

**PHẦN 2 – VẤN ĐỀ CHUNG  
VỀ MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU**

**CHƯƠNG 5**

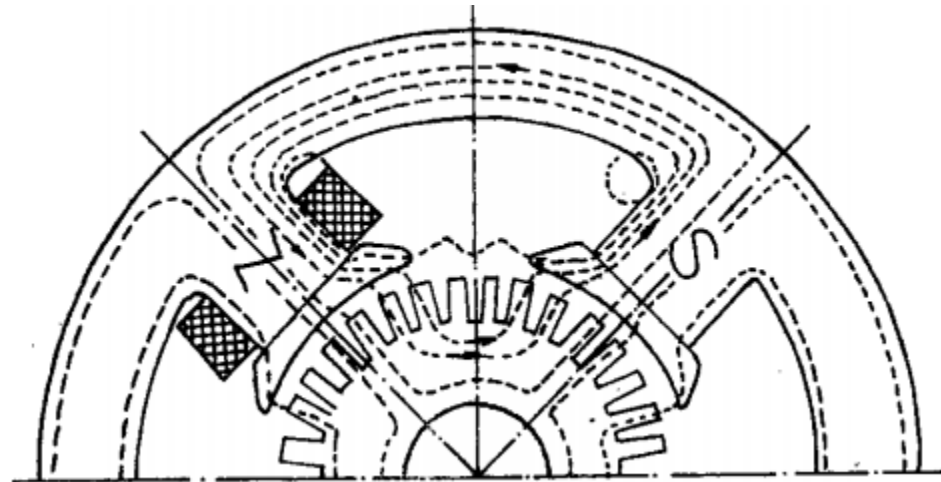
**MẠCH TỰ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN**

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

## 1. TỪ TRƯỜNG MÁY ĐIỆN

### 1.1. Từ trường chính và từ trường tản

Trong máy điện, các cực từ có cực tính khác nhau được bố trí xen kẽ nhau. Từ thông đi từ cực bắc N qua khe hở và vào phần ứng rồi trở về hai cực nam N nằm kề bên.



Phần lớn từ thông dưới mỗi cực từ đi qua khe hở vào phần ứng, có một phần rất nhỏ từ thông không qua phần ứng mà trực tiếp qua các cực từ bên cạnh, gông từ, nắp máy ...

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

Phần từ thông đi vào phần ứng gọi là từ thông chính hay từ thông khe hở  $\Phi_0$ , cảm ứng sđđ trong dây quấn khi phần ứng quay và tác dụng với dòng điện trong dây quấn để sinh ra mômen. Đây là phần chủ yếu của từ thông cực từ  $\Phi_c$ .

Phần từ thông không đi qua phần ứng gọi là từ thông tản  $F_s$ . Nó không cảm ứng sđđ và sinh ra mômen trong phần ứng song nó vẫn tồn tại làm cho độ bão hòa từ của cực từ và gông từ tăng lên.

Từ thông của cực từ bằng:

$$\Phi_c = \Phi_0 + \Phi_\sigma = \Phi_0 \left(1 + \frac{\Phi_\sigma}{\Phi_0}\right) = \sigma \Phi_0$$

Với:  $\sigma = 1 + \frac{\Phi_\sigma}{\Phi_0}$  – hệ số tản từ của cực từ chính ( $\sigma = 1,15 \div 1,28$ )

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

## 1.2. Stđ cần thiết để sinh ra từ thông

Cần phải có stđ  $F_0$  để sinh ra từ thông chính  $\Phi_0$ . Stđ này do số ampe vòng trên đôi cực từ của máy điện sinh ra. Theo định luật toàn dòng điện:

$$\oint_L \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \sum \mathbf{N} \cdot \mathbf{i}$$

Đối với một đôi cực:

$$F_0 = \sum \mathbf{N} \cdot \mathbf{i} = \sum \mathbf{H} \cdot \mathbf{l}$$

$$F_0 = 2H_\delta \delta + 2H_r h_r + H_u l_u + 2H_c l_c + H_g l_g$$

$$F_0 = F_\delta + F_r + F_u + F_c + F_g$$

trong đó, các chữ nhỏ  $\delta$ ,  $r$ ,  $u$ ,  $c$ ,  $g$  chỉ khe hở, răng, phần ứng, cực từ và gông từ;  $h$  - chỉ chiều cao và  $l$  - chỉ chiều dài

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

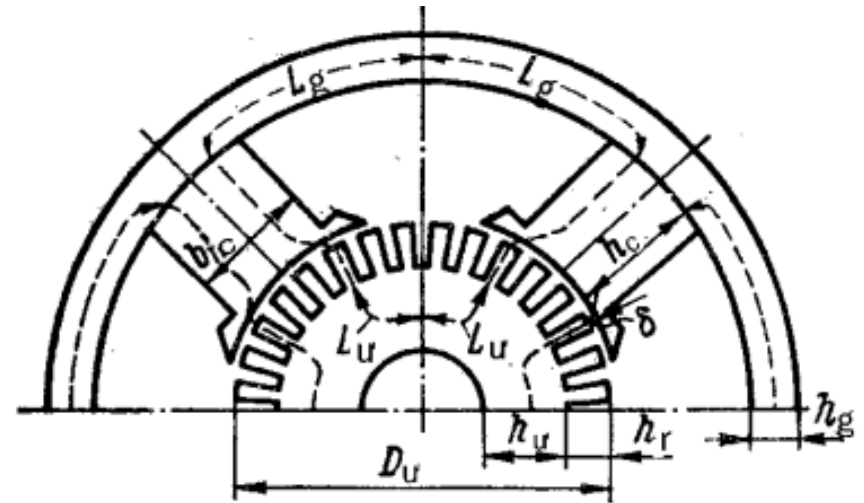
Cường độ từ trường được tính theo công thức:

$$H = \frac{B}{\mu}$$

Với  $B = \Phi / S$  – từ cảm trên các đoạn mạch từ và  $\Phi$ ,  $S$  và  $\mu$  lần lượt là từ thông, tiết diện và hệ số từ thẩm của các đoạn mạch từ.

Trong không khí  $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{H/m}$ .

Tong lõi thép thì  $\mu$  không phải là hằng số, vì vậy tìm trực tiếp  $H$  theo đường cong từ hóa của vật liệu  $B = f(H)$



# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

## 1.3. Tính stđ khe hở $F_\delta$

Stđ ở khe hở:

$$F_\delta = \frac{2}{\mu_0} B_\delta k_\delta \delta$$

Trong đó:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{H/m}$  hệ số từ thẩm của không khí;  
 $B_\delta$  từ cảm khe hở không khí ứng với từ thông chính  $\Phi_0$  :

$$B_\delta = \frac{\Phi_0}{\alpha_\delta \tau \cdot l_\delta}$$

với:  $\alpha_\delta$  – hệ số tính toán của cụm cực từ;  $\alpha_\delta = b_c/\tau = 0,62 - 0,72$ .  
 $\tau$  – bước cực từ.

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

$l_\delta$  là chiều dài tính toán của phần ứng

$$l_\delta = 0,5 (l_t - l)$$

Với  $l_t$  - chiều dài cực từ theo trục,  $l$  - chiều dài lõi sắt phần ứng không tính rãnh thông gió.

$$l = l_1 - n_g \cdot b_g$$

Còn  $l_1$  chiều dài thực lõi sắt;  $n_g, b_g$  số rãnh và bề rộng rãnh thông gió

$k_\delta$  hệ số khe hở liên quan đến răng rãnh, tính theo công thức:

$$k_\delta = \frac{t_1 + 10\delta}{b_{r1} + 10\delta}$$

với  $t_1$  và  $b_{r1}$  là bước răng và bề rộng của đỉnh răng.

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

## 1.4. Tính stđ răng $F_z$

Từ cảm tính toán của răng  $B_{rx}$  ở độ cao  $x$  của răng có thể tính như sau:

$$B_{rx} = \frac{\Phi_t}{S_{rx}} = \frac{B_\delta l_\delta t_1}{b_{rx} l_1 k_c}$$

trong đó:

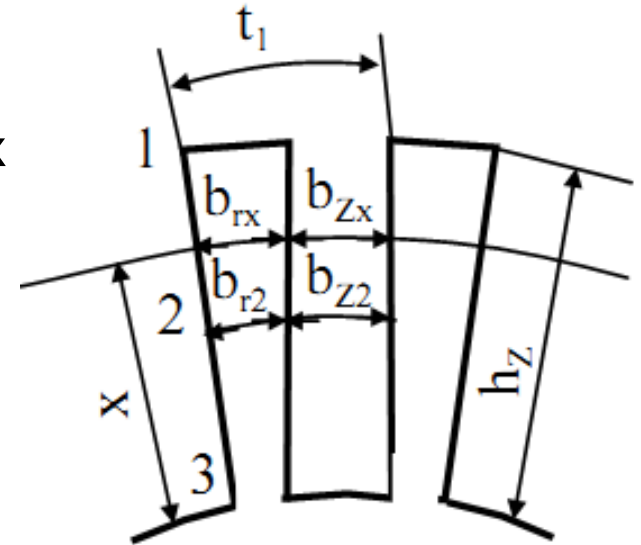
$\Phi_t = B_\delta l_\delta t_1$  từ thông đi qua một bước răng  $t_1$ .

$l_\delta, l_1$  - chiều dài tính toán và chiều dài thực của lõi sắt.

$b_{rx}$  - chiều rộng của răng ở độ cao  $x$ .

$k_c$  - hệ số ép chặt.

$t_1$  - bước răng của phần ứng.





# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

Trong thực tế tính toán stđ răng, chỉ cần tính  $H$  ở ba điểm trên chiều cao của răng ở tiết diện trên, giữa và dưới của nó là  $H_{r1}$ ,  $H_{r.tb}$ ,  $H_{r2}$ .

Trị số tính toán của cường độ từ trường trung bình:

$$H_r = \frac{1}{6}(H_{r1} + 4H_{r.tb} + H_{r2})$$

Stđ răng đối với một đôi cực từ bằng:  $F_r = 2H_r h_r$

Thường để đơn giản hơn, ta chỉ xác định từ cảm  $B$  và cường độ từ trường  $H$  ở tiết diện cách chân răng là  $h_z/3$  làm trị số trung bình để tính toán:

$$F_r = 2H_{\frac{z}{3}} h_r$$

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

## 1.5. Tính stđ ở lưng phần ứng

Từ cảm ở lưng phần ứng:

$$B_u = \frac{\Phi_u}{S_u} = \frac{\Phi_0}{2h_u l_1 k_c}$$

trong đó:  $\Phi_u = \Phi_0/2$  từ thông phần ứng.

$S_u = h_u l_1 k_c$  tiết diện lưng phần ứng.

$h_u$  – chiều cao phần ứng.

Từ B ta tìm được H theo đường cong từ hóa  $B = f(H)$ .

Stđ trên lưng phần ứng:  $F_u = H_u l_u$

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

## 1.6. Tính stđ trên cực từ và gông từ

Từ thông dưới cực từ:  $\Phi_c = \Phi_0 \sigma_t$

Từ thông trong gông từ:  $\Phi_g = \frac{1}{2} \Phi_c = \frac{1}{2} \Phi_0 \sigma_t$

Từ cảm cực từ và gông từ:  $B_c = \frac{\Phi_c}{S_c}; B_g = \frac{\Phi_g}{2.S_g}$

trong đó:  $S_c, S_g$  là tiết diện cực từ và gông từ.

Từ đường cong từ hóa của vật liệu chế tạo cực từ và gông từ, ta tìm được cường độ từ trường cực từ  $H_c$  và gông từ  $H_g$ .

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

Stđ trên cực từ và gông từ:

$$F_c = 2H_c h_c; F_g = H_g l_g$$

Trong đó:  $h_c$  chiều cao cực từ ;  $l_g$  chiều dài trung bình của gông từ.

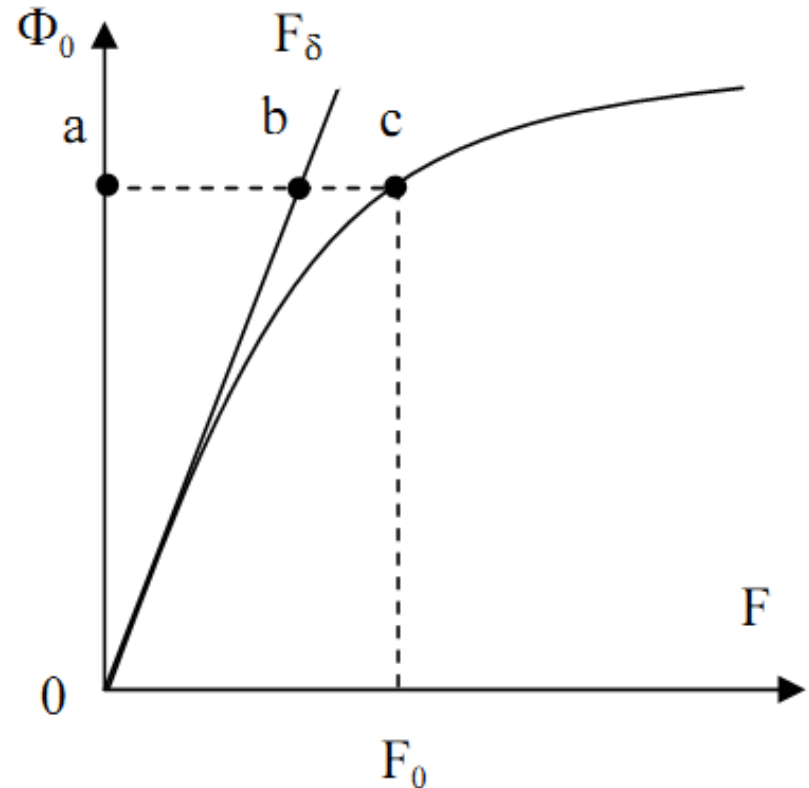
# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

## 1.7. Đường cong từ hóa

Muốn có từ thông  $\Phi_0$  cần có stđ kích từ  $F_0$ . Quan hệ  $\Phi_0 = f(F_0)$  là quan hệ của đường cong từ hóa của máy điện.

Khi từ thông tăng lên lõi sắt bão hòa, nên đường cong từ hóa nghiêng về bên phải. Kéo dài phần thẳng của đường cong từ hóa ta được quan hệ  $F_0 = f(F_\delta)$

Khi  $\Phi_0 = \Phi_0$  định mức thì stđ khe hở bằng đoạn ab còn đoạn bc là s.t.đ rơi trên các phần sắt của mạch từ.

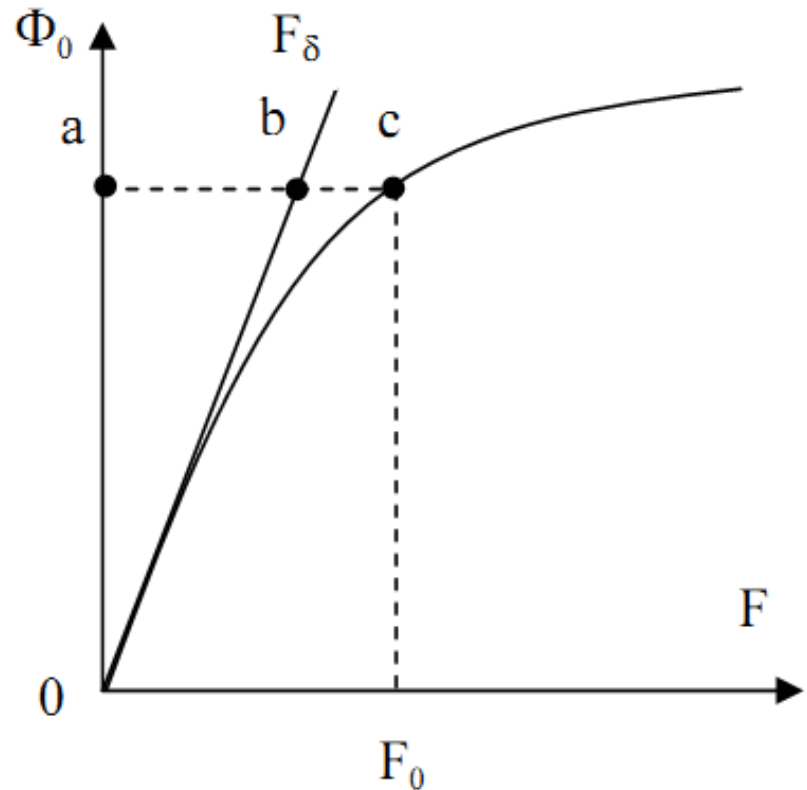


# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

Lập tỉ số:

$$k_{\mu} = \frac{F_0}{F_{\delta}} = \frac{ac}{ab}$$

Với  $k_{\mu}$  - hệ số bão hòa của mạch từ, thường bằng từ 1,1÷1,35.



# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

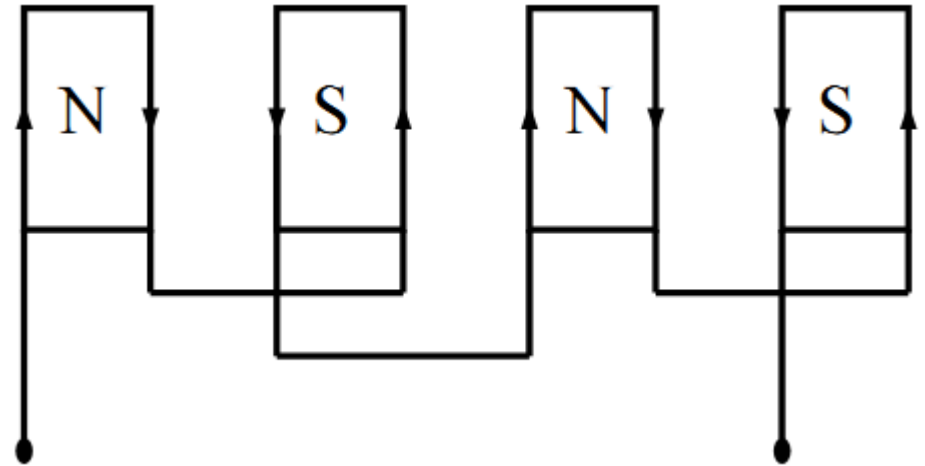
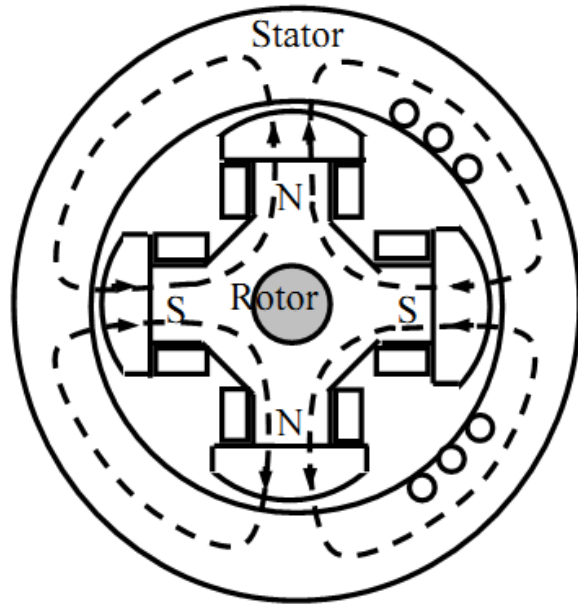
## 2. DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

### 2.1. Khái niệm chung

Dây quấn của máy điện quay được bố trí ở hai bên khe hở trên lõi thép của phần tĩnh hoặc của phần quay. Nó là bộ phận chính để thực hiện sự biến đổi năng lượng cơ điện trong máy. Một cách tổng quát có thể chia dây quấn máy điện quay ra làm hai loại : dây quấn phần cảm (dây quấn kích từ ); dây quấn phần ứng.

Dây quấn phần cảm có nhiệm vụ sinh ra từ trường ở khe hở lúc không tải. Từ trường này trong các máy điện quay thường có cực tính thay đổi, nghĩa là bố trí cực N và S xen kẽ nhau.

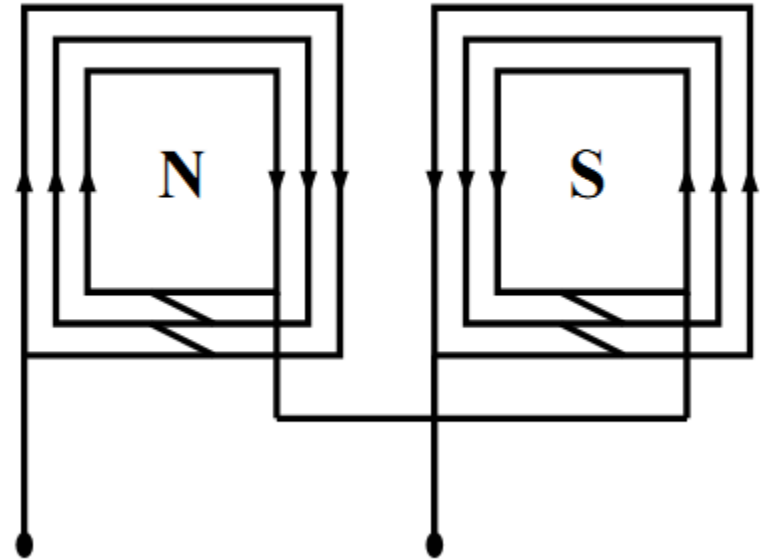
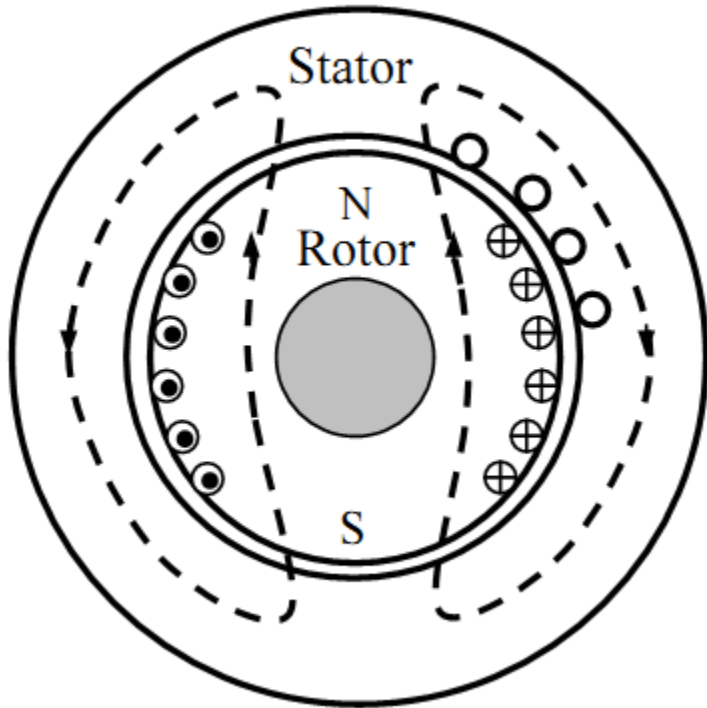
# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN



Dây quấn phần ứng có nhiệm vụ cảm ứng được một sđđ nhất định khi có chuyển động tương đối trong từ trường khe hở và tạo ra sđđ cần thiết cho sự biến đổi năng lượng cơ điện. Rõ ràng rằng nếu từ trường khe hở có cực tính thay đổi thì sđđ cảm ứng là sđđ xoay chiều.

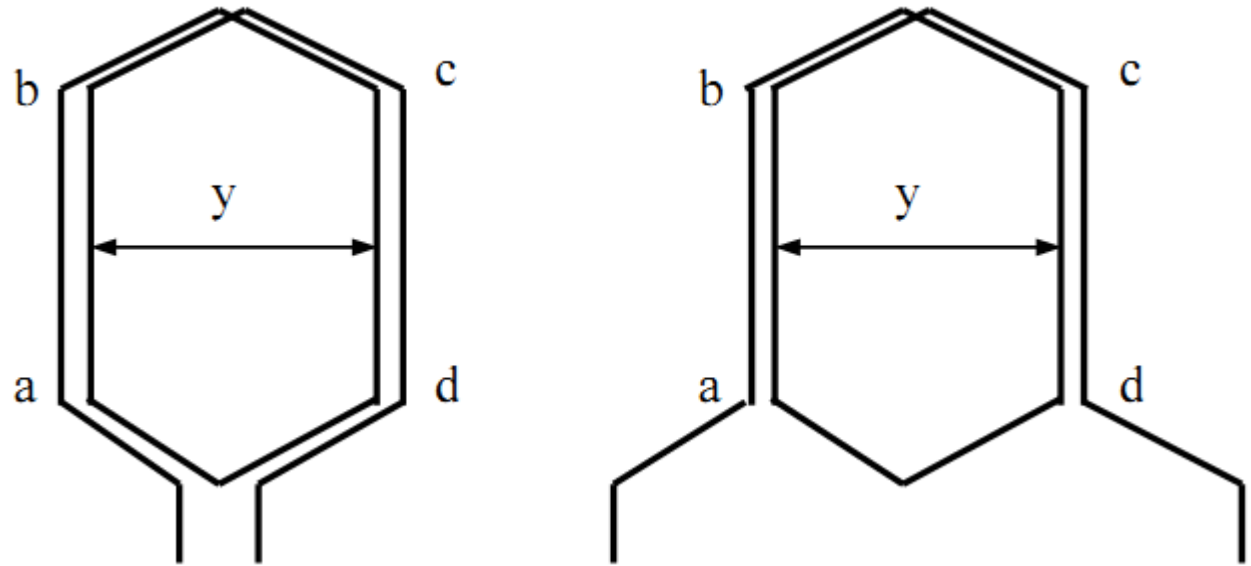


# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN



Nếu các cực từ N và S xen kẽ nhau quanh khe hở, dây quấn phần ứng được hình thành từ tổ hợp các bố dây (phần tử) với nhau.

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN



Mỗi bội dây của dây quấn xếp hoặc dây quấn sóng gồm có  $N$  vòng dây. Các phần  $ab$ ,  $cd$  được đặt trong rãnh của lõi thép gọi là các cạnh tác dụng, còn  $ad$ ,  $bc$  nằm ngoài rãnh gọi là phần đầu nối.

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

## *Yêu cầu của dây quấn:*

- Đối với dây kích từ thì tạo ra từ trường hình sin ở khe hở, còn dây quấn phần ứng đảm bảo có sđđ và dòng điện tương ứng với công suất điện từ của máy.
- Kết cấu dây quấn phải đơn giản.
- Ít tổn nguyên vật liệu.
- Bề về cơ, điện, nhiệt, hóa.
- Lắp ráp và sửa chữa dễ dàng.

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

## 2.2. Các đại lượng đặc trưng của dây quấn máy điện xoay chiều

a. *Bước cực:*

Khoảng cách giữa hai cực từ liên tiếp nhau

$$\tau = \frac{Z}{2p}$$

Trong đó:  $Z$  – số rãnh,  $2p$  – số cực từ.

b. *Bước dây quấn  $y_1$  :*

Khoảng cách giữa hai cạnh tác dụng của một phần tử

$$y_1 = \frac{Z}{2p} \pm \varepsilon$$

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

Vậy  $y_1$  phải là số nguyên. Có các trường hợp:

- $\varepsilon = 0 \rightarrow y = \tau$  dây quấn bước đủ.
- $\varepsilon > 0 \rightarrow y > \tau$  dây quấn bước dài.
- $\varepsilon < 0 \rightarrow y < \tau$  dây quấn bước ngắn.

Muốn có sđđ cảm ứng trong phần tử dây quấn lớn nhất  $e_{pt.max}$  thì  $y = t$

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

c. Bước tương đối  $\beta$  :

Bước tương đối là tỉ số giữa  $y$  và  $\tau$  .

$$\beta = \frac{y}{\tau}$$

Trong đó:  $\beta = 1$  dây quấn bước đủ.

$\beta > 1$  dây quấn bước dài.

$\beta < 1$  dây quấn bước ngắn.

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

d. Số rãnh của một pha dưới một cực từ :

$$q = \frac{Z}{m \cdot 2p}$$

e. Góc độ điện giữa hai rãnh cạnh nhau :

$$\alpha = \frac{360}{Z/p} = \frac{p \cdot 360}{Z}$$

f. Vùng pha của dây quấn:

$$\gamma = q \cdot \alpha$$

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

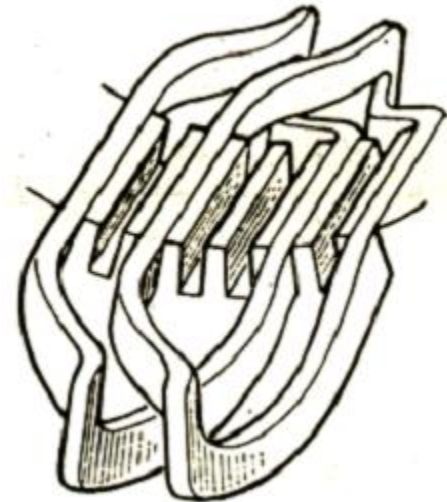
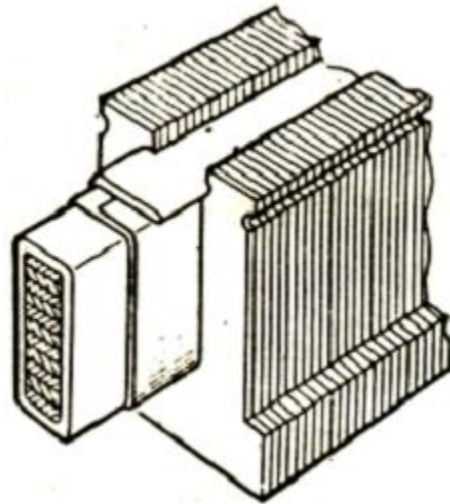
## 2.3. Phân loại dây quấn máy điện xoay chiều:

a. *Phân theo số lớp trong rãnh:*

+ Dây quấn một lớp : trong một rãnh chỉ đặt một cạnh tác dụng. Như vậy số phần tử của dây quấn :

$$S = \frac{Z}{2}$$

Với S - số phần tử; Z - là số rãnh

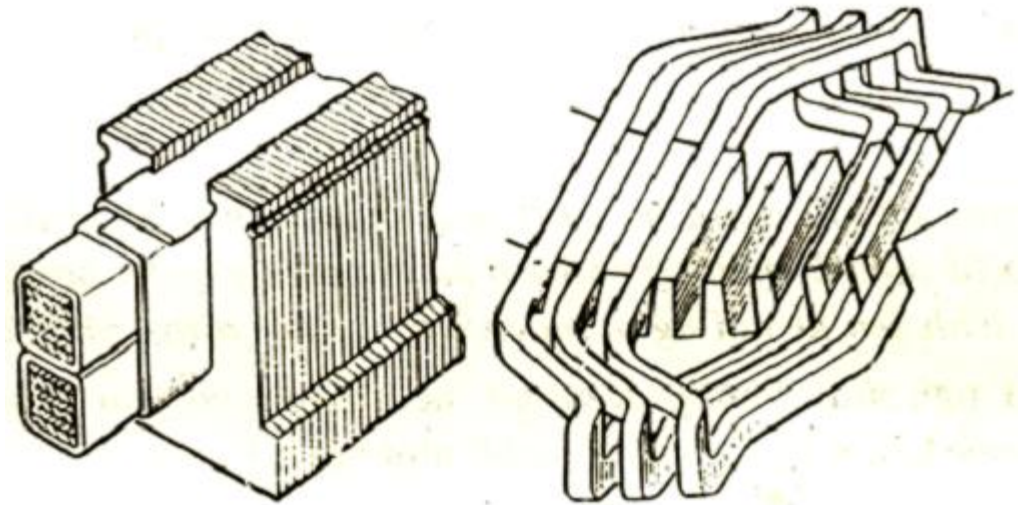




# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

Dây quấn hai lớp: Một rãnh đặt hai cạnh tác dụng của hai phần tử khác nhau.  
Như vậy số phần tử :

$$S = Z$$



# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

## *b. Phân theo số pha*

- Dây quấn một pha.
- Dây quấn hai pha.
- Dây quấn ba pha.

## *c. Phân theo bước dây quấn.*

- Dây quấn bước đủ.
- Dây quấn bước dài.
- Dây quấn bước ngắn.

## *d. Phân theo cách nối các phần tử.*

- Dây quấn xếp.
- Dây quấn sóng

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

e. *Phân theo hình dạng phần tử dây quấn.*

- Dây quấn đồng khuôn.
- Dây quấn đồng tâm.
- Dây quấn phân tán ...

Để hiểu rõ cách nối các phần tử dây quấn ta dùng sơ đồ khai triển. Sơ đồ khai triển là sơ đồ nhận được bằng cách cắt phần ứng bằng một đường thẳng song song với trục máy rồi trải nó ra trên một mặt phẳng.

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

## 3. DÂY QUẤN BA PHA CÓ $q$ LÀ SỐ NGUYÊN

### 3.1. Dây quấn một lớp

Xét sơ đồ khai triển dây quấn một lớp của máy điện xoay chiều có số liệu sau:  $Z = 24$ ;  $2p = 4$ ;  $m = 3$ .

***Vẽ hình sao sđđ của các rãnh và phần tử***

+ Tính các đại lượng đặc trưng của dây quấn:

$$\alpha = \frac{p \cdot 360}{Z} = \frac{2 \cdot 360}{24} = 30^\circ$$

$$q = \frac{Z}{m \cdot 2p} = \frac{24}{3 \cdot 2 \cdot 2} = 2$$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{4} = 6$$

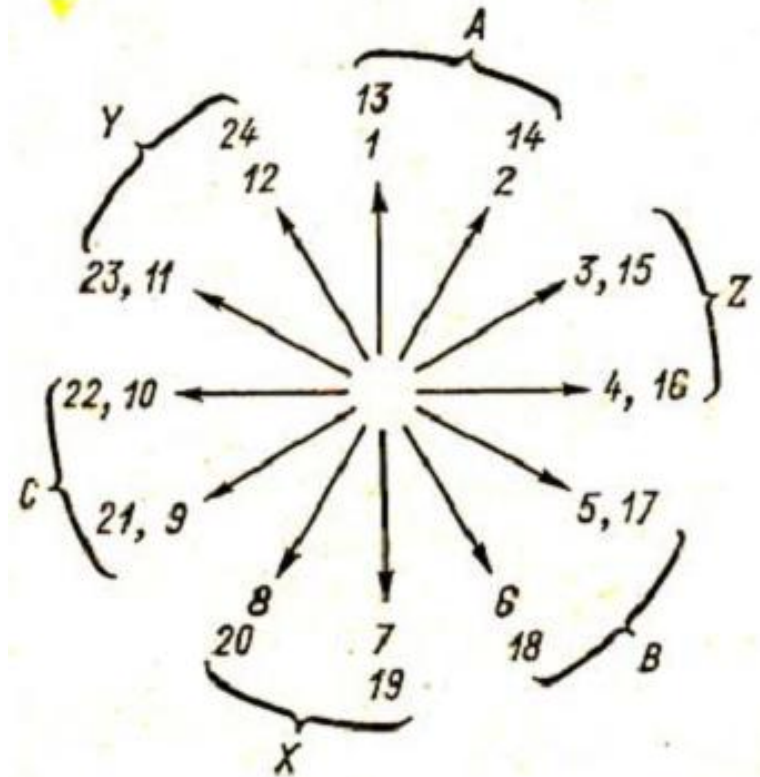
$$y = \tau = 6$$

$$\gamma = q \cdot \alpha = 2 \cdot 30^\circ = 60^\circ$$

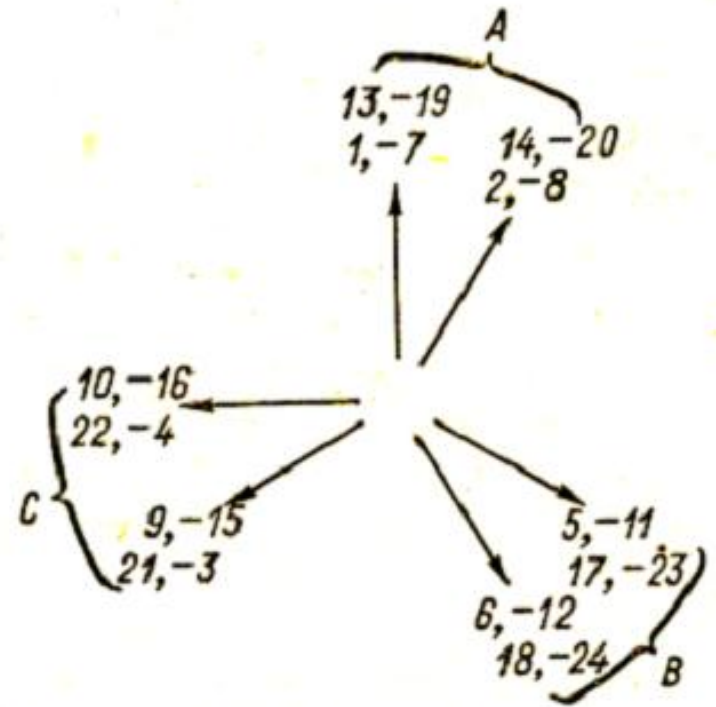
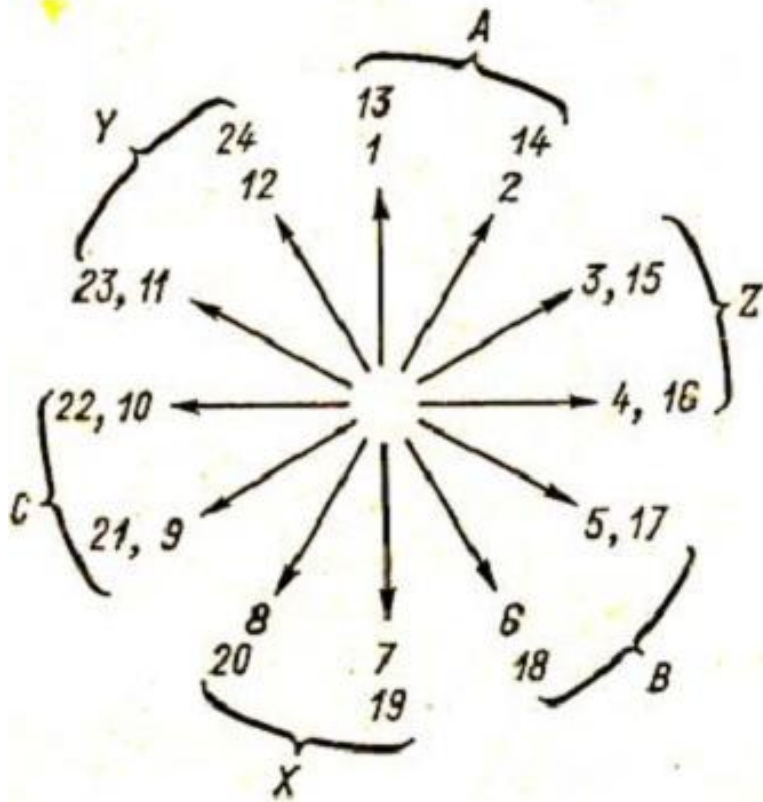
# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

Cạnh tác dụng thứ  $1 \div 12$  hình thành hình sao sđđ, các tia lệch pha nhau  $30^\circ$ , ở đôi cực từ thứ nhất.

Cạnh tác dụng thứ  $13 \div 24$  hình thành hình sao sđđ, ở đôi cực từ thứ hai, do có vị trí giống nhau trong từ trường, nên hoàn toàn trùng với hình sao của đôi cực từ thứ nhất.



# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN



# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

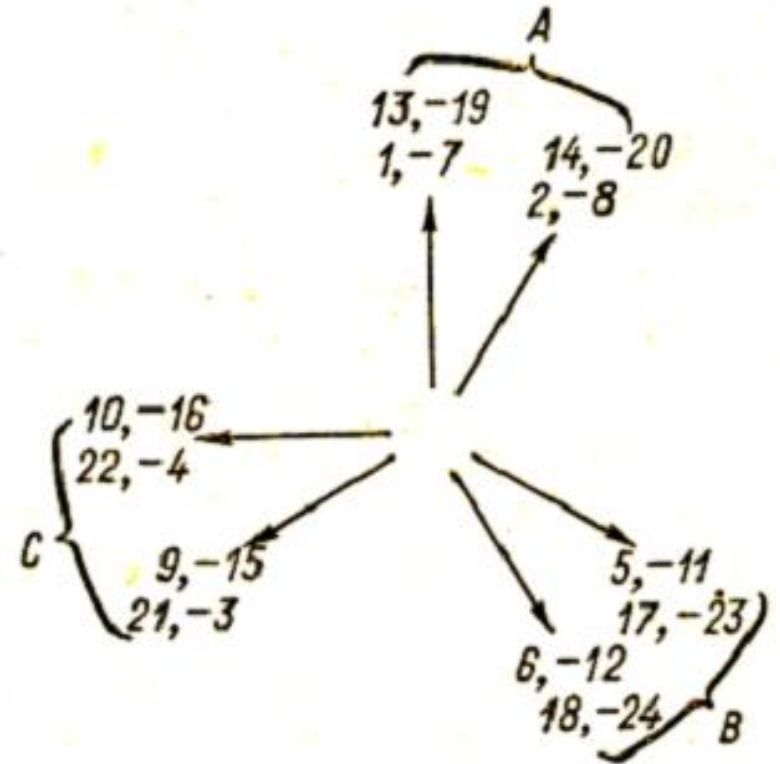
Đặc một cung  $\gamma = 60^\circ$  xác định được vùng pha, từ đó ta biết được cạnh tác dụng của từng pha.

+ Cách nối dây quấn:  $y = 6$ , và nối như sau:

Pha A: (1-7), (2-8); (13-19), (14-20).

Pha B: (5-11), (6-12); (17-23), (18-24).

Pha C: (9-15), (10-16); (21-3), (22-4).



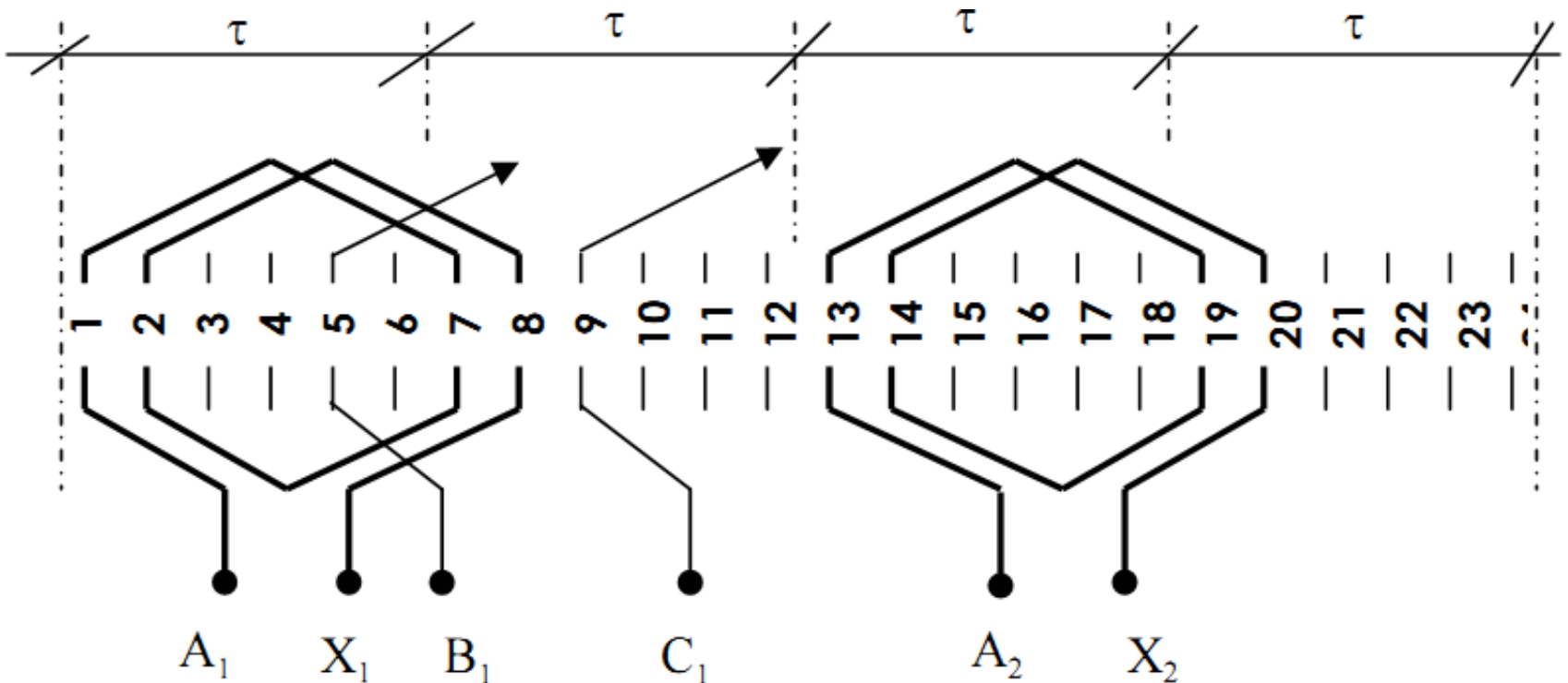
# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

*Sơ đồ khai triển dây quấn*

Pha A: (1-7), (2-8); (13-19), (14-20).

Pha B: (5-11), (6-12); (17-23), (18-24).

Pha C: (9-15), (10-16); (21-3), (22-4).





# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

Từ sơ đồ khai triển ta thấy:

- + Mỗi pha có hai nhóm phần tử dây quấn.
- + Mỗi nhóm có  $q$  phần tử dây quấn.
- + Các phần tử của một nhóm phải mắc nối tiếp nhau.
- + Các nhóm có thể mắc nối tiếp hoặc mắc song song phụ thuộc vào điện áp.
- + Dây quấn gồm các phần tử có kích thước giống nhau gọi là dây quấn đồng khuôn.

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

## *Xác định số của một pha*

Cộng các vectơ thuộc pha đó lại. Ta nhận thấy rằng trị số số của một pha không phụ thuộc thứ tự nối các cạnh tác dụng thuộc pha đó. Ví dụ pha A có thể nối các cạnh tác dụng theo thứ tự (1-8), (2-7) ở dưới đôi cực từ thứ nhất và (13-20), (14-19) ở dưới đôi cực từ thứ hai.

Như vậy ta có thể nối các cạnh tác dụng của các phần tử ở các pha theo thứ tự sau:

Pha A: (1-8), (2-7); (13-20), (14-19).

Pha B: (5-12), (6-11); (17-24), (18-23).

Pha C: (9-16), (10-15); (21-4), (22-3).

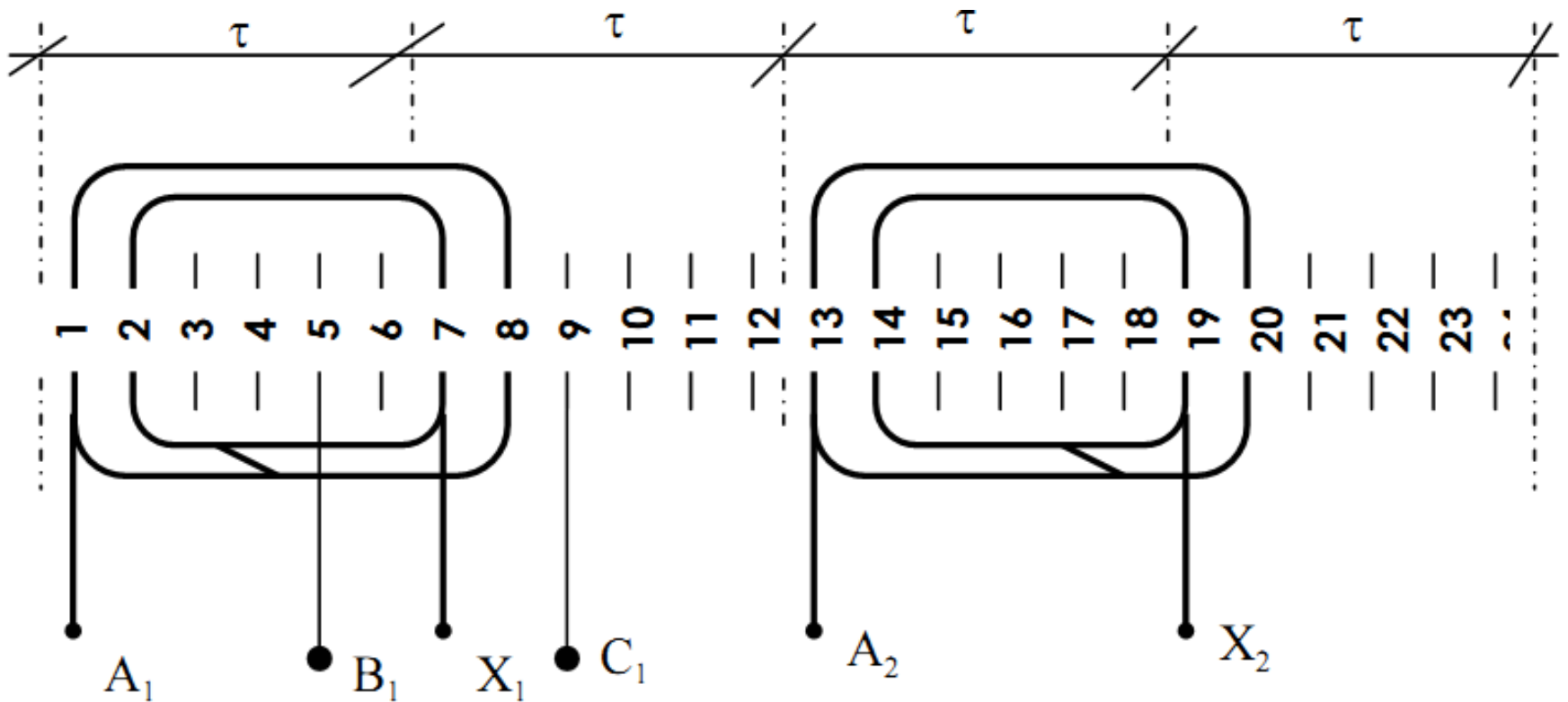
# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

*Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm*

Pha A: (1-8), (2-7); (13-20), (14-19).

Pha B: (5-12), (6-11); (17-24), (18-23).

Pha C: (9-16), (10-15); (21-4), (22-3).



# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

Đặc điểm dây quấn đồng tam

- Các bó dây giống như những vòng tròn đồng tâm gọi là dây quấn đồng tâm.
- Đây là dây quấn dễ tự động hóa trong quá trình đặt dây quấn vào rãnh.
- Khi thực hiện dây quấn đồng tâm phải bẻ phần đầu nối mỗi nhóm lên để chúng không chồng chéo nhau.

Các kiểu dây quấn đồng tâm, đồng khuôn gọi là dây quấn tập trung vì các nhóm phần tử tập trung dưới các cực từ nhất định

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

Có thể nối các cạnh tác dụng của các phần tử theo thứ tự khác là (2-7), (8-13) và (14-19), (20-1). Như vậy ta có thể nối các cạnh tác dụng của các phần tử ở các pha theo thứ tự sau:

Pha A: (2-7), (8-13); (14-19), (20-1).

Pha B: (6-11), (12-17); (18-23), (24-5).

Pha C: (10-15), (16-21); (22-3), (4-9).

Với cách nối trên ta được sơ đồ dây quấn phân tán.

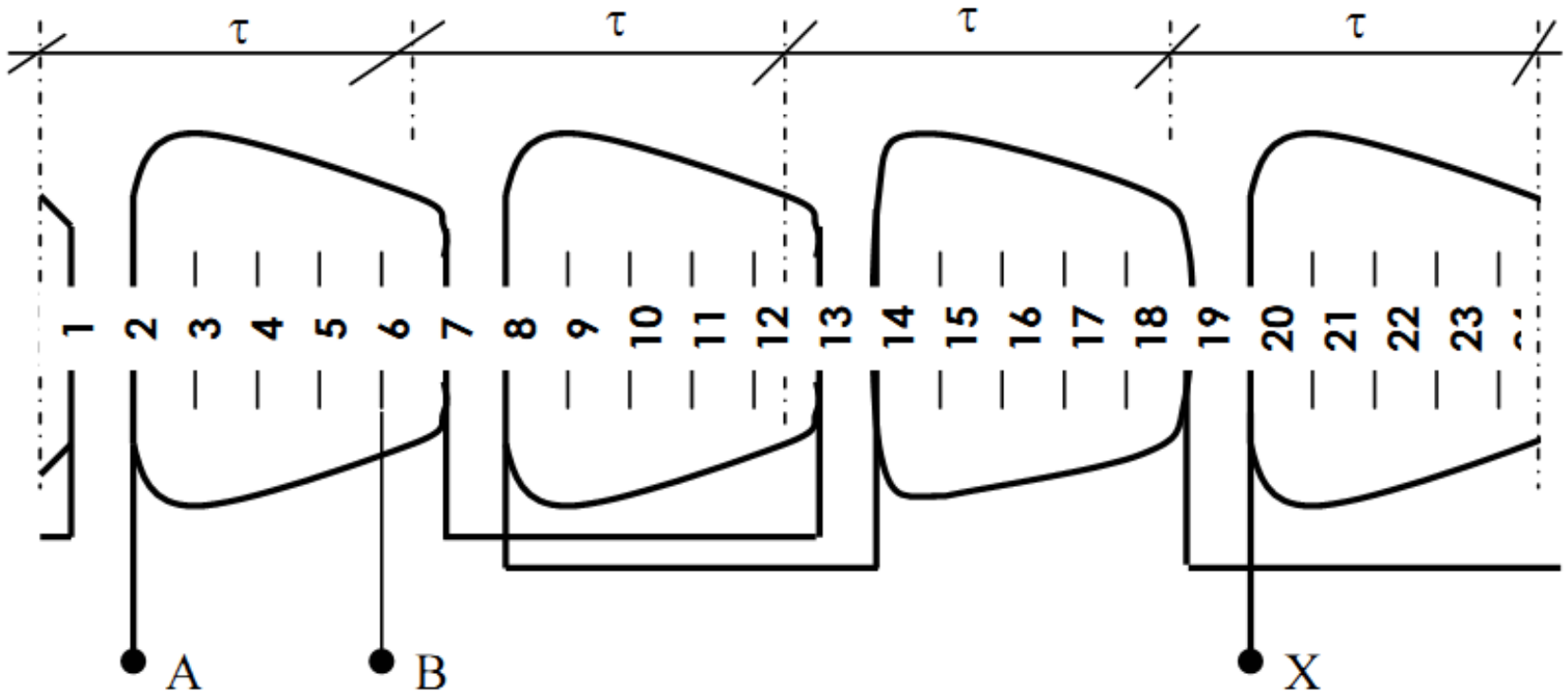
# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

*Sơ đồ khai triển dây quấn  
Phân tán*

Pha A: (2-7), (8-13); (14-19), (20-1).

Pha B: (6-11), (12-17); (18-23), (24-5).

Pha C: (10-15), (16-21); (22-3), (4-9).



# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

## 3.2. Dây quấn hai lớp

Có hai loại : dây quấn xếp và dây quấn sóng.

Ưu điểm : Làm bước ngắn để cải thiện dạng sóng sđđ.

Nhược điểm: Lòng dây và sửa chữa khó khăn.

*a. Dây quấn xếp:*

Xét dây quấn xếp hai lớp có:  $Z = 24$ ;  $2p = 4$ ;  $m = 3$ .

+ Tính các đại lượng đặc trưng của dây quấn:

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

$$\alpha = \frac{p \cdot 360}{Z} = \frac{2 \cdot 360}{24} = 30^\circ$$

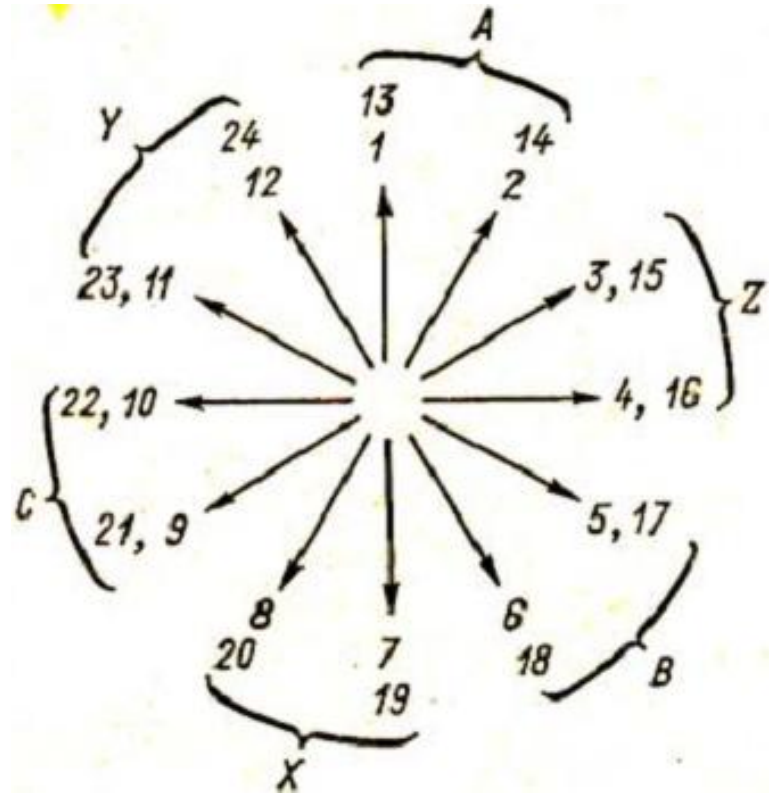
$$q = \frac{Z}{m \cdot 2p} = \frac{24}{3 \cdot 2 \cdot 2} = 2$$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{6} = 6$$

$$y = 5$$

$$\beta = \frac{y}{\tau} = \frac{5}{6}$$

$$\gamma = q \cdot \alpha = 2 \cdot 30^\circ = 60^\circ$$





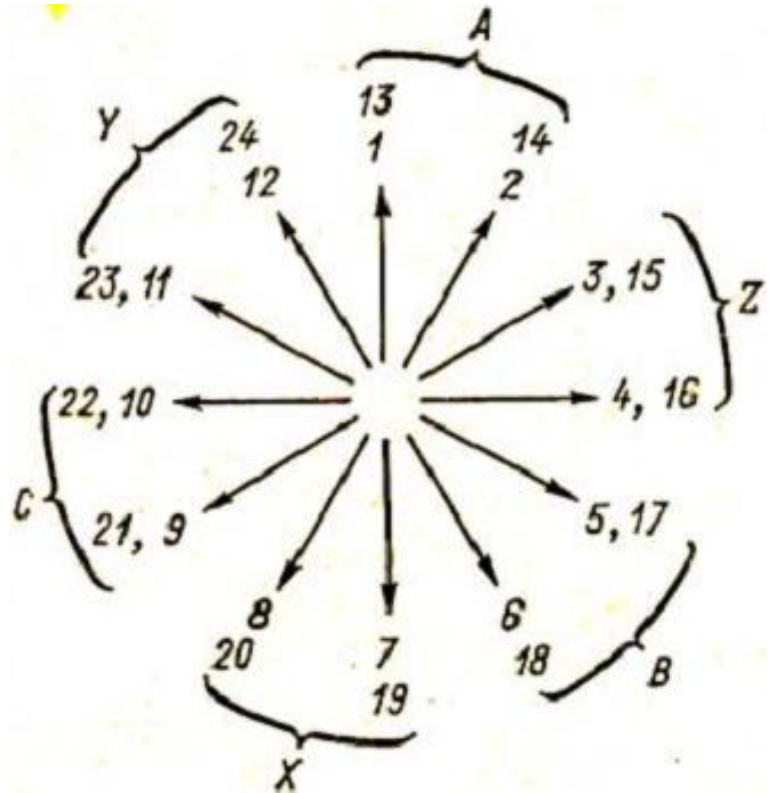
# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

Từ hình sao sđđ, ta thấy: Các phần tử lệch pha nhau một góc  $30^\circ$ .

+ Pha a có các phần tử: 1,2,7,8;  
13,14,19,20.

+ Pha b có các phần tử: 5,6,11,12;  
17,18,23,24.

+ Pha c có các phần tử: 9,10,15,16;  
21,22,3,4.



# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

Cách nối các pha:  $y = 5$

Pha A: Lớp trên: 1 2      7 8      13 14      19 20

    Lớp dưới: 6 7      12 13      18 19      24 1

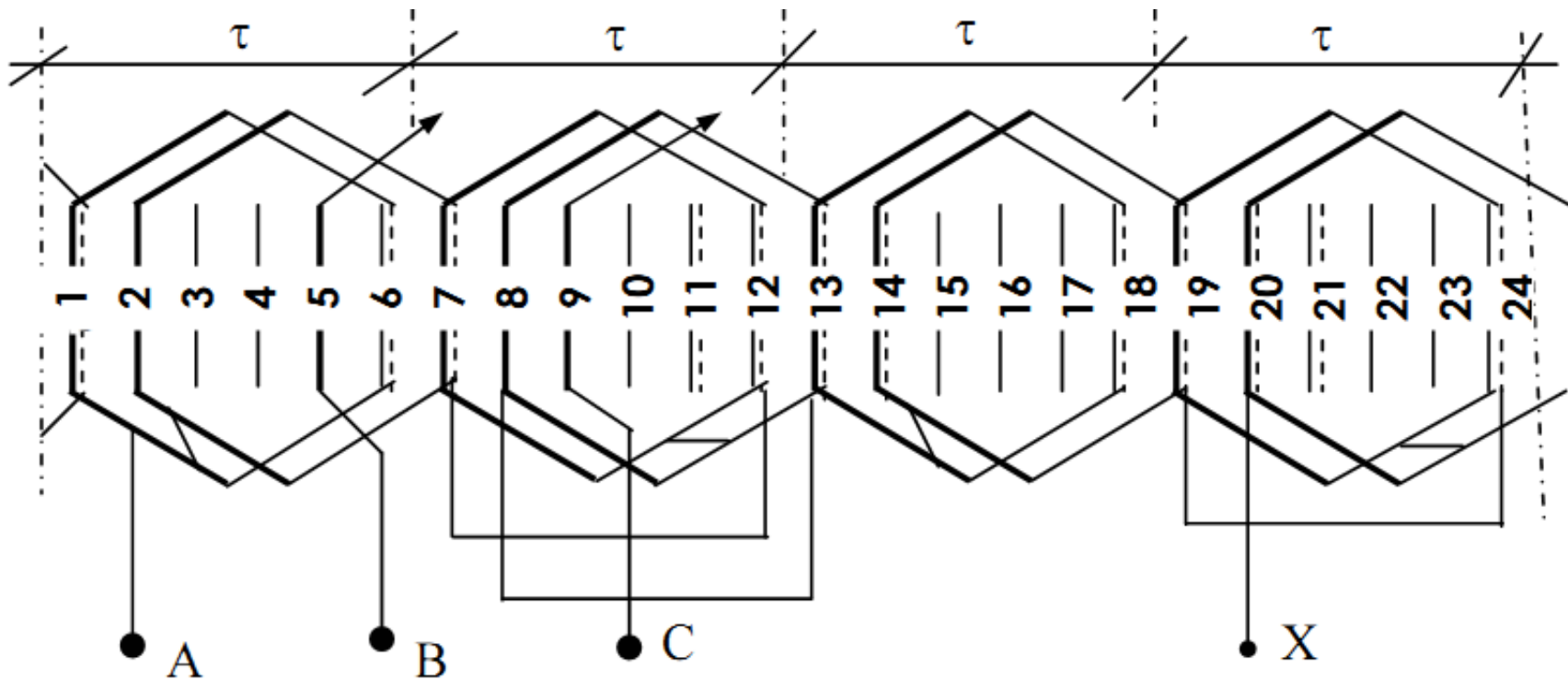
Pha B: Lớp trên: 5 6      11 12      17 18      23 24

    Lớp dưới: 10 11      15 17      22 23      4 5

Pha C: Lớp trên: 9 10      15 16      21 22      3 4

    Lớp dưới: 14 15      20 21      2 3      8 9

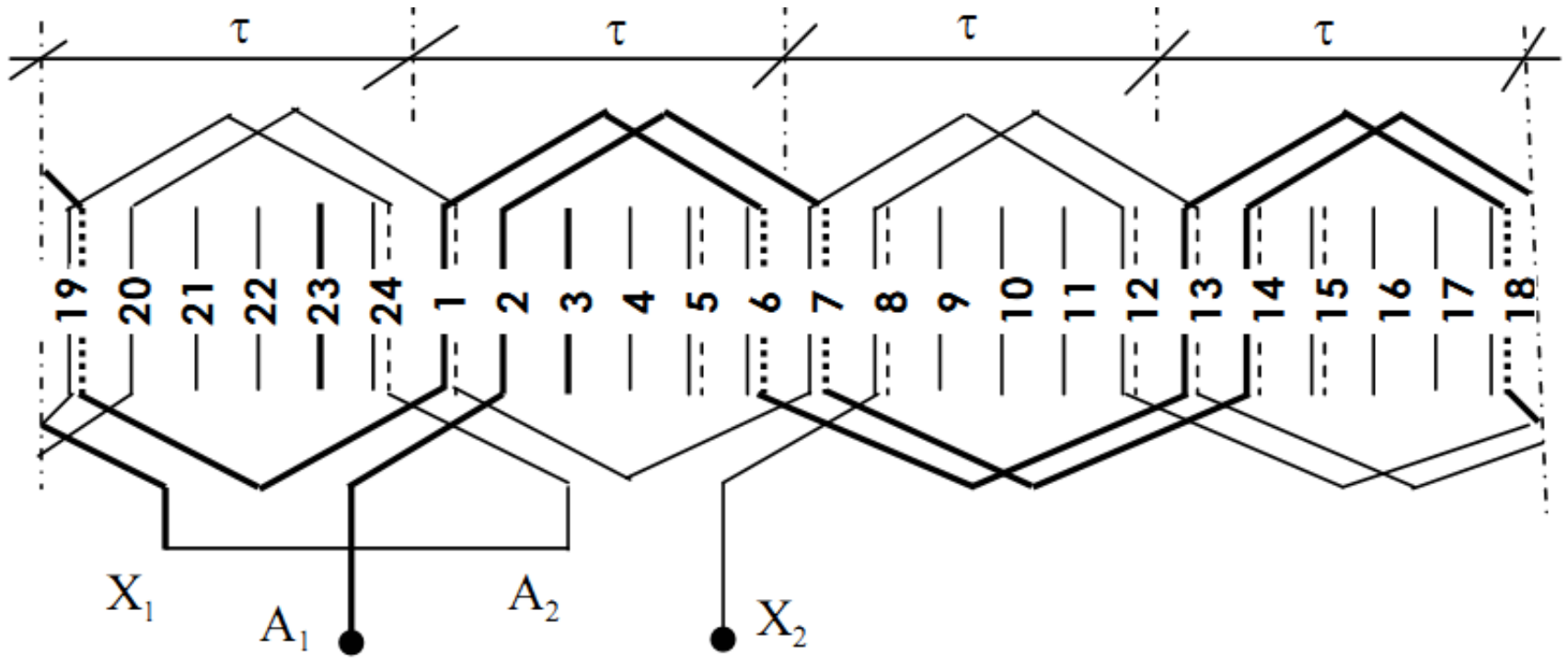
# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN



# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

## *Dây quấn sóng*

với  $Z = 18$ ,  $2p = 4$ ,  $m = 3$ .



# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

## 4. DÂY QUẤN CÓ $q$ LÀ PHÂN SỐ

Số phần tử của một pha dưới một cực từ

$$q = \frac{Z}{m \cdot 2p} = \frac{a}{d} = b + \frac{c}{d}$$

- + Số phần tử của một pha dưới các cực từ không đều nhau.
- + Nhóm có nhiều phần tử gọi là nhóm lớn:  $(b+1)$  phần tử.
- + Nhóm có ít phần tử gọi là nhóm nhỏ:  $b$  phần tử.
- + Dưới  $d$  cực từ có  $c$  nhóm lớn và  $(d-c)$  nhóm nhỏ.

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

Ví dụ : Vẽ giản đồ khai triển dây quấn có  $Z = 18$ ;  $2p = 4$  ;  $m = 3$ .

+ Tính các đại lượng đặc trưng của dây quấn:

$$\alpha = \frac{p.360}{Z} = \frac{2.360}{18} = 40^\circ$$

$$q = \frac{Z}{m.2p} = \frac{18}{3.2.2} = \frac{3}{2} = 1 + \frac{1}{2}$$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{18}{4} = 4,5; y = 4$$

$$\gamma = q.\alpha = 1,5.40^\circ = 60^\circ$$

Vậy:  $a = 3$ ;  $d = 2$ ;  $b = c = 1$ .

Nhóm lớn có  $b+1 = 2$  phần tử ; Nhóm nhỏ có  $b = 1$  phần tử.

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

Phân vùng pha:

Pha a: 1,2,6, 10,11,15; Pha b: 4,5,9, 13,14,18; Pha c: 7,8,3, 16,17,12.

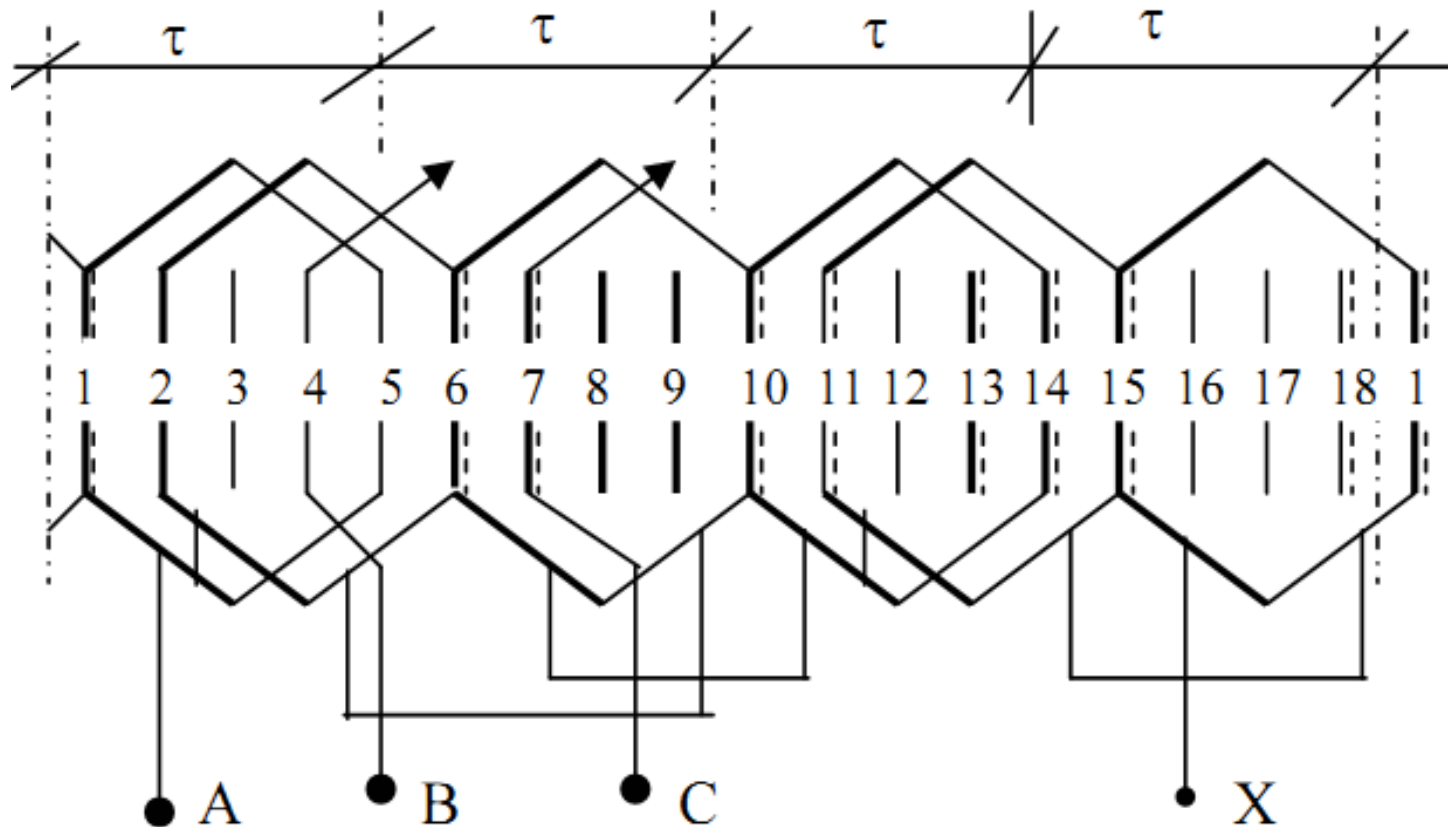
Sơ đồ nối dây các pha:  $y = 4$ .

Pha a: lớp trên:	1	2	6	10	11	15
Lớp dưới:	5	6	10	14	15	1
Pha b: lớp trên:	4	5	9	13	14	18
Lớp dưới:	8	9	13	17	18	4
Pha c: lớp trên:	7	8	3	16	17	12
Lớp dưới:	11	12	7	2	3	16

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

*Sơ đồ khai triển dây quấn:*

Pha a: 1,2,6, 10,11,15; Pha b: 4,5,9, 13,14,18; Pha c: 7,8,3, 16,17,12





# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

## 5. DÂY QUẤN NGẮN MẠCH KIỂU LỒNG SÓC

Đây quấn ngắn mạch kiểu lồng sóc được tạo thành bởi các thanh dẫn bằng đồng đặt trong các rãnh của rôto, hai đầu của chúng hàn với hai vành ngắn mạch cũng bằng đồng.

Các thanh dẫn và vành ngắn mạch nói trên cũng có thể đúc bằng nhôm.

Sđđ của các thanh dẫn lệch pha nhau một góc:  $\alpha = 2\pi.p/Z$

Tính toán thực tế thường xem mỗi thanh dẫn là một pha:

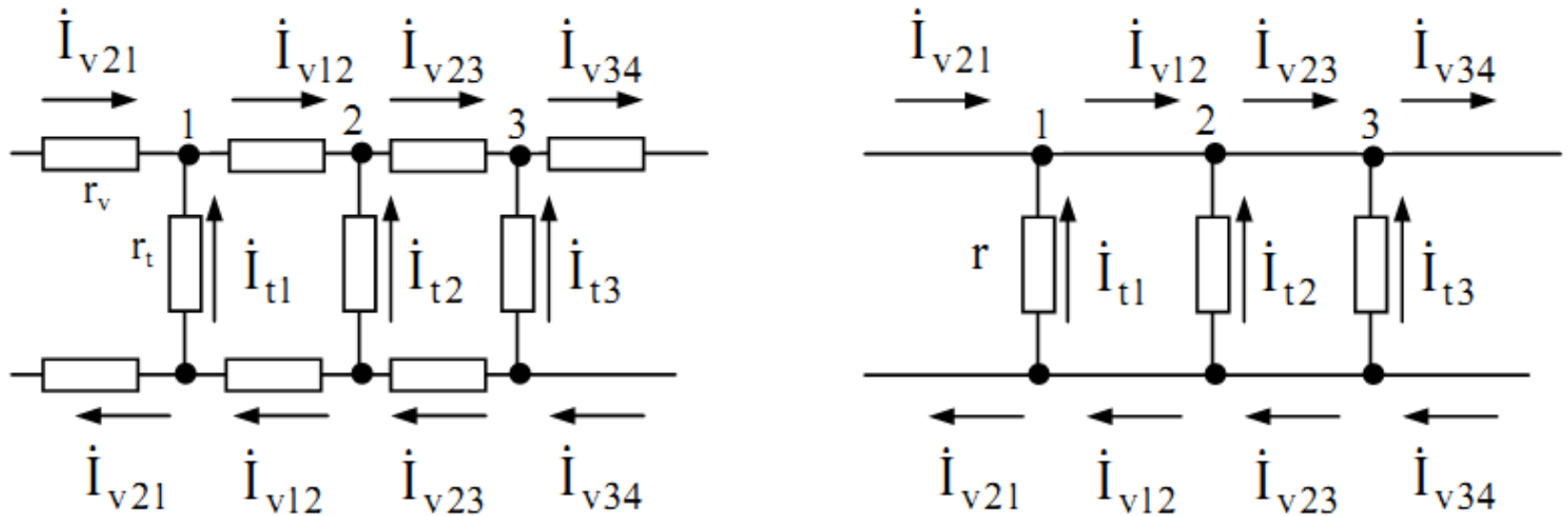
Số pha rô to:  $m_2 = Z_2$

Số vòng dây của một pha:  $N = 1/2$

Các hệ số  $k_{nv} = k_{rv} = 1$

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

Sơ đồ mạch điện của dây quấn lồng sóc:



trong đó:  $r_t$  - điện trở thanh dẫn;  $r_v$  - điện trở của từng đoạn giữa hai thanh dẫn của vành ngắn mạch;

Ta thay thế mạch điện thực nói trên bằng mạch điện tương đương ( $r$ ) dựa trên cơ sở tổn hao của hai mạch điện đó bằng nhau

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

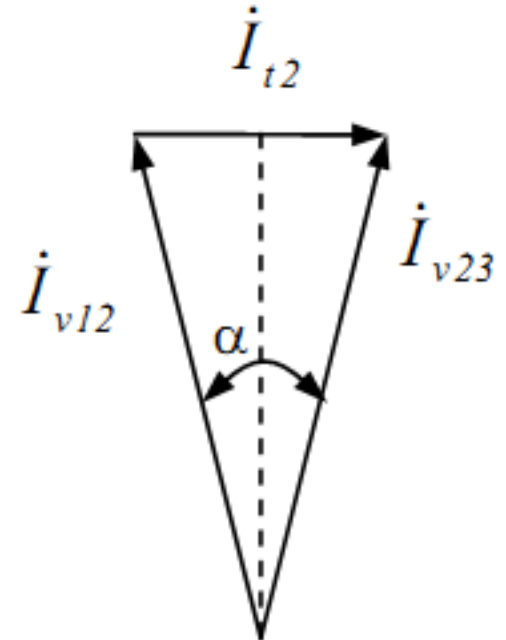
Đối với một nút bất kỳ (nút 2):

$$\dot{i}_{t2} = \dot{i}_{v23} - \dot{i}_{v12}$$

Do dòng điện trong các đoạn của vòng ngắn mạch cũng lệch pha nhau một góc  $\alpha$ :

$$I_t = 2.I_v \sin \frac{\alpha}{2} = 2.I_v \sin \frac{\pi.p}{Z}$$

$$I_v = \frac{I_t}{2 \cdot \sin \frac{\pi.p}{Z}}$$



Tổn hao trên điện trở của mạch điện thực và mạch điện thay thế phải bằng nhau

$$Z.I_t r_t + 2Z.I_v r_v = Z.I_t r \quad \rightarrow \quad r = r_t + \frac{r_v}{2 \sin^2 \frac{p.\pi}{Z}}$$

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

## 5. CÁCH THỰC HIỆN DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Dây quấn máy điện xoay chiều được đặt trong các rãnh trên stato hay roto.

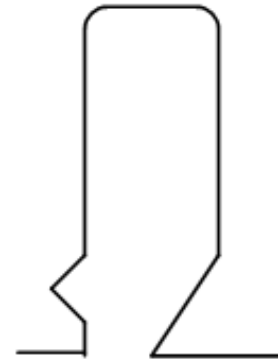
Các rãnh này có các dạng:



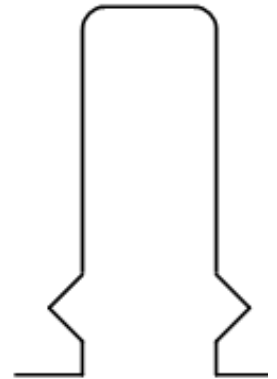
a) Rãnh kín



b) Rãnh nửa kín



c) Rãnh nửa hở



d) Rãnh hở

# CHƯƠNG 5: MẠCH TỪ VÀ DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN

---

Rãnh nửa kín dùng cho dây quấn stato máy điện công suất  $P < 100$  kW, điện áp  $U < 1000$ V. Loại rãnh này chỉ dùng dây dẫn tiết diện tròn đường kính  $< 2,5$ mm.

Rãnh nửa hở dùng cho dây quấn stato của các máy điện có công suất lớn  $P = 300-400$  kW, điện áp  $U < 1000$ V

Rãnh hở dùng cho dây quấn stato máy điện công suất lớn, điện áp cao. Dây quấn loại này thường dùng tiết diện chữ nhật, làm thành những bó dây trước rồi sau đó đặt vào rãnh.

Ở những máy điện công suất lớn, để tránh lực điện từ rất mạnh lúc xảy ra ngắn mạch tác dụng lên phần đầu nối, làm hỏng phần đầu nối dây quấn stato, bộ phận này buộc chặt vào các vòng thép có Boulông bắt vào thân máy