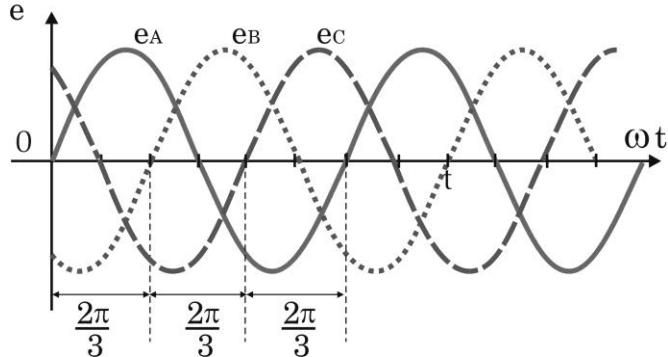


CHƯƠNG 4 MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU BA PHA

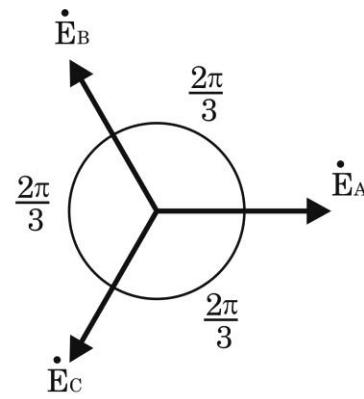
§4.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU BA PHA

4.1.1. Định nghĩa:

Nguồn điện xoay chiều ba pha là một hệ thống gồm 3 súc điện động một pha có cùng biên độ, cùng tần số, nhưng lệch pha nhau 120° hay $\frac{1}{3}$ chu kỳ. Mạch điện ba pha gồm nguồn điện 3 pha, đường dây truyền tải và tải 3 pha.



Hình 4-1a



Hình 4-1b

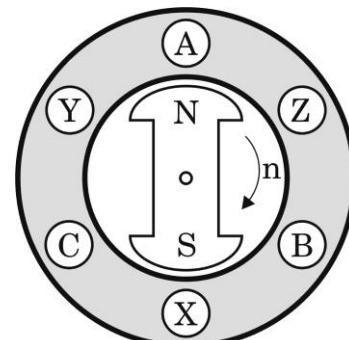
Hình 4-1

4.1.2. Cách tạo ra dòng điện xoay chiều ba pha:

Để tạo ra dòng điện xoay chiều 3 pha người ta dùng máy phát điện đồng bộ 3 pha, cấu tạo gồm:

- Phần tĩnh (stator) gồm có 3 cuộn dây AX, BY, CZ đặt lệch nhau 120° ($\frac{2\pi}{3}$) trong không gian, gọi là dây cuốn pha A, B, C.
- Phần quay (rotor) là một nam châm điện có cực N – S.
- Khi quay, từ trường của rotor lần lượt quét qua các cuộn dây trên stator và cảm ứng thành các súc điện động sin cùng tần số, cùng biên độ, lệch pha nhau 120° .
- Biểu thức tức thời của 3 súc điện động:

$$\text{Pha A: } e_A = E \cdot \sqrt{2} \cdot \sin \omega t$$



Hình 4-2

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

$$\text{Pha B: } e_B = E \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

$$\text{Pha C: } e_C = E \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}) = E \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

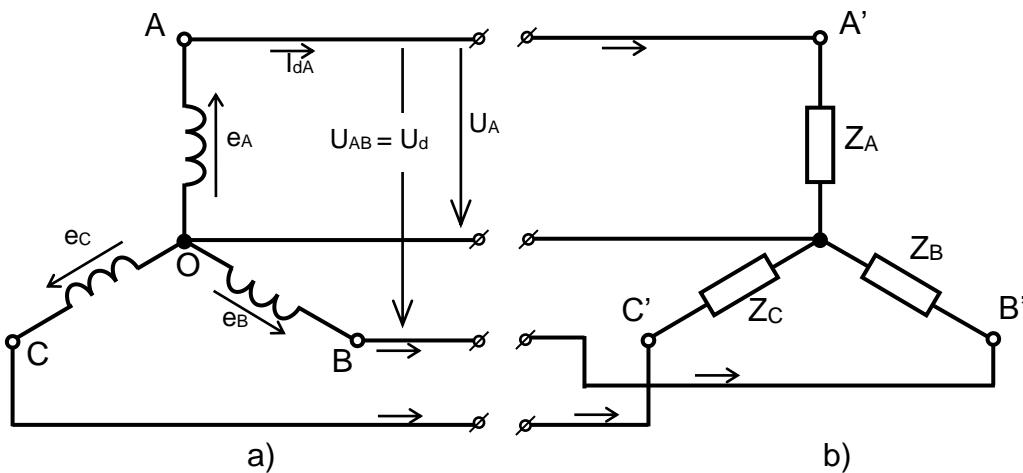
Chuyển sang hiệu dụng phức:

- $\dot{E}_A = E \cdot e^{j0^\circ} = E \angle 0^\circ$
- $\dot{E}_B = E \cdot e^{-j2\pi/3} = E \angle -120^\circ$
- $\dot{E}_C = E \cdot e^{j2\pi/3} = E \angle 120^\circ$

§4.2. CÁCH NỐI MẠCH BA PHA

4.2.1. Nối hình Sao (Y):

- Mạch điện ba pha mắc hình sao là đấu ba điểm cuối X, Y, Z thành một điểm chung gọi là điểm trung tính (điểm 0).
- Dây dẫn nối với các điểm đầu A, B, C gọi là dây pha.
- Dây dẫn nối với điểm 0 gọi là dây trung tính hay dây trung hoà.
- Nếu mạch chỉ có ba dây pha A, B, C gọi là mạch ba pha ba dây. Còn nếu có cả dây trung hoà A, B, C, O thì gọi là mạch ba pha bốn dây (hình 4-3).
- Dòng điện đi trong các cuộn dây pha gọi là dòng điện pha: I_p .
- Dòng điện đi trên các dây pha gọi là dòng điện dây: I_d .
- Dòng điện đi trong dây trung tính ký hiệu là: I_0 .
- Điện áp giữa hai đầu cuộn dây pha gọi là điện áp pha: U_p .
- Điện áp giữa hai dây pha gọi là điện áp dây: U_d .



Hình 4-3. Máy phát và phụ tải mắc hình sao

Quan hệ giữa các đại lượng dây và pha

Theo như sơ đồ hình sao (hình 4-3).

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

- Dòng điện đi trong cuộn dây pha chính là dòng điện đi trên dây pha tương ứng. Suy ra dòng điện dây bằng dòng điện pha:

$$I_d = I_p.$$

- Điện áp dây bằng hiệu hai điện áp pha tương ứng. Hình 4-3c vẽ đồ thị vector hệ điện áp ba pha đầu sao đổi xứng. Từ hình vẽ ta thấy:

Từ hình 4.3-(a) ta thấy: U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} quan hệ với U_A, U_B, U_C như sau:

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B$$

$$\dot{U}_{BC} = \dot{U}_B - \dot{U}_C$$

$$\dot{U}_{CA} = \dot{U}_C - \dot{U}_A$$

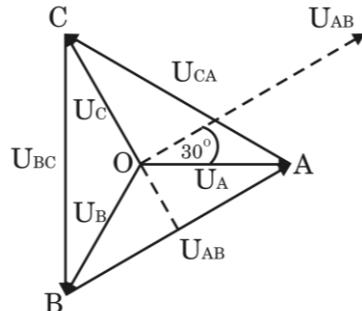
Xét tam giác OAB ta thấy:

$$AB = 2 \cdot OA \cdot \cos 30^\circ = 2 \cdot OA \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \cdot OA$$

AB là điện áp dây U_d , OA là điện áp pha U_p

- *Về góc pha:* Điện áp dây vượt trước điện áp pha tương ứng một góc 30° .
- *Về trị số:* Điện áp dây bằng $\sqrt{3}$ lần điện áp pha.

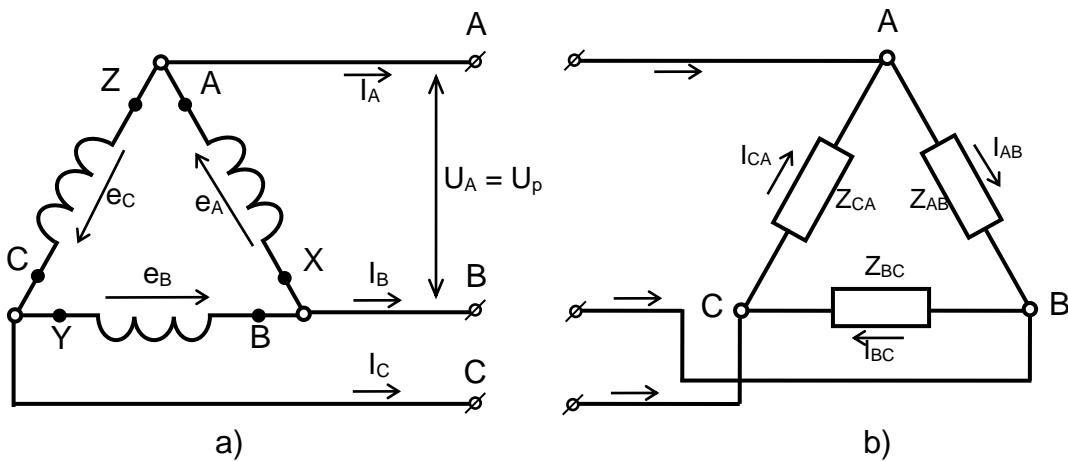
$$U_d = \sqrt{3} U_p.$$



Hình 4.3.c)

4.2.2. Nối hình tam giác (Δ)

Mạch ba pha mắc hình tam giác là lấy điểm cuối pha A đấu vào đầu pha B, cuối pha B vào đầu pha C và cuối cuộn pha C đấu vào đầu pha A tạo một mạch vòng hình tam giác và ba đỉnh tam giác nối với ba dây dẫn gọi là ba dây pha (hình 4-4).



Hình 4-4. Máy phát và phụ tải mắc hình tam giác

Quan hệ giữa các đại lượng điện áp, dòng điện dây và pha.

Theo sơ đồ đấu tam giác (hình 4-4).

- Điện áp đặt vào đầu mỗi pha chính là điện áp dây:

$$U_d = U_p$$
 - Theo định luật Kirchoff 1 tại ba đỉnh A, B, C:

$$i_A = i_{AB} - i_{CA}$$

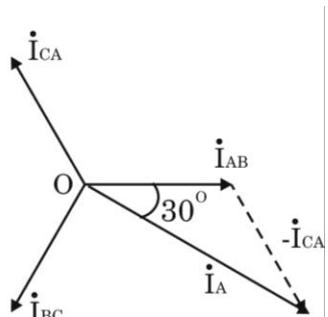
$$i_B = i_{BC} - i_{AB}$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

Dòng điện dây bằng hiệu hai dòng điện pha tương ứng. Hình 4.4c vẽ đồ thị vectơ dòng điện ba pha đấu sao đối xứng. Từ hình vẽ ta thấy:

- + **Về góc pha:** Dòng điện dây chập pha sau dòng điện pha một góc 30° .
 - + **Về tri số:** Dòng điện dây bằng $\sqrt{3}$ lần dòng điện pha;

$$I_d \equiv \sqrt{3} I_p$$



(Hình 4.4c)

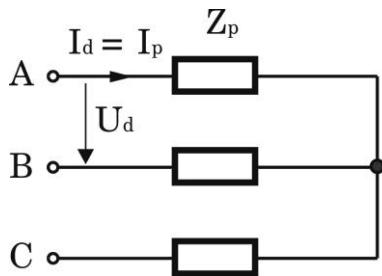
§4.3. CÁCH GIẢI MẠCH BA PHA

4.3.1. Mạch ba pha đối xứng:

Mạch điện 3 pha đối xứng có dòng điện các pha có trị số bằng nhau về độ lớn nhưng lệch pha nhau 120° . Khi giải mạch điện 3 pha đối xứng ta tách từng pha riêng rẽ để tính. Ta có một số trường hợp thường gặp:

a. Tải nối hình Y đối xứng:

❖ *Khi không xét đến tổng trở đường dây pha:*



Hình 4.5

- Điện áp đặt lên mỗi pha của tải là:

$$U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$$

- Tổng trở pha của tải:

$$Z_p = \sqrt{R_p^2 + X_p^2}$$

- Dòng điện pha của tải:

$$I_p = \frac{U_p}{Z_p} = \frac{U_d}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_p^2 + X_p^2}}$$

- Góc lệch pha φ giữa U_p và I_p :

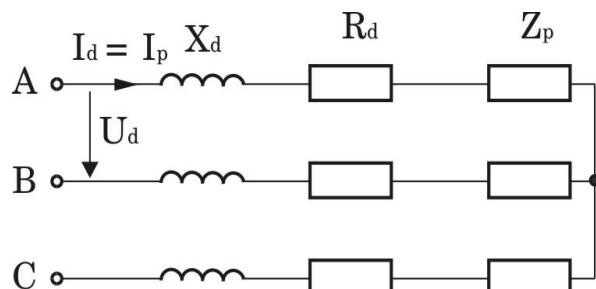
$$\varphi = \arctg \frac{X_p}{R_p}$$

- Vì tải nối Y nên $I_d = I_p$

❖ *Khi có xét đến tổng trở đường dây pha:*

Cách tính toán cũng tương tự như trên, nhưng ta gộp tổng trở đường dây với tổng trở pha của tải

$$I_d = I_p = \frac{U_d}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_d + R_p)^2 + (X_d + X_p)^2}}$$

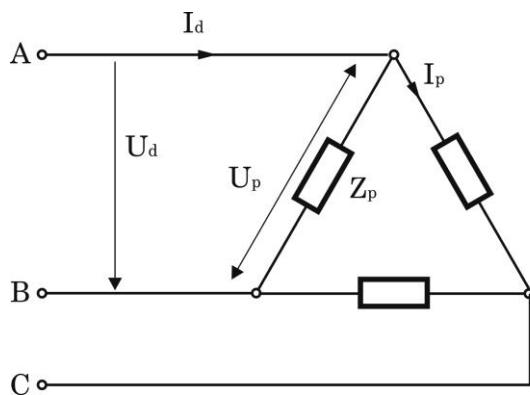


Hình 4.6

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

b. Tải nối tam giác đối xứng:

❖ Khi không xét đến tổng trở đường dây pha:



Hình 4.7

- Điện áp đặt lên mỗi pha của tải bằng điện áp dây:

$$U_d = U_p$$

- Tổng trở pha của tải:

$$Z_p = \sqrt{R_p^2 + X_p^2}$$

- Dòng điện pha của tải:

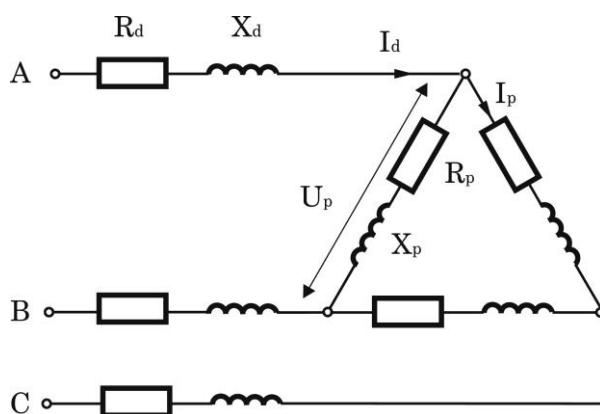
$$I_p = \frac{U_p}{Z_p} = \frac{U_d}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}}$$

- Góc lệch pha φ giữa U_p và I_p :

$$\varphi = \arctg \frac{X_p}{R_p}$$

- Vì tải nối Δ nên $I_d = \sqrt{3} \cdot I_p$

❖ Khi có xét đến tổng trở đường dây pha:



Hình 4.8

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

Biến đổi tương đương từ $\Delta \rightarrow Y$ rồi giải tương tự

- Tổng trở mỗi pha khi nối tam giác:

$$\bar{Z}_\Delta = R_p + j.X_p$$

- Biến đổi sang Y:

$$\bar{Z}_Y = \frac{\bar{Z}_\Delta}{3} = \frac{R_p}{3} + j \cdot \frac{X_p}{3}$$

- Dòng điện dây của tải:

$$I_d = -\frac{U_d}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_d + \frac{R_p}{3})^2 + (X_d + \frac{X_p}{3})^2}}$$

- Dòng điện pha của tải

$$I_p = \frac{I_d}{\sqrt{3}}$$

4.3.2. Công suất mạch ba pha đối xứng:

Đối với mạch ba pha đối xứng.

Do trị số dòng điện hiệu dụng, điện áp và góc lệch pha ở ba pha như nhau nên Công suất của các pha cũng bằng nhau.

- Công suất tác dụng ba pha.

$$P_{3\text{ pha}} = 3 \cdot P_{1f} = 3 \cdot U_p \cdot I_p \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} U_d \cdot I_d \cdot \cos\varphi = 3 R_p \cdot I_p^2$$

- + Nếu mạch ba pha đấu sao thì:

$$U_d = \sqrt{3} U_p$$

$$I_d = I_p$$

- + Nếu mạch đấu tam giác thì:

$$I_d = \sqrt{3} I_p$$

$$U_d = U_p$$

- Công suất phản kháng ba pha.

$$Q_{3P} = 3 \cdot U_p \cdot I_p \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} U_d \cdot I_d \cdot \sin\varphi = 3 X_p \cdot I_p^2$$

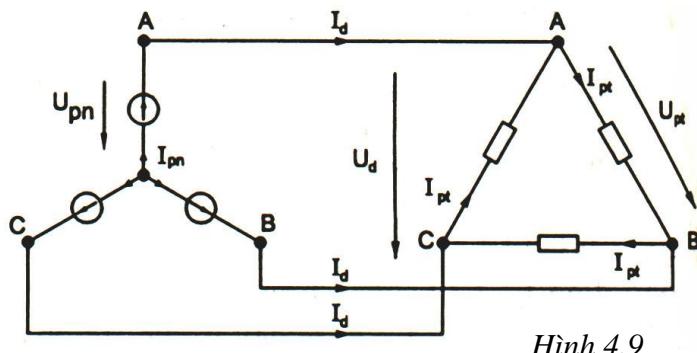
- Công suất biểu kiến ba pha.

$$S_{3P} = 3 U_p \cdot I_p = \sqrt{3} U_d \cdot I_d = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Ví dụ 4.1: Cho một mạch điện 3 pha, nguồn điện nối hình sao, tải nối hình tam giác. Điện áp pha của nguồn là $U_{pn} = 200V$, tổng trở pha tải $\dot{Z}_p = 4 + j 3 (\Omega)$

- Tính điện áp pha tải, I_p và I_d .
- Tính công suất tác dụng, công suất phản kháng và công suất biểu kiến trên tải 3 pha.

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha



Hình 4.9

Lời Giải

Vì nguồn nối hình sao nên $U_d = \sqrt{3} U_{pn} = 200\sqrt{3}$ (V)

Vì tải nối tam giác nên $U_p = U_d = 200\sqrt{3}$ (V)

Dòng điện pha của tải:

$$I_p = \frac{U_p}{Z_p} = \frac{U_d}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}} = \frac{200\sqrt{3}}{\sqrt{4^2 + 3^2}} = 40\sqrt{3} \text{ (A)}$$

Vì tải nối Δ nên $I_d = \sqrt{3} \cdot I_p = 120$ (A)

Công suất tác dụng ba pha.

$$P_{3\text{pha}} = 3 \cdot P_{1f} = 3 \cdot U_p \cdot I_p \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} U_d \cdot I_d \cdot \cos\varphi = 3 R_p \cdot I_p^2 = 3 \cdot 4 \cdot (40\sqrt{3})^2 = 57600 \text{ W}$$

Công suất phản kháng ba pha.

$$Q_{3\text{P}} = 3 \cdot U_p \cdot I_p \cdot \sin\varphi = \sqrt{3} U_d \cdot I_d \cdot \sin\varphi = 3 X_p \cdot I_p^2 = 3 \cdot 3 \cdot (40\sqrt{3})^2 = 43200 \text{ Var}$$

Công suất biểu kiến ba pha.

$$S_{3\text{P}} = 3 U_p \cdot I_p = \sqrt{3} U_d \cdot I_d = \sqrt{P^2 + Q^2} = 3 \cdot 200\sqrt{3} \cdot 40\sqrt{3} = 72000 \text{ VA}$$

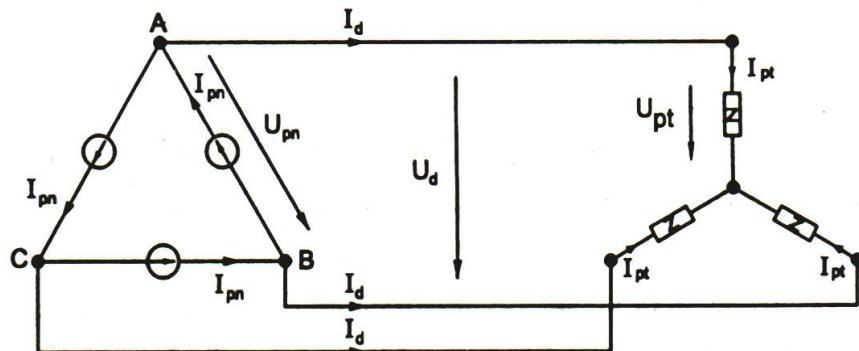
Ví dụ 4.2: Cho mạch điện 3 pha, tải nối sao, nguồn nối tam giác. Nguồn và tải đều đối xứng. Dòng điện pha của tải là $I_{pt} = 50\text{A}$, điện áp pha của tải là $U_{pt} = 220\text{V}$.

a) Hãy vẽ sơ đồ nối dây mạch 3 pha trên, ghi rõ các đại lượng trên sơ đồ.

b) Tính dòng điện pha và điện áp pha của nguồn I_{pn} và U_{pn} .

Lời giải:

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha



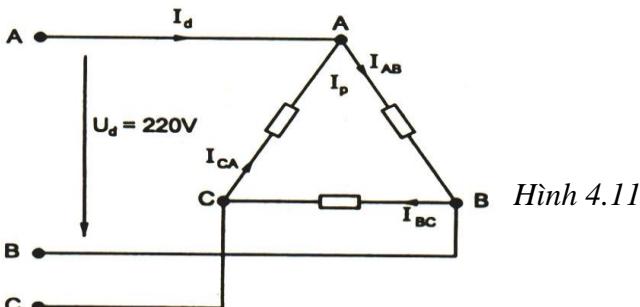
Hình 4.10

$$I_d = I_{pt} = 50(A)$$

$$U_{pn} = U_d = \sqrt{3} \cdot U_{pt} = \sqrt{3} \cdot 220 = 380(V)$$

$$I_{pn} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = \frac{50}{\sqrt{3}} = 28,86(A)$$

Ví dụ 4.3: Một tải 3 pha có điện trở mỗi pha $R_p = 6\Omega$, điện kháng pha $X_p = 8\Omega$, nối tam giác, đầu vào mạng điện có $U_d = 220V$.



Hình 4.11

- a) Tính dòng điện pha I_p , dòng điện dây I_d
- b) Tính công suất tác dụng, công suất phản kháng và công suất biếu kién trên tải 3 pha.

Lời giải:

$$U_p = U_d = 220(V)$$

Tổng trở pha của tải:

$$Z_p = \sqrt{R_p^2 + X_p^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10(\Omega)$$

Dòng điện pha của tải:

$$I_p = \frac{U_p}{Z_p} = \frac{220}{10} = 22(A)$$

Dòng điện dây của tải:

$$I_d = \sqrt{3} \cdot I_p = 22\sqrt{3}(A)$$

Hệ số công suất của tải:

$$\cos \varphi = \frac{R_p}{Z_p} = \frac{6}{10} = 0,6 \quad \Rightarrow \sin \varphi = 0,8$$

Công suất tải tiêu thụ:

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

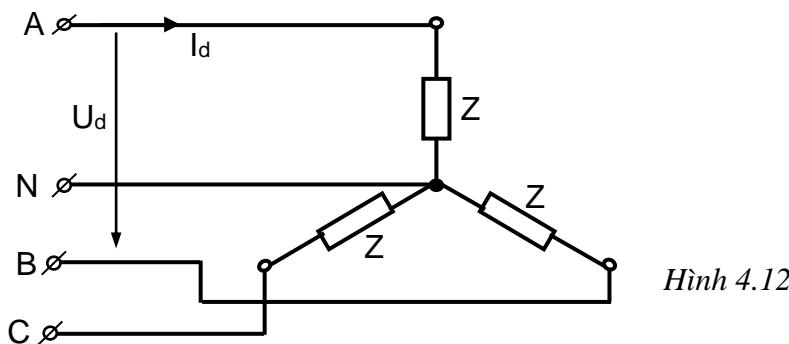
$$P = 3.U_p.I_p.\cos \varphi = 3.220.22.0,6 = 8712(W)$$

$$Q = 3.U_p.I_p.\sin \varphi = 3.220.22.0,8 = 11616(VAR)$$

$$S = 3.U_p.I_p = 3.220.22 = 14520(VA)$$

Ví dụ 4.4: Cho mạch điện 3 pha tải nối hình sao đối xứng đấu vào mạng điện 3 pha có điện áp dây là 380V, điện trở $R = 20\Omega$, điện kháng $X_L = 15\Omega$.

- c) Tính dòng điện pha I_p và dòng điện dây I_d
- d) Tính công suất tác dụng, công suất phản kháng và công suất biếu kiến trên tải 3 pha.



Lời giải:

$$U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = 220(V)$$

Tổng trở pha của tải:

$$Z_p = \sqrt{R_p^2 + X_p^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25(\Omega)$$

Dòng điện pha của tải:

$$I_p = \frac{U_p}{Z_p} = \frac{220}{25} = 8,8(A)$$

Dòng điện dây của tải:

$$I_d = I_p = 8,8(A)$$

Hệ số công suất của tải:

$$\cos \varphi = \frac{R_p}{Z_p} = \frac{20}{25} = 0,8 \quad \Rightarrow \sin \varphi = 0,8$$

Công suất tải tiêu thụ:

$$P = 3.U_p.I_p.\cos \varphi = 3.220.8,8.0,8 = 4464,4(W)$$

$$Q = 3.U_p.I_p.\sin \varphi = 3.220.8,8.0,6 = 3484,8(VAR)$$

$$S = 3.U_p.I_p = 3.220.8,8 = 5808(VA)$$

Ví dụ 4.5: Một mạch điện 3 pha có dây trung tính 380V/220V cung cấp điện cho 90 bóng đèn sợi đốt, số hiệu định mức của mỗi đèn $U_{đm} = 220V$, $P_{đm} = 60W$.

Số bóng đèn được phân đều cho 3 pha.

- a) Vẽ sơ đồ mạch điện 3 pha.

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

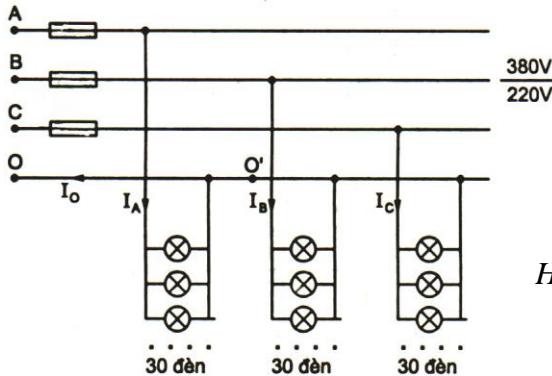
- b) Tính I_A , I_B , I_C , I_0 , P khi tất cả bóng đèn đều bật sáng.
- c) Tính I_A , I_B , I_C , I_0 , P khi pha A có 10 đèn bật sáng, pha B có 20 đèn bật sáng, pha C cắt điện.
- d) Tính điện áp đặt lên các đèn pha A và pha B ở câu c) trong trường hợp dây trung tính bị đứt.

Lời giải:

a) Mạch điện 3 pha 380V/220V là mạch 3 pha 4 sợi và có dây trung tính.

380V là điện áp dây. 220V là điện áp pha.

Bóng đèn 220V mắc song song với nhau giữa dây pha và dây trung tính. Sơ đồ mắc như sau:



Hình 4.13

Điện áp đặt lên các bóng đèn là 220V cũng chính điện áp định mức của đèn, như vậy đèn sẽ làm việc tốt, đúng thông số tiêu chuẩn.

b) Vì điện áp đặt lên bóng đèn bằng định mức công suất bóng đèn tiêu thụ bằng định mức 60W. Tất cả bóng đèn đều bật sáng thì mạch 3 pha đối xứng, công suất điện các pha bằng nhau:

$$P_A = P_B = P_C = P_p = 30.60 = 1800(W)$$

Công suất 3 pha:

$$P = 3.P_p = 3.1800 = 5400(W)$$

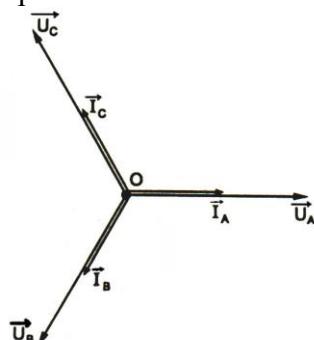
Tải các bóng đèn, thuần điện trở R , góc lệch pha $\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1$ nên dòng điện các pha là:

$$I_A = I_B = I_C = I_p = \frac{P_p}{U_p \cdot \cos \varphi} = \frac{1800}{220.1} \approx 8,18(A)$$

Vì nguồn và tải đối xứng nên:

$$\vec{I}_0 = \vec{I}_A + \vec{I}_B + \vec{I}_C = 0$$

Đồ thị vectơ giữa dòng điện và điện áp:



Khi pha C cắt điện $\Rightarrow I_C = 0$, còn các pha khác vẫn bình thường.

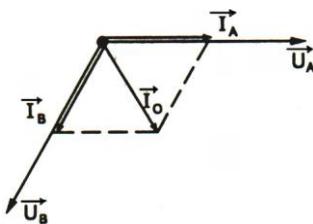
Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

$$I_A = \frac{P_A}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{10.60}{220.1} = 2,73(A)$$

$$I_B = \frac{P_B}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{20.60}{220.1} = 5,45(A)$$

$$P = P_A + P_B = 10.60 + 20.60 = 1800(W)$$

Đồ thị vectơ:

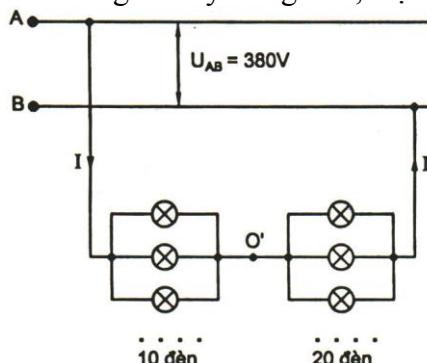


$$\Rightarrow \vec{I}_0 = \vec{I}_A + \vec{I}_B$$

$$\Rightarrow I_0 = \sqrt{I_A^2 + I_B^2 + 2 \cdot I_A \cdot I_B \cdot \cos 120^\circ}$$

$$= \sqrt{2,73^2 + 5,45^2 + 2 \cdot 2,73 \cdot 5,45 \cdot \cos 120^\circ} = 4,72(A)$$

d) Khi pha C cắt điện và đồng thời không có dây trung tính, mạch điện sẽ như sau:



Lúc này điện áp đặt lên các bóng đèn không còn bằng định mức nữa.
Điện trở của mỗi bóng đèn:

$$R_{den} = \frac{U_{dm}^2}{P_{dm}} = \frac{220^2}{60} = 806,6(\Omega)$$

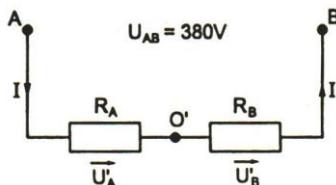
Vì các bóng đèn mắc song song nên điện trở pha A là R_A bằng điện trở tương đương của 10 bóng đèn mắc song song:

$$R_A = \frac{R_{den}}{10} = \frac{806,6}{10} = 80,66(\Omega)$$

Pha B có 20 đèn mắc song song nên điện trở pha B là:

$$R_B = \frac{R_{den}}{20} = \frac{806,6}{20} = 40,33(\Omega)$$

Mạch điện tương đương:



$$\Rightarrow I = \frac{U_{AB}}{R_A + R_B} = \frac{380}{80,66 + 40,33} = 3,14(A)$$

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

Điện áp đặt lên đèn pha A là:

$$U'_A = R_A \cdot I = 80,66 \cdot 3,14 = 253,27(V)$$

Điện áp đặt lên đèn pha B là:

$$U'_B = R_B \cdot I = 40,33 \cdot 3,14 = 126,63(V)$$

Như vậy điện áp đặt lên các đèn ở pha A là lớn hơn so với định mức của đèn, trong khi điện áp ở pha B là nhỏ hơn so với định mức, điều này làm cho đèn ở pha A có thể bị cháy trong khi đèn ở pha B thì sáng yếu.

4.3.3. Cách giải mạch ba pha không đối xứng:

Khi tải không đối xứng, $\bar{Z}_A \neq \bar{Z}_B \neq \bar{Z}_C$, dòng điện và điện áp trên các pha không đối xứng.

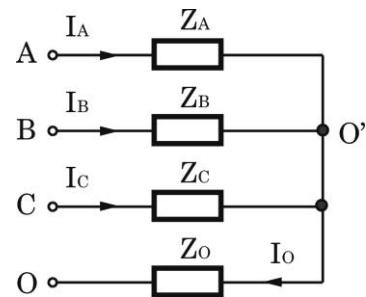
a. Tải nối hình Y, có dây trung tính tổng trở Z_0 :

- Điện áp giữa 2 nút O và O':

$$\dot{U}_{O'O} = \frac{\dot{U}_A \bar{Y}_A + \dot{U}_B \bar{Y}_B + \dot{U}_C \bar{Y}_C}{\bar{Y}_A + \bar{Y}_B + \bar{Y}_C + \bar{Y}_o}$$

- Trường hợp nguồn đối xứng thì:

$$\begin{aligned}\dot{U}_A &= \dot{U}_p \\ \dot{U}_B &= \dot{U}_p \cdot e^{-j120^\circ} \\ \dot{U}_C &= \dot{U}_p \cdot e^{-j240^\circ}\end{aligned}$$



Hình 4.14

Ta có: $\dot{U}_{O'O} = U_p \cdot \frac{\bar{Y}_A + \bar{Y}_B \cdot e^{-j120^\circ} + \bar{Y}_C \cdot e^{-j240^\circ}}{\bar{Y}_A + \bar{Y}_B + \bar{Y}_C + \bar{Y}_o}$

- Sau khi tính được $\dot{U}_{O'O}$ như trên, ta tính điện áp trên các pha của tải như sau:

$$\dot{U}'_A = \dot{U}_A - \dot{U}_{O'O}$$

$$\dot{U}'_B = \dot{U}_B - \dot{U}_{O'O}$$

$$\dot{U}'_C = \dot{U}_C - \dot{U}_{O'O}$$

- Dòng điện pha:

$$I_A = \frac{\dot{U}'_A}{\bar{Z}_A} = \dot{U}'_A \cdot \bar{Y}_A$$

$$I_B = \frac{\dot{U}'_B}{\bar{Z}_B} = \dot{U}'_B \cdot \bar{Y}_B$$

$$I_C = \frac{\dot{U}'_C}{\bar{Z}_C} = \dot{U}'_C \cdot \bar{Y}_C$$

$$I_o = \frac{\dot{U}_{O'O}}{\bar{Z}_o} = \dot{U}_{O'O} \cdot \bar{Y}_o$$

$$I_o = I_A + I_B + I_C = 0$$

- Nếu xét đến tổng trở dây dẫn, phương pháp tính toán vẫn như trên, nhưng lúc đó tổng trở các pha phải gồm cả tổng trở dây dẫn Z_d

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

$$\bar{Y}_A = \frac{1}{\bar{Z}_A + \bar{Z}_d} \quad \bar{Y}_B = \frac{1}{\bar{Z}_B + \bar{Z}_d} \quad \bar{Y}_C = \frac{1}{\bar{Z}_C + \bar{Z}_d}$$

b. Tải nối hình Y, tổng trở dây trung tính $Z_0 = 0$:

Điểm O' trùng với O, điện áp pha của tải bằng điện áp tương ứng của nguồn.

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{\bar{Z}_A} \quad I_A = \frac{U_A}{Z_A}$$

$$\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_B}{\bar{Z}_B} \quad I_B = \frac{U_B}{Z_B}$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_C}{\bar{Z}_C} \quad I_C = \frac{U_C}{Z_C}$$

c. Tải nối hình Δ không đối xứng:

Nguồn điện có điện áp dây \dot{U}_{AB} , \dot{U}_{BC} , \dot{U}_{CA}

$$i_{AB} = \frac{\dot{U}_{AB}}{\bar{Z}_{AB}} \Rightarrow I_{AB} = \frac{U_{AB}}{Z_{AB}}$$

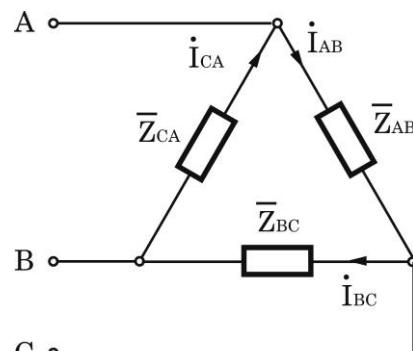
$$i_{BC} = \frac{\dot{U}_{BC}}{\bar{Z}_{BC}} \Rightarrow I_{BC} = \frac{U_{BC}}{Z_{BC}}$$

$$i_{CA} = \frac{\dot{U}_{CA}}{\bar{Z}_{CA}} \Rightarrow I_{CA} = \frac{U_{CA}}{Z_{CA}}$$

$$i_A = i_{AB} - i_{CA}$$

$$i_B = i_{BC} - i_{AB}$$

$$i_C = i_{CA} - i_{BC}$$



Hình 4.15

4.3.4. Công suất mạch ba pha không đối xứng:

Đối với mạch ba pha không đối xứng.

Hệ thống điện ba pha là tập hợp ba mạch điện một pha, nên công suất chung của hệ thống là tổng công suất của các pha.

Công suất tác dụng của mỗi pha:

$$P_A = U_A \cdot I_A \cdot \cos \varphi_A .$$

$$P_B = U_B \cdot I_B \cdot \cos \varphi_B .$$

$$P_C = U_C \cdot I_C \cdot \cos \varphi_C .$$

Trong đó: U_A , U_B , U_C là các điện áp pha.

I_A , I_B , I_C là dòng điện các pha.

φ_A , φ_B , φ_C là góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp mỗi pha.

- Công suất tác dụng của ba pha.

$$P_{3\text{pha}} = P_A + P_B + P_C$$

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

$$= U_A \cdot I_A \cdot \cos \varphi_A + U_B \cdot I_B \cdot \cos \varphi_B + U_C \cdot I_C \cdot \cos \varphi_C$$

- Công suất phản kháng ba pha.

$$\begin{aligned} Q_{3\text{ pha}} &= Q_A + Q_B + Q_C \\ &= U_A \cdot I_A \cdot \sin \varphi_A + U_B \cdot I_B \cdot \sin \varphi_B + U_C \cdot I_C \cdot \sin \varphi_C. \end{aligned}$$

- Công suất biểu kiến ba pha.

$$S_{3\text{ pha}} = \sqrt{P_{3\text{ pha}}^2 + Q_{3\text{ pha}}^2}$$

§4.4. CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 4

- 3.1. Nêu những ưu điểm của mạch điện 3 pha.
- 3.2. Các đặc điểm của mạch điện 3 pha đối xứng.
- 3.3. Định nghĩa điện áp pha, điện áp dây, dòng điện pha, dòng điện dây và quan hệ giữa chúng khi nối sao và nối tam giác.
- 3.4. Trình bày các bước giải mạch điện 3 pha đối xứng.
- 3.5. Các biểu thức của công suất P, Q, S trong mạch 3 pha đối xứng.
- 3.6. Vai trò của dây trung tính trong mạch điện 3 pha tải không đối xứng.

§4.5. BÀI TẬP CHƯƠNG 4

Bài 4.1. Cho mạch điện 3 pha tải đối xứng như hình vẽ (4-16). Tổng trở mỗi pha $\bar{Z} = 3 + j4\Omega$. Ở trạng thái bình thường Vôn mét chỉ 220V. Tính số chỉ các Ampe mét khi:

- Mạch bình thường.
- Mạch đứt đường dây pha C.

Lời giải:

a) Mạch bình thường:

$$\diamond Z = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$$

$$\diamond I_{A1} = \frac{U_v}{Z} = 44 \text{ A}$$

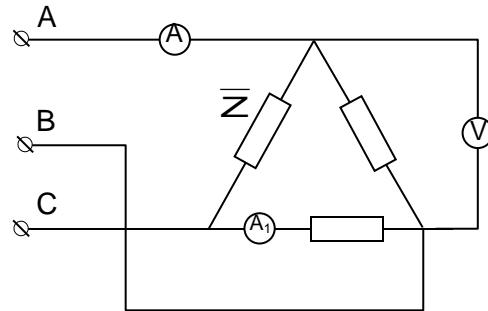
$$\diamond IA = \sqrt{3} IA_1 = 76,2 \text{ A}$$

b) Đứt pha C:

$$\diamond I_1 = \frac{U}{Z+Z} = 22 \text{ A}$$

$$\diamond I_2 = \frac{U}{Z} = 44 \text{ A}$$

\diamond Vì góc lệch pha bằng nhau :
 $IA = I_1 + I_2 = 66 \text{ A}$



Hình 4-16

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

Bài 4.2. Máy phát điện 3 pha cung cấp điện cho hai tải đối xứng.

- Tải 1 nối sao có tổng trở

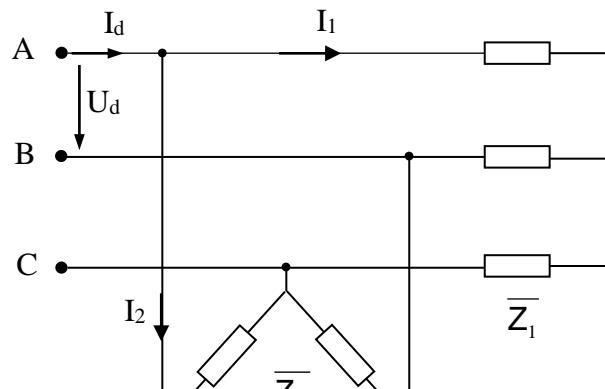
$$\text{pha: } \bar{Z}_1 = 8 + j6 \Omega$$

- Tải 2 nối tam giác có tổng trở

$$\bar{Z}_2 = 16 + j12$$

Biết $U_d = 220V$.

Tính dòng điện I_d và công suất P toàn mạch.



Hình 4-17

Lời giải:

$$\diamond Z_1 = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \Omega$$

$$\diamond Z_2 = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20 \Omega$$

$$\diamond I_1 = \frac{U_p}{Z_1} = \frac{U_d}{\sqrt{3}Z_1} = 12,7 \text{ A}$$

$$\diamond I_{p2} = \frac{U_p}{Z_2} = \frac{U_d}{Z_2} = 11 \text{ A} \quad \Rightarrow I_2 = \sqrt{3} I_{p2} = 11\sqrt{3} \text{ A}$$

$$\diamond I_d = I_1 + I_2 = 23,7 \text{ A} \quad (\text{Vì góc lệch pha bằng nhau})$$

$$\diamond P = P_1 + P_2 = 3 \cdot I_1^2 \cdot R_1 + 3 I_{p2}^2 \cdot R_2 = 9678,96 \text{ W}$$

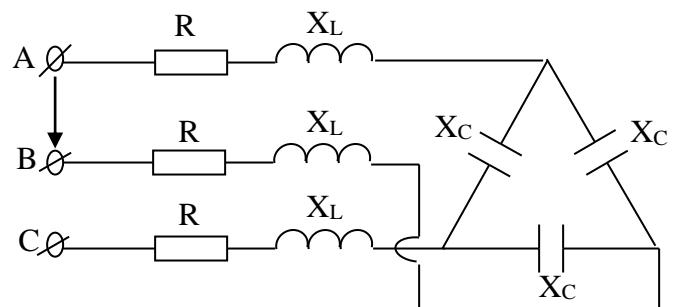
Bài 4.3. Một mạch điện 3 pha đối xứng, tổng trở đường dây $\bar{Z} = R + jX_L = 4 + j2\Omega$. Tải nối tam giác tổng trở pha tải $\bar{Z}_t = -jX_c = -j15\Omega$. Điện áp nguồn $U_d = 220v$. Tính dòng điện dây và dòng điện pha.

Đáp số: Biến đổi tải đấu $\Delta \rightarrow Y$:

$$\diamond Z_p = \sqrt{R^2 + (X_L - \frac{X_c}{3})^2} = 5 \Omega$$

$$\diamond I_{dY} = I_{d\Delta} = \frac{U_p}{Z_p} = \frac{U_d}{\sqrt{3}Z_p} = 25,4 \text{ A}$$

$$\diamond I_{p\Delta} = \frac{I_{d\Delta}}{\sqrt{3}} = 14,66 \text{ A}$$



Hình 4-18

Bài 4.4. Cho mạch điện 3 pha tải đối xứng như hình vẽ (4-19). Biết điện áp dây của nguồn

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

$$U_d = 200\sqrt{3} \text{ V.}$$

- Tính: U_f ; I_f ; I_d .

- Tính công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q trên tải ba pha.

Lời giải

$$\diamond U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = 200 \text{ V}$$

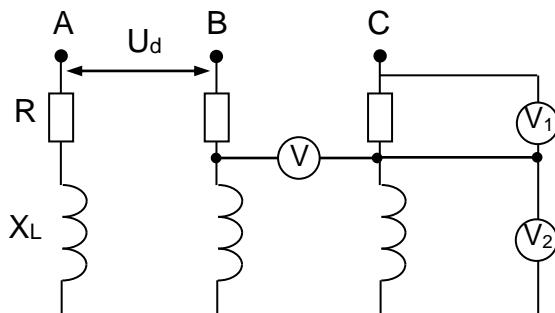
$$\diamond Z_p = \sqrt{R^2 + X^2} = 10\Omega$$

$$\diamond I_p = \frac{U_p}{Z_p} = 20 \text{ A} = I_d$$

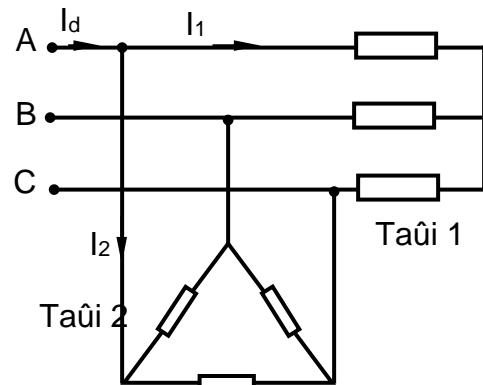
$$\diamond P = 3 \cdot I_p^2 \cdot R = 9600 \text{ W}$$

$$\diamond Q = 3 \cdot I_p^2 \cdot X = 7200 \text{ Var}$$

Bài 4.5. Cho mạch ba pha đối xứng có điện áp $U_d = 1000\text{V}$. Tải 1 có $I_1 = 50\text{A}$; $\cos\varphi_1 = 0,8$. Tải 2 có $P_2 = 70\text{KW}$; $\cos\varphi_2 = 0,8$. Tính dòng điện dây I_d của mạch.



Hình 4-19



Hình 4-20

Bài 4.6. Một nguồn điện 3 pha nối sao có điện áp pha $U_{pn} = 120\text{V}$ cung cấp điện cho tải nối sao có dây trung tính. Tải có điện trở pha $R_p = 180\Omega$. Tính U_d , I_d , I_p , I_0 , P của mạch 3 pha.

Bài 4.7. Một nguồn điện 3 pha đối xứng đấu sao cung cấp điện cho tải 3 pha đối xứng nối tam giác. Biết dòng điện pha của nguồn $I_{pn} = 17,32\text{A}$, điện trở mỗi pha của tải $R_p = 38\Omega$. Tính điện áp pha của nguồn và công suất P của nguồn cung cấp cho tải 3 pha.

Bài 4.8. Một tải 3 pha đối xứng nối tam giác, biết $R_p = 15\Omega$, $X_p = 6\Omega$, đấu vào mạng điện 3 pha $U_p = 380\text{V}$. Tính I_p , I_d , P , Q của tải.

Bài 4.9. Một động cơ điện 3 pha đấu sao, đấu vào mạng 3 pha $U_d = 380\text{V}$, biết dòng điện dây $I_d = 26,81\text{A}$, hệ số công suất $\cos\varphi = 0,85$. Tính dòng điện pha của động cơ, công suất điện động cơ tiêu thụ.

Bài 4.10. Một động cơ không đồng bộ có số liệu định mức sau: công suất cơ định mức $P_{dm} = 14\text{kW}$, hiệu suất $\eta_{dm} = 0,88$, hệ số công suất $\cos\varphi_{dm} = 0,89$, thông số ghi trên nhãn: $Y/\Delta - 380\text{V}/220\text{V}$. Người ta đấu động cơ vào mạng $220\text{V}/127\text{V}$.

- Xác định cách đấu dây động cơ.
- Tính công suất điện động cơ tiêu thụ khi định mức.
- Tính dòng điện dây I_d và dòng điện pha I_p của động cơ.

Bài 4.11. Một động cơ điện đấu hình sao, làm việc với mạng điện có $U_d = 380\text{V}$, động cơ tiêu thụ công suất điện 20kW , $\cos\varphi = 0,885$. Tính công suất phản kháng của động cơ tiêu thụ, dòng điện dây I_d và dòng điện pha của động cơ.

Chương 4. Mạch điện xoay chiều ba pha

Bài 4.12. Một mạng điện 3 pha 4 sợi 380V/220V cung cấp điện cho 60 đèn phông điện cao áp công suất đèn $P = 250W$, công suất chấn lưu $25W$, hệ số công suất $\cos\phi = 0,85$, điện áp đèn $U_{dm} = 220V$. Đèn được phân bố đều cho 3 pha.

- Xác định dòng điện dây khi cả 3 pha đều làm việc bình thường. Tính dòng điện trong dây trung tính I_0 .
- Khi đèn pha A bị cắt điện. Xác định dòng điện dây I_B , I_C , dòng điện I_0 trong dây trung tính khi các đèn pha B và pha C làm việc bình thường.
- Khi đèn pha A và đèn pha B bị cắt điện. Xác định dòng điện I_C và dòng điện I_0 trong dây trung tính khi đèn pha C làm việc bình thường.

Bài 4.13. Một mạng điện 3 pha 4 sợi 380V/220V, các tải một pha nối giữa dây pha và dây trung tính. Tải pha A và pha B thuận trở $R_A = R_B = 10\Omega$, tải pha C là cuộn dây $R_C = 5\Omega$, $Z_L = 8,666\Omega$. Tính dòng điện các pha I_A , I_B , I_C và dòng điện trong dây trung tính I_0 .