



CHƯƠNG 2: CÁC VẤN ĐỀ CHUNG VỀ MĐQ

NỘI DUNG

2.1. Nguyên lý biến đổi điện cơ.

2.2. Dây quấn máy điện xoay chiều.

2.3. Sức điện động của dây quấn máy điện xoay chiều.

2.4. Sức từ động của dây quấn máy điện xoay chiều.

2.1: NGUYÊN LÝ BIẾN ĐỔI ĐIỆN CƠ

NỘI DUNG

- **Tổng quan về máy điện quay**
- **Biến đổi điện cơ**

2.1: NGUYÊN LÝ BIẾN ĐỔI ĐIỆN CƠ

3

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

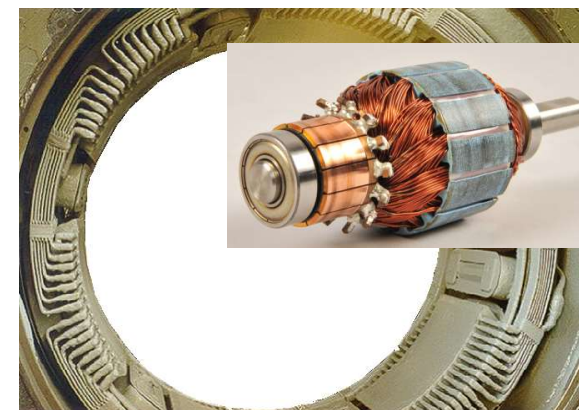
TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN QUAY

Kết cấu:

Máy điện quay gồm 2 phần chính: phần tĩnh (**Stator**) và phần quay (**Rotor**), ở đó diễn ra sự biến đổi điện cơ.

Stator và rotor gồm có mạch từ (lõi thép) và dây quấn

- **Mạch từ** là 2 khối đồng trục cách nhau một khoảng khe hở đảm bảo có thể chuyển động tương đối với nhau.
- **Dây quấn** lồng trên các rãnh mạch từ.



2.1: NGUYÊN LÝ BIẾN ĐỔI ĐIỆN CƠ

4

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN QUAY

Nguyên lý làm việc:

Dựa vào 2 định luật chính:

- Định luật về cảm ứng điện từ
- Định luật về lực điện từ

Phân loại:

Tùy theo cách tạo ra từ trường, kết cấu mạch từ và dây quấn ta chia máy điện quay thành các loại:

- Máy điện không đồng bộ
- Máy điện đồng bộ
- Máy điện một chiều

2.1: NGUYÊN LÝ BIẾN ĐỔI ĐIỆN CƠ

5

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

NỘI DUNG

- Tổng quan về máy điện quay
- **Biến đổi điện cơ**

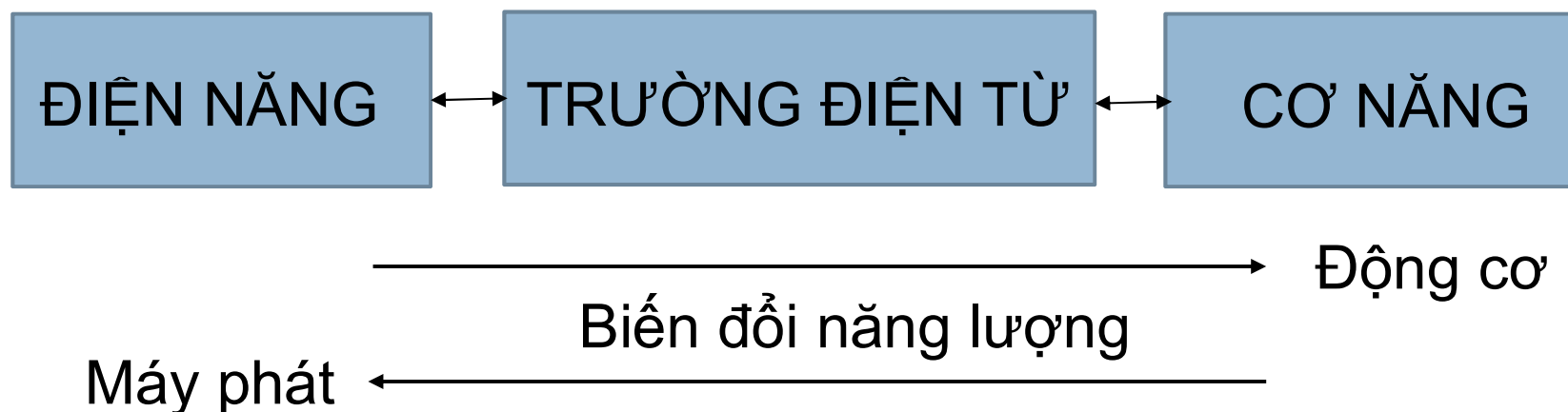
2.1: NGUYÊN LÝ BIẾN ĐỔI ĐIỆN CƠ

6

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

BIẾN ĐỔI ĐIỆN CƠ

- Năng lượng không tự nhiên sinh ra và cũng không tự nhiên mất đi, nó chỉ biến đổi từ dạng này sang dạng khác.
- Một máy điện quay thực hiện nhiệm vụ biến đổi năng lượng từ điện sang cơ hay ngược lại - tương ứng với chế độ động cơ điện hay chế độ máy phát điện.





CHƯƠNG 2: CÁC VẤN ĐỀ CHUNG VỀ MĐQ

NỘI DUNG

2.1. Nguyên lý biến đổi điện cơ.

2.2. Dây quấn máy điện xoay chiều.

2.3. Sức điện động của dây quấn máy điện xoay chiều.

2.4. Sức từ động của dây quấn máy điện xoay chiều.

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

NỘI DUNG

- **Khái niệm chung**
- Phương pháp dựng sơ đồ trải dây quấn
- Dây quấn ngắn mạch kiểu lồng sóc

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

9

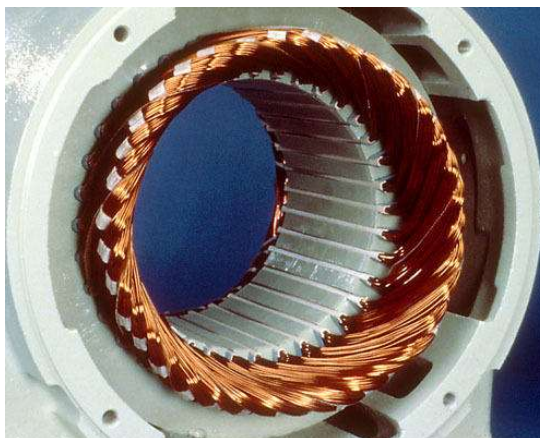
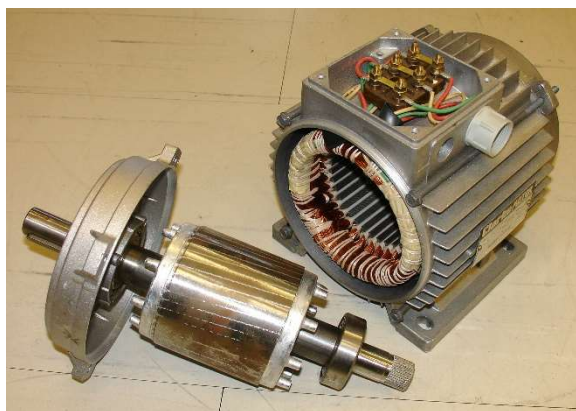
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

KHÁI NIỆM CHUNG

Dây quấn của máy điện quay được bố trí ở hai bên khe hở trên lõi thép của phần tĩnh và phần quay. Nó là bộ phận chính để thực hiện sự biến đổi năng lượng cơ điện trong máy.

Dây quấn máy điện quay chia làm hai loại:

- Dây quấn phần cảm
- Dây quấn phần ứng



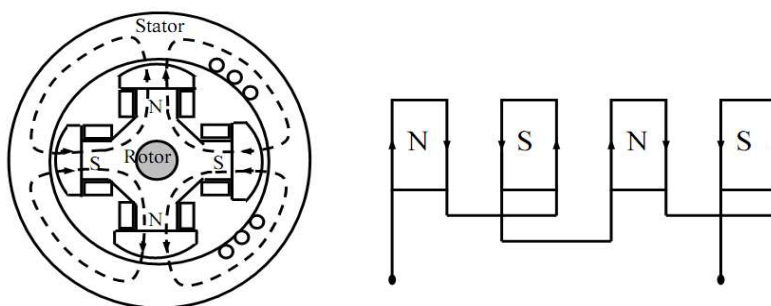
2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

10

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

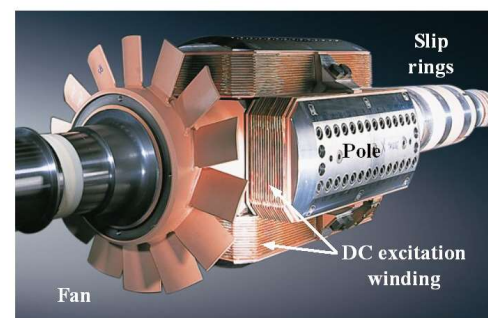
KHÁI NIỆM CHUNG

Dây quấn phần cảm có nhiệm vụ sinh ra từ trường ở khe hở lúc không tải. Còn được gọi là “Dây quấn kích từ”. Dòng điện 1 chiều trong cuộn dây quấn quanh các cực tạo nên các cực từ phân bố xen kẽ, có tính thay đổi, nghĩa là bố trí cực N và S xen kẽ nhau.



Dây quấn kích từ quấn tập trung của MĐĐB

Salient pole generator



Rotor of a four-pole salient pole generator

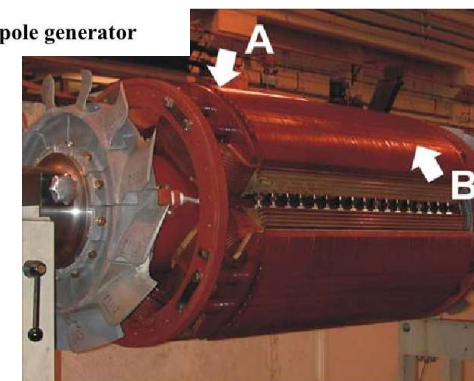


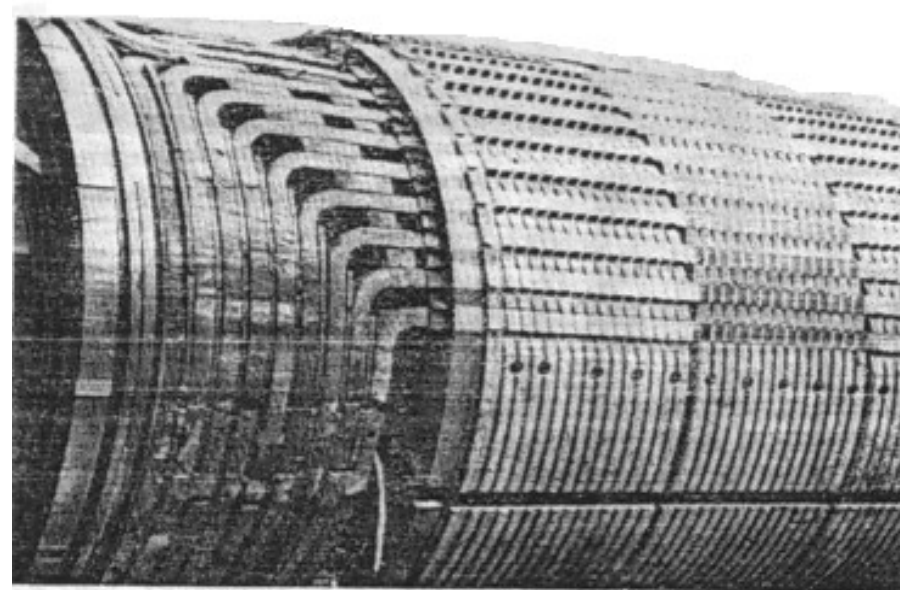
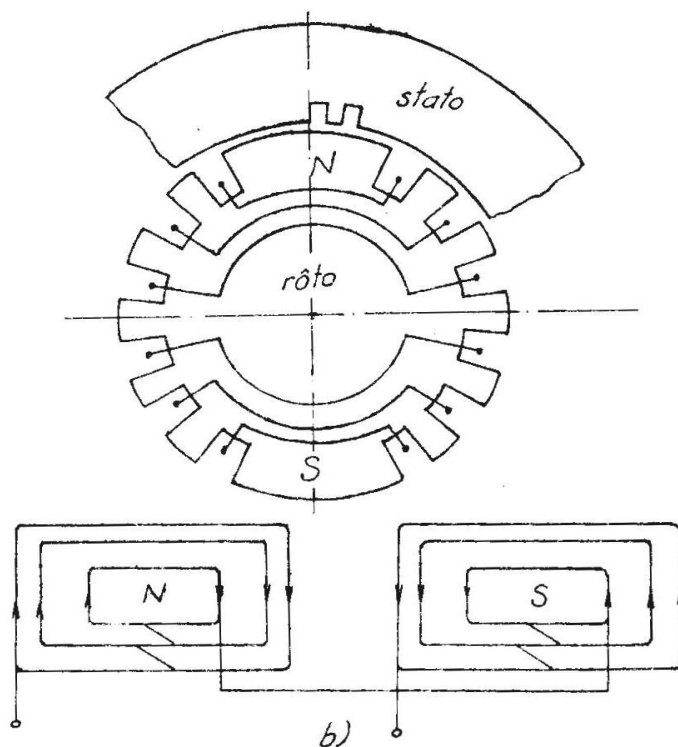
Figure 1- A Laminated four pole 15MVA Synchronous

2.2: DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

11

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

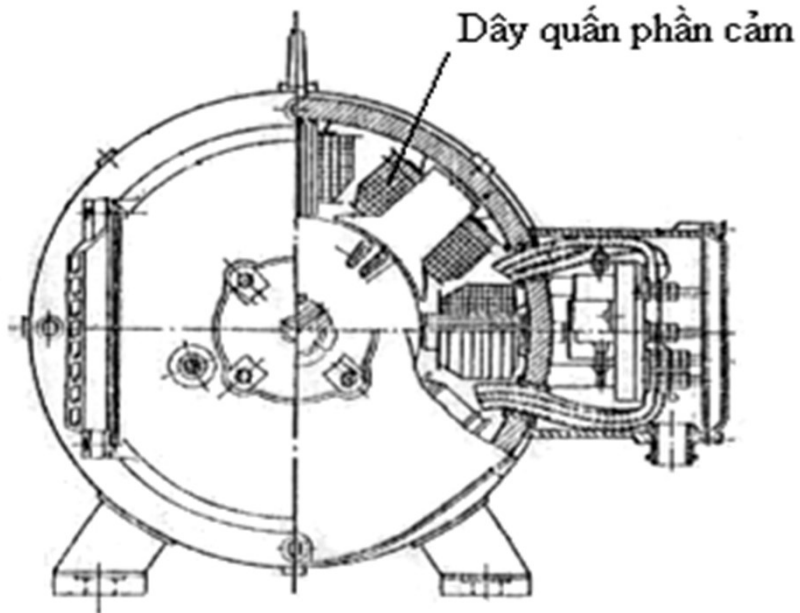
KHÁI NIỆM CHUNG



Dây quấn rotor máy điện đồng bộ cực ẩn

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

KHÁI NIỆM CHUNG



Dây quấn kích từ máy điện 1 chiều

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

KHÁI NIỆM CHUNG

Dây quấn phản 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.

Ngoài ra, dây quấn phản ứng còn phải:

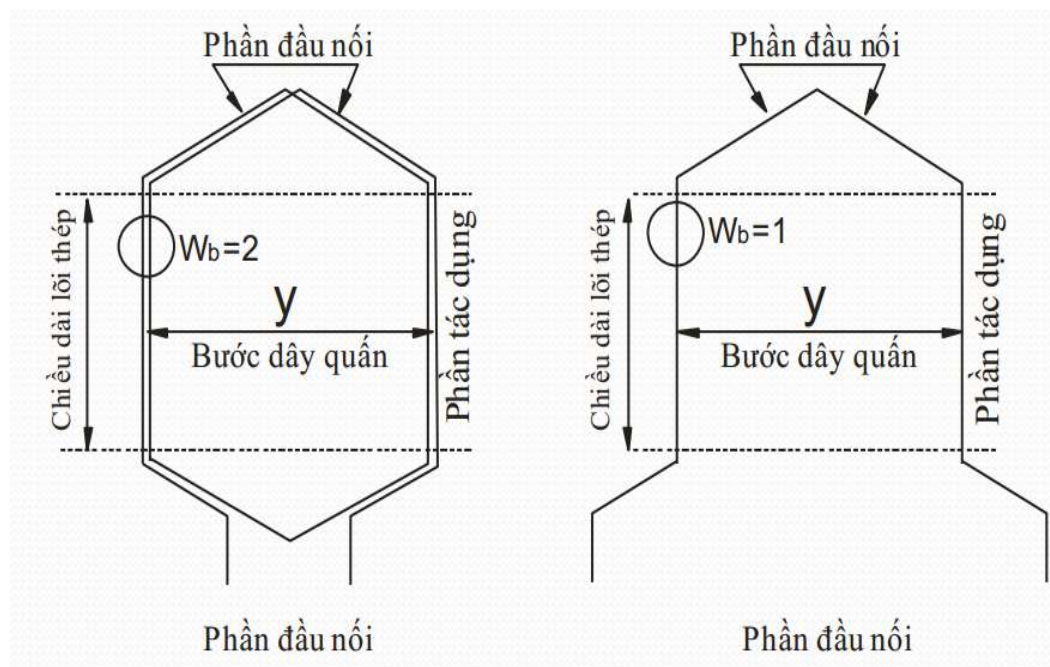
- Chịu được dòng điện tương ứng với công suất của máy mà không bị phát nhiệt quá mức cho phép.
- Chế tạo, lắp đặt được thuận lợi, đảm bảo được độ bền cơ khi máy hoạt động và tiết kiệm nguyên vật liệu.
- Vật liệu để chế tạo dây quấn máy điện quay thường là đồng đỏ hoặc nhôm, tuy nhiên đồng đỏ được sử dụng phổ biến hơn cả.

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

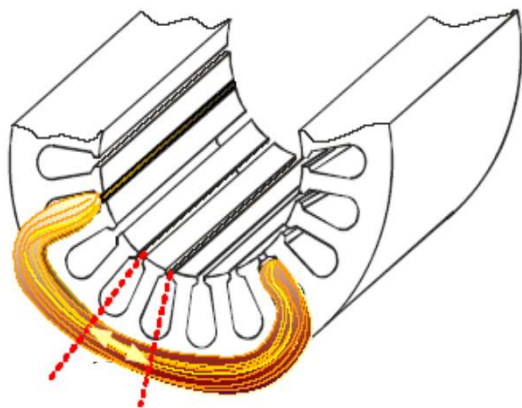
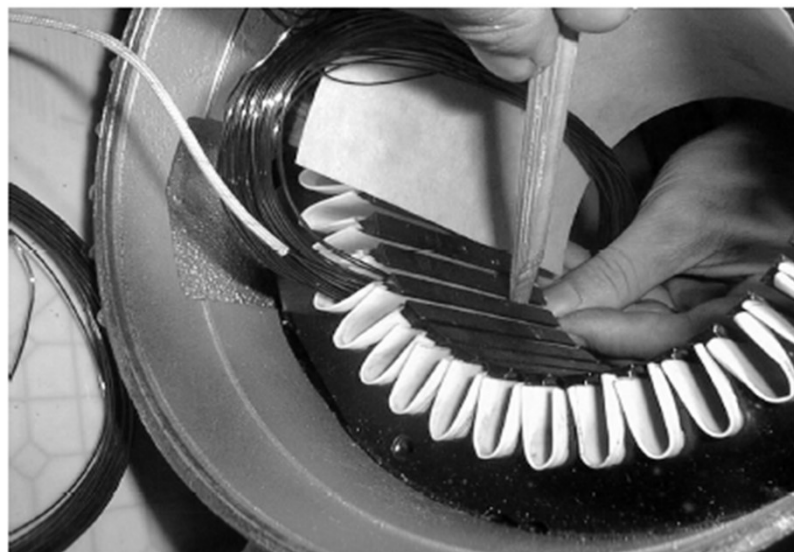
KHÁI NIỆM CHUNG

- Dây quấn phản ứng được hình thành từ tổ hợp các bố dây (phần tử) với nhau. Mỗi bố dây gồm có W vòng dây.



2.2: DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

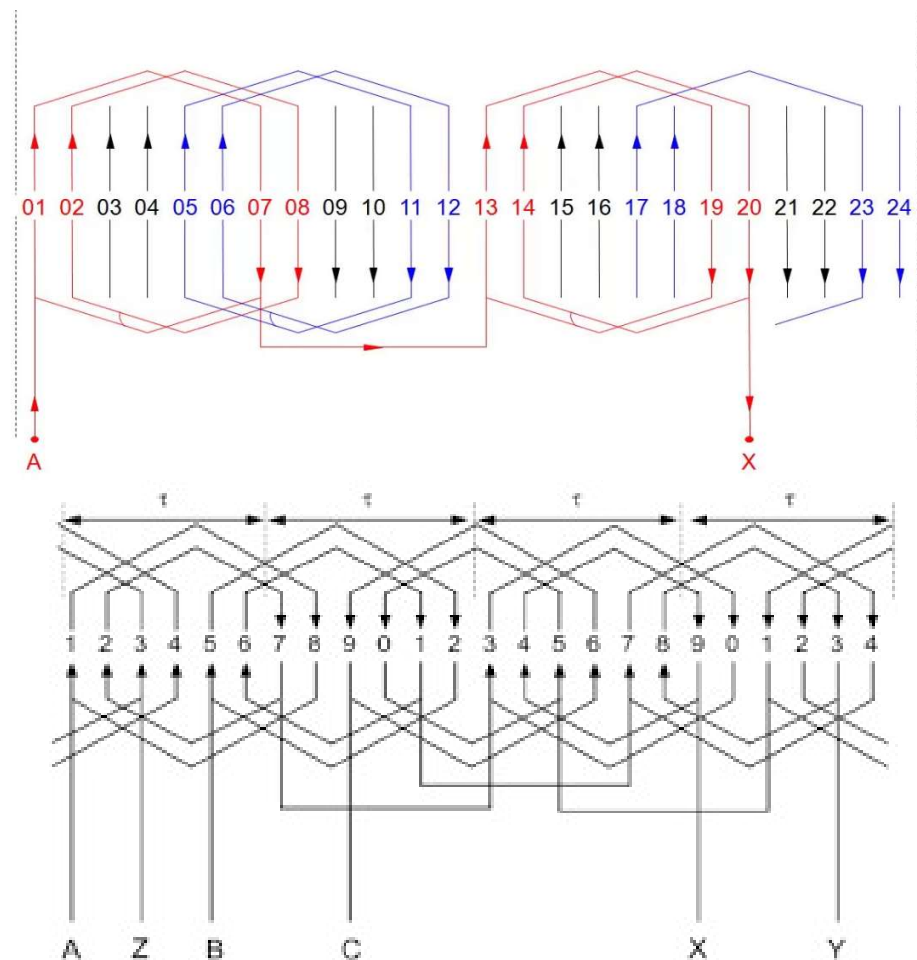
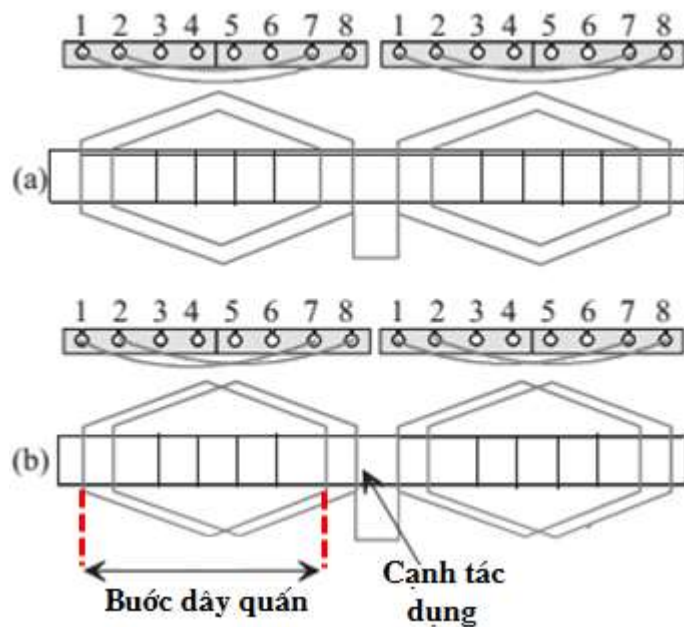
KHÁI NIỆM CHUNG



2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

KHÁI NIỆM CHUNG

- Các đại lượng đặc trưng của dây quấn máy điện xoay chiều



2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

KHÁI NIỆM CHUNG

- Các đại lượng đặc trưng của dây quấn máy điện xoay chiều

1. Bước cực:

Là khoảng cách giữa hai cực từ liên tiếp nhau, tính bằng số rãnh dưới một cực.

$$\tau = \frac{Z}{2p} \quad [\text{số rãnh}]$$

Z là số rãnh
 $2p$ số cực từ

2. Bước dây quấn y :

Là khoảng cách giữa hai cạnh tác dụng của bồi dây.

$$y = \frac{Z}{2p} \pm \varepsilon \quad [\text{số rãnh}]$$

- $y = \tau$: dq bước đủ.

- $y > \tau$: dq bước dài.

- $y < \tau$: dq bước ngắn.

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

2.2: DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

KHÁI NIỆM CHUNG

- Các đại lượng đặc trưng của dây quần máy điện xoay chiều

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

$$q = \frac{Z}{m \cdot 2p} = \frac{Z}{2mp} \quad [\text{số rãnh}]$$

Trong đó: m là số pha

q có thể là số nguyên, cũng có thể là phân số.

4. Góc độ điện giữa hai rãnh cạnh nhau :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{\frac{Z}{p}} = \frac{p \cdot 360^\circ}{Z} \quad [\text{độ điện}]$$

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

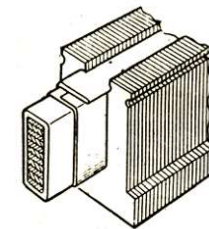
KHÁI NIỆM CHUNG

- Phân loại dây quấn máy điện xoay chiều:

1. Phân theo số lớp trong rãnh:

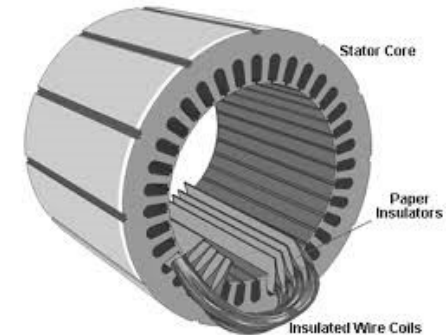
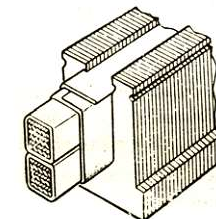
+ **Dây quấn một lớp:** trong một rãnh chỉ đặt một cạnh tác dụng. Mỗi bobin dây có hai cạnh tác dụng → số bobin dây của dây quấn:

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



+ **Dây quấn hai lớp:** trong một rãnh đặt hai cạnh tác dụng của hai phần tử khác nhau. → số bobin dây của dây quấn:

$$S = Z$$



2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

KHÁI NIỆM CHUNG

- **Phân loại dây quấn máy điện xoay chiều:**
 - 2. Phân theo cách nối các phần tử.**
 - Dây quấn xếp.
 - Dây quấn sóng.
 - 3. Phân theo hình dạng phần tử dây quấn.**
 - Dây quấn đồng khuôn.
 - Dây quấn đồng tâm.
 - Dây quấn đồng khuôn phân tán.

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

21

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

NỘI DUNG

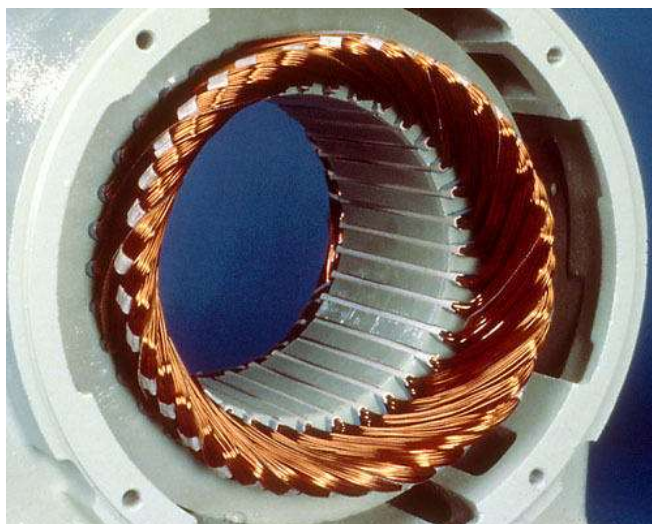
- Khái niệm chung
- **Phương pháp dựng sơ đồ trải dây quấn**
- Dây quấn ngắn mạch kiểu lồng sóc

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN

- Dây quấn một lớp
- Dây quấn hai lớp



2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN

Dây quấn 1 lớp: trong rãnh chỉ đặt một cạnh tác dụng của 1 bối dây.

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

Các đại lượng đặc trưng của dây quấn:

- Bước cực: $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{4} = 6$ rãnh

- Bước dây quấn: $y = \tau = 6$ rãnh

- Số bối dây: $s = \frac{Z}{2} = \frac{24}{2} = 12$

- Số rãnh của 1 pha dưới 1 cực: $q = \frac{Z}{2mp} = \frac{24}{2.3.2} = 2$

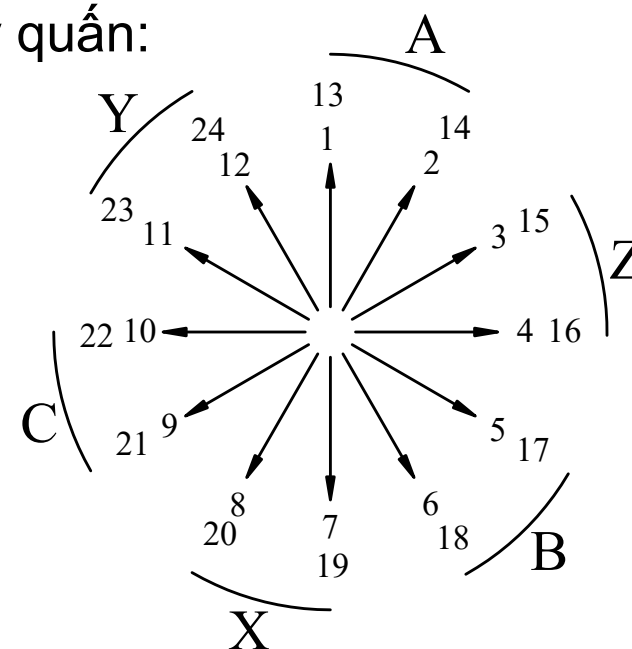
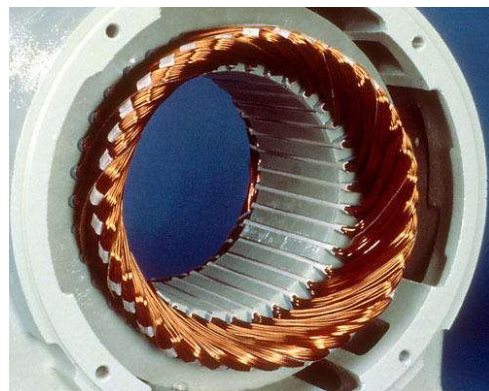
2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN

- Góc lệch pha giữa 2 rãnh kề nhau $\alpha = \frac{p \cdot 360^\circ}{Z} = \frac{2 \cdot 360}{24} = 30^\circ$
- Số rãnh trên 1 pha $= \frac{Z}{m} = \frac{24}{3} = 8$ rãnh

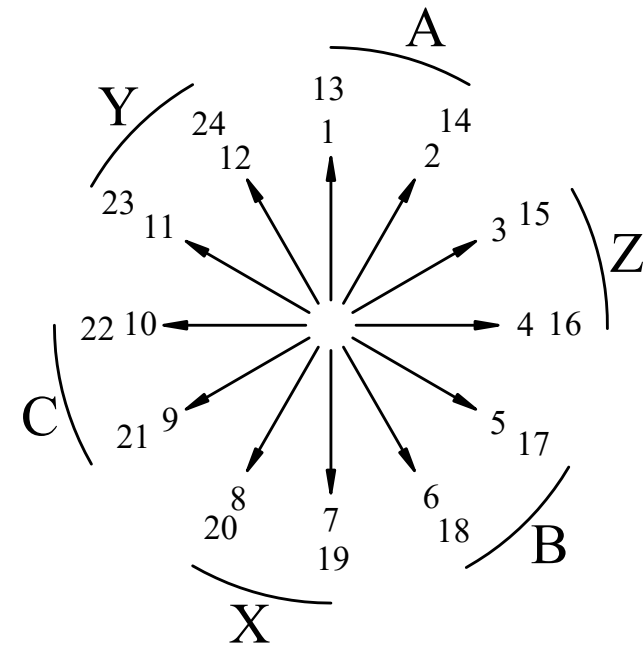
Thiết lập hình sao sđđ cạnh tác dụng của dây quấn:



2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

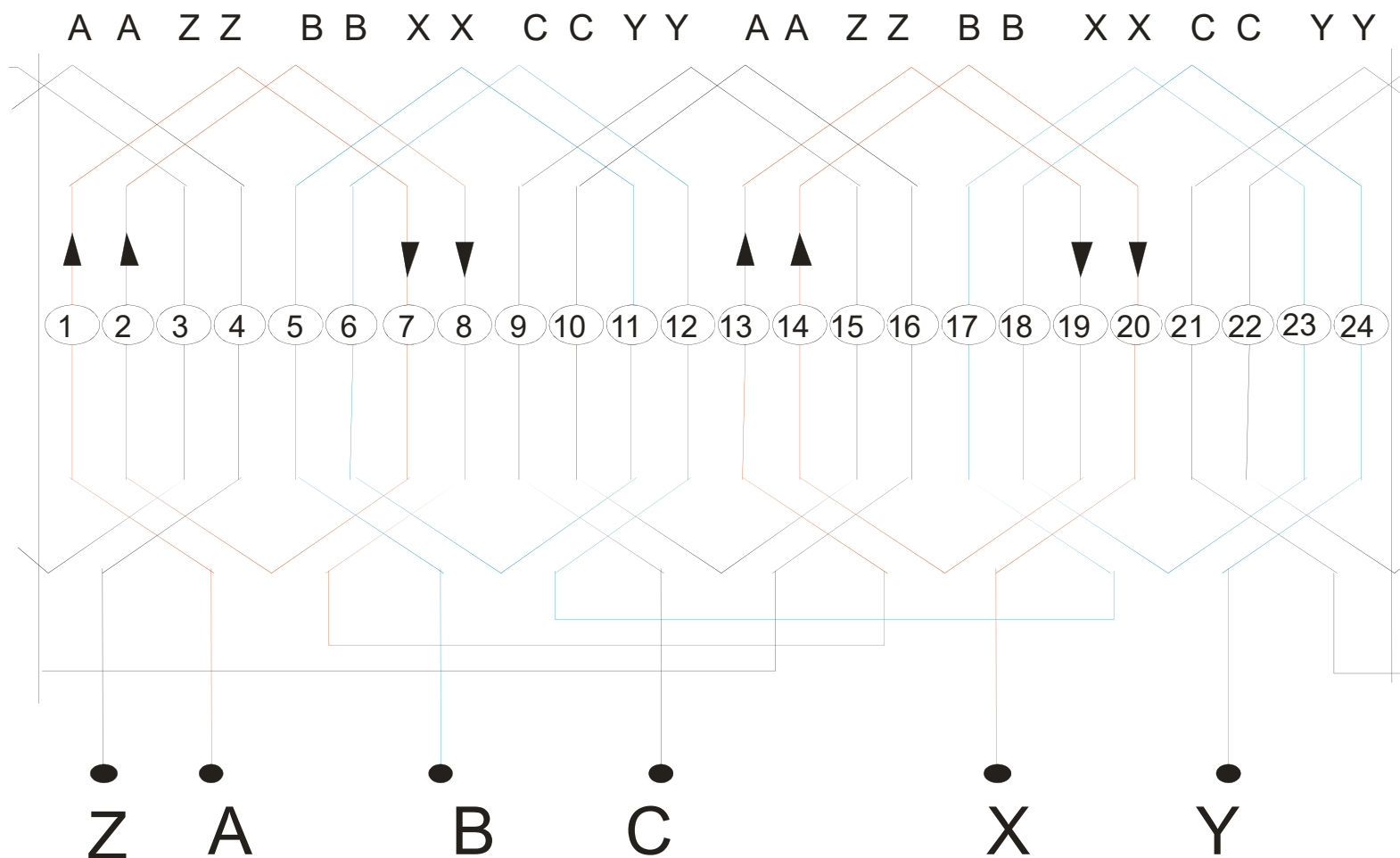
PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN

- Cạnh tác dụng thứ 1÷12 hình thành hình sao sđđ, các tia lệch pha nhau 30° , ở đôi cực từ thứ nhất.
- Cạnh tác dụng thứ 13÷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.
- Chia hình sao sđđ thành $2m = 6$ vùng pha, góc mỗi vùng pha $\gamma = 60^\circ$, từ đó ta biết được cạnh tác dụng của từng pha.



2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN



Dây quấn đồng khuôn đơn giản

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN

Từ sơ đồ khai triển ta thấy:

- + Mỗi pha có hai nhóm bối dây.
- + Mỗi nhóm có q phần tử dây quấn.
- + Các nhóm có thể mắc nối tiếp hoặc mắc song song phụ thuộc vào điện áp.
 - $a = 1$: hai nhóm bối dây mắc nối tiếp với nhau
 - $a = 2$: hai nhóm bối dây mắc song song với nhau
- + Dây quấn gồm các phần tử có kích thước giống nhau nên gọi là **dây quấn đồng khuôn**.

2.2: DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

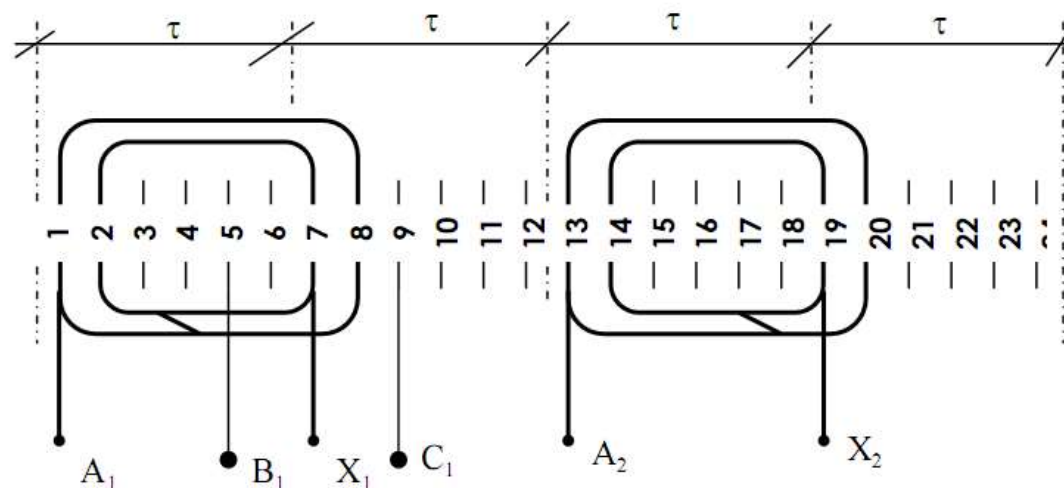
PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẦN

Trị số sđđ của 1 pha không phụ thuộc thứ tự nối các cạnh tác dụng thuộc pha đó. pha A có thể nối các cạnh tác dụng (1-8), (2-7) ở dưới đôi cực từ thứ nhất và (13-20), (14-19) ở dưới đôi cực từ thứ hai.

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

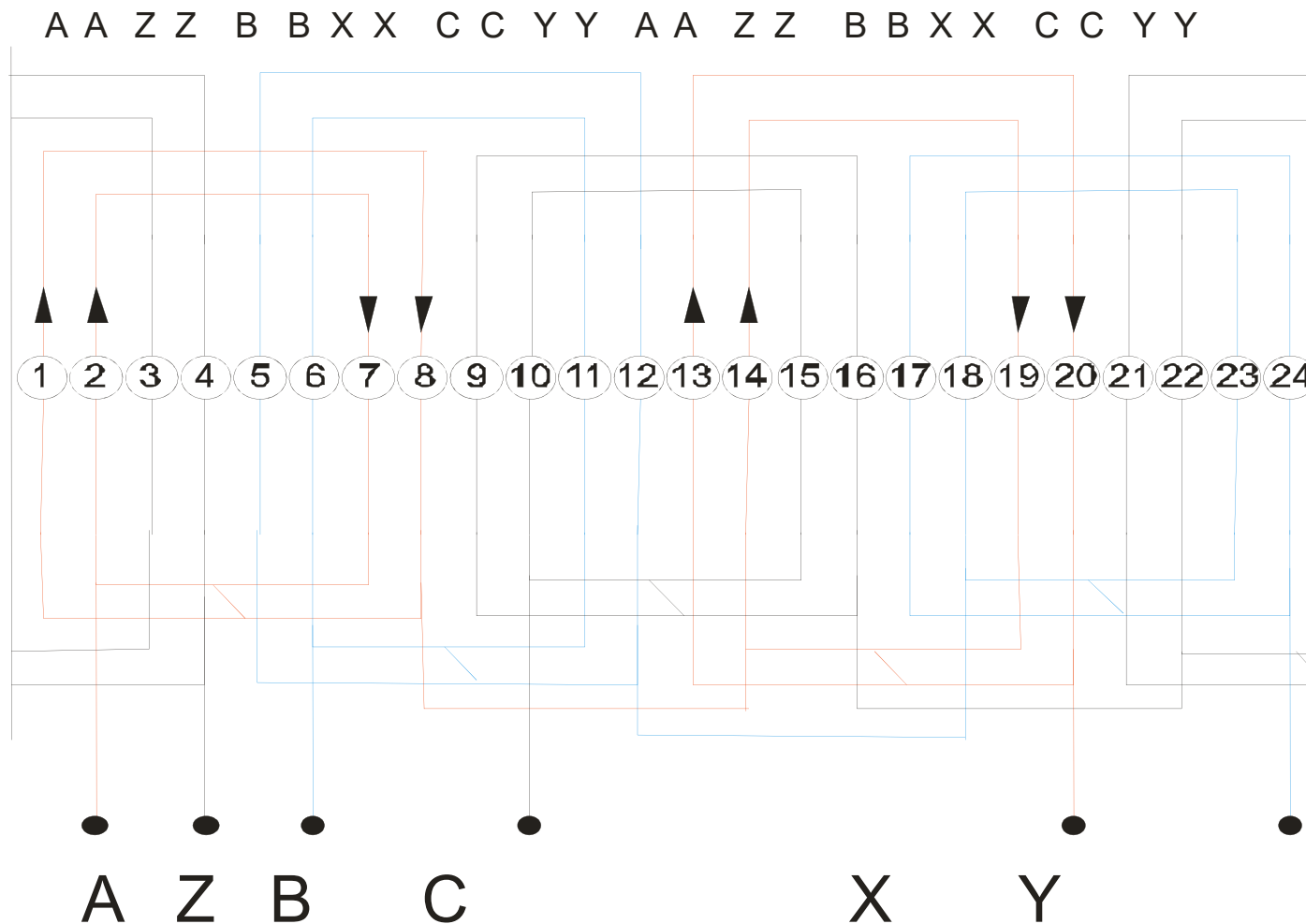
Pha B: (5-12), (6-11); (17-24), (18-23).

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



2.2: DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẦN



2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN

- Các bố dây giống như những vòng tròn đồng tâm nên gọi là dây quấn đồng tâm.
- Phần đầu nối lồng vào nhau.

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

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

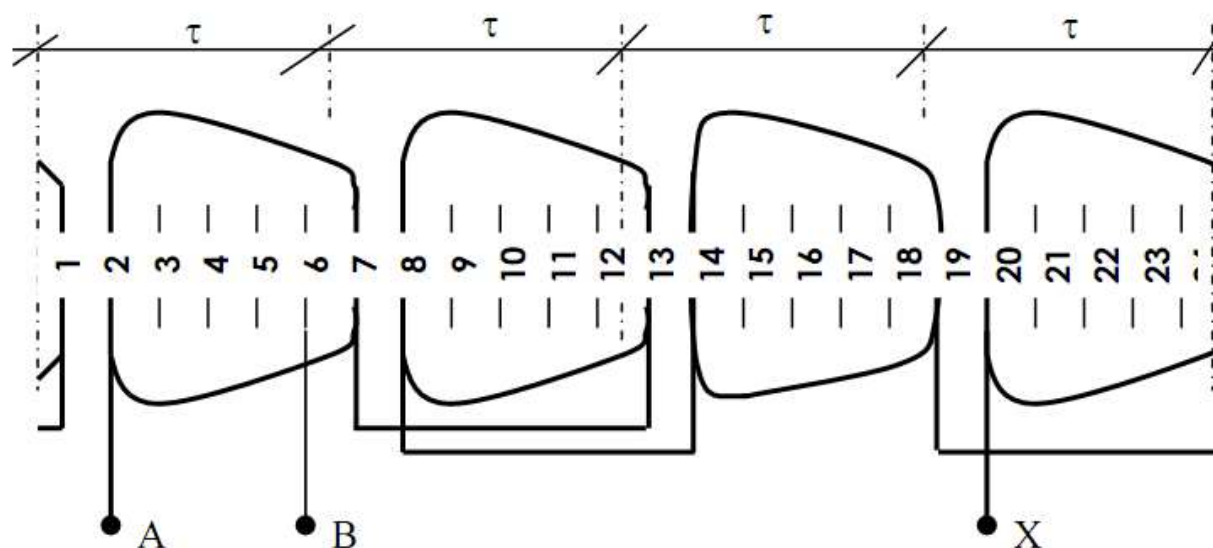
PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN

- 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).

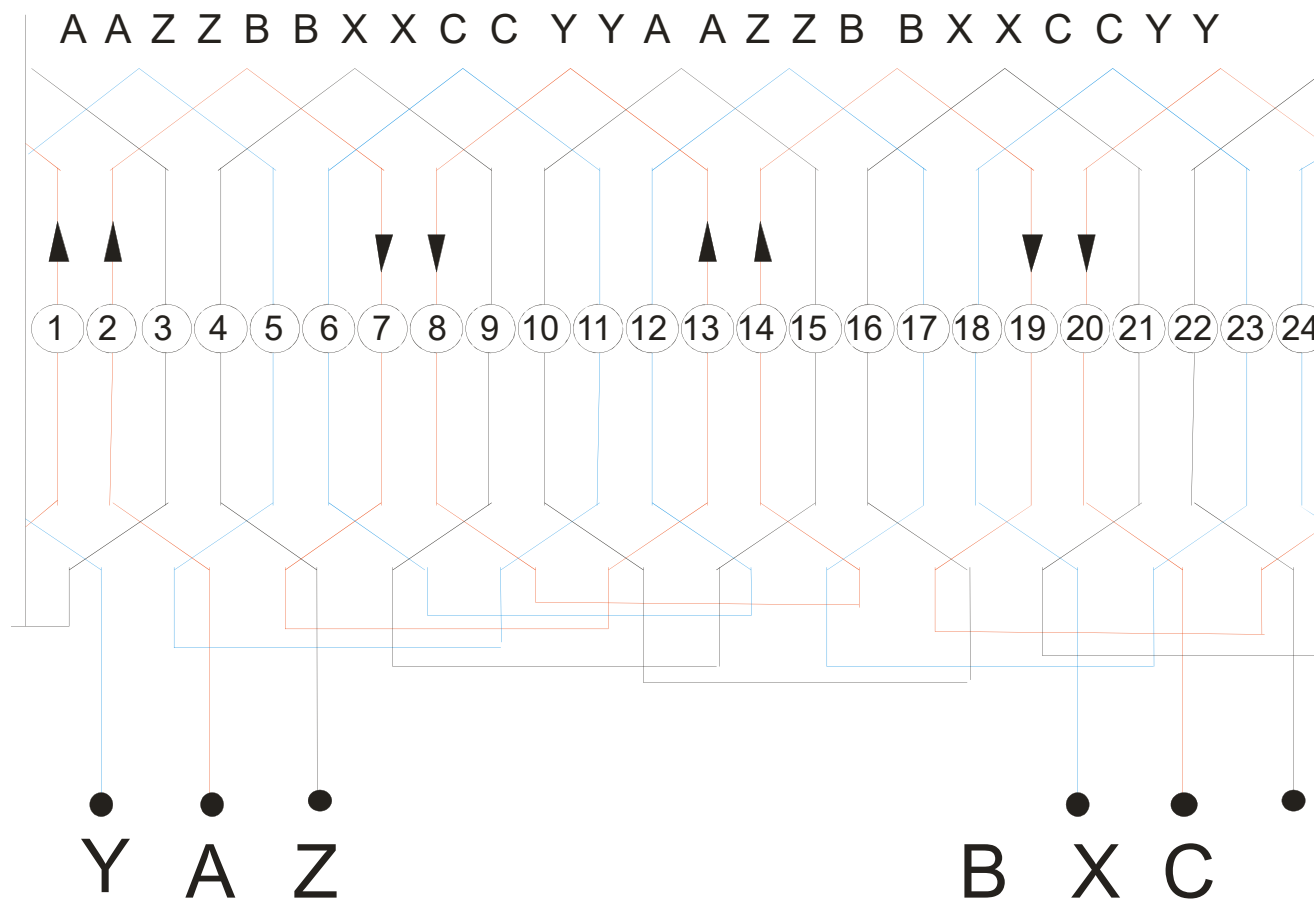
Pha C: (10-15), (16-21); (22-3), (4-9).



Cách nối này gọi là dây quấn đồng khuôn phân tán.

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN



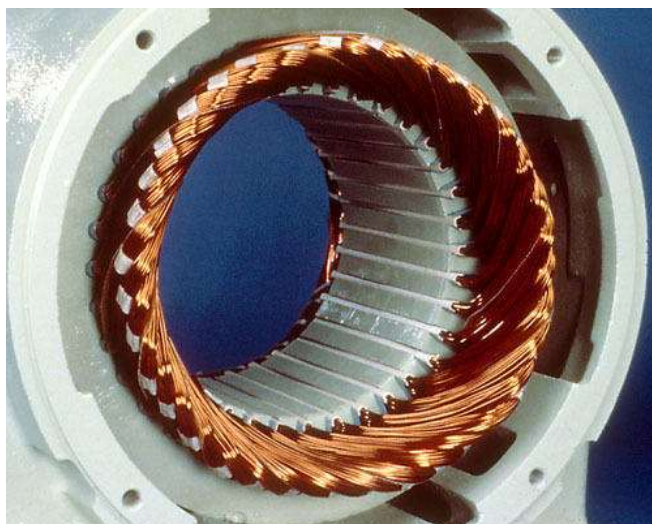
Dây quấn đồng khuôn phân tán

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN

- Dây quấn một lớp
- Dây quấn hai lớp



2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN

Dây quấn 2 lớp là dây quấn mà trong mỗi rãnh có đặt hai cạnh tác dụng của 2 bối dây khác nhau.

Số bối dây của dây quấn: $S = Z$

Một bối dây có 1 cạnh ở lớp trên của một rãnh và 1 cạnh ở lớp dưới của rãnh khác.

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

Ưu điểm: có thể làm được dây quấn bước ngắn để cải thiện dạng sóng sđđ.

Nhược điểm: Lồng dây và sửa chữa khó khăn.


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

Bước dây quấn $y < \tau \rightarrow$ ta lấy $y = 5$

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN

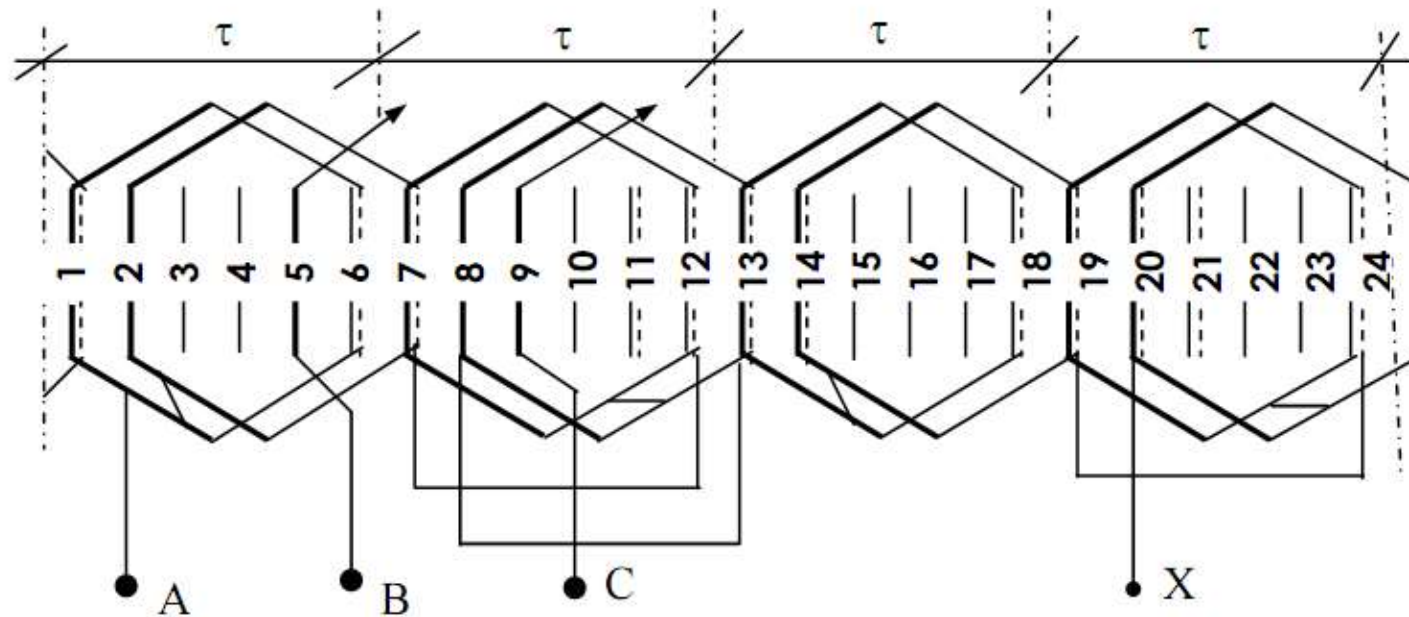
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Lớp trên	A	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y	Y	A	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y	Y
																								
Lớp dưới i	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y	Y	A	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y	Y	A

Chú ý: lớp dây trên có phân bố như dây quấn bước đủ $y = \tau$

Lớp dây dưới có phân bố nhận được từ lớp trên dịch chuyển sang trái một số rãnh = $\tau - y$ (bài này là $6 - 5 = 1$ rãnh)

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẤN

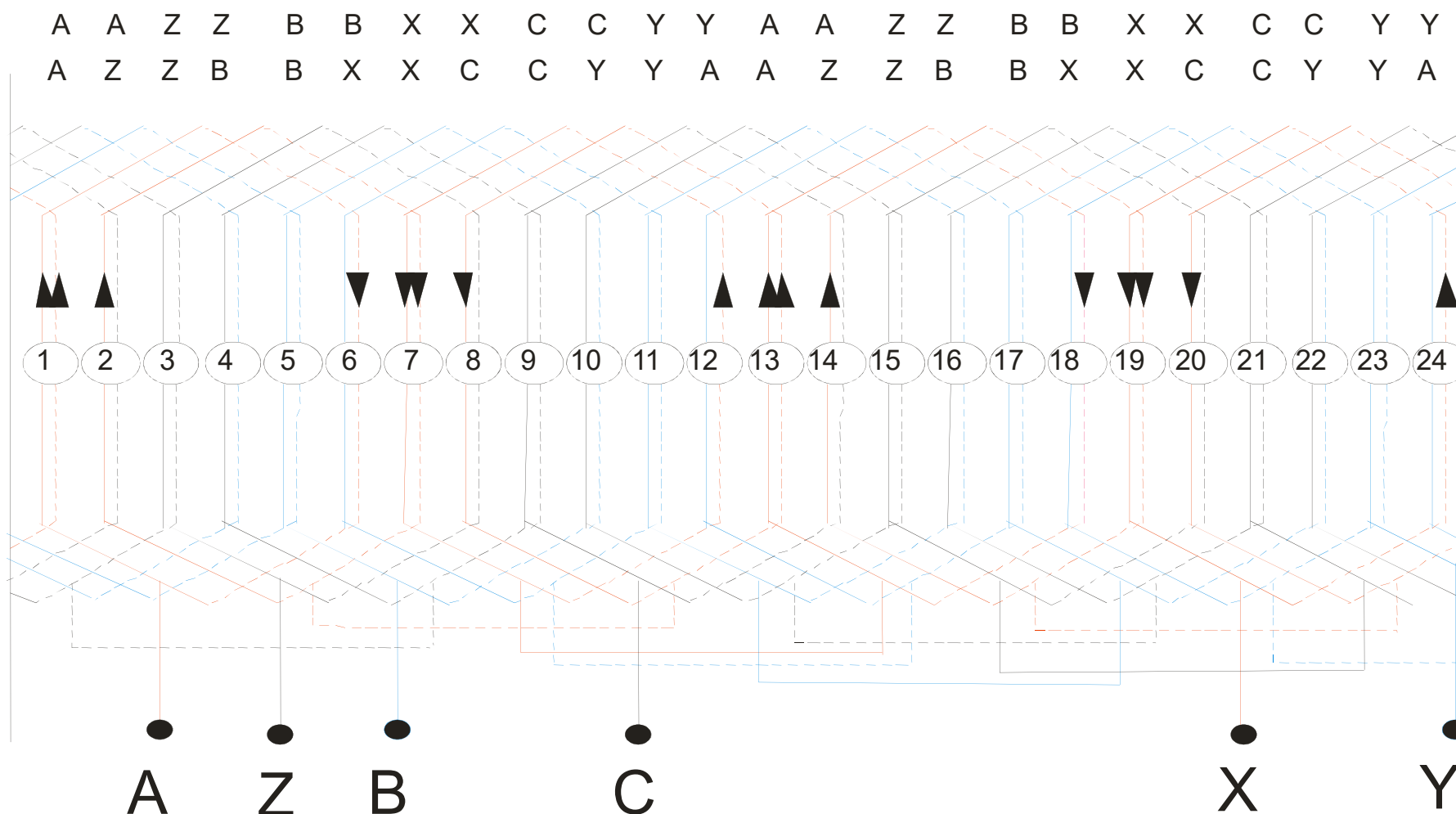


Dây quấn xếp 2 lớp bước ngắn

2.2: DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

PHƯƠNG PHÁP DỰNG SƠ ĐỒ TRẢI DÂY QUẦN



Dây quấn xếp 2 lớp bước ngắn

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

38

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

NỘI DUNG

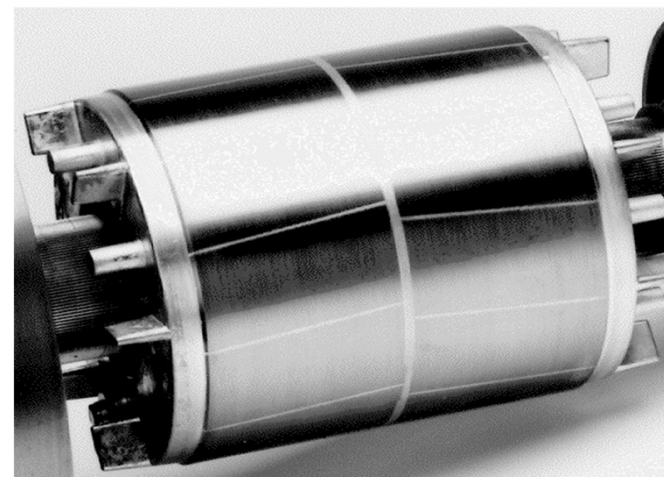
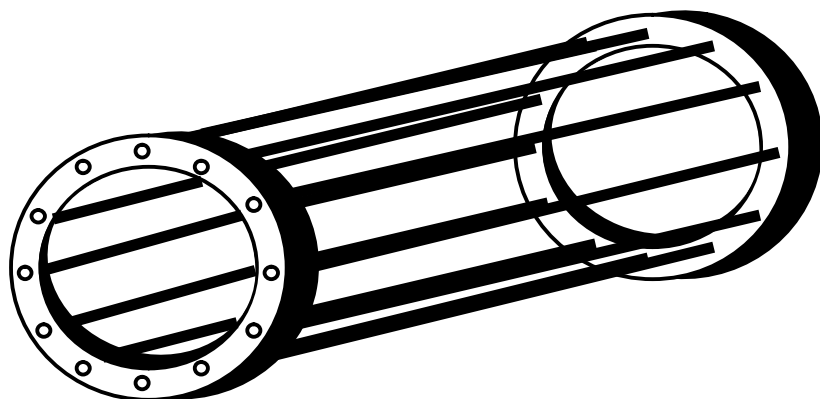
- Khái niệm chung
- Phương pháp dựng sơ đồ trải dây quấn
- **Dây quấn ngắn mạch kiểu lồng sóc**

2.2: DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

DÂY QUẤN NGẮN MẠCH KIỂU LÒNG SÓC

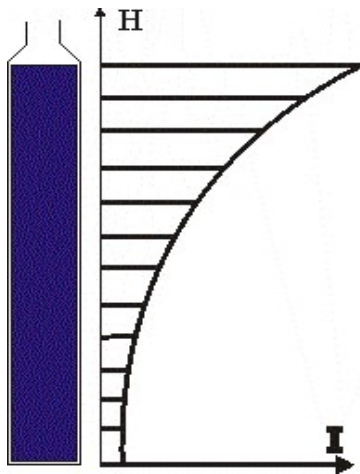
- Thường sử dụng cho rotor động cơ không đồng bộ, dây quấn cảm hoặc dây quấn mở máy của máy điện đồng bộ.
- Ở Máy điện không đồng bộ, dây quấn lồng sóc được tạo thành từ các thanh dẫn và được đặt vào rãnh của rotor.
- Vật liệu chế tạo thường bằng nhôm hoặc bằng đồng
- Hai đầu của thanh dẫn được nối với 2 vòng ngắn mạch



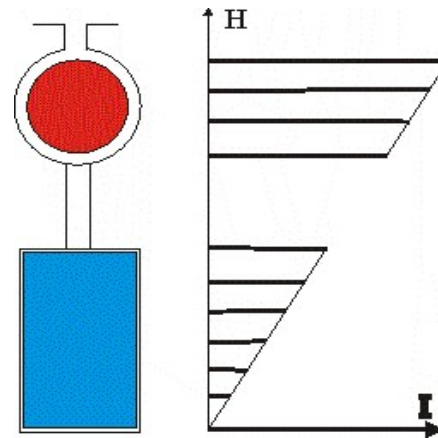
2.2: DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

DÂY QUẦN NGẮN MẠCH KIỂU LỒNG SÓC

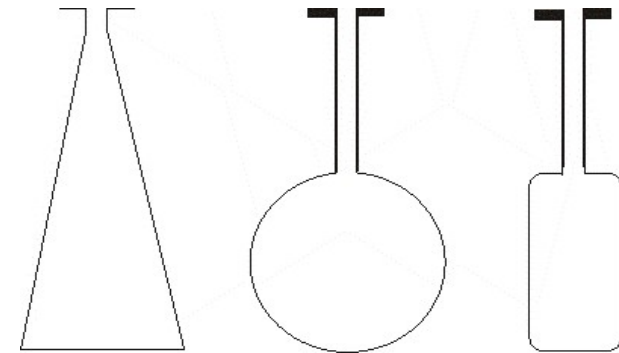
- Để tăng cường momen mở máy và hạn chế dòng điện mở máy, người ta thường làm rãnh sâu, rãnh dạng đặc biệt, lồng sóc kép.



Rãnh sâu



Lồng sóc kép



Rãnh đặc biệt



CHƯƠNG 2: CÁC VẤN ĐỀ CHUNG VỀ MĐQ

NỘI DUNG

2.1. Nguyên lý biến đổi điện cơ.

2.2. Dây quấn máy điện xoay chiều.

2.3. Sức điện động của dây quấn máy điện xoay chiều.

2.4. Sức từ động của dây quấn máy điện xoay chiều.

NỘI DUNG

- **SỨC ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU**
- **CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIẾN DẠNG SÓNG SỨC ĐIỆN ĐỘNG**

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SĐĐ CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Khi nào có sức điện động trong dây quấn phản ứng?

Muốn tạo ra sự biến thiên của từ thông xuyên qua dây quấn phản ứng?

- Cho dây quấn phản ứng chuyển động tương đối trong từ trường phản cảm.
- Cho xuyên qua dq phản ứng đứng yên, một từ trường phản cảm đập mạch hoặc một từ trường không đổi nhưng từ dẫn mạch từ thay đổi.

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SĐĐ CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Để máy làm việc được tốt, *yêu cầu* từ trường phân bố dọc khe hở của máy hình sin để sđđ cảm ứng trong dây quấn có dạng hình sin.

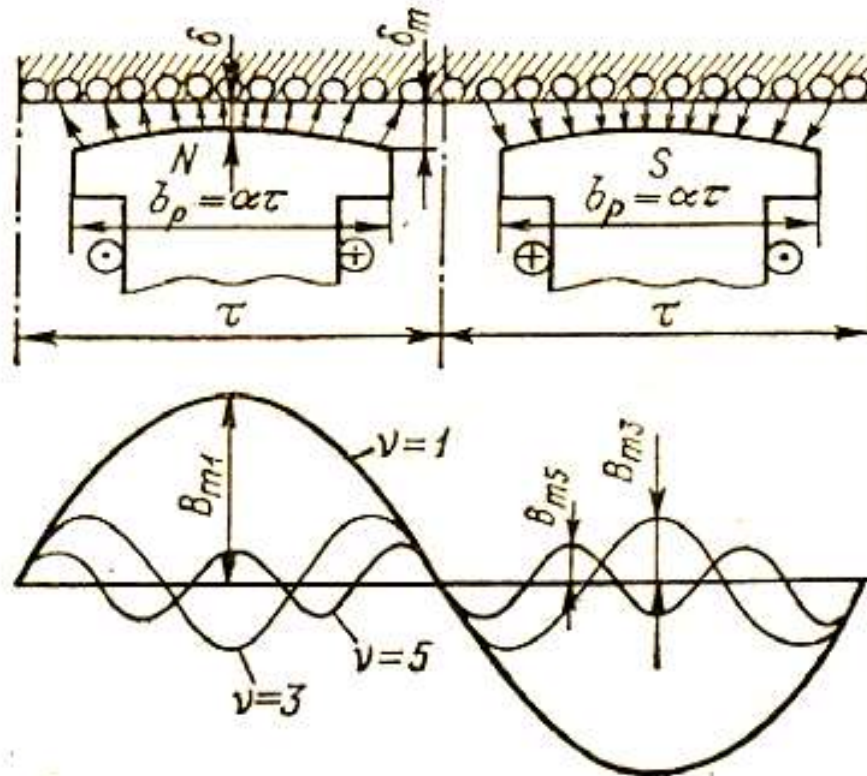
Thực tế không thể thực hiện được vì:

- Do bão hòa mạch từ
- Cấu trúc răng rãnh mạch từ
- Phân bố dây quấn theo bề mặt của nó không liên tục

Nên từ trường sẽ khác sin. Ta phân tích chúng thành sóng cơ bản (bậc 1) và sóng bậc cao ν (bậc 3,5,...).

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SĐĐ CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU



*Phân bố từ cảm từ trường
cực từ MĐĐB dọc bề mặt
Stator*

Khi rotor chuyển động, từ trường $B_1, B_3, B_5, B_7, \dots$ cảm ứng trong dây quấn sđđ $e_1, e_3, e_5, e_7, \dots$. Do tần số f khác nhau nên sđđ tổng trong dây quấn sẽ có dạng không sin.

2.3: SDD CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SDD CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

- Sdd của dây quấn do từ trường sóng cơ bản $\nu = 1$.
- Sdd của dây quấn do từ trường sóng bậc cao.

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SĐĐ CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

➤ Sđđ của một thanh dẫn

Thanh dẫn có chiều dài l chuyển động với vận tốc v trong từ trường cơ bản phân bố hình sin dọc khe hở:

$$B_x = B_m \cdot \sin \frac{\pi}{\tau} x$$

Trong thanh dẫn cảm ứng sđđ:

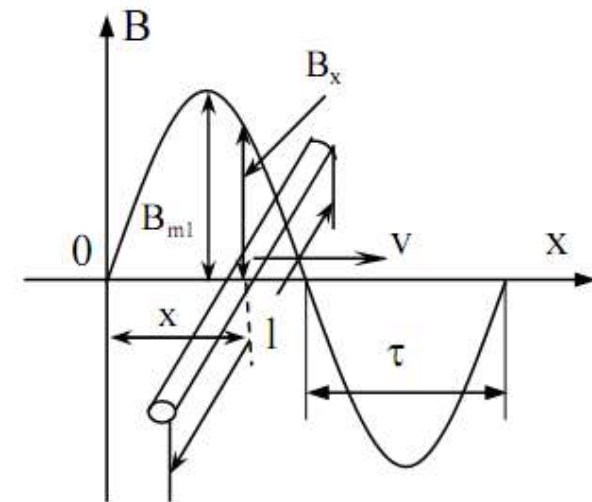
$$e_{td} = B_x \cdot l \cdot v = B_m \cdot l \cdot v \cdot \sin \frac{\pi}{\tau} x$$

Trong đó: $v = \frac{x}{t} = \frac{2\tau}{T} = 2\tau \cdot f$

Từ thông ứng với một bước cực: $\Phi = \frac{2}{\pi} \cdot B_m \cdot l \cdot \tau$

Tốc độ góc: $\omega = 2\pi f$

$\rightarrow e_{td} = \pi \cdot f \cdot \Phi \cdot \sin \omega t = \sqrt{2} \cdot E_{td} \cdot \sin \omega t$



Trong đó:

$$E_{td} = \frac{\pi \cdot f \cdot \Phi}{\sqrt{2}} = 2,22 f \cdot \Phi$$

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SĐĐ CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

➤ Sđđ của một vòng dây và một bội dây

Sđđ của một vòng dây gồm hai thanh dẫn đặt trong hai rãnh cách nhau một khoảng y là hiệu số hình học các sđđ lệch nhau một góc $(y/\tau)\pi$ của hai thanh dẫn đó:

$$\dot{E}_V = \dot{E}'_{td} - \dot{E}''_{td}$$

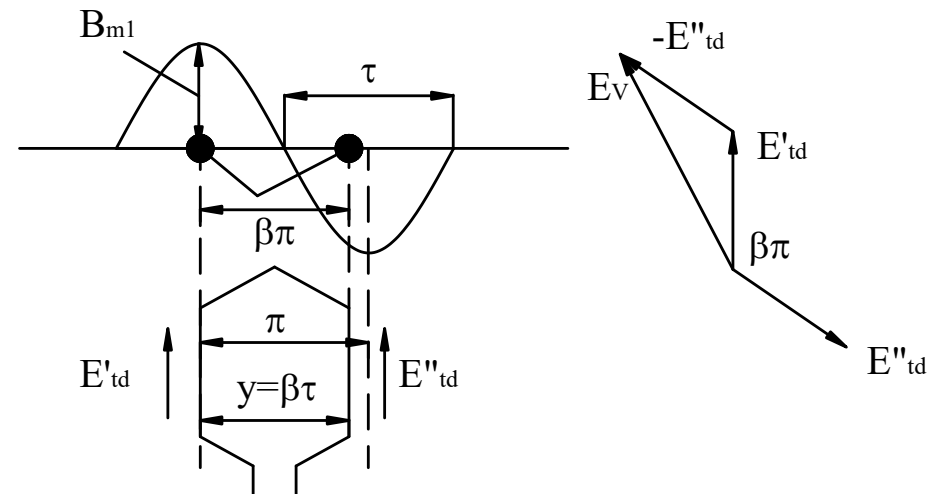
$$E_V = |\dot{E}'_{td} - \dot{E}''_{td}| = 2E_{td} \cdot \sin\left(\frac{y}{\tau} \cdot \frac{\pi}{2}\right)$$

Với dây quấn bước đủ có $y = \tau$

$$\rightarrow E_V = 2 \cdot E_{td}$$

Ta có: $k_n = \frac{E_V(y < \tau)}{E_V(y = \tau)} = \sin \beta \cdot \frac{\pi}{2}$ gọi là hệ số bước ngắn.

$$\rightarrow E_V = 2E_{td} \cdot k_n = 4,44 \cdot f \cdot \Phi \cdot k_n$$



$$E_b = w_b \cdot E_V = 4,44 \cdot f \cdot \Phi \cdot w_b \cdot k_n$$

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SĐĐ CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

➤ Sđđ của một nhóm bối dây

Nhóm bối dây gồm nhiều bối dây mắc nối tiếp nhau trên cùng bước cực của 1 pha dây quấn.

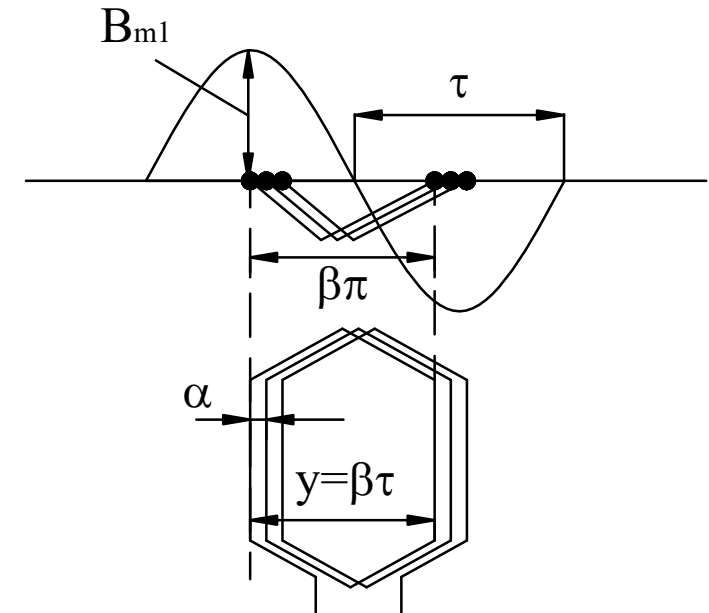
Giả thiết ta có $q = 3$ bối dây mắc nối tiếp và được đặt rải trong các rãnh liên tiếp nhau:

Góc lệch pha trong từ trường giữa hai rãnh cạnh nhau:

$$\alpha = \frac{2\pi}{Z/p} = \frac{2\pi p}{Z}$$

Với Z/p số rãnh dưới một đôi cực từ.

$$\dot{E}_{nh} = \dot{E}_{b1} + \dot{E}_{b2} + \dot{E}_{b3}$$



2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SĐĐ CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

➤ Sđđ của một nhóm bối dây

Ta thấy tứ giác nội tiếp đường tròn.

$$E_{nh} = AB = 2.OA.\sin\frac{3\alpha}{2}$$

Nếu 3 bối thuộc cùng 2 rãnh

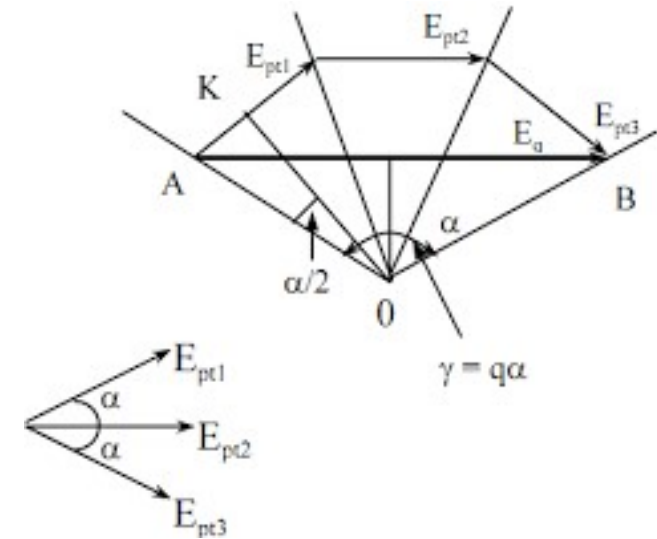
→ các bối dây quần tập trung: $E_{nh} = 3.E_b$

Hệ số quần rải:

$$k_r = \frac{E_{nh} \text{ (quan rải)}}{E_{nh} \text{ (quan tập trung)}} \quad k_r = \frac{AB}{q.AD} = \frac{2.OA.\sin\frac{q\alpha}{2}}{q.2.OA.\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{\sin\frac{q\alpha}{2}}{q.\sin\frac{\alpha}{2}} = 0.92 \div 0.96$$

$$E_{nh} = q.E_b.k_r$$

$$E_{nh} = 4,44.f.\Phi.q.w_b.k_n.k_r = 4,44.f.\Phi.q.w_b.k_{dq}$$



2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SĐĐ CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

➤ Sđđ của một pha

Một pha dây quần gồm a nhánh song song, do ghép song song nên sđđ của một pha là sđđ của một nhánh song song.

Mỗi nhánh song song gồm n nhóm bối dây có vị trí giống nhau trong từ trường của các cực từ:

$$\begin{aligned} E_{ph} &= E_{//} = n.E_{nh} \\ &= 4,44.f.\Phi.q.n.w_b.k_{dq} = 4,44.f.\Phi.W.k_{dq} \end{aligned}$$

Với $W = nqW_b$ là số vòng dây của một nhánh song song

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SĐĐ CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

- Sđđ của dây quấn do từ trường sóng cơ bản $\nu = 1$.
- Sđđ của dây quấn do từ trường sóng bậc cao.

2.3: SDD CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SDD CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Biểu thức sdd của dây quần do từ trường sóng bậc cao cũng tương tự như từ trường sóng cơ bản. Ở đây ta thấy rằng bước cực của từ trường bậc v nhỏ v lần bước cực của từ trường sóng cơ bản, vì vậy góc điện 2π của từ trường sóng cơ bản ứng với góc $v.2\pi$ đối với từ trường bậc v .

Bước cực sóng bậc v :

$$\tau_v = \frac{\tau}{v}$$

Góc lệch pha của sdd sóng bậc cao tăng lên v lần so với sóng cơ bản.

$$k_{nv} = \sin v.\beta.\frac{\pi}{2} \quad k_{rv} = \frac{\sin \frac{vq\alpha}{2}}{q.\sin \frac{v\alpha}{2}}$$

Hệ số dây quần đối với từ trường bậc cao: $k_{dqv} = k_{nv} \cdot k_{rv}$

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

SĐĐ CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

Tần số của sóng bậc v : $f_v = v.f_1$

Suất điện động cảm ứng của sóng bậc v :

$$E_v = 4,44.f_v.\Phi_v.W.k_{dqv}$$

→ Khi từ trường cực từ phân bố không hình sin, sđđ cảm ứng trong dây quần một pha là tổng của một dãy các sđđ điều hòa có tần số khác nhau.

Trị hiệu dụng sđđ đó có trị số:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_3^2 + E_5^2 + \dots}$$

NỘI DUNG

- SỨC ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG TRONG DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU
- CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIẾN DẠNG SÓNG SỨC ĐIỆN ĐỘNG

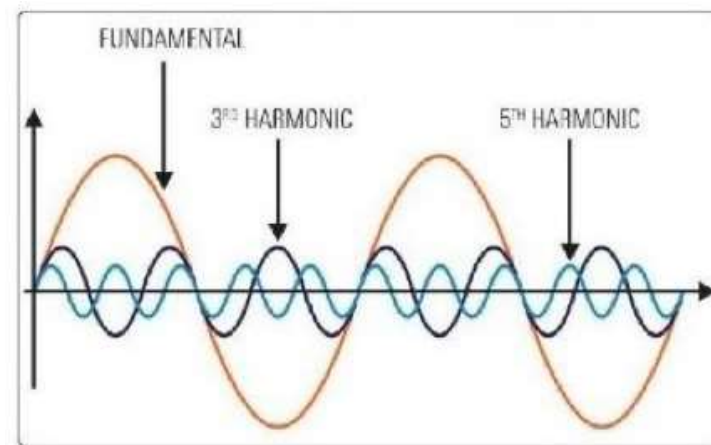
2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIẾN DẠNG SÓNG S.Đ.Đ



Tại sao phải
cải thiện
dạng sóng
sdd?

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_3^2 + E_5^2 + \dots}$$



- Ảnh hưởng của sóng bậc cao sẽ làm cho sđđ không sin, ảnh hưởng đến hiệu suất và các đặc tính của máy.

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIỆN DẠNG SÓNG S.Đ.Đ

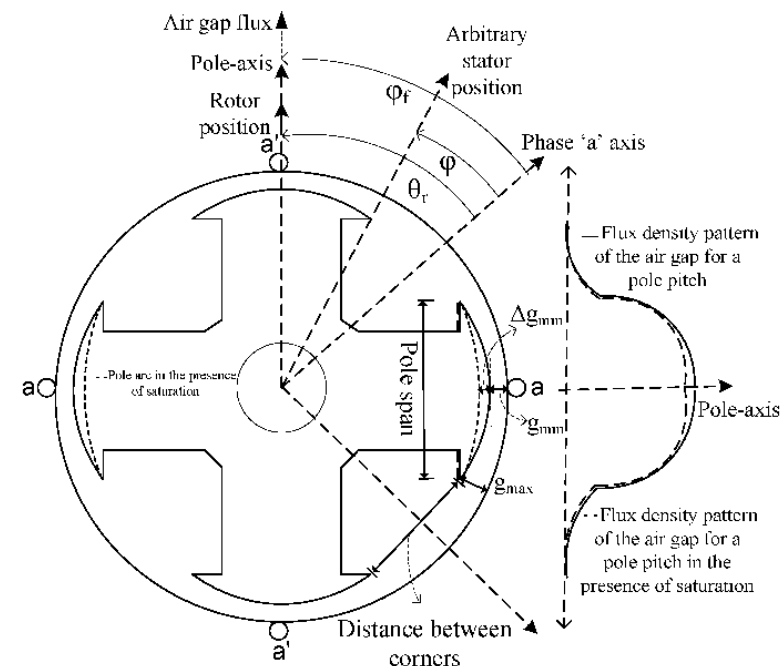
1. Tạo độ cong mặt cực để B sin:

Tạo độ cong mặt cực để khe hở nhỏ nhất ở giữa mặt cực và tăng dần ra hai phía mồm cực từ. Để B hình sin thì δ_x cách giữa mặt cực bằng:

$$\delta_x = \frac{\delta}{\cos \frac{\pi}{\tau} x}$$

Bề rộng mặt cực $b = (0,65 \div 0,75)\tau$

$$\delta_{\max} = (1,5 \div 2,6)\delta$$



2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIỆN DẠNG SÓNG S.Đ.Đ

2. Triệt tiêu sđđ của sóng bậc 3:

Từ trường $v = 1, 3, 5, 7, \dots$

Như ta biết thì sóng bậc $v = 3$ có biên độ lớn nhất trong các sóng bậc cao.

Để triệt tiêu sóng bậc 3: $E_3 \rightarrow 0$

→ Đầu dây quấn hình Y hay D?

2.3: SDD CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIỆN DẠNG SÓNG S.Đ.Đ

3. Dùng dây quần bước ngắn:

Ta có hệ số bước ngắn: $k_{nv} = \sin v.\beta.\frac{\pi}{2}$

Khi $y = \tau \rightarrow k_{nv} = 1$: tất cả các sdd bậc cao đều tồn tại

Khi $y < \tau$ thì sdd bậc cao tùy ý sẽ bị triệt tiêu:

$$E_5 = 0 \rightarrow k_{n5} = \sin 5.\beta.\frac{\pi}{2} = 0 \quad \rightarrow \beta = \frac{y}{\tau} = \begin{cases} \frac{2}{5} \\ \frac{4}{5} \end{cases}$$

$$\text{Ta lấy } \beta = \frac{4}{5} \text{ do: } k_{n1} = \sin \frac{4}{5} \frac{\pi}{2} > \sin \frac{2}{5} \frac{\pi}{2}$$

$$\text{Tương tự muốn } E_7 = 0 \text{ thì chọn } \beta = \frac{6}{7}$$

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIỆN DẠNG SÓNG S.Đ.Đ

3. Dùng dây quấn bước ngắn:

Nhận xét:

- Rút ngắn bước dây quấn sđđ bậc một cũng giảm đi một ít nhưng không đáng kể.
- Dùng dây quấn bước ngắn không đồng thời triệt tiêu tất cả sđđ bậc cao vì vậy phải chọn bước ngắn thích hợp. Thường chọn tỉ số tối ưu:

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

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIỆN DẠNG SÓNG S.Đ.Đ

4. Thực hiện dây quấn rải:

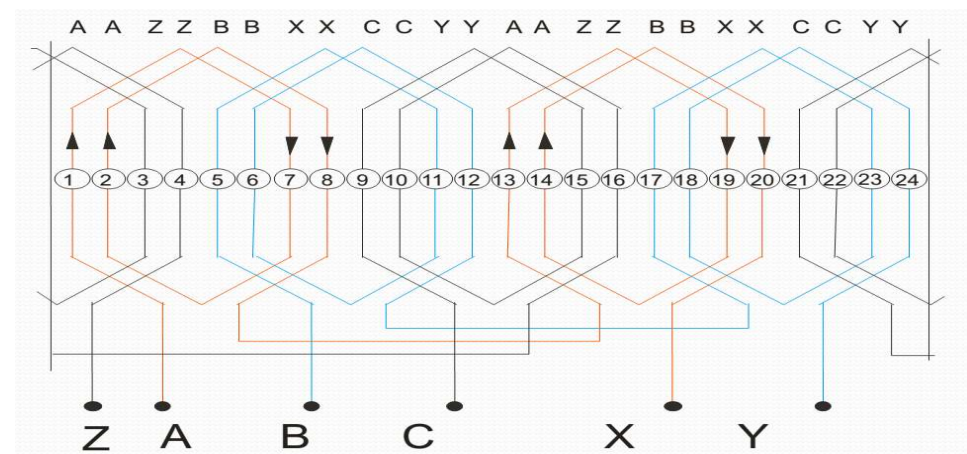
Khi quấn tập trung $q = 1 \rightarrow k_{rv} = \frac{\sin \frac{vq\alpha}{2}}{q \cdot \sin \frac{v\alpha}{2}} = \pm 1$

Nghĩa là các sđđ bậc cao không giảm.

Khi quấn rải với $q > 1 \rightarrow k_{rv} < k_{r1}$

→ các sđđ bậc cao đều giảm nhỏ.

→ ta dùng dây quấn rải.



2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIỆN DẠNG SÓNG S.Đ.Đ

5. Làm rãnh nghiêng.



Với các sóng điều hòa bậc cao

$$v_z = \frac{Z}{p} \cdot k \pm 1$$

với $k = 1, 2, 3, \dots$

Ví dụ $Z = 24, p = 2 \rightarrow v_z = 11, 13, 23, 25, \dots$

Sóng có bậc v_z gọi là sóng điều hòa răng.

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIỆN DẠNG SÓNG S.Đ.Đ

5. Làm rãnh nghiêng.

Ta có:
$$\alpha_{v_z} = v_z \cdot \alpha = \left(\frac{Z}{p} \cdot k \pm 1\right) \cdot \frac{2\pi p}{Z} = 2\pi k \pm \frac{2\pi p}{Z} = \alpha$$

→ Góc lệch pha α_{v_z} giữa các sđđ của các bội dây đặt trong các rãnh liên tiếp do từ trường bậc v_z sinh ra bằng góc lệch pha α ứng với từ trường cơ bản.

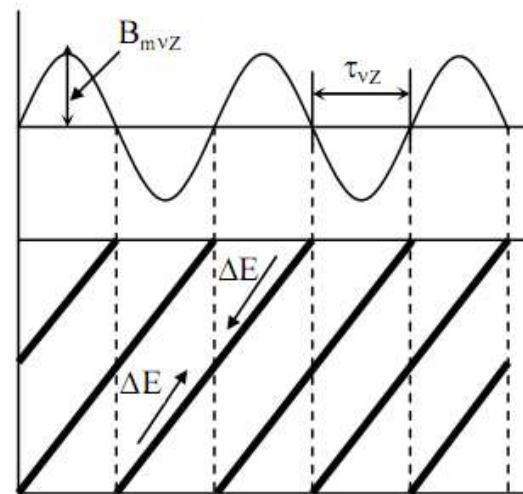
→ $k_{rvz} = \pm k_r \rightarrow$ Hệ số dây quấn lớn bằng hệ số dây quấn của sóng cơ bản mặc dù ta quấn rải.

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIỆN DẠNG SÓNG S.Đ.Đ

5. Làm rãnh nghiêng.

Dùng rãnh nghiêng để giảm ảnh hưởng của sóng điều hòa răng.



Trường hợp rãnh chéo
một bước răng

Từ cảm B_{vZ} dọc hai nửa thanh dẫn có cực tính khác nhau \rightarrow sđđ cảm ứng trong hai nửa thanh dẫn có chiều ngược nhau \rightarrow tổng sđđ điều hòa răng trong thanh dẫn = 0

2.3: SĐĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI THIỆN DẠNG SÓNG S.Đ.Đ

5. Làm rãnh nghiêng.

Từ trường sóng điều hòa răng bậc 1 ($k = 1$) là mạnh nhất \rightarrow để triệt tiêu được sđđ này ta chọn bước rãnh chéo là:

$$b_c = 2\tau_{vz} = \frac{2\tau}{v_z} = \frac{2p\tau}{Z \pm p}$$

$$\text{có } p \ll Z \rightarrow b_c = \frac{2p\tau}{Z} = \frac{\pi D}{Z} = t_z$$

t_z là khoảng cách một bước răng.



CHƯƠNG 2: CÁC VẤN ĐỀ CHUNG VỀ MĐQ

NỘI DUNG

2.1. Nguyên lý biến đổi điện cơ.

2.2. Dây quấn máy điện xoay chiều.

2.3. Sức điện động của dây quấn máy điện xoay chiều.

2.4. Sức từ động của dây quấn máy điện xoay chiều.

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẮN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

NỘI DUNG

- Khái niệm chung
- Sức từ động của dây quấn 1 pha
- Sức từ động của dây quấn 3 pha
- Sức từ động của dây quấn 2 pha

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

KHÁI NIỆM CHUNG

Dòng điện \rightarrow sức từ động \rightarrow từ trường quanh dây quấn.

- STĐ đập mạch?
- STĐ quay?
- Quan hệ giữa STĐ đập mạch và STĐ quay?

Giả thiết: + khe hở không khí δ đều
 + $\mu_{Fe} \rightarrow \infty$

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

KHÁI NIỆM CHUNG

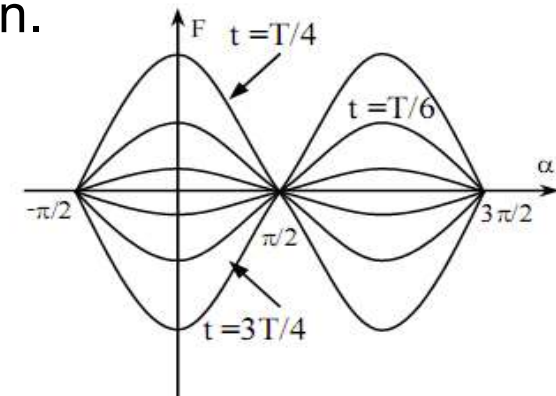
1. Sức từ động đập mạch:

$$F = F_m \cdot \sin \omega t \cdot \cos \alpha \quad (\alpha: \text{góc không gian})$$

Nếu $t = \text{const}$ thì: $F = F_{m1} \cdot \cos \alpha = f(\alpha)$

Với $F_{m1} = F_m \cdot \sin \omega t$ là biên độ tức thời stđ đập mạch

Sự phân bố của F là hình sin trong không gian.



2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

KHÁI NIỆM CHUNG

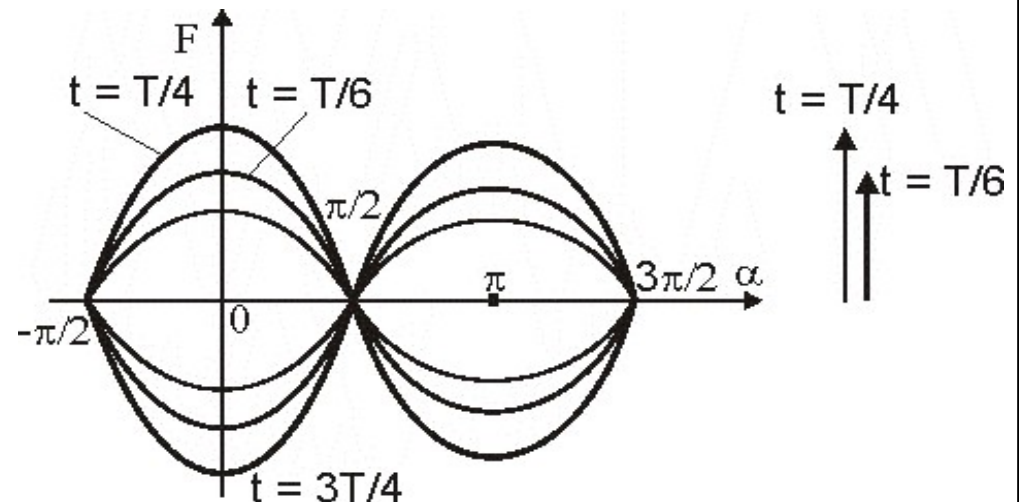
1. Sức từ động đập mạch:

$$F = F_m \cdot \sin \omega t \cdot \cos \alpha \quad (\alpha: \text{góc không gian})$$

khi $\alpha = \text{const}$ ở vị trí cố định bất kỳ: $F = F_{m2} \cdot \sin \omega t$

Trong đó $F_{m2} = F_m \cdot \cos \alpha$

F ở vị trí đó biến đổi tuần hoàn theo thời gian.



→ Stđ đập mạch là một sóng dừng (sóng đứng), nó phân bố hình sin trong không gian và biến đổi hình sin theo thời gian.

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

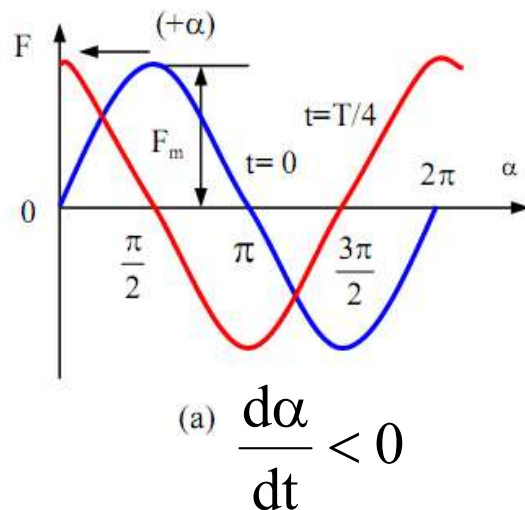
KHÁI NIỆM CHUNG

2. Sức từ động quay tròn: $F = F_m \cdot \sin(\omega t \mp \alpha)$ (*)

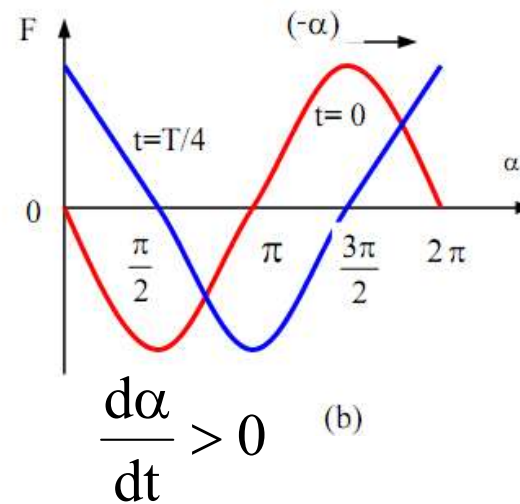
Xét một điểm bất kỳ của sóng stđ có trị số không đổi:

$$\sin(\omega t \mp \alpha) = \text{const} \quad \text{hay} \quad \omega t \mp \alpha = \text{const} \quad \rightarrow \frac{d\alpha}{dt} = \pm \omega$$

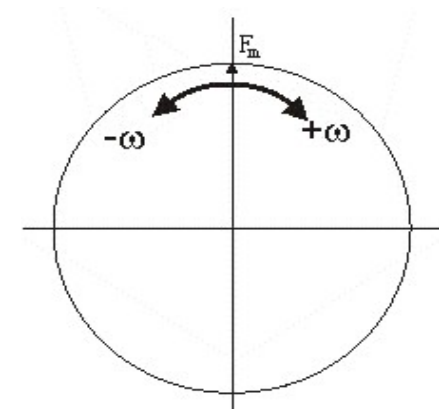
Ta thấy, đạo hàm α theo t chính là tốc độ góc quay:



ứng với sóng quay ngược (a)



ứng với sóng quay thuận (b)



Biểu thị bằng
vector quay

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

KHÁI NIỆM CHUNG

3. Quan hệ giữa sức từ động đập mạch và sức từ động quay tròn:

$$F_m \cdot \sin \omega t \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} F_m \cdot \sin(\omega t - \alpha) + \frac{1}{2} F_m \cdot \sin(\omega t + \alpha) = F_1 + F_2$$

STĐ đập mạch là tổng của hai STĐ quay:

- Với F_1 quay thuận với tốc độ góc $+\omega$, F_2 quay ngược cùng tốc độ góc $-\omega$
- Biên độ của các stđ quay bằng một nửa biên độ stđ đập mạch.

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

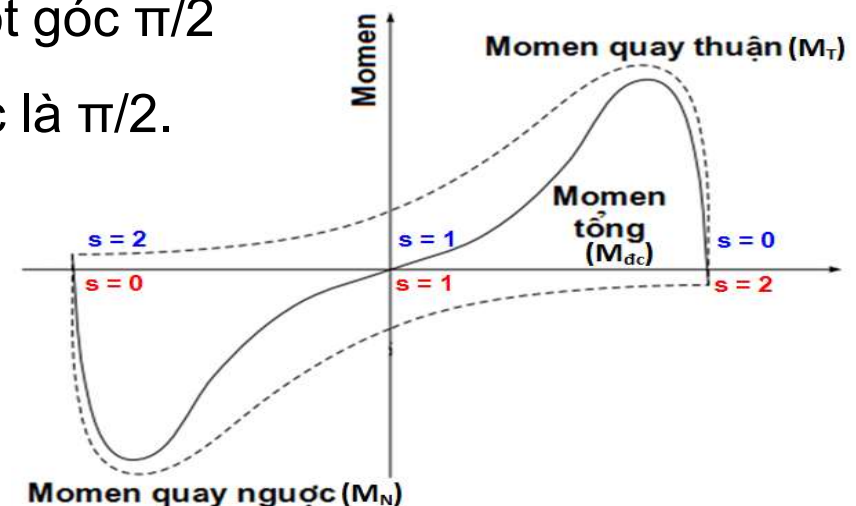
KHÁI NIỆM CHUNG

3. Quan hệ giữa sức từ động đập mạch và sức từ động quay tròn:

$$\begin{aligned} F_m \cdot \sin(\omega t \pm \alpha) &= F_m \cdot \sin \omega t \cdot \cos \alpha \pm F_m \cdot \cos \omega t \cdot \sin \alpha \\ &= F_m \cdot \sin \omega t \cdot \cos \alpha \pm F_m \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \cdot \cos\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right) \end{aligned}$$

STĐ quay là tổng hợp của **hai STĐ đập mạch**:

- Lệch pha nhau trong không gian một góc $\pi/2$
- Khác pha nhau về thời gian một góc là $\pi/2$.



NỘI DUNG

- Khái niệm chung
- Sức từ động của dây quấn 1 pha
- Sức từ động của dây quấn 3 pha
- Sức từ động của dây quấn 2 pha

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẦN 1 PHA

➤ Stđ của các bồi dây

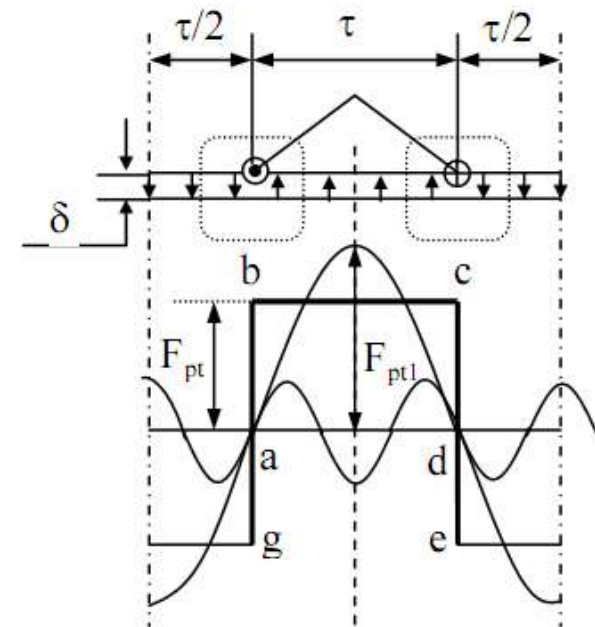
Giả thiết:

- Dây quần đặt ở stator gồm có 2 bồi dây.
- W_b là số vòng dây của một bồi dây.
- i_b là dòng điện trong bồi dây.
- Dây quần bước đủ ($y = \tau$).
- $\mu_{Fe} = \infty$

Theo đl toàn dòng điện:

$$\oint H \cdot dl = i_b \cdot W_b$$

Với H : cường độ từ trường dọc theo đường sức từ.



2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẦN 1 PHA

➤ **Stđ của các bồi dây**

$$H_{\delta} \cdot 2\delta = i_b \cdot W_b$$

STĐ ứng với một khe hở không khí bằng: $F_b = \frac{i_b \cdot W_b}{2}$

Mật độ từ thông (Từ cảm): $B_{\delta} = \mu_0 H_{\delta} = \frac{\mu_0}{\delta} \frac{i_b \cdot W_b}{2} = \Lambda_{\delta} \cdot F_b$

Với $\Lambda_{\delta} = \frac{\mu_0}{\delta}$: là độ từ dẫn khe hở không khí.

→ STĐ phân bố hình chữ nhật trong không gian có thể phân tích thành dãy Fourier có các sóng điều hòa bậc v (1, 3, 5...) như sau:

$$F_b = \sum F_{bv} = F_{b1m} \cdot \cos \alpha + F_{b3m} \cdot \cos 3\alpha + \dots + F_{bvm} \cdot \cos v\alpha$$

với $v = 1, 3, 5 \dots$

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẦN 1 PHA

➤ **Std của các bồi dây**

Trong đó:

$$F_{bvm} = \frac{2}{\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} F_b \cdot \cos v\alpha \cdot d\alpha = \frac{4}{v\pi} \sin \frac{v\pi}{2} \cdot F_b$$

$$F_b = \frac{i_b \cdot W_b}{2} \quad i_b = I_{bm} \cdot \cos \omega t$$

$$F_{bvm} = \frac{2}{v\pi} I_{bm} \cdot W_b \cdot \cos \omega t = \frac{2\sqrt{2}}{v\pi} I_b \cdot W_b \cdot \cos \omega t$$

$$\rightarrow F_{bv} = F_{bvm} \cdot \cos v\alpha = \frac{2\sqrt{2}}{v\pi} I_b \cdot W_b \cdot \cos v\alpha \cdot \cos \omega t$$

$$\rightarrow F_b = \sum_{v=1,3,5,\dots} F_{bvm} \cdot \cos v\alpha \cdot \cos \omega t$$

→ STĐ của một bồi dây có dđ xoay chiều là tổng của v sóng đập mạch phân bố hình sin trong không gian và biến đổi hình sin theo thời gian.

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

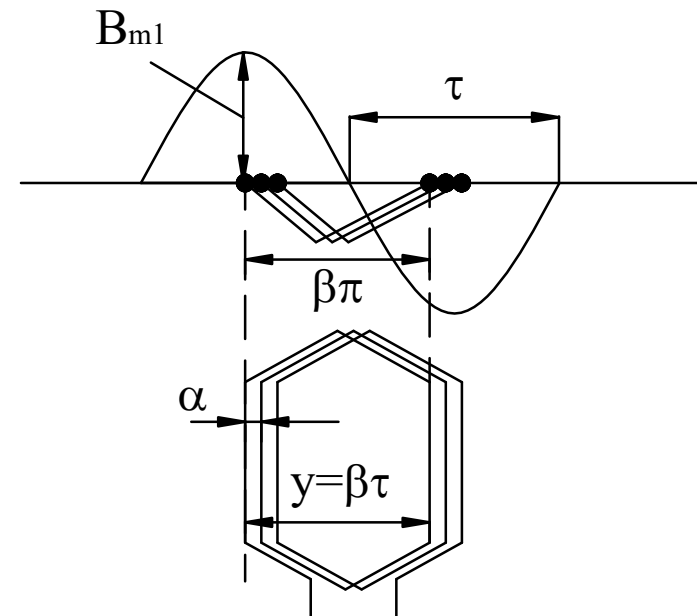
STĐ CỦA DÂY QUẦN 1 PHA

➤ Stđ của nhóm bối dây

Nhóm bối dây gồm có q bối dây mắc nối tiếp nằm ở các rãnh cạnh nhau của một pha dây quần.

STĐ của nhóm bối dây cũng được xác định tương tự như STĐ của nhóm bối dây.

$$F_{nhv} = q \cdot F_{bv} \cdot k_{rv}$$



2.3: STĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẤN 1 PHA

➤ Stđ của 1 pha dây quấn

Với dây quấn 2 lớp bước ngắn $y < \tau$

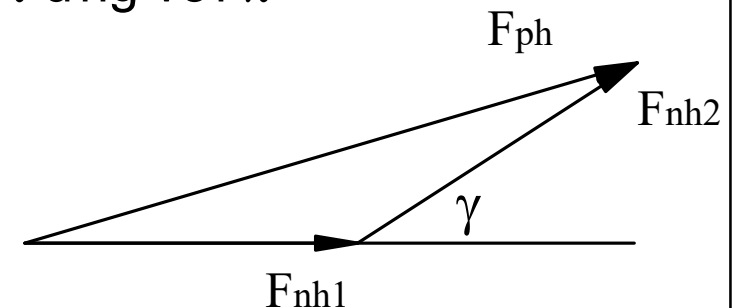
STĐ của dây quấn một pha hai lớp bước ngắn có thể được xem như tổng STĐ của hai dây quấn một lớp bước đủ, một đặt ở lớp trên và một đặt ở lớp dưới nhưng lệch pha nhau một góc γ độ điện.

2 lớp dịch chuyển so với nhau $(\tau - y)$ rãnh, τ ứng với π

Đối với sóng cơ bản $v = 1$:

góc lệch $\gamma = \frac{\pi}{\tau}(\tau - y) = \pi(1 - \beta)$

$$F_{ph} = 2F_{nh} \cdot \cos \frac{\gamma}{2} = 2F_{nh} \cdot \cos \frac{\pi}{2}(1 - \beta) = 2F_{nh} \cdot \cos \frac{\pi\beta}{2} = 2F_{nh} \cdot k_n$$



2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẦN 1 PHA

➤ Stđ của 1 pha dây quần

Tương tự đối với sóng bậc v :

$$F_{phv} = 2F_{nhv} \cdot k_{nv}$$

$$F_{phvm} = 2F_{nhvm} \cdot k_{nv} = 2 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{v\pi} I_b \cdot W_b \cdot \cos \omega t \cdot q \cdot k_{rv} \cdot k_{nv}$$

Ta có $W = \frac{2pq \cdot W_b}{a}$: số vòng dây của 1 nhánh // (của 1 pha dq)

$$I_b = \frac{I_{ph}}{a} \quad F_{phvm} = \frac{2\sqrt{2}}{v\pi} I_{ph} \cdot \frac{W}{p} \cdot \cos \omega t \cdot k_{dqv}$$

Vậy stđ của dq một pha hai lớp bước ngắn:

$$F_{ph} = \sum_{v=1,3,5,\dots} F_{phvm} \cdot \cos v\alpha \cdot \cos \omega t$$

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẦN 1 PHA

➤ Stđ của 1 pha dây quần

STĐ của một pha là tổng hợp của một dãy **STĐ đập mạch** phân bố hình sin trong không gian biến đổi hình sin theo thời gian.

Ta phân tích **STĐ đập mạch** thành các **sóng quay thuận** và **ngược**:

$$\begin{aligned} F_{phv} &= F_{phvm} \cdot \cos v\alpha \cdot \cos \omega t \\ &= \frac{1}{2} F_{phvm} \cdot \cos(\omega t - v\alpha) + \frac{1}{2} F_{phvm} \cdot \cos(\omega t + v\alpha) = F_{1v} + F_{2v} \end{aligned}$$

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

NỘI DUNG

- Khái niệm chung
- Sức từ động của dây quấn 1 pha
- Sức từ động của dây quấn 3 pha
- Sức từ động của dây quấn 2 pha

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẦN 3 PHA

Giả thiết dây quần ba pha đặt lệch nhau một góc 120° điện hay $2\pi/3$ và có dòng điện chạy qua là:

$$i_A = I_m \cdot \cos \omega t$$

$$i_B = I_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$i_C = I_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

Dòng điện từng pha sẽ sinh ra các stđ lệch pha nhau $2\pi/3$

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẦN 3 PHA

Xét stđ bậc ν của 3 pha dây quần:

$$\begin{aligned}F_{Av} &= F_{phvm} \cdot \cos \nu \alpha \cdot \cos \omega t \\&= \frac{1}{2} F_{phvm} \cdot \cos(\omega t - \nu \alpha) + \frac{1}{2} F_{phvm} \cdot \cos(\omega t + \nu \alpha) = F_{1Av} + F_{2Av}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{Bv} &= \frac{1}{2} F_{phvm} \cdot \cos\left[\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) - \nu\left(\alpha - \frac{2\pi}{3}\right)\right] \\&\quad + \frac{1}{2} F_{phvm} \cdot \cos\left[\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) + \nu\left(\alpha - \frac{2\pi}{3}\right)\right]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{Cv} &= \frac{1}{2} F_{phvm} \cdot \cos\left[\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right) - \nu\left(\alpha - \frac{4\pi}{3}\right)\right] \\&\quad + \frac{1}{2} F_{phvm} \cdot \cos\left[\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right) + \nu\left(\alpha - \frac{4\pi}{3}\right)\right]\end{aligned}$$

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẤN 3 PHA

Các thành phần **quay thuận** F_{1Av} , F_{1Bv} , F_{1Cv} đều quay với vận tốc

$$\Omega_v = \frac{\omega}{v}$$

Nên vị trí của chúng trong không gian không đổi \rightarrow có thể xếp chồng:

$$F_{1v} = F_{1Av} + F_{1Bv} + F_{1Cv}$$

Tương tự các thành phần **quay ngược** F_{2Av} , F_{2Bv} , F_{2Cv} quay với

vận tốc $\Omega_v = -\frac{\omega}{v} \rightarrow$ có thể xếp chồng:

$$F_{2v} = F_{2Av} + F_{2Bv} + F_{2Cv}$$

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẦN 3 PHA

- STĐ của các sóng quay thuận:

$$F_{1Av} = \frac{1}{2} F_{phvm} \cdot \cos[(\omega t - v\alpha) + 0(v-1)\frac{2\pi}{3}]$$

$$F_{1Bv} = \frac{1}{2} F_{phvm} \cdot \cos[(\omega t - v\alpha) + 1(v-1)\frac{2\pi}{3}]$$

$$F_{1Cv} = \frac{1}{2} F_{phvm} \cdot \cos[(\omega t - v\alpha) + 2(v-1)\frac{2\pi}{3}]$$

→ STĐ giữa chúng lệch pha nhau một góc $(v-1)\frac{2\pi}{3}$

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẦN 3 PHA

- STĐ của các sóng quay thuận:

Các sóng hài $v = 1, 3, 5, 7 \dots$ chia làm ba nhóm:

1. $v = 3, 9, 15, 21 \dots$

$\rightarrow v = 3.k$ với $k = 1, 3, 5 \dots$

2. $v = 1, 7, 13, 19 \dots$

$\rightarrow v = 6.k + 1$ với $k = 0, 1, 2 \dots$

3. $v = 5, 11, 17, 23 \dots$

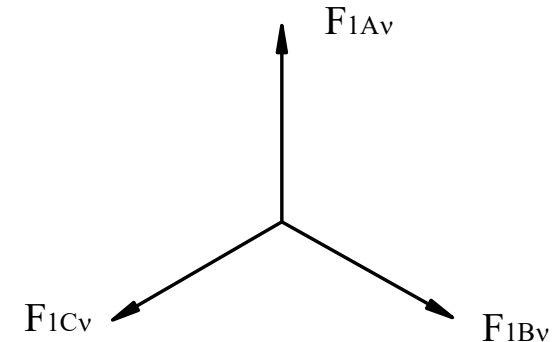
$\rightarrow v = 6.k - 1$ với $k = 1, 2, 3 \dots$

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẦN 3 PHA

- STĐ của các sóng quay thuận:

+/- Với nhóm $\nu = 3.k$ $\rightarrow (\nu - 1) \frac{2\pi}{3} = 2\pi k - \frac{2\pi}{3}$



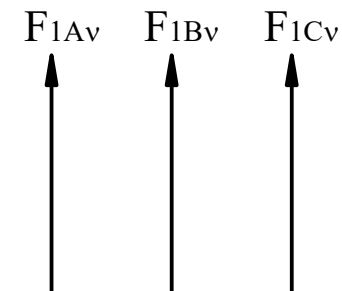
\rightarrow các sóng này lệch pha nhau 1 góc $\frac{2\pi}{3}$ và quay cùng tốc độ

\rightarrow tổng của chúng = 0

+/- Với nhóm $\nu = 6.k+1$ $\rightarrow (\nu - 1) \frac{2\pi}{3} = 4\pi k$

\rightarrow các sóng trùng pha nhau.

$\rightarrow F_{1\nu} = 3F_{1Av} = 3F_{1Bv} = 3F_{1Cv}$



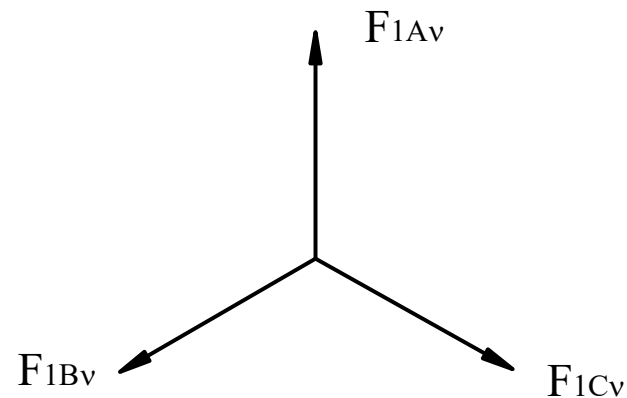
2.3: STĐ CỦA DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẦN 3 PHA

- STĐ của các sóng quay thuận:

$$\pm / \text{ Với nhóm } \nu = 6.k-1 \rightarrow (\nu - 1) \frac{2\pi}{3} = 4\pi k - \frac{4\pi}{3}$$

$$\rightarrow F_{1\nu} = 0$$



2.3: STĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẤN 3 PHA

- STĐ của các sóng quay ngược:

Xét tương tự ta có:

Với nhóm $v = 3.k$ và $v = 6.k + 1$ có stđ $F_{2v} = 0$

Chỉ có nhóm $v = 6.k - 1$ có $\rightarrow F_{2v} = 3F_{2Av} = 3F_{2Bv} = 3F_{2Cv}$

Như vậy Stđ của dây quấn ba pha là tổng các stđ bậc $v = 6k + 1$ quay thuận và các stđ bậc $v = 6k - 1$ quay ngược. Biên độ thì bằng 3/2 biên độ của stđ một pha bậc v , và tốc độ quay của stđ bậc v là $n_v = n/v$:

$$F_{(3)} = \sum_{v=6k \pm 1} F_{vm} \cdot \cos(\omega t \mp v\alpha)$$

$$\text{Với } F_{vm} = \frac{3\sqrt{2}}{v\pi} I \cdot \frac{W}{p} \cdot \cos \omega t \cdot k_{dqv}$$

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

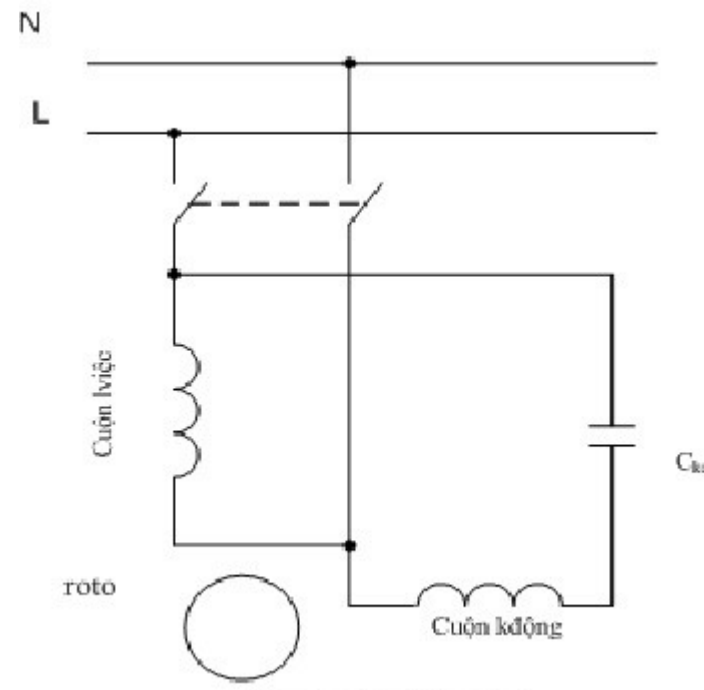
NỘI DUNG

- Khái niệm chung
- Sức từ động của dây quấn 1 pha
- Sức từ động của dây quấn 3 pha
- Sức từ động của dây quấn 2 pha

2.3: STĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẤN 2 PHA

Ta có dây quấn 2 pha đặt lệch pha nhau trong không gian một góc 90° điện và dòng điện hai pha lệch pha nhau một góc 90°



2.3: STĐ CỦA DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

STĐ CỦA DÂY QUẤN 2 PHA

Phân tích như trường hợp dây quấn 3 pha, ta có:

$$F_{(2)} = \sum_{v=4k \pm 1} F_{vm} \cdot \cos(\omega t \mp v\alpha)$$

$$\text{Với } F_{vm} = \frac{2\sqrt{2}}{v\pi} I \cdot \frac{W}{p} \cdot \cos \omega t \cdot k_{dqv}$$

STĐ của dq hai pha là tổng của các STĐ bậc $v = 4k + 1$ quay thuận và các STĐ bậc $v = 4k - 1$ quay ngược. Biên độ thì bằng biên độ của stđ một pha bậc v , và tốc độ quay của stđ bậc v là $n_v = n / v$.