

**MỤC LỤC**

<b>ĐỀ MỤC</b>	<b>TRANG</b>
Lời giới thiệu	1
Mục lục	2
Chương 1: Đại cương về dòng điện	4
Chương 2: Máy phát điện	27
Chương 3: Động cơ điện	33
Chương 4: Máy biến áp	41
Chương 5: Khí cụ điều khiển và bảo vệ mạch điện.	48
Tài liệu tham khảo	62

## CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC ĐIỆN KỸ THUẬT

Mã số của môn học: MH 07

Thời gian môn học: 45 giờ

(Lý thuyết: 45 giờ; Thực hành: 0 giờ)

### **Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:**

- Vị trí:

Môn học được bố trí giảng dạy song song với các môn học/ mô đun sau: MH 08, MH 09, MH 10, MH 11, MH 12, MH13, MH 14, MH 15, MH 16, MH 18, MH 19.

- Tính chất:

Là môn học kỹ thuật cơ sở bắt buộc.

- Ý nghĩa: giúp cho sinh viên có kiến thức cơ bản về kỹ thuật điện, góp phần vào học các môn chuyên môn điện ô tô được tốt hơn, nâng cao hiệu quả học tập.

- Vai trò: môn học trang bị cho sinh viên những khái niệm, nguyên lý cơ bản của môn kỹ thuật điện để ứng dụng vào các môn học chuyên môn, ứng dụng vào thực tế.

### **Mục tiêu của môn học:**

- + Hệ thống được kiến thức cơ bản về mạch điện,
- + Trình bày được yêu cầu, nhiệm vụ, cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại máy điện dùng trong phạm vi nghề Công nghệ Ô tô,
- + Trình bày được công dụng và phân loại các loại khí cụ điện,
- + Vẽ được sơ đồ đấu dây, sơ đồ lắp đặt các mạch điện cơ bản,
- + Tuân thủ đúng quy định về an toàn khi sử dụng thiết bị điện,
- + Rèn luyện tác phong làm việc cẩn thận.

## CHƯƠNG 1: ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN

Mã số của chương 1: MH 07 - 01

- Trong bài này trình bày nội dung của dòng điện một chiều và dòng điện điện động xoay chiều.

### Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm, nguyên lý sản sinh ra dòng điện một chiều, các đại lượng cơ bản và các định luật cơ bản của mạch điện một chiều
- Trình bày được nguyên lý sản sinh ra sức điện động xoay chiều và các đại lượng cơ bản đặc trưng cho dòng điện xoay chiều
- Trình bày được ý nghĩa của hệ số công suất và các biện pháp nâng cao hệ số công suất
- Trình bày được sơ đồ đấu nối hệ thống điện xoay chiều ba pha kiểu hình sao (Y) và hình tam giác ( $\Delta$ ) và các mối quan hệ giữa các đại lượng pha và dây
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về kỹ thuật điện.

### Nội dung:

#### 1. MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU

Mục tiêu:

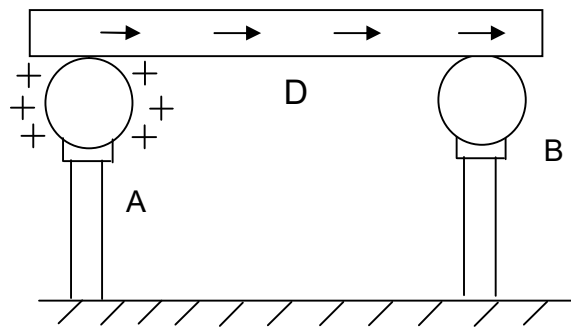
- Trình bày được khái niệm, nguyên lý sản sinh ra dòng điện một chiều, các đại lượng cơ bản và các định luật cơ bản của mạch điện một chiều.

##### 1.1 Khái niệm và nguyên lý sản sinh ra dòng điện một chiều

###### 1.1.1 Khái niệm mạch điện một chiều

Dòng điện chính là dòng chuyển động của các hạt mang điện như điện tử, ion. Chiều của dòng điện được quy ước từ dương sang âm (ngược với chiều chuyển động của các điện tử từ âm sang dương (hình 1.1))

Dòng một chiều là dòng có trị số và chiều không đổi theo thời gian.

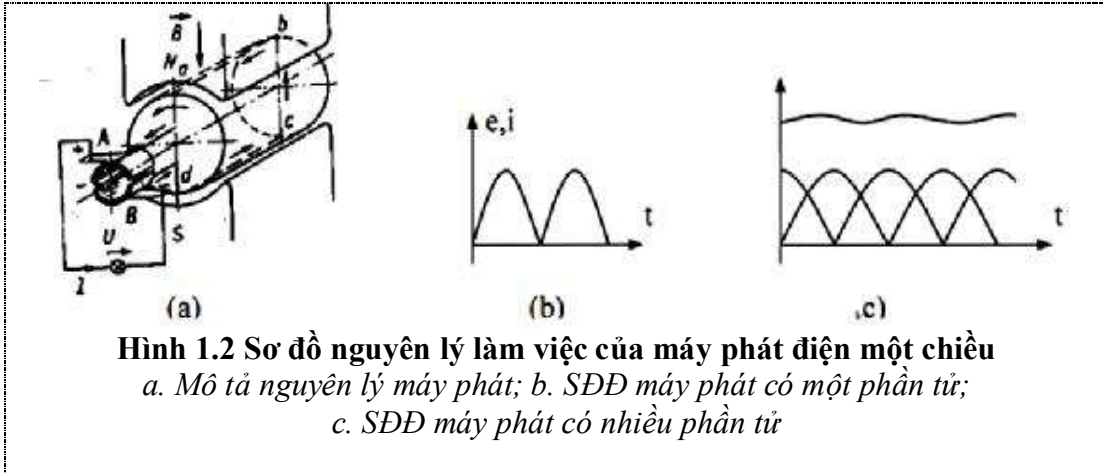


Hình 1.1 Dòng điện một chiều

###### 1.1.2 Nguyên lý sản sinh ra dòng điện một chiều

Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy phát điện một chiều như hình 1.2a. Máy gồm có một khung dây a b c d có đầu nối với hai phiến góp. Khung dây và phiến góp quay quanh trục của nó với tốc độ không đổi trong từ trường của hai cực nam châm N-S. Các chổi than A, B đặt cố định và luôn tỳ vào phiến góp.

Khi phần ứng quay (khung dây abcd quay) trong từ trường đều của phần cảm (nam châm S-N), các thanh dẫn của dây quấn phần ứng cắt từ trường phần



**Hình 1.2 Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy phát điện một chiều**

a. Mô tả nguyên lý máy phát; b. SDD máy phát có một phần tử;  
c. SDD máy phát có nhiều phần tử

cảm, theo định luật cảm ứng điện từ, trong khung dây sẽ cảm ứng suất điện động xoay chiều mà trị số tức thời của nó được xác định theo công thức:

$$e = Blv \text{ trong đó} \quad (1-1)$$

B: Từ cảm nơi thanh dẫn quét qua (đơn vị: T)

l: Chiều dài dây dẫn nằm trong từ trường (m)

v: Tốc độ dài của thanh dẫn (m/s)

Chiều của suất điện động được xác định theo quy tắc bàn tay phải. Vậy theo hình 1.2a suất điện động của thanh dẫn ab nằm dưới cực từ N có chiều đi từ b đến a, còn của thanh dẫn cd nằm dưới cực S có chiều từ d đến c. Nếu nối hai chổi than A và B với tải thì suất điện động trong khung dây sẽ sinh ra trong mạch ngoài một dòng điện chạy từ chổi than A đến chổi than B.

Khi phần ứng quay được nửa vòng, vị trí của phần tử thay đổi, thanh dẫn ab ở cực S, thanh dẫn cd ở cực N, suất điện động trong thanh dẫn đổi chiều. Nhờ chổi than đứng yên, chổi A vẫn tiếp xúc với phiến góp trên, chổi B tiếp xúc với phiến góp dưới, nên dòng điện ở mạch ngoài không đổi. Nhờ cổ góp và chổi than, điện áp trên chổi và dòng điện qua tải là điện áp và dòng điện một chiều.

Nếu máy chỉ có một phần tử, điện áp điện cực máy phát như hình 1.2b. Để điện áp lớn và ít đập mạch (hình 1.2c). Dây quấn có nhiều phần tử và nhiều phiến đổi chiều.

## 1.2 Các định luật và đại lượng đặc trưng của dòng điện một chiều

### 1.2.1 Các định luật

a. Định luật Ôm cho đoạn mạch

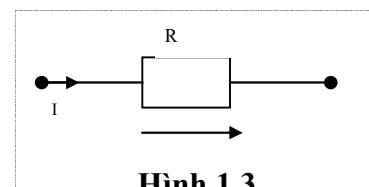
- Nhánh có thuần điện trở:

Xét mạch thuần điện trở (hình 1.3), biểu thức tính dòng điện qua điện trở:

$$I = U / R \quad (1-2) \text{ trong đó}$$

U: tính bằng Volt (V)

I: Tính bằng Ampe (A)



**Hình 1.3**  
Nhánh thuần trở

R: Tính bằng Ohm ( $\Omega$ )

Định luật: Cường độ dòng điện trong một đoạn mạch tỷ lệ thuận với hiệu điện thế và tỷ lệ nghịch với điện trở qua đoạn mạch đó.

- Nhánh có sức điện động E và điện trở R:

Xét nhánh có E, R (hình 1.4).

Biểu thức tính điện áp

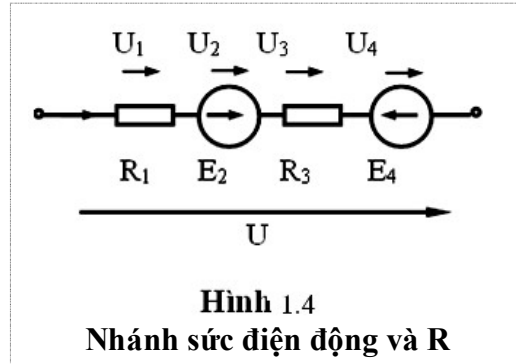
$$U: U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = R_1 \cdot I - E_4 + R_2 \cdot I + E_2 = (R_1 + R_2) I - (E_4 - E_2)$$

$$\text{Vậy: } U = (\Sigma R) I - \Sigma E \quad (1-3)$$

Trong biểu thức (1-3) quy ước dấu như sau: Sức điện động E và dòng điện I có chiều trùng với chiều điện áp U sẽ lấy dấu dương, ngược chiều sẽ lấy dấu âm.

Biểu thức tính dòng điện:

$$I = \frac{U + \Sigma E}{\Sigma R} \quad (1-4)$$

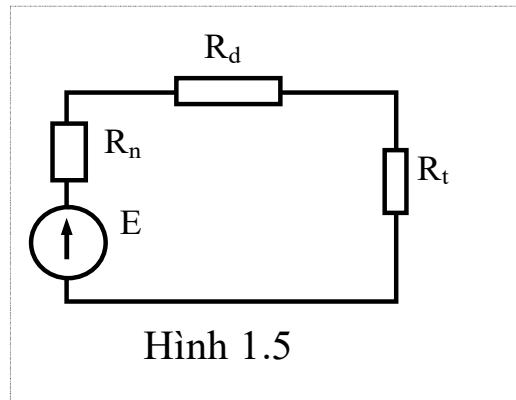


Trong biểu thức (1-4) quy ước dấu như sau:

Sức điện động E và điện áp U có chiều trùng với chiều dòng điện sẽ lấy dấu dương, ngược lại sẽ lấy dấu âm.

b. Định luật Ôm cho toàn mạch

Cho mạch điện như hình 1.5 thì



$$I = \frac{E}{R_n + R_d + R_t} \quad (A)(1-5)$$

Trong đó:

I: Cường độ dòng điện trong mạch (A)

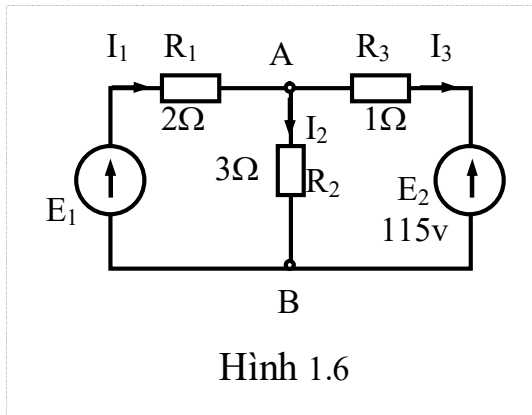
E: Sức điện động của nguồn điện (V)

R<sub>n</sub>: Điện trở trong của nguồn ( $\Omega$ )

R<sub>d</sub>: Điện trở dây dẫn ( $\Omega$ )

R<sub>t</sub>: Điện trở phụ tải ( $\Omega$ )

R<sub>d</sub> + R<sub>t</sub>: Điện trở mạch ngoài ( $\Omega$ )



Định luật: Cường độ dòng điện trong mạch kín tỷ lệ thuận với sức điện động của nguồn điện và tỷ lệ nghịch với tổng trở toàn mạch.

VD: Cho mạch điện hình 1.6.

Biết  $E_1 = 100 \text{ V}$ ;  $I_1 = 5 \text{ A}$ . Tính điện áp  $U_{AB}$  và dòng điện các nhánh  $I_2, I_3$ .

Lời giải

Tính điện áp  $U_{AB}$ :

$$U_{AB} = E_1 - R_1 I_1 = 100 - 2.5 = 90 \text{ V.}$$

$$\text{Dòng điện } I_2: \quad I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} = \frac{90}{3} = 30 \text{ A.}$$

Dòng điện  $I_3$ :

$$I_3 = \frac{U_{AB} - E_3}{R_3} = \frac{90 - 115}{1} = -25 \text{ A.}$$

Dòng điện  $I_3 < 0$ , chiều thực của dòng điện  $I_3$  ngược với chiều đã vẽ trên hình.

### c. Định luật Kirchoff 1

Định luật này cho ta quan hệ giữa các dòng điện tại một nút, được phát biểu như sau:

Tổng đại số những dòng điện ở một nút bằng không.

Trong đó quy ước dòng điện đi tới nút lấy dấu dương, dòng điện rời khỏi nút lấy dấu âm.

(hình 1.7).

$$\sum I \text{ nút} = 0 \quad (1-6)$$

$$\text{Ở hình 1.7 thì: } I_1 + (-I_2) + (-I_3) = 0$$

### d. Định luật Kirchoff 2

Định luật này cho ta quan hệ giữa sức điện động, dòng điện và điện trở trong một mạch vòng khép kín, được phát biểu như sau:

Đi theo một mạch vòng khép kín theo một chiều tùy ý chọn, tổng đại số những sức điện động bằng tổng đại số các điện áp rơi (sụt áp) trên các điện trở của mạch vòng.

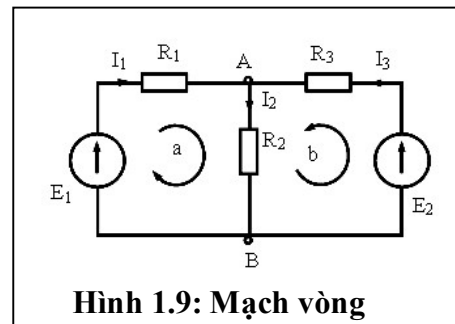
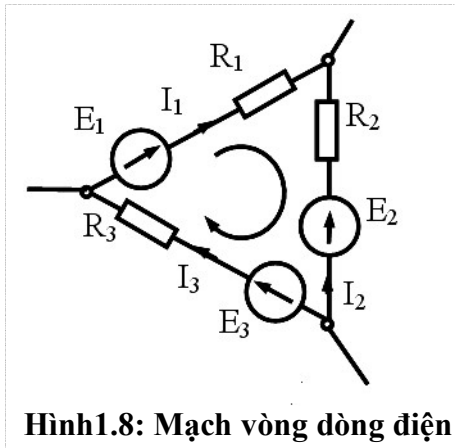
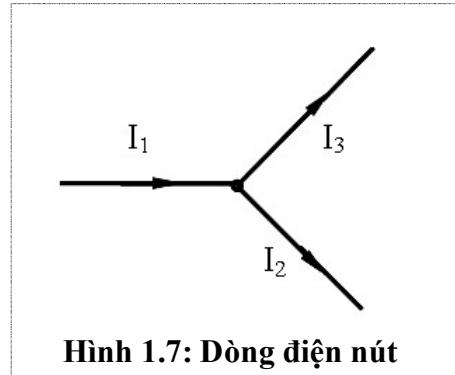
$$\sum RI = \sum E \quad (1-7)$$

Quy ước dấu: Các sức điện động, dòng điện có chiều trùng chiều mạch vòng lấy dấu dương, ngược lại lấy dấu âm.

Ở mạch vòng hình 1.8:

$$R_1 I_1 - R_2 I_2 + R_3 I_3 = E_1 - E_2 + E_3$$

Ví dụ : Tính dòng điện  $I_3$  và các sức điện động  $E_1, E_2$  trong mạch điện hình 1.9, biết:



$$I_2 = 10\text{A}; I_1 = 4\text{A}; R_1 = 1\Omega; R_2 = 2\Omega ; \\ R_3 = 5\Omega.$$

Lời giải:

Áp dụng định luật Kirchoff 1 tại nút A có:  
 $10 - 4 = 6\text{A}$

$$-I_1 + I_2 - I_3 = 0 \Rightarrow I_3 = I_2 - I_1 =$$

Áp dụng định luật Kirchoff 2 cho:

Mạch vòng a:

$$E_1 = R_1 I_1 + R_2 I_2 = 1.4 + 2.10 = 24\text{V}$$

Mạch vòng b:

$$E_2 = R_3 I_3 + R_2 I_2 = 5.6 + 2.10 = 50\text{V}$$

## 1.2.2 Các đại lượng đặc trưng

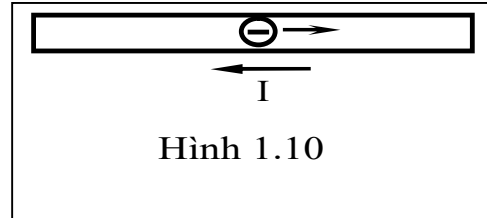
### a. Dòng điện

Dòng điện  $i$  về trị số bằng tốc độ biến thiên của lượng điện tích  $q$  qua tiết diện ngang của vật dẫn:

$$i = dq/ds$$

Đơn vị: Ampe (A)

Người ta quy ước chiều của dòng điện chạy trong vật dẫn ngược chiều với chiều chuyển động của điện tử (hình 1.10)



Hình 1.10

### b. Điện áp

Tại mỗi điểm trong một mạch điện có một điện thế  $\varphi$ . Hiệu điện thế giữa hai điểm gọi là điện áp  $U$ , đơn vị là Vôn (V)

Điện áp giữa hai điểm A và B hình 1.11 là:

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B \quad (1-8)$$

Chiều điện áp quy ước là chiều từ điểm có điện thế cao đến điểm có điện thế thấp.

Điện áp giữa hai cực của nguồn điện khi hở mạch ngoài (dòng điện  $I = 0$ ) được gọi là sức điện động  $E$ .

### c. Công suất

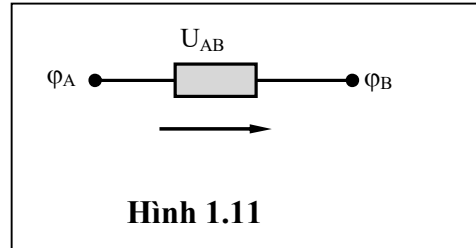
Công suất của nguồn sức điện động là:

$$P = E.I \quad (1-9)$$

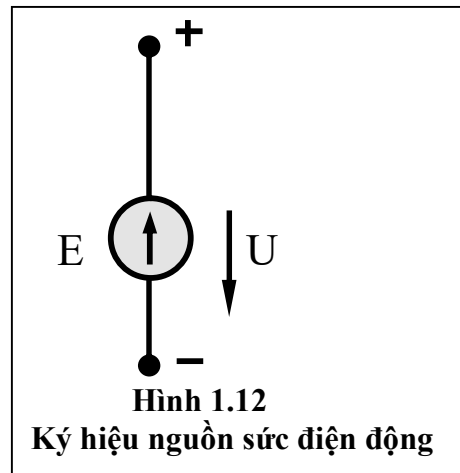
Công suất của mạch ngoài là:

$$P = U.I \quad (1-10)$$

Đơn vị của công suất là oát (W).



Hình 1.11



Hình 1.12  
Ký hiệu nguồn sức điện động

*d. Sức điện động E*

Sức điện động E là phân tử lý tưởng, có trị số bằng điện áp U đo được giữa hai cực của nguồn khi hở mạch ngoài.

Chiều của sức điện động quy ước từ điện thế thấp đến điện thế cao (cực âm tới cực dương) (Hình 1.12).

Chiều của điện áp quy ước từ điện thế cao đến điện thế thấp, do đó nếu chiều vẽ như hình 1.12 thì:

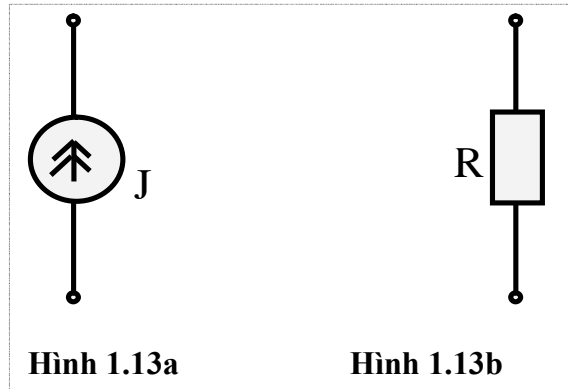
$$U = E \quad (1-11)$$

*e. Nguồn dòng điện J*

Nguồn dòng điện J là phân tử lý tưởng có trị số bằng dòng điện ngắn mạch giữa 2 cực của nguồn (Hình 1.13a).

*f. Điện trở R*

Điện trở R đặc trưng cho một vật dẫn về mặt cản trở dòng điện chạy qua. Về hiện tượng năng lượng, điện trở R đặc trưng cho tiêu tán, biến đổi điện năng tiêu thụ thành các dạng năng lượng khác như nhiệt năng, quang năng, ... (Hình 1.13b).



Hình 1.13a

Hình 1.13b

*g. Điện cảm L*

Cho qua cuộn dây L (hình 1.14) một dòng điện i, thì sẽ sinh ra từ thông móc vòng với cuộn dây là:

$$\psi = N \cdot \Phi$$

Điện cảm L của cuộn dây được định nghĩa là:

$$L = \frac{\Psi}{i} = \frac{N\Phi}{i} \quad (1-12)$$

Đơn vị của điện cảm là H (Henry)

Nếu dòng điện i biến thiên theo thời

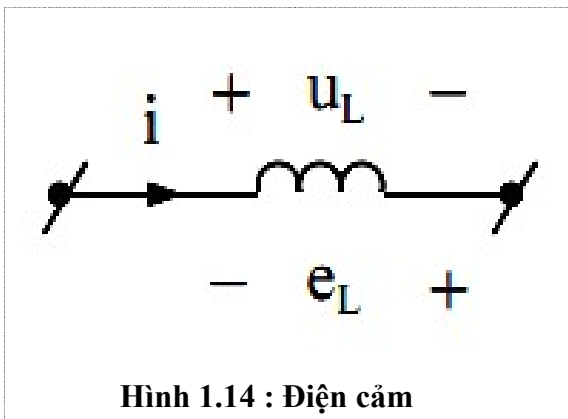
gian t và cuộn dây cảm ứng suất điện động tự cảm  $e_L$  khi  $L = \text{const}$

$$e_L = -\frac{d\Psi}{dt} = -L \frac{di}{dt} \quad (1-13)$$

Điện áp rơi trên điện cảm:

$$u_L = -e_L = L \frac{di}{dt} \quad (1-14)$$

Công suất cuộn dây nhận:



Hình 1.14 : Điện cảm



$$p_L = u_L i = L i \frac{di}{dt}$$

Năng lượng từ trường tích lũy trong cuộn dây:

$$W_{tt} = \int_0^t p_L dt = \int_0^{i(t)} L i di \quad (1-15)$$

vậy:

$$W_{tt} = \frac{1}{2} L i^2. \quad (1-16)$$

**h. Hồ cảm M:**

Hiện tượng hồ cảm là hiện tượng suất hiện từ trường trong một cuộn dây do dòng điện biến thiên trong cuộn dây khác tạo nên (hình 1.15) là hai cuộn dây có liên hệ hồ cảm nhau.

Từ thông móc vòng qua cuộn dây 1 gồm hai thành phần

$$\Psi_1 = \Psi_{11} + \Psi_{12} \quad (1-17) \text{ trong đó:}$$

$\Psi_{11}$ : từ thông móc vòng với cuộn dây 1 do chính dòng điện  $i_1$  tạo nên.

$\Psi_{12}$ : từ thông móc vòng với cuộn dây 1 do chính dòng điện  $i_2$  tạo nên

Tương tự từ thông móc vòng với cuộn dây 2:

$$\Psi_2 = \Psi_{22} + \Psi_{21} \quad (1-18)$$

$\Psi_{22}$ : từ thông móc vòng với cuộn dây 2 do chính dòng điện  $i_2$  tạo nên,

$\Psi_{21}$ : từ thông móc vòng với cuộn dây 2 do chính dòng điện  $i_1$  tạo nên.

Trường hợp trong môi trường là tuyến tính ta có:

$$\Psi_{11} = L_1 i_1; \quad \Psi_{12} = \pm M_{12} i_2 \quad (1-19)$$

$$\Psi_{22} = L_2 i_2; \quad \Psi_{21} = \pm M_{21} i_1 \quad (1-20)$$

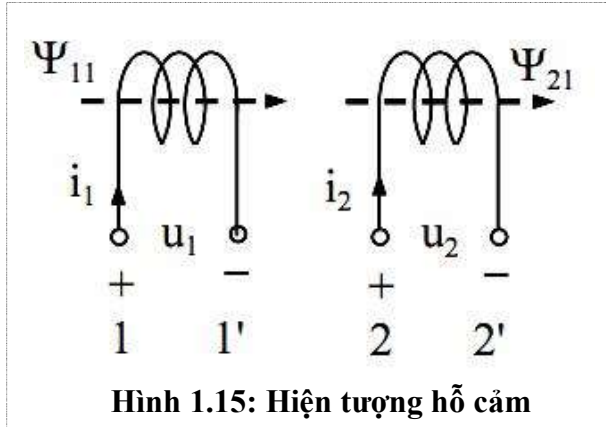
Với  $L_1, L_2$  tương ứng là hệ số cảm của cuộn dây 1 và 2

$M_{12} = M_{21} = M$  là hệ số hồ cảm của hai cuộn dây

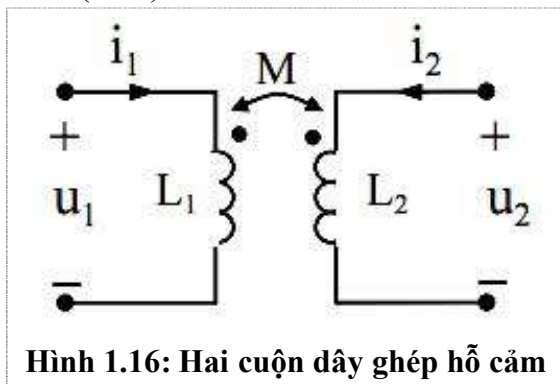
Thay 1-19 và 1-20 vào 1-17 và 1-18 ta được:

$$\Psi_1 = L_1 i_1 \pm M i_2 \quad (1-21)$$

$$\Psi_2 = L_2 i_2 \pm M i_1 \quad (1-22)$$



**Hình 1.15: Hiện tượng hồ cảm**



**Hình 1.16: Hai cuộn dây ghép hồ cảm**

Việc chọn dấu (+) hoặc dấu (-) trước M trong biểu thức trên phụ thuộc vào chiều dây cuốn các cuộn dây cũng như chiều  $i_1$  và  $i_2$ . Nếu cực tính của các  $u_1$  và  $u_2$  và chiều dương của  $i_1$  và  $i_2$  được chọn như hình 1-15 thì theo định luật cảm ứng điện từ Faraday ta có:

$$u_1 = \frac{d\Psi_1}{dt} = \frac{d\Psi_{11}}{dt} + \frac{d\Psi_{12}}{dt} = L_1 \frac{di_1}{dt} \pm M \frac{di_2}{dt} \tag{1-23}$$

$$u_2 = \frac{d\Psi_2}{dt} = \frac{d\Psi_{22}}{dt} + \frac{d\Psi_{21}}{dt} = L_2 \frac{di_2}{dt} \pm M \frac{di_1}{dt} \tag{1-24}$$

Cũng như điện cảm L, đơn vị của hồ cảm M là Henry (H). Ta thường ký hiệu hồ cảm giữa hai cuộn dây bằng chữ M và mũi tên hai chiều như hình 1-16 và dùng cách đánh dấu hai cực cùng tính của cuộn dây bằng dấu chấm. Để xác định dấu của phương trình 1-23 và 1-24. Nếu hai dòng  $i_1$  và  $i_2$  cùng đi vào (hoặc cùng đi ra) các cực tính đánh dấu ấy thì từ thông hồ cảm  $\Psi_{12}$  và tự cảm  $\Psi_{11}$  cùng chiều. Cực cùng tính phụ thuộc vào chiều quấn dây và các vị trí các cuộn dây.

Từ định luật Lenz, với quy ước đánh dấu các cực cùng tính như trên, có thể suy ra qui tắc sau để xác định dấu (+) hoặc (-) trước biểu thức  $M \cdot di/dt$  của điện áp hồ cảm.

Nếu dòng điện  $i$  có chiều + đi vào đầu có dấu chấm trong một cuộn dây và điện áp có cực tính + ở đầu có dấu chấm trong cuộn dây kia thì điện áp hồ cảm là  $M \cdot di/dt$ , trường hợp ngược lại  $- M \cdot di/dt$ .

Ví dụ như hình 1-16 ta có:

$$u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$

$$u_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt}$$

Hình 1-17 ta có:

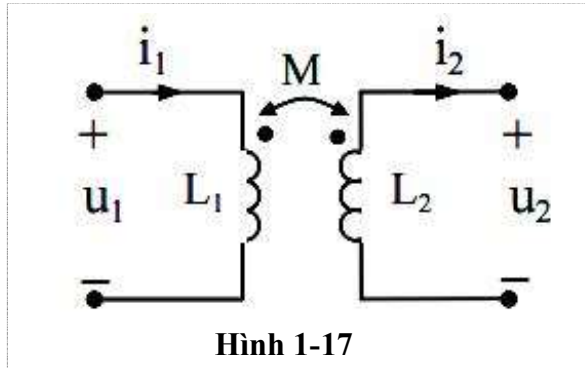
$$u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_2}{dt}$$

$$u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt}$$

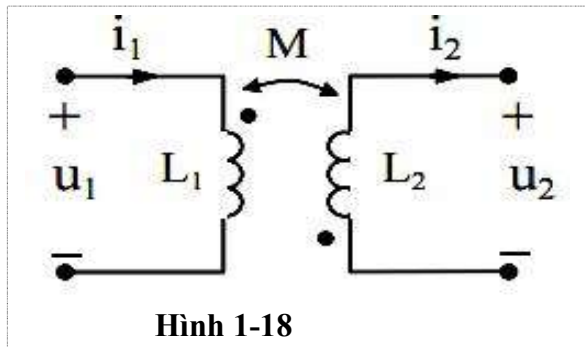
Hình 1-18 ta có:

$$u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$

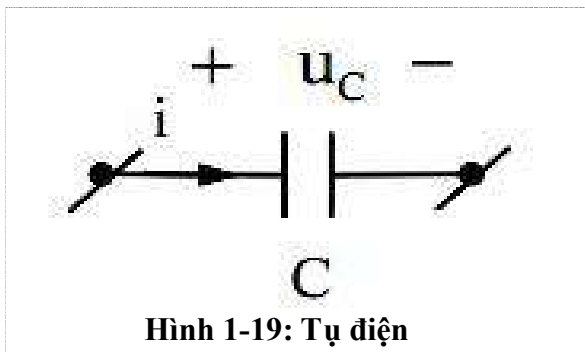
$$u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt}$$



Hình 1-17



Hình 1-18



Hình 1-19: Tự điện

*i. Điện dung:*

đặt một điện áp  $U_C$  lên tụ điện thì qua tụ sẽ có dòng dịch chuyển  $i$  và ở hai bản cực tụ điện tích lũy điện tích  $q$  (hình 1-19)

Điện dung  $C$  của tụ điện là:

$$C = \frac{q}{u_C} \quad (1-25)$$

Đơn vị của tụ điện là Fa ra (F)

Dòng điện  $i$  qua tụ là:

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt} \quad (1-26)$$

Từ 1-19 ta có điện áp rơi trên tụ điện có điện dung  $C$  là:

$$u_C = \frac{1}{C} \int_0^t i dt + u_C(0).$$

Ở thời điểm  $t = 0$  mà  $U_C(0) = 0$  ta có:

$$u_C = \frac{1}{C} \int_0^t i dt$$

Công suất trên tụ  $C$  là:

$$p_C = u_C i = C u_C \frac{du_C}{dt}$$

Năng lượng điện trường tích lũy trong tụ điện:

$$W_{dt} = \int_0^t p_C dt = \int_0^{u_C} C u_C du_C = \frac{1}{2} C u_C^2$$

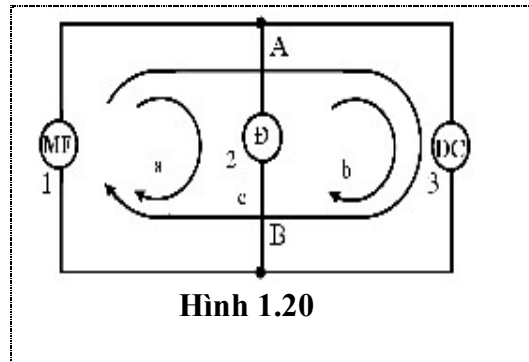
Vậy điện dung  $C$  đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng điện trường trong tụ điện.

### 1.3 NHẬN DẠNG VÀ TÍNH TOÁN LẮP ĐẶT MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 1.3.1 Mạch điện

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện (nguồn, tải, dây dẫn) nối với nhau trong đó dòng điện có thể chạy qua (hình 1.20). Mạch điện phức tạp có nhiều nhánh, nhiều mạch vòng và nhiều nút.

- Nhánh: Nhánh là bộ phận của mạch điện gồm có các phần tử nối tiếp nhau trong đó có cùng dòng điện chạy qua.
- Nút: Nút là chỗ gặp nhau của các nhánh (từ 3 nhánh trở lên).
- Mạch vòng: Mạch vòng là lối đi khép kín qua các nhánh.
- Máy phát (MF) cung cấp điện cho đèn



(Đ) và động cơ điện (ĐC) gồm có 3 nhánh (1, 2, 3), 2 nút (A, B) và 3 mạch vòng (a, b, c).

**1.3.2 Thiết lập mô hình mạch điện**

Nguồn điện:

Sơ đồ thay thế của nguồn điện gồm sức điện động E nối tiếp với điện trở trong  $R_n$  (hình 1.21).

Khi giải mạch điện có các phần tử tranzito, nhiều khi nguồn điện có sơ đồ thay thế là nguồn dòng điện  $J = E / R_n$  mắc song song với điện trở  $R_n$  (hình 1.22)

Sơ đồ thay thế:

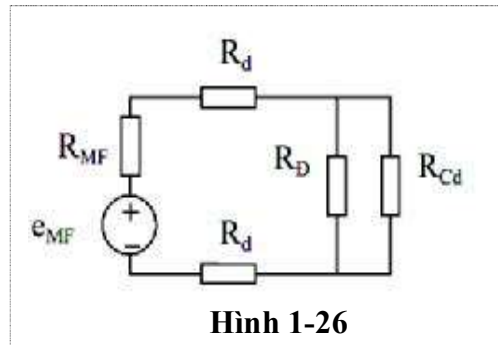
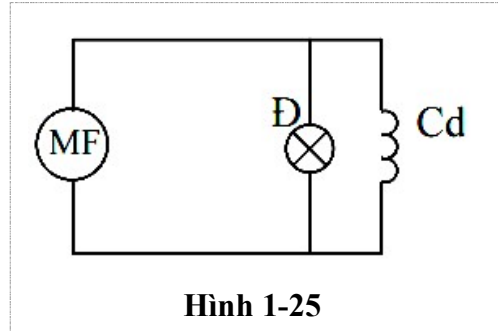
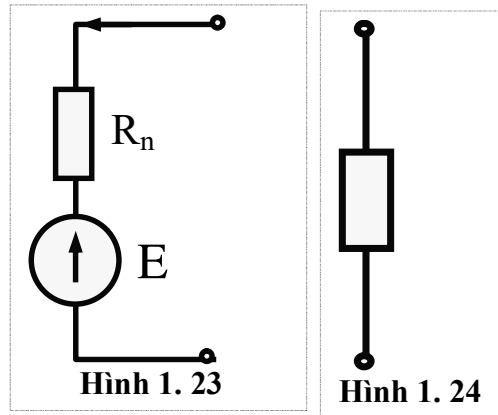
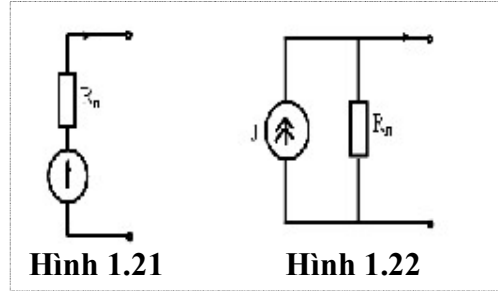
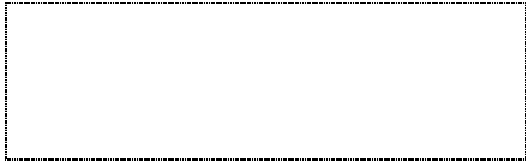
Mô hình mạch điện là sơ đồ thay thế mạch điện mà trong đó quá trình năng lượng và kết cấu hình học giống như mạch điện thực, song các phần tử của mạch điện được thay thế bằng các thông số lý tưởng e, J, R, L, M, C.

Các tải như động cơ điện một chiều, ắc qui ở chế độ nạp điện được thay thế bằng sơ đồ gồm sức điện động E nối tiếp với điện trở trong  $R_n$  (hình 1.23), trong đó chiều E ngược chiều với I. Các tải như bàn là, bếp điện, bóng đèn, ... được thay thế bằng điện trở R của chúng (hình 1.24).

Ví dụ:

Thành lập sơ đồ thay thế mạch điện có mạch điện thực như hình 1-25. Để thành lập mô hình mạch điện đầu tiên ta liệt kê các hiện tượng xảy ra trong từng phần tử và thay thế chúng bằng các thông số lý tưởng rồi sau nối với nhau tùy theo kết cấu hình học của mạch.

Hình 1-26 là sơ đồ thay thế của mạch hình 1-25 trong đó: nếu máy phát điện (MF) là máy phát điện được thay thế



bằng  $e_{MF}$  nối tiếp với  $R_{MF}$ , đường dây được thay thế bằng  $R_d$ , bóng đèn Đ được thay thế bằng  $R_D$ , cuộn dây  $C_d$  được thay thế bằng  $R_{Cd}$ .

## 2. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Mục tiêu

- Trình bày được nguyên lý sản sinh ra sức điện động xoay chiều và các đại lượng cơ bản đặc trưng cho dòng điện xoay chiều

- Trình bày được ý nghĩa của hệ số công suất và các biện pháp nâng cao hệ số công suất

### 2.1. Khái niệm và nguyên lý sản sinh ra dòng điện xoay chiều

#### 2.1.1 Khái niệm

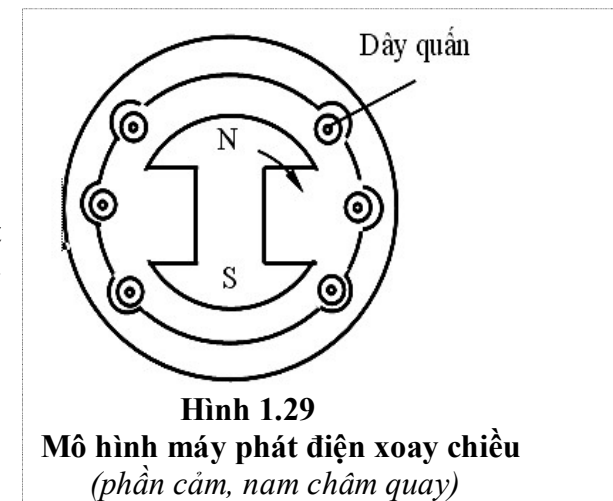
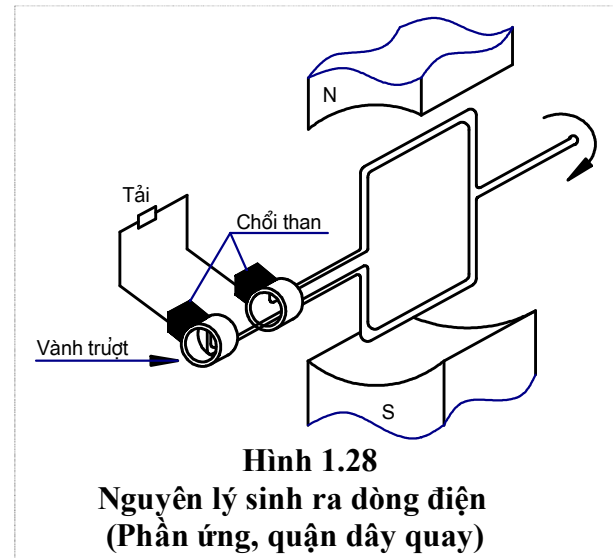
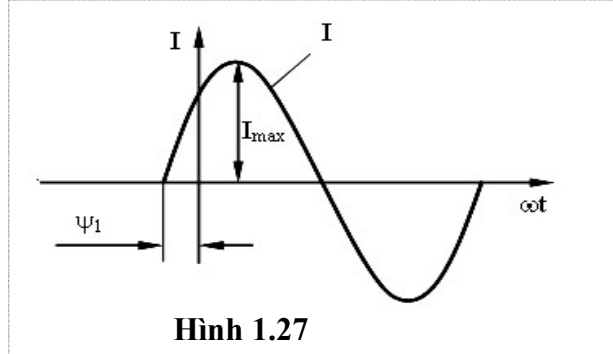
Dòng điện xoay chiều hình sin được sử dụng phổ biến trong sản xuất và đời sống xã hội, ...

#### 2.1.2 Nguyên lý sản sinh ra dòng điện xoay chiều

Nguyên lý như ở hình 1.27 người ta tác dụng lực cơ học vào trục làm cho khung dây quay, cắt đường sức từ trường của nam châm NS, trong khung dây sẽ cảm ứng sức điện động xoay chiều hình sin.

Dòng điện cung cấp cho tải thông qua vòng trượt và chổi than (hình 1.28). Khi công suất điện lớn, cách lấy điện như vậy gặp nhiều khó khăn ở chỗ tiếp xúc giữa vành trượt và chổi than. Trong công nghiệp, máy phát điện xoay chiều được chế tạo như sau: Dây quấn đứng yên trong các rãnh của lõi thép là phần tĩnh và nam châm NS là phần quay.

Khi tác dụng lực cơ học vào trục làm nam châm NS quay,



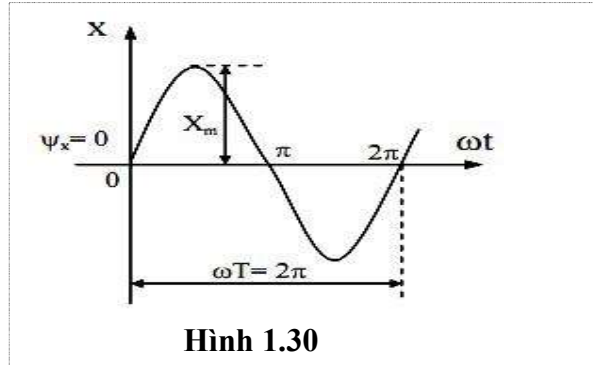
trong dây quấn ở phần tĩnh sẽ cảm ứng ra sức điện động xoay chiều hình sin. Dây quấn đứng yên nên việc lấy điện cung cấp cho tải rất an toàn và thuận lợi. Mô hình của máy phát điện xoay chiều được vẽ trên (hình 1.29)

**2.2 Các đại lượng đặc trưng của dòng điện xoay chiều**

Dòng điện xoay chiều hình sin là dòng điện có chiều và trị số biến đổi một cách tuần hoàn liên tục theo quy luật hình sin với thời gian, được biểu diễn dưới dạng tổng quát bằng đồ thị hình sin trên (hình 1.30)

$$i = I_{MAX} \sin(\omega t + \psi_i) \quad (2-1)$$

**2.2.1 Biên độ của đại lượng hình sin  $X_m$ :** Giá trị cực đại của đại lượng hình sin, nó nói lên đại lượng hình sin đó lớn hay bé. Để phân biệt trị số tức thời, được ký hiệu bằng chữ in thường  $x(i,u,...)$ . Biên độ được ký hiệu bằng chữ in hoa  $X_m(I_m, U_m, ...)$



Hình 1.30

**2.2.2 Góc pha  $(\omega t + \psi x)$**

Là xác định chiều và trị số của đại lượng hình sin ở thời điểm t nào đó

**2.2.3 Pha ban đầu**

Pha ban đầu  $\psi_x$  : Xác định chiều và trị số của đại lượng hình sin ở thời điểm  $t = 0$ . (Hình 1.30) vẽ đại lượng hình sin với pha ban đầu bằng 0.

**2.2.4 Chu kỳ T, tần số f, tần số góc  $\omega$**

- Chu kỳ T là khoảng thời gian ngắn nhất để dòng điện lặp lại trị số và chiều biến thiên. Từ hình 2.4 ta có  $\omega T = 2\pi$ . Vậy chu kỳ T là:  $T = 2\pi/\omega$  (2-2)

- Tần số f là số chu kỳ của dòng điện trong một giây:  $f = 1/T$  (2-3)

Đơn vị của tần số f là héc, ký hiệu là Hz. Tần số góc  $\omega$  là tốc độ

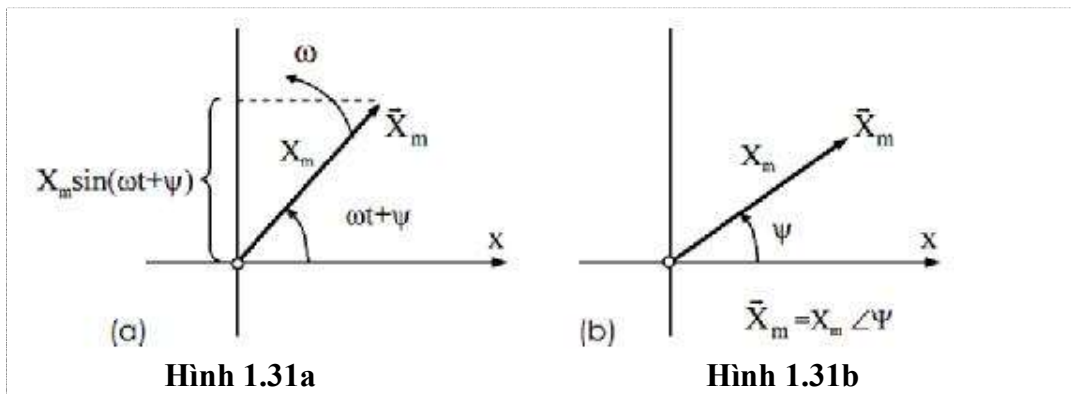
- Tần số góc  $\omega$  (rad/s): Là tốc độ biến thiên của góc pha trong một giây.

$$\omega = 2\pi f \text{ (rad/s)} \quad (2-4)$$

Lưới điện công nghiệp của nước ta có tần số là  $f = 50 \text{ Hz}$ .

Vậy chu kỳ  $T = 0,02\text{s}$  và tần số góc  $\omega = 2\pi f = 2\pi.50 = 100\pi \text{ (rad/s)}$ .

**2.3 Biểu diễn các đại lượng xoay chiều bằng đồ thị vectơ**



Hình 1.31a

Hình 1.31b

Đại lượng hình sin tổng quát  $X_{(t)} = X_m \sin(\omega t + \psi)$ . Gồm 3 thông số biên độ  $X_m$ , tần số góc  $\omega$  và pha ban đầu  $\psi$ . Các thông số được trình bày trên (hình 1.31a) bằng véc tơ quay  $\overline{X_m}$  có độ lớn  $X_m$ , hình thành góc pha  $(\omega t + \psi)$  với trục hoành, hình chiếu véc tơ trên trục tung cho ta trị số tức thời của đại lượng hình sin.

Véc tơ ở trên có thể biểu diễn bằng véc tơ đứng yên (tức là thời điểm  $t = 0$ ) như (hình 1.31b)

Véc tơ này chỉ có hai thông số biên độ và pha ban đầu và được ký hiệu:

$$\overline{X_m} = X_m \angle \psi \quad (2-5)$$

Ký hiệu  $\overline{X_m}$  chỉ rõ véc tơ tương ứng với đại lượng hình sin:

$X_{(t)} = X_m \sin(\omega t + \psi)$  và ký hiệu  $X_m \angle \psi$  có nghĩa là véc tơ  $\overline{X_m}$  có biên độ  $X_m$  và pha ban đầu  $\psi$ . Vậy nếu  $\omega$  cho trước thì đại lượng hình sin hoàn toàn xác định khi ta biết biên độ (hay trị số hiệu dụng  $X$ ) và pha ban đầu. Như vậy đại lượng hình sin cũng có thể biểu diễn bằng đại lượng véc tơ có độ lớn bằng trị số hiệu dụng  $X$  và pha ban đầu  $\psi$ , như  $\overline{X} = X \angle \psi$ .

## 2.4 Ý nghĩa hệ số công suất và cách nâng cao hệ số công suất

### 2.4.1 Công suất của dòng điện hình sin

Trong mạch điện xoay chiều R, L, C nối tiếp có 2 quá trình năng lượng sau:

Quá trình tiêu thụ điện năng và biến đổi sang dạng năng lượng khác (tiêu tán, không còn trong mạch điện). Thông số đặc trưng cho quá trình này là điện trở R.

Quá trình trao đổi, tích lũy năng lượng điện từ trường trong mạch. Thông số đặc trưng cho quá trình này là điện cảm L và điện dung C.

Tương ứng với 2 quá trình ấy, người ta đưa ra khái niệm công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q.

#### a. Công suất tác dụng P

Công suất tác dụng P là công suất điện trở R tiêu thụ, đặc trưng cho quá trình biến đổi điện năng sang dạng năng lượng khác như nhiệt năng, quang năng, ...

$$P = RI^2 \quad (2-6)$$

Từ đồ thị vectơ ta có:

$$UR = RI = U \cos \varphi.$$

Thay vào (2-6) ta được:

$$P = RI^2 = URI = UI \cos \varphi \quad (2-7)$$

Công suất tác dụng là công suất trung bình trong một chu kỳ.

#### b. Công suất phản kháng Q

Đặc trưng cho cường độ quá trình trao đổi tích lũy năng lượng điện từ trường, người ta đưa ra khái niệm công suất phản kháng Q.

$$Q = X.I^2 = (XL - XC)I^2 \quad (2-8)$$

Từ đồ thị vector ta có:  $UX = X.I = U.\sin\varphi$

Thay vào (2-8) ta được:  $Q = X.I^2 = UX.I = U.I.\sin\varphi$  (2-9)

Nhìn (2-8) thấy rõ công suất phản kháng gồm:

Công suất phản kháng của điện cảm QL:  $QL = XLI^2$  (2-10)

Công suất phản kháng của điện dung QC:  $QC = XCI^2$  (2-11)

### c. Công suất biểu kiến S

Để đặc trưng cho khả năng của thiết bị và nguồn thực hiện 2 quá trình năng lượng xét ở trên, người ta đưa ra khái niệm công suất biểu kiến S được định nghĩa như sau:

$$S = U.I = \sqrt{Q^2 + P^2} \quad (2-12)$$

Biểu thức của P, Q có thể viết như sau:

$$P = U.I.\cos\varphi = S.\cos\varphi \quad (2-13)$$

$$Q = U.I.\sin\varphi = S.\sin\varphi \quad (2-14)$$

Từ 2 công thức này thấy rõ, cực đại của công suất tác dụng P (khi  $\cos\varphi = 1$ ), cực đại của công suất phản kháng Q (khi  $\sin\varphi = 1$ )

là công suất biểu kiến S. Vậy S nói lên khả năng của thiết bị. Trên nhãn của máy phát điện, máy biến áp người ta ghi công suất biểu kiến S định mức.

Quan hệ giữa P, Q, S được mô tả bằng một tam giác vuông (hình 1.32) trong đó S là cạnh huyền, còn P và Q là 2 cạnh góc vuông.

$$P = S\cos\varphi$$

$$Q = S\sin\varphi$$

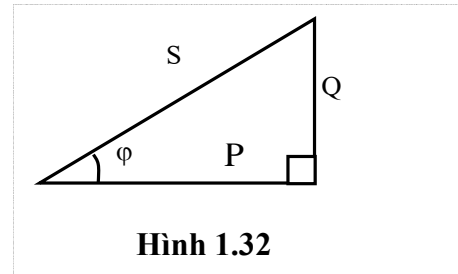
$$S = \sqrt{Q^2 + P^2}$$

P, Q, S có cùng thứ nguyên, song để phân biệt ta cho các đơn vị khác nhau:

Đơn vị của P: W, kW, MW

Đơn vị của Q: VAr, kVAr, MVAr

Đơn vị của S: VA, kVA, MVA



Hình 1.32

### 2.4.2 Nâng cao hệ số công suất

Trong biểu thức công suất tác dụng  $P = UI\cos\varphi$ ,  $\cos\varphi$  được coi là hệ số công suất.

Hệ số công suất phụ thuộc vào thông số của mạch điện. Trong nhánh R, L, C nối tiếp:

$$\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} \quad \text{hoặc} \quad \cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Hệ số công suất là chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng, có ý nghĩa rất lớn về mặt kinh tế như sau:

- Nâng cao hệ số công suất sẽ tận dụng tốt công suất nguồn (máy phát



điện, máy biến áp, ...) cung cấp cho tải. Ví dụ: một máy phát điện có công suất định mức  $S_{đm} = 10000$  kVA, nếu hệ số công suất của tải  $\cos\varphi = 0,5$  công suất tác dụng của máy phát cho tải  $P = S_{đm} \cos\varphi = 10000 \cdot 0,5 = 5000$  kW. Nếu  $\cos\varphi = 0,9$  thì  $P = 10000 \cdot 0,9 = 9000$  kW. Rõ ràng là khi  $\cos\varphi$  cao máy phát ra nhiều công suất hơn.

- Khi cần truyền tải một công suất  $P$  nhất định trên đường dây, thì dòng điện chạy trên đường dây là: 
$$I = \frac{P}{U \cos\varphi}$$

Nếu  $\cos\varphi$  cao thì dòng điện  $I$  sẽ giảm, dẫn đến giảm tổn hao điện năng, giảm điện áp rơi trên đường dây và có thể chọn dây dẫn tiết diện nhỏ hơn.

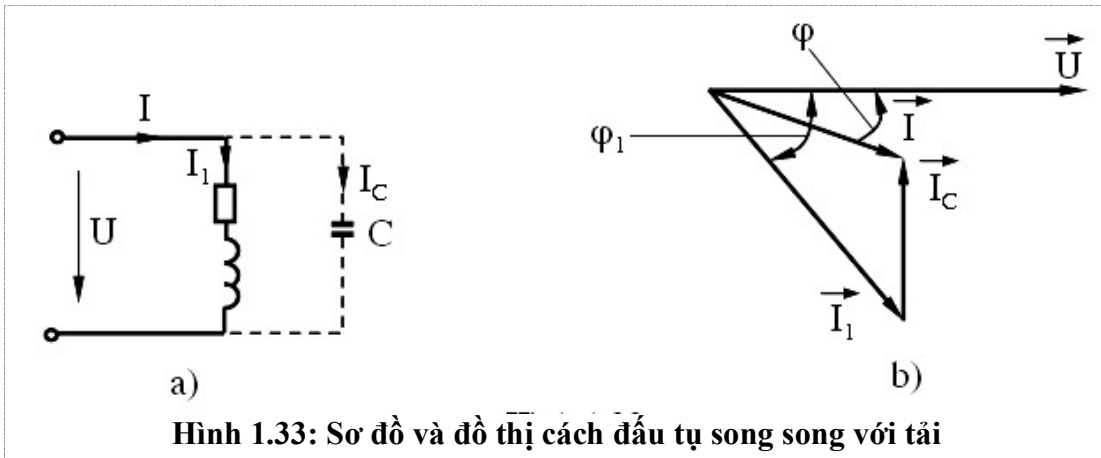
Các tải trong nghiệp và sinh hoạt thường có tính điện cảm (cuộn dây động cơ điện, máy biến áp, chấn lưu, ...) nên  $\cos\varphi$  thấp. Để nâng cao  $\cos\varphi$  ta thường dùng tụ điện nối song song với tải (hình 1.33a).

Khi chưa bù (chưa có nhánh tụ điện) dòng điện sẽ chạy trên đường dây bằng  $I$ , hệ số công suất của mạch (của tải) là  $\cos\varphi_1$ .

Khi có bù (có nhánh tụ điện) dòng điện chạy trên dây là:  $\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_C$

Và hệ số công suất của mạch là  $\cos\varphi$ .

Từ đồ thị (hình 1.33b) ta thấy:  $I < I_1$ ;  $\varphi < \varphi_1$  và  $\cos\varphi > \cos\varphi_1$



**Hình 1.33: Sơ đồ và đồ thị cách dẫn tụ song song với tải**

Như vậy hệ số  $\cos\varphi$  đã được nâng cao.

Điện dung  $C$  cần thiết để nâng hệ số công suất từ  $\cos\varphi_1$  lên  $\cos\varphi$  được tính như sau:

Vì công suất tác dụng của tải không đổi nên công suất phản kháng của mạch là:

Khi chưa bù :

$$Q_1 = P \cdot \text{tg}\varphi_1$$

Khi có bù bằng tụ điện (tụ điện cung cấp QC):

$$Q = Q_1 + QC = p \cdot \text{tg}\varphi_1 + QC = P \cdot \text{tg}\varphi$$

Từ đó rút ra công suất QC của tụ điện là:

$$QC = -P(\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi) \quad (2-15)$$

Mặt khác công suất QC của tụ điện được tính là:

$$QC = - UCIC = - U.U.\omega C = - U^2\omega C \quad (2-16)$$

So sánh (2-15) và (2-16) ta tính được điện dung C của bộ tụ điện là:

$$C = \frac{P}{\omega U^2}(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi) \quad (2-17)$$

### 3. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU BA PHA

Mục tiêu:

- Giải thích được sơ đồ cấu tạo và trình bày được nguyên lý sản sinh ra dòng điện 3 pha
- Trình bày được sơ đồ đấu nối hệ thống điện xoay chiều ba pha kiểu hình sao (Y) và hình tam giác ( $\Delta$ ) và các mối quan hệ giữa các đại lượng pha và dây

#### 3.1 Khái niệm

Mạch điện ba pha là mạch điện mà nguồn điện năng của nó gồm 3 suất điện động hình sin cùng tần số nhưng lệch nhau một góc  $\alpha$  nào đó. Trong thực tế thường dùng điện năng ba pha gồm ba suất điện động hình sin cùng tần số, cùng biên độ, và lệch nhau một góc  $120^\circ$ . Nguồn ba pha như vậy được gọi là nguồn ba pha đối xứng. Mỗi mạch một pha được gọi là pha của mạch ba pha. Mạch ba pha bao gồm nguồn điện ba pha, đường dây truyền tải và các phụ tải ba pha.

Ngày nay dòng điện xoay chiều 3 pha được sử dụng rộng rãi trong các ngành sản xuất vì:

- Động cơ điện ba pha có cấu tạo đơn giản và đặc tính tốt hơn động cơ điện một pha.
- Truyền tải điện năng bằng mạch điện ba pha tiết kiệm được dây dẫn, giảm bớt tổn thất điện năng và tổn thất điện áp so với truyền tải điện năng bằng dòng điện một pha.

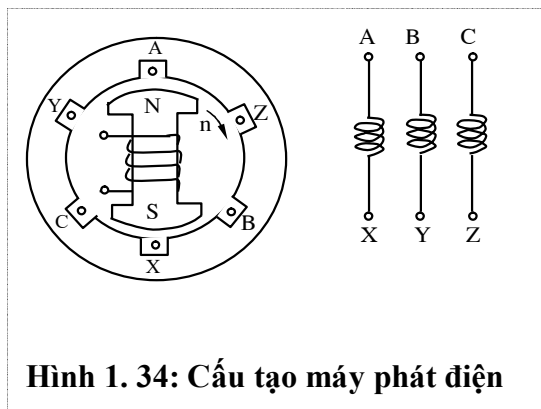
#### 3.2 Nguyên lý sản sinh ra dòng điện xoay chiều ba pha

##### 3.2.1 Sơ đồ cấu tạo

Để tạo ra dòng điện ba pha, người ta dùng các máy phát điện xoay chiều ba pha. Loại máy phát điện trong các nhà máy điện hiện nay là máy phát điện đồng bộ (hình 1.34) gồm:

- Ba dây cuộn ba pha đặt trong các rãnh của lõi thép stator (phần tĩnh). Các dây cuộn này thường ký hiệu là AX (dây cuộn pha A), BY (dây cuộn pha B), CY (dây cuộn pha C). Các dây cuộn của các pha có cùng số vòng dây và lệch nhau một góc  $120^\circ$  trong không gian.
- Phần quay (còn gọi là rotor) là nam châm điện N-S.

Khi quay rotor, từ trường sẽ lần lượt quét qua các dây cuộn pha A,



**Hình 1. 34: Cấu tạo máy phát điện**

pha B, pha C của stator và trong dây cuốn pha stator xuất hiện sức điện động cảm ứng, sức điện động này có dạng hình sin cùng biên độ, cùng tần số góc  $\omega$  và lệch pha nhau một góc  $2\pi/3$ .

### 3.2.2 Nguyên lý làm việc

Khi làm việc rô to quay với tốc độ  $\omega$ , từ trường rô to lần lượt quét qua dây quấn stator làm cho mỗi dây quấn stator cảm ứng một suất điện động xoay chiều hình sin, các suất điện động này hoàn toàn giống nhau và lệch nhau  $120^\circ$  ứng với  $1/3$  chu kỳ.

Nếu chọn pha đầu của sức điện động  $e_A$  của dây cuốn AX bằng không thì biểu thức sức điện động tức thời của các pha là:

Sức điện động pha A:

$$e_A = E\sqrt{2} \sin\omega t \quad (3-1)$$

Sức điện động pha B:

$$e_B = E\sqrt{2} \sin(\omega t - 120^\circ) \quad (3-2)$$

Sức điện động pha C:

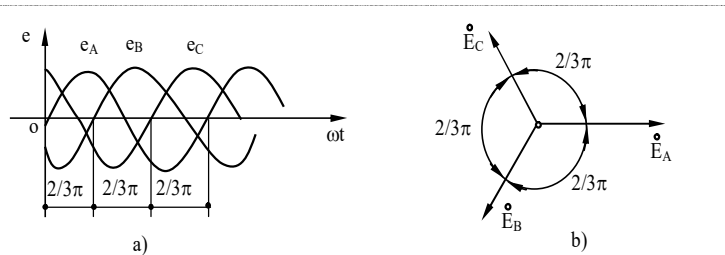
$$e_C = E\sqrt{2} \sin(\omega t - 240^\circ) \quad (3-3)$$

hoặc biểu diễn bằng số phức:

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= E.e^{j0} \\ \dot{E}_B &= E.e^{-j\frac{2\pi}{3}} \end{aligned}$$

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

(Hình 1.35a) vẽ đồ thị tức thời hình sin, (hình 1.35b) vẽ đồ véc tơ của suất điện động 3 pha  
Cách nối đầu dây

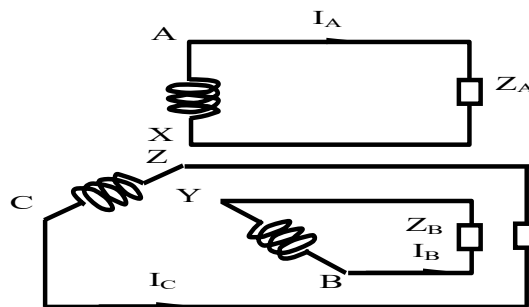


Hình 1.35

a: Đồ thị tức thời hình sin; b: Đồ thị véc tơ

Nếu mỗi pha của nguồn điện ba pha nối riêng rẽ với mỗi pha của tải thì ta có hệ thống ba pha không liên hệ nhau (hình 1.36).

Mỗi mạch điện như vậy gọi là một pha của mạch điện ba pha. Mạch điện ba pha



Hình 1.36

Cách nối dây mỗi pha nguồn, tải riêng rẽ

không liên hệ nhau cần 6 dây dẫn, không tiết kiệm nên thực tế không dùng. Thường ba pha của nguồn điện nối với nhau và có đường dây ba pha nối nguồn với tải, dẫn điện năng từ nguồn tới tải. Thông thường dùng 2 cách nối: Nối hình sao ký hiệu là Y và nối hình tam giác ký hiệu là  $\Delta$  (xem các hình 3.4, 3.5 ở tiết tiếp theo).

Sức điện động, điện áp, dòng điện mỗi pha của nguồn điện (hoặc tải) gọi là sức điện động pha ký hiệu là  $E_p$ , điện áp pha ký hiệu là  $U_p$ , dòng điện pha ký hiệu là  $I_p$ .

Dòng điện chạy trên đường dây pha từ nguồn điện đến tải gọi là dòng điện dây ký hiệu là  $I_d$ , điện áp giữa các đường dây gọi là điện áp dây ký hiệu là  $U_d$ .

Các quan hệ giữa đại lượng pha và đại lượng dây phụ thuộc vào cách nối hình sao hay tam giác sẽ được xét kỹ ở các tiết tiếp theo.

Mạch điện ba pha đối xứng:

Nguồn điện gồm a sức điện động hình sin cùng biên độ, cùng tần số nhưng lệch pha nhau về pha  $2\pi/3$ , gọi là nguồn ba pha đối xứng. Đối với nguồn đối xứng, ta có:

$$e_A + e_B + e_C \approx 0$$

$$E_A + E_B + E_C = 0$$

Tải ba pha có tổng trở phức của các pha bằng nhau  $Z_A = Z_B = Z_C = Z$  gọi là tải ba pha đối xứng.

Mạch điện ba pha gồm nguồn, tải và đường dây đối xứng nên gọi là mạch điện ba pha đối xứng (còn gọi là mạch ba pha cân bằng). Nếu không thoả mãn điều kiện đã nêu gọi là mạch ba pha không đối xứng.

Ở mạch ba pha đối xứng, các đại lượng điện áp, dòng điện của các pha sẽ đối xứng, có trị số hiệu dụng bằng nhau và lệch pha nhau  $120^\circ$ , tạo thành các hình sao đối xứng và tổng của chúng bằng không.

$$\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C \approx 0$$

$$\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C \approx 0$$

Từ hình 3.3 ta thấy: Nối 6 dây đến 3 phụ tải nên không kinh tế, vì vậy ta có cách nối hình sao (Y) và hình tam giác ( $\Delta$ )

#### 4. CÁCH ĐẦU DÂY MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU BA PHA

Mục tiêu

- Trình bày được cách đấu phụ tải 3 pha hình sao, hình tam giác
- Giải thích được đồ thị véc tơ đầu hình sao, tam giác.

##### 4.1 Cách đấu dây theo sơ đồ hình sao

###### 4.1.1 Sơ đồ đấu dây

Mỗi pha của nguồn (hoặc tải) có đầu và cuối. Thường quen ký hiệu

đầu pha là A, B, C, cuối pha là X, Y, Z. Muốn nối hình sao ta nối ba điểm cuối của pha với nhau tạo thành điểm trung tính (hình 1.37).

Đối với nguồn, ba điểm cuối X, Y, Z nối với nhau thành điểm trung tính (0) của nguồn.

Đối với tải, ba điểm cuối X', Y', Z' nối với nhau tạo thành trung tính (0') của tải.

Ba dây nối 3 điểm đầu A,A'; B,B'; C,C' của nguồn với 3 điểm đầu các pha của tải gọi là 3 dây pha.

Mạch điện có 3 dây pha và một dây trung tính gọi là mạch 3 pha 4 dây.

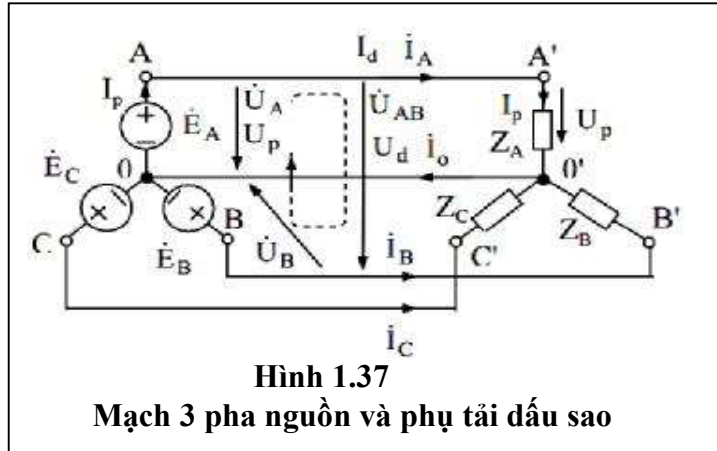
Qui ước:

- Dòng pha: Dòng điện chạy trong các pha của nguồn hoặc phụ tải, ký hiệu  $I_p$

- Dòng dây: Dòng điện chạy trong các dây pha, ký hiệu  $I_d$ .

- Điện áp pha: Điện áp của điểm đầu và điểm cuối của một pha nào đó (hoặc giữa một dây pha với dây trung tính), ký hiệu là:  $U_p$ .

- Điện áp dây: Điện áp giữa 2 đầu dây của các pha (hoặc giữa hai dây pha với nhau), ký hiệu là  $U_d$ .



**4.1.2 Các quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha đối xứng**

*a. Quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha*

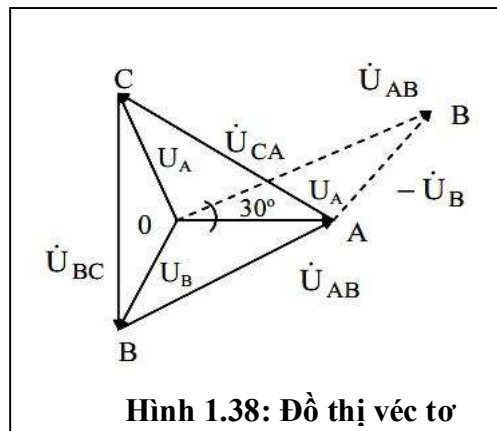
Dòng điện pha  $I_p$  là dòng điện chạy trong mỗi pha của nguồn (hoặc tải). Dòng điện dây  $I_d$  chạy trong các pha dây nối từ nguồn tới tải. Dây và các dòng điện này được ký hiệu trên hình 3.4.

Nhìn vào mạch điện ta thấy quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha như sau:

$$I_d = I_p \quad (3-4)$$

*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 điểm đầu của mỗi pha và điểm trung tính, hoặc giữa dây pha và dây trung tính).



Điện áp dây  $U_d$  là điện áp giữa 2 điểm đầu của 2 pha (hoặc điện áp giữa 2 dây pha), ví dụ điện áp dây  $U_{AB}$  (giữa pha A và pha B),  $U_{BC}$  (giữa pha B và pha C),  $U_{CA}$  (giữa pha C và pha A).

Theo định nghĩa điện áp dây ta có:

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B \quad (3-5a)$$

$$\dot{U}_{BC} = \dot{U}_B - \dot{U}_C \quad (3-5b)$$

$$\dot{U}_{CA} = \dot{U}_C - \dot{U}_A \quad (3-5c)$$

Để vẽ đồ thị vectơ điện áp dây, trước hết vẽ đồ thị vectơ điện áp pha  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$ , sau đó dựa vào công thức (3-5) vẽ đồ thị vectơ điện áp dây như (hình 1.38)

Xét tam giác OAB (hình 1.38) ta có:

$$OB = 2 OA \cos 30^\circ$$

$$OB = 2 OA \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} OA$$

Ta thấy độ dài:  $OB = U_d$

độ dài:  $OA = U_p$ , nên:

$$U_d = \sqrt{3} U_p \quad (3-6)$$

Trong đó:

OB là điện áp dây  $U_d$

OA là điện áp pha  $U_p$

Từ đồ thị vectơ, ta thấy: khi điện áp pha đối xứng thì điện áp dây đối xứng.

- Về trị số hiệu dụng:

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

- Về pha: Điện áp dây vượt trước điện áp pha tương ứng một góc  $30^\circ$  ( $U_{AB}$  vượt trước  $U_A$  một góc  $30^\circ$ ,  $U_{BC}$  vượt trước  $U_B$  một góc  $30^\circ$ ,  $U_{CA}$  vượt trước  $U_C$  một góc  $30^\circ$ ).

- Khi tải đối xứng  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  tạo thành hình sao đối xứng, dòng điện trong dây trung tính bằng không:  $\dot{I}_0 = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0$

T- rong trường hợp này có thể không cần dây trung tính, ta có mạch ba pha ba dây.

- Khi tải ba pha không đối xứng, ví dụ như tải sinh hoạt của khu tập thể, gia đình, ... dây trung tính có dòng điện  $I_0$  bằng:  $\dot{I}_0 = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$

Ví dụ 1: Một nguồn điện ba pha đối xứng nối hình sao, điện áp nguồn

$U_n = 220V$ . Nguồn cung cấp điện cho tải R ba pha đối xứng (hình 1.39a). Biết dòng điện dây  $I_d = 10A$ . Tính điện áp dây, điện áp pha của tải, dòng điện pha của dây và của nguồn. Vẽ đồ thị vectơ.

*Lời giải:*

Nguồn nối hình sao, áp dụng công thức (3-6) điện áp dây là:

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

Tải nối hình sao, biết  $U_d = 380 \text{ V}$ , theo công thức (3-6) điện áp pha của tải là:

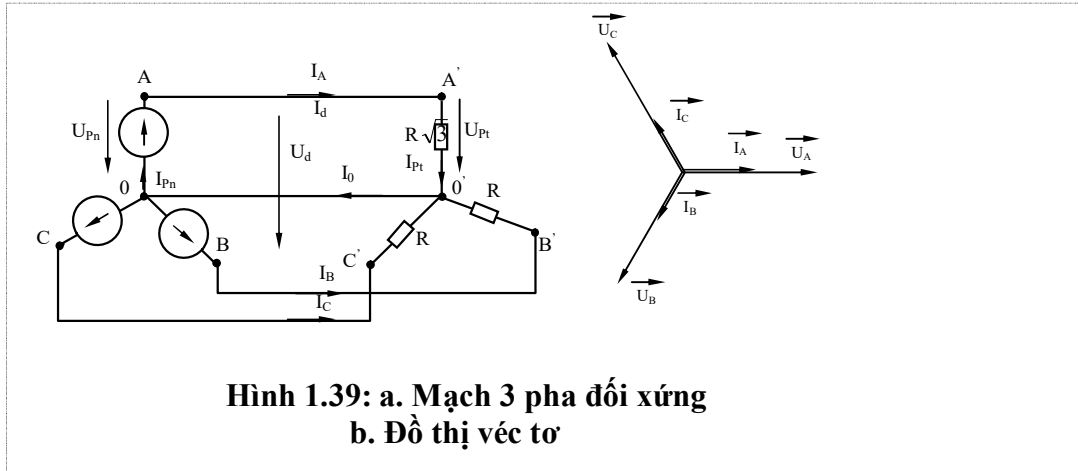
$$U_{Pt} = U_d / \sqrt{3} = 380 / \sqrt{3} = 220 \text{ V}$$

Nguồn nối sao, tải nối sao, áp dụng công thức (3-5):

$$\text{Dòng điện pha nguồn: } I_{Pn} = I_d = 10 \text{ A.}$$

$$\text{Dòng điện pha của tải: } I_{Pt} = I_d = 10 \text{ A.}$$

Vì tải thuần điện trở R nên điện áp pha của tải trùng pha với dòng điện pha



**Hình 1.39: a. Mạch 3 pha đối xứng  
b. Đồ thị véc tơ**

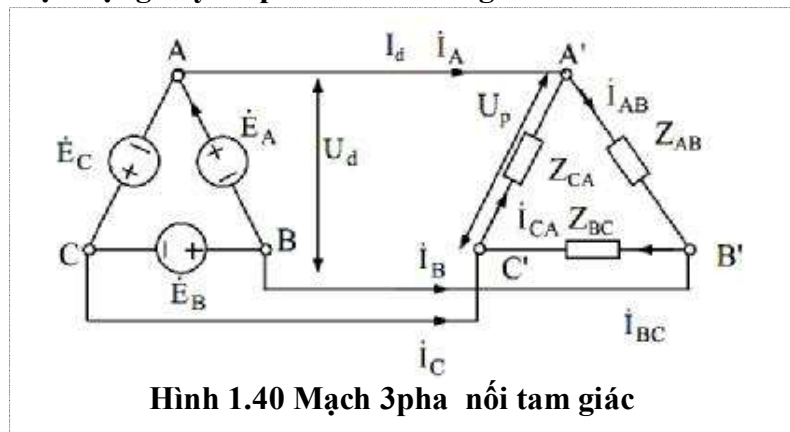
của tải  $I_{Pt}$

(hình 1.39b). 4.2 Cách đấu dây theo sơ đồ hình tam giác

**4.2.1 Sơ đồ đấu dây:** Muốn đấu hình tam giác ta lấy đầu pha này nối với cuối pha kia, ví dụ A nối với Z, B nối với X, C nối với Y (hình 3.7). Cách nối tam giác không có dây trung tính.

**4.2.2 Các quan hệ giữa đại lượng dây và pha khi đối xứng**

Khi giải mạch điện nối tam giác ta thường quen quy ước: Chiều dương dòng điện các pha  $I_p$  của nguồn ngược chiều quay kim đồng hồ, chiều dương dòng điện pha của tải cùng chiều quay kim đồng hồ (hình 1.40).



**Hình 1.40 Mạch 3pha nối tam giác**

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

Nhìn vào mạch điện nối tam giác ta thấy:

$$U_d = U_p \quad (3-7)$$

*b. Quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha*

Áp dụng định luật Kiécshôp 1 tại các nút, ta có:

$$\text{Tại nút A: } \dot{I}_A = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA} \quad (3-8a)$$

$$\text{Tại nút B: } \dot{I}_B = \dot{I}_{BC} - \dot{I}_{CA} \quad (3-8b)$$

$$\text{Tại nút C: } \dot{I}_C = \dot{I}_{CA} - \dot{I}_{BC} \quad (3-8c)$$

Dòng điện  $I_A, I_B, I_C$  chạy trên các dây pha từ nguồn đến tải là dòng điện dây  $I_d$ . Dòng điện  $I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}$  chạy trong các pha là dòng điện pha, lệch pha với điện áp  $\dot{U}_{AB}, \dot{U}_{BC}, \dot{U}_{CA}$  một góc  $\varphi$  (hình 3.8). Để vẽ dòng điện dây  $I_A, I_B, I_C$

ta dựa vào phương trình 3-7. Vectơ  $I_{AB}$  cộng với vectơ  $(-I_{AC})$  ta có vectơ  $I_A$ ; Quá trình tương tự ta vẽ  $I_B, I_C$ .

Đồ thị vectơ dòng điện pha  $I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}$  và dòng điện dây  $I_A, I_B, I_C$  vẽ trên (hình 1.41).

Xét tam giác OEF:

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

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

OF là dòng điện dây  $I_d$

OE là dòng điện pha  $I_p$

Từ đồ thị vectơ ta thấy:

Khi dòng điện pha đối xứng thì dòng điện dây đối xứng.

Về trị số hiệu dụng:  $I_d = \sqrt{3} I_p$

Về pha: Dòng điện dây chậm sau dòng điện pha tương ứng góc  $30^\circ$  ( $I_A$  chậm pha  $I_{AB}$  một góc  $30^\circ$ ,  $I_B$  chậm pha  $I_{BC}$  một góc  $30^\circ$ ,  $I_C$  chậm pha  $I_{CA}$  một góc  $30^\circ$ ).

Ví dụ: Một mạch điện ba pha, nguồn điện nối sao, tải nối hình tam giác. Biết điện áp pha của nguồn  $U_{Pn} = 2 \text{ kV}$ , dòng điện pha của nguồn  $I_{Pn} = 20 \text{ A}$ .

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

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

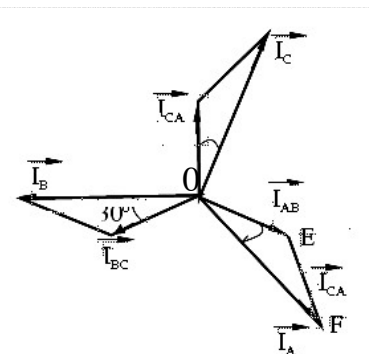
Lời giải:

a) Sơ đồ nối dây mạch điện vẽ ở (hình 1.42).

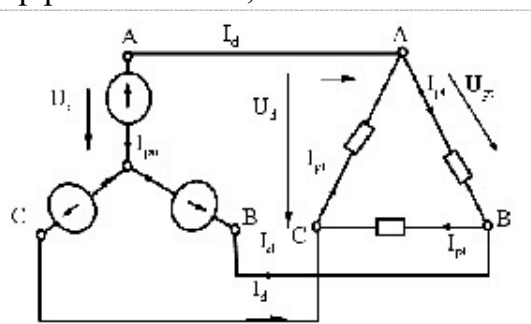
b) Vì nguồn nối hình sao nên dòng điện dây bằng dòng điện pha.

$$I_d = I_p = 20 \text{ A.}$$

Điện áp dây bằng  $\sqrt{3}$  lần điện áp pha nguồn:



**Hình 1.41: Đồ thị vectơ nối tam giác**



**Hình 1.42**



$$U_d = \sqrt{3} U_{Pn} = \sqrt{3} \cdot 2 = 3,464 \text{ kV}$$

Vì tải nối hình tam giác nên điện áp pha của tải  $U_{Pt}$  bằng điện áp dây:

$$U_{Pt} = U_d = 3,464 \text{ kV}$$

Dòng điện pha của tải nhỏ hơn dòng điện dây  $\sqrt{3}$  lần.

$$I_{Pt} = I_d / \sqrt{3} = 20 / \sqrt{3} = 11,547 \text{ A}$$

### **Câu hỏi ôn tập:**

1. Trình bày khái niệm và nguyên lý sản sinh ra dòng điện một chiều? Các định luật và đại lượng đặc trưng của dòng điện một chiều?
2. Trình bày nội dung các định luật và các đại lượng đặc trưng của dòng điện một chiều?
3. Trình bày khái niệm và nguyên lý sản sinh ra dòng điện xoay chiều? Các đại lượng đặc trưng của dòng điện xoay chiều? Biểu diễn các đại lượng xoay chiều bằng đồ thị vectơ?
4. Nêu ý nghĩa hệ số công suất và cách nâng cao hệ số công suất?
5. Nguyên lý sản sinh ra dòng điện chiều ba pha? Trình bày nguyên lý làm việc của dòng điện xoay chiều ba pha?
6. Cách đấu dây mạch điện xoay chiều ba pha theo sơ đồ hình sao và theo sơ đồ hình tam giác?

## CHƯƠNG 2: MÁY PHÁT ĐIỆN

Mã số của chương 2: MH 07 - 02

Trong bài này trình bày về máy phát điện 1 chiều và máy phát điện xoay chiều.

### Mục tiêu:

- Nêu được nhiệm vụ, yêu cầu, phân loại máy phát điện
- Mô tả được cấu tạo và trình bày nguyên lý làm việc của các loại máy phát điện
- Mô tả được sơ đồ lắp đặt máy phát trong hệ thống điện
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về máy phát điện.

### Nội dung:

#### 1. NHIỆM VỤ, YÊU CẦU VÀ PHÂN LOẠI MÁY PHÁT ĐIỆN

##### Mục tiêu

- Trình bày được nhiệm vụ và phân loại được được máy phát điện

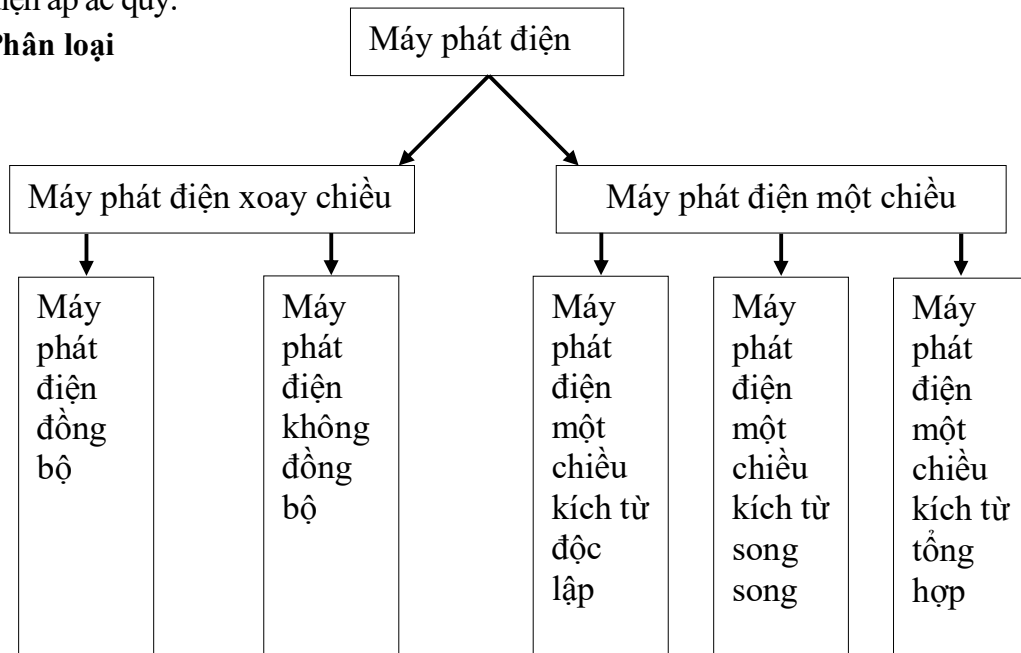
##### 1.1 Nhiệm vụ

Máy phát điện có nhiệm vụ cung cấp ra điện năng một chiều hoặc xoay chiều để cấp cho các phụ tải và nạp điện cho ắc quy khi máy phát quay ở các vòng quay khác nhau.

##### 1.2 Yêu cầu

- Số vòng quay máy phát thay đổi trong giới hạn lớn nhưng điện áp sinh ra phải ổn định; phụ tải thay đổi nhưng không làm cho máy phát quá tải là nhờ điều chỉnh tự động.
- Có kích thước trọng lượng nhỏ, giá thành hạ, dễ chăm sóc, sửa chữa, tuổi thọ cao.
- Tiêu thụ nhiên liệu nhỏ, công suất máy phát lớn, ổn định.
- Máy phát điện trang bị trên ô tô phải tự động nạp điện cho ắc quy khi điện áp máy phát lớn hơn điện áp ắc quy và tự động tách ra khỏi ắc quy khi điện áp máy phát nhỏ hơn điện áp ắc quy.

##### 1.3 Phân loại



## 2. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

### Mục tiêu

- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy phát điện một chiều.
- Trình bày được một số định mức của máy phát điện một chiều.

### 2.1 Cấu tạo

Cấu tạo gồm các phần chính sau:

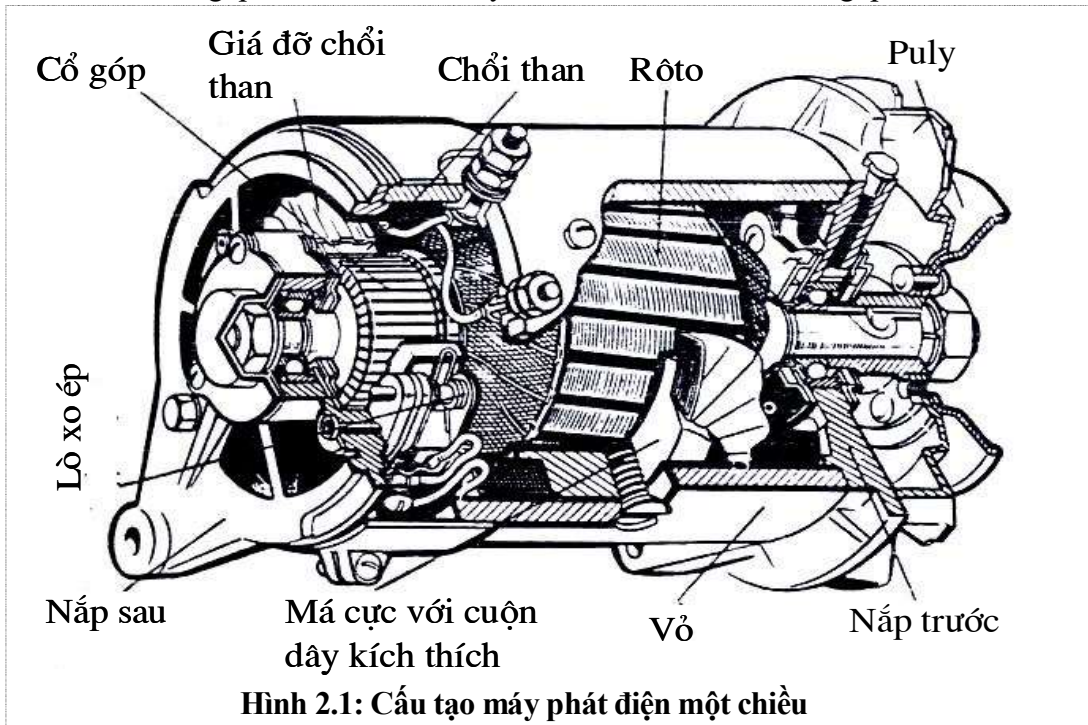
a. *Stator*: Gồm có vỏ máy làm bằng thép ít các bon, có lắp cực từ bằng vít hãm. Cực từ có từ dư. Trên cực từ có cuộn các cuộn dây kích thích. Phía sau có cửa sổ để lắp chổi than (hình 2.1). Trên thân có các cực:

- Đầu máy phát điện ký hiệu theo Việt Nam: FA; Nga: Я; Mỹ A hoặc GEN.
- Đầu cuộn kích thích: Ký hiệu Việt Nam: KT, Nga: Ш; Mỹ F.
- Đầu mát: Việt Nam: M, Nga: M, Mỹ GRD.
- Đầu nối với ắc quy: Việt Nam: A, Nga: Б, Mỹ BAT.

b. *Rotor*: Trên trục rotor có ghép các lá thép kỹ thuật điện dày  $0,5 \div 1,0\text{mm}$  để tránh dòng phụcô, có xẻ rãnh (hơi chéo để giảm tiếng ù) cuộn các cuộn dây ứng điện. Đầu các cuộn dây nối với cổ góp điện, và dẫn ra mạch ngoài là dòng điện một chiều nhờ chổi than. Chổi than chế tạo bằng hỗn hợp đồng - grafit để giảm điện trở suất và giảm hệ số ma sát - Có băng bảo vệ.

c. *Nhược điểm của máy phát điện một chiều*

- Có khối lượng lớn, chi phí kim loại màu nhiều, làm việc không bền vững, đặc biệt là chổi than và cổ góp điện, luôn luôn xảy ra tia lửa điện nhiệt độ cổ góp điện  $150 \div 180^{\circ}\text{C}$



Hình 2.1: Cấu tạo máy phát điện một chiều

- Điện áp máy phát ra sử dụng được cho các thiết bị ở số vòng quay trung bình trở lên mới sử dụng được.
- Hay hư hỏng, thường xuyên phải chăm sóc sửa chữa.
- Do còn có nhiều nhược điểm nên hiện nay ít sử dụng, chủ yếu sử dụng máy phát điện xoay chiều.

## 2.2 Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc tương tự như nguyên lý sản sinh ra dòng điện một chiều ở chương 1.

Khi máy phát làm việc, ta cấp dòng điện một chiều vào cuộn dây kích thích stator, tạo ra từ trường xuyên qua các khung dây của rotor. Khi puli kéo rotor quay các khung dây quay trong từ trường của stator và các khung dây sẽ cảm ứng ra suất điện động. Nhờ chổi than ở cổ góp đứng yên, nên các khung dây quay đến vị trí các chổi than dương và chổi than âm có cùng một chiều, nên điện áp và dòng điện lấy ra mạch ngoài là dòng điện một chiều.

## 2.3 Các chỉ số định mức của máy điện một chiều

Chế độ làm việc định mức của máy điện, là chế độ làm việc trong những điều kiện mà nhà chế tạo quy định. Chế độ đó được đặc trưng bằng những đại lượng ghi trên nhãn máy, gọi là những đại lượng định mức.

1. Công suất định mức:  $P_{dm}$ , (đơn vị KW hay W)

2. Điện áp định mức:  $U_{dm}$  (V)

3. Dòng điện định mức:  $I_{dm}$  (A)

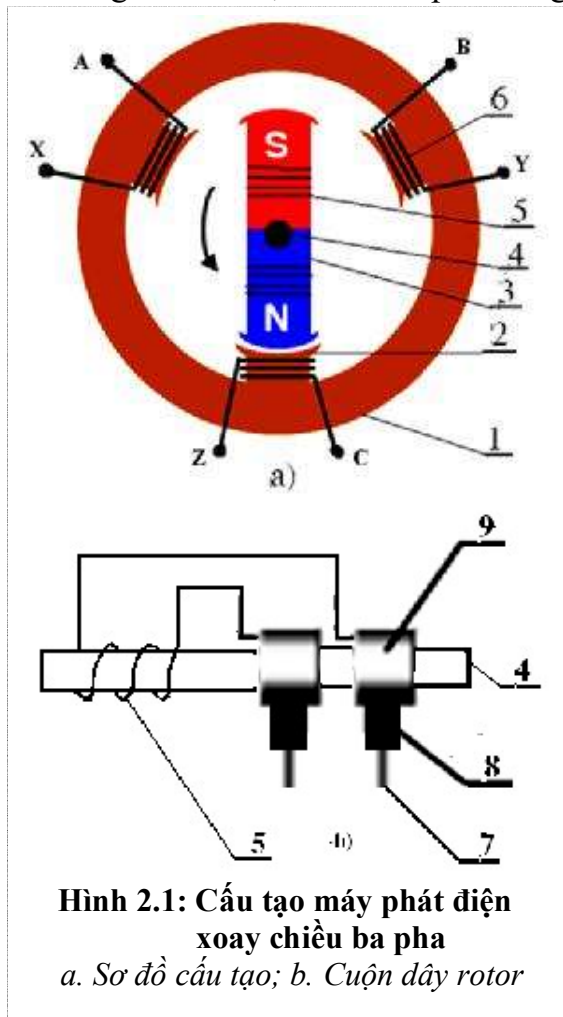
4. Tốc độ định mức:  $n_{dm}$  (vòng/ph)

Ngoài ra còn ghi kiểu máy, phương pháp kích thích, dòng kích thích, ...

Công suất định mức chỉ công suất đưa ra của máy điện. Đối với máy phát điện đó là công suất đưa ra ở đầu cực máy phát, còn đối với động cơ đó là công suất đưa ra trên đầu trục động cơ.

Nhược điểm của máy phát điện một chiều:

- Có khối lượng lớn, chi phí kim loại màu nhiều, làm việc không bền vững, đặc biệt là



**Hình 2.1: Cấu tạo máy phát điện xoay chiều ba pha**  
a. Sơ đồ cấu tạo; b. Cuộn dây rotor

chổi than và cổ góp điện, luôn luôn xảy ra tia lửa điện nhiệt độ cổ góp điện 150 -180<sup>0</sup>C

### 3. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU

Mục tiêu

- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy phát điện xoay chiều.

#### 3.1 Cấu tạo (hình 2.1a)

- 1 - Vỏ máy phát
- 2 - Má cực stator
- 3 - Cực từ rotor
- 4 - Trục rotor
- 5 - Quận dây rotor (phần cảm)
- 6 - Quận dây stator (phần ứng)
- 7 - Dây nối với ắc qui
- 8 - Chổi than
- 9 - Vòng trượt

Cấu tạo của máy phát điện xoay chiều, gồm có:

Stator ( phần tĩnh): gồm các lá thép kỹ thuật điện ghép vào nhau, tạo thành các má cực hoặc xẻ các rãnh để cuốn ba quận dây pha có cùng số vòng dây và lệch nhau một góc 120<sup>0</sup> trong không gian.

Roto: Là một nam châm điện (N-S) có cuộn dây kích thích 5 hai đầu dây nối với hai vòng trượt 9, được hai chổi than 8 luôn tỳ vào vòng trượt để cấp điện cho cuộn dây (hình 2.1b).

Khi ta cấp điện một chiều vào cuộn dây kích thích làm rô to biến thành nam châm điện có cực N-S. Khi rotor quay từ trường sẽ lần lượt quét qua các quận dây của stator. Nam châm điện mạnh hay yếu phụ thuộc vào dòng điện kích thích lớn hay nhỏ.

#### 3.2 Nguyên lý làm việc của máy phát điện xoay chiều

Khi rotor quay từ trường nam châm điện sẽ lần lượt quét qua các quận dây pha A-X, B-Y, C-Z của stator, làm trong dây cuốn của stator suất hiện sức điện động cảm ứng, sức điện động này có dạng hình sin cùng biên độ, cùng tần số góc  $\omega$  và lệch pha nhau một góc 120<sup>0</sup> ( $2\pi/3$ ).

Nếu chọn pha đầu có sức điện động là  $e_A$  của của dây cuốn A-X bằng không thì biểu thức sức điện động của các pha là:

Sức điện động pha A:

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

Sức điện động pha B:

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

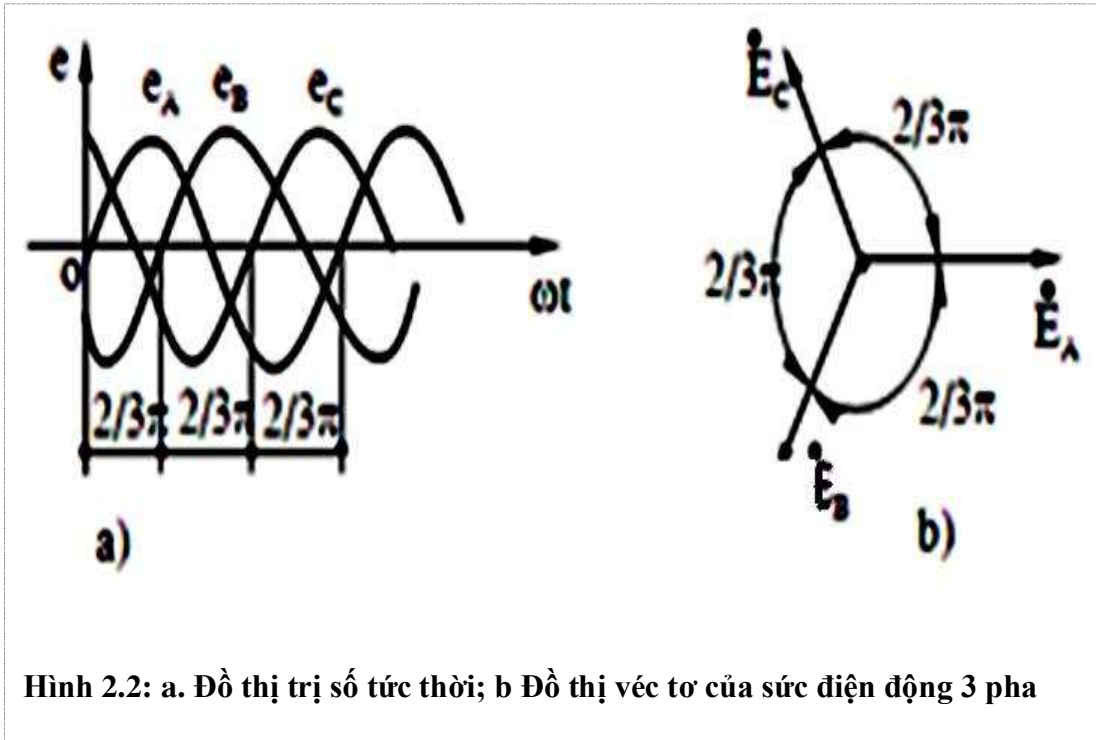
Sức điện động pha C:

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

Hoặc biểu diễn bằng số phức:

$$\dot{E}_A = E \cdot e^{j0} \quad \dot{E}_B = E \cdot e^{-j(2\pi/3)} \quad \dot{E}_C = E \cdot e^{j(2\pi/3)}$$

Hình 2.2a: Vẽ đồ thị tức thời hình sin và hình 2.2 b: vẽ đồ thị vectơ của sức điện động ba pha.



Hình 2.2: a. Đồ thị trị số tức thời; b Đồ thị véc tơ của sức điện động 3 pha

#### 4. SƠ ĐỒ LẮP ĐẶT MÁY PHÁT ĐIỆN TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

Mục tiêu

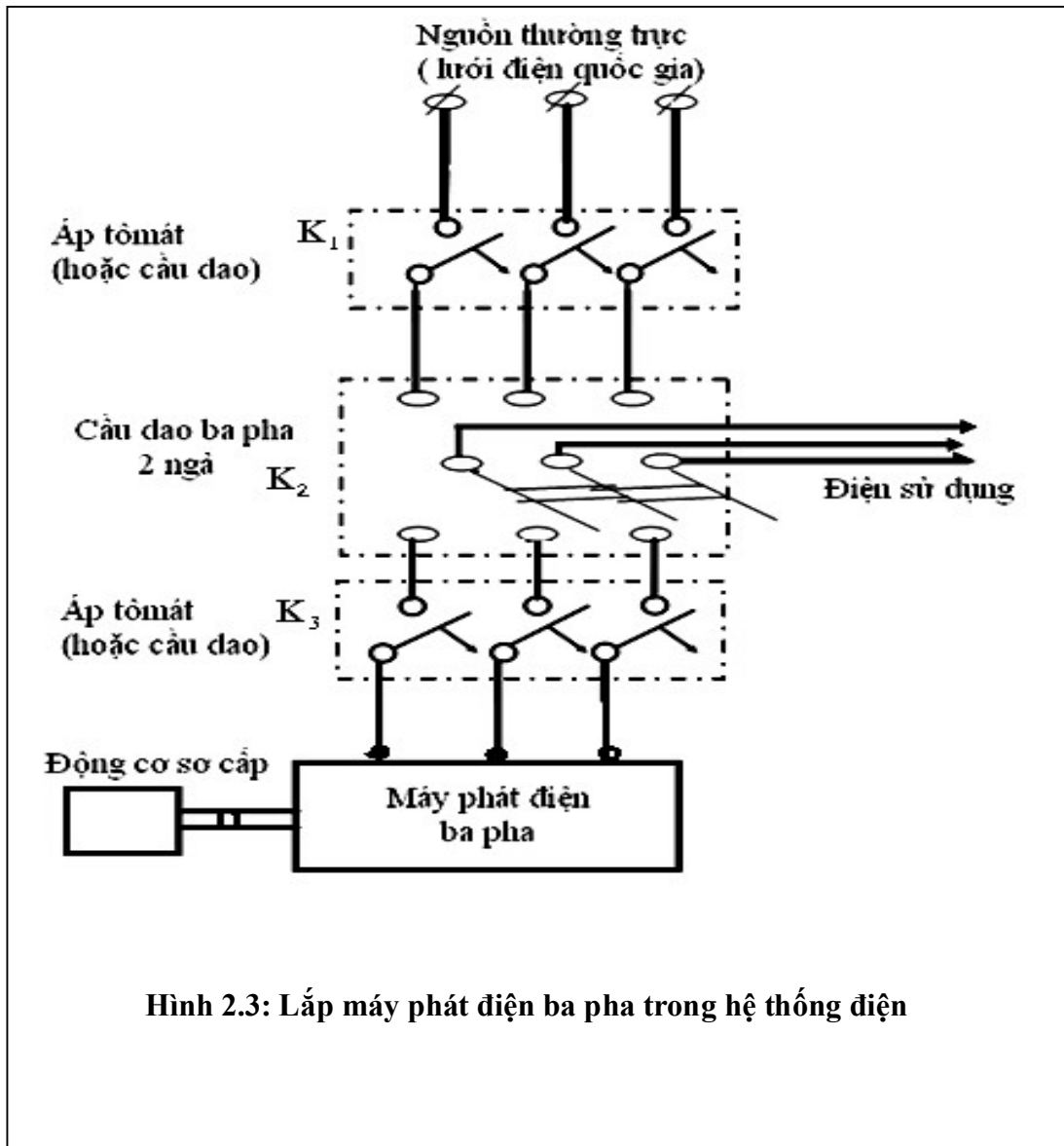
- Vẽ, giải thích được sơ đồ lắp máy phát điện ba pha trong hệ thống điện

Nội dung

Sơ đồ lắp đặt máy phát điện xoay chiều

Bình thường có điện lưới quốc gia, đóng cầu dao  $K_2$  lên phía trên và đóng cầu dao  $K_1$  để dùng lưới điện quốc gia.

Khi mất điện quốc gia, dùng điện máy phát điện ba pha. khởi động động cơ sơ cấp kéo máy phát điện ba pha hoạt động. Đóng  $K_3$  và đóng  $K_2$  xuống phía dưới nối với máy phát điện. Sơ đồ như hình 2.3:



Hình 2.3: Lắp máy phát điện ba pha trong hệ thống điện

### Câu hỏi ôn tập

1. Trình bày nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại máy phát điện?
2. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc máy phát điện một chiều?
3. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc máy phát điện xoay chiều?
4. Vẽ và giải thích sơ đồ lắp đặt máy phát điện trong hệ thống điện?

## CHƯƠNG 3: ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Mã số của chương 3: MH 07 - 03

Trong bài này giới thiệu động cơ điện một chiều và động cơ điện xoay chiều

### Mục tiêu:

- Nêu được nhiệm vụ, yêu cầu, phân loại động cơ điện
- Mô tả được cấu tạo và trình bày nguyên lý làm việc của các loại động cơ điện
- Mô tả được sơ đồ lắp đặt động cơ điện trong hệ thống điện
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về động cơ điện.

### Nội dung

#### 1. Nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại động cơ điện

Mục tiêu

- Nêu được nhiệm vụ, yêu cầu, phân loại động cơ điện

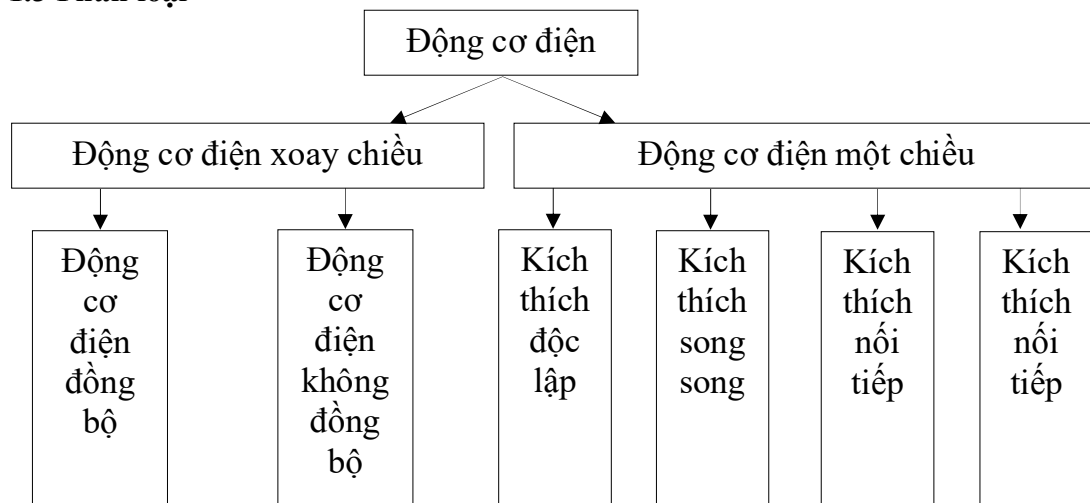
##### 1.1 Nhiệm vụ

Động cơ điện dùng để biến đổi điện năng thành cơ năng, được sử dụng khá rộng rãi trong ngành công nghiệp, nông nghiệp và trong đời sống như động cơ dùng trong các máy công cụ như máy tiện, phay, bào, khoan, máy bơm nước, quạt điện,...

##### 1.2 Yêu cầu

- Động cơ điện có công suất rộng rãi từ vài watt đến vài nghìn klôwatt đáp ứng nhu cầu sử dụng trong công nghiệp, nông nghiệp và trong đời sống.
- Động cơ điện có các chỉ số định mức kỹ thuật phù hợp với lưới điện quốc gia như: điện áp định mức, tần số, tốc độ,...
- Điều chỉnh được các thông số phù hợp với tải trọng, phù hợp với yêu cầu sản xuất.
- Chế tạo đơn giản, kích thước nhỏ gọn, giá thành rẻ, độ tin cậy cao, vận hành đơn giản, hiệu suất cao, không cần bảo trì.

##### 1.3 Phân loại





## 2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc động cơ điện một chiều

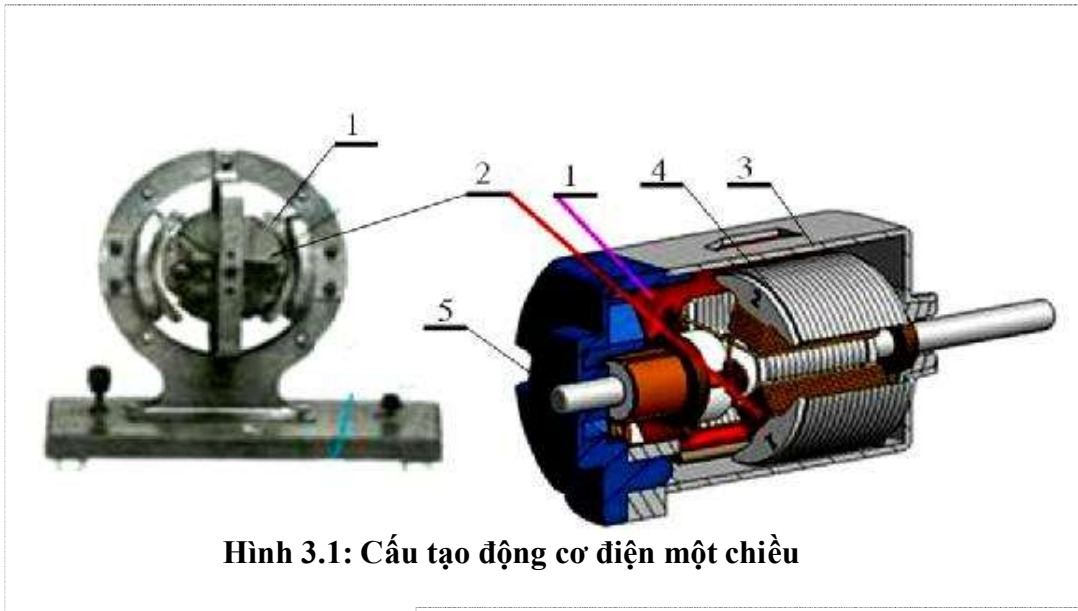
### Mục tiêu

- Mô tả được cấu tạo và trình bày nguyên lý làm việc của các loại động cơ điện
- Nêu được các trị số và mô men điện từ, công suất điện từ của động cơ điện một chiều.

### 2.1 Cấu tạo

Cấu tạo động cơ điện một chiều như hình vẽ 3.1 gồm có:

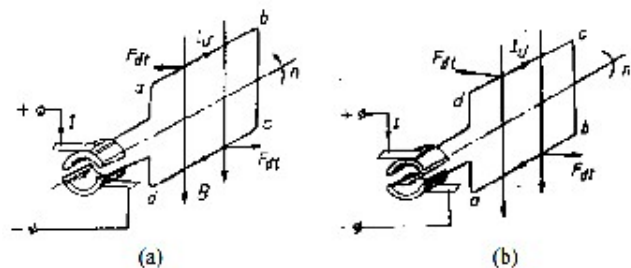
1. Cuộn dây stator (nam châm điện): được cuộn trên các cực từ được ghép bằng các lá thép kỹ thuật điện.
2. Rotor (phần ứng): gồm có lõi thép, dây quấn, cổ góp và trục. Dây quấn gồm nhiều phần tử mắc nối tiếp với nhau, đặt trong các rãnh của phần ứng tạo thành một hoặc nhiều vòng kín. Phần tử của dây quấn là một bó dây gồm một hoặc nhiều vòng dây, hai đầu nối với hai phiến góp của vành góp.
3. Vỏ: thường được đúc bằng gang hoặc thép.
4. Lõi thép phần ứng: là trụ làm bằng các lá thép kỹ thuật điện, phủ sơn cách điện ghép lại, có rãnh để quấn dây cuộn.
5. Trục: cách điện với cổ góp và cuộn dây rotor.



Hình 3.1: Cấu tạo động cơ điện một chiều

### 2.2 Nguyên lý làm việc

Trên hình 3.2a khi cho điện áp một chiều  $U$  vào hai chổi than trong dây quấn phần ứng có dòng điện  $I_r$ . Các thanh dẫn  $ab$  và  $cd$  mang dòng điện nằm trong từ trường sẽ chịu lực tác



Hình 3.2: Nguyên lý làm việc của máy điện 1 chiều

dụng tương hỗ lên nhau tạo nên mô men tác dụng lên rotor làm rotor quay (chiều lực tác dụng xác định bằng quy tắc bàn tay trái).

Khi phần ứng quay được nửa vòng, vị trí thanh dẫn ab và cd đổi chỗ cho nhau, nhờ chổi than dương và âm đứng yên nên dòng điện trên thanh ab và cd đổi chiều (hình 3,2b), giữ cho chiều lực tác dụng không đổi, do đó lực tác dụng lên rotor cũng theo một chiều nhất định, đảm bảo động cơ có chiều quay không đổi.

### 2.3 Các trị số định mức của động cơ điện 1 chiều

Chế độ làm việc của động cơ điện là chế độ làm việc trong những điều kiện mà nhà chế tạo quy định. Chế độ đó được đặc trưng bằng những đại lượng ghi trong nhãn máy, gọi là những đại lượng định mức.

1. Công suất định mức:  $P_{dm}$  ( KW hay W)
2. Điện áp định mức:  $U_{dm}$  (V)
3. Dòng điện định mức:  $I_{dm}$  (A)
4. Tốc độ định mức:  $n_{dm}$  (vòng/ phút)

Ngoài ra còn ghi kiểu máy, phương pháp kích thích, dòng điện kích từ...

Công suất định mức là công suất trên đầu trục động cơ.

### 2.4 Mô men điện từ và công suất điện từ của động cơ điện một chiều

Khi động cơ điện làm việc trong dây quấn phần ứng sẽ có dòng điện chạy qua. Tác dụng của từ trường lên dây dẫn có dòng điện sẽ sinh ra mô men điện từ trên trục máy.

Lực điện từ tác dụng lên từng thanh dẫn:

$$f = B_{TB} \cdot l \cdot I_u \quad \text{trong đó: } B_{TB} = \frac{\Phi}{\tau l} \quad \text{từ cảm trung bình trong khe hở}$$

$\Phi$ : là từ thông khe hở dưới mỗi cực từ  
 $\tau$ : là bước cực  
 $l$ : Chiều dài thanh dẫn

Nếu tổng số thanh dẫn của dây cuốn phần ứng là  $N$  và dòng điện trong mạch nhánh là:  $i_u = I_u / 2a$  thì mô men điện từ tác dụng lên dây quấn phần ứng:

$$M = B_{TB} \cdot \frac{I_u}{2a} \cdot l \cdot N \cdot \frac{D}{2} \quad \text{Trong đó: } I_u: \text{dòng điện phần ứng}$$

$a$ : số đôi mạch nhánh song song  
 $D$ : đường kính ngoài phần ứng  
 $l$ : chiều dài tác dụng thanh dẫn

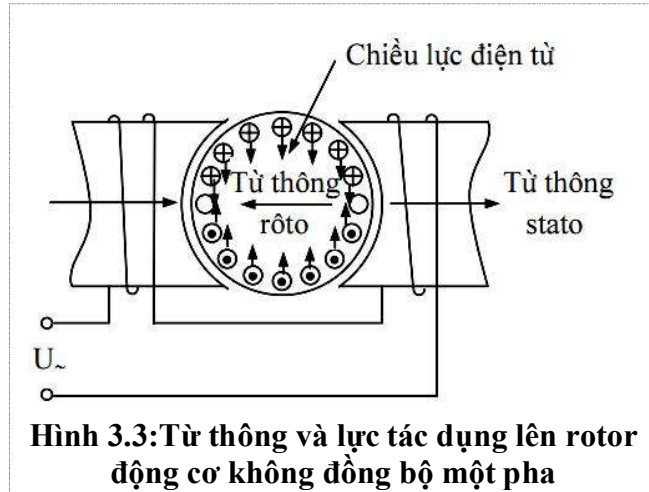
$$\text{Do: } D = 2P\tau/\pi \text{ ta có: } M = \frac{PN}{2 \cdot \tau \cdot a} \Phi I_u = K_M \Phi I_u \text{ (Nm)} \quad (3-1)$$

Từ công thức 3-1 ta thấy, muốn thay đổi mô men điện từ, ta phải thay đổi dòng điện phần ứng  $I_u$  hoặc thay đổi dòng điện kích từ  $I_f$ . Mô men điện từ là mô men cùng chiều quay với động cơ.

Công suất điện từ bằng:  $P_{dt} = \Omega M$  (3-2) trong đó:  $M$  là mô men điện từ.

$$P_{dt} = \Omega M = \frac{PN}{60a} n \Phi I_r = E_r I_r \quad (3-3)$$

Từ công thức (3-3) quan hệ giữa công suất điện từ với mô men điện từ và sự trao đổi năng lượng trong máy điện. Công suất điện từ đã chuyển công suất điện thành công suất cơ.



**Hình 3.3: Tủ thông và lực tác dụng lên rotor động cơ không đồng bộ một pha**

### 3. Cấu tạo và nguyên lý làm việc động cơ điện xoay chiều

Mục tiêu

- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của động cơ điện không đồng bộ một pha
- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của động cơ điện không đồng bộ ba pha

#### 3.1 Động cơ không đồng bộ một pha

Động cơ không đồng bộ một pha được sử dụng rộng rãi trong dân dụng như: máy giặt, tủ lạnh, máy bơm, quạt, các dụng cụ cầm tay,... Là các động cơ công suất nhỏ khoảng đến 7,5KW, chúng được cấp điện 110V và 220V.

##### 3.1.1 Sơ đồ cấu tạo

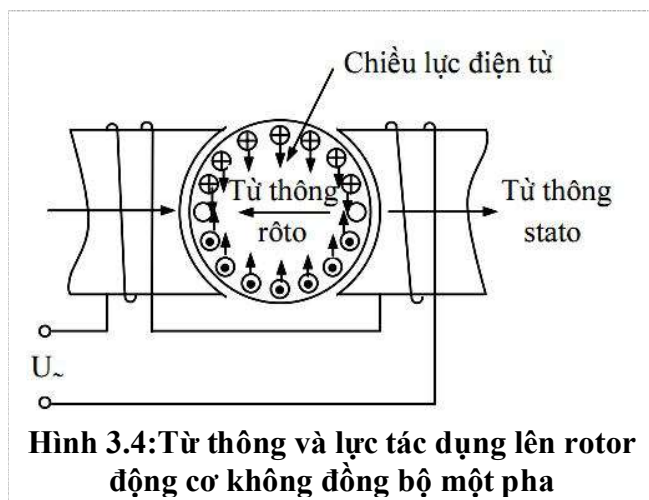
Cấu tạo stator giống động cơ không đồng bộ ba pha, nhưng trên đó ta đặt dây cuốn một pha và được cung cấp bởi nguồn điện xoay chiều một pha, còn rotor thường là rotor lồng sóc (hình 3.4).

##### 3.1.2 Nguyên lý hoạt động

Khi cho dòng điện hình sin chạy qua dây cuốn stator, thì từ trường stator có phương không đổi nhưng có độ lớn thay đổi hình sin theo thời gian, gọi là từ trường đập mạch (hình 3.5):

$$B = B_m \sin \omega t. \cos \alpha$$

Từ trường này sinh ra dòng điện cảm ứng trong các thanh dẫn dây cuốn rotor, các dòng điện này sẽ tạo ra từ thông rotor mà



**Hình 3.4: Tủ thông và lực tác dụng lên rotor động cơ không đồng bộ một pha**

theo định luật Lenz, sẽ chống lại từ thông stator. Từ đó ta xác định được chiều dòng điện cảm ứng và chiều của lực điện từ tác dụng lên thanh dẫn rotor. Ta thấy mô men tổng tác dụng lên rotor bằng không và do đó rô to không thể tự quay được. Để động cơ có thể làm việc được, trước hết ta phải quay rotor theo chiều nào đó và sau đó động cơ sẽ tiếp tục quay chiều đó.

Để thấy rõ nguyên lý làm việc của động cơ, ta xem hình 3.5 ta thấy: từ trường đập mạch  $\vec{B}$  là tổng của hai từ trường  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  cùng tốc độ quay  $n_1$ , nhưng biên độ bằng một nửa từ trường đập mạch và quay ngược chiều nhau.

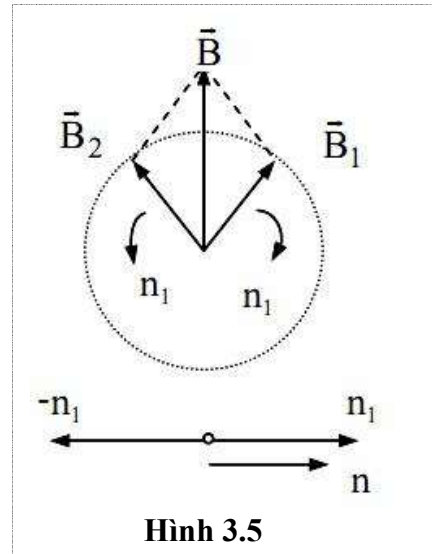
$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

với  $B_{1m} = B_{2m} = B_m/2$

và  $n_1 = \frac{60f}{p}$

- Từ trường  $\vec{B}_1$  quay cùng chiều với rotor lúc động cơ làm việc, gọi là từ trường quay thuận.

- Từ trường  $\vec{B}_2$  quay cùng chiều với rotor lúc động cơ làm việc, gọi là từ trường quay ngược.



Hình 3.5

### 3.2 Động cơ điện xoay chiều ba pha

#### 3.2.1 Cấu tạo động cơ không đồng bộ ba pha

Động cơ điện xoay chiều ba pha có tốc độ quay của rotor ( $n$ ) nhỏ hơn tốc độ ( $n_1$ ) của từ trường dòng điện cấp cho động cơ được gọi là động cơ không đồng bộ ba pha.

Động cơ không đồng bộ ba pha được sử dụng rất rộng rãi trong công nghiệp, nông nghiệp và đời sống,...

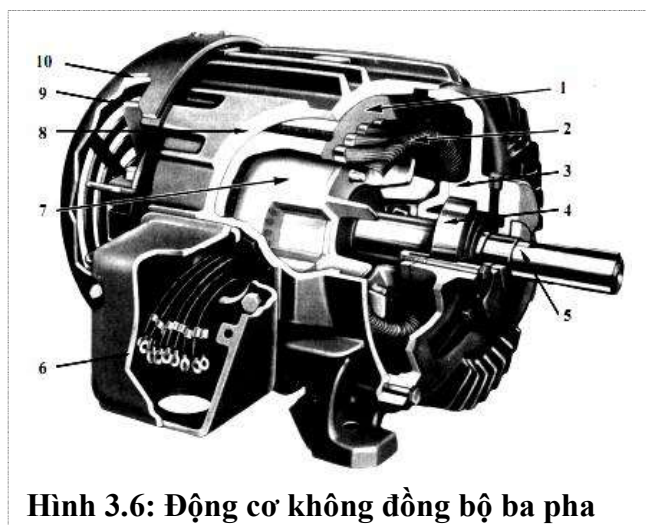
Động cơ không đồng bộ ba pha (đặc biệt là động cơ rotor lồng sóc) được sử dụng rộng rãi vì nó có cấu tạo đơn giản, kích thước nhỏ gọn, vận hành đơn giản.

Cấu tạo và nguyên lý làm việc:

a. *Cấu tạo*: Cấu tạo động cơ không đồng bộ ba pha (hình 3.6) gồm hai bộ phận chính là:

- 1- Lá thép stator;
- 2 - Dây cuộn stator; 3 - Nắp;
- 4 - Ổ bi 5 - Trục
- 6 - Hộp đấu dây
- 7 - Lõi thép rotor 8 - Thân máy
- 9,10 - Quạt và hộp quạt.

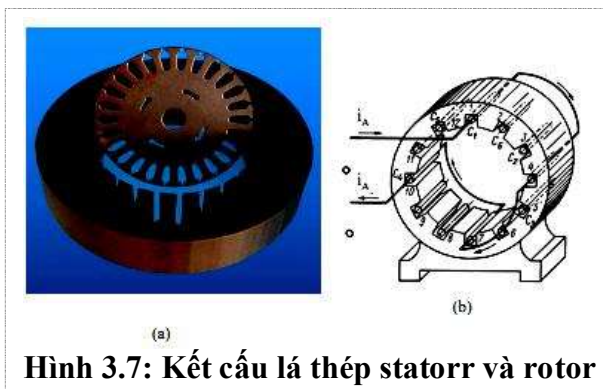
+ Stator: gồm có lõi thép và dây cuộn



Hình 3.6: Động cơ không đồng bộ ba pha

Lõi thép: gồm các lá thép kỹ thuật điện ghép lại thành hình trụ, mặt trong có rãnh đặt dây cuốn.

Dây quấn: Dây quấn stator động cơ không đồng bộ ba pha là dây đồng được phủ sơn cách điện, gồm ba pha dây quấn AX, BY, CZ đặt trong các rãnh stator theo một quy luật nhất định. Sáu đầu dây của ba pha dây quấn được nối ra ngoài hộp đấu dây (đặt ở vỏ động cơ) để nhận điện vào.



**Hình 3.7: Kết cấu lá thép stator và rotor**

+ Rotor: gồm lõi thép, dây quấn, trục quay, vòng trượt...

Lõi thép: Làm bằng các lá thép kỹ thuật điện (hình 3.7) mặt ngoài xẻ rãnh, ở giữa có lỗ để lắp trục, ghép lại thành hình trụ.

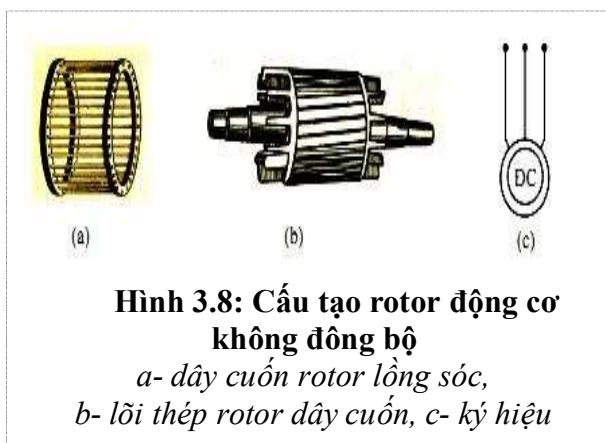
Dây quấn: có hai kiểu

- Dây quấn kiểu rotor lồng sóc: có dạng như hình (3.8a) và được ký hiệu như hình (3.7c).

- Dây quấn kiểu rotor dây quấn: có dạng như hình (3.8b) và được ký hiệu như hình (3.8d).

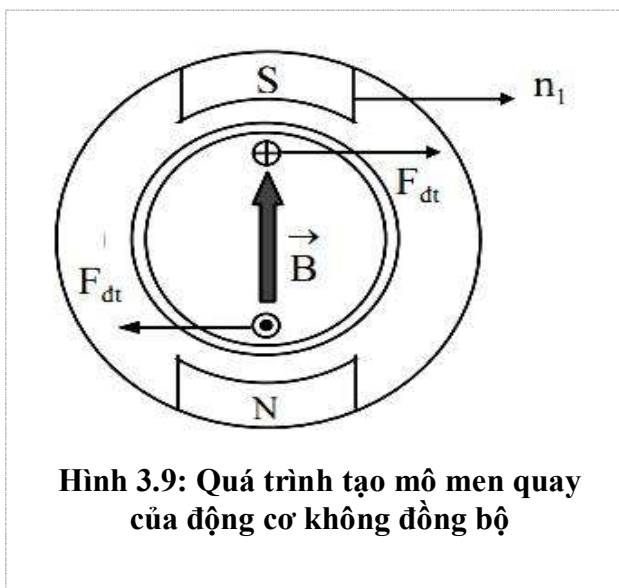
### 3.2.2 Nguyên lý làm việc:

Khi cho dòng ba pha vào dây quấn stator của động cơ, trong stator sẽ có từ trường quay (giống như một nam châm vĩnh cửu quay). Từ trường quay quét qua các dây quấn của rotor, làm xuất hiện các sức điện động và dòng điện cảm ứng. Lực tương tác điện từ giữa từ trường quay và các dòng điện cảm ứng này tạo ra mô men quay  $F_{dt}$  tác động lên rotor (hình 3.6), kéo rotor quay theo chiều quay của từ trường với tốc độ  $n < n_1$  ( $n_1$  là tốc độ của từ trường quay)



**Hình 3.8: Cấu tạo rotor động cơ không đồng bộ**

a- dây cuốn rotor lồng sóc, b- lõi thép rotor dây cuốn, c- ký hiệu



**Hình 3.9: Quá trình tạo mô men quay của động cơ không đồng bộ**

Tốc độ của từ trường quay được tính theo công thức:

$n_1 = 60f/p$  (vòng/ phút) trong đó:

$f$ : là tần số dòng điện (Hz)

$p$ : là số đôi cực từ

Sự chênh lệch tốc độ giữa từ trường quay và tốc độ rotor gọi là tốc độ trượt:

$$n_2 = n_1 - n$$

Tỷ số  $s = n_2/n_1 = (n_1 - n)/n_1$  được gọi là hệ số trượt tốc độ.

Khi động cơ làm việc bình thường:

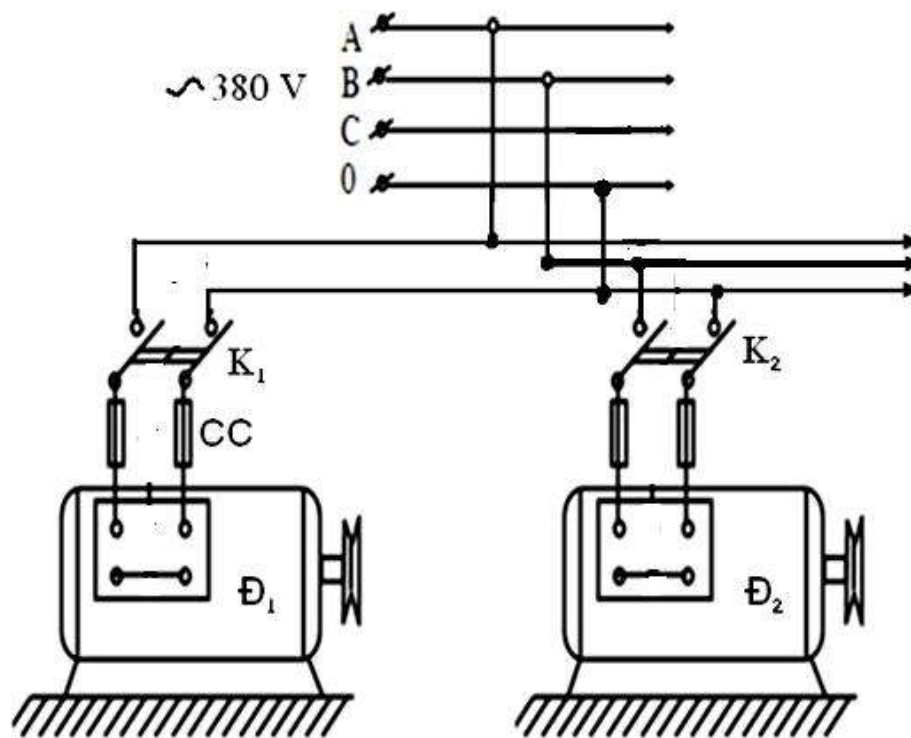
$$s = 0,02 \div 0,06.$$

#### 4. Sơ đồ lắp đặt động cơ điện trong hệ thống điện

Mục tiêu

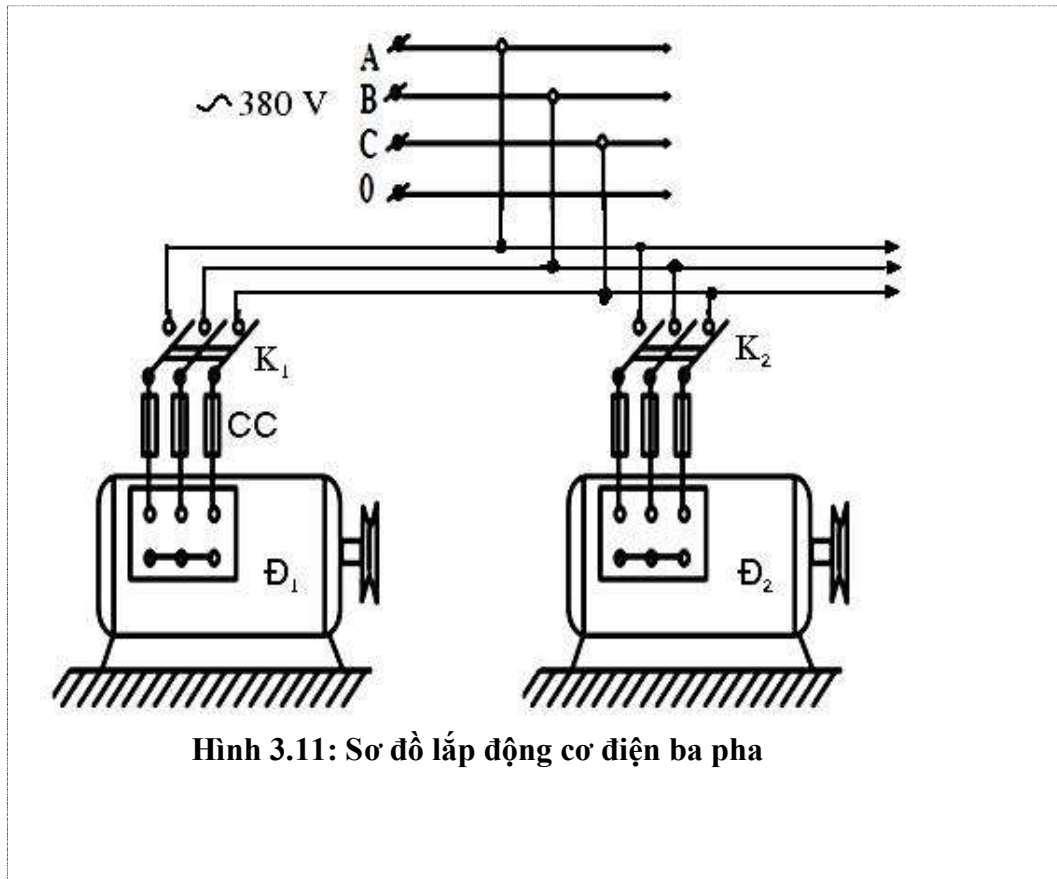
- Vẽ và giải thích được lắp đặt động cơ điện một pha, ba pha trong hệ thống điện

##### 4.1 Sơ đồ lắp đặt động cơ điện xoay chiều 1 pha (hình 3.10)



Hình 3.10 : Sơ đồ động cơ điện một pha

#### 4.2 Sơ đồ lắp đặt động cơ điện xoay chiều 3 pha ( hình 3.11)



Hình 3.11: Sơ đồ lắp đặt động cơ điện ba pha

Câu hỏi ôn tập chương 3

1. Trình bày nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại động cơ điện?
2. Trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc động cơ điện một chiều?
3. Trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc động cơ điện xoay chiều không đồng bộ một pha?
4. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc động cơ điện xoay chiều không đồng bộ ba pha?
5. Vẽ sơ đồ lắp đặt động cơ điện xoay chiều ba pha trong hệ thống điện?

## CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ÁP

Mã số của chương 4: MH 07 - 04

Bài này giới thiệu máy biến áp một pha và máy biến áp ba pha

### **Mục tiêu:**

- Nêu được nhiệm vụ, yêu cầu, phân loại máy biến áp
- Mô tả được cấu tạo và trình bày nguyên lý làm việc của các loại máy biến áp
- Mô tả được sơ đồ lắp đặt máy biến áp trong hệ thống điện
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về máy biến áp.

### **Nội dung**

#### **1. Nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại máy biến áp**

Mục tiêu

- Nêu được nhiệm vụ, yêu cầu, phân loại máy biến áp

##### **1.1 Nhiệm vụ**

Máy biến áp trong hệ thống điện lực là thiết bị dùng để tăng điện áp ở đầu đường dây và giảm điện áp ở cuối đường dây gọi là máy biến áp (MBA)

Máy biến áp dùng để truyền tải và phân phối điện năng, MBA dùng để biến đổi một hệ thống dòng điện xoay chiều ở điện áp này thành một hệ thống dòng điện xoay chiều ở điện áp khác với tần số không thay đổi.

Máy biến áp còn được dùng rộng rãi :

Trong kỹ thuật hàn điện, thiết bị lò nung, trong kỹ thuật vô tuyến điện, trong lĩnh vực đo lường, trong các thiết bị tự động, làm nguồn cho thiết bị điện, điện tử , trong thiết bị sinh hoạt gia đình v.v.

##### **1.2 Yêu cầu**

- Khi truyền tải điện năng cần có máy biến áp (MBA) tăng áp yêu cầu có công suất lớn, điện áp truyền tải cao trọng lượng và chi phí kim loại màu nhỏ. Máy có công suất cao để truyền tải điện đi xa giảm tổn hao điện.

- Ở nơi tiêu thụ điện cần có MBA giảm áp phải có công suất rộng rãi, để đáp ứng được nhu cầu tiêu thụ điện ở các khu vực khác nhau.

- MBA phân phối điện có thể treo được ở ngoài trời, tiện cho việc sử dụng, chịu được nhiệt độ biến đổi lớn, chịu được tác động của môi trường.

- Máy biến áp

- Chế tạo đơn giản, kích thước nhỏ gọn, giá thành rẻ, độ tin cậy cao, vận hành đơn giản, hiệu suất cao, an toàn khi sử dụng.

##### **1.3 Phân loại MBA**

+ MBA dùng để truyền tải và phân phối công suất trong hệ thống điện lực

- MBA tăng áp: thường có các loại 35, 110, 220, 500 KV.

- MBA giảm áp: thường có các loại giảm áp từ 0.4 ÷ 6 KV.

+ MBA dùng trong lò luyện kim, các thiết bị chỉnh lưu, MBA hàn, ...



- + MBA tự ngẫu dùng để liên lạc trong hệ thống điện, mở máy động cơ không đồng bộ có công suất lớn.
- + MBA đo lường dùng để giảm điện áp, và dòng điện lớn đưa vào các dụng cụ đo tiêu chuẩn hoặc để điều khiển.
- + MBA thí nghiệm dùng để thí nghiệm điện áp cao.

MBA có rất nhiều loại song thực chất hiện tượng xảy ra trong chúng đều giống nhau.

## 2. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY BIẾN ÁP

### Mục tiêu

- Giải thích được sơ đồ cấu tạo và trình bày được nguyên lý hoạt động của máy biến áp một pha, ba pha.
- Vẽ được các kiểu đấu dây MBA 3 pha
- Trình bày được tỷ số biến áp trong các cách đấu dây.

### 2.1 Cấu tạo máy biến áp một pha

#### 2.1.1 Sơ đồ cấu tạo

Cấu tạo máy biến áp gồm ba bộ phận: Lõi thép, dây quấn và vỏ máy.

+ Lõi thép máy biến áp:

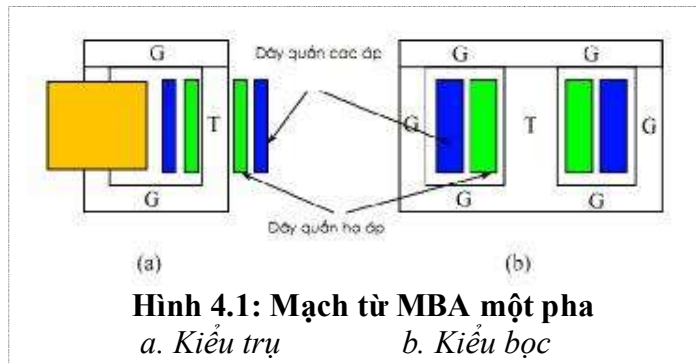
Lõi MBA (hình 4.1) dùng để dẫn từ thông, được chế tạo bằng các vật liệu dẫn từ tốt, thường là thép kỹ

thuật điện có bề dày từ 0,3 ÷ 1mm, mặt ngoài các lá thép có sơn cách điện rồi ghép lại với nhau thành lõi thép. Lõi thép gồm hai phần trụ và gông.

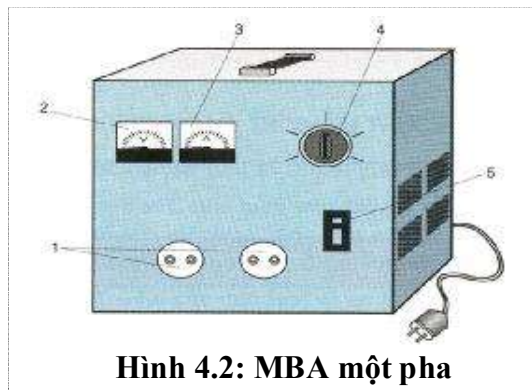
- Trụ T là phần để đặt dây quấn còn gông G là phần nối liền giữa các trụ để tạo thành mạch từ kín.

+ Dây quấn MBA:

Dây quấn MBA (hình 4.2) thường làm bằng dây dẫn đồng hoặc nhôm, tiết diện tròn hay chữ nhật, bên ngoài dây dẫn có bọc cách điện, Dây quấn gồm nhiều vòng dây và lồng vào trụ thép. Giữa các vòng dây, giữa các dây quấn và giữa các dây quấn với lõi thép đều có cách điện. MBA thường có hai hoặc nhiều dây quấn. Khi các dây quấn đặt lên cùng một trụ thì dây quấn điện áp thấp đặt sát trụ thép còn dây quấn điện áp cao



**Hình 4.1: Mạch từ MBA một pha**  
a. Kiểu trụ      b. Kiểu bọc



**Hình 4.2: MBA một pha**

đặt bên ngoài. Làm như vậy sẽ giảm được vật liệu cách điện.

+ Vỏ MBA:

Làm bằng thép gồm hai bộ phận: thùng và nắp thùng.

- Thùng MBA: Trong thùng MBA đặt lõi thép, dây quấn và dầu MBA. Dầu MBA làm nhiệm vụ tăng cường cách điện và tản nhiệt. Lúc MBA làm việc, một phần năng lượng tiêu hao thoát ra dưới dạng nhiệt, làm dây quấn lõi thép và các bộ phận khác nóng lên. Nhờ sự đối lưu trong dầu và truyền nhiệt từ các bộ phận bên trong MBA sang dầu và từ dầu qua vách thùng ra môi trường xung quanh

+ Nắp thùng: dùng để đậy trên thùng và có các bộ phận như:

- Sứ ra của dây quấn cao áp, dây quấn hạ áp.
- Bình dầu phụ
- Ống bảo hiểm.

Hình 4.2: Cấu tạo bên ngoài máy biến áp một pha.

1. Các ổ lấy điện ra
2. Đồng hồ vôn kế;
3. Đồng hồ am pe kế
4. Nút điều chỉnh
5. Áp tô mát.

### 2.1.2 Nguyên lý hoạt động của máy biến áp một pha

Khi MBA làm việc, điện áp đưa vào dây quấn sơ cấp là  $U_1$  (hình 4.3), trong dây quấn sơ cấp sẽ có dòng điện  $i_1$  chạy qua. trong lõi thép sẽ có từ thông móc vòng với cả hai dây quấn. Từ thông này sẽ cảm ứng hai dây quấn sơ cấp và thu cấp các suất điện động  $e_1$  và  $e_2$ . Dây quấn thứ cấp có tải sẽ sinh ra dòng  $i_2$  đưa ra tải với điện áp  $U_2$ . Như vậy năng lượng của dòng điện xoay chiều đã được truyền từ dây quấn sơ cấp sang dây quấn thu cấp.

Nếu bỏ qua sự sụt áp gây ra do điện trở và từ thông tản của dây quấn thì:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} \quad (4-1)$$

k: là hệ số của MBA

Từ (4-1) ta có:

$$U_2 = U_1 \cdot W_2 / W_1 \text{ hoặc}$$

$$W_1 = U_1 \cdot W_2 / U_2$$

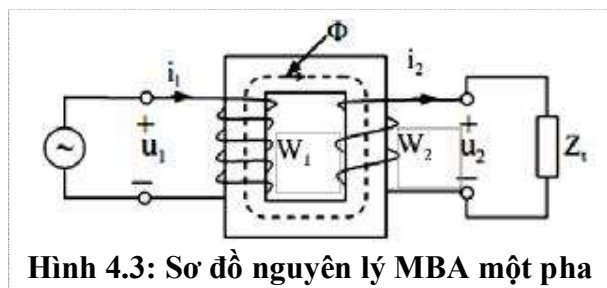
Nếu  $W_2 > W_1$  hoặc  $U_2 > U_1$

ta có MBA tăng áp

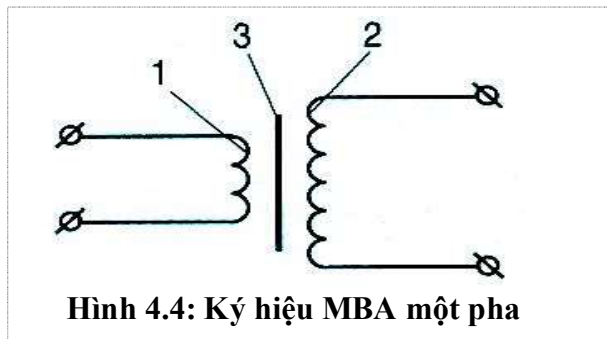
$$W_2 < W_1 \text{ hoặc } U_2 < U_1$$

ta có MBA giảm áp

Hình 4.4 Ký hiệu MBA một pha.

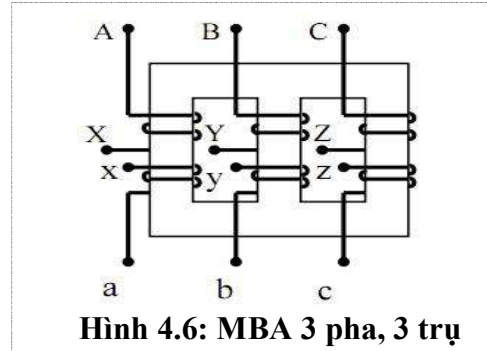
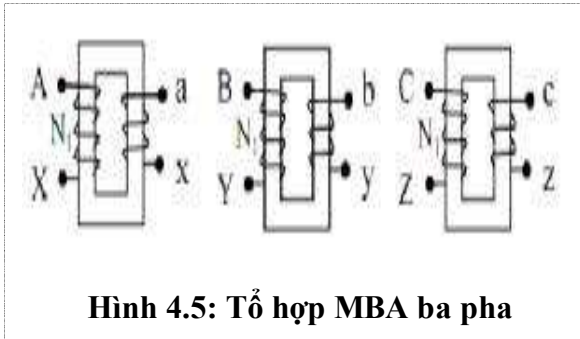


Hình 4.3: Sơ đồ nguyên lý MBA một pha



Hình 4.4: Ký hiệu MBA một pha

## 2.2 Máy biến áp ba pha:

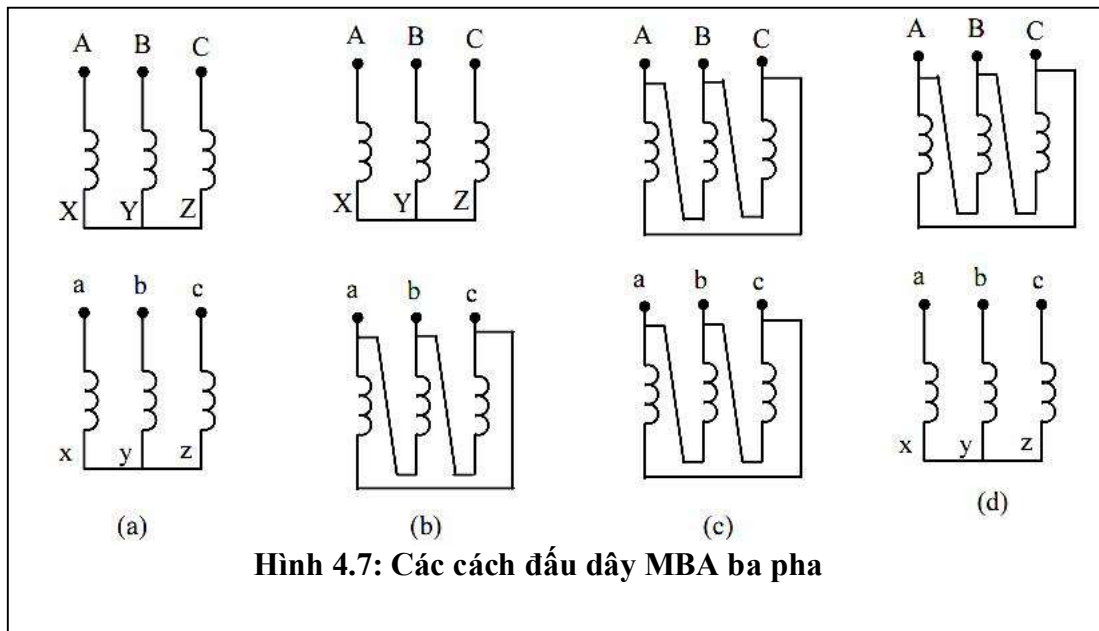


### 2.2.1 Mạch từ MBA 3 pha

Để biến đổi điện áp của hệ thống dòng điện 3 pha, ta có thể dùng MBA một pha gọi là tổ MBA ba pha (hình 4.5). Hoặc dùng một MBA ba pha ba trụ (hình 4.6). Dây quấn sơ cấp của MBA ba pha ký hiệu bằng các chữ in hoa: Pha A ký hiệu là AX, pha B ký hiệu là BY, pha C ký hiệu là CZ. Dây quấn thứ cấp ký hiệu bằng các chữ thường: pha a ký hiệu bằng ax, pha b ký hiệu bằng by, pha c ký hiệu bằng cz.

### 2.2.2 Các cách đấu dây MBA ba pha

Dây quấn sơ cấp hoặc thứ cấp có thể đấu hình sao hoặc hình tam giác. Nếu sơ cấp đấu hình sao, thứ cấp đấu hình sao, ta ký hiệu: Y/Y, tương tự ta có 4 cách đấu cơ bản: Y/Y, Y/ $\Delta$ ,  $\Delta$ / $\Delta$ ,  $\Delta$ /Y, (hình 4.7a,b,c,d)



### 2.3 Tỷ số biến áp

Gọi  $W_1$ ,  $W_2$  lần lượt là số vòng dây một pha của dây quấn sơ cấp và dây quấn thứ cấp. Tỷ số biến áp pha giữa dây quấn sơ cấp và thứ cấp là:

$$a_p = U_{p1}/U_{p2} = W_1/W_2. \quad (4-2)$$

Tỷ số biến áp dây của MBA ba pha được định nghĩa là:

$$a_d = U_{d1}/U_{d2} \quad (4-3)$$

Tỷ số biến áp  $a_d$  không chỉ phụ thuộc vào tỷ số vòng dây của hai cuộn dây, mà còn phụ thuộc vào cách đấu dây của MBA.

- Khi MBA nối Y/Y:  $a_d = U_{d1}/U_{d2} = \sqrt{3} U_{p1}/\sqrt{3} U_{p2} = W_1/W_2. \quad (4-4)$

- Khi MBA nối Y/ $\Delta$ :  $a_d = U_{d1}/U_{d2} = \sqrt{3} U_{p1}/U_{p2} = \sqrt{3} W_1/W_2. \quad (4-5)$

- Khi MBA nối  $\Delta/\Delta$ :  $a_d = U_{d1}/U_{d2} = U_{p1}/U_{p2} = W_1/W_2. \quad (4-6)$

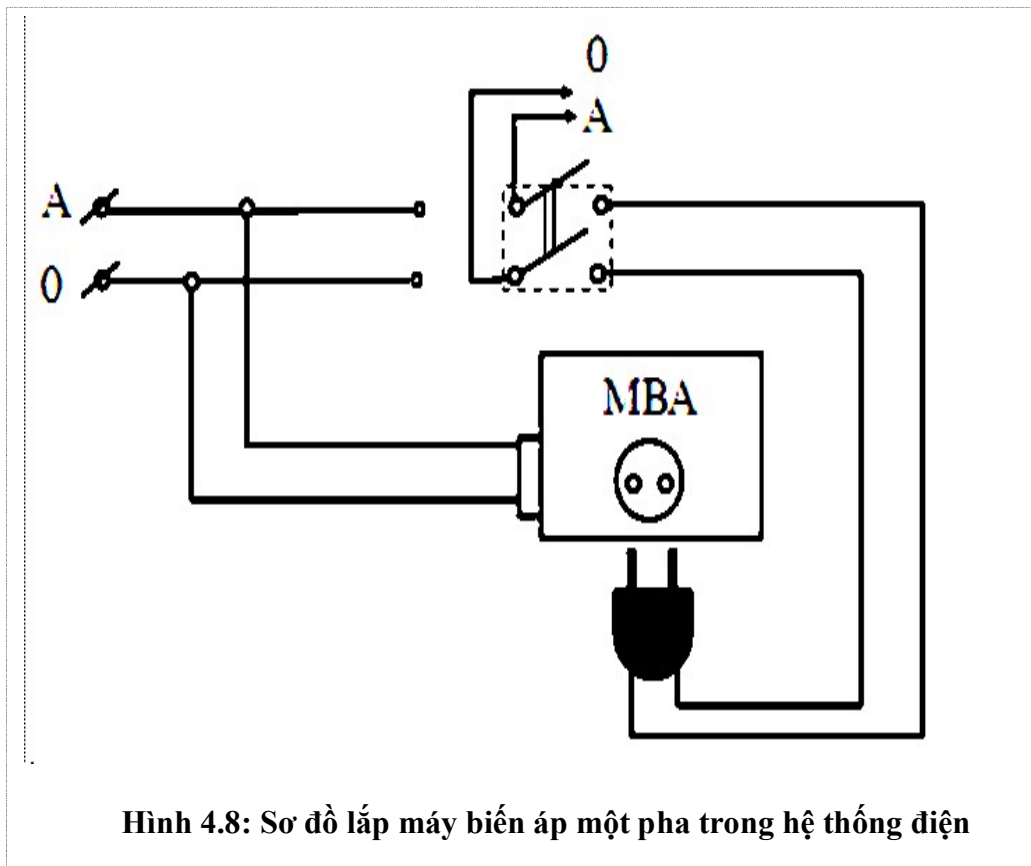
- Khi MBA nối  $\Delta/Y$ :  $a_d = U_{d1}/U_{d2} = U_{p1}/\sqrt{3} U_{p2} = W_1/\sqrt{3} W_2. \quad (4-7)$

### 3. SƠ ĐỒ LẮP MÁY BIẾN ÁP TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

Mục tiêu

- Vẽ và giải thích được sơ đồ lắp đặt máy biến áp một pha, ba pha trong hệ thống điện.

#### 3.1 Sơ đồ lắp đặt máy biến áp một pha

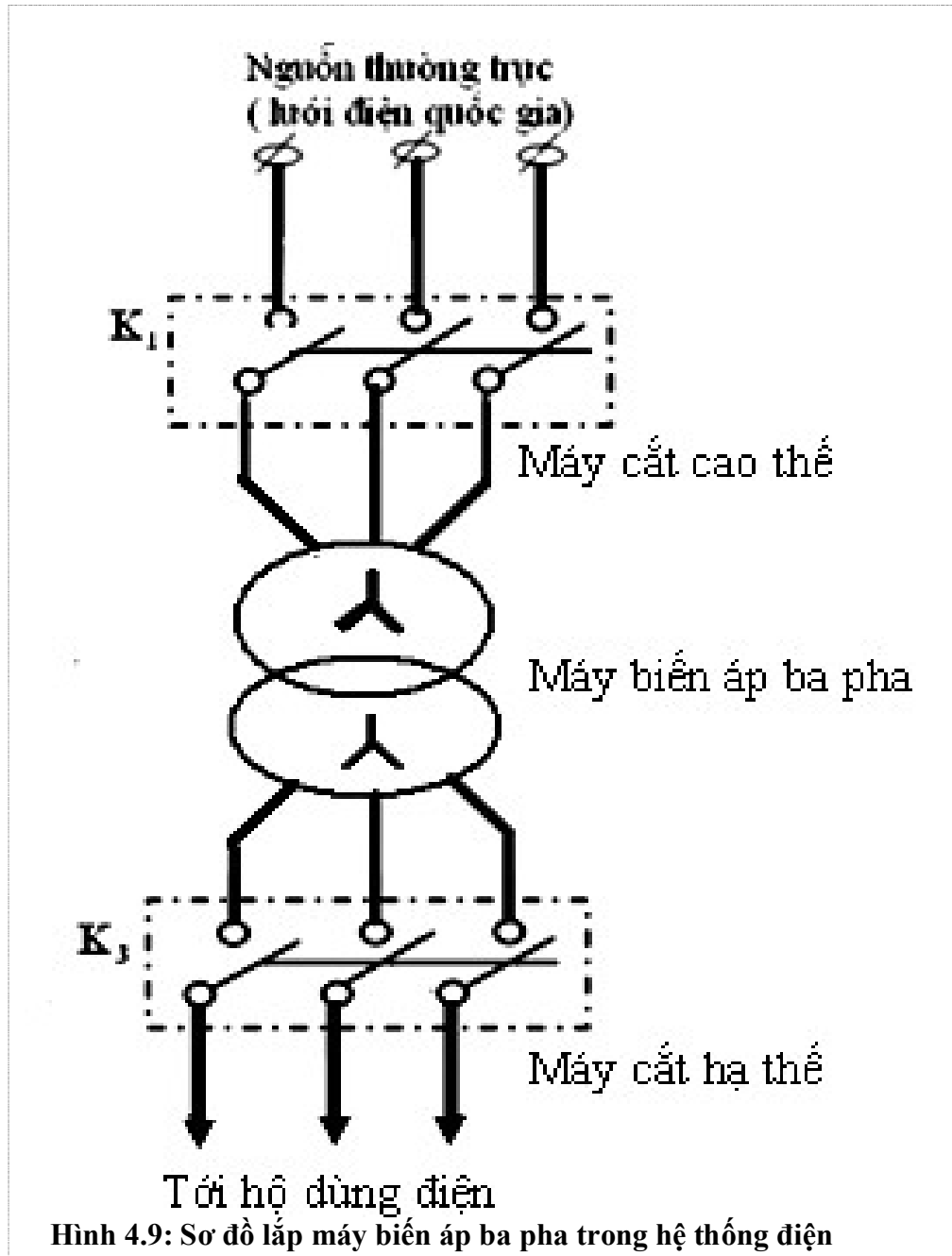


Hình 4.8: Sơ đồ lắp máy biến áp một pha trong hệ thống điện

Máy biến áp một pha thường lắp như hình 4.8. Khi không cần qua máy biến áp ta đóng cầu dao sàn trái, cấp điện sử dụng không qua máy biến áp.

Khi cần qua máy biến áp ta đóng cầu dao sang phải và nối với máy biến áp, điện sử dụng đi qua máy biến áp để ổn định điện áp cấp cho các tải.

### 3.2 Sơ đồ lắp đặt máy biến áp ba pha trong hệ thống điện



Máy biến áp ba pha đấu Y-Y hoặc  $\Delta$ -Y. Đầu vào máy cắt cao thế  $K_1$  nối với lưới điện quốc gia, bên đầu ra là máy cắt hạ thế nối điện đến các hộ tiêu dùng.

**Câu hỏi ôn tập:**

1. Trình bày nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại máy biến áp?
2. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc máy biến áp một pha và ba pha? Nêu các cách đấu dây và tỷ số biến áp của máy biến áp ba pha?
3. Vẽ sơ đồ lắp đặt máy biến áp một pha và ba pha trong hệ thống điện?

## CHƯƠNG 5: KHÍ CỤ ĐIỀU KHIỂN VÀ BẢO VỆ MẠCH ĐIỆN

Mã số của chương 5: MH 07- 05

Bài này giới thiệu các khí cụ điều khiển mạch điện và khí cụ bảo vệ mạch điện

### Mục tiêu

- Nêu được nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại được các khí cụ điều khiển và bảo vệ mạch điện.
- Trình bày được công dụng và đặc tính kỹ thuật của những khí cụ điều khiển và bảo vệ trong mạch điện trong lĩnh vực Công nghệ Ô tô
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về khí cụ điện.

### Nội dung:

#### 1. KHÍ CỤ ĐIỀU KHIỂN MẠCH ĐIỆN

##### Mục tiêu

- Nêu được nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại được các khí cụ điều khiển mạch điện
- Trình bày được công dụng và đặc tính kỹ thuật của những khí cụ điều khiển. trong mạch điện.
- Giải thích được sơ đồ và nguyên lý hoạt động của một số mạch điều khiển điện.

##### 1.1 Cầu dao

**1.1.1 Công dụng:** Cầu dao là loại thiết bị điện dùng để đóng, cắt dòng điện bằng tay, đơn giản nhất, được sử dụng trong mạch điện có điện áp 220 vôn điện một chiều và 380 vôn điện xoay chiều.

Cầu dao thường dùng để đóng, cắt mạch điện công suất nhỏ và khi làm việc không phải đóng cắt nhiều lần. Nếu điện áp mạch điện cao hơn hoặc có công suất trung bình và lớn thì cầu dao làm nhiệm vụ cách ly hoặc chỉ đóng cắt khi không tải. Sở dĩ như vậy vì khi cắt mạch, hồ quang sinh ra sẽ rất lớn, tiếp xúc sẽ bị phá huỷ trong một thời gian ngắn dẫn đến phát sinh hồ quang giữa các pha, gây nguy hiểm cho người thao tác và hỏng thiết bị.

##### 1.1.2 Phân loại

+ Phân loại theo kết cấu:

Người ta phân ra loại 1 cực, loại 2 cực, loại 3 cực và loại 4 cực.

+ Phân loại theo dòng điện định mức: loại 15, 25, 30, 40, 60, 75, 100, 150, 200, 300, 350, 600, 1000A.

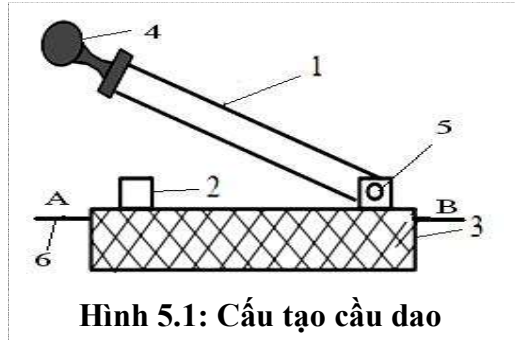
+ Phân loại theo điều kiện bảo vệ: loại không có hộp và loại có hộp che chắn.

+ Phân loại theo yêu cầu sử dụng: loại có cầu chì bảo vệ và loại không có cầu chì bảo vệ.

##### 1.1.3 Cấu tạo

Lưới dao 1, một đầu nối với tay cầm 4 cách điện để đóng ngắt, còn đầu kia được lắp xoay trên chốt 5, cùng với các cực 2 được gá vào đế 5 (hình 5.1). Các cực được nối với dây dẫn điện 6, cực ở đầu A không liên kết với dao thường để ở

phía trên được nối với dây điện nguồn, cực ở đầu B thường để phía dưới được nối với dây điện đến các tải.

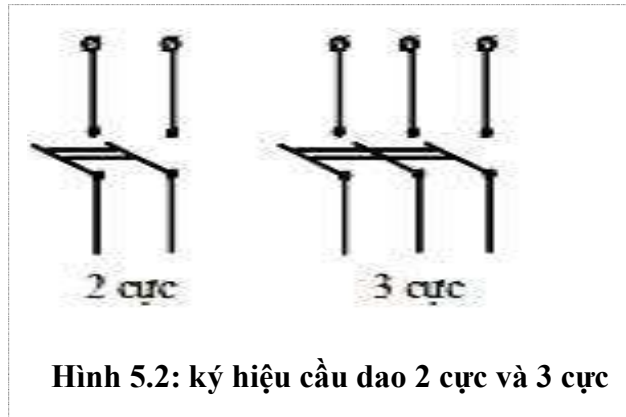


Hình 5.1: Cấu tạo cầu dao

Để đảm bảo cắt điện tin cậy các thiết bị dùng điện ra khỏi nguồn điện, chiều dài lưỡi dao phải đủ lớn (lớn hơn 50cm) và để an toàn đóng cắt, cần có biện pháp dập tắt hồ quang, tốc độ di chuyển lưỡi dao càng nhanh, thời gian dập tắt hồ quang càng ngắn, vì thế người ta thường làm thêm lưỡi dao phụ có lò xo bật nhanh ở các cầu dao có dòng điện một chiều lớn hơn 30A.

#### 1.1.4 Nguyên lý hoạt động

Cực ở đầu A thường được nối với nguồn điện, cực ở đầu B thường được nối với tải. Khi ngắt cầu dao cực A có điện, cực B không có điện. Khi đóng cầu dao dòng điện từ cực A đi qua lưỡi dao 1 rồi đến các tải.



Hình 5.2: ký hiệu cầu dao 2 cực và 3 cực

Ký hiệu cầu dao 2 cực, 3 cực (hình 5.2)

## 1.2 Áptômát

**1.2.1 Công dụng:** áptômát là thiết bị điện dùng để tự động cắt mạch điện, bảo vệ quá tải, ngắn mạch, sụt áp,... hồ quang được dập trong không khí.

### 1.2.2 Phân loại

- Phân loại theo kết cấu: loại 1 cực, 2 cực, 3 cực.
- Phân loại theo thời gian tác động: loại tác động không tức thời, loại tác động tức thời.
- Phân loại theo chức năng bảo vệ: loại bảo vệ dòng cực đại, dòng cực tiểu, bảo vệ công suất điện ngược, bảo vệ áp cực tiểu.

Để thực hiện yêu cầu thao tác chọn lọc bảo vệ, áptômát phải có khả năng hiệu chỉnh dòng tác động và thời gian tác động.

### 1.2.3 Cấu tạo

Sơ đồ nguyên lý của áptômát bảo vệ dòng điện cực đại vẽ trên (hình 5.3) gồm:

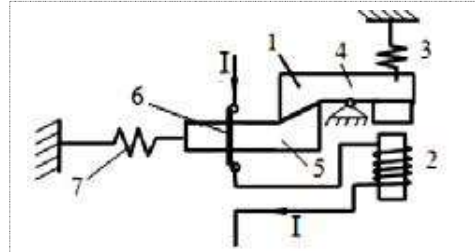
1. Móc
5. Cần răng



2. Cuộn dây      6. Tiếp điểm động  
3. Lò xo kéo      7. Lò xo  
4. Cần phản ứng

#### 1.2.4 Nguyên lý làm việc

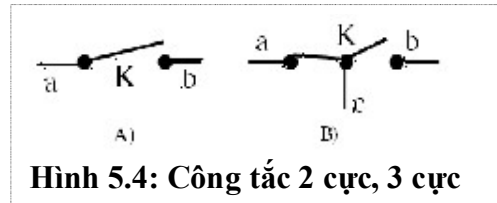
Ở trạng thái bình thường, sau khi đóng điện aptômat được giữ ở trạng thái đóng tiếp điểm nhờ móc răng 1 khớp với cần răng 5 cùng một cụm với tiếp điểm động 6. Khi mạch điện quá tải hay ngắn mạch, dòng điện chạy qua cuộn dây 2 lớn, lực hút điện từ tăng lên thắng lực lò xo 3 kéo phần ứng xuống làm nhả móc 1, cần 5 được tự do, tiếp điểm động 6 của aptômat được mở ra do lực lò xo 7, mạch điện bị cắt.



Hình 5.3: Cấu tạo áp tô mát

### 1.3 Công tắc điện

**1.3.1 Công dụng:** Công tắc điện là loại thiết bị điện đóng, cắt dòng điện bằng tay đơn giản được sử dụng nhiều trong hệ thống điện xoay chiều, một chiều chiếu sáng gia đình, trên ô tô, máy kéo.



Hình 5.4: Công tắc 2 cực, 3 cực

#### 1.3.2 Phân loại

Công tắc 1 cực, 2 cực, nhiều cực.

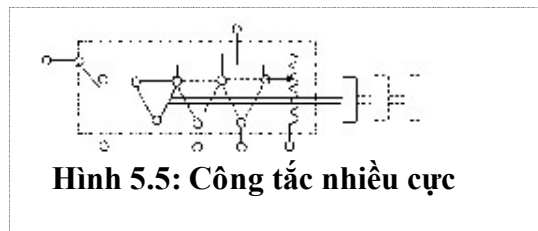
#### 1.3.3 Cấu tạo

Hình 5.4A: Cấu tạo công tắc 2 cực; Hình 5.4 B: Cấu tạo công tắc 3 cực.

#### 1.3.4 Nguyên lý làm việc

- Công tắc hai cực (hình 5.4A): Khi bật công tắc K mở cắt điện từ a không nối với b. Khi đóng công tắc K thì A nối với B.
- Công tắc 3 cực (hình 5.4B): Khi đóng công tắc K sang trái, a nối với c, không nối với b. Khi đóng công tắc sang phải c nối với b, không nối với a.

Ngoài ra còn có các loại công tắc nhiều cực (hình 5.5) được sử dụng phù hợp với yêu cầu sử dụng.

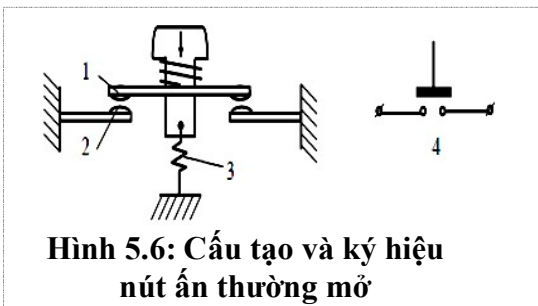


Hình 5.5: Công tắc nhiều cực

### 1.4 Nút ấn

#### 1.4.1 Công dụng

Là thiết bị điện để điều khiển từ xa (có khoảng cách) đóng cắt tự động mạch điện (mạch điện động cơ điện, ...).



Hình 5.6: Cấu tạo và ký hiệu nút ấn thường mở

### 1.4.2 Phân loại

Có hai loại nút ấn: nút ấn thường mở và nút ấn thường đóng.

### 1.4.3 Cấu tạo và nguyên lý làm việc

#### a. Nút ấn thường mở:

- Cấu tạo:

Trên (hình 5.6) là cấu tạo và ký hiệu nút ấn thường hở (mở).

1. Tiếp điểm động
2. Tiếp điểm cố định
3. Lò xo đẩy
4. Ký hiệu tiếp điểm thường mở

mở.

- Hoạt động: Khi ấn nút theo chiều mũi tên thì tiếp điểm đóng lại, nối mạch điện. Khi bỏ tay ra, nhờ lò xo phản, tiếp điểm lại trở về vị trí ban đầu là hở mạch.

#### b. Nút ấn thường đóng:

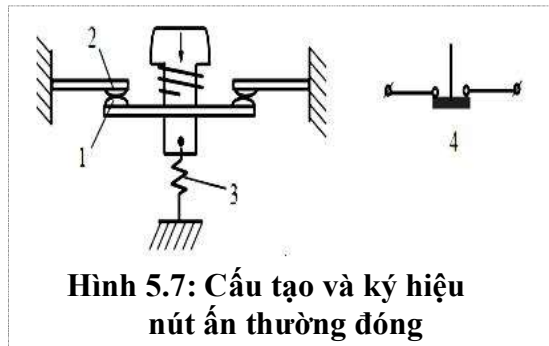
- Cấu tạo:

Trên (hình 5.7) là cấu tạo và ký hiệu nút ấn thường đóng, gồm:

1. Tiếp điểm động
2. Tiếp điểm cố định
3. Lò xo đẩy
4. Ký hiệu tiếp điểm thường đóng

- Hoạt động:

Khi ấn nút theo chiều mũi tên thì tiếp điểm hở ra, cắt mạch điện. Khi bỏ tay ra, nhờ lò xo phản, các tiếp điểm trở về vị trí ban đầu là thường đóng.



**Hình 5.7: Cấu tạo và ký hiệu nút ấn thường đóng**

## 1.5 Bộ khống chế

### 1.5.1 Khái niệm về khống chế truyền động điện

Khống chế truyền động điện thực chất là thay đổi các thông số của mạch điện cấp cho động cơ theo một quy luật nào đó để làm thay đổi chế độ làm việc của động cơ theo yêu cầu.

### 1.5.2 Các chức năng của hệ thống khống chế truyền động điện

- Đóng cắt: là quá trình đưa các phần tử động lực vào hoặc ra khỏi mạch điện thay đổi trạng thái làm việc của hệ thống truyền động như cầu dao, aptomat, công tắc tơ, khởi động từ, nút ấn, công tắc hành trình, bộ khống chế chỉ huy,...

- Khống chế: nhằm bảo vệ quá trình đóng cắt xảy ra đúng thời điểm, đúng trình tự yêu cầu. Để thiết bị làm việc với tốc độ, dòng điện, mô men, thời gian, trình tự

theo yêu cầu của quy trình công nghệ đòi hỏi. Các khí cụ không chế bao gồm: các loại rơ le điện áp, dòng điện, tốc độ, thời gian, công tắc hành trình, ...

- Bảo vệ: nhằm đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong quá trình sản xuất. Chức năng bảo vệ do khí cụ bảo vệ thực hiện như: cầu chì, áp tô mát, rơ le nhiệt, rơ le dòng điện, điện áp,...

### 1.5.3 Các yêu cầu của hệ thống không chế truyền động

- Phù hợp nhất với quy trình công nghệ: động cơ truyền động phải có đặc tính cơ, đặc tính điều chỉnh tốc độ phù hợp với đặc tính cơ cấu sản xuất mà nó dẫn động. Khai thác triệt để về mặt công suất, hiệu suất

- Kết cấu đơn giản, tác động tin cậy
- Thuận tiện, linh hoạt trong điều khiển
- Đơn giản cho kiểm tra và phát hiện sự cố.
- Tác động phân minh lúc bình thường cũng như lúc có sự cố.
- An toàn và các yêu cầu khác.

### 1.5.4 Các bước không chế truyền động điện

- Tự động điều chỉnh quá trình mở máy là quá trình đưa tốc độ động cơ từ  $n = 0$  đến tốc độ làm việc nào đó theo yêu cầu của máy sản xuất sao cho dòng điện mở máy nhỏ, mô men mở máy lớn.

- Tự động điều chỉnh quá trình làm việc duy trì các thông số theo trình tự tính sẵn
- Tự động điều chỉnh quá trình hãm dừng máy, nhằm đẩy nhanh quá trình dừng máy để nâng cao năng suất máy.

### 1.5.5 Không chế truyền động điện theo dòng điện

a. Nội dung nguyên tắc:

+ Dòng điện trong mạch phản ứng động cơ xác định trạng thái mang tải của động cơ cũng như phản ánh trạng thái khởi động hay hãm của động cơ.

+ Trong các quá trình khởi động hay hãm dòng điện cần phải nhỏ hơn một trị số cho phép.

+ Trong quá trình làm việc cũng cần duy trì dòng điện ở một số nào đó theo yêu cầu của quá trình công nghệ.

Như vậy ta cần có rơ le dòng điện hoặc các thiết bị làm việc có tín hiệu đầu vào là dòng điện để không chế hệ thống theo các yêu cầu nói trên. Khi dòng điện phản ứng đạt giá trị ngưỡng xác định có thể điều chỉnh được của nó thì nó sẽ phát tín hiệu điều khiển hệ thống chuyển đến trạng thái làm việc theo yêu cầu.

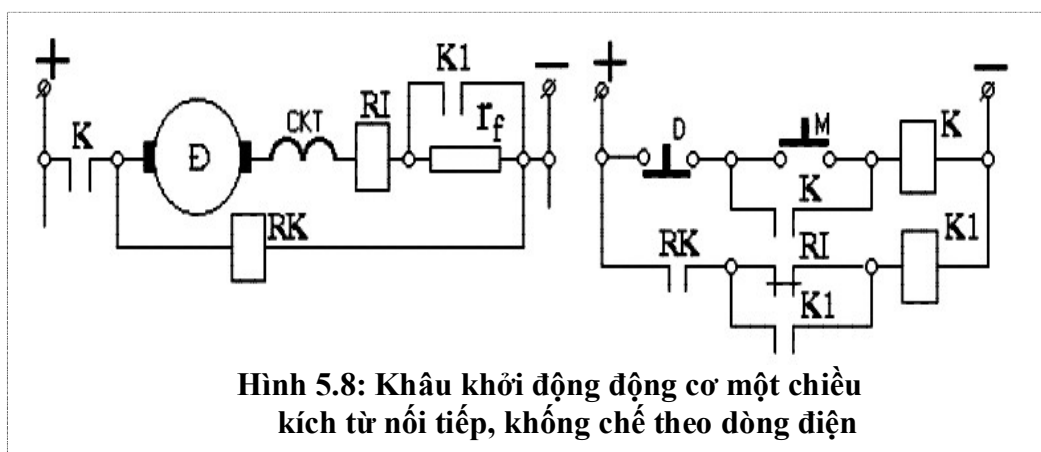
b. Sơ đồ ứng dụng:

Khâu khởi động động cơ một chiều kích thích nối tiếp dùng một điện trở phụ trong mạch phản ứng:

Hình 5.8 gồm:

+ K, K1: công tắc tơ

- + M: nút ấn thường mở
- + D: nút ấn thường đóng
- + RI: tiếp điểm thường đóng
- + RK: rơ le khoá
- + RI: Rơ le dòng điện được chọn theo các điều kiện
- + Dòng điện tác động (dòng điện hút):  $I_{td} < I_1$
- + Dòng điện nhả:  $I_{nhả} < I_2$
- +  $I_1, I_2$ : được xác định từ điều kiện khởi động
- + Rơ le RK được gọi là rơ le khoá, được chọn theo điều kiện: thời gian tác động riêng của RK lớn hơn thời gian tác động riêng của RI.
- + Kết hợp các điều kiện chọn của RI, RK đảm bảo cho điện trở phụ được tham gia vào quá trình khởi động.
- Hoạt động:



Khi ấn nút M, động cơ được nối vào mạch qua điện trở phụ. Khi tốc độ động cơ tăng, dòng điện phản ứng, giảm đến trị số nhả của RI, tiếp điểm thường đóng RI đóng. Công tắc tơ K1 có điện, ngắt mạch điện trở phụ để động cơ tăng tốc đến tốc độ làm việc.

## 1.6 Công tắc tơ

**1.6.1 Công dụng:** Công tắc tơ điện từ là loại thiết bị điện đóng cắt điện từ xa, tự động hoặc bằng nút ấn các mạch điện có tải điện áp đến 500V, dòng điện đến 600A.

### 1.6.2 Phân loại

- Phân loại theo dòng điện, công tắc tơ điện có các cấp dòng điện thông dụng 10, 20, 25, 40, 60, 75, 100, 150, 250, 350, 600A.
- Phân loại theo điện áp định mức công tắc làm việc:
  - + Dòng một chiều có các loại: 110V, 220V, 440V.
  - + Dòng xoay chiều có các loại: 127V, 220V, 380V, 500V.

### 1.6.3 Cấu tạo, nguyên lý làm việc

Công tắc tơ điện có hai vị trí: đóng và cắt. Tiếp điểm được giữ ở trạng thái đóng nhờ có dòng điện trong cuộn dây hút (cuộn điều khiển) của cơ cấu điện từ.

Trên hình 5.9 vẽ sơ đồ nguyên lý chung của các công tắc tơ điện từ.

Công tắc tơ điện từ có các bộ phận chính sau:

- Cơ cấu điện từ.
- Hệ thống tiếp điểm chính.
- Hệ thống tiếp điểm phụ
- Hệ thống dập hồ quang.

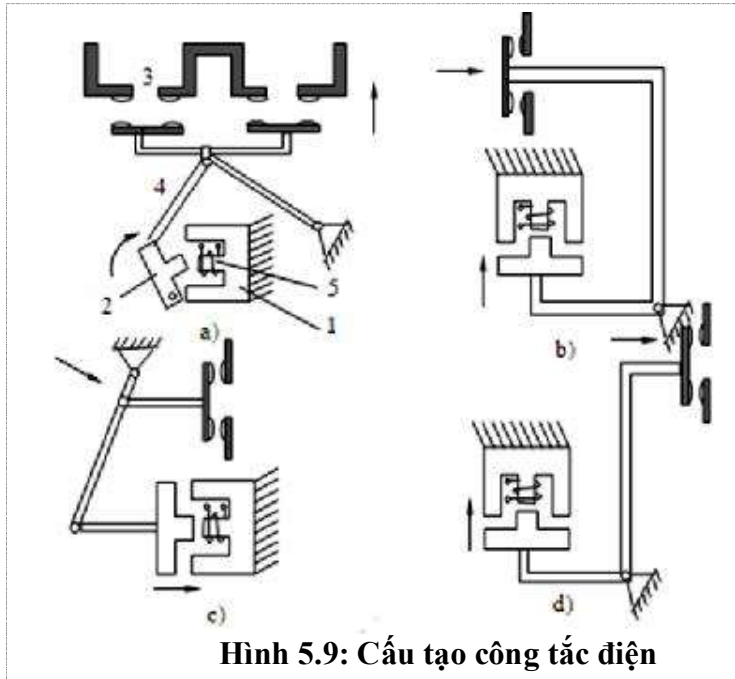
Trong sơ đồ hình 5.9 ta thấy 2 bộ phận cơ bản: cơ cấu điện từ và cơ cấu truyền động. Cơ cấu truyền động gồm hệ thống tay đòn và tiếp điểm động. Cơ cấu truyền động phải có kết cấu hợp lý để giảm thời gian thao tác đóng, cắt, tăng lực ép các tiếp điểm và giảm được tiếng kêu va đập.

Cơ cấu điện từ

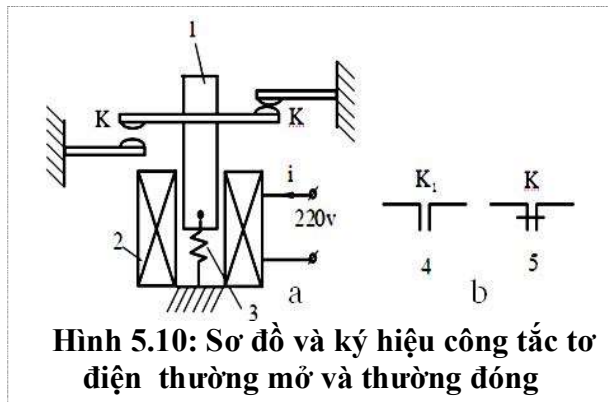
Cơ cấu điện từ của công tắc tơ gồm có mạch từ và cuộn dây hút.

Mạch từ của công tắc tơ điện xoay chiều là các lõi thép được ghép bằng các lá thép kỹ thuật điện có chiều dày từ 0,35mm đến 0,5mm để giảm tổn hao sắt từ do dòng điện xoáy. Mạch từ có dạng hình chữ E hoặc chữ U, gồm 2 phần: phần tĩnh (1) được ghép chặt cố định và phần động (2) là nắp còn gọi là phần ứng được nối với các tiếp điểm (3) qua hệ thống tay đòn (4).

Cuộn dây hút (5) có điện trở rất bé so với điện kháng. Khi có dòng điện qua cuộn hút, sẽ lực



Hình 5.9: Cấu tạo công tắc điện



Hình 5.10: Sơ đồ và ký hiệu công tắc tơ điện thường mở và thường đóng

điện từ hút nắp (phần động 2), thông qua hệ thống tay đòn, đóng tiếp điểm (3), duy trì vị trí đóng mạch điện của công tắc điện (Hình 5.9).

Nguyên lý làm việc của công tắc điện một chiều cũng tương tự như trên, thường chỉ khác ở hình dáng kết cấu của mạch từ tới tiếp điểm. Công tắc điện một chiều thường dùng mạch từ kiểu xupáp, có tiếp điểm động bắt chặt ngay vào nắp. Ngoài ra, vì sử dụng dòng điện một chiều, nên mạch từ thường làm bằng sắt từ mềm, cuộn dây thường có dạng hình trụ tròn, có thể quấn sát vào lõi, vì lõi thép ít nóng hơn trường hợp điện xoay chiều.

Hệ thống tiếp điểm

Hệ thống tiếp điểm gồm các tiếp điểm thường hở (mở) (ở trạng thái hở) và tiếp điểm thường đóng (ở trạng thái đóng) khi chưa có tác động của cuộn dây điều khiển (cuộn hút).

Trên (hình 5.10a) vẽ vị trí các tiếp điểm thường hở, thường đóng khi không có dòng điện vào cuộn dây điều khiển. (hình 5.10b) vẽ ký hiệu cuộn dây công tắc tơ điện K và tiếp điểm thường hở, tiếp điểm thường đóng.

## 2. KHÍ CỤ BẢO VỆ MẠCH ĐIỆN

Mục tiêu

- Giải thích được sơ đồ và trình bày được nguyên lý hoạt động của khí cụ bảo vệ mạch điện

### 2.1 Cầu chì

Cầu chì là loại thiết bị điện dùng để bảo vệ các thiết bị điện và mạch điện tránh quá dòng điện (chủ yếu là dòng điện ngắn mạch). Trong mạng điện ta thường thấy cầu chì bảo vệ các dây điện và cáp, bảo vệ đồ dùng điện gia đình, bảo vệ máy biến áp, động cơ điện, ...

Hai phần tử cơ bản của cầu chì là: dây chảy và thiết bị dập hồ quang (phần tử dập hồ quang thường gập ở cầu chì cao áp).

Dây chảy là phần tử quan trọng nhất, để cắt mạch điện khi có sự cố một cách tin cậy, dây chảy cần thoả mãn một số yêu cầu sau:

- Không bị ôxy hoá.
- Dẫn điện tốt.
- Nhiệt độ nóng chảy tương đối thấp.
- Kim loại vật liệu ít.
- Quán tính nhiệt phải nhỏ.

Để giảm nhiệt độ tác động, người ta thường dùng 2 biện pháp:

- Dùng dây dẹt có chỗ thắt lại để giảm tiết diện.
- Dùng dây tròn, trên một số đoạn hàn thêm một số vảy kim loại có nhiệt độ nóng chảy thấp.

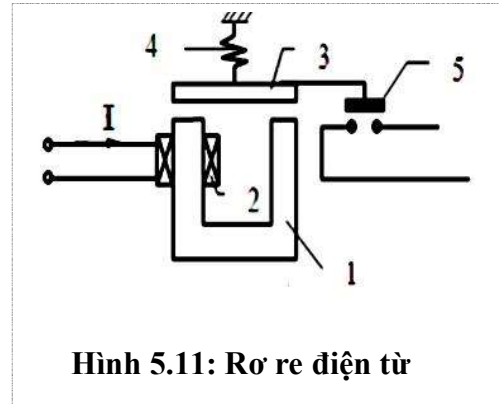
Cấu tạo của cầu chì có các loại sau: loại hở, loại vặn, loại hộp, loại kín không có cát thạch anh, loại kín trong ống có cát thạch anh.

Cầu chì có đặc điểm là đơn giản, kích thước bé, khả năng cắt (bảo vệ) lớn và giá thành thấp, nên ngày nay vẫn được ứng dụng rộng rãi.

## 2.2 Rơ-le

### 2.2.1 Rơ-le điện từ

Role điện từ là loại role điện cơ, làm việc theo nguyên lý điện từ. Xét một rơle điện từ có cấu tạo như (hình 5.11). Khi cho dòng điện  $I$  đi vào cuộn dây 2 của nam châm điện 1, thì nắp 3 của nam châm điện sẽ chịu một lực hút điện là  $F_{dt}$ . Khi dòng điện  $I$  lớn hơn dòng điện tác động  $I_{dt}$  thì lực điện từ  $F_{dt}$  lớn hơn lực  $F_{lòxo}$  của lò xo 4, làm đóng tiếp điểm 5. Khi dòng điện  $I$  nhỏ hơn dòng điện trở về  $I_{tv}$ , lực  $F_{lòxo}$  lớn hơn lực điện từ  $F_{dt}$  rơle nhả, cắt tiếp điểm 5.



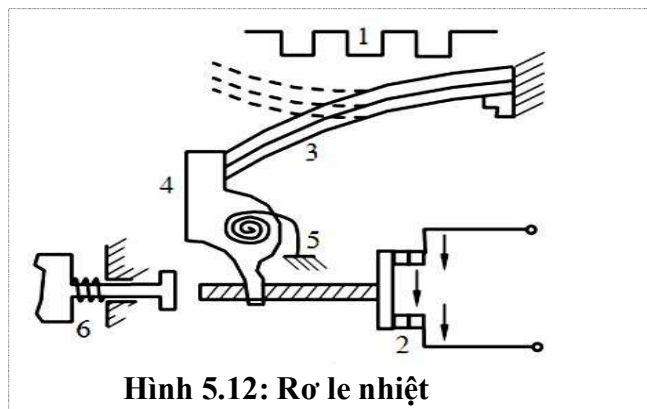
Hình 5.11: Rơ re điện từ

Nhược điểm của role điện từ là công suất tác động tương đối lớn, độ nhạy thấp. Hiện nay người ta sử dụng vật liệu sắt từ mới để tăng độ nhạy của rơle.

### 2.2.2 Rơ-le nhiệt

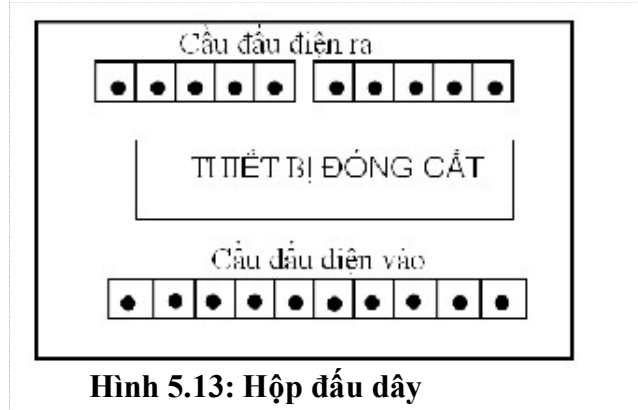
Rơle nhiệt dùng để bảo vệ động cơ điện hoặc mạch điện khỏi bị quá tải. Role nhiệt không tác động tức thời theo trị số dòng điện, vì cần có thời gian để phát nóng. Thời gian làm việc khoảng vài giây đến vài phút.

Role nhiệt có nguyên lý làm việc dựa vào tác dụng nhiệt của dòng điện. Loại rơle nhiệt thường gặp có phần tử cơ bản là phiến kim loại kép, cấu tạo từ 2 tấm kim loại, một tấm có hệ số giãn nở bé và một tấm có hệ số giãn nở lớn. Khi đốt nóng do dòng điện  $I$ , có thể dùng trực tiếp cho dòng điện đi qua hoặc dây điện trở bao quanh. (hình 5.12) là sơ đồ cấu tạo rơle nhiệt. Bộ phận đốt nóng 1 đầu đầu nối tiếp với mạch điện chính của thiết bị cần bảo vệ (tự động cắt điện). Khi dòng điện chạy trong mạch tăng lên quá mức quy định (động cơ điện bị quá tải) thì nhiệt lượng tỏa ra làm cho phiến kim



Hình 5.12: Rơ-le nhiệt

loại kép 3 cong lên phía trên (về phía kim loại có hệ số giãn nở nhỏ). Nhờ lực kéo của lò xo 5, đòn bẩy 4 sẽ quay và mở tiếp điểm 2, làm cho mạch điện tự động cắt điện. Khi bộ phận đốt nóng nguội đi, thanh kim loại kép hết cong, ấn nút 6 là có thể đưa role nhiệt về vị trí cũ, tiếp điểm 2 đóng.



### 2.2.3 Hộp đấu dây

Sơ đồ cấu tạo

Hộp đấu dây (hình 5.13): thường chứa trong một hộp kín bằng thép để tránh mưa, gió. Bên trong có các cầu đầu điện vào, thiết bị đóng, cắt, điện như aptômát, cầu dao, cầu chảy, hoặc các thiết bị đo đếm điện và các cầu đầu điện ra. Độ lớn của hộp phụ thuộc vào số cầu nối và thiết bị đóng cắt.

## 3. MẠCH ĐIỀU KHIỂN MÁY PHÁT ĐIỆN

Mục tiêu

- Giải thích được sơ đồ và trình bày được nguyên lý hoạt động mạch điều khiển máy phát điện.

Nội dung

Để truyền động cho cơ cấu sản xuất có phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng, người ta dùng mạch điện tổng hợp hai phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ: thay đổi từ thông và thay đổi điện áp đặt lên phần ứng động cơ, như sơ đồ hình 5.14. đó là hệ thống máy phát - động cơ đơn giản gọi tắt là hệ thống F - Đ

a) Giới thiệu sơ đồ nguyên lý:

Trong sơ đồ:

- DTr: động cơ truyền lực, dùng để cung cấp động lực cho hệ thống: kéo máy phát và máy kích từ. Nó có thể là động cơ điện áp đồng bộ hoặc không đồng bộ.
- F: Máy phát điện một chiều, dùng cung cấp điện trực tiếp cho động cơ
- Đ: Động cơ điện một chiều là đối tượng phải điều chỉnh tốc độ dùng kéo cơ cấu sản xuất.
- CCSX: cơ cấu sản xuất, là phụ tải của động cơ Đ.
- FX: máy kích từ, là một máy phát điện tự kích từ có từ dư lớn cung cấp điện cho các cuộn dây kích từ của máy phát và động cơ điện một chiều.
- CKF, CKĐ, CKK: cuộn dây kích từ của máy phát điện, động cơ điện và máy kích từ.



-  $R_{kf}$ ,  $R_{kĐ}$ ,  $R_{kk}$ : điện trở mạch kích từ máy phát điện, của động cơ điện của máy kích từ.

- CD: cầu dao hai lá, có hai vị trí đóng mạch 1 và 2 dùng để đảo chiều điện áp đặt lên cuộn dây kích từ của máy phát.

b. Khởi động hệ thống.

Việc khởi động hệ thống F - Đ được tiến hành theo thứ tự sau đây:

Trước hết khởi động động cơ truyền ĐTr, ĐTr quay làm F và FK quay khi rotor của máy kích từ quay, thanh dẫn của nó quét qua từ trường tạo ra một sức điện động và điện áp ban đầu  $U_K$  rất bé, ví dụ phân cực hình vẽ. Điện áp  $U_K$  tạo ra dòng điện kích từ  $I_{KK}$  chạy trong mạch cuộn  $0_{kk}$  kích từ trở lại cho K. Nhờ vậy mà điện áp  $U_K$  lớn lên dần và đạt trị số định mức nhờ điện áp  $U_K$  mà cuộn dây kích từ của động cơ CXĐ dòng điện  $I_{KĐ}$  chạy qua. Lúc này cầu dao CD hở mạch.

Sau đó đóng cầu dao CD tăng dần dòng điện kích từ của máy phát  $I_{KI}$  dòng điện trong máy phát lớn lên dòng  $I_u$  tăng dần. Do đó động cơ Đ tốc độ cho đến khi đạt trị số đã định. Quá trình khởi động kết thúc.

c) Điều chỉnh tốc độ.

Dựa vào phương pháp cơ bản về đặc tính tốc độ của động cơ điện 1 chiều

$$\omega_D = \frac{U_D}{K\Phi_D} - I_u \frac{R_{uĐ}}{K\Phi_D} \quad (3-1)$$

$$U_D = E_F - I_u R_{uF} \quad (3-2)$$

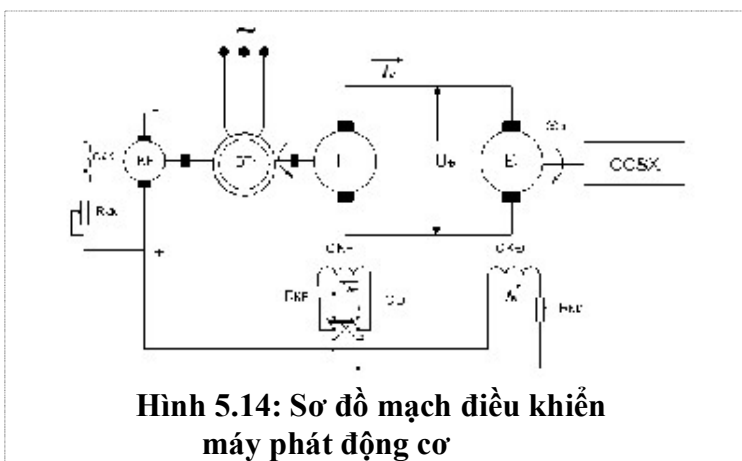
$$\omega_D = \frac{E_F}{K\Phi_D} - I_u \frac{R_{uF} + R_{uĐ}}{K\Phi_D} \quad (3-3)$$

Trong đó:

$E_F$  - sức điện động của máy phát điện

$R_{uĐ}$ ,  $R_{uF}$  - điện trở mạch cuộn dây phản ứng của động cơ điện và máy phát điện.

$$\omega_0 = \frac{E_F}{K\Phi_D} \quad \text{Tốc độ không tải lý tưởng của hệ thống.}$$



**Hình 5.14: Sơ đồ mạch điều khiển máy phát động cơ**

Qua phương trình 3-2 ta thấy muốn điều chỉnh tốc độ động cơ bằng phương pháp thay đổi điện áp đặt lên phần ứng ( $U_D$ ) ta phải thay đổi  $E_F$ , là thay đổi điện trở  $R_{KF}$  trên mạch cuộn dây kích từ. Ví dụ giảm tốc độ động cơ, ta tăng  $R_{KF}$ ,  $I_{KF}$  sẽ giảm,  $\phi_F$  giảm;  $E_F$  giảm nghĩa là  $\omega_0$  giảm.

Nếu muốn có tốc độ động cơ lớn hơn tốc độ cơ bản (tốc độ cơ bản là tốc độ của động cơ trên đường đặc tính ứng với  $U_D = U_{dm}$   $\phi_d = \phi_{dm}$ )

Cho máy phát điện phát ra điện áp định mức và giảm dần từ thông  $\phi_D$  của động cơ tức là tăng trị số điện trở  $R_{KD}$  trên mạch cuộn dây kích từ của động cơ.

#### 4. MẠCH ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Mục tiêu

- Giải thích được sơ đồ và trình bày được nguyên lý hoạt động mạch điều khiển động cơ điện.

##### 4.1 Mạch khởi động từ đơn

###### 4.1.1 Sơ đồ

Khởi động từ là một loại thiết bị điện dùng để điều khiển đóng cắt từ xa, đảo chiều quay và bảo vệ quá tải (nếu có mắc thêm role nhiệt) cho các động cơ ba pha rotor lồng sóc. Loại khởi động từ có một công tắc tơ gọi là khởi động từ đơn, thường dùng để điều khiển đóng cắt động cơ điện. Khởi động từ có hai công tắc tơ gọi là khởi động từ kép, dùng để khởi động và điều khiển đảo chiều quay động cơ điện. Muốn khởi động từ bảo vệ được ngắn mạch phải mắc thêm cầu chì.

Trên (hình 5.15) vẽ sơ đồ dùng khởi động từ đơn để đóng cắt điều khiển động cơ điện.

Trên sơ đồ ký hiệu như sau:

- A, B, C, O mạch ba pha 4 dây.

- CC là cầu chì.

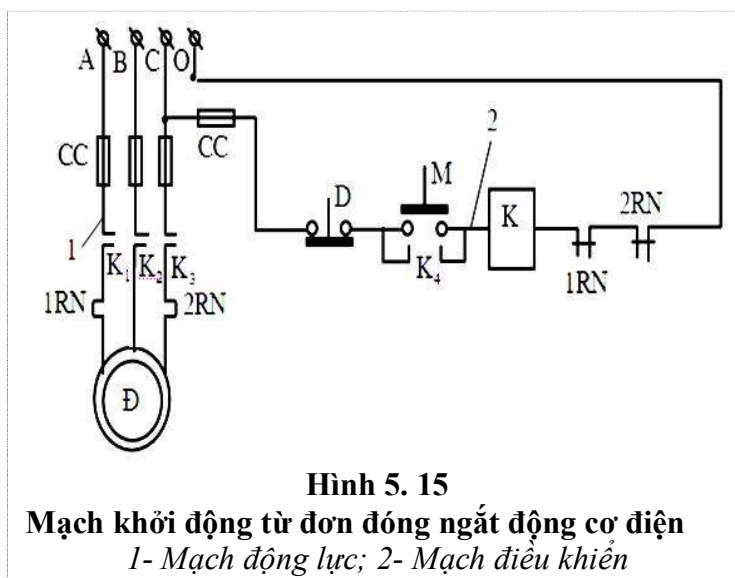
- 1RN, 2RN hai role nhiệt đặt ở 2 pha.

- K cuộn dây công tắc tơ có bốn tiếp điểm

thường mở (K1, K2, K3 ở mạch động lực, K4 ở mạch điều khiển).

- D nút ấn thường đóng (nút dừng máy).

- M nút ấn thường mở (nút mở máy).



Hình 5. 15

Mạch khởi động từ đơn đóng ngắt động cơ điện

1- Mạch động lực; 2- Mạch điều khiển

### 4.1.2 Hoạt động

- Mở máy: ấn nút mở máy M, dòng điện đi từ pha C qua cầu chì, qua D, M, K, 2 tiếp điểm thường đóng 1RN, 2RN của role nhiệt, về trung tính O, cuộn dây K có điện, đóng các tiếp điểm K1, K2, K3 cung cấp điện cho động cơ. Đồng thời đóng tiếp điểm K4 để tự khoá nút M (bỏ tay ấn nút M ra mạch điện vẫn được duy trì đi qua tiếp điểm K4).

- Muốn cắt động cơ (dừng máy) ta ấn nút D, cuộn dây công tắc tơ K mất điện, Các tiếp điểm K1, K2, K3, K4 hở ra, động cơ cắt khỏi nguồn điện.

- Bảo vệ động cơ: cầu chì CC bảo vệ ngắn mạch, hai role nhiệt bảo vệ quá tải.

### 4.2 Sơ đồ mạch khởi động từ kép

#### 4.2.1 Sơ đồ (hình 5.16)

Các bộ phận tương tự loại khởi động từ đơn.

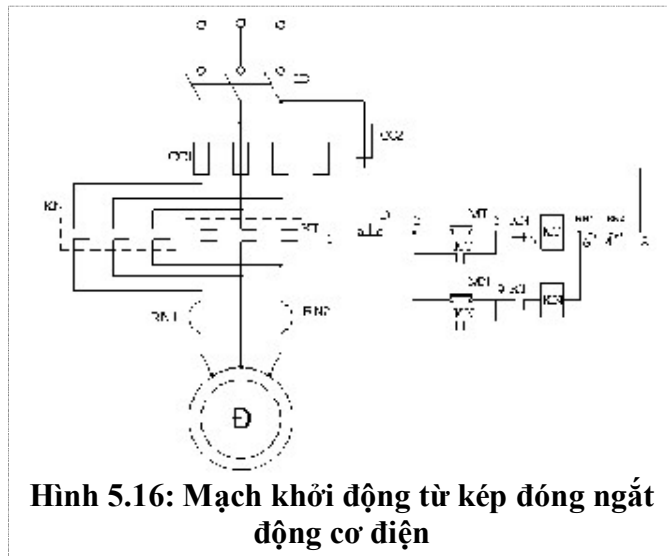
$K_T, K_N$ : tiếp điểm thường đóng.

$R_{N1}, R_{N2}$ : rơ le nhiệt

#### 4.2.2 Hoạt động

Quay thuận: Ấn nút công tắc  $K_T$  có điện đóng động cơ vào lưới quay ngược, ấn nút  $M_N$ , công tắc tơ  $K_N$  có điện đóng động cơ vào lưới được đảo thứ tự hai trong ba pha điện áp đặt vào stator. Các tiếp điểm thường đóng  $K_T$  và  $K_N$ .

Đầu liền đầu nhau để bảo vệ ngắn mạch hai pha, bảo đảm muốn đảo chiều quay của động cơ phải ấn nút dừng D, bảo vệ quá tải dùng rơ le nhiệt, ngắn mạch dùng cầu chì  $CC_1, CC_2$ .



**Hình 5.16: Mạch khởi động từ kép đóng ngắt động cơ điện**

### **Câu hỏi ôn tập môn học**

1. Nêu khái niệm mạch điện một chiều? Nguyên lý sản sinh ra dòng điện một chiều?
2. Trình bày nội dung các định luật và đại lượng đặc trưng của dòng điện một chiều?
3. Trình bày nguyên lý sinh ra dòng điện xoay chiều? các đại lượng đặc trưng dòng điện xoay chiều? biểu diễn các đại lượng xoay chiều bằng đồ thị véc tơ?
4. Nêu ý nghĩa hệ số công suất? cách nâng cao hệ số công suất/
5. Trình bày nguyên lý sinh ra dòng điện xoay chiều ba pha?
6. Trình bày cách đấu dây mạch điện xoay chiều ba pha nguồn và phụ tải theo sơ đồ hình sao? các quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha đối xứng?
6. Trình bày cách đấu dây mạch điện xoay chiều ba pha nguồn và phụ tải theo sơ đồ hình tam giác? các quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha?
7. Nêu nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại máy phát điện?
8. Trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy phát điện một chiều, máy phát điện xoay chiều? sơ đồ lắp máy phát điện xoay chiều ba pha?
9. Nêu nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại động cơ điện?
10. Trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc của động cơ điện một chiều? nêu các trị số định mức của động cơ điện một chiều?
11. Trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc của động cơ điện không đồng bộ một pha, ba pha? sơ đồ lắp động cơ ba pha trong hệ thống điện?
12. Nêu nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại máy biến áp?
13. Trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy biến áp một pha? ký hiệu máy biến áp một pha?
14. Trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy biến áp ba pha? các cách cuốn dây máy biến áp ba pha? nêu tỷ số biến áp của các cách đấu dây?
15. Trình bày sơ đồ lắp đặt máy biến áp một pha, máy biến áp ba pha?
16. Nêu công dụng, phân loại, cấu tạo và nguyên lý hoạt động của cầu dao, áp tômát, công tắc điện, nút ấn, công tắc tơ?
17. Trình bày nguyên lý hoạt động và ứng dụng của rơ le điện từ và rơ le nhiệt?
18. Trình bày nguyên lý hoạt động mạch điều khiển máy phát động cơ?
19. Trình bày nguyên lý hoạt động mạch điều khiển động cơ điện?

**Tài liệu tham khảo**

1. Khoa cơ khí (2004), *Giáo trình Kỹ thuật điện*, Trường cao đẳng nghề cơ khí nông nghiệp
2. Tổng cục dạy nghề (2012), *Giáo trình Kỹ thuật điện*, Tổng cục dạy nghề.
3. Lê Thị Thanh Hoàng (2008), *Giáo trình kỹ thuật điện*, nhà xuất bản Đại học quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
4. PGS.TS Đặng Văn Hào, PGS-TS Lê Văn Doanh (2010), *Giáo trình kỹ thuật điện*, nhà XB Giáo dục.
5. Hoàng Ngọc Văn (1999), *Giáo trình điện tử*, đại học quốc gia thành phố Hồ Chí Minh trường Đại học sư phạm kỹ thuật.
6. Lê Thị Hồng Thắm (2009), *Giáo trình Kỹ thuật Điện tử*, thành phố Hồ Chí Minh.

