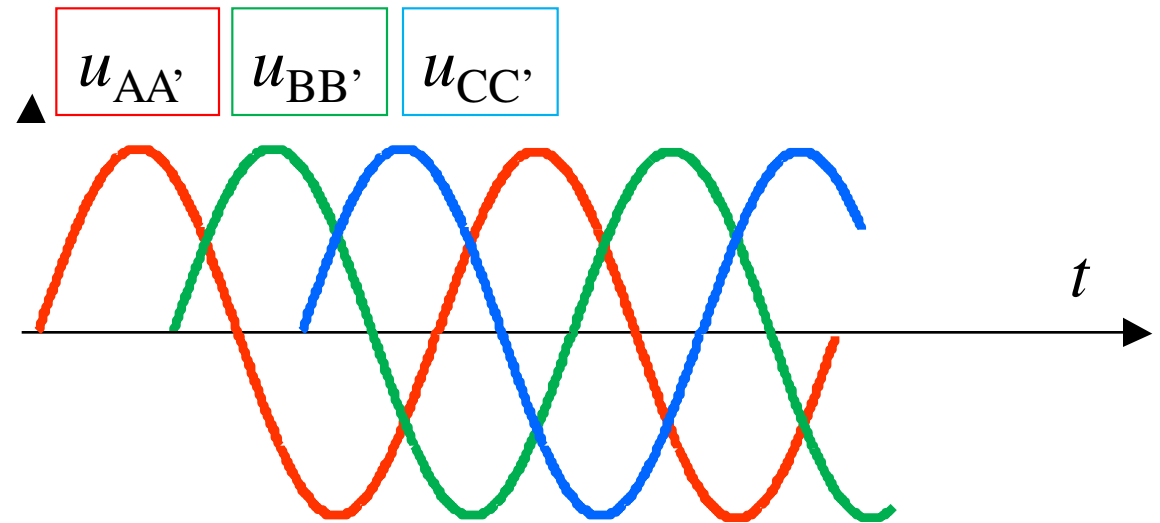
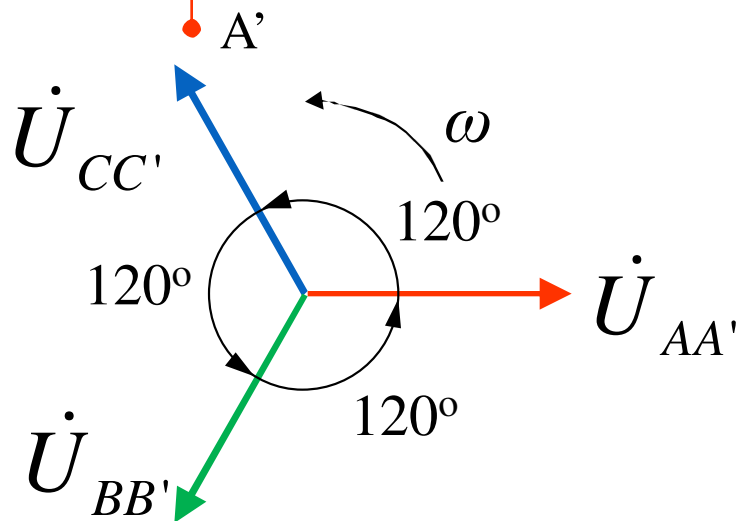
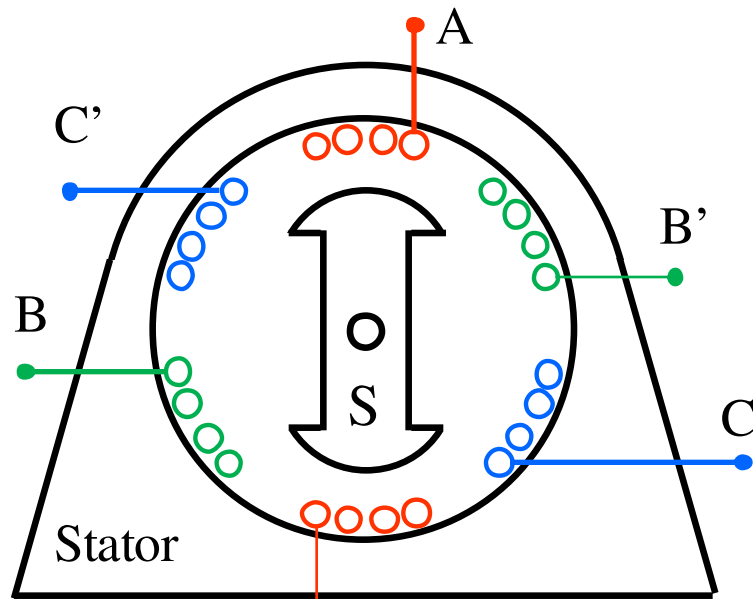


Giới thiệu (2)

Ưu điểm:

- Máy phát rẻ hơn, gọn hơn,
- Giá thành truyền tải rẻ hơn,
- Động cơ ba pha,
- Điện áp ba pha,
- Hệ số công suất,
- Chỉnh lưu,
- ...

Giới thiệu (3)



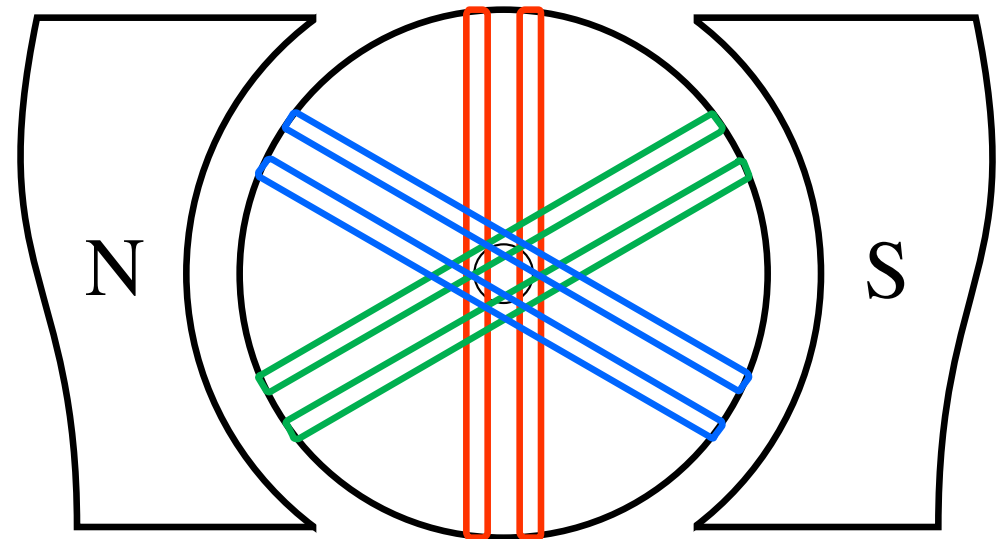
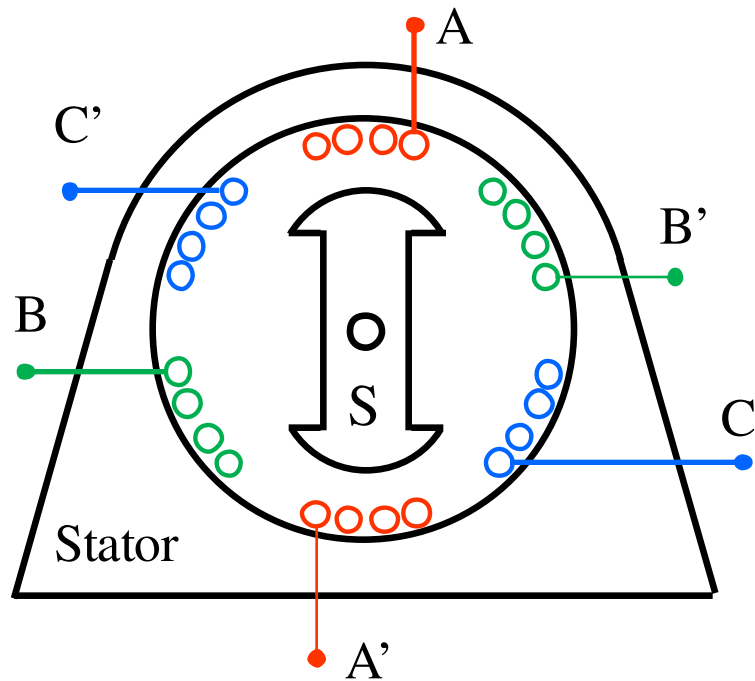
$$u_{AA'} = U_m \sin \omega t$$

$$u_{BB'} = U_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

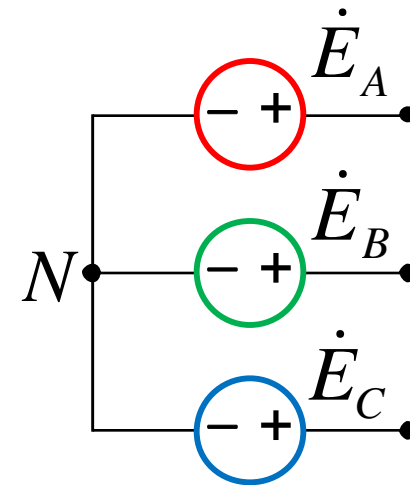
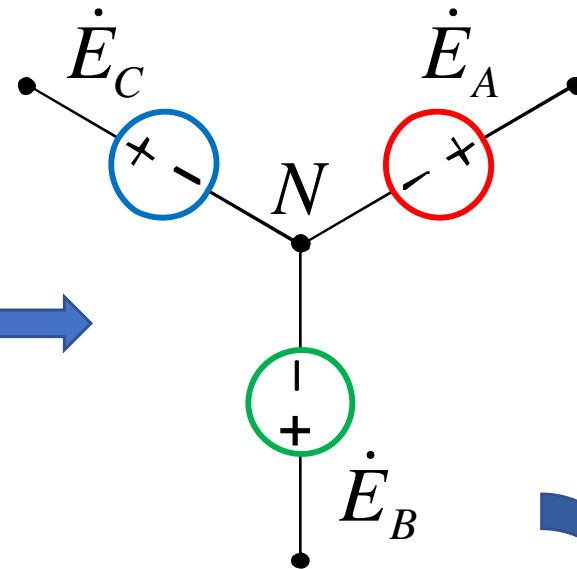
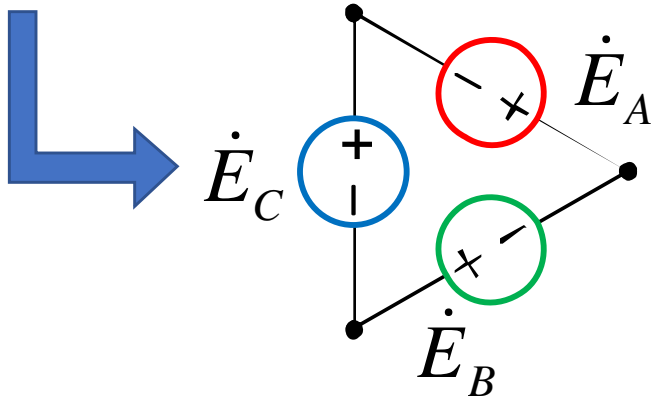
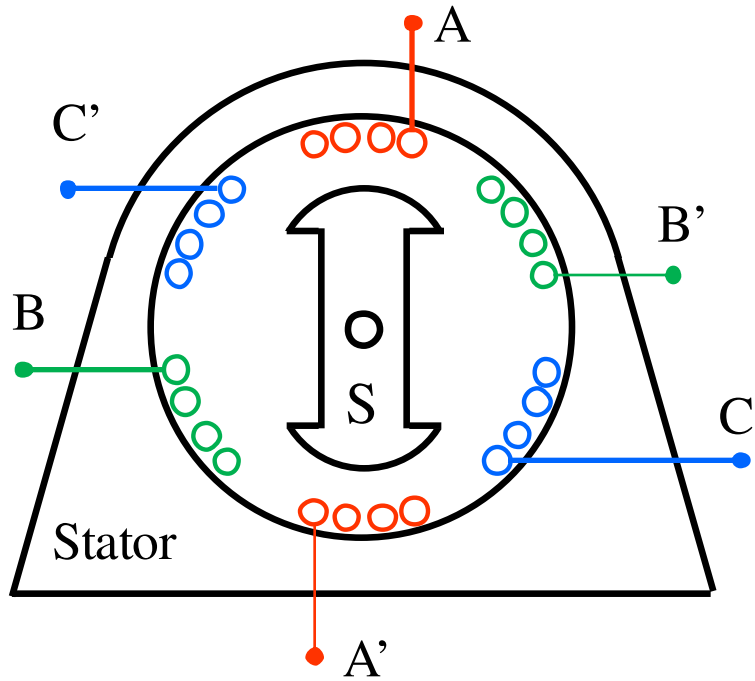
$$u_{CC'} = U_m \sin(\omega t + 120^\circ)$$

$$u_{AA'} + u_{BB'} + u_{CC'} = 0$$

Giới thiệu (4)



Giới thiệu (5)



Lý thuyết mạch I

I. Thông số mạch

II. Phần tử mạch

III. Mạch một chiều

IV. Mạch xoay chiều

V. Mạng hai cửa

VI. Mạch ba pha

1. Giới thiệu

2. Mạch ba pha đối xứng

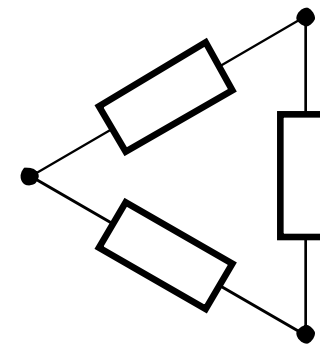
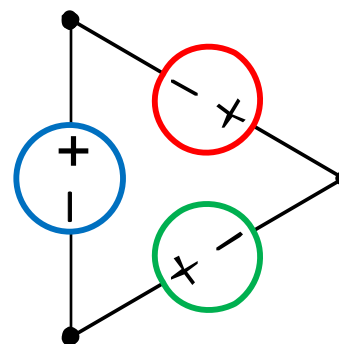
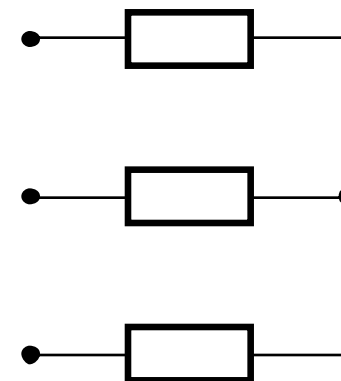
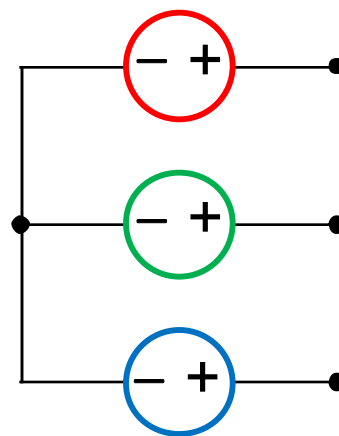
3. Mạch ba pha không đối xứng

4. Công suất trong mạch ba pha

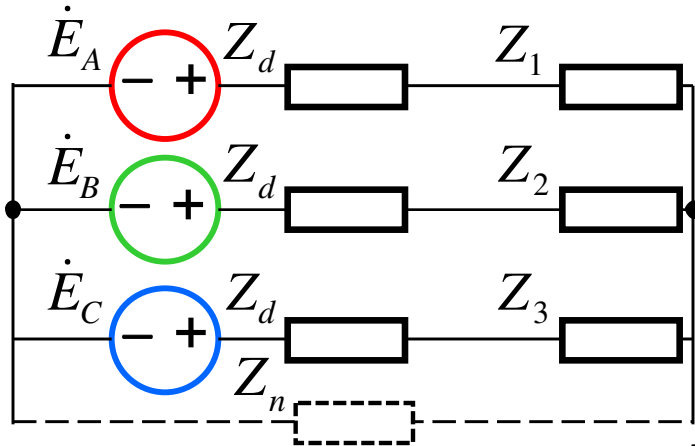
VII. Khuếch đại thuật toán

Mạch ba pha đối xứng (1)

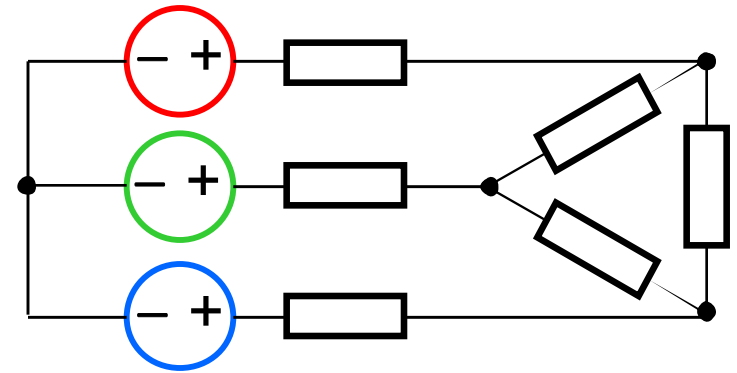
- Còn gọi là mạch ba pha cân bằng.
- **Định nghĩa: mạch ba pha có nguồn đối xứng & tải đối xứng.**
- **Nguồn đối xứng:** cùng tần số, cùng biên độ, lệch pha 120° (máy phát điện ba pha).
- **Tải đối xứng:** các tải bằng nhau.
- Có 4 cách mắc (nguồn/tải): Y/Y, Y/ Δ , Δ/Δ , Δ/Y .



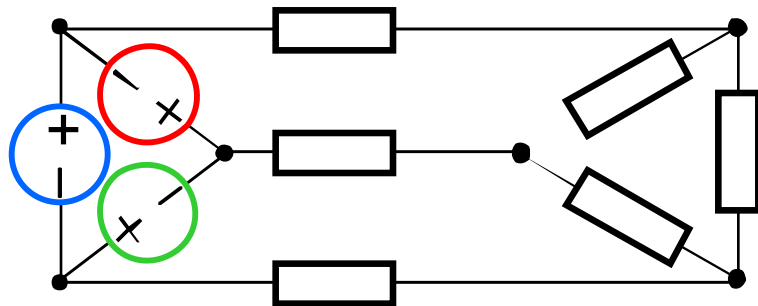
Mạch ba pha đối xứng (2)



Y-Y

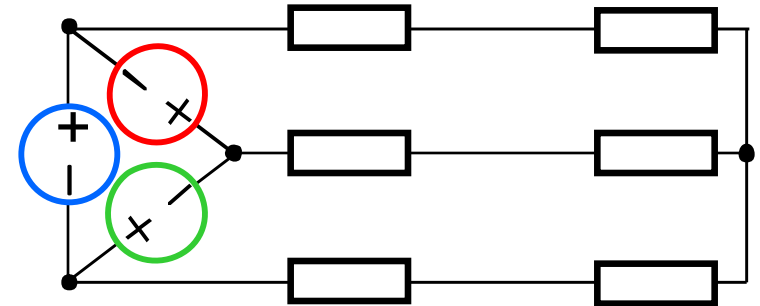


Y-Δ



Δ-Δ

Δ-Y

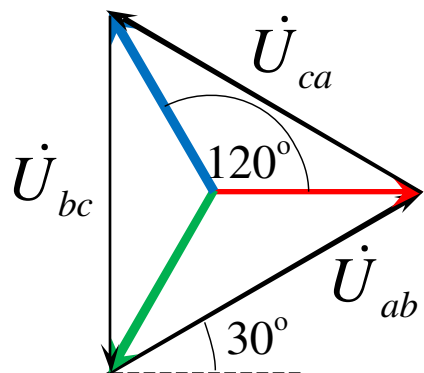


Mạch ba pha đối xứng (3), Y/Y

$$\begin{cases} \dot{E}_A = E / 0^\circ \\ \dot{E}_B = E / -120^\circ \\ \dot{E}_C = E / 120^\circ \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \dot{U}_{ab} = E\sqrt{3} / 30^\circ \\ \dot{U}_{bc} = E\sqrt{3} / -90^\circ \\ \dot{U}_{ca} = E\sqrt{3} / -210^\circ \end{cases}$$

$$\dot{U}_{ab} = \dot{E}_A - \dot{E}_B = E\sqrt{3} / 30^\circ$$

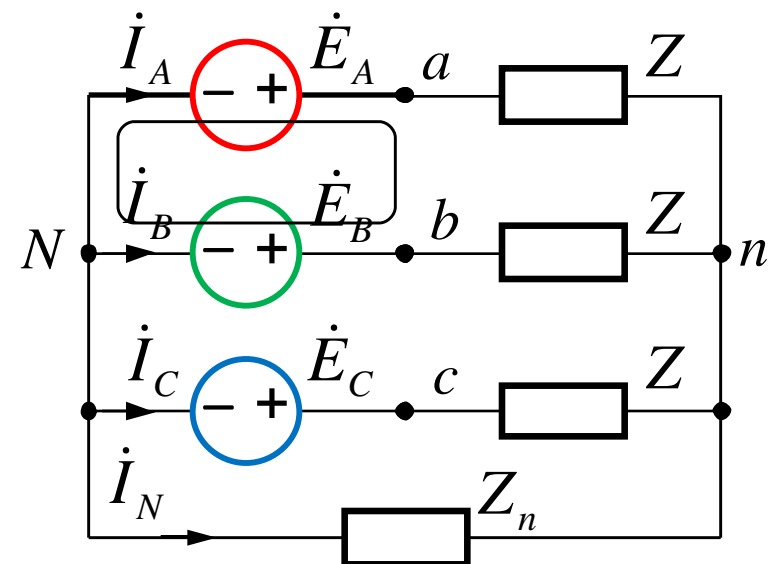
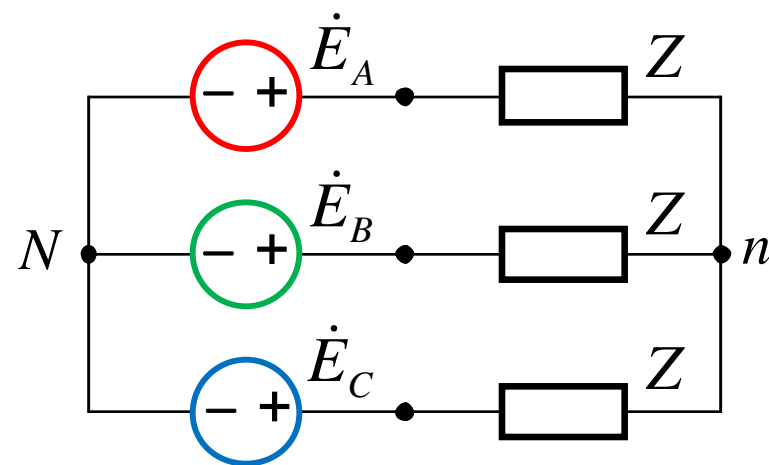
$$\dot{E}_C$$



$$\dot{E}_A$$

$$U_{dây} = \sqrt{3}U_{pha}$$

$$\dot{E}_B$$



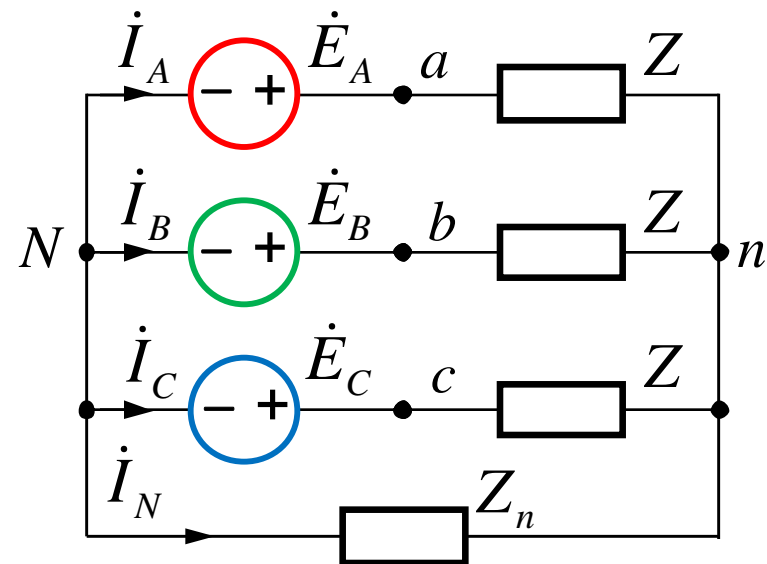
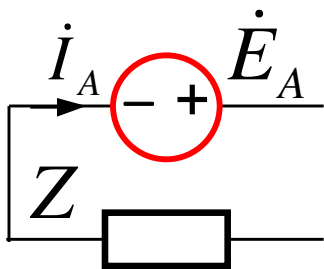
Mạch ba pha đối xứng (4), Y/Y

$$\dot{\phi}_N = 0$$

$$\rightarrow \left(\frac{1}{Z} + \frac{1}{Z} + \frac{1}{Z} + \frac{1}{Z_N} \right) \dot{\phi}_n = \frac{\dot{E}_A}{Z} + \frac{\dot{E}_B}{Z} + \frac{\dot{E}_C}{Z} \left. \vphantom{\frac{1}{Z} + \frac{1}{Z} + \frac{1}{Z} + \frac{1}{Z_N}} \right\} \dot{E}_A + \dot{E}_B + \dot{E}_C = 0$$

$$\rightarrow \dot{\phi}_n = 0$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{U}_{Nn} = 0 \\ \dot{I}_A = \frac{\dot{E}_A}{Z} = \frac{E}{Z} \angle 0^\circ \\ \dot{I}_B = \frac{\dot{E}_B}{Z} = \frac{E}{Z} \angle -120^\circ = \dot{I}_A \cdot 1 \angle -120^\circ \\ \dot{I}_C = \frac{\dot{E}_C}{Z} = \frac{E}{Z} \angle 120^\circ = \dot{I}_A \cdot 1 \angle 120^\circ \end{cases}$$



Các bước phân tích mạch Y&Y đối xứng:

1. Tách riêng một pha (ví dụ pha A),
2. Tính dòng điện của pha đó (i_A),
3. Suy ra dòng điện của các pha khác bằng cách cộng & trừ các góc 120° .

Mạch ba pha đối xứng (3), Y/Y

VD1

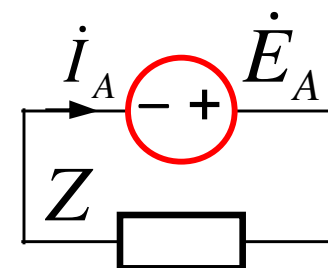
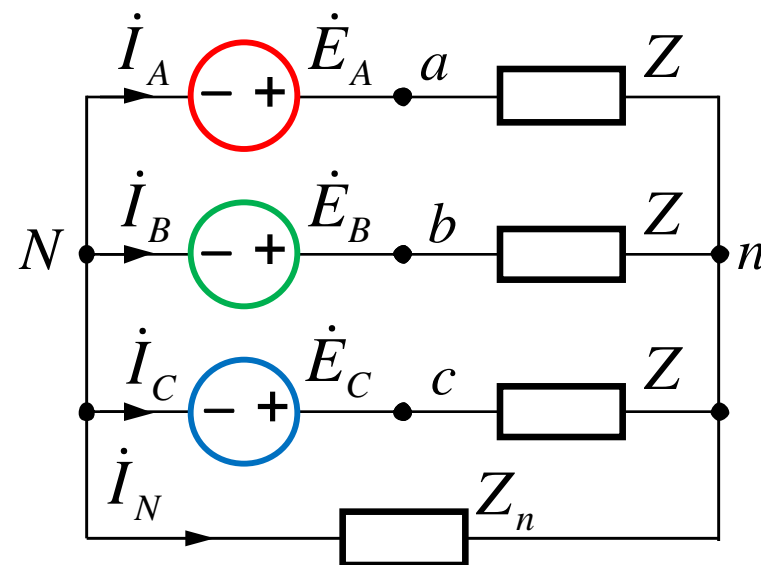
$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 \text{ V}; \dot{E}_B = 220 \angle -120^\circ \text{ V}; \\ \dot{E}_C &= 220 \angle 120^\circ \text{ V}; Z = 30 + j40 \, \Omega. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= \frac{220 \angle 0^\circ}{Z} = \frac{220 \angle 0^\circ}{30 + j40} \\ &= 4,4 \angle -53,13^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_B &= \dot{I}_A \cdot 1 \angle -120^\circ = 4,4 \angle -53,13^\circ - 120^\circ \\ &= 4,4 \angle -173,13^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_A \cdot 1 \angle +120^\circ = 4,4 \angle -53,13^\circ + 120^\circ = 4,4 \angle 66,87^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_N = -(\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C) = 0$$



Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phần tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. Mạng hai cửa

VI. Mạch ba pha

- 1. Giới thiệu
- 2. **Mạch ba pha đối xứng Y/Y , Y/Δ , Δ/Δ , Δ/Y**
- 3. Mạch ba pha không đối xứng
- 4. Công suất trong mạch ba pha

VII. Khuếch đại thuật toán

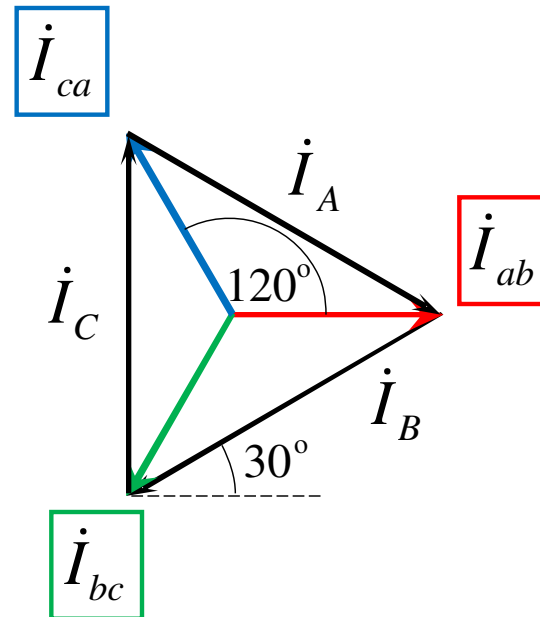
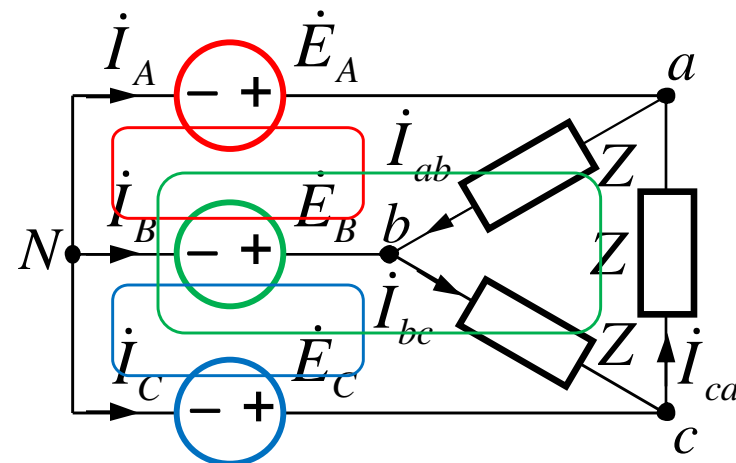
Mạch ba pha đối xứng (4), Y/ Δ

$$\begin{cases} \dot{E}_A = E / 0^\circ \\ \dot{E}_B = E / -120^\circ \\ \dot{E}_C = E / 120^\circ \end{cases} \rightarrow \begin{cases} Z\dot{I}_{ab} = \dot{E}_A - \dot{E}_B \\ Z\dot{I}_{bc} = \dot{E}_B - \dot{E}_C \\ Z\dot{I}_{ca} = \dot{E}_C - \dot{E}_A \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_{ab} = (\dot{E}_A - \dot{E}_B) / Z \\ \dot{I}_{bc} = (\dot{E}_B - \dot{E}_C) / Z = \dot{I}_{ab} \cdot 1 / -120^\circ \\ \dot{I}_{ca} = (\dot{E}_C - \dot{E}_A) / Z = \dot{I}_{ab} \cdot 1 / 120^\circ \end{cases}$$

$$a: \dot{I}_A = \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca} = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / -30^\circ$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_A = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / -30^\circ \\ \dot{I}_B = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} \cdot 1 / -150^\circ \\ \dot{I}_C = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} \cdot 1 / 90^\circ \end{cases}$$



Mạch ba pha đối xứng (5), Y/ Δ

VD2

$$\begin{aligned}\dot{E}_A &= 220/\underline{15^\circ} \text{ V}; \dot{E}_B = 220/\underline{-105^\circ} \text{ V}; \\ \dot{E}_C &= 220/\underline{135^\circ} \text{ V}; Z = 30 + j40 \, \Omega.\end{aligned}$$

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{E}_A - \dot{E}_B}{Z} = 7,62/\underline{-8,1^\circ} \text{ A}$$

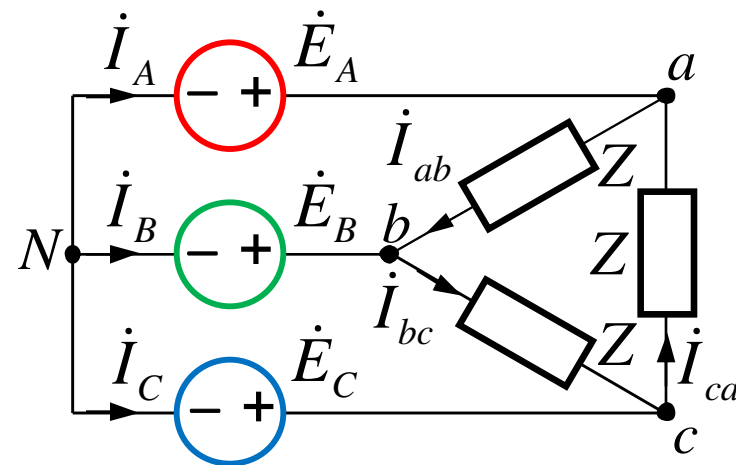
$$\dot{I}_{bc} = 7,62/\underline{-8,1^\circ - 120^\circ} = 7,62/\underline{-128,1^\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_{ca} = 7,62/\underline{-8,1^\circ + 120^\circ} = 7,62/\underline{111,9^\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} \sqrt{3}/\underline{-30^\circ} = 7,62/\underline{-8,1^\circ} \cdot \sqrt{3}/\underline{-30^\circ} = 13,20/\underline{-38,1^\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_A/\underline{-120^\circ} = 13,20/\underline{-38,1^\circ - 120^\circ} = 13,20/\underline{-158,1^\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_A/\underline{120^\circ} = 13,20/\underline{-38,1^\circ + 120^\circ} = 13,20/\underline{81,9^\circ} \text{ A}$$



Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phần tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. Mạng hai cửa

VI. Mạch ba pha

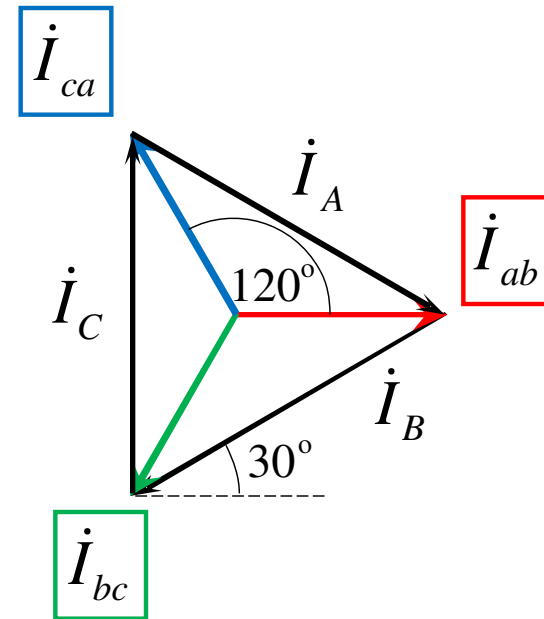
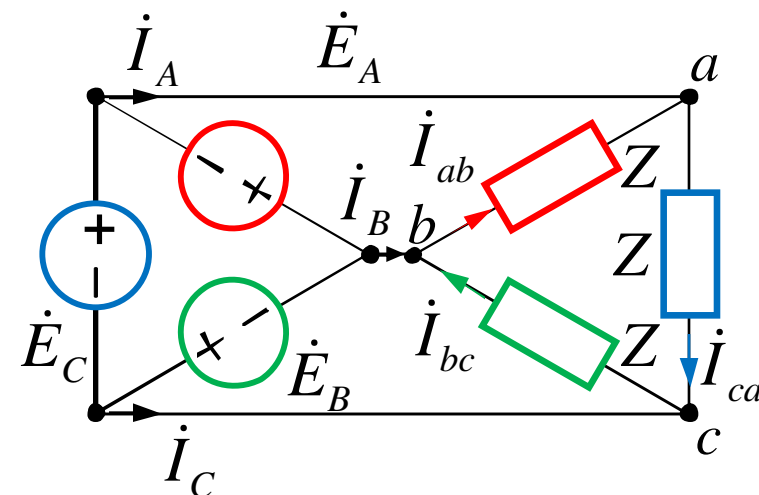
- 1. Giới thiệu
- 2. **Mạch ba pha đối xứng Y/Y , Y/Δ , Δ/Δ , Δ/Y**
- 3. Mạch ba pha không đối xứng
- 4. Công suất trong mạch ba pha

VII. Khuếch đại thuật toán

Mạch ba pha đối xứng (6), Δ/Δ

$$\begin{cases} \dot{I}_{ab} = \frac{\dot{E}_A}{Z} \\ \dot{I}_{bc} = \frac{\dot{E}_B}{Z} = \dot{I}_{ab} \cdot 1 / -120^\circ \\ \dot{I}_{ca} = \frac{\dot{E}_C}{Z} = \dot{I}_{ab} \cdot 1 / 120^\circ \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{I}_A = \dot{I}_{ab} \cdot \sqrt{3} / -30^\circ \\ \dot{I}_B = \dot{I}_{ab} \cdot \sqrt{3} / -150^\circ \\ \dot{I}_C = \dot{I}_{ab} \cdot \sqrt{3} / 90^\circ \end{cases}$$



Lý thuyết mạch I

- I. Thông số mạch
- II. Phần tử mạch
- III. Mạch một chiều
- IV. Mạch xoay chiều
- V. Mạng hai cửa

VI. Mạch ba pha

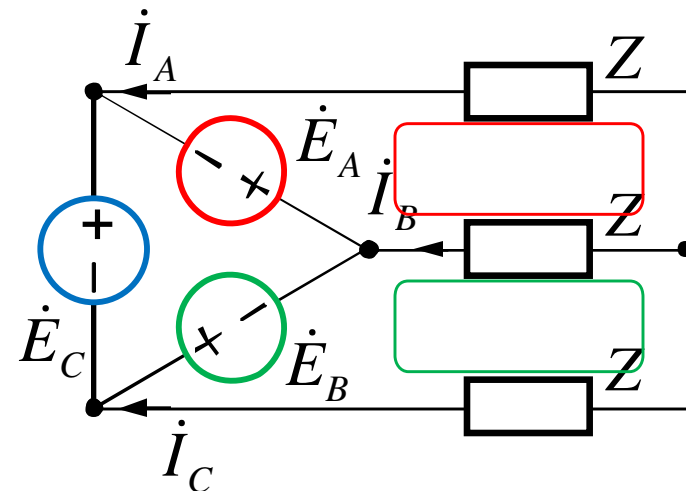
- 1. Giới thiệu
- 2. **Mạch ba pha đối xứng Y/Y , Y/Δ , Δ/Δ , Δ/Y**
- 3. Mạch ba pha không đối xứng
- 4. Công suất trong mạch ba pha

VII. Khuếch đại thuật toán

Mạch ba pha đối xứng (6), Δ/Y

$$\begin{cases} \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0 \\ Z\dot{I}_A - Z\dot{I}_B = \dot{E}_A \\ Z\dot{I}_B - Z\dot{I}_C = \dot{E}_B \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_A = \frac{E}{Z\sqrt{3}} \angle -30^\circ \\ \dot{I}_B = \frac{E}{Z\sqrt{3}} \angle -150^\circ \\ \dot{I}_C = \frac{E}{Z\sqrt{3}} \angle 90^\circ \end{cases}$$



Mạch ba pha đối xứng

- Là mạch có nguồn đối xứng và tải đối xứng.
- Có 4 cách mắc: Y/Y , Y/Δ , Δ/Δ , Δ/Y .
- Có hai cách giải mạch ba pha đối xứng:
 1. Tính thông số của một pha, suy ra các thông số của 2 pha còn lại bằng cách cộng thêm các góc $\pm 120^\circ$, hoặc
 2. Coi như một mạch điện bình thường & tính toán bằng các phương pháp đã học.

Lý thuyết mạch I

I. Thông số mạch

II. Phần tử mạch

III. Mạch một chiều

IV. Mạch xoay chiều

V. Mạng hai cửa

VI. Mạch ba pha

1. Giới thiệu

2. Mạch ba pha đối xứng

3. Mạch ba pha không đối xứng

4. Công suất trong mạch ba pha

VII. Khuếch đại thuật toán

Mạch ba pha không đối xứng (1)

- Mạch ba pha đối xứng: mạch có nguồn đối xứng và tải đối xứng.
- *Mạch ba pha không đối xứng: mạch có nguồn không đối xứng và/hoặc tải không đối xứng.*
- Có 4 cách mắc: Y/Y , Y/Δ , Δ/Δ , Δ/Y .
- Cách giải mạch ba pha không đối xứng: coi như một mạch điện thông thường có nhiều nguồn xoay chiều cùng tần số.

Mạch ba pha không đối xứng (2)

VD1

$$Z_A = 20 \, \Omega; Z_B = j10 \, \Omega; Z_C = -j10 \, \Omega; \dot{E}_A = 220 \, \text{V};$$

$$\dot{E}_B = 220 / -120^\circ \, \text{V}; \dot{E}_C = 220 / 120^\circ \, \text{V}; Z_n = 1 + j2 \, \Omega.$$

$$\dot{\phi}_N = 0 \rightarrow \dot{\phi}_n = \frac{\dot{E}_A / Z_A + \dot{E}_B / Z_B + \dot{E}_C / Z_C}{1 / Z_A + 1 / Z_B + 1 / Z_C + 1 / Z_n}$$

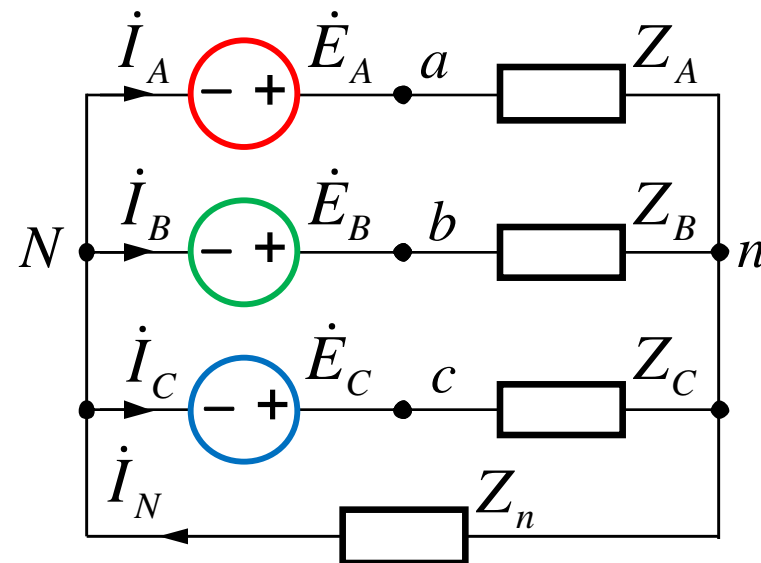
$$= 57,46 / -122^\circ \, \text{V}$$

$$\rightarrow \dot{I}_A = \frac{\dot{E}_A - \dot{\phi}_n}{Z_A} = \frac{220 / 0^\circ - 57,46 / -122^\circ}{20} = 12,76 / 11^\circ \, \text{A}$$

$$\dot{I}_B = \frac{\dot{E}_B - \dot{\phi}_n}{Z_B} = \frac{220 / -120^\circ - 57,46 / -122^\circ}{j10} = 16,26 / 150,7^\circ \, \text{A}$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{E}_C - \dot{\phi}_n}{Z_C} = \frac{220 / 120^\circ - 57,46 / -122^\circ}{-j10} = 25,21 / -161,6^\circ \, \text{A}$$

$$\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 25,70 / 174,6^\circ \, \text{A}$$



Mạch ba pha không đối xứng (3)

VD2

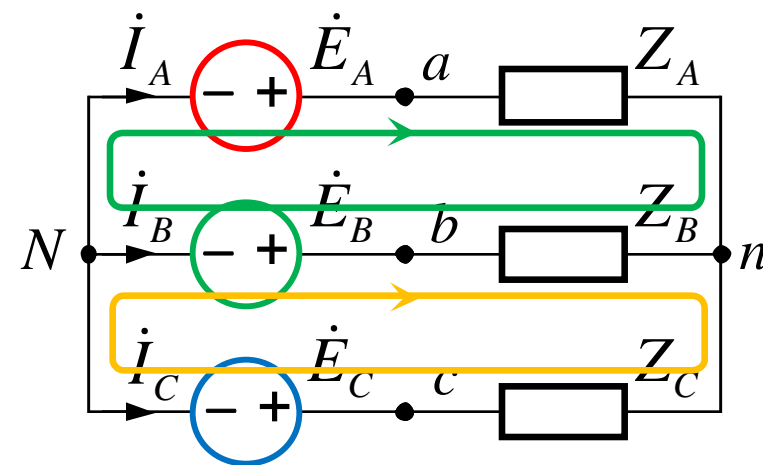
$$Z_A = 20 \, \Omega; Z_B = j10 \, \Omega; Z_C = -j5 \, \Omega; \dot{E}_A = 220 \, \text{V};$$

$$\dot{E}_B = 220 / -120^\circ \, \text{V}; \dot{E}_C = 220 / 120^\circ \, \text{V}.$$

$$\begin{cases} Z_A \dot{I}_x + Z_B (\dot{I}_x - \dot{I}_v) = \dot{E}_A - \dot{E}_B \\ Z_B (\dot{I}_v - \dot{I}_x) + Z_C \dot{I}_v = \dot{E}_B - \dot{E}_C \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_x = 24,63 - j16,26 \, \text{A} \\ \dot{I}_v = -26,95 - j32,53 \, \text{A} \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_A = \dot{I}_x = 24,63 - j16,26 \, \text{A} \\ \dot{I}_B = \dot{I}_v - \dot{I}_x = -51,58 - j16,26 \, \text{A} \\ \dot{I}_C = -\dot{I}_v = 26,95 + j32,53 \, \text{A} \end{cases}$$



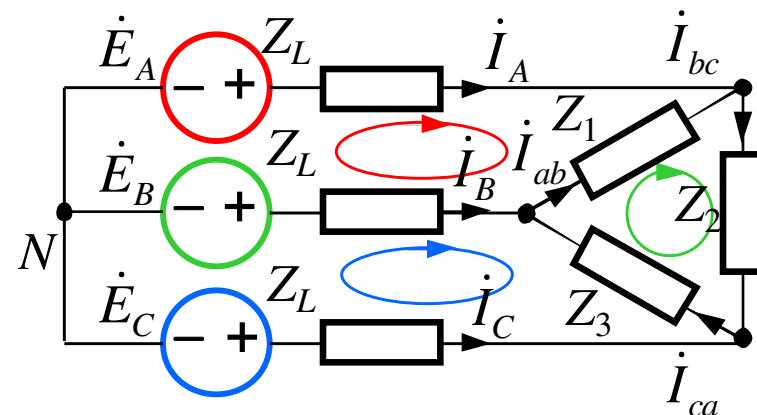
Mạch ba pha không đối xứng (4)

VD3

$\dot{E}_A = 220/\underline{0^\circ} \text{ V}$; $\dot{E}_B = 215/\underline{-120^\circ} \text{ V}$; $\dot{E}_C = 225/\underline{120^\circ} \text{ V}$
 $Z_L = 5\Omega$; $Z_1 = 10\Omega$; $Z_2 = j20\Omega$; $Z_3 = -j30\Omega$. Tìm các dòng điện?

Cách 1

$$\begin{cases} (2Z_L + Z_1)\dot{I}_r - Z_1\dot{I}_g - Z_L\dot{I}_b = \dot{E}_A - \dot{E}_B \\ -Z_1\dot{I}_r + (Z_1 + Z_2 + Z_3)\dot{I}_g - Z_3\dot{I}_b = 0 \\ -Z_L\dot{I}_r - Z_3\dot{I}_g + (2Z_L + Z_3)\dot{I}_b = \dot{E}_B - \dot{E}_C \end{cases}$$



$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_r = 13,36 + j0,15 \text{ A} \\ \dot{I}_g = -7,02 - j12,79 \text{ A} \\ \dot{I}_b = 1,98 - j11,06 \text{ A} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \dot{I}_A = \dot{I}_r = 13,36 + j0,15 \text{ A} \\ \dot{I}_B = \dot{I}_b - \dot{I}_r = -11,39 - j11,21 \text{ A} \\ \dot{I}_C = -\dot{I}_b = -1,98 + j11,06 \text{ A} \\ \dot{I}_{ab} = \dot{I}_g - \dot{I}_r = -20,38 - j12,94 \text{ A} \\ \dot{I}_{bc} = \dot{I}_g = -7,02 - j12,79 \text{ A} \\ \dot{I}_{ca} = \dot{I}_g - \dot{I}_b = -8,99 - j1,74 \text{ A} \end{cases}$$

Mạch ba pha không đối xứng (5)

VD3

$\dot{E}_A = 220/0^\circ \text{ V}$; $\dot{E}_B = 215/-120^\circ \text{ V}$; $\dot{E}_C = 225/120^\circ \text{ V}$
 $Z_L = 5\Omega$; $Z_1 = 10\Omega$; $Z_2 = j20\Omega$; $Z_3 = -j30\Omega$. Tìm các dòng điện?

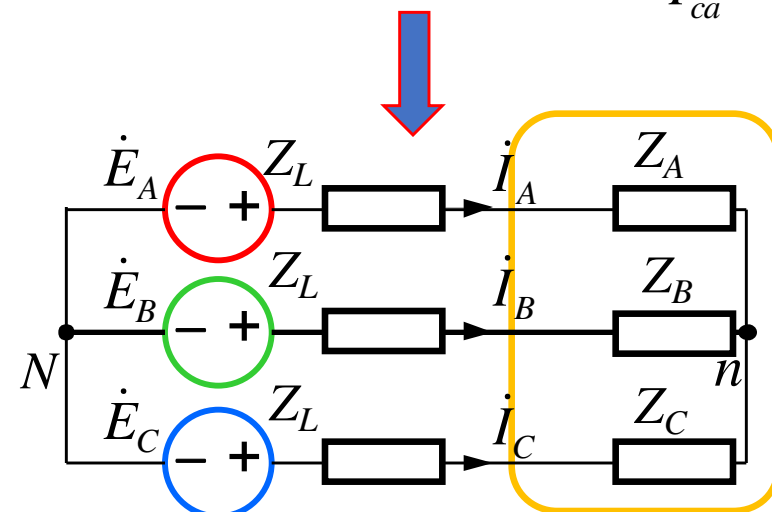
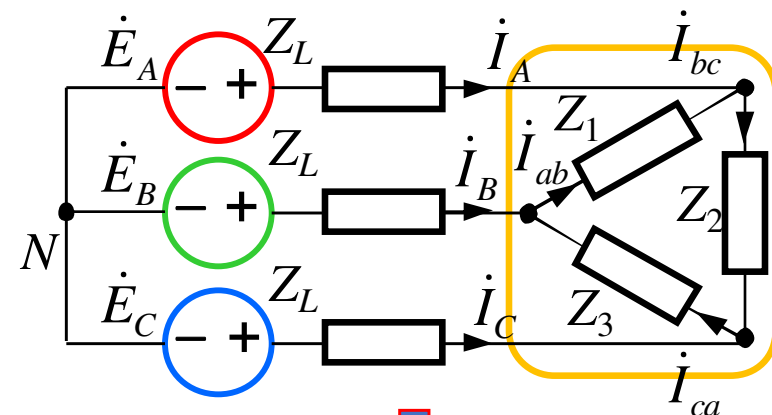
Cách 2

$$Z_A = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2 + Z_3} = \frac{10(j20)}{10 + j20 - j30} = -10 + j10\Omega$$

$$Z_B = \frac{Z_1 Z_3}{Z_1 + Z_2 + Z_3} = \frac{10(-j30)}{10 + j20 - j30} = 15 - j15\Omega$$

$$Z_C = \frac{Z_2 Z_3}{Z_1 + Z_2 + Z_3} = \frac{j20(-j30)}{10 + j20 - j30} = 30 + j30\Omega$$

$$\dot{\phi}_N = 0 \rightarrow \dot{\phi}_n = \frac{\frac{\dot{E}_A}{Z_L + Z_A} + \frac{\dot{E}_B}{Z_L + Z_B} + \frac{\dot{E}_C}{Z_L + Z_C}}{\frac{1}{Z_L + Z_A} + \frac{1}{Z_L + Z_B} + \frac{1}{Z_L + Z_C}} = 288,3 - j132,9 \text{ V}$$



Mạch ba pha không đối xứng (6)

VD3

$$\dot{E}_A = 220/\underline{0^\circ} \text{ V}; \dot{E}_B = 215/\underline{-120^\circ} \text{ V}; \dot{E}_C = 225/\underline{120^\circ} \text{ V}$$

$$Z_L = 5\Omega; Z_1 = 10\Omega; Z_2 = j20\Omega; Z_3 = -j30\Omega. \text{ Tìm các dòng điện?}$$

$$\dot{\phi}_n = 288,3 - j132,9 \text{ V}$$

Cách 2

$$\dot{I}_A = (\dot{E}_A - \dot{\phi}_n) / (Z_L + Z_A) = 13,36 + j0,15 \text{ A}$$

$$\dot{I}_B = (\dot{E}_B - \dot{\phi}_n) / (Z_L + Z_B) = -11,39 - j11,21 \text{ A}$$

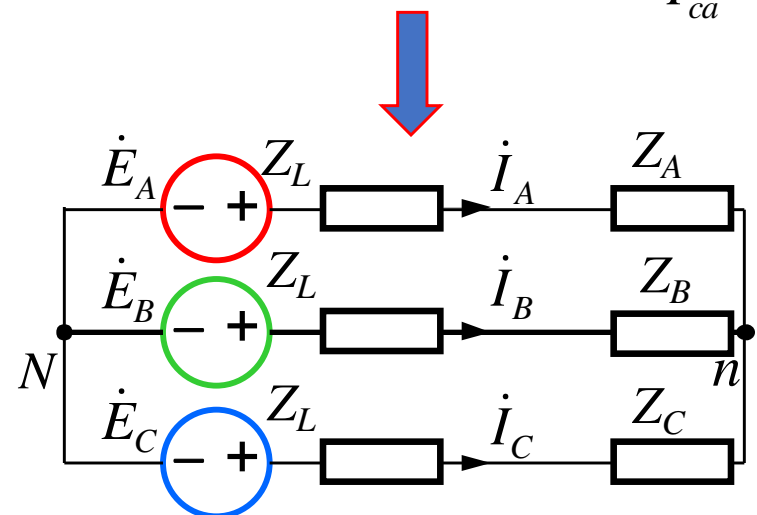
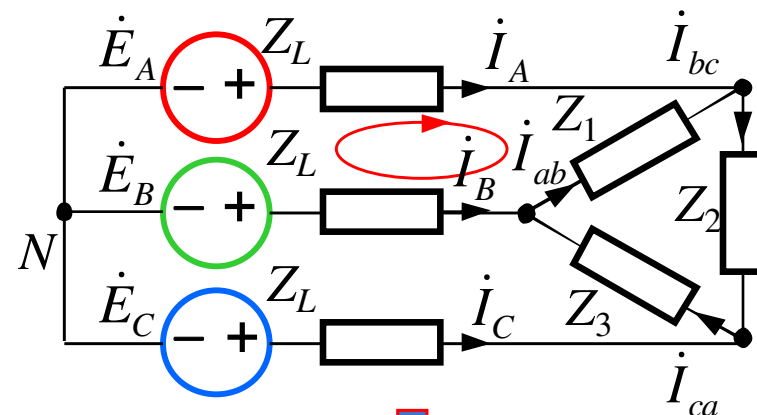
$$\dot{I}_C = (\dot{E}_C - \dot{\phi}_n) / (Z_L + Z_C) = -1,98 + j11,06 \text{ A}$$

$$Z_L \dot{I}_A - Z_1 \dot{I}_{ab} - Z_L \dot{I}_B = \dot{E}_A - \dot{E}_B$$

$$\rightarrow \dot{I}_{ab} = \frac{\dot{E}_B - \dot{E}_A + Z_L(\dot{I}_A - \dot{I}_B)}{Z_1} = -20,38 - j12,94 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{bc} = \dot{I}_A + \dot{I}_{ab} = 13,36 + j0,15 - 20,38 - j12,94 = -7,02 - j12,79 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{ca} = \dot{I}_C + \dot{I}_{bc} = -1,98 + j11,06 - 7,02 - j12,79 = 9,00 - j1,73 \text{ A}$$



Mạch ba pha không đối xứng (7)

VD4

$\dot{E}_{AB} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_{BC} = 215 \angle -120^\circ \text{ V};$
 $Z_1 = 10\Omega; Z_2 = j20\Omega; Z_3 = -j30\Omega.$ Tìm các dòng điện?

$$\dot{I}_{BA} = \frac{\dot{E}_A}{Z_1} = \frac{220}{10} = 22 \text{ A}$$

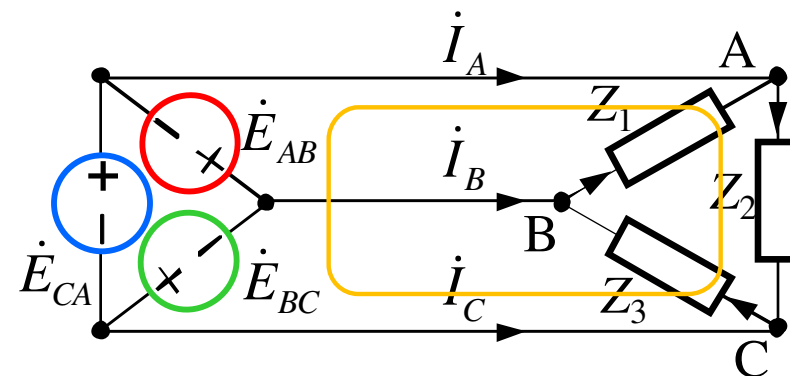
$$Z_2 \dot{I}_{AC} = -\dot{E}_{AB} - \dot{E}_{BC} \rightarrow \dot{I}_{AC} = \frac{-\dot{E}_{AB} - \dot{E}_{BC}}{Z_2} = \frac{-220 - 215 \angle -120^\circ}{j20} = 9,31 + j5,63 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{CB} = \frac{\dot{E}_B}{Z_3} = \frac{215 \angle -120^\circ}{-j30} = 6,21 - j3,58 \text{ A}$$

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{AC} - \dot{I}_{BA} = 9,31 + j5,63 - 22 = -12,69 + j5,63 \text{ A}$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_{BA} - \dot{I}_{CB} = 22 - (6,21 - j3,58) = 15,79 + j3,58 \text{ A}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{CB} - \dot{I}_{AC} = 6,21 - j3,58 - (9,14 + j5,63) = -3,10 - j9,21 \text{ A}$$

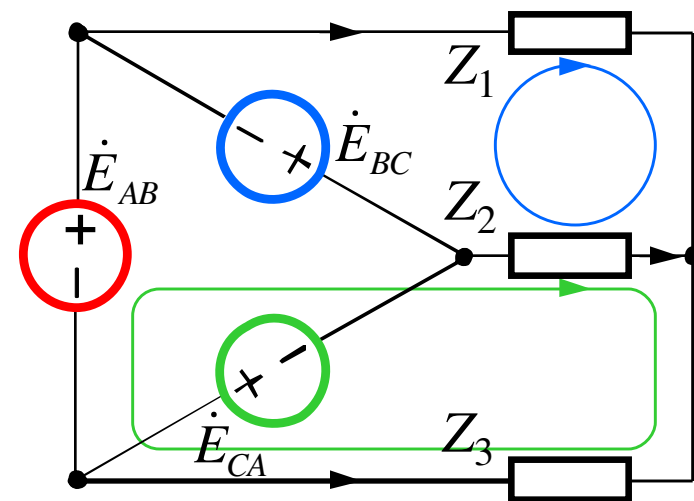


Mạch ba pha không đối xứng (8)

VD5

$\dot{E}_{AB} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_{BC} = 215 \angle -120^\circ \text{ V};$
 $Z_1 = 10\Omega; Z_2 = j20\Omega; Z_3 = -j30\Omega.$ Tìm các dòng điện?

$$\begin{cases} (Z_1 + Z_2)\dot{I}_b & -Z_2\dot{I}_g = -\dot{E}_{BC} \\ -Z_2\dot{I}_b + (Z_2 + Z_3)\dot{I}_g = \dot{E}_{AB} + \dot{E}_{BC} \end{cases}$$



$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_g = 1,14 + j4,42 \text{ A} \\ \dot{I}_b = 8,74 + j3,42 \text{ A} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \dot{I}_1 = \dot{I}_b = 8,74 + j3,42 \text{ A} \\ \dot{I}_2 = \dot{I}_g - \dot{I}_b = -7,60 + j1,01 \text{ A} \\ \dot{I}_3 = -\dot{I}_g = -1,14 - j4,42 \text{ A} \end{cases}$$

Mạch ba pha không đối xứng (9)

VD6

$\dot{E}_{AB} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$; $\dot{E}_{BC} = 215 \angle -120^\circ \text{ V}$; $Z_M = j2 \Omega$
 $Z_1 = 10\Omega$; $Z_2 = j20\Omega$; $Z_3 = -j30\Omega$. Tìm các dòng điện?

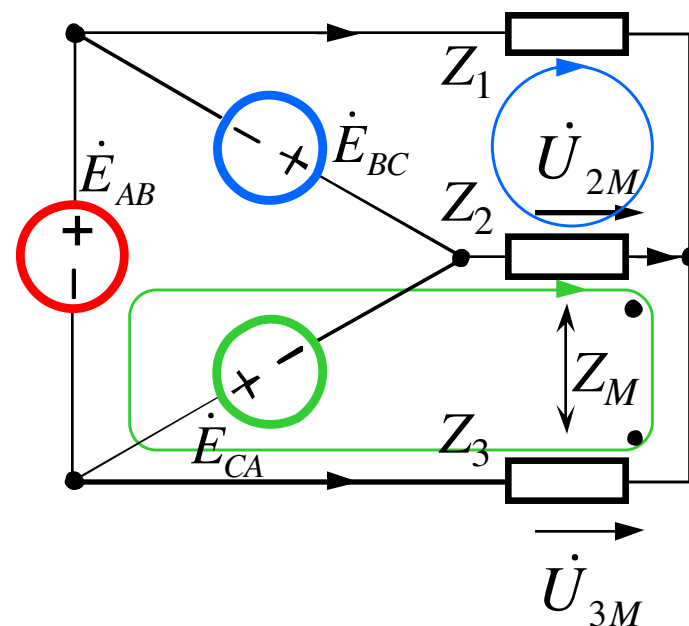
$$\dot{U}_{2M} = Z_M \dot{I}_3; \dot{U}_{3M} = Z_M \dot{I}_2$$

$$\begin{cases} Z_1 \dot{I}_1 - Z_2 \dot{I}_2 - Z_M \dot{I}_3 = -\dot{E}_{BC} \\ Z_2 \dot{I}_2 + Z_M \dot{I}_3 - Z_3 \dot{I}_3 - Z_M \dot{I}_2 = \dot{E}_{AB} + \dot{E}_{BC} \end{cases}$$

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_b, \dot{I}_2 = \dot{I}_g - \dot{I}_b, \dot{I}_3 = -\dot{I}_g$$

$$\rightarrow \begin{cases} Z_1 \dot{I}_b - Z_2 (\dot{I}_g - \dot{I}_b) + Z_M \dot{I}_g = -\dot{E}_{BC} \\ Z_2 (\dot{I}_g - \dot{I}_b) - Z_M \dot{I}_g + Z_3 \dot{I}_g - Z_M (\dot{I}_g - \dot{I}_b) = \dot{E}_{AB} + \dot{E}_{BC} \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_b = 9,17 + j2,99 \text{ A} \\ \dot{I}_g = 1,51 + j4,20 \text{ A} \end{cases}$$



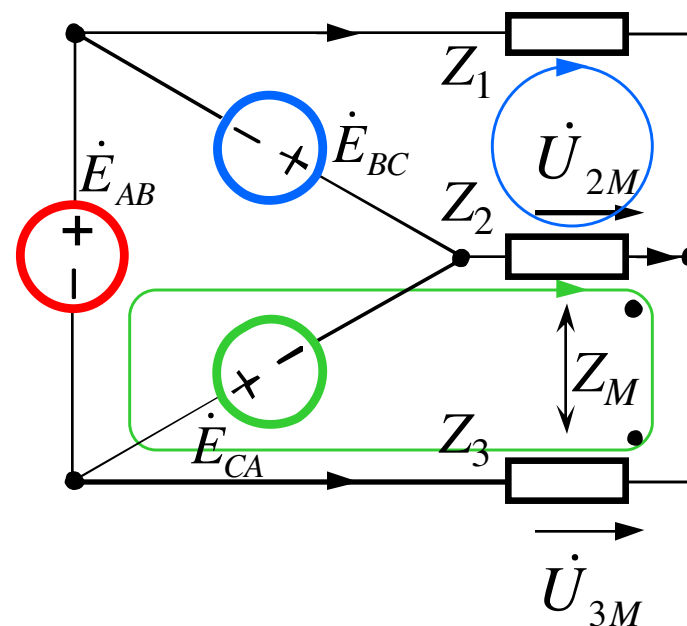
Mạch ba pha không đối xứng (10)

VD6

$\dot{E}_{AB} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$; $\dot{E}_{BC} = 215 \angle -120^\circ \text{ V}$; $Z_M = j2 \Omega$
 $Z_1 = 10 \Omega$; $Z_2 = j20 \Omega$; $Z_3 = -j30 \Omega$. Tìm các dòng điện?

$$\begin{cases} \dot{I}_b = 9,17 + j2,99 \text{ A} \\ \dot{I}_g = 1,51 + j4,20 \text{ A} \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_1 = \dot{I}_b = 9,17 + j2,99 \text{ A} \\ \dot{I}_2 = \dot{I}_g - \dot{I}_b = -7,67 + j1,21 \text{ A} \\ \dot{I}_3 = -\dot{I}_g = -1,51 - j4,20 \text{ A} \end{cases}$$



Lý thuyết mạch I

I. Thông số mạch

II. Phần tử mạch

III. Mạch một chiều

IV. Mạch xoay chiều

V. Mạng hai cửa

VI. Mạch ba pha

1. Giới thiệu

2. Mạch ba pha đối xứng

3. Mạch ba pha không đối xứng

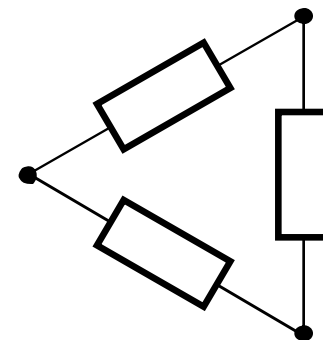
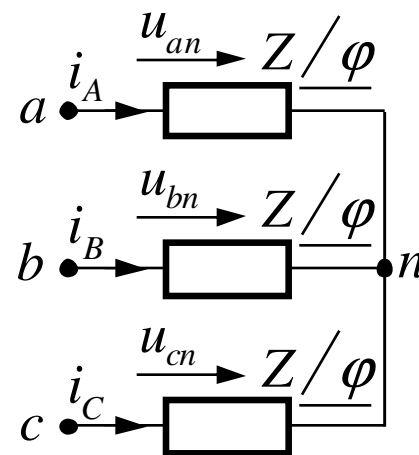
4. Công suất trong mạch ba pha

VII. Khuếch đại thuật toán

Công suất trong mạch ba pha (1)

$$\begin{cases} u_{an} = U\sqrt{2} \sin \omega t \\ u_{bn} = U\sqrt{2} \sin(\omega t - 120^\circ) \\ u_{cn} = U\sqrt{2} \sin(\omega t + 120^\circ) \end{cases}$$

$$\begin{cases} i_A = I\sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi) \\ i_B = I\sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi - 120^\circ) \\ i_C = I\sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi + 120^\circ) \end{cases}$$



$$\begin{aligned} p_{\Sigma} &= p_a + p_b + p_c = u_{an} i_A + u_{bn} i_B + u_{cn} i_C \\ &= 2UI [\sin \omega t \sin(\omega t - \varphi) + \sin(\omega t - 120^\circ) \sin(\omega t - \varphi - 120^\circ) + \\ &\quad + \sin(\omega t + 120^\circ) \sin(\omega t - \varphi + 120^\circ)] = \boxed{3UI \cos \varphi} \end{aligned}$$

Công suất trong mạch ba pha (2)

$$p_{\Sigma} = 3UI \cos \varphi$$

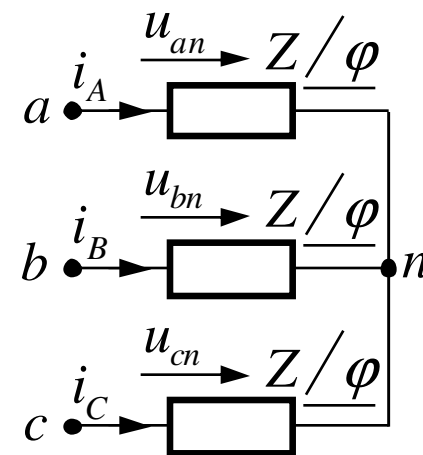
Các công suất trung bình của mỗi pha:

$$P_p = UI \cos \varphi$$

$$S_p = UI$$

$$Q_p = UI \sin \varphi$$

$$\mathbf{S}_p = P_p + jQ_p = \dot{U}_{an} \hat{I}_A$$



$$u_{an} = U\sqrt{2} \sin \omega t$$

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

Công suất trong mạch ba pha (3)

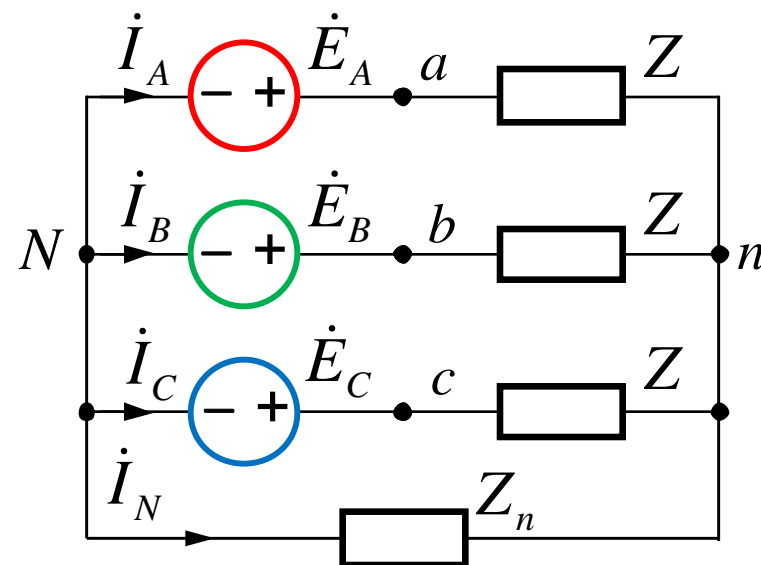
VD1

$$\begin{aligned}\dot{E}_A &= 220 \text{ V}; \dot{E}_B = 220 \angle -120^\circ \text{ V}; \\ \dot{E}_C &= 220 \angle 120^\circ \text{ V}; Z = 30 + j40 \, \Omega.\end{aligned}$$

$$\begin{cases} \dot{I}_A = 4,4 \angle -53,13^\circ \text{ A} \\ \dot{I}_B = 4,4 \angle -173,13^\circ \text{ A} \\ \dot{I}_C = 4,4 \angle 66,87^\circ \text{ A} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{U}_{an} = \dot{E}_A = 220 \text{ V} \\ \dot{U}_{bn} = \dot{E}_B = 220 \angle -120^\circ \text{ V} \\ \dot{U}_{cn} = \dot{E}_C = 220 \angle 120^\circ \text{ V} \end{cases}$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{|Z|} = \frac{30}{\sqrt{30^2 + 40^2}} = 0,6$$



$$p_{\Sigma} = 3UI \cos \varphi = 3.220.4,4.0,6 = 1742,4 \text{ W}$$

$$\rightarrow P_A = \frac{p_{\Sigma}}{3} = \frac{1742,4}{3} = \boxed{580,8 \text{ W}}$$

$$P_A = RI_A^2 = 30(4,4)^2 = \boxed{580,8 \text{ W}}$$

Công suất trong mạch ba pha (4)

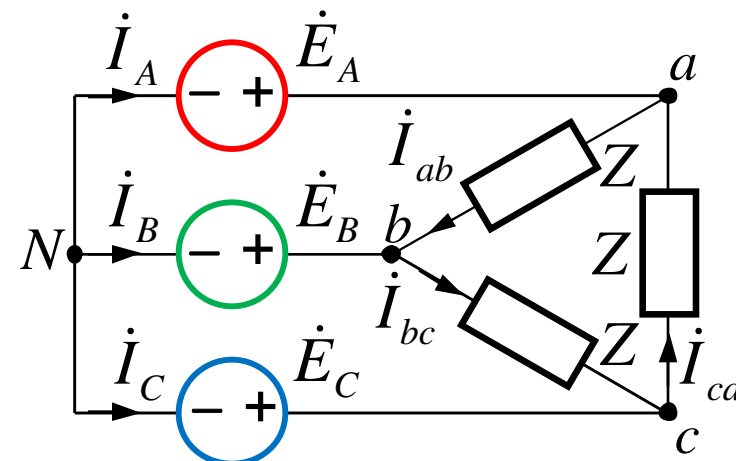
VD2

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 15^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 220 / -105^\circ \text{ V}; \\ \dot{E}_C &= 220 / 135^\circ \text{ V}; Z = 30 + j40 \, \Omega. \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \dot{I}_{ab} = 7,62 / -8,1^\circ \text{ A} \\ \dot{I}_{bc} = 7,62 / -128,1^\circ \text{ A} \\ \dot{I}_{ca} = 7,62 / 111,9^\circ \text{ A} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{U}_{ab} = Z\dot{I}_{ab} = 381 / 45,0^\circ \text{ V} \\ \dot{U}_{bc} = Z\dot{I}_{bc} = 381 / -75,0^\circ \text{ V} \\ \dot{U}_{ca} = Z\dot{I}_{ca} = 381 / 165^\circ \text{ V} \end{cases}$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{|Z|} = \frac{30}{\sqrt{30^2 + 40^2}} = 0,6$$



$$p_\Sigma = 3UI \cos \varphi = 3.381.7,62.0,6 = 5225,8 \text{ W}$$

$$\rightarrow P_A = \frac{p_\Sigma}{3} = \frac{5225,8}{3} = \boxed{1741,9 \text{ W}}$$

$$P_A = RI_A^2 = 30(7,62)^2 = \boxed{1741,9 \text{ W}}$$

Công suất trong mạch ba pha (5)

VD3

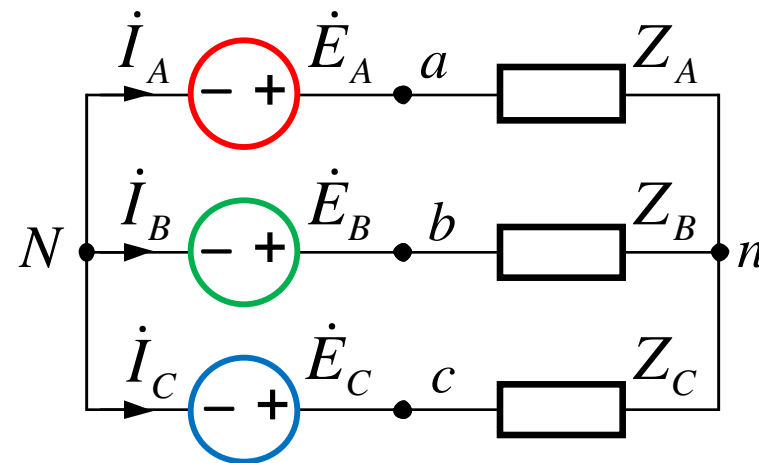
$$\begin{aligned} Z_A &= 20 \, \Omega; Z_B = j10 \, \Omega; Z_C = -j10 \, \Omega; \dot{E}_A = 220 \, \text{V}; \\ \dot{E}_B &= 220 \angle -120^\circ \, \text{V}; \dot{E}_C = 220 \angle 120^\circ \, \text{V}. \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \dot{I}_A = 38,11 \, \text{A} \\ \dot{I}_B = -19,05 - j43,21 \, \text{A} \\ \dot{I}_C = 19,05 - j43,21 \, \text{A} \end{cases}$$

$$P_A = R_A I_A^2 = 20(38,11)^2 = 29047 \, \text{W}$$

$$P_B = R_B I_B^2 = 0 I_B^2 = 0 \, \text{W}$$

$$P_C = R_C I_C^2 = 0 I_C^2 = 0 \, \text{W}$$

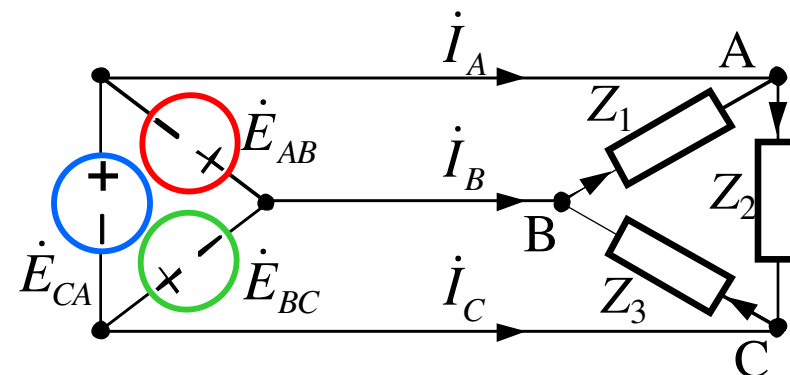


Công suất trong mạch ba pha (6)

VD4

$\dot{E}_{AB} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$; $\dot{E}_{BC} = 215 \angle -120^\circ \text{ V}$;
 $Z_1 = 10\Omega$; $Z_2 = j20\Omega$; $Z_3 = -j30\Omega$. Tìm các dòng điện?

$$\begin{cases} \dot{I}_{BA} = 22 \text{ A} \\ \dot{I}_{AC} = 10,88 \angle 31,2^\circ \text{ A} \\ \dot{I}_{CB} = 7,17 \angle -30,0^\circ \text{ A} \end{cases}$$



$$S_1 = Z_1 I_{BA}^2 = 10(22)^2 = 4840 \text{ VA} \rightarrow P_1 = \text{Re}\{S_1\} = 4840 \text{ W}$$

$$S_2 = Z_2 I_{AC}^2 = j20(10,88)^2 = j2367,5 \text{ VA} \rightarrow P_2 = \text{Re}\{S_2\} = 0$$

$$S_3 = Z_3 I_{CB}^2 = -j30(7,17)^2 = -j1542,3 \text{ VA} \rightarrow P_3 = \text{Re}\{S_3\} = 0$$

Công suất trong mạch ba pha (7)

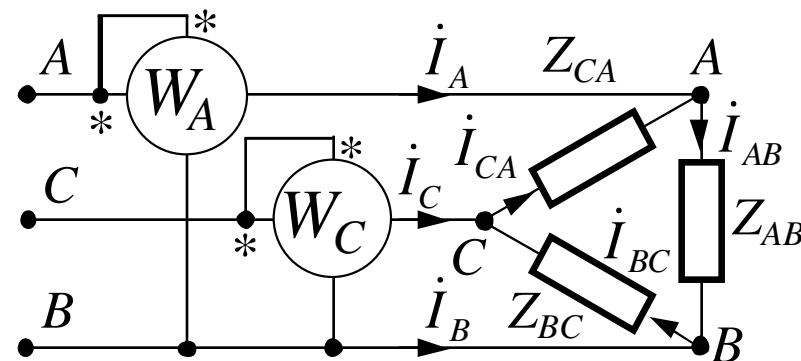
$$\left. \begin{aligned} W_A &= \operatorname{Re}\{\dot{U}_{AB} \hat{I}_A\} \\ \dot{I}_A &= \dot{I}_{AB} + \dot{I}_{AC} \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow W_A &= \operatorname{Re}\{\dot{U}_{AB} \hat{I}_{AB}\} + \operatorname{Re}\{\dot{U}_{AB} \hat{I}_{AC}\} \\ \operatorname{Re}\{\dot{U}_{AB} \hat{I}_{AB}\} &= P_{AB} \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} \rightarrow W_A &= \operatorname{Re}\{\dot{U}_{AB} \hat{I}_{AB}\} + \operatorname{Re}\{\dot{U}_{AB} \hat{I}_{AC}\} \right\} \rightarrow W_A = P_{AB} + \operatorname{Re}\{\dot{U}_{AB} \hat{I}_{AC}\}$$

$$\left. \begin{aligned} W_C &= \operatorname{Re}\{\dot{U}_{CB} \hat{I}_C\} \\ \dot{I}_C &= \dot{I}_{CA} + \dot{I}_{CB} \end{aligned} \right\} \rightarrow W_C = \operatorname{Re}\{\dot{U}_{CB} \hat{I}_{CA}\} + \operatorname{Re}\{\dot{U}_{CB} \hat{I}_{CB}\}$$

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{Re}\{\dot{U}_{CB} \hat{I}_{CB}\} &= P_{CB} \end{aligned} \right\} \rightarrow W_C = \operatorname{Re}\{\dot{U}_{CB} \hat{I}_{CA}\} + P_{CB}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow W_A + W_C &= P_{AB} + \operatorname{Re}\{(\dot{U}_{AB} - \dot{U}_{CB}) \hat{I}_{AC}\} + P_{CB} \\ \dot{U}_{AB} - \dot{U}_{CB} &= \dot{U}_{AC} \rightarrow \operatorname{Re}\{(\dot{U}_{AB} - \dot{U}_{CB}) \hat{I}_{AC}\} = P_{AC} \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} \rightarrow W_A + W_C &= P_{AB} + \operatorname{Re}\{(\dot{U}_{AB} - \dot{U}_{CB}) \hat{I}_{AC}\} + P_{CB} \right\} \rightarrow \boxed{W_A + W_C = P_{AB} + P_{AC} + P_{CB}}$$



Công suất trong mạch ba pha (8)

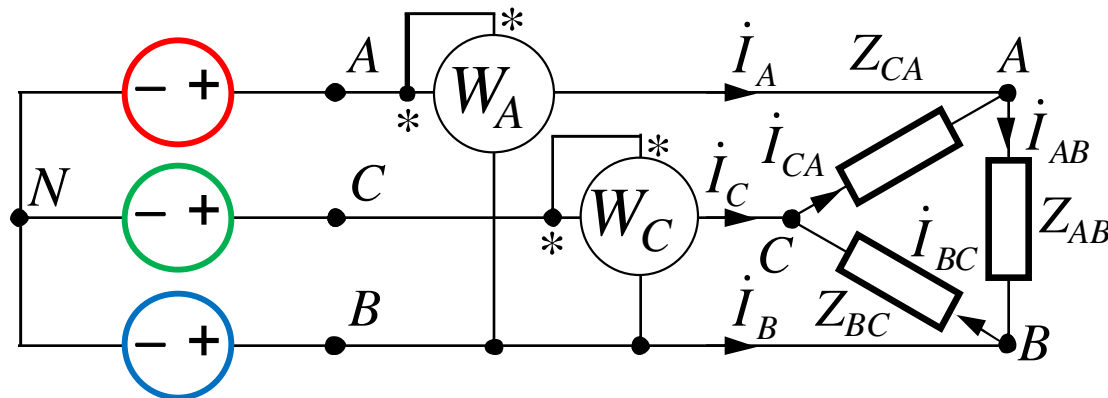
VD5

$$\dot{E}_{AN} = 220/\underline{0^\circ} \text{ V}; \dot{E}_{CN} = 220/\underline{120^\circ} \text{ V}$$

$$\dot{E}_{BN} = 220/\underline{-120^\circ} \text{ V}; Z_{AB} = 50\Omega;$$

$$Z_{BC} = j75\Omega; Z_{CA} = -j100\Omega;$$

Tính công suất tiêu thụ của tải Δ ?



$$Z_{AB} \dot{I}_{AB} = \dot{E}_{AN} - \dot{E}_{BN} \rightarrow \dot{I}_{AB} = \frac{\dot{E}_{AN} - \dot{E}_{BN}}{Z_{AB}} = \frac{220 - 220/\underline{-120^\circ}}{50} = 6,60 + j3,81 \text{ A}$$

$$Z_{BC} \dot{I}_{BC} = \dot{E}_{BN} - \dot{E}_{CN} \rightarrow \dot{I}_{BC} = \frac{\dot{E}_{BN} - \dot{E}_{CN}}{Z_{BC}} = \frac{220/\underline{-120^\circ} - 220/\underline{120^\circ}}{j75} = -5,08 \text{ A}$$

$$Z_{CA} \dot{I}_{CA} = \dot{E}_{CN} - \dot{E}_{AN} \rightarrow \dot{I}_{CA} = \frac{\dot{E}_{CN} - \dot{E}_{AN}}{Z_{CA}} = \frac{220/\underline{120^\circ} - 220}{-j100} = -1,91 - j3,30 \text{ A}$$

$$\dot{I}_A + \dot{I}_{CA} - \dot{I}_{AB} = 0 \rightarrow \dot{I}_A = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA} = 6,60 + j3,81 - (-1,91 - j3,30) = 8,50 + j7,11 \text{ A}$$

$$\dot{I}_C + \dot{I}_{BC} - \dot{I}_{CA} = 0 \rightarrow \dot{I}_C = \dot{I}_{CA} - \dot{I}_{BC} = -1,91 - j3,30 - (-5,08) = 3,18 - j3,30 \text{ A}$$

Công suất trong mạch ba pha (9)

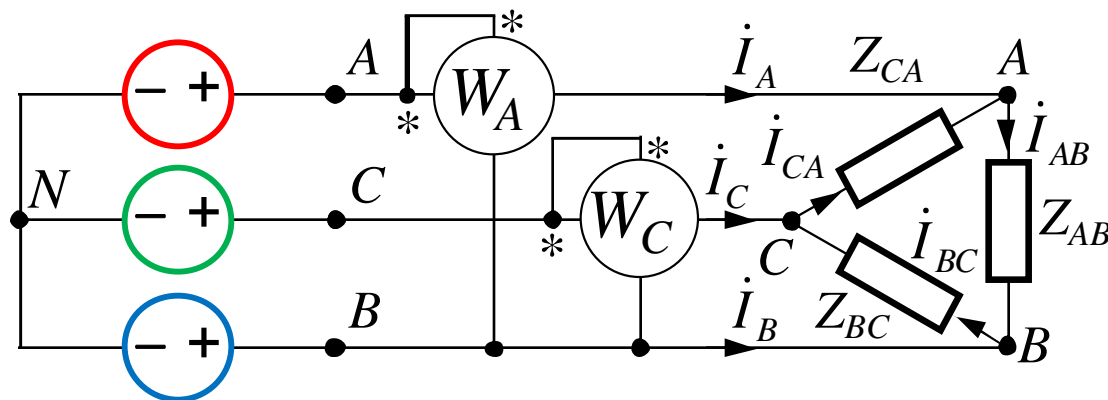
VD5

$$\dot{E}_{AN} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_{CN} = 220 \angle 120^\circ \text{ V}$$

$$\dot{E}_{BN} = 220 \angle -120^\circ \text{ V}; Z_{AB} = 50 \Omega;$$

$$Z_{BC} = j75 \Omega; Z_{CA} = -j100 \Omega;$$

Tính công suất tiêu thụ của tải Δ ?



$$\dot{I}_A = 8,50 + j7,11 \text{ A}; \dot{I}_C = 3,18 - j3,30 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{AB} = 6,60 + j3,81 \text{ A}; \dot{I}_{BC} = -5,08 \text{ A}; \dot{I}_{CA} = -1,91 - j3,30 \text{ A}$$

$$W_A = \text{Re}\{\dot{U}_{AB} \hat{I}_A\} = \text{Re}\{(\dot{E}_{AN} - \dot{E}_{BN}) \hat{I}_A\}$$

$$= \text{Re}\{(220 - 220 \angle -120^\circ)(8,50 - j7,11)\} = 4161,5 \text{ W}$$

$$W_C = \text{Re}\{\dot{U}_{CB} \hat{I}_C\} = \text{Re}\{(\dot{E}_{CN} - \dot{E}_{BN}) \hat{I}_A\}$$

$$= \text{Re}\{(220 \angle 120^\circ - 220 \angle -120^\circ)(3,18 + j3,30)\} = -1257,5 \text{ W}$$

$$P_\Sigma = W_A + W_C = 4161,5 - 1257,5 = \boxed{2904,0 \text{ W}}$$

$$P_\Sigma = P_{AB} + P_{BC} + P_{CA} = R_{AB} I_{AB}^2 + 0 + 0 = 50(6,60^2 + 3,81^2) = \boxed{2903,8 \text{ W}}$$