

Hoặc tính công suất ở dạng phức :

$$\tilde{S} = \tilde{U} \tilde{I}^* = 220 \angle -30^\circ \times 9,84 \angle -33,4^\circ = 969,3 - j1935,7 \text{ (VA)}$$

Tailieu.vn

CHƯƠNG 4

Mạch điện ba pha

Bài 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG

1. Định nghĩa.

Hệ thống điện 3 pha là tập hợp ba hệ thống điện một pha được nối với nhau tạo thành một hệ thống năng lượng điện từ chung, trong đó sức điện động ở mỗi mạch đều có dạng hình sin, cùng tần số, lệch pha nhau một phần ba chu kỳ.

Mỗi mạch điện thành phần của hệ 3 pha gọi là một pha. S đ đ ở mỗi pha gọi là s đ đ pha. Hệ 3 pha mà s đ đ các pha có biên độ bằng nhau gọi là hệ s đ đ ba pha đối xứng hay cân bằng.

Hệ s đ đ ba pha do các máy phát điện ba pha tạo ra.

2. Nguyên lý máy phát điện ba pha.

Hệ thống điện ba pha được tạo ra từ máy phát điện đồng bộ ba pha, hoạt động dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ.

a, Cấu tạo của máy phát điện 3 pha gồm hai phần:

+ *Stator (phần tĩnh)*. Gồm ba cuộn dây giống nhau (gọi là các cuộn dây pha) đặt lệch nhau 120° trong các rãnh của lõi thép stator. Các cuộn dây ba pha thường ký hiệu tương ứng là AX, BY, CZ.

+ *Rotor (phần quay)*. Là một hệ thống cực từ, thường là nam châm điện N-S và cuộn dây để luyện từ cho nam châm. Hệ thống cực từ được chế tạo để có cường độ từ cảm phân bố trên mặt cực theo quy luật hình sin.

b, Nguyên lý hoạt động

Khi rotor quay, từ trường của nó lần lượt quét qua các cuộn dây pha, gây ra các sức điện động hình sin có cùng biên độ, cùng tần số, nhưng lệch pha nhau 120° . Nếu chọn pha ban đầu của sức điện động e_A trong cuộn dây AX bằng không ta có biểu thức các sức điện động trong các pha là:

$$e_A = E\sqrt{2} \sin \omega t$$

$$e_B = E\sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

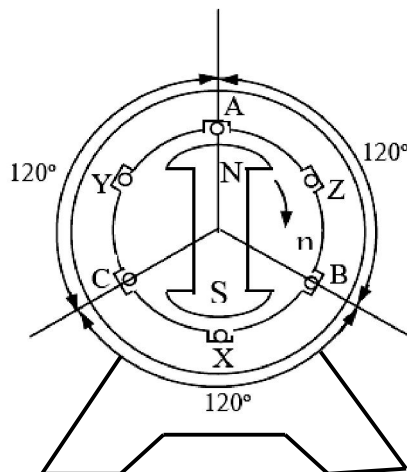
$$e_C = E\sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3}) = E\sqrt{2} \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

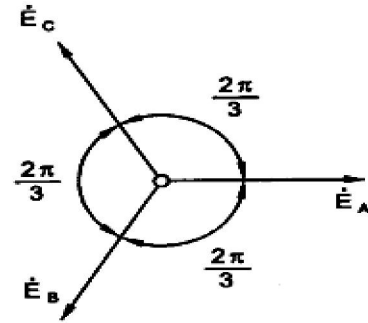
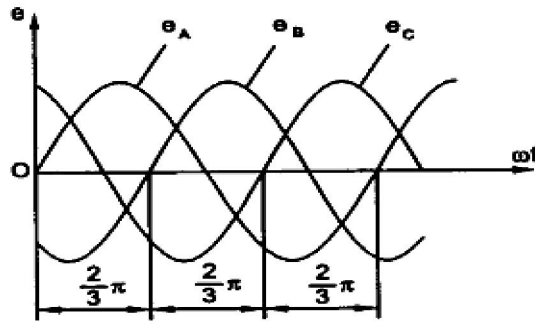
Hoặc biểu diễn dưới dạng phức

$$\dot{E}_A = E e^{j0}$$

$$\dot{E}_B = E e^{-j\frac{2\pi}{3}}$$

$$\dot{E}_C = E e^{j\frac{2\pi}{3}}$$





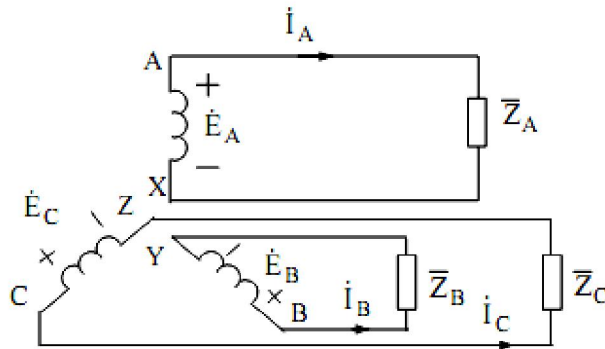
Đối với nguồn 3 pha đối xứng ta có:

$$e_A + e_B + e_C = 0$$

Hoặc dưới dạng phức:

$$\dot{E}_A + \dot{E}_B + \dot{E}_C = 0$$

Nếu nối riêng rẽ từng pha với tải ta được 3 hệ thống một pha độc lập, hay hệ thống 3 pha không liên hệ với nhau. Hệ thống này ít sử dụng trong thực tế do không kinh tế vì cần tới 6 dây dẫn.



Thông thường 3 pha nguồn được nối với nhau, 3 pha tải cũng được nối với nhau và có đường dây 3 pha nối giữa nguồn và tải. Có 2 phương pháp nối mạch 3 pha thường sử dụng trong công nghiệp là nối hình sao (Y) và nối hình tam giác (Δ).

Quy ước:

1. Chiều dòng điện trong các pha của nguồn đi từ điểm cuối đến điểm đầu, còn trong các pha của phụ tải đi từ điểm đầu đến điểm cuối.

2. Điểm đầu và điểm cuối trong các pha của nguồn và của phụ tải không thể quy ước một cách tùy tiện mà phải theo một quy tắc nhất định sao cho:

+ Đối với nguồn: sđđ trong các pha là đối xứng ($\vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C = 0$).

+ Đối với phụ tải: Dòng điện trong các pha là đối xứng ($\vec{I}_A + \vec{I}_B + \vec{I}_C = 0$).

Phụ tải 3 pha đối xứng là khi tổng trở các pha bằng nhau: $Z_A = Z_B = Z_C = Z$.

Mạch ba pha đối xứng là mạch ba pha có nguồn, phụ tải và tổng trở đường dây đối xứng. Ngược lại mạch 3 pha không hội tụ đủ một trong các điều kiện trên gọi là mạch 3 pha không đối xứng.

3. Ý nghĩa của hệ ba pha.

Hệ thống điện 3 pha có nhiều ưu điểm hơn hẳn hệ thống điện một pha. Để truyền tải điện một pha ta cần dùng 2 dây dẫn, nhưng để truyền tải hệ thống 3 pha chỉ cần dùng 3 hoặc 4 dây dẫn do vậy tiết kiệm vật liệu nối dây tiện lợi và kinh tế hơn. Hệ 3 pha dễ dàng tạo ra từ trường quay, làm cho việc chế tạo động cơ điện được đơn giản và kinh tế hơn. Các động cơ công suất lớn đều phải dùng nguồn điện 3 pha. Vì vậy hệ 3 pha được dùng phổ biến trong công nghiệp điện lực.

Bài 4.2: PHƯƠNG PHÁP NỐI HÌNH SAO**1. Nguyên tắc nối.**

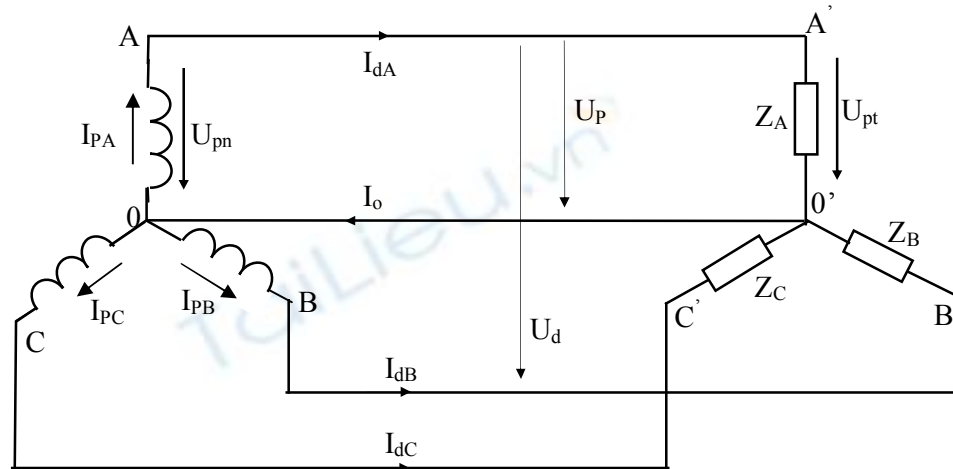
Mỗi pha của nguồn và tải đều có điểm đầu và điểm cuối. Ta thường ký hiệu các điểm đầu pha là A, B, C, các điểm cuối pha là X, Y, Z. Để nối hình sao người ta nối 3 điểm cuối của các pha lại với nhau tạo thành điểm trung tính.

Đối với nguồn, 3 điểm cuối X, Y, Z của các cuộn dây máy phát điện được nối lại với nhau tạo thành điểm trung tính O.

Đối với tải, 3 điểm cuối X', Y', Z' được nối lại với nhau tạo thành điểm trung tính O'. Ba dây nối các điểm đầu của nguồn và tải AA', BB', CC' gọi là các dây pha.

Dây dẫn nối điểm trung tính của nguồn với điểm trung tính tải, gọi là dây trung tính OO'. Dây pha trong thực tế còn gọi là dây lửa, dây trung tính là dây nguội. Mạch chỉ có 3 dây pha A, B, C gọi là mạch 3 pha 3 dây. Nếu mạch có cả dây pha và dây trung tính A, B, C, O thì gọi là mạch 3 pha bốn dây.

- Điểm trung tính ký hiệu là 0 hoặc N.
- 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 trên dây trung tính gọi là dòng điện trung tính (I_0).
- Điện áp giữa 2 đầu cuộn dây pha gọi là điện áp pha (U_p). đó cũng chính là điện áp giữa một dây pha và dây trung tính.
- Điện áp giữa 2 dây pha gọi là điện áp dây (U_d).



2. Quan hệ giữa các đại lượng dây - pha.

a. Quan hệ giữa dòng điện dây I_d và dòng điện pha I_p .

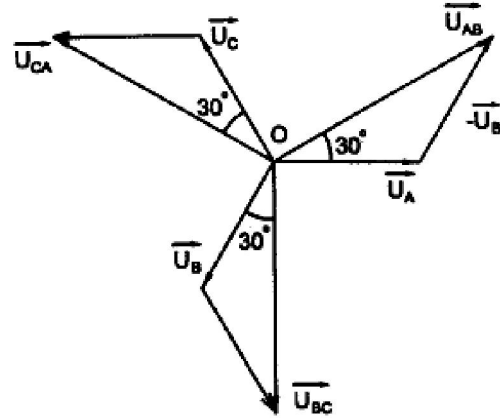
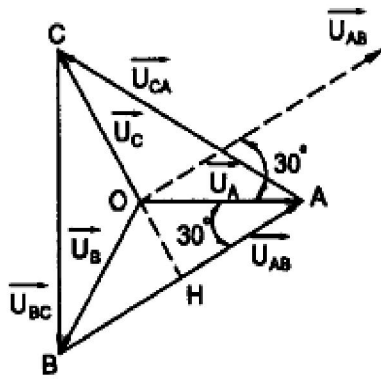
Trong sơ đồ đấu sao ta có:

- Dòng điện dây bằng dòng điện pha:

$$I_d = I_p$$

b. Quan hệ giữa điện áp dây và điện áp pha.

- Điện áp pha U_p là điện áp giữa điểm đầu và điểm cuối của mỗi pha (hoặc giữa dây pha và dây trung tính).



$$U_{pA} = \varphi_A - \varphi_0 = \varphi_A = U_A$$

$$U_{pB} = \varphi_B - \varphi_0 = \varphi_B = U_B$$

$$U_{pC} = \varphi_C - \varphi_0 = \varphi_C = U_C$$

Điện áp dây U_d là điện áp giữa 2 dây pha:

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

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

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

Để vẽ đồ thị véc tơ điện áp dây, trước hết ta vẽ đồ thị véc tơ điện áp pha U_A, U_B, U_C , sau đó dựa vào công thức ta dựng đồ thị véc tơ điện áp dây như trên hình vẽ. Ta có:

– Về trị số, điện áp dây U_d lớn hơn điện áp pha là $\sqrt{3}$ lần. Thật vậy, xét tam giác OAB từ đồ thị ta có:

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

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

Để thấy rằng, khi điện áp pha đối xứng, thì điện áp dây đối xứng.

– Về pha, các điện áp dây U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} lệch pha nhau một góc 120° và vượt trước điện áp pha tương ứng một góc 30° .

3. Mạch ba pha phụ tải đấu sao có dây trung tính, trở kháng không đáng kể

Giả sử tải 3 pha có tổng trở lần lượt là Z_A, Z_B, Z_C đấu thành hình sao, đặt vào nguồn điện áp 3 pha đấu sao đối xứng. Trở kháng các dây nối nhỏ không đáng kể. Vì vậy các điểm A - A'; B - B'; C - C'; O - O' là đẳng thế. Kết quả là điện áp ở nguồn và tải bằng nhau: $U_A = U'_A; U_B = U'_B; U_C = U'_C$

Dòng điện các pha là:
$$I_{PA} = \frac{U_P}{Z_A} = \frac{U_P}{\sqrt{r_A^2 + x_A^2}}$$

$$I_{PB} = \frac{U_P}{Z_B} = \frac{U_P}{\sqrt{r_B^2 + x_B^2}}$$

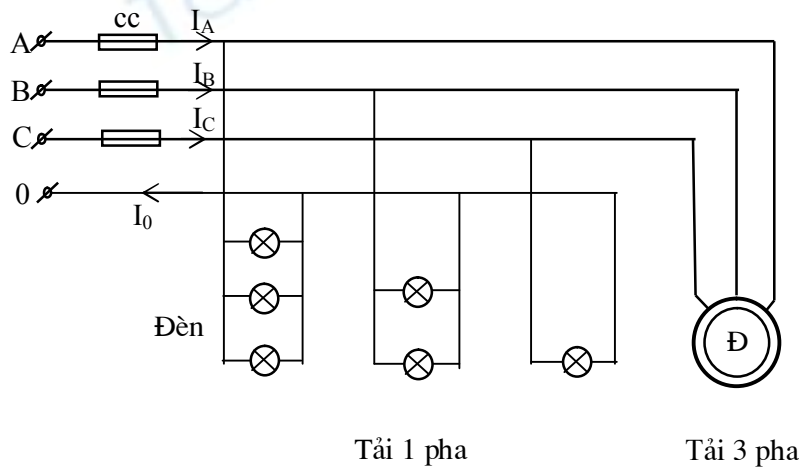
$$I_{PC} = \frac{U_P}{Z_C} = \frac{U_P}{\sqrt{r_C^2 + x_C^2}}$$

Góc lệch pha giữa dòng và áp:

$$\operatorname{tg} \varphi_A = \frac{X_A}{R_A}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_B = \frac{X_B}{R_B}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_C = \frac{X_C}{R_C}$$



Hoặc
$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z_A} ; \quad \dot{I}_B = \frac{\dot{U}_B}{Z_B} ; \quad \dot{I}_C = \frac{\dot{U}_C}{Z_C}$$

Áp dụng định luật Kirchooff 1 cho điểm trung tính, ta có:

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$$

Nghĩa là: Dòng điện trong dây trung tính bằng tổng (số phức hoặc trị số tức thời) dòng điện 3 pha.

Nếu dòng điện 3 pha là đối xứng thì tổng của chúng bằng không. ($I_0 = 0$). Trong thực tế, nói chung dòng điện 3 pha là gần đối xứng nên dòng điện trong dây trung tính rất bé. Vì thế dây trung tính thường dùng loại dây có tiết diện nhỏ hơn so với các dây pha.

Do tổng trở của dây trung tính nhỏ có thể bỏ qua, hai điểm 0 và 0' đẳng thế, nên nếu điện áp 3 pha của nguồn là đối xứng, thì điện áp ở tải cũng đối xứng. Kể cả khi tải 3 pha không đối xứng. Tuy nhiên, nếu tải 3 pha không đối xứng mà dây trung tính bị đứt, hai điểm 0 và 0' không đẳng thế, điện áp ba pha tải sẽ mất đối xứng.

Phụ tải mắc vào mạch điện có thể chia làm 2 loại. Loại thứ nhất là loại *tải 1 pha* như đèn sợi đốt, dụng cụ đốt nóng, động cơ 1 pha. Loại này không cần đảm bảo điều kiện 3 pha cân bằng. Tuy nhiên, khi bố trí mạch điện, cần phân các tải 1 pha đều ra 3 pha, nhằm đảm bảo dòng điện 3 pha tương đối cân bằng. Loại tải 1 pha thường mắc vào điện áp pha (một dây pha và dây trung tính). Điện áp định mức của tải phải bằng điện áp pha của mạng điện. Loại thứ hai là loại *tải 3 pha*, như động cơ 3 pha, lò điện 3 pha...Loại này phải đảm bảo tổng trở 3 pha là đối xứng, dòng điện không cần dùng dây trung tính, chỉ cần 3 dây pha nối với 3 pha của mạng. Điện áp dây định mức của tải phải bằng điện áp dây của mạng.

Bài tập ví dụ 1:

Máy phát điện 3 pha đấu sao có dây trung tính, điện áp pha $U_p = 240 \text{ V}$, mắc vào tải là các bóng đèn. Có trở kháng các pha là $Z_A = r_A = 20\Omega$; $Z_B = r_B = 8\Omega$; $Z_C = r_C = 50\Omega$. Điện trở dây nối bỏ qua. Xác định dòng điện trong các dây pha và dây trung tính.

Giải:

Lấy véc tơ $\dot{U}_A$ làm gốc, tức $\dot{U}_A = U_p = 240 \text{ V}$. Từ đó:

$$\dot{U}_B = U_A e^{-j120^\circ} = 240(\cos 120^\circ - j \sin 120^\circ) = (-120 - j208) \text{ V}$$

$$\dot{U}_C = U_A e^{j120^\circ} = 240(\cos 120^\circ + j \sin 120^\circ) = (-120 + j208) \text{ V}$$

Dòng điện ở mỗi pha, cũng là dòng điện dây.

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z_A} = \frac{240}{20} = 12 \text{ A}; \Rightarrow I_A = 12 \text{ A}.$$

$$\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_B}{Z_B} = \frac{-120 - j208}{8} = (-15 - j26) \text{ A}$$

$$\text{Vậy } I_B = \sqrt{15^2 + 26^2} = 30 \text{ A}.$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_C}{Z_C} = \frac{-120 + j208}{50} = (-2,4 + j4,16) \text{ A}$$

$$\text{Vậy } I_C = \sqrt{2,4^2 + 4,16^2} = 4,8 \text{ A}.$$

Dòng điện trong dây trung tính:

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 12 - 15 - j26 - j2,4 + j4,16 = (-5,4 - j21,6)A$$

$$\dot{I}_0 = \sqrt{5,4^2 + 21,6^2} = 22A.$$

4. Mạch 3 pha, tải đấu sao đối xứng.

Phụ tải 3 pha có thành phần trở kháng giống nhau gọi là phụ tải đối xứng:

$$r_A = r_B = r_C = r$$

$$x_A = x_B = x_C = x$$

Suy ra $Z_A = Z_B = Z_C = Z$

Nếu 3 pha đấu sao đặt vào hệ điện áp 3 pha đối xứng, ta có mạch 3 pha đối xứng đấu sao.

Dòng điện 3 pha cũng đối xứng:

$$I_{PA} = I_{PB} = I_{PC} = I_P = \frac{U_P}{Z} = \frac{U_P}{\sqrt{r^2 + x^2}}$$

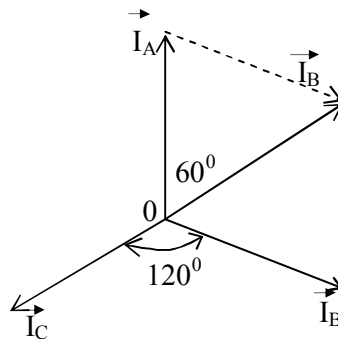
Góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp ở các pha cũng bằng nhau.

$$\varphi_A = \varphi_B = \varphi_C = \varphi \quad \text{với } \operatorname{tg} \varphi = \frac{x}{r}$$

Khi tải đối xứng:

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

Vậy : trong mạch 3 pha đấu sao đối xứng , dòng điện trong dây trung tính bằng không, vì thế đối với mạch phụ tải đối xứng, như động cơ 3 pha, lò điện 3 pha người ta bỏ dây trung tính đi, ta có mạch 3 pha 3 dây.



Đồ thị véc tơ dòng điện 3 pha đối xứng

Khi mạch 3 pha là đối xứng, việc tính toán mạch 3 pha sẽ tính theo 1 pha, rồi suy kết quả cho 3 pha.

Bài tập ví dụ 2:

Động cơ 3 pha, cuộn dây mỗi pha ở trạng thái làm việc ổn định, có điện trở 8Ω , và cảm kháng 6Ω , đấu thành hình sao, đặt vào nguồn điện áp 3 pha đối xứng, $U_d = 380 V$.

Xác định dòng điện qua các cuộn dây pha, điện áp đặt vào các cuộn dây, và hệ số công suất mỗi pha.

Đáp số: $U_p = 220 V$, $I_p = 22 A$, $\cos \varphi = 0,8$.

Bài 4.3. PHƯƠNG PHÁP NỐI HÌNH TAM GIÁC.

1. Đại cương về cách đấu tam giác.

Cuộn dây máy phát điện cũng như phụ tải 3 pha đều có thể nối theo hình tam giác. Cách đấu như sau:

Đấu cuối cuộn AX với đầu cuộn BY.

Đấu cuối cuộn BY với đầu cuộn CZ

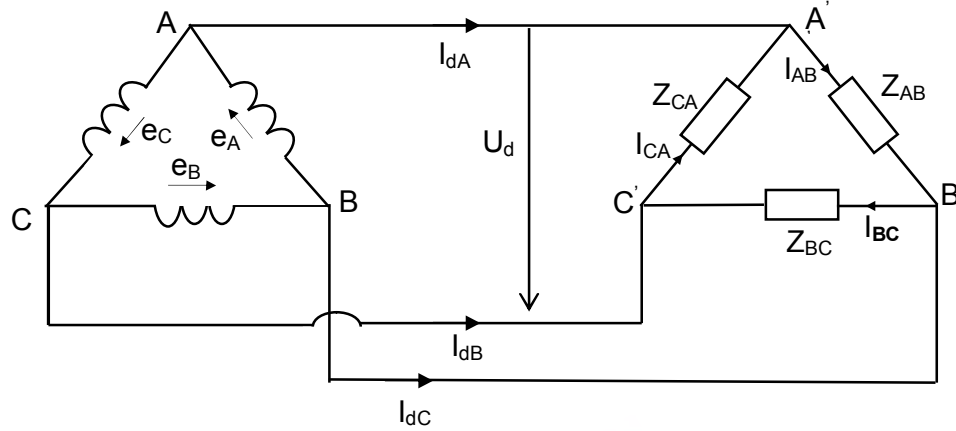
Đấu cuối cuộn CZ với đầu cuộn AX.

Tức là đầu X với B, đầu Y với C, đầu Z với A.

Như vậy 3 pha sẽ tạo thành một mạch vòng tam giác kín, ba đỉnh tam giác nối với ba dây dẫn, gọi là 3 dây pha. Cách nối tam giác không có dây trung tính.

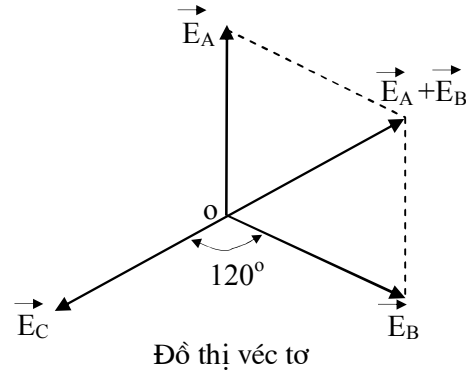
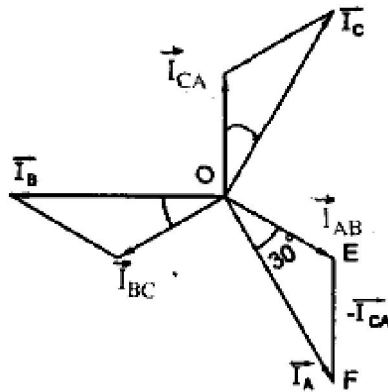
Nếu hệ sđđ ba pha của máy phát là hoàn toàn đối xứng và có dạng đúng hình sin thì tổng sđđ trong mạch vòng tam giác bằng không.

$$e = e_A + e_B + e_C = 0$$



Đấu nguồn thành tam giác

Đấu tải thành tam giác



Đồ thị véc tơ

Từ đồ thị véc tơ ta có:

$$\vec{E}_A + \vec{E}_B = -\vec{E}_C$$

Từ đó s đ đ trong mạch vòng kín:

$$\vec{E}_O = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C = 0$$

Do đó trong mạch vòng tam giác không có dòng điện kín mạch. Thực ra, sđđ ba pha không hoàn toàn đối xứng và biến thiên không hoàn toàn đúng theo quy luật hình sin, nên s đ đ trong mạch vòng $E_o \neq 0$. Mà trong mạch vòng tam giác gồm 3 cuộn dây có tổng trở rất nhỏ, do đó E_o sẽ tạo thành dòng điện mạch vòng I_v khá lớn gây tổn thất năng lượng và nguy hiểm cho máy. Vì vậy máy phát điện 3 pha rất ít đấu theo hình tam giác. Riêng cuộn dây thứ cấp của máy biến áp cũng là nguồn sđđ vẫn có thể đấu theo hình tam giác nhằm mục đích cải thiện dạng sóng s đ đ và ngăn sóng sét xâm nhập (tác dụng chống sét).

2. Quan hệ giữa các đại lượng dây – pha.

a. Quan hệ giữa điện áp dây và điện áp pha.

Từ hình vẽ ta thấy khi nối tam giác thì điện áp giữa hai dây chính là điện áp pha:

$$U_d = U_p$$

b. Quan hệ giữa dòng điện dây I_d và dòng điện pha I_p .

Áp dụng định luật Kirchhoff 1 cho các nút, ta có:

$$\text{Tại nút A: } \dot{I}_A = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA}$$

$$\text{Tại nút B: } \dot{I}_B = \dot{I}_{BC} - \dot{I}_{AB}$$

$$\text{Tại nút C: } \dot{I}_C = \dot{I}_{CA} - \dot{I}_{BC}$$

Đồ thị véc tơ các dòng điện dây I_A, I_B, I_C và dòng điện pha I_{AB}, I_{BC}, I_{CA} như trên hình vẽ. Ta có:

– Về trị số, dòng điện dây lớn gấp $\sqrt{3}$ lần dòng điện pha.

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

Thật vậy, xét tam giác OEF từ đồ thị như hình vẽ ta có:

$$EF = 2OE \cos 30^\circ = 2OE \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} OE$$

Về pha, các dòng điện dây I_A, I_B, I_C lệch pha nhau một góc 120° và chậm pha sau dòng điện pha tương ứng một góc 30° .

Để tính mạch 3 pha đấu tam giác đối xứng, ta cũng tách ra 1 pha để tính rồi suy kết quả cho 3 pha.

Bài tập ví dụ 1:

Ba cuộn dây giống nhau, có $r = 8 \Omega$, $x = 6 \Omega$, nối tam giác, đặt vào nguồn điện áp 3 pha đối xứng, có $U_d = 220 \text{ V}$. Tìm dòng điện pha, dòng điện dây, hệ số công suất pha.

$$\text{Đáp số: } I_p = 22 \text{ A}, I_d = 38 \text{ A}, \cos \varphi = 0,8.$$

Bài tập ví dụ 2:

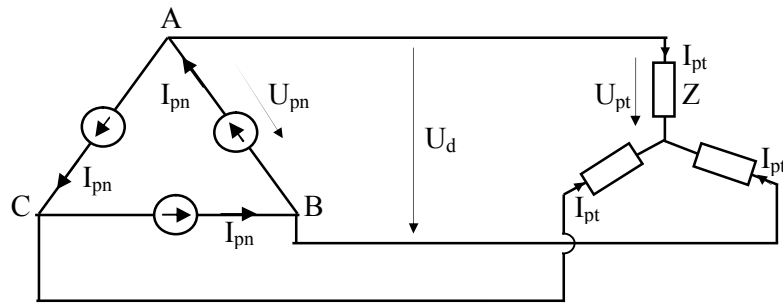
Một mạch điện 3 pha, nguồn điện đấu tam giác, tải đấu hình sao. Nguồn và tải đều đối xứng. Biết điện áp pha của nguồn $U_{pn} = 220 \text{ V}$. Dòng điện pha nguồn $I_{pn} = 20 \text{ A}$.

a, Vẽ sơ đồ nối dây mạch ba pha, trên sơ đồ ghi rõ các đại lượng pha và dây.

b, Hãy xác định dòng điện pha và điện áp pha của tải I_{pt} , U_{pt} .

Giải:

a, Sơ đồ nối dây mạch 3 pha



b, Vì nguồn đấu tam giác nên:

$$U_d = U_{pn} = 220 \text{ V.}$$

$$I_d = \sqrt{3} I_{pn} = 20\sqrt{3} = 34,6 \text{ A.}$$

Vì tải đấu hình sao nên:

$$U_d = \sqrt{3} U_{pt} \text{ suy ra } U_{pt} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127 \text{ V.}$$

$$I_{pt} = I_d = 34,6 \text{ A.}$$

*** Cách nối nguồn và tải trong mạch 3 pha.**

Nguồn điện và tải 3 pha đều có thể nối hình sao hay tam giác, song tùy thuộc vào điện áp định mức của thiết bị, của mạng điện và các yêu cầu kỹ thuật ta sẽ chọn cách nối dây phù hợp.

- Cách nối nguồn điện: Các nguồn điện dùng trong sinh hoạt lấy từ dây quấn 3 pha stato máy phát điện, hoặc lấy từ dây quấn 3 pha thứ cấp máy biến áp. Các dây quấn này thường nối hình sao có dây trung tính. Nối như vậy có ưu điểm là có thể cung cấp 2 điện áp khác nhau: điện áp pha và điện áp dây. Trên thế giới tồn tại hai loại mạng điện 380/220V ($U_d = 380 \text{ V}$; $U_p = 220 \text{ V}$) và mạng điện 220/127V ($U_d = 220 \text{ V}$; $U_p = 127 \text{ V}$). Hiện tại ở nước ta sử dụng mạng điện 380V/220V.

- Cách nối động cơ điện ba pha: Mỗi động cơ điện 3 pha gồm có 3 dây quấn pha. Khi thiết kế chế tạo người ta đã quy định điện áp định mức cho mỗi dây quấn. Động cơ làm việc phải đúng với điện áp quy định ấy.

Việc đấu tải thành hình sao hay hình tam giác là tùy thuộc vào điện áp của mạng và điện áp định mức của tải. Chẳng hạn ở mạng điện 220V/127V (điện áp dây là 220V, điện áp pha là 127V), nếu điện áp định mức mỗi pha của tải là 127V thì ta dùng cách đấu sao (để điện áp pha đặt vào tải bằng điện áp pha của nguồn); Ngược lại, nếu điện áp định mức mỗi pha của tải là 220 V, thì ta đấu tải thành tam giác (để điện áp pha đặt vào tải bằng điện áp dây của nguồn). Động cơ 3 pha có ghi 380/220V - Y/ Δ có nghĩa là nếu mạng điện có điện áp dây là 380 V thì động cơ đấu hình sao, còn nếu mạng có $U_d = 220V$ thì động cơ đấu tam giác. AX, BY, CZ ra ngoài vỏ động cơ và nối tới 6 bu lông ở hộp nối dây. Việc đấu dây thành hình sao hay tam giác thực hiện bằng cách thay đổi cầu nối dây giữa các bu lông.

Bài 4.4: CÔNG SUẤT MẠCH BA PHA

1. Công suất mạch 3 pha chung.

- Hệ thống điện 3 pha là tập hợp của 3 mạch điện 1 pha, nên công suất chung của hệ thống là tổng công suất các pha. Gọi P_A, P_B, P_C tương ứng là công suất tác dụng của các pha A, B, C, ta có công suất tác dụng của mạch ba pha bằng tổng các công suất tác dụng của từng pha:

+ Công suất tác dụng 3 pha (P).

$$P = P_A + P_B + P_C \quad (W)$$

$$P = P_A + P_B + P_C = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C$$

+ Công suất phản kháng 3 pha (Q).

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C \quad (VA)$$

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C = U_A I_A \sin \varphi_A + U_B I_B \sin \varphi_B + U_C I_C \sin \varphi_C$$

+ Công suất biểu kiến 3 pha (S).

$$S = S_A + S_B + S_C \quad (VA)$$

$$S = I_A U_A + I_B U_B + I_C U_C$$

- Điện năng tác dụng 3 pha.

$$W_r = P.t \quad (Wh)$$

- Điện năng phản kháng 3 pha.

$$W_x = Q.t \quad (Varh)$$

2. Công suất mạch 3 pha đối xứng.

Trong mạch 3 pha đối xứng, hiệu dụng dòng điện, điện áp, và góc lệch pha ở các pha là như nhau.

$$I_A = I_B = I_C = I_P.$$

$$U_A = U_B = U_C = U_P$$

$$\varphi_A = \varphi_B = \varphi_C = \varphi.$$

Do đó công suất các pha bằng nhau.

$$P_A = P_B = P_C = P_P = U_P \cdot I_P \cdot \cos \varphi.$$

$$Q_A = Q_B = Q_C = Q_P = U_P \cdot I_P \cdot \sin \varphi$$

$$S_A = S_B = S_C = S_P = U_P \cdot I_P$$

Công suất 3 pha.

$$P = 3P_P = 3 U_P \cdot I_P \cdot \cos \varphi.$$

$$Q = 3Q_P = 3 U_P \cdot I_P \cdot \sin \varphi$$

$$S = 3S_P = 3 U_P \cdot I_P$$

Chuyển sang các đại lượng dây.

Trong cách nối hình sao:

$$I_P = I_d; U_P = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$$

Trong cách nối hình tam giác:

$$U_P = U_d; I_P = \frac{I_d}{\sqrt{3}}$$

Ta có công suất tác dụng trong mạch ba pha viết theo đại lượng dây áp dụng cho cả hai trường hợp nối hình sao và tam giác đối xứng:

$$P = \sqrt{3} U_d \cdot I_d \cdot \cos \varphi.$$

$$Q = \sqrt{3} U_d \cdot I_d \cdot \sin \varphi$$

$$S = \sqrt{3} U_d \cdot I_d$$

Trong đó φ là góc lệch pha giữa điện áp pha và dòng điện pha tương ứng:

$$\cos \varphi = \frac{R_P}{\sqrt{R_P^2 + X_P^2}}$$

Bài tập ví dụ:

Ba cuộn dây giống nhau, mỗi cuộn có $r = 10 \, \Omega$, $x = 10 \, \Omega$, đấu hình sao, đặt vào điện áp 3 pha cân bằng có $U_d = 380 \, \text{V}$.

Tính công suất tác dụng, và điện năng tác dụng trong 12 giờ.

Giải:

Tổng trở mỗi pha:

$$Z = \sqrt{r^2 + x^2} = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2} \, (\Omega).$$

Vì mạch đấu hình sao nên:

$$U_P = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = \frac{380}{1,73} = 220 \, (\text{V})$$

Dòng điện mỗi pha:

$$I_P = \frac{U_P}{Z} = \frac{220}{10\sqrt{2}} = 15,6 \, (\text{A})$$

Dòng điện dây:

$$I_d = I_P = 15,6 \, (\text{A})$$

Công suất tác dụng 3 pha:

$$P = \sqrt{3} U_d I_d \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 15,6 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 7230 \, (\text{W}).$$

Điện năng tác dụng trong 12 giờ:

$$W_r = P \cdot t = 7230 \cdot 12 = 86760 \, \text{Wh}$$

Bài 4.5: GIẢI MẠCH ĐIỆN BA PHA ĐỐI XỨNG.

Đối với mạch điện ba pha đối xứng, dòng điện và điện áp các pha có trị số bằng nhau và lệch pha nhau một góc 120° . Khi giải mạch ba pha đối xứng ta chỉ cần tính cho một pha, sau đó suy ra các pha còn lại.

Khi nối vào nguồn có điện áp là U_d , bỏ qua tổng trở của đường dây, nếu biết tổng trở của tải, các bước tính toán sẽ thực hiện như sau:

–*Bước 1.* Xác định cách nối phụ tải : hình sao hay tam giác?

–*Bước 2.* Xác định điện áp pha của tải:

+ Nếu nối hình sao:

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

+ Nếu tải nối tam giác: $U_d = U_p$

– Bước 3. Xác định tổng trở pha và hệ số công suất của tải.

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

$$\text{Hệ số công suất: } \cos \varphi = \frac{R_p}{Z_p} = \frac{R_p}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}}$$

Trong đó R_p , X_p tương ứng là điện trở pha, điện kháng pha của mỗi pha tải.

– Bước 4. Tính dòng điện I_p của phụ tải.

+ Nếu tải nối sao: $I_d = I_p$

+ Nếu tải nối tam giác: $I_d = \sqrt{3} I_p$

– Bước 5. Tính công suất tiêu thụ trên phụ tải.

$$P = 3 R_p I_p^2 = 3 U_p I_p \cos \varphi = \sqrt{3} U_d I_d \cos \varphi$$

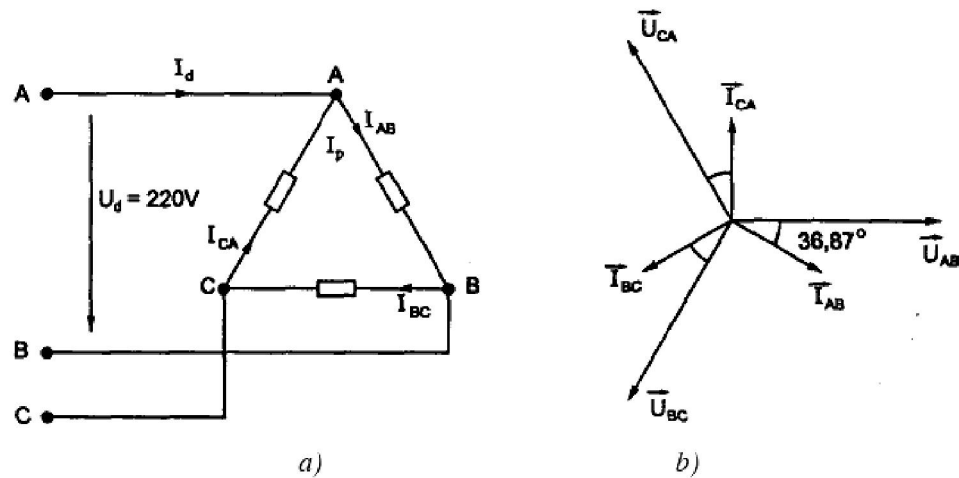
$$Q = 3 X_p I_p^2 = 3 U_p I_p \sin \varphi = \sqrt{3} U_d I_d \sin \varphi$$

$$S = 3 Z_p I_p^2 = 3 U_p I_p = \sqrt{3} U_d I_d$$

Bài tập ví dụ 1.

Một tải 3 pha có điện trở pha $R_p = 20 \Omega$, điện kháng pha $X_p = 15 \Omega$, nối hình tam giác và đấu vào lưới điện 3 pha có điện áp dây $U_d = 220V$.

Tính dòng điện pha I_p , dòng điện dây I_d , công suất tải tiêu thụ và vẽ đồ thị véc tơ điện áp dây và dòng điện pha phụ tải.

**Bài giải:**

Theo sơ đồ đấu dây tải nối tam giác, do đó điện áp pha của tải là:

$$U_d = U_p = 220 \text{ V}$$

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:

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

Dòng điện dây của tải:

$$I_d = \sqrt{3} I_p = \sqrt{3} \cdot 8,8 = 15,24 \text{ A}$$

Công suất tải tiêu thụ:

$$P = 3 R_p I_p^2 = 3 \cdot 20 \cdot 8,8^2 = 4646,4 \text{ W}$$

$$Q = 3 X_p I_p^2 = 3 \cdot 15 \cdot 8,8^2 = 3484,8 \text{ VAR}$$

$$S = \sqrt{3} U_d I_d = \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 15,24 = 5870,21 \text{ VA}$$

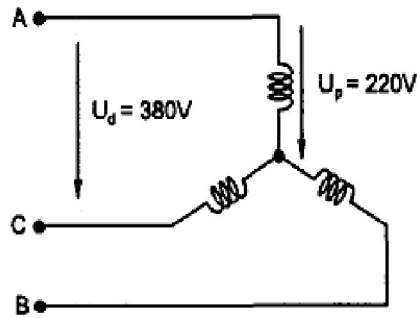
$$\text{Hệ số công suất: } \cos \varphi = \frac{R_p}{Z_p} = \frac{20}{25} = 0,8, \varphi = 36,87^\circ$$

Dòng điện chậm pha hơn điện áp một góc là $\varphi = 36,87^\circ$. Đồ thị vectơ dòng điện và điện áp pha (vẽ trên hình b).

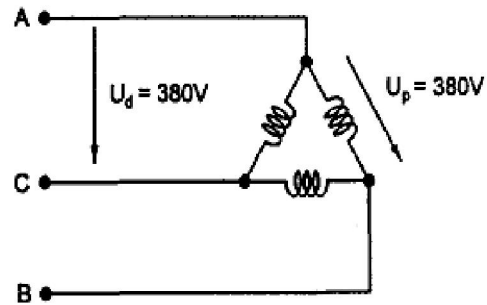
Bài tập ví dụ 2 :

Một tải 3 pha là 3 cuộn dây được đấu vào lưới điện 3 pha có điện áp dây là 380 V. Cuộn dây có điện trở $R = 2 \Omega$, điện kháng $X = 8 \Omega$ và được thiết kế làm việc ở điện áp định mức là 220V.

1. Xác định cách nối các cuộn dây thành tải 3 pha.
2. Tính công suất P , Q và $\cos\varphi$ của tải.



a)



b)

Bài giải.

a. Các cuộn dây phải nối hình sao, vì khi đấu vào lưới điện 3 pha thì điện áp pha đặt lên mỗi cuộn dây bằng điện áp định mức:

$$U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ V}.$$

Nếu tải nối tam giác, điện áp pha đặt lên cuộn dây (hình b):

$$U_p = U_d = 380 \text{ V}$$

Giá trị điện áp 380 V lớn hơn điện áp định mức của cuộn dây, nên cuộn dây sẽ bị hỏng.

b. Tổng trở pha của tải là:

$$Z_p = \sqrt{R_p^2 + X_p^2} = \sqrt{2^2 + 8^2} = 8,24 \Omega$$

Hệ số công suất:

$$\cos\varphi = \frac{R_p}{Z_p} = \frac{2}{8,24} = 0,242$$

$$\sin\varphi = \frac{X_p}{Z_p} = \frac{8}{8,24} = 0,97$$

Dòng điện pha I_p của tải:

$$I_p = \frac{U_p}{Z_p} = \frac{220}{8,24} = 26,7 \text{ A}$$

Dòng điện dây:

$$I_d = I_p = 26,7 \text{ A}$$

Công suất tác dụng của tải:

$$P = \sqrt{3} U_d I_d \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 26,7 \cdot 0,242 = 4252,6 \text{ W}$$

Công suất phản kháng của tải:

$$Q = \sqrt{3} U_d I_d \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 26,7 \cdot 0,97 = 17045,7 \text{ VAR}$$

Công suất biểu kiến:

$$S = \sqrt{3} U_d I_d = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 26,7 = 17572,8 \text{ VA}$$

Tailieu.vn