

**UBND TỈNH LÂM ĐỒNG  
TRƯỜNG CAO ĐẲNG ĐÀ LẠT**

# **GIÁO TRÌNH**

**MÔN HỌC/MÔ ĐUN: MÁY ĐIỆN 1,2**

**NGÀNH/NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP**

**TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG VÀ TRUNG CẤP**

**Lâm Đồng, năm 2017**

## **TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN**

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

## **LỜI GIỚI THIỆU**

*Trong những năm gần đây công tác dạy nghề ngày càng được chú trọng, chương trình modul/ môn học cũng được các nhà trường và giáo quan tâm điều chỉnh cho phù hợp với nhu cầu thực tế của người học cũng như nhu cầu sản xuất của các doanh nghiệp.*

*Việc biên soạn giáo trình phục vụ công tác đào tạo nghề Điện công nghiệp trong những năm qua đã được Khoa Điện – Điện Tử quan tâm chỉ đạo xây dựng cho sát với chương trình môn học. Giáo trình phải được xây dựng theo hướng hạn chế các phạm trù lý thuyết gây mơ hồ cho HSSV và ít được sử dụng trong thực tế mà giáo trình phải trợ giúp cho HSSV rèn luyện kỹ năng thực hành nhiều hơn.*

*Năm học 2017 – 2018 là năm học đầu tiên Trường Cao Đẳng Nghề Đà Lạt tổ chức đào tạo theo hình thức tín chỉ thay vì đào tạo theo niên chế như trước đây, do đó giáo trình này được biên soạn dựa trên giáo trình Máy điện<sup>1,2</sup> cũ đã được nghiệm thu và sử dụng trong những năm qua tại trường nhưng được nhóm tác giả thống nhất điều chỉnh thêm bớt một số nội dung, cách trình bày, phương pháp giảng dạy bám sát với chương trình môn học máy điện 1 và máy điện 2 vừa được Khoa xây dựng để đào tạo theo hình thức tín chỉ.*

*Đây là lần đầu tiên nhóm tác giả biên soạn giáo trình Máy điện 1,2 bám sát theo chương trình môn học được xây dựng để đào tạo theo tín chỉ, do đó có thể có nhiều nội dung trong giáo trình chưa phù hợp, chưa đáp ứng được yêu cầu của mọi người.*

*Rất mong các bạn HSSV, các đồng nghiệp và các độc giả quan tâm góp ý kiến xây dựng để giáo trình máy điện 1,2 ngày càng được hoàn thiện hơn.*

*Xin chân thành cảm ơn./.*

*Đà Lạt, ngày 10 tháng 7 năm 2017*

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên Phan Trung Hiếu
2. Đỗ Thanh Lịch
3. Nguyễn Mạnh Cường

## MỤC LỤC

### BÀI MỞ ĐẦU: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1.1. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHÂN LOẠI.....                          | 1  |
| 1.2. CÁC ĐỊNH LUẬT ĐIỆN TỪ CƠ BẢN DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN..... | 2  |
| 1.1. PHÁT NÓNG VÀ LÀM MÁT MÁY ĐIỆN.....                    | 6  |
| CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG.....                                 | 10 |

## CHƯƠNG I

### PHẦN 1: LÝ THUYẾT MÁY BIẾN ÁP

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 1: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY BIẾN ÁP.....                    | 7  |
| 1.1. VAI TRÒ VÀ CÔNG DỤNG MBA .....                       | 7  |
| 1.2. ĐỊNH NGHĨA MBA .....                                 | 8  |
| 2. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MBA.....                 | 9  |
| 2.1. CẤU TẠO MÁY BIẾN ÁP.....                             | 9  |
| 2.2. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY BIẾN ÁP LÝ TƯỞNG.....     | 10 |
| 3. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC VÀ CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MBA..... | 11 |
| 3.1. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC MBA.....                      | 11 |
| 3.2.1. CHẾ ĐỘ NGẮN MẠCH CỦA MÁY BIẾN ÁP.....              | 12 |
| 3.2.2. CHẾ ĐỘ CÓ TẢI CỦA MÁY BIẾN ÁP.....                 | 13 |
| 4. MÁY BIẾN ÁP BA PHA .....                               | 14 |
| 2.1.13. MÁY BIẾN ÁP LÀM VIỆC SONG SONG .....              | 15 |
| CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG .....                               | 17 |

### PHẦN 2: THỰC HÀNH MÁY BIẾN ÁP:

|                                                                      |       |
|----------------------------------------------------------------------|-------|
| BÀI:TÍNH TOÁN SỐ LIỆU DÂY QUẤN VÀ THI CÔNG MÁY BIẾN ÁP MỘT PHA ..... | 18-33 |
|----------------------------------------------------------------------|-------|

## CHƯƠNG II

### PHẦN 1: LÝ THUYẾT MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

#### BÀI 1: ĐẠI CƯƠNG MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 3.1.1 KHÁI NIỆM CHUNG .....                               | 34 |
| 3.1.2. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ KĐB..... | 35 |
| 3.1.3. CẤU TẠO CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ.....        | 35 |
| 3.1.4. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ.....  | 39 |
| CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG .....                               | 40 |

## PHẦN 2: THỰC HÀNH MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

|                                                                                        |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| BÀI 1: THÁO LẮP, SỬA CHỮA BẢO DƯỠNG ĐC ĐIỆN KĐB .....                                  | 41-44 |
| BÀI 2: DÂY QUẤN Đ/C KĐB 3 PHA, 1 LỚP DÂY QUẤN KIỂU ĐỒNG TÂM..<br>.....                 | 45-49 |
| BÀI 3: DÂY QUẤN Đ/C KĐB 3 PHA, 1 LỚP DÂY QUẤN KIỂU XẾP<br>ĐƠN.....                     | 50-52 |
| BÀI 4: DÂY QUẤN Đ/C KĐB 3 PHA, HAI LỚP ( XẾP KÉP ) DÂY QUẤN XẾP<br>KÉP BƯỚC ĐỦ.....    | 53-57 |
| BÀI 5: DÂY QUẤN Đ/C KĐB 3 PHA, HAI LỚP ( XẾP KÉP )<br>DÂY QUẤN 3 PHA NHIỀU TỐC ĐỘ..... | 58-62 |
| BÀI 6: DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA<br>ĐỘNG CƠ 1 PHA VÒNG CHẬP.....            | 63-64 |
| BÀI 7: DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA<br>ĐỘNG CƠ 1 PHA TỰ ĐIỆN .....             | 65-68 |
| BÀI 8: PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ<br>1 PHA.....                      | 69-71 |
| BÀI 9: DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA, ĐỘNG CƠ QUẠT<br>BÀN.....                  | 72-77 |
| BÀI 10: THI CÔNG QUẤN DÂY ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1<br>PHA.....                          | 78-83 |

## CHƯƠNG 4

### MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 4.1. ĐẶC TÍNH CHUNG CỦA MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ..... | 84 |
|-----------------------------------------------|----|

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 4.2. CẤU TẠO CỦA MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ.....                    | 84 |
| 4.3. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ.....         | 85 |
| 4.6. SỰ LÀM VIỆC SONG SONG CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN ĐỒNG BỘ..... | 87 |
| CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG .....                               | 89 |

## CHƯƠNG IV

### MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

|                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|
| 5.1. CẤU TẠO CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU .....                       | 90         |
| 5.2. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU .....                | 92         |
| 5.3. CÁC TRỊ SỐ ĐỊNH MỨC CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU .....           | 93         |
| 5.7. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU .....                              | 93         |
| 5.7.1. Máy phát điện một chiều kích từ độc lập .....            | 93         |
| 5.7.2. Máy phát điện một chiều kích từ song song.....           | 96         |
| 5.7.3. Máy phát điện một chiều kích từ hỗn hợp.....             | 98         |
| 5.7.4. Quá trình năng lượng trong máy phát điện một chiều ..... | 100        |
| CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG.....                                      | 102        |
| <i>Tài liệu tham khảo.....</i>                                  | <i>103</i> |

## **GIÁO TRÌNH MÔN HỌC/MÔ ĐUN**

**Tên môn học/mô đun: Máy điện 1,2**

**Mã môn học/mô đun:**

**Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun:**

1. Vị trí: Mô đun này phải được học sau các môn học An toàn lao động, Mạch điện và mô đun Đo lường điện, cung cấp điện...

2. Tính chất: Là mô đun chuyên môn nghề, thuộc mô đun đào tạo nghề bắt buộc

- Ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun: Mô đun này trang bị kiến thức và rèn luyện kỹ năng cho người học về máy điện 1 và máy điện 2, các kỹ năng về quấn dây máy điện đồng bộ, không đồng bộ, máy điện một chiều, kỹ năng bảo dưỡng, bảo trì động cơ điện, máy phát điện, kiểm tra sửa chữa hệ thống máy điện ở gia đình cũng như trong công nghiệp.

**Mục tiêu của môn học/mô đun:**

1. Về kiến thức:

- + Hiểu được quy tắc đảm bảo an toàn điện, đo lường điện, vật liệu điện...
- + Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại động cơ điện, máy biến áp...
- + Đọc và phân tích bản vẽ, xác định cực tính của động cơ và máy biến áp
- + Phân tích và chọn vật liệu sử dụng cho các loại máy điện

2. Về kỹ năng:

- + Khả năng xác định cực tính và đấu các loại máy điện như động cơ, máy biến áp
- + Kiểm tra, sửa chữa những hư hỏng của các loại động cơ, máy biến áp
- + Quấn mới bộ dây của các loại động cơ và máy biến áp, tẩy sấy cách điện
- + Bảo dưỡng định kỳ và bảo dưỡng thường xuyên của các loại động cơ và máy biến áp

3. Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- + Chủ động lập kế hoạch, dự trù được vật tư, thiết bị.
- + Có khả năng làm việc độc lập hoặc làm việc theo nhóm
- + Phát huy tính tích cực, chủ động, sáng tạo và tư duy khoa học trong công việc

**Nội dung của môn học/mô đun:**

# **BÀI MỞ ĐẦU**

## **KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN**

### **1.1. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHÂN LOẠI**

#### **1.1.1. Định nghĩa**

Máy điện là thiết bị điện từ, nguyên lý làm việc dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ, về cấu tạo gồm mạch từ (lõi thép) và mạch điện (dây quấn), dùng để biến đổi các dạng năng lượng như cơ năng thành điện năng (máy phát điện) hoặc ngược lại như điện năng thành cơ năng (động cơ điện), hoặc dùng để biến đổi các thông số điện năng như điện áp, dòng điện, tần số, số pha ...

#### **1.1.2. Phân loại máy điện**

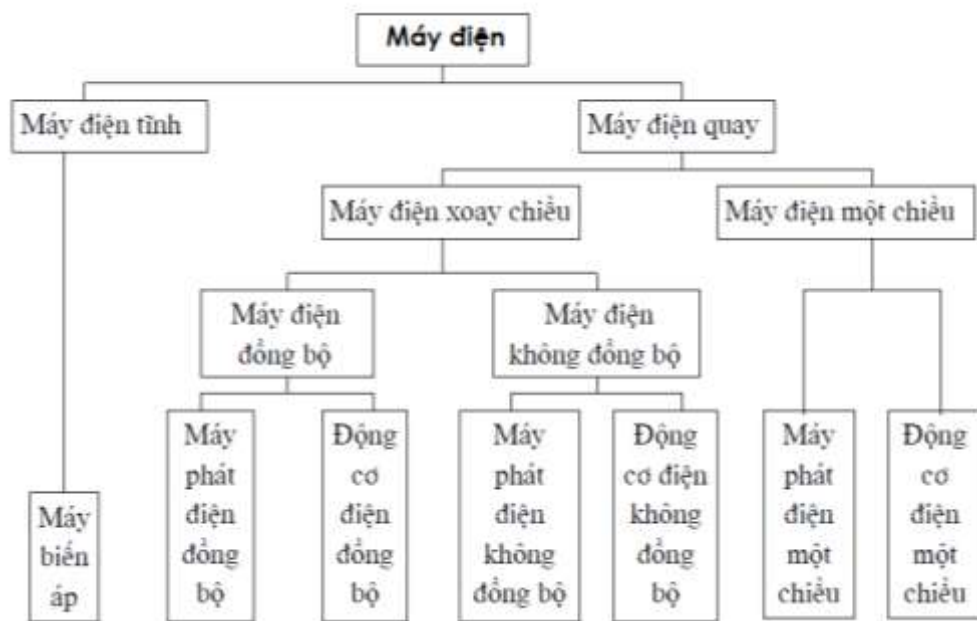
Máy điện có nhiều loại và có nhiều cách phân loại khác nhau. ở đây ta phân loại máy điện dựa vào nguyên lý biến đổi năng lượng như sau :

##### **1. Máy điện tĩnh :**

Máy điện tĩnh làm việc dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ, do sự biến đổi từ thông trong các cuộn dây không có sự chuyển động tương đối với nhau. Máy điện tĩnh thường dùng để biến đổi các thông số điện năng như máy biến áp biến điện áp xoay chiều thành điện áp xoay chiều có giá trị khác,..

##### **2. Máy điện quay (hoặc có loại chuyển động thẳng):**

Máy điện quay làm việc dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ, lực điện từ do từ trường và dòng điện trong các cuộn dây gây ra. loại máy này dùng để biến đổi dạng năng lượng như cơ năng thành điện năng (máy phát điện) hoặc ngược lại như điện năng thành cơ năng (động cơ điện). Quá trình biến đổi năng lượng này có tính thuận nghịch nghĩa là máy điện có thể làm việc ở chế độ máy phát điện hoặc động cơ điện



## 1.2. CÁC ĐỊNH LUẬT ĐIỆN TỪ CƠ BẢN DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

Trong nghiên cứu máy điện ta thường dùng các định luật sau : định luật cảm ứng điện từ, định luật lực điện từ và định luật mạch từ. Các định luật này đã được trình bày trong giáo trình vật lý, ở đây nêu lại nhưng điểm chính áp dụng cho nghiên cứu máy điện.

### 1.2.1. Định luật cảm ứng điện từ.

1. Trường hợp từ thông xuyên qua vòng dây biến thiên.

Khi từ thông  $\Phi = \Phi(t)$  xuyên qua vòng dây biến thiên trong vòng dây sẽ cảm ứng sức điện động (sđđ)  $e(t)$ . Sđđ đó có chiều sao cho dòng điện do nó sinh ra tạo ra từ thông chống lại sự biến thiên của từ thông sinh ra nó

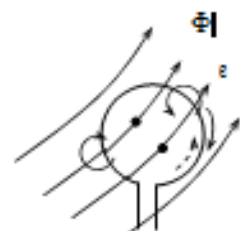
(Hình 1.1. Sđđ cảm ứng trong một vòng dây được tính theo công thức Mắcxoen) :

$$e = -\frac{d\phi}{dt}; (1.1)$$

Nếu cuộn dây có N vòng, sđđ cảm ứng là:

$$e = -N \frac{d\phi}{dt} = -\frac{d\Psi}{dt}; (1.2)$$

trong đó,  $\Psi = N\Phi$  [Wb] gọi là từ thông móc vòng của cuộn dây



Hình 1.1: Chiều dương sđđ cảm ứng phù hợp với từ thông theo quy tắc vụn nút chai

## 2. Trường hợp thành dẫn chuyển động trong từ trường.

Khi thành dẫn chuyển động thẳng góc với đường sức từ trường (đây là trường hợp thường gặp nhất trong máy điện), trong thành dẫn cảm ứng sđđ có trị số là:

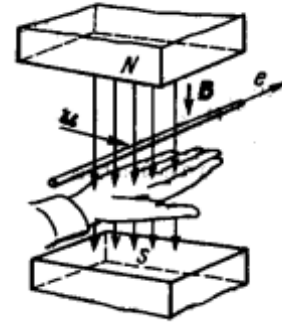
$$e = B.l.v \quad (1.3)$$

B: cường độ từ cảm [T].

l : chiều dài tác dụng của thành dẫn [m].

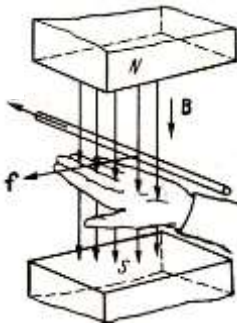
v: tốc độ dài của thành dẫn [m/s]

Còn chiều sđđ cảm ứng xác định theo qui tắc bàn tay phải (hình 1.2).



Hình 1.2 Xác định sđđ cảm ứng theo qui tắc bàn tay phải

### 1.2.2. Định luật lực điện từ



Hình 1.3 Xác định lực điện từ theo qui tắc bàn tay trái

Khi thành dẫn mang dòng điện đặt thẳng góc với đường sức từ trường, thành dẫn sẽ chịu một lực điện từ tác dụng có trị số là:

$$f = B.i.l \quad (1.4)$$

Trong đó, B : cường độ từ cảm, [T].

i : dòng điện chạy trong thành dẫn, [A].

l : chiều dài thành dẫn, [m].

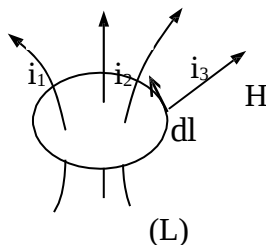
f : lực điện từ đó bằng Niuton, [N]

Chiều của lực điện từ f được xác định theo qui tắc bàn tay trái (hình 1.3).

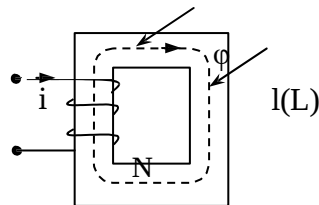
### 1.2.3. Định luật mạch từ. Tính toán mạch từ

#### 1. Định luật mạch từ:

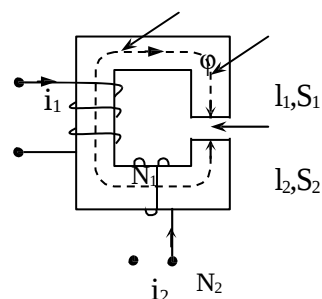
Lõi thép của máy điện là mạch từ. Mạch từ là mạch khép kín dùng để dẫn từ thông. Định luật mạch từ là định luật dòng điện toàn phần áp dụng vào mạch từ. Nội dung của định luật dòng điện toàn phần như sau :



Hình 1.4 Minh họa định luật dòng điện toàn phần



Hình 1.5 Mạch từ đồng nhất có một cuộn dây



Hình 1.6 Mạch từ có khe hở không khí và hai cuộn dây

Nếu  $H$  là vectơ cường độ từ trường do một tập hợp dòng điện  $i_1, i_2, \dots, i_k, \dots, i_n$  tạo ra và nếu  $L$  là một đường cong kín bao quanh chúng thì:

$$\oint \vec{H} d\vec{l} = \sum i_k$$

Với  $dl$  là độ dời vi phần trên  $L$  (hình 1.4). Dấu của  $i_k$  xác định theo qui tắc vặn nút chai: Quay cái vặn nút chai theo chiều  $dl$ , chiều tiến của vặn nút chai trùng với chiều dòng điện  $i_k$  thì dòng điện  $i_k$  mang dấu dương, còn ngược lại lấy dấu âm.

Định luật dòng điện toàn phần áp dụng vào mạch từ đồng nhất có một cuộn dây như hình 1.5, ta có như sau:

$$H.l = N.i = F$$

Với:

$$Hl = \frac{B}{\mu} l = \frac{l}{\mu S} \phi = R_\mu \phi$$

Vậy  $Hl = R_\mu \Phi = Ni = F$  (1.5)

Trong đó:

$H[\text{At/m}]$ : Cường độ từ trường trong mạch từ.

$B = \mu H [\text{T}]$ : Từ cảm (mật độ từ thông) trong mạch từ.

$\mu = \mu_r \mu_0 [\text{H/m}]$ : Độ từ thẩm tuyệt đối của mạch từ.

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} [\text{H/m}]$ : độ từ thẩm của không khí.

$\mu_r = \mu / \mu_0$ : Độ từ thẩm tương đối của mạch từ.

$l[\text{m}]$ : Chiều dài trung bình của mạch từ.

$N$ : Số vòng dây của cuộn dây.

$i[\text{A}]$ : gọi là dòng điện từ hóa, tạo ra từ thông cho mạch từ.

$F = Ni [\text{A.t}]$ : gọi là sức từ động (stđ)

$H.l$ : gọi là từ áp rơi trong mạch từ.

$S[\text{m}^2]$ : tiết diện ngang của mạch từ.

$R_\mu: [\text{At/Wb}]$  từ trở của mạch từ.

Cũng áp dụng định luật dòng điện toàn phần vào mạch từ gồm hai đoạn có chiều dài  $l_1$  và  $l_2$  tiết diện  $S_1$  và  $S_2$ , như hình 1.6, ta có:

$$H_1.l_1 + H_2.l_2 = N_1.i_1 - N_2.i_2$$

Trong đó:

$H_1, H_2 [At/m]$ : Cường độ từ trường tương ứng trong đoạn mạch từ 1, 2.

$l_1, l_2 [m]$  : Chiều dài trung bình của đoạn mạch từ 1, 2.

$i_1, N_1, i_2, N_2 [At]$ : Stđ của cuộn dây 1, 2.

Một cách tổng quát, mạch từ gồm m đoạn ghép nối tiếp, định luật mạch từ được viết:

$$\sum_{j=1}^m H_j l_j = \sum_{j=1}^m R_{\mu,j} \Phi = \sum_{k=1}^n N_k i_k = \sum_{k=1}^n F_k = F \quad (1.6)$$

trong đó, dòng điện  $i_k$  nào có chiều phù hợp với chiều từ thông  $\Phi$  đã chọn theo qui tắc vặn nút chai sẽ mang dấu dương, còn ngược lại sẽ mang dấu âm; j: chỉ số tên các đoạn mạch từ; k: chỉ số tên cuộn dây có dòng điện.

## 2. Tính toán mạch từ:

Việc tính toán mạch từ thường gặp hai loại bài toán sau :

Bài toán thuận : Cho biết từ thông  $\Phi$ , tìm stđ  $F = Ni$  để tạo ra từ thông đó.

Cách giải : Tiến hành gồm ba bước sau :(xét mạch từ gồm j đoạn nối tiếp, từ thông  $\Phi$  bằng nhau ở mọi tiết diện  $S_j$  trong các đoạn mạch từ).

Bước 1: Tính từ cảm mỗi đoạn mạch từ :  $B_j = \Phi/S_j$  ; j là chỉ số tên đoạn mạch từ.

Suy ra cường độ từ trường  $H_j$  như sau:

Nếu đoạn mạch từ là vật liệu sắt từ, tra đường cong từ hóa  $B = f(H)$  để tìm H. Nếu đoạn mạch từ là khe hở không khí thì  $H_o = B_o/\mu_o$  .

Bước 2: Suy ra stđ tổng để tạo ra từ thông  $\Phi$  từ công thức (1.6):

$$F = \sum_{j=1}^m H_j l_j \quad (1.7)$$

Bước 3: Tùy theo bài toán mà ta tìm được dòng điện i hoặc số vòng dây W.

Bài toán ngược : Biết stđ F, tìm từ thông  $\Phi$ .

Loại bài toán này phức tạp. Do vật liệu từ có độ từ thẩm  $\mu$  phụ thuộc từ thông  $\Phi$  nên từ trở  $R_{\mu}$  cũng phụ thuộc  $\Phi$ . Vì chưa biết  $\Phi$  nên cũng chưa biết  $R_{\mu}$ . Phương trình (1.6) trở thành:

$$\sum_{j=1}^m R_{\mu,j}(\Phi) \Phi = F(\Phi) \quad (1.8).$$

Đây là phương trình phi tuyến, thường dùng phương pháp gần đúng để giải.

### 1.3. PHÁT NÓNG VÀ LÀM MÁT MÁY ĐIỆN

Trong quá trình biến đổi năng lượng luôn có sự tổn hao. Tổn hao trong máy điện gồm tổn hao sắt từ (do hiện tượng tự trở và dòng xoáy) trong thép, tổn hao đồng trong dây quấn và tổn hao do ma sát (ở máy điện quay). Tất cả các tổn hao năng lượng đều biến thành nhiệt làm cho máy điện nóng lên.

Để làm mát máy điện, phải có biện pháp tản nhiệt ra môi trường xung quanh. Sự tản nhiệt không những phụ thuộc vào bề mặt làm mát của máy mà còn phụ thuộc vào sự đối lưu không khí xung quanh hoặc của môi trường làm mát khác như dầu máy biến áp... Thường vỏ máy điện được chế tạo có các cánh tản nhiệt và máy điện có hệ thống quạt gió để làm mát.

Kích thước của máy, phương pháp làm mát phải được tính toán và lựa chọn để cho độ tăng nhiệt của vật liệu cách điện trong máy không vượt quá độ tăng nhiệt cho phép, đảm bảo cho vật liệu cách điện làm việc lâu dài, tuổi thọ của máy khoảng 20 năm.

Khi máy điện làm việc ở chế độ định mức, độ tăng nhiệt của các phần tử không vượt quá độ tăng nhiệt cho phép. Khi máy quá tải độ tăng nhiệt của máy sẽ vượt quá nhiệt độ cho phép, vì thế không cho phép máy làm việc quá tải lâu dài.

#### **Câu hỏi ôn tập.**

**Câu 1:** Trình bày các định luật điện từ trong máy điện?

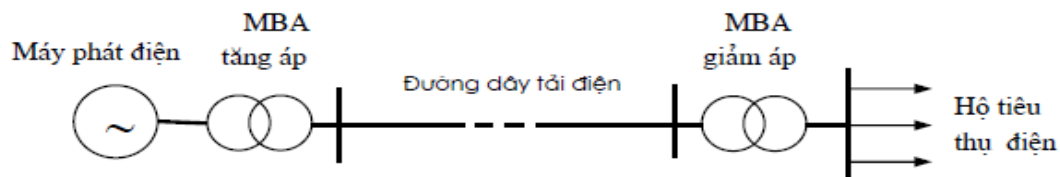
# CHƯƠNG I

## PHẦN 1: LÝ THUYẾT MÁY BIẾN ÁP

### I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY BIẾN ÁP

#### 1.1. VAI TRÒ VÀ CÔNG DỤNG MBA

Để dẫn điện từ nhà máy phát điện đến hộ tiêu thụ cần phải có đường dây tải điện (hình 2.1). Thông thường khoảng cách từ nơi sản xuất điện đến hộ tiêu thụ lớn, một vấn đề đặt ra là việc truyền tải điện năng đi xa làm sao cho đảm bảo chất lượng điện áp và kinh tế nhất.



Hình 2.1 Sơ đồ cung cấp điện đơn giản

Giả sử hộ tiêu thụ có công suất  $P$ , hệ số công suất  $\cos\varphi$ , điện áp của đường dây truyền tải là  $U$ , thì dòng điện truyền tải trên đường dây là :

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi}$$

Và tổn hao công suất trên đường dây:

$$\Delta P = R_d I^2 = \frac{P^2}{\cos^2 \varphi}$$

Trong đó:  $R_d$  là điện trở đường dây tải điện và  $\cos\phi$  là hệ số công suất của lưới điện, còn  $\phi$  là góc lệch pha giữa dòng điện  $I$  và điện áp  $U$ .

Từ các công thức trên cho ta thấy, cũng một công suất truyền tải trên đường dây, nếu điện áp truyền tải càng cao thì dòng điện chạy trên đường dây sẽ càng bé, do đó trọng lượng và chi phí dây dẫn sẽ giảm xuống, tiết kiệm được kim loại màu, đồng thời tổn hao năng lượng trên đường dây sẽ giảm xuống. Mặt khác để đảm bảo chất lượng điện năng trong hệ thống điện, với đường dây dài không thể truyền dẫn ở điện áp thấp. Vì thế, muốn truyền tải công suất lớn đi xa người ta phải dùng điện áp cao, thường là 35, 110, 220, 500kV. Trên thực tế, các máy phát điện chỉ phát ra điện áp từ 3 ÷ 21kV, do đó phải có thiết bị tăng điện áp ở đầu đường dây. Mặt khác các hộ tiêu thụ thường yêu cầu điện áp thấp, từ 0.4 ÷ 6kV, vì vậy cuối đường dây phải có thiết bị giảm điện áp xuống. Thiết bị dùng để tăng điện áp ở đầu đường dây và giảm điện áp cuối đường dây gọi là máy biến áp(MBA). Như vậy MBA dùng để truyền tải và phân phối điện năng.

## 1.2. ĐỊNH NGHĨA MBA

Máy biến áp là thiết bị điện từ tĩnh, làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, 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.

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

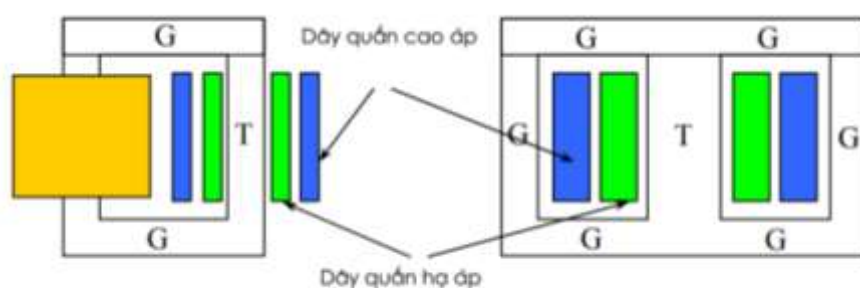
## 2.1. Cấu tạo máy biến áp

Cấu tạo MBA gồm ba bộ phận : lõi thép, dây quấn và vỏ máy.

### 2.1.1. Lãi thép MBA.

Lõi thép MBA (hình 2.2) 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  $0,3 \div 1$  mm, 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 cao áp



Hình 2.2 Mạch từ MBA một pha. a) kiểu trụ. b) kiểu bọc

### 2.1.2. Dây quấn MBA

Dây quấn MBA (hình 2.2) 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 dây quấn với lõi thép đều có cách điện. máy biến áp thường có hai hoặc nhiều dây quấn. Khi các dây quấn đặt trên cùng một trụ thì dây quấn điện áp thấp đặt sát trụ thép còn dây quấn điện áp cao đặt bên ngoài. Làm như vậy sẽ giảm được vật liệu cách điện.

### 2.1.3. Vỏ MBA.

Vỏ MBA làm bằng thép gồm hai bộ phận : thùng và nắp thùng.

1. Thùng MBA : Trong thùng MBA đặt lõi thép, dây quấn và dầu biến áp. Dầu biến áp 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 (hình 2.3).



Hình 2.3 MBA dầu ba pha, hai dây quấn, 250kva

2. Nắp thùng : Dùng để đặt trên thùng và có các bộ phận quan trọng như :

- Sứ ra của dây quấn cao áp và dây quấn hạ áp.
- Bình dẫn dầu (bình dầu phụ)
- Ống bảo hiểm

## 2.2. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY BIẾN ÁP LÝ TƯỞNG

Máy biến áp lý tưởng có các tính chất như sau:

1. Cuộn dây không có điện trở.
2. Từ thông chạy trong lõi thép móc vòng với hai dây quấn, không có từ thông tản và không có tổn hao trong lõi thép.
3. Độ từ thẩm của thép rất lớn ( $\mu = \infty$ ), như vậy dòng từ hóa cần phải có để sinh ra từ thông trong lõi thép là rất nhỏ không đáng kể, nghĩa là std cần để sinh ra từ thông trong lõi thép bằng không.

Hình 2.4 vẽ Sơ đồ nguyên lý của MBA một pha gồm lõi thép và hai dây quấn. Dây quấn sơ cấp có số vòng dây  $N_1$  được nối với nguồn điện áp xoay chiều và các đại lượng phía dây quấn Sơ cấp thường ký hiệu có chỉ số 1 kèm theo như  $u_1, i_1, e_1, ..$  Dây quấn thứ cấp có  $N_2$  vòng dây, cung cấp điện cho phụ tải  $Z_t$  và các đại lượng phía dây quấn thứ cấp có chỉ số 2 kèm theo như  $u_2, i_2, e_2, ..$

Khi đặt điện áp  $u_1$  lên dây quấn Sơ cấp, trong dây quấn Sơ cấp sẽ có dòng điện  $i_1$  chạy qua, trong lõi thép sẽ sinh ra từ thông  $\Phi$  móc vòng với cả hai dây quấn. Từ thông này cảm ứng trong dây quấn Sơ và thứ cấp các sđđ  $e_1$  và  $e_2$ . Dây quấn thứ cấp có tải sẽ sinh ra dòng điện  $i_2$  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 thứ cấp.

Giả sử điện áp đặt vào dây quấn Sơ cấp là hình sin và từ thông  $\Phi$  do nó sinh ra cũng là hàm số hình sin và có dạng:

$$\Phi = \Phi_m \sin(\omega t) \quad (2.3)$$

Theo định luật cảm ứng điện từ, các sđđ cảm ứng  $e_1, e_2$  sinh ra trong dây quấn

Sơ cấp và thứ cấp MBA là:

$$e_1 = -N_1 \frac{d\phi}{dt} = \omega N_1 \phi_m \sin(\omega t - 90^\circ) = \sqrt{2} e_1 \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (2.4)$$

$$e_2 = -N_2 \frac{d\phi}{dt} = \omega N_2 \phi_m \sin(\omega t - 90^\circ) = \sqrt{2} e_2 \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (2.5)$$

trong đó,  $E_1, E_2$  là trị số hiệu dụng của sđđ Sơ cấp và thứ cấp, cho bởi:

$$E_1 = \frac{\omega N_1 \phi_m}{\sqrt{2}} = \pi \sqrt{2} f N_1 \phi_m = 4.44 f N_1 \phi_m \quad (2.6)$$

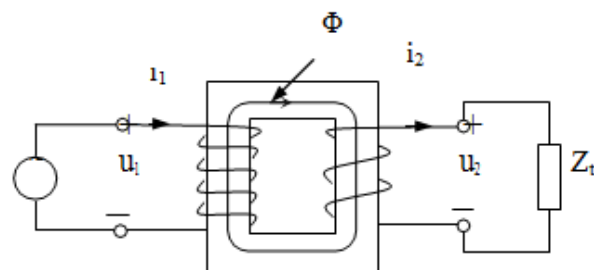
$$E_2 = \frac{\omega N_2 \phi_m}{\sqrt{2}} = \pi \sqrt{2} f N_2 \phi_m = 4.44 f N_2 \phi_m \quad (2.7)$$

Tỉ số biến áp của MBA:

$$a = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \approx \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (2.8)$$

Nếu  $N_2 > N_1$  thì  $U_2 > U_1$  và  $I_2 < I_1$  : MBA tăng áp.

Nếu  $N_2 < N_1$  thì  $U_2 < U_1$  và  $I_2 > I_1$  : MBA giảm áp.



Hình 2.4 Sơ đồ nguyên lý của MBA một pha hai dây quấn

### III. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC VÀ CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MÁY BIẾN ÁP.

#### 3.1. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC MBA

Các đại lượng định mức của MBA qui định điều kiện kỹ thuật của máy. Các đại lượng này do nhà máy chế tạo qui định và ghi trên nhãn của MBA.

1. Dung lượng (công suất định mức)  $S_{đm}$  [VA hay kVA] là công suất toàn phần hay biểu kiến đưa ra ở dây quấn thứ cấp của MBA.
2. Điện áp Sơ cấp định mức  $U_{1đm}$  [V hay kV] là điện áp của dây quấn Sơ cấp.
3. Điện áp thứ cấp định mức  $U_{2đm}$  [V hay kV] là điện áp của dây quấn thứ cấp khi MBA không tải và điện áp đặt vào dây quấn Sơ cấp là định mức.
4. Dòng điện Sơ cấp định mức  $I_{1đm}$  [A hay kA] và thứ cấp định mức  $I_{2đm}$  là nhưng dòng điện của dây quấn Sơ cấp và thứ cấp ứng với công suất và điện áp định mức. Đối với MBA ba pha điện áp và dòng điện ghi trên nhãn máy là điện áp và dòng điện dây.

Đối với MBA một pha:

$$I_{1đm} = \frac{S_{đm}}{U_{1đm}}; I_{2đm} = \frac{S_{đm}}{U_{2đm}} \quad (2.1)$$

Đối với MBA ba pha:

$$I_{1đm} = \frac{S_{đm}}{\sqrt{3}U_{1đm}}; I_{2đm} = \frac{S_{đm}}{\sqrt{3}U_{2đm}} \quad (2.2)$$

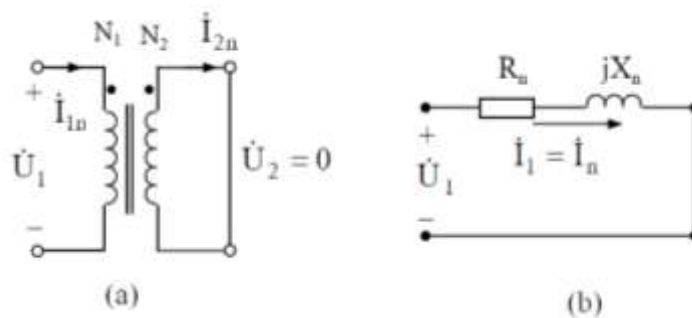
5. Tần số định mức  $f_{dm}$ [Hz]. Các MBA điện lực có tần số công nghiệp 50Hz.

Ngoài ra trên nhãn MBA còn ghi các số liệu khác như : số pha m, Sơ đồ và tổ nối dây...

### 3.2. Các chế độ làm việc của máy biến áp

#### 3.2.1. Chế độ làm việc ngắn mạch

Chế độ ngắn mạch MBA là chế độ mà phía thứ cấp bị nối tắt, Sơ cấp đặt vào một điện áp. Trong vận hành, nhiều nguyên nhân làm MBA bị ngắn mạch như hai dây dẫn phía thứ cấp chập vào nhau, rơi xuống đất hoặc nối với nhau bằng tổng trở rất nhỏ. Đây là tình trạng sự cố Hình 2.10.



Phương trình điện áp của MBA ngắn mạch

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_n (R_n + jX_n) = \dot{I}_n Z_n \quad (2.43)$$

#### - Dòng điện ngắn mạch:

$$I_n = \frac{U_{1dm}}{Z_n}; \quad (2.44)$$

Do tổng trở ngắn mạch rất nhỏ nên dòng điện ngắn mạch rất lớn khoảng bằng  $(10 \div 25)I_{dm}$ . Đây là trường hợp sự cố, rất nguy hiểm cho máy biến áp. Khi sử dụng MBA cần tránh tình trạng ngắn mạch này.

#### -Tổn hao ngắn mạch

Công suất ngắn mạch  $P_n$  do máy tiêu thụ lúc ngắn mạch là tổn hao đồng trong hai dây quấn :

$$P_n = P_{Cu_1} + P_{Cu_2} = R_1 I_{1n}^2 + R_2 I_{2n}^2 = R_1 I_n^2; \quad (2.45)$$

#### - Hệ số công suất ngắn mạch

$$\cos \varphi_n = \frac{P_n}{U_1 I_{1n}} = \frac{R_n}{Z_n} \quad (2.46)$$

### 3.2.2. CHẾ ĐỘ CÓ TẢI CỦA MÁY BIẾN ÁP

Chế độ có tải MBA là chế độ mà dây quấn Sơ nối với nguồn điện áp định mức, dây quấn thứ cấp nối với tải. Để đánh giá mức độ tải của máy, ta so sánh nó với tải định mức và định nghĩa hệ số tải  $k_t$ :

$$k_t = \frac{I_2}{I_{2dm}} \approx \frac{I_1}{I_{1dm}} \approx \frac{P_2}{P_{2dm}} \approx \frac{S_2}{S_{2dm}} \quad (2.47)$$

Khi  $k_t = 1$ : máy có tải định mức;  $k_t < 1$ : máy nới tải;  $k_t > 1$ : máy quá tải.

Chế độ có tải, phương trình cân bằng điện áp và dòng điện xét ở mục 2.4, còn mạch điện thay thế xét ở mục 2.5.

Hiệu suất m.b.a cực đại khi tổn hao đồng bằng tổn hao sắt từ

$$k_t = \sqrt{\frac{P_0}{P_n}}; \quad (2.48)$$

Đối với m.b.a có công suất trung bình và lớn, thường được thiết kế chế tạo đạt hiệu suất cực đại khi  $k_t = 0.45-0.5$

## IV. MÁY BIẾN ÁP BA PHA

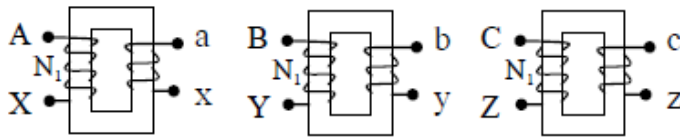
### 4.1. Mạch từ MBA ba pha

Để biến đổi điện áp của hệ thống dòng điện ba pha, ta có thể dùng ba MBA một pha gọi là tổ MBA ba pha (hình 2.11), hoặc dùng một MBA ba pha ba trụ (hình 2.12). Dây quấn Sơ cấp của MBA ba pha ký hiệu bằng các chữ in hoa:

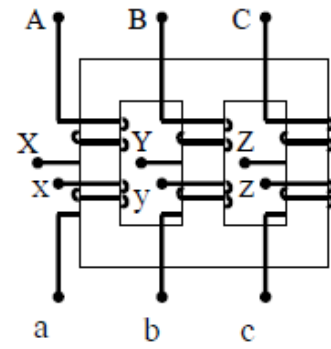
Pha A ký hiệu là AX, pha B là BY, pha C là CZ.

Dây quấn thứ cấp ký hiệu bằng các chữ thường: Pha a ký hiệu là ax, pha b là by, pha c là cz.





Hình 2.11 Tổ MBA ba pha



Hình 2.12 MBA ba pha ba trụ

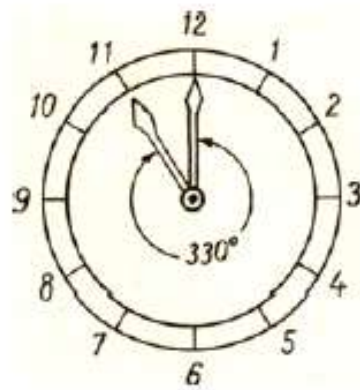
#### 4.2. Các cách đầu dây MBA ba pha.

Dây quấn Sơ cấp và thứ cấp có thể nối hình sao hoặc hình tam giác. Nếu Sơ cấp đầu hình sao và thứ cấp cũng đầu hình sao, ta ký hiệu Y/Y. Tương tự ta có 4 cách đầu cơ bản: Y/Y, Y/ $\Delta$ ,  $\Delta$ / $\Delta$ ,  $\Delta$ /Y (hình 2.20a,b,c,d). Nếu phía đầu hình sao có dây trung tính ta ký hiệu Y0.

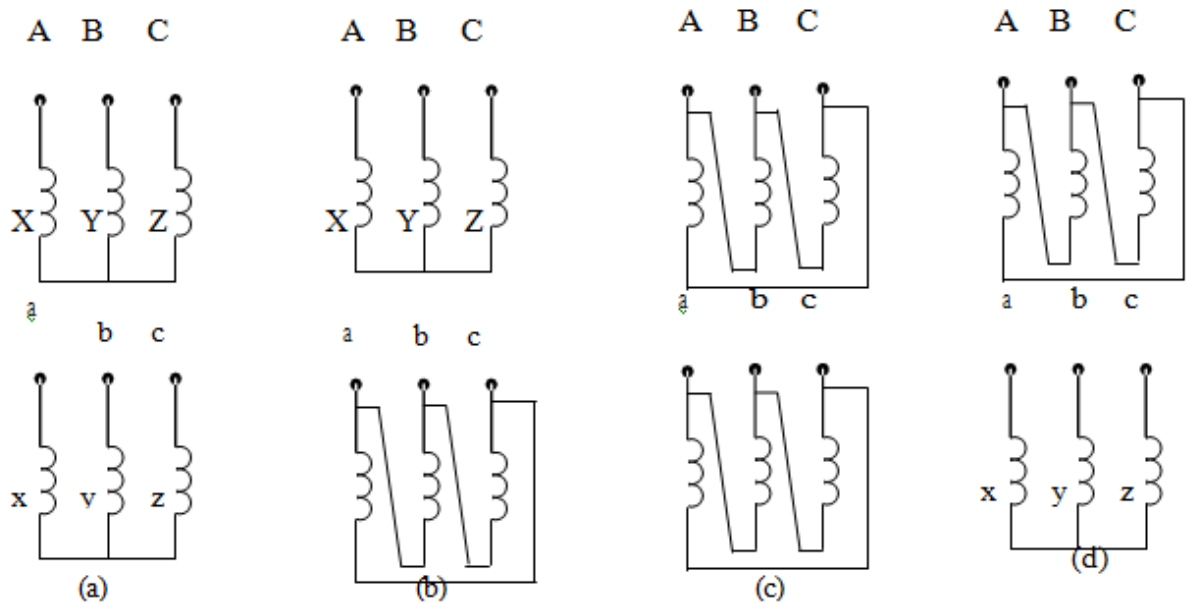
Với các cách ký hiệu đầu dây và đầu dây khác nhau, thì điện áp dây Sơ cấp và điện áp dây thứ cấp MBA ba pha lệch nhau một góc bằng bội số của  $30^\circ$  và trên thực tế người ta không dùng độ để biểu thị góc lệch pha mà dùng phương pháp kim đồng hồ.

Để biểu thị góc lệch pha (hình 2.13). Kim dài cố định ở còn số 12, chỉ số dây Sơ cấp, còn kim ngắn chỉ các còn số 1, 2, 3, ..., 12 tương ứng  $30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, \dots, 120^\circ$ . Vì thế khi ký hiệu tổ đầu dây MBA, ngoài ký hiệu cách đầu các dây quấn (hình sao hoặc hình tam giác), còn ghi thêm chữ số chỉ góc lệch pha giữa điện áp dây Sơ cấp và thứ cấp. Ví dụ: MBA có tổ đầu dây Y/Y-12 (hình 2.14a), nghĩa là dây quấn Sơ cấp đầu Y, dây quấn thứ cấp đầu Y và góc lệch pha giữa điện áp dây Sơ cấp và thứ cấp là  $12 \times 30^\circ = 360^\circ$ ; còn tổ đầu dây Y/ $\Delta$ -11 (hình 2.14b) góc lệch pha giữa hai điện áp dây là  $11 \times 30^\circ = 330^\circ$ .

Tổ đầu dây rất quan trọng khi MBA làm việc chung trong hệ thống điện.



Hình 2.13 biểu thị góc pha



Hình 2.14 Các cách đấu dây MBA ba pha

#### 4.33. MÁY BIẾN ÁP LÀM VIỆC SONG SONG

Trong hệ thống điện, trong các lưới điện có các trạm biến áp. Nhưng trạm này thường có các MBA làm việc song song với nhau. Các MBA làm việc song song là các MBA có các cuộn dây Sơ cấp lấy điện từ nguồn điện chung và các cuộn dây thứ cấp cung cấp điện cho một phụ tải chung. Nhờ làm việc song song, công suất lưới điện lớn rất nhiều so với công suất MBA, cho phép nâng cao hiệu quả kinh tế của hệ thống điện và cung cấp điện an toàn, khi một MBA hỏng hóc hoặc phải sửa chữa.

**- Điều kiện để cho MBA làm việc song song là :**

*Điện áp Sơ cấp và thứ cấp của các máy phải bằng nhau, phải có cùng tổ nối dây và điện áp ngắn mạch phải bằng nhau. :*

*1. Điện áp định mức Sơ cấp và thứ cấp tương ứng của các MBA phải bằng nhau*

$$U_{1I} = U_{1II}; U_{2I} = U_{2II}; \quad (2.49)$$

Nghĩa là tỉ số biến áp của các MBA phải bằng nhau :

$$a_I = a_{II}. \quad (2.50)$$

Trong thực tế cho phép hệ số biến áp của các MBA khác nhau không quá 0,5%.

## 2. Các MBA phải có cùng tổ nối dây

Trên hình 2.15a là Sơ đồ nối hai MBA làm việc song song. Nếu hai máy I có tổ nối dây Y/ $\Delta$ -11 thì máy II cũng có tổ nối dây Y/ $\Delta$ -11. Điều kiện này đảm bảo cho điện áp dây thứ cấp của hai MBA trùng pha nhau

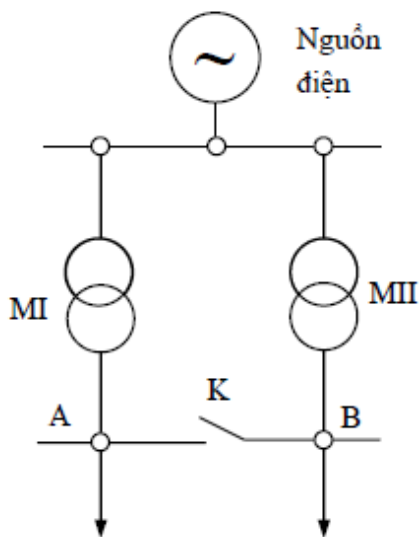
Ta có thể giải thích sự cần thiết của điều kiện một và hai Sơ đồ hình 2.21. Trên

Sơ đồ này khi chưa đóng cầu dao K, tại điểm A có điện áp dây thứ cấp  $U_{d2I}$  của máy một, còn tại điểm B có điện áp dây thứ cấp  $U_{d2II}$  của máy hai.

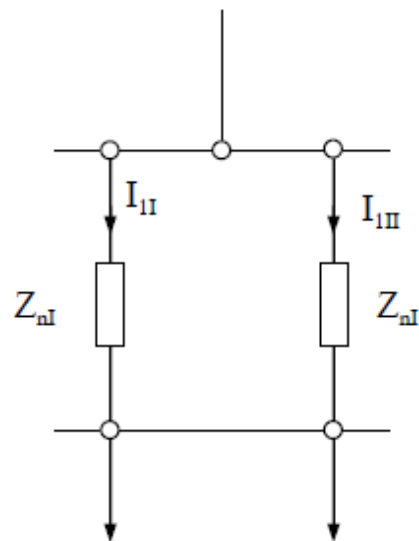
Do đó điện áp giữa hai đầu AB là :

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B = \dot{U}_{d2I} - \dot{U}_{d2II}; \quad (2.51)$$

Khi điều kiện một và hai thỏa mãn, ta có  $U_{d2I} = U_{d2II}$  và chúng trùng pha nhau nên  $U_{AB} = 0$ . Trong trường hợp này khi đóng cầu dao K Để cho hai MBA làm việc song song đảm bảo không có dòng điện cân bằng chạy trong hai máy. Nhưng nếu một trong hai điều kiện không thỏa mãn tức là  $U_{d2I} \neq U_{d2II}$  hoặc chúng không trùng pha thì khi đóng cầu dao K, điện áp  $U_{AB}$  sẽ tạo ra dòng điện cân bằng rất lớn chạy quán trong hai máy, có khả năng làm cháy các máy biến áp.



(a)



(b)

### Hình 2.15 Máy biến áp làm việc song song

#### 3. Điện áp ngắn mạch của các MBA phải bằng nhau

Gọi  $u_{nI}\%$  là điện áp ngắn mạch phần trăm của máy I;  $u_{nII}\%$  là điện áp ngắn mạch phần trăm của máy II. Hai MBA có điện áp ngắn mạch bằng nhau, nghĩa là :

$$u_{nI}\% = u_{nII}\%; \quad (2.52)$$

Điều kiện này đảm bảo cho hệ số tải của các MBA bằng nhau, nghĩa là phụ tải sẽ phân bố tỉ lệ với công suất của máy.

Trong thực tế người ta cho phép điện áp ngắn mạch của các máy biến áp làm việc song song sai khác nhau 10%.

#### **Câu hỏi ôn tập chương 2:**

Câu 1: Trình bày cấu tạo của máy biến áp?

Câu 2: Nêu các đại lượng định mức của máy biến áp?

Câu 3: Trình bày nguyên lý làm việc của máy biến áp?

Câu 4: Trình bày các chế độ làm việc của máy biến áp?

Câu 5: Trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy biến áp ba pha?

## PHẦN 2: THỰC HÀNH MÁY BIẾN ÁP:

### TÍNH TOÁN SỐ LIỆU DÂY QUẤN VÀ THI CÔNG

#### MÁY BIẾN ÁP MỘT PHA

##### I. MỤC ĐÍCH, YÊU CẦU :

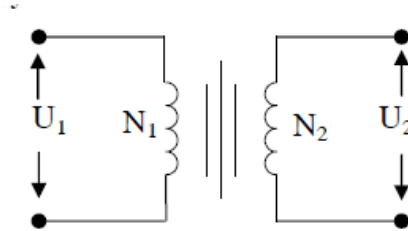
Bài học này giúp học sinh có thể :

- Tính toán số liệu dây quấn máy biến áp cách ly, tự ngẫu 1 và 3 pha
- Áp dụng lý thuyết tính toán dây quấn MBA vào một lõi thép cho trước.

##### II. NỘI DUNG :

##### 2.2.1. MÁY BIẾN ÁP CÁCH LY 1 PHA :

MBA cách ly là loại MBA có dây quấn sơ cấp và thứ cấp cách ly, độc lập với nhau, ký hiệu MBA cách ly như hình vẽ:



Trình tự tính toán gồm các bước như sau :

- Bước 1 : Xác định các số liệu ban đầu
- Điện áp định mức phía sơ cấp ( $U_1$ ) và phía thứ cấp ( $U_2$ )
- Dòng điện định mức phía thứ cấp  $I_2$
- Nếu không biết rõ  $I_2$  cần xác định công suất biểu kiến phía thứ cấp  $S_2$

$$S_2 = U_2 \cdot I_2 \quad S[\text{VA}]; U[\text{V}]; I[\text{A}]$$

- Tần số nguồn điện  $f$
- Chế độ làm việc : ngắn hạn hay dài hạn
- Bước 2 : Xác định tiết diện tính toán  $A_t$  cần dùng cho lõi thép

Căn cứ vào điều kiện tản nhiệt và giữ độ sụt áp tại thứ cấp lúc mang tải ta có

$$A_t = 1,423.K \frac{\sqrt{S_2}}{B_m}$$

$A_t$  [ $\text{cm}^2$ ];  $B_m$  [T];  $S_2$  [VA]

$A_t$  : Tiết diện tính toán của lõi thép

$S_2$  : Công suất biểu kiến tại thứ cấp MBA

$K$  : Hệ số hình dáng lõi thép

- Lõi thép E, I :  $K = 1 \div 1,2$

- Lõi thép U-I :  $K = 0,75 \div 0,85$

$B_m$  mật độ từ thông trong lõi thép (chọn)

- Với lõi thép dẫn từ không định hướng  $B_m = 0,8 \div 1,2T$

- Với lõi thép dẫn từ có định hướng  $B_m = 1,2 \div 1,6T$

• Bước 3 : Chọn kích thước cho lõi thép, tính khối lượng lõi thép

Gọi  $A_g$  là tiết diện thực của lõi thép ta có:

$$A_g = a \cdot b$$

$A_t$  khác  $A_g$  do :

- Bề dày cách điện tráng trên lõi thép

- Độ ba vớ có trên biên lá thép do công nghệ dập định hình lá thép, độ

chênh lệch giữa  $A_t$  và  $A_g$  xác định bằng hệ số ghép  $K_f$

$$A_g = \frac{A_t}{K_f}$$

Bảng : Xác định hệ số ghép  $K_f$

| Bề dày lá thép<br>(mm) | $K_f$            |                     |
|------------------------|------------------|---------------------|
|                        | Lá thép ít ba vớ | Lá thép nhiều ba vớ |
| 0,35                   | 0,92             | 0,8                 |
| 0,5                    | 0,95             | 0,85                |

Khi biết được  $A_t$ , chọn  $K_f$  suy ra  $A_g$  từ đó chọn các kích thước của lõi thép  $a, b$ .

Để dễ thi công quấn dây, thường giữa  $a, b$  có quan hệ về kích thước như sau :

$$b = a \div 1,5a$$

$$\text{Suy ra : } A_g = a \cdot b = a^2 \text{ ( khi } a = b \text{ ) hoặc } A_g = 1,5a^2 \text{ ( khi } 1,5a = b \text{ )}$$

Tóm lại ta có thể xác định dãy giá trị cho  $a$ , khi biết  $A_g$  như sau :

$$a_{\min} \leq a \leq a_{\max}; a_{\min} = \sqrt{\frac{A_g}{1,5}}; a_{\max} = \sqrt{A_g}$$

Phối hợp các giá trị cho sẵn của a trong thực tế, chọn a thích hợp cho lõi thép, từ đó tính lại giá trị chính xác cho b.

• Bước 4 : Tính khối lượng lõi thép

Khi định được a và b áp dụng các phép tính hình học ta suy ra khối lượng cần dùng cho lõi thép.

a) Trường hợp lõi thép dạng EI :

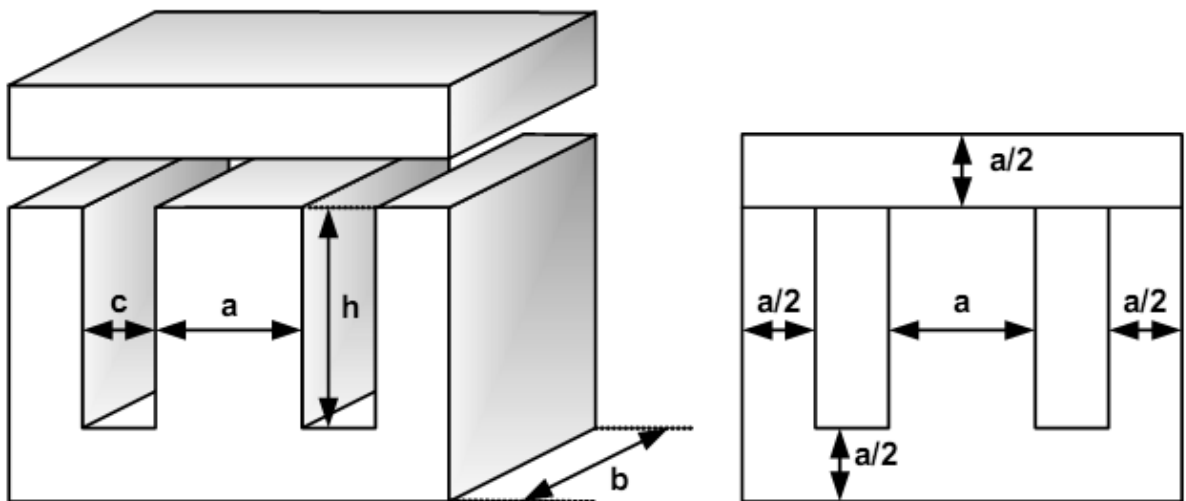
Gọi :

c : bề rộng cửa sổ lõi thép;

h : bề cao của sổ lõi thép

Thể tích lõi thép (trừ đi khoảng không gian ở 2 cửa sổ) được tính như sau :

$$V = 2ab ( a + c + h )$$



Hình 2.4: Các kích thước cơ bản của lõi thép

Khối lượng riêng của lá thép kỹ thuật điện  $g = 7,8 \text{ Kg/dm}^3$

- Khối lượng lõi thép là:

$$W_{th} = g \cdot V_{th} = 7,8 \times 2ab ( a + c + h ) = 15,6 ab ( a + c + h )$$

$W_{th} [\text{kg}]; a, b, c [\text{dm}]$

- Trường hợp lõi thép EI đúng dạng tiêu chuẩn ta có :

$$c = \frac{a}{2}; h = \frac{3a}{2}$$

Lúc đó  $V_{th} = 46,8 a^2b$

b) Trường hợp lõi thép dạng UI :

Tương tự : c, h là bề rộng và bề cao của sỏ lõi thép

- Thể tích lõi thép đã trừ đi cửa sỏ là:  $V = 2ab (a + c + h)$

- Khối lượng lõi thép là :  $W_{th} = 15,6ab (2a + c + h)$

• Bước 5 : Xác định số vòng tạo ra 1 volt sức điện động trong mỗi bộ dây sơ và thứ cấp.

$$n_v = \frac{1}{4,44.f.A_l.B_m}$$

• Bước 6 : Xác định độ sụt áp phía thứ cấp lúc mang tải định mức

Gọi  $U_{20}$ ,  $U_2$  ; là điện áp phía thứ cấp lúc chưa mang tải và có tải .

Độ sụt áp phân trăm :

$$\Delta U \% = \frac{U_{20} - U_2}{U_2} . 100 = \left[ \frac{U_{20}}{U_2} - 1 \right] . 100$$

$$U_{20} = C_h - U_2$$

$C_h$  có thể tra từ bảng như sau :

**Bảng quan hệ số  $C_n$  theo  $S_2$  (199)**

| $S_2$ (VA) | $C_h$ | $S_2$ (VA) | $C_h$ | $S_2$ (VA) | $C_h$ | $S_2$ (VA) | $C_h$ |
|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| 5          | 1,35  | 50         | 1,12  | 180        | 1,060 | 700        | 1,032 |
| 7,5        | 1,28  | 60         | 1,11  | 200        | 1,058 | 800        | 1,030 |
| 10         | 1,25  | 70         | 1,10  | 250        | 1,052 | 900        | 1,028 |
| 15         | 1,22  | 80         | 1,09  | 300        | 1,048 | 1000       | 1,025 |
| 20         | 1,18  | 90         | 1,085 | 350        | 1,045 | 1500       | 1,020 |
| 25         | 1,16  | 100        | 1,08  | 400        | 1,042 | 2000       | 1,016 |
| 30         | 1,14  | 120        | 1,075 | 500        | 1,038 | 3000       | 1,009 |
| 40         | 1,13  | 150        | 1,065 | 600        | 1,035 |            |       |

- Bước 7 : Xác định số vòng dây quấn tại sơ và thứ cấp

Căn cứ vào  $n_v$ ,  $U_1$ ,  $U_{20}$ , gọi  $N_1$  và  $N_2$  lần lượt là số vòng dây quấn phía sơ và thứ cấp, ta có :

$$N_1 = U_1.n_v$$

$$N_2 = U_2.n_v$$

- Bước 8 : Ước lượng hiệu suất  $\eta$  của máy biến áp, tính dòng điện phía sơ cấp  
Trong giai đoạn tính sơ bộ biến thể hay trong các phép tính đơn giản, tra hiệu suất  $\eta$  theo các bảng sau :

**Bảng theo Robert Kuhn (200)**

| $S_2$ (VA) | 3  | 10 | 25 | 50 | 100 | 1000 |
|------------|----|----|----|----|-----|------|
| $\eta\%$   | 60 | 70 | 80 | 85 | 90  | > 90 |

**Bảng theo Aten hopp (200)**

| $S_2$ (VA) | 3    | 50   | 100  | 150  | 200  | 300 | 500 | 750  | 1000 |
|------------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|
| $\eta\%$   | 86,4 | 87,6 | 89,6 | 90,9 | 91,3 | 93  | 93  | 95,3 | 94   |

Chọn được  $\eta\%$  từ đó tính dòng điện phía sơ cấp:

$$I_1 = \frac{S}{\eta U_1}$$

- Bước 9 : Chọn mật độ dòng điện  $J$  suy ra tiết diện và đường kính dây quấn phía sơ và thứ cấp.

Các căn cứ để chọn mật độ dòng điện J:

- Cấp cách điện vật liệu
- Điều kiện giải nhiệt dây quấn
- Chế độ vận hành liên tục hay ngắt hạn

Khi biến thế vận hành liên tục, điều kiện giải nhiệt kém chọn J theo bảng

| S <sub>2</sub> (VA)   | 0 - 50 | 50 – 100 | 100 – 200 | 200 – 500 | 500 – 1000 |
|-----------------------|--------|----------|-----------|-----------|------------|
| J(A/mm <sup>2</sup> ) | 4      | 3,5      | 3         | 2,5       | 2          |

Với vật liệu cách điện cấp A (nhiệt độ tối đa cho phép 105°C) máy làm việc ngắt hạn, không liên tục (6 – 10 liên tiếp) có thể chọn J theo bảng

| S <sub>2</sub> (VA)   | 0 - 50 | 50 – 100  | 100 – 200 | 200 – 500 | 500 – 1000 |
|-----------------------|--------|-----------|-----------|-----------|------------|
| J(A/mm <sup>2</sup> ) | 5 – 6  | 4,5 – 5,5 | 4 – 5     | 3,5 – 4,5 | 3 – 4      |

Ngoài ra ta cũng có thể chọn J theo nhiệt độ phát nóng cho phép theo bảng

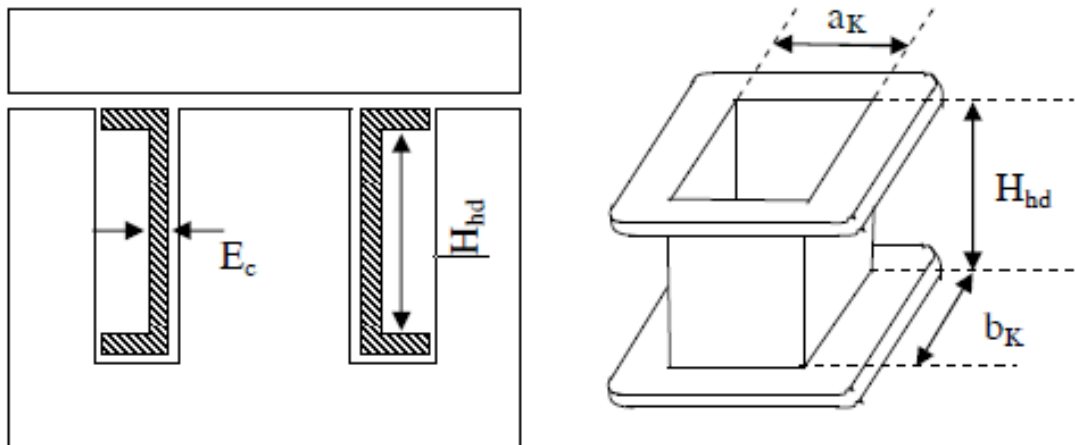
| A <sub>t</sub><br>(cm <sup>2</sup> ) | J (A/mm <sup>2</sup> )<br>Độ gia nhiệt<br>40 <sup>0</sup> C | J (A/mm <sup>2</sup> )<br>Độ gia nhiệt<br>60 <sup>0</sup> C | A <sub>t</sub><br>(cm <sup>2</sup> ) | J (A/mm <sup>2</sup> )<br>Độ gia nhiệt<br>40 <sup>0</sup> C | J (A/mm <sup>2</sup> )<br>Độ gia nhiệt<br>40 <sup>0</sup> C |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1,0                                  | 4,6                                                         | 5,5                                                         | 6,0                                  | 2,3                                                         | 2,8                                                         |
| 1,4                                  | 4,0                                                         | 4,9                                                         | 6,5                                  | 2,25                                                        | 2,7                                                         |
| 2,0                                  | 3,5                                                         | 4,3                                                         | 7,0                                  | 2,2                                                         | 2,6                                                         |
| 2,4                                  | 3,3                                                         | 4,0                                                         | 7,5                                  | 2,15                                                        | 2,6                                                         |
| 2,8                                  | 3,1                                                         | 3,7                                                         | 8,0                                  | 2,1                                                         | 2,5                                                         |
| 3,0                                  | 3,0                                                         | 3,6                                                         | 9,0                                  | 1,9                                                         | 2,4                                                         |
| 3,5                                  | 2,8                                                         | 3,4                                                         | 10                                   | 1,8                                                         | 2,3                                                         |
| 4,0                                  | 2,7                                                         | 3,3                                                         | 15                                   | 1,6                                                         | 1,9                                                         |
| 4,5                                  | 2,6                                                         | 3,2                                                         | 20                                   | 1,4                                                         | 1,8                                                         |
| 5,0                                  | 2,4                                                         | 3,0                                                         | 30                                   | 1,25                                                        | 1,5                                                         |
| 5,5                                  | 2,35                                                        | 2,8                                                         | 40                                   | 1,15                                                        | 1,4                                                         |

Chọn được J suy ra đường kính dây quấn sơ cấp và thứ cấp.

Gọi  $d_1, d_2$  là đường kính dây dẫn tròn, chưa kể lớp cách điện của sơ và thứ cấp ta có:

$$d_1 = 1,13\sqrt{\frac{I_1}{J}}; d_2 = 1,13\sqrt{\frac{I_2}{J}}$$

- Bước 10 : Chọn bề dày cách điện làm khuôn quấn dây ( $e_c$ ) và bề cao hiệu dụng quấn dây  $H_{hd}$  :



Hình 2.5

Để dễ thi công quấn dây thường ta chọn :

$$a_k = a + (1 \text{ đến } 2\text{mm})$$

$$b_k = b + (1 \text{ đến } 2\text{mm})$$

$$H_{hd} = h - (2e_c + 1 \text{ đến } 2\text{mm})$$

Để đảm bảo độ bền cơ học,  $e_c$  chọn theo cấp công suất của biến thế. Bảng

| $S_2$ (VA) | 1 - 10 | 10 - 200 | 200 - 500 | 500 - 1000 | 1000 - 3000 |
|------------|--------|----------|-----------|------------|-------------|
| $e_c$ (mm) | 0,5    | 1        | 2         | 3          | 4           |

- Bước 11 : Xác định số vòng cho một lớp dây quấn sơ và thứ cấp

Gọi  $SV_1$  và  $SV_2$  lần lượt số vòng 1 lớp dây quấn sơ và thứ cấp.

$$SV_1 = \frac{H_{hd}}{d_{1cd}} \cdot K_q; SV_2 = \frac{H_{hd}}{d_{2cd}} \cdot K_q$$

$d_{1cd}$  và  $d_{2cd}$  : đường kính dây quấn của phía sơ và thứ cấp, có tính cả lớp cách điện.

$K_q$  : hệ số quấn và sắp xếp dây quấn với dây đồng học catton  $K_q = 0,9 \div 0,93$ ,  
dây đồng tráng email :  $K_q = 0,93 \div 0,95$

• Bước 12 : Số lớp cho mỗi phần dây quấn sơ và thứ cấp

Gọi  $SL_1$  và  $SL_2$  là số lớp của bộ dây sơ và thứ cấp ta có

$$SL_1 = \frac{N_1}{SV_1}; SL_2 = \frac{N_2}{SV_2};$$

$e_{cd1}, e_{cd2}$  [mm];  $SV_{1,2}$  [vòng/lớp];  $n_v$  [vòng/vôn]

• Bước 12 : Tính bề dày mỗi phần dây quấn

Gọi  $BD_1$  và  $BD_2$  là bề dày cuộn dây quấn sơ và thứ cấp ta có :

$$BD_1 = SL_1 (e_{1cd} + e_{cd1});$$

$$BD_2 = SL_2 (e_{2cd} + e_{cd2})$$

Bề dày tổng cả bộ dây quấn :  $BD$

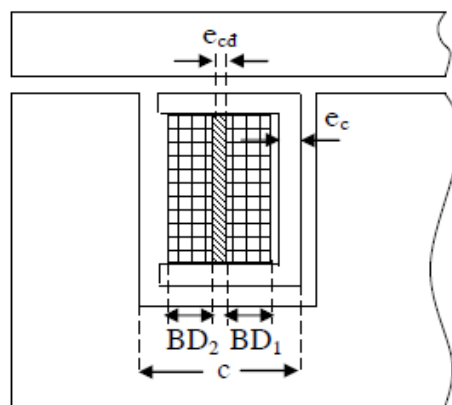
$$BD = BD_1 + BD_2 + e_c + e_{cd3}$$

Hình 2.6: ( $e_{cd3}$ ) cách điện giữa dây quấn sơ và thứ cấp

$$e_{cd3} = 1,4 \sqrt{\frac{U_1 + U_2}{1000}}$$

+ Kiểm tra hệ số lấp đầy  $K_{ld1}$  theo bề dày  
choán chỗ cuộn dây so với bề rộng cửa sổ  
lõi thép ta có :

$$K_{ld1} = \frac{BD}{C}$$



$K_{ld1 \max}$  cho phép bỏ lọt cuộn dây vào cửa sổ là  $K_{ld1} = 0,7 - 0,8$ . Nếu  $K_{ld1}$  tính được không thỏa, thì phải điều chỉnh lại kết cấu để bỏ lọt cuộn dây.

Chú ý : để giảm các bước điều chỉnh, ta có thể kiểm tra  $K_{ld}$  bằng cách tính khác, thực hiện ngay sau bước 8, gọi  $K_{ld2}$  là hệ số lấp đầy tính theo tiết diện choán chỗ của dây quấn so với tiết diện cửa sổ mạch từ lõi thép.

$$K_{ld2} = \frac{\sum \text{diện tích choán chỗ của dây quấn}}{\text{diện tích của rãnh}}$$

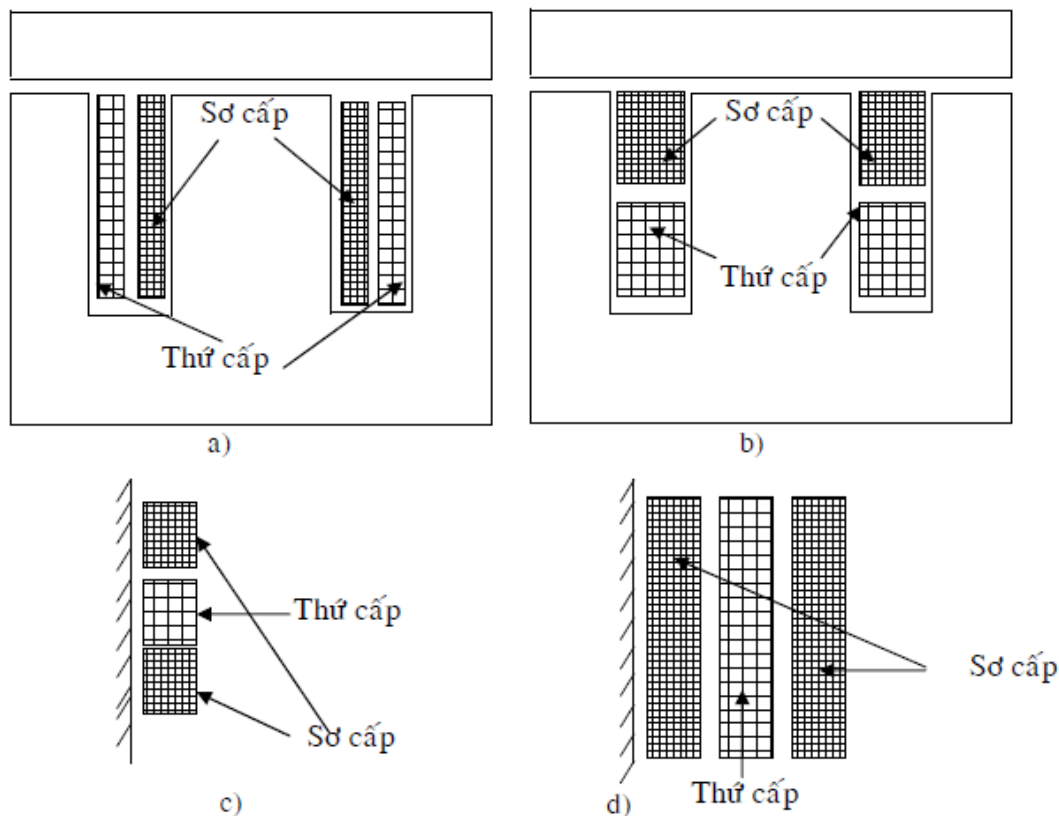
Gọi  $S_{cd1}$  và  $S_{cd2}$  là tiết diện dây quấn sơ và thứ cấp kể cả lớp cách điện ta có:

$$K_{ld2} = \frac{N_1 \cdot S_{1cd} + N_2 \cdot S_{2cd}}{c \cdot h}$$

Nếu  $K_{ld2} = 0,4 \div 0,46$  thì bộ dây bỏ lọt vào cửa sổ, giá trị này tương ứng với  $K_{ld1} = 0,7 \div 0,75$ .

• Bước 13 : Xác định chiều dài trung bình cho một dòng dây quấn sơ và thứ cấp, suy ra tổng chiều dài cho bộ dây sơ và thứ cấp.

Tùy thuộc vào bộ dây quấn sơ và thứ cấp lắp đặt theo dạng nào để tính chiều dài cuộn dây. Thường MBA 2 quấn được bố trí theo các dạng sau :



Hình 2.7: Dây quấn sơ cấp quấn bên trong, thứ cấp quấn bên ngoài  
Giả sử dây quấn bố trí như H.2.5a, dây quấn sơ cấp quấn bên trong, thứ cấp quấn bên ngoài, Tính  $L_{tb1}$ ,  $L_{tb2}$  như sau :

- Đặt  $a' = a + 2e_c$ ;  $b' = b + 2e_c$  ta có

$$L_{tb1} = 2 ( a' + b' ) + p.BD_1$$

$$L_{tb2} = 2 ( a' + b' ) + p [ 2(BD_1 + e_{cd}) + BD_2 ]$$

- Chiều dài dây quấn sơ và thứ cấp

$$L_1 = N_1 . L_{tb1} ; L_2 = N_2 . L_{tb2}$$

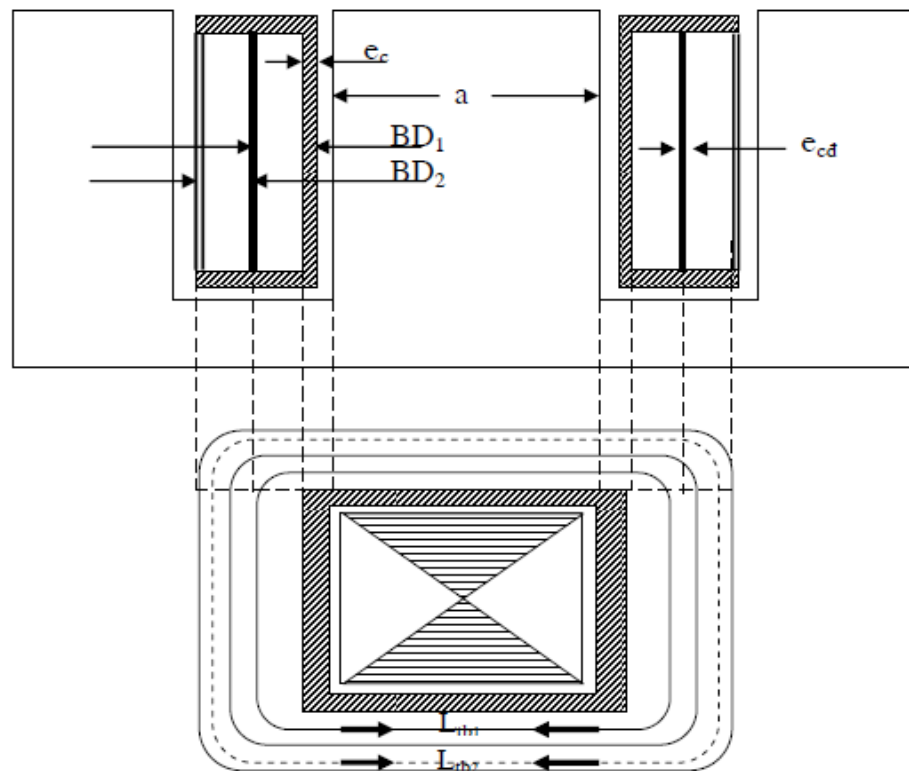
• Bước 14 : Tính khối lượng dây quấn cuộn sơ và thứ cấp

$$W_1 = K_{dp} . L_1 . \frac{\pi d_1^2}{4} . 8,9.10^{-4}$$

$$W_2 = K_{dp} . L_2 . \frac{\pi d_1^2}{4} . 8,9.10^{-4}$$

$K_{dp}$  : hệ số dự phòng sai số do thi công thực tế so với tính toán với dây êmay  $K_{dp}$

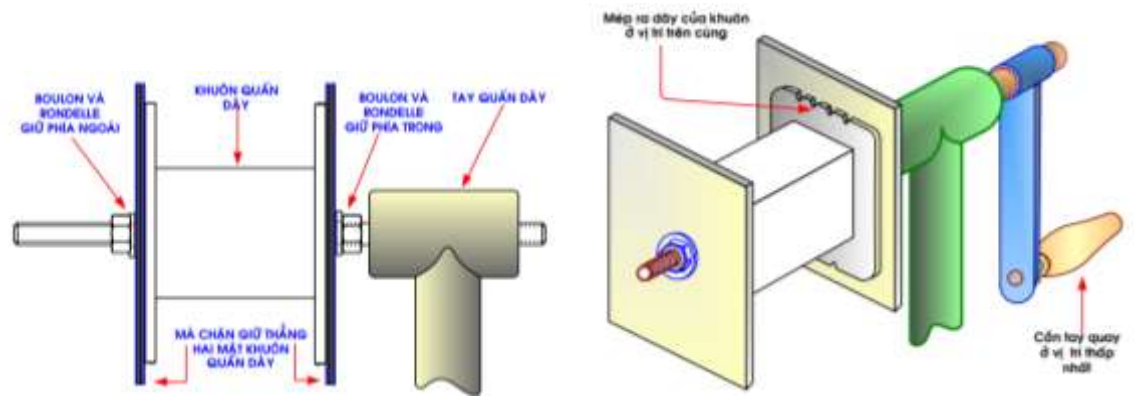
$= 1,1 \div 1,5$ , dây bọc cotton  $K_{dp} = 1,2 \div 1,3$



Hình 2.8. Hình vẽ cách xác định các kích thước khuôn MBA

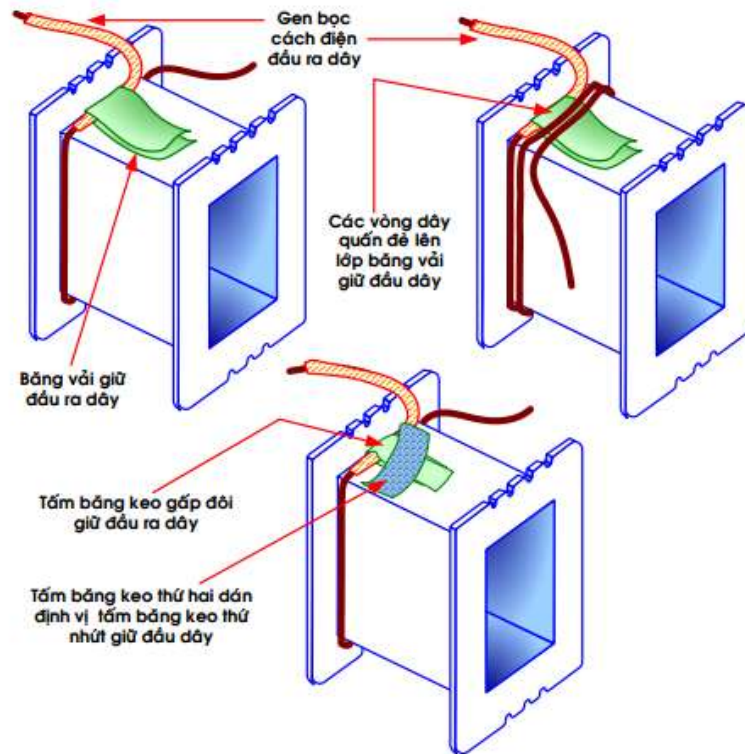
### III/ Thi Công Quấn Bộ Dây Biến Áp 1 Pha:

1. Chuẩn bị khuôn:

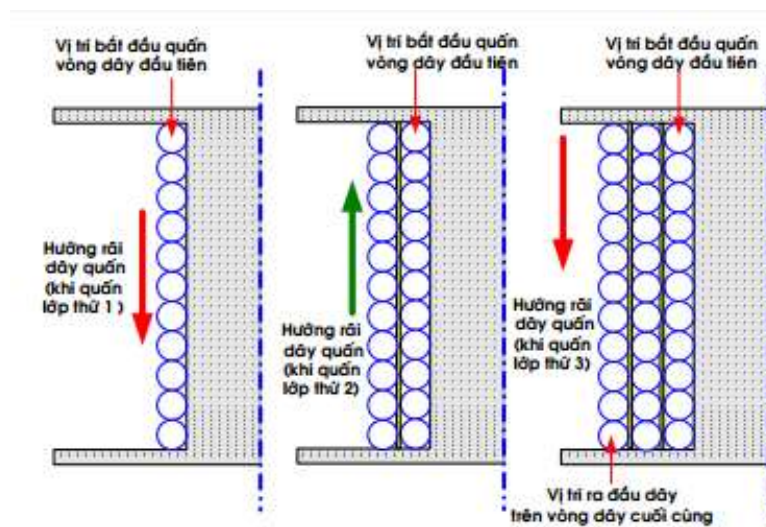


Hình 2.9. Chuẩn bị khuôn.

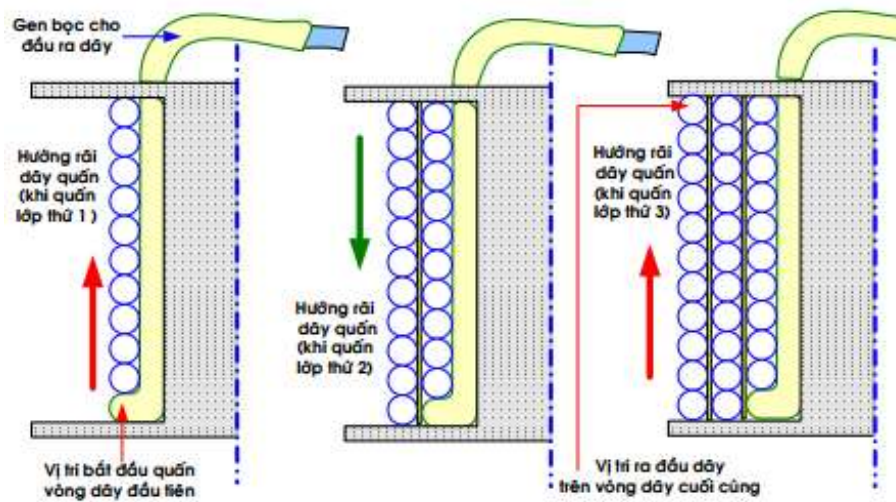
## 2. Quấn bộ dây:



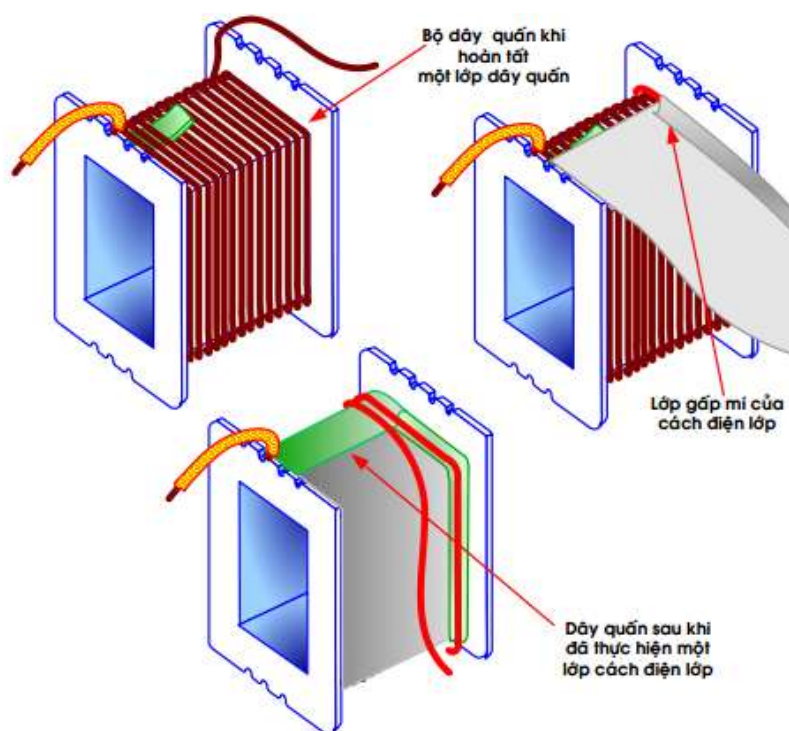
Hình 2.10. Cách băng keo giữ đầu dây.



Hình 2.11. Cách quấn dây.



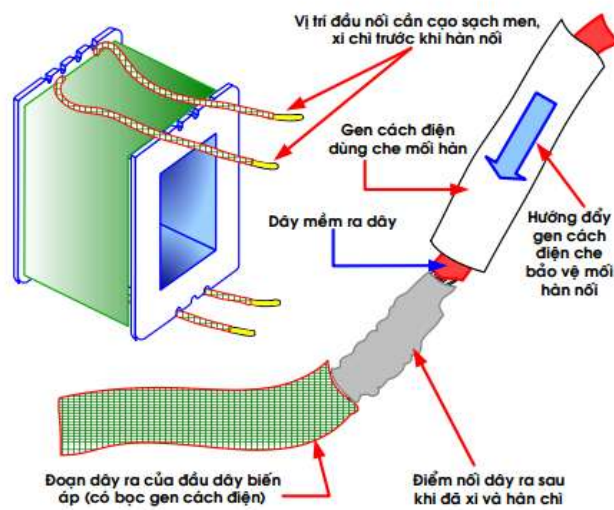
Hình 2.12.Cách quấn dây và bọc ống gen cho đầu dây ra.



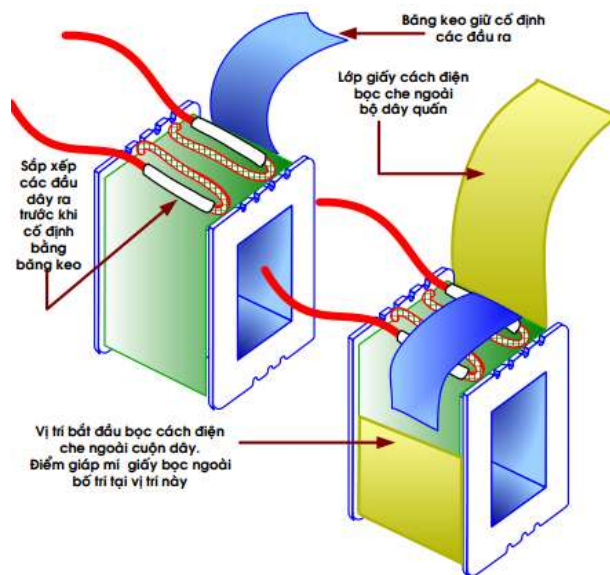
Hình 2.13.Cách lót lớp cách điện.

### 3. Hoàn chỉnh các đầu ra dây

Hình 2.14 và 2.15 thể hiện cách băng keo và lót ống gen, lớp cách điện cho các đầu ra dây:

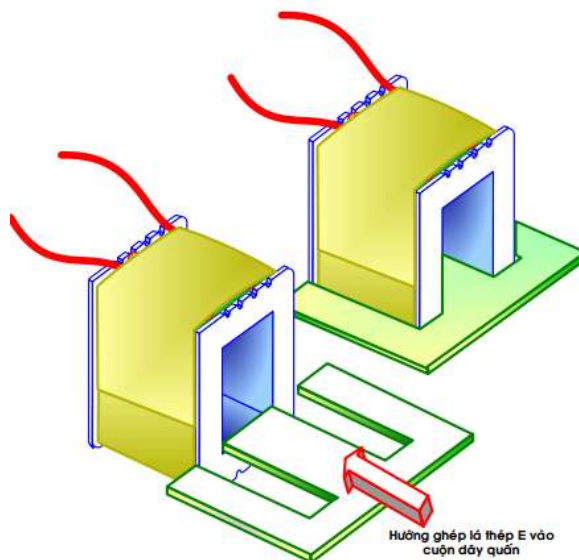


Hình 2.14.Cách lột cách điện và đặt ống gen đầu ra dây



Hình 2.16.Băng keo hoàn thiện

4. Lắp ghép.



Hình 2.16.Cách ghép các lá thép

5.Chạy thử.

VÍ DỤ 1 :

Tính toán, thiết kế MBA 1 pha 2 dây quấn biết các số liệu :  $U_1 = 110V$ ,  $U_2 = 15V$ ,  $I_2 = 5A$ ,  $f = 50Hz$  chế độ làm việc ngắn hạn, cách điện sử dụng cấp A.

GIẢI

Bước 1 : Các số liệu yêu cầu :

- Hiệu thế định mức :  $U_1 = 110V$  ;  $U_2 = 15V$
- Dòng điện định mức phía thứ cấp :  $I_2 = 5A$
- Tần số dòng điện  $f = 50Hz$ , chế độ làm việc ngắn hạn
- Công suất biểu kiến phía thứ cấp

$$S_2 = U_2 \cdot I_2 = 15 \cdot 5 = 75VA$$

Bước 2 :

Chọn lõi thép EI đúng tiêu chuẩn, mật độ từ của lõi thép  $B_m = 1,2T$

- Tiết diện tính toán của lõi thép :

$$A_t = 1,423(1 \div 1,2) \frac{\sqrt{S_2}}{B_m} = 1,423(1 \div 1,2) \frac{\sqrt{75}}{1,2} = (10,269 \div 12,32)cm^2$$

Bước 3 : -Chọn hệ số ghép lõi sắt :  $K_f = 0,95$  (tra bảng)

- Tiết diện thực của lõi thép là :

$$A_g = \frac{A_t}{K_f} \frac{10,27 \div 12,32}{0,95} = (10,81 \div 12,97)cm^2$$

- Tính giá trị  $a_{min}$  và  $a_{max}$  theo  $A_g = (10,81 \div 12,97) cm^2$

$$A_{min} = \sqrt{\frac{A_g}{1,5}} = \sqrt{\frac{10,81}{1,5}} = 2,68 \approx 2,7cm$$

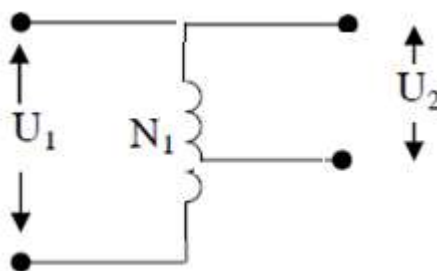
$$A_{max} = \sqrt{A_g} = \sqrt{12,97} = 3,6cm$$

- Để thực hiện MBA có công suất 75VA ta chọn a trong khoảng từ  $2,7 \div 3,6 cm$ .

#### 4.2.3. MÁY BIẾN ÁP TỰ NGÃU 1 PHA

MBA tự ngẫu là loại MBA chỉ có 01 cuộn dây, nó đóng vai trò vừa là cuộn sơ cấp vừa là cuộn thứ cấp

- Sơ đồ dây quấn MBA tự ngẫu như hình vẽ:



Trình tự tính toán gồm các bước như sau :

- Bước 1 : Xác định các số liệu ban đầu
- Điện áp định mức phía sơ cấp ( $U_1$ ) và phía thứ cấp ( $U_2$ )
- Dòng điện định mức phía thứ cấp  $I_2$
- Nếu không biết rõ  $I_2$  cần xác định công suất biểu kiến phía thứ cấp  $S_2$

$$S_2 = U_2 \cdot I_2 \quad S[\text{VA}]; U[\text{V}]; I[\text{A}]$$

- Tần số nguồn điện  $f$
- Chế độ làm việc : ngắn hạn hay dài hạn
- Bước 2 : Xác định tiết diện tính toán  $A_t$  cần dùng cho lõi thép

Căn cứ vào điều kiện tản nhiệt và giữ độ sụt áp tại thứ cấp lúc mang tải ta có

$$A_t = 1,423 \cdot K \frac{\sqrt{S_2}}{B_m}$$

$A_t$  [ $\text{cm}^2$ ];  $B_m$  [T];  $S_2$  [VA]

$A_t$  : Tiết diện tính toán của lõi thép

$S_2$  : Công suất biểu kiến tại thứ cấp MBA

$K$  : Hệ số hình dáng lõi thép

- Lõi thép E, I :  $K = 1 \div 1,2$
- Lõi thép U-I :  $K = 0,75 \div 0,85$

$B_m$  mật độ từ thông trong lõi thép (chọn)

- Với lõi thép dẫn từ không định hướng  $B_m = 0,8 \div 1,2\text{T}$
- Với lõi thép dẫn từ có định hướng  $B_m = 1,2 \div 1,6\text{T}$

- Bước 3 : Chọn kích thước cho lõi thép, tính khối lượng lõi thép

Gọi  $A_g$  là tiết diện thực của lõi thép ta có:

$$A_g = a \cdot b$$

$A_t$  khác  $A_g$  do :

- Bề dày cách điện tráng trên lõi thép
- Độ ba vó có trên biên lá thép do công nghệ dập định hình lá thép, độ chênh lệch giữa  $A_t$  và  $A_g$  xác định bằng hệ số ghép  $K_f$

$$A_g = \frac{A_t}{K_f}$$

## CHƯƠNG II

### PHẦN 1: LÝ THUYẾT MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

#### BÀI 1: ĐẠI CƯƠNG MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

##### I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Máy điện không đồng bộ là máy điện xoay chiều, làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, có tốc độ của rôto  $n$  khác với tốc độ từ trường quay trong máy  $n_1$ . Máy điện không đồng bộ có thể làm việc ở hai chế độ : Động cơ và máy phát.

Máy phát điện không đồng bộ ít dùng vì có đặc tính làm việc không tốt, nên trong chương này ta chỉ xét động cơ không đồng bộ. Động cơ không đồng bộ được sử dụng nhiều trong sản xuất và trong sinh hoạt vì chế tạo đơn giản, giá thành rẻ, độ tin cậy cao, vận hành đơn giản, hiệu suất cao và gần như không bảo trì. Dải công suất của nó rất rộng từ vài watt đến hàng ngàn kilowatt. Hầu hết là động cơ ba pha, có một số động cơ công suất nhỏ là một pha.

Các số liệu định mức của động cơ không đồng bộ ba pha là:

Công suất cơ có ích trên trục:  $P_{dm}$  (kW).

Điện áp dây stato:  $U_{dm}$  (V).

Dòng điện dây stato:  $I_{dm}$  (A).

Tốc độ quay rôto:  $n_{dm}$  (vòng/phút).

Hệ số công suất:  $\cos\phi_{dm}$ .

Hiệu suất:  $\eta_{dm}$ .

Tần số :  $f_{dm}$  (Hz).

Nếu gọi  $P_{1dm}$  là công suất tác dụng động cơ không đồng bộ ba pha nhận từ lưới điện khi làm việc với tải định mức, ta có:

$$P_{1dm} = \frac{P_{dm}}{\eta_{dm}} = \sqrt{3} U_{dm} I_{dm} \cos \varphi_{dm}$$

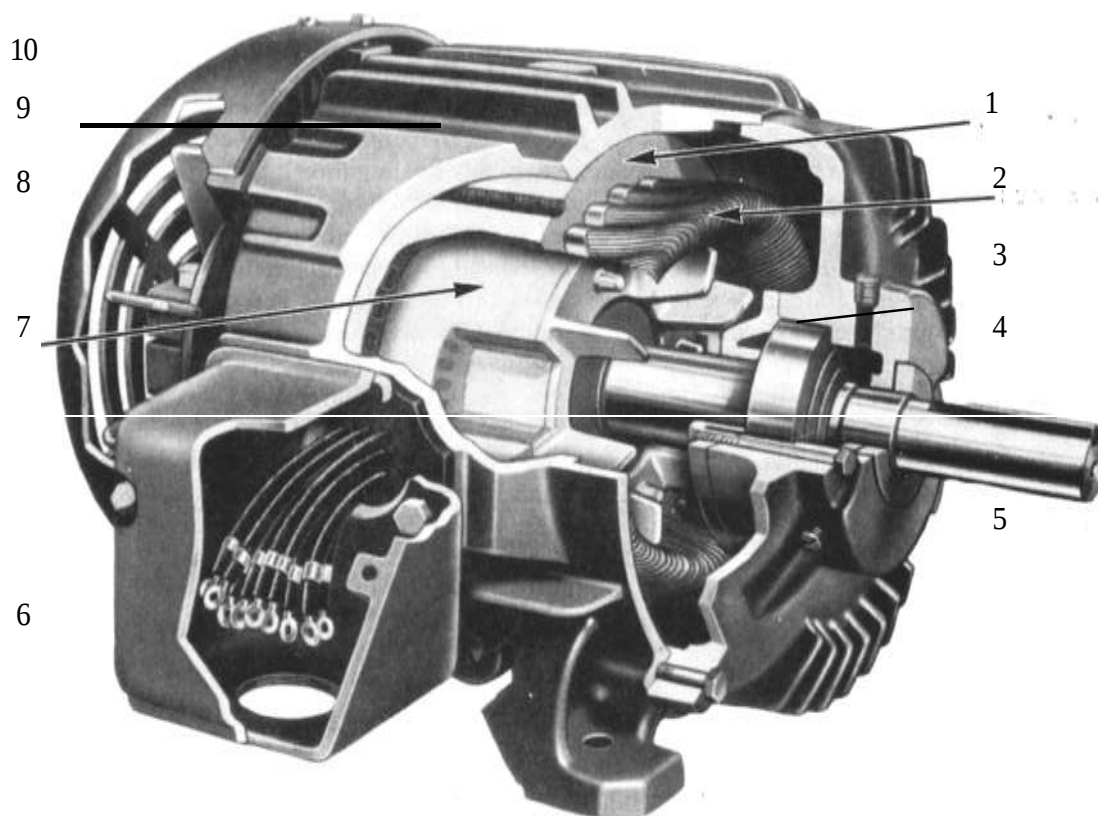
## II. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

### 2.1. Cấu tạo của động cơ điện không đồng bộ

Cấu tạo của máy điện không đồng bộ được trình bày trên hình 3.1, gồm hai bộ phận chủ yếu là Stator và rôto, ngoài ra còn có vỏ máy, nắp máy và trục máy. Trục làm bằng thép, trên đó gắn rôto, ổ bi và phía cuối trục có gắn một quạt gió để làm mát máy dọc trục.

#### 2.1.1. Stator (sơ cấp hay phần ứng)

Stator gồm hai bộ phận chính là lõi thép và dây quấn, ngoài ra còn có vỏ máy và nắp máy (hình 3.1). Còn hình 4.3c là ký hiệu động cơ trên Sơ đồ điều khiển.



Hình 3.1 Cấu tạo của động cơ điện không đồng bộ

1. Lõi thép stator; 2. Dây quấn stator; 7. Nắp máy; ; 4. ổ bi; 5. Trục máy; 6. Hộp đấu cực; 7. Lõi thép rôto; 8. Thân máy; 9. Quạt gió làm mát; 10. Hộp quạt

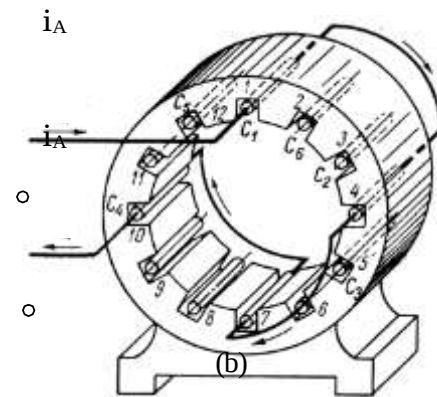
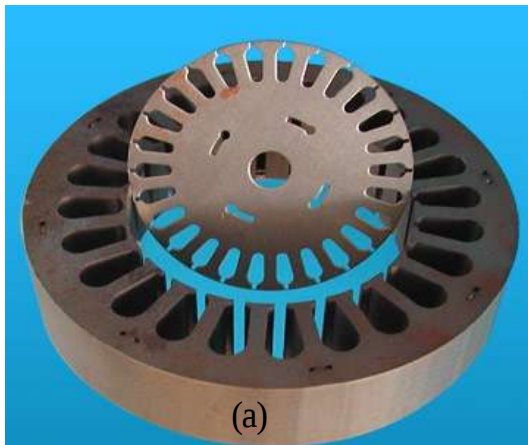
#### 1. Lõi thép stator:

Lõi thép Stator có dạng hình trụ (hình 3.2b), làm bằng các lá thép kỹ thuật điện, được dập rãnh bên trong (hình 3.2a) rồi ghép lại với nhau tạo thành các rãnh theo

hướng trục. Lõi thép được ép vào trong vỏ máy.

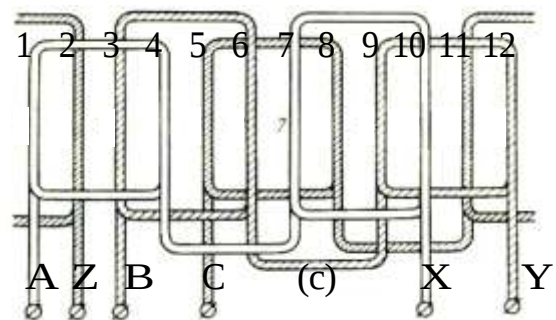
### 2.1.2. Dây quấn stato:

Dây quấn stato thường được làm bằng dây đồng có bọc cách điện và đặt trong các rãnh của lõi thép (hình 3.2a). Trên hình 3.2c vẽ Sơ đồ khai triển dây quấn ba pha đặt trong 12 rãnh của một máy điện, dây quấn pha A đặt trong các rãnh 1, 4, 7, 10; pha B đặt trong các rãnh 3, 6, 9, 12; pha C đặt trong các rãnh 5, 8, 11, 2. Dòng điện xoay chiều ba pha chạy trong dây quấn ba pha Stato sẽ tạo nên từ trường quay.



Hình 3.2 Kết cấu Stato máy điện không đồng bộ

a) Lá thép Stato; b) Lõi thép Stato; c) Dây quấn stato



### 3. Vỏ máy :

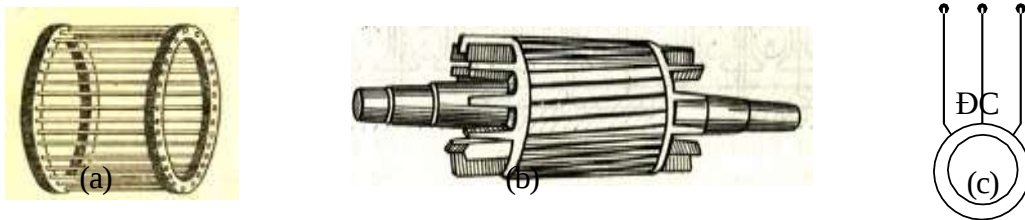
Vỏ máy gồm có thân và nắp, thường làm bằng gang.

### 2.1.3. Rôto (thứ cấp hay phần quay): Rôto là phần quay gồm lõi thép, dây quấn và trục máy.

1. Lõi thép : Lõi thép rôto gồm các lá thép kỹ thuật điện được lấy từ phần bên trong của lõi thép Stato ghép lại, mặt ngoài dập rãnh (hình 3.2a) để đặt dây quấn, ở giữa có dập lỗ để lắp trục.

2. Dây quấn : Dây quấn rôto của máy điện không đồng bộ có hai kiểu : rôto ngắn mạch còn gọi là rôto lồng sóc và rôto dây quấn. • Rôto lồng sóc (hình 3.3a) gồm các thanh đồng hoặc thanh nhôm đặt trong rãnh và bị ngắn mạch bởi hai vành ngắn mạch ở hai đầu. Với động cơ cỡ nhỏ, dây

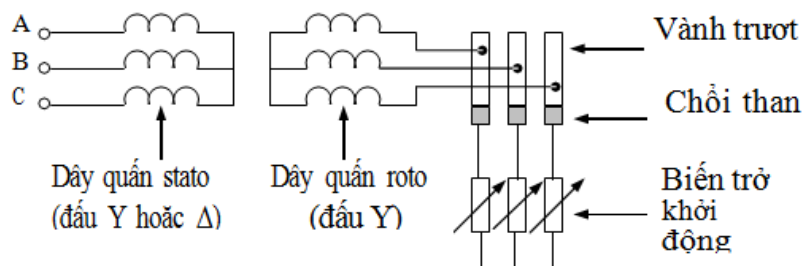
quần rôto được đúc bằng nhôm nguyên khối gồm thành dẫn, vành ngăn mạch, cánh tản nhiệt và cánh quạt làm mát (hình 3.3b). Các động cơ công suất trên 100kW thành dẫn làm bằng đồng được đặt vào các rãnh rôto và gắn chặt vào vành ngăn mạch.



Hình 3.3 Cấu tạo rôto động cơ không đồng bộ.

a) Dây quấn rôto lồng sóc c) Lõi thép rôto d) Ký hiệu động cơ trên Sơ đồ  
Dòng điện xoay chiều ba pha chạy trong dây quấn ba pha stato sẽ tạo nên từ trường quay.

- Rôto dây quấn (hình 3.4) cũng quấn giống như dây quấn ba pha stato và có cùng số cực từ như dây quấn stato. Dây quấn kiểu này luôn luôn đầu sao (Y) và có ba đầu ra đầu vào ba vành trượt, gắn vào trục quay của rôto và cách điện với trục. Ba chổi than cố định và luôn tì trên vành trượt này để dẫn điện vào một biến trở cũng nối sao năm ngoài động cơ để khởi động hoặc điều chỉnh tốc độ.

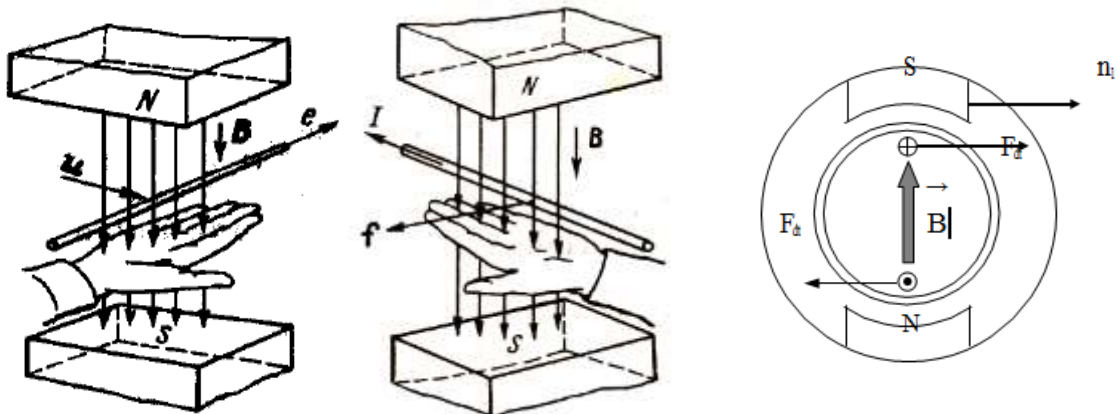


Hình 3.4 Cấu tạo của động cơ không đồng bộ ba pha rôto dây quấn

## 2.2. Nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ

Khi đặt điện áp xoay chiều ba pha có tần số  $f_1$  vào dây quấn stato, trong dây quấn stato sẽ có hệ thống dòng ba pha chạy qua, dòng điện này sẽ tạo ra từ trường quay p đôi cực, quay với tốc độ  $n_1 = 60f_1/p$ . Từ trường quay cắt các thành dẫn của dây quấn rôto và cảm ứng trong đó các sđđ  $E_2$ . Vì dây quấn rôto nối ngắn mạch, nên sđđ cảm ứng sẽ sinh ra dòng điện  $I_2$  trong các thành dẫn rôto. Lực tác dụng giữa từ trường quay của máy với thành dẫn mang dòng điện rôto  $I_2$ , kéo rôto quay theo chiều của từ trường quay với tốc độ  $n$ .

Hình 3.6: Quá trình tạo momen quay của động cơ không đồng bộ



+Tốc độ rôto của máy  $n$  luôn nhỏ hơn tốc độ từ trường quay  $n_1$ , vì nếu tốc độ bằng nhau thì không có sự chuyển động tương đối, trong dây quấn rôto không có sđđ và dòng điện cảm ứng, nên lực điện từ bằng không. Độ chênh lệch giữa tốc độ từ trường quay và tốc độ rôto gọi là tốc độ trượt  $n_2$ :  $n_2 = n_1 - n$

Hệ số trượt của tốc độ là:

$$s = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{\Omega_1 - \Omega}{\Omega_1}$$

trong  $\Omega_1 = 2\pi n_1$  và  $\Omega = 2\pi n$ . là tốc độ góc của từ trường quay và của rôto.

Khi rôto đứng yên, tốc độ  $n = 0$ , hệ số trượt  $s = 1$ ; khi rôto quay định mức  $s = 0,02 \div 0,06$ . Tốc độ động cơ là:

$$n = n_1(1 - s) = \frac{60 f_1}{p}(1 - s); \text{vg / ph}$$

### **Câu hỏi ôn tập chương 3:**

Câu 1: Cấu tạo của máy điện không đồng bộ ba pha?

Câu 2: Trình bày nguyên lý làm việc cơ bản của máy điện không đồng bộ?

## **CHƯƠNG II**

### **PHẦN 2: THỰC HÀNH MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ**

#### **BÀI 1: THÁO LẮP, SỬA CHỮA BẢO DƯỠNG ĐỘNG CƠ ĐIỆN KĐB**

#### **I Mục đích –Yêu cầu**

##### **1.Mục đích :**

- Hình thành kỹ năng tháo, lắp động cơ KĐB
- Hình thành kỹ năng sửa chữa bảo dưỡng động cơ điện KĐB
- Hình thành tác phong công nghiệp

##### **2. Yêu cầu :**

- Nắm vững các bước tháo lắp động cơ KĐB
- Phân tích được những nguyên nhân gây hư hỏng và phương pháp khắc phục
- Đảm bảo đúng quy trình an toàn, kỹ thuật

#### **II.Quy trình tháo, lắp động cơ KĐB:**

##### **1. Quy trình tháo động cơ:**

Bước 1: tháo ốc, vít trên vỏ Stato động cơ, mở hộp nối dây tháo các đầu A-X,B-Y, (C-Z) nếu có

Bước 2: Dùng búa và nêm gõ gõ vào trục rôto động cơ để tháo rôto ra khỏi Stato

(lưu ý không dùng búa đóng trực tiếp vào trục rôto vì sẽ gây biến dạng đầu trục)

Bước 3: Tháo nắp, ổ bi ra khỏi rôto

Bước 4: Tháo nêm,giấy cách điện ra khỏi rãnh stato

Bước 5: Cắt dây đai và tháo dây đồng ra khỏi rãnh Stato

Bước 6: Vệ sinh rãnh Stato, vào nhớt bảo trì ổ bi, vệ sinh toàn bộ linh kiện động cơ.

##### **2. Quy trình lắp động cơ:**

Bước 1: Vào dây quấn theo sơ đồ trái

Bước 2: Đai dây quấn, dùng búa cao su và tay uốn bộ dây quấn sao cho không bị chạm vào rôto khi hoạt động

Bước 3: Lắp ổ bi và nắp vào rôto

Bước 4: Lắp rôto vào stato (chú ý nhẹ nhàng chống trầy xước bộ dây)

Bước 5: Điều chỉnh rôto và Stato khớp với nhau, trục có thể quay nhẹ nhàng  
Bước 6: Gắn các đầu dây A-X, B-Y, (C-Z ) nếu có vào hộp nối, gắn ốc vít đầy đủ.

Bước 7: Đấu dây chạy thử

## **I. Sửa chữa động cơ điện KĐB**

### **A. Những sai lầm thường gặp khi quấn lại động cơ điện**

#### **1. Không thể lồng được hết dây vào rãnh**

Nguyên nhân: có nhiều nguyên nhân nhưng nguyên nhân chính là chọn dây quấn không phù hợp và bìa lót cách điện quá dày, khuôn quấn quá nhỏ

Biện pháp khắc phục:

- Khi lấy số liệu đo đường kính dây chính xác
- Phải thay bìa lót mỏng hơn
- Điều chỉnh khuôn quấn

#### **2. Động cơ chạy êm, tốc độ không đủ, chạm tay không thấy nóng khi có tải**

Nguyên nhân:

- Đấu dây sai nên số cực động cơ tăng lên
- Số vòng dây quấn cho một bội quá nhiều
- Ngoài ra còn do tụ điện đấu thường trục với cuộn khởi động có trị số quá nhỏ (khi quấn chuyển đổi điện áp)

#### **3. Động cơ chạy êm, tốc độ gần đủ, chạm tay thấy nóng khi có tải**

##### **a. Động cơ chạy êm, tốc độ đạt, chạm tay thấy nóng**

Do quấn không đủ số vòng dây cần thiết

##### **b. Động cơ chạy êm, rung lắc nhiều, có tiếng kêu lớn, tốc độ nóng nhanh, đôi lúc có mùi khét.**

Chủ yếu đấu ngược (sai) một trong các bội dây, tổ bội dây trong cuộn dây làm dòng điện trong cuộn dây tăng lên gây nóng và đốt cháy dây quấn

##### **d. Động cơ quấn theo số liệu gốc, lồng dây đúng mà vẫn khá nóng**

- Do khe hở không khí giữa rôto và stato tăng lên
- Chất lượng lõi thép bị hoan gỉ nhiều
- Kinh nghiệm cho thấy ngoài những động cơ chất lượng cao còn tất cả các động cơ khác sau mỗi lần quấn lại cuộn dây phải điều chỉnh cho số vòng dây tăng lên

khoảng 10% ÷ 20% thì mới đạt chất lượng như cũ. Trường hợp rãnh chặt không vào hết dây thì nên điều chỉnh đường kính dây xuống một vài phần trăm cho dễ lồng dây

## **B. Những hư hỏng thường gặp của các động cơ điện**

### **1. Những hư hỏng về điện**

#### **a. Động cơ không quay có 3 trường hợp**

Trường hợp 1: Động cơ không quay không có tiếng kêu điện từ chạm tay vào không thấy rung

Chủ yếu với động cơ 1 pha mà sự cố thường gặp là bộ phận mạch tốc độ không tiếp xúc nên mạch hở

Trường hợp 2: Động cơ không quay, có tiếng kêu điện từ chạm tay vào thấy rung

+ Động cơ 1 pha: Không tự khởi động được dùng tay mỗi thử mỗi chiều nào quay chiều đó và chạy lờ đờ

Nguyên nhân do đứt, cháy cuộn khởi động hoặc tụ hỏng

+ Động cơ 3 pha:

Nguyên nhân do mất 1 trong 3 pha lưới điện, đứt cầu chì, đứt một trong 3 cuộn dây nối Y, đứt 2 trong 3 cuộn nối  $\Delta$

Trường hợp 3: Động cơ không quay, có tiếng kêu điện từ lớn rôto bị hút lệch về một phía và bó cứng, có nóng cục bộ, nhiệt độ tăng rất nhanh

Nguyên nhân do một trong các tổ bối dây trong cuộn dây bị chập xuất hiện lực từ kéo lệch rôto về một phía gây hiện tượng sát cốt giả tạo dùng tay quay ta thấy rôto bị bó cứng

#### **b. Động cơ quay khó khăn**

- Hiện tượng: tự khởi động khi không tải nhưng chạy lờ đờ, rung lắc mạnh có tiếng kêu điện từ lớn
- Nguyên nhân: Do có sự chập chập các vòng dây trong một VÀI tổ bối dây nhưng chưa tới mức trầm trọng nếu để kéo dài sẽ phát nóng. Nếu động cơ vừa quán xong có hiện tượng này thì do đấu lộn đầu dây quán cho một tổ bối dây hoặc một cuộn dây pha...

#### **c. Động cơ không kéo được tải hoặc kéo được nhưng tốc độ hạ xuống đáng kể**

- Nếu thấy chạy êm, không có tiếng gõ lớn thì kiểm tra tự khởi động, điện áp lưới, tải cơ khí có bị lớn quá công suất động cơ, rôto bị rạn nứt, cổ góp tiếp xúc không tốt, đầu nhâm  $\Delta$  thành Y.
- Nếu có tiếng gõ lớn do có tổ bồi dây nào đó bị chập nhẹ.

**d. Động cơ nóng quá giới hạn cho phép(nóng bỏng tay)**

+ Động cơ 1pha: Nguyên nhân

- do tải quá lớn so với công suất động cơ, điện áp hạ quá thấp
- Điện áp lưới quá cao giảm cách điện dây quấn
- Chập mạch một số vòng dây cuộn dây
- Đầu lộn đầu 1 trong các tổ bồi dây
- Lỗi thép xấu

+ Động cơ 3pha: do đứt cầu chì, đứt 1 trong 3 cuộn dây, điện áp lưới cung cấp 3 pha không đối xứng.

- Động cơ bị rung, có tiếng kêu điện từ âm thấp.
- Nguyên nhân cơ khí là chủ yếu
- Bị chập mạch 1 trong các tổ bồi dây, rôto bị nứt rạn
- Đầu dây trong các tổ bồi dây sai

**e. Động cơ bị đánh lửa, bốc khói từ bên trong**

Do vật liệu cách điện trong động cơ bị chọc thủng đột ngột gây chập nặng trong các cuộn dây, sinh ra phóng tia lửa điện và đốt cháy dây quấn.

**f. Động cơ chạy êm, tốc độ đủ nhưng có tiếng kêu điện từ lớn, đôi khi có âm thanh lạ như rít, rú hoặc rôto giao động theo chiều dọc chạm tay thấy nóng hơn bình thường. Thường gặp trong những động cơ đã sửa chữa nếu ấn tay theo chiều dọc thấy độ dơ quá lớn chỉnh lại độ dơ dọc**

**2. Những hư hỏng về cơ**

- Động cơ bị hỏng ổ bạc, ổ bi hay mòn trục
- Động cơ bị cong trục
- Động cơ bị mất đồng tâm
- Tải không cân bằng
- Có ba vớ ở lõi thép
- Rôto không cân bằng.

## **BÀI 2: DÂY QUẦN Đ/C KĐB 3 PHA, 1 LỚP**

### **DÂY QUẦN KIỂU ĐỒNG TÂM**

#### **I Mục đích –Yêu cầu**

##### **1.Mục đích :**

- Hình thành kỹ năng tính toán và quần động cơ KĐB 3pha
- Biết tính toán các thông số thành lập sơ đồ dây quần
- Hình thành tác phong công nghiệp

##### **2. Yêu cầu :**

- Nắm vững các công thức tính toán thành lập sơ đồ dây quần
- Vẽ được sơ đồ trải cho các động cơ điện theo kiểu quần đồng tâm
- Nắm vững trình tự lồng dây động cơ đảm bảo an toàn, kỹ thuật

#### **II. Tóm tắt lý thuyết**

##### **1.Khái niệm chung về kết cấu bộ dây rôto, stato động cơ KĐB**

- Dây quần rôto, stato của động cơ KĐB gồm có các cuộn dây riêng biệt được đặt trong các rãnh của rôto và stato. Các cuộn dây này có thể có 1 vòng hay nhiều số vòng nối tiếp nhau quần 1,2 hay nhiều thành phần được quần song song nhiều lớp .
- Dây quần có 1vòng trong cuộn dây gọi là dây quần kiểu thanh thường dùng dây quần rôto
- Dây quần stato có 2 loại 1lớp còn gọi là quần đồng khuôn, 2lớp gọi dây quần xếp kép

##### **2.Các thuật ngữ và công thức liên hệ**

- a. Số rãnh của rôto và stato ký hiệu :  $Z$
- b. Số pha ký hiệu :  $m$
- c. Số cực ký hiệu :  $2P$
- d. Số mạch nhánh song song ký hiệu:  $a$
- e. Số vòng trong 1pha ký hiệu :  $W_f$
- f. Bước cực ký hiệu  $\tau$  (tô)
- g. Bước dây quần ký hiệu  $y$
- h. Số rãnh dưới 1cực của 1 pha ký hiệu :  $q$
- i. Cách nối dây  $\Delta, Y$

##### **3.Đặc điểm dây quần kiểu đồng tâm**

- Trên mỗi cực gồm các cuộn dây riêng biệt có hình dáng và chiều dài khác nhau được nối với nhau thành một nhóm cuộn dây, mỗi cuộn dây có hai cạnh nằm trong các rãnh khác nhau có khoảng cách giữa chúng bằng bước quấn y
- Các cuộn dây thuộc một pha và phân bố dưới một đôi cực được nối với nhau tạo thành nhóm cuộn dây
- Các cuộn dây này có bước quấn khác nhau số cuộn dây trong 1 nhóm phụ thuộc vào số rãnh dưới một cực của một pha

Ví dụ :  $Z = 24$  ;  $2p = 4$  ;  $m = 3$

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{24}{4.3} = 2$$

#### 4. Phương pháp tính toán vẽ sơ đồ trải động cơ KĐB 3 pha

Bước 1: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1 pha

áp dụng công thức :

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

$q$  : là số rãnh dưới 1 cực của 1 pha       $Z$  : số rãnh của stato động cơ

$m$  : là số pha

Ví dụ :  $Z = 24$  ;  $2p = 4$  ;  $m = 3$

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{24}{4.3} = 2$$

- Dùng bút 3 màu để biểu thị cho 3 pha và kẻ 24 vạch song song trên giấy biểu thị cho 24 rãnh theo thứ tự  $q$  đỏ,  $q$  đen,  $q$  xanh

- Sau đó đánh dấu mũi tên chỉ chiều dòng điện trên các pha cũng theo  $q$  lần đi lên,  $q$  lần đi xuống để khi vẽ xong ta kiểm tra chiều dòng điện trong các pha dễ dàng

Bước 2: Tính bước quấn y

$$y_1 = 2q + 2 \quad (y_1 \text{ tính cho bước quấn dây nhỏ nhất})$$

$$y_2 = y_1 + 2$$

Ví dụ trên :

$$y_1 = 2q + 2 = 6$$

$$y_2 = y_1 + 2 = 8$$

Bước 3: Tính rãnh đầu dây  $Zđ$

$$Zđ = 3q + 1$$

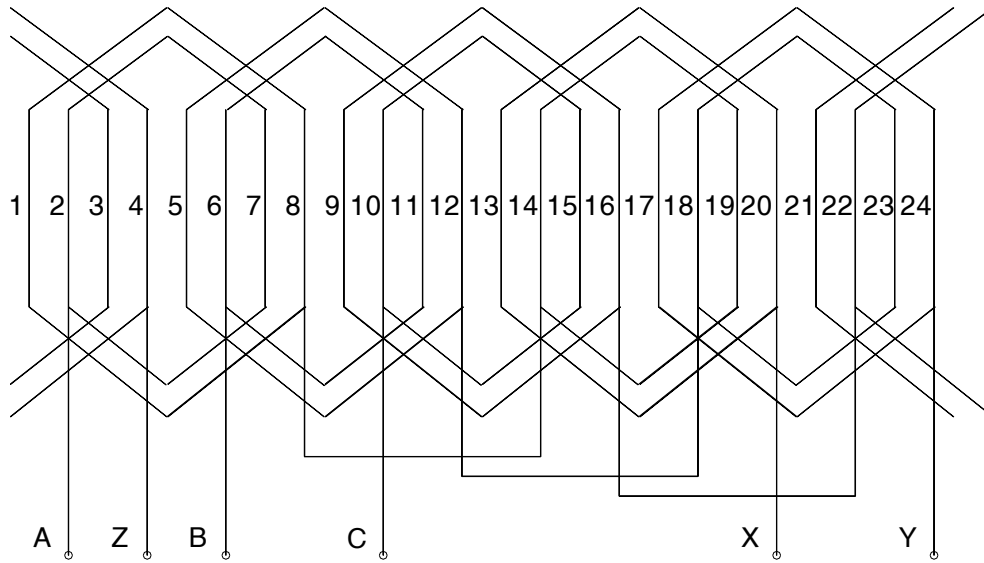
Ví dụ trên :

$$Zđ = 3q + 1 = 3.2 + 1 = 7$$

#### Bước 4: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3pha

$$A - B - C = 2q + 1$$

Ví dụ trên :  $A - B - C = 2q + 1 = 5$



#### **5. Ưu, nhược điểm của kiểu quấn đồng tâm**

a. Ưu điểm :

- Dây quấn ít bị chạm chập giữa các pha
- Dễ quấn, dễ lồng dây, dễ đấu dây, dễ lót cách điện giữa các pha
- Khi hư hỏng dễ sửa chữa

b. Nhược điểm :

- Khi quấn dây phải làm nhiều khuôn
- Mỹ thuật xấu
- Tốn nhiều dây quấn ( chỉ dùng quấn những động cơ công suất nhỏ)

### **III. Nội dung**

#### **1. Công tác chuẩn bị**

- Dụng Cụ: bàn cuốn, kéo cắt, thước lá, đồng hồ VOM
- Thiết bị- vật tư : Dây đồng 0.35mm , Stato động cơ 24, 36 rãnh

**2. Sơ đồ trải động cơ:**  $Z = 24$  ;  $2p = 4$  ;  $m = 3$

#### **3. Các bước thực hiện**

**Bước 1:** Tính toán vẽ sơ đồ trải động cơ

**Bước 2** Vệ sinh stato, làm khuôn quấn và dụng cụ lồng dây

**Bước 3:** Quấn dây các bin dây và tổ bối dây (mỗi bin quấn 30 vòng/bin)

**Bước 4:** Lót cách điện vào rãnh stato

**Bước 5:** Lồng dây vào rãnh stato theo sơ đồ trái

- Sắp xếp và tạo hình bin dây hai cạnh tác dụng song song không chồng chéo
- Lồng dây vào rãnh lồng bin nhỏ trước bin lớn sau, cạnh trái trước cạnh phải sau
- Úp bìa lót cách điện vào rãnh
- Tạo hình đầu cuộn dây
- Kiểm tra thông mạch
- Băng bó đầu cuộn dây

**Bước 6:** Đấu dây động cơ cho hoạt động thử

**1. Tính toán vẽ sơ đồ trái cho các động cơ**

a. Sơ đồ trái động cơ có  $Z = 36; 2p = 4; m = 3$

Bước 1: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1 pha

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{36}{4.3} = 3$$

Bước 2: Tính bước quấn y

$$y_1 = 2q + 2 = 2.3 + 2 = 8$$

$$y_2 = y_1 + 2 = 8 + 2 = 10$$

Bước 3: Tính rãnh đầu dây Zđ

$$Zđ = 3q + 1 = 3.3 + 1 = 10$$

Bước 4: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3 pha

$$A - B - C = 2q + 1 = 2.3 + 1 = 7$$

M

**b. Sơ đồ trái động cơ có  $Z = 24; 2p = 2; m = 3$**

Bước 1: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1 pha

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{24}{2.3} = 4$$

Bước 2: Tính bước quấn y

$$y_1 = 2q + 2 = 10$$

$$y_2 = y_1 + 2 = 12$$

$$y_3 = y_2 + 2 = 14$$

$$y_4 = y_3 + 2 = 16$$

Bước 3: Tính rãnh đầu dây Zđ

$$Zđ = 3q + 1 = 3.4 + 1 = 13$$

Bước 4: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3pha

$$A - B - C = 2q + 1 = 2.4 + 1 = 9$$

**c. Sơ đồ trải động cơ có  $Z = 48$ ;  $2p = 8$ ;  $m = 3$**

Bước 1: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1pha

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{48}{8.3} = 2$$

Bước 2: Tính bước quấn y

$$y_1 = 2q + 2 = 2.2 + 2 = 6$$

$$y_2 = y_1 + 2 = 6 + 2 = 8$$

Bước 3: Tính rãnh đầu dây Zđ

$$Zđ = 3q + 1 = 3.2 + 1 = 7$$

Bước 4: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3pha

$$A - B - C = 2q + 1 = 2.2 + 1 = 5$$

# **BÀI 3: DÂY QUẦN Đ/C KĐB 3 PHA, 1 LỚP**

## **DÂY QUẦN KIỂU XẾP ĐƠN**

### **I Mục đích –Yêu cầu**

#### **1.Mục đích:**

- Hình thành kỹ năng tính toán và quần động cơ KĐB 3pha
- Tính toán thành thạo các thông số thành lập sơ đồ dây quần
- Hình thành tác phong công nghiệp

#### **2. Yêu cầu :**

- Nắm vững các công thức tính toán thành lập sơ đồ dây quần
- Vẽ được sơ đồ trải cho các động cơ điện theo kiểu quần xếp đơn
- Nắm vững trình tự lồng dây động cơ đảm bảo an toàn, kỹ thuật

### **II. Tóm tắt lý thuyết**

#### **1.Đặc điểm dây quần kiểu xếp đơn**

- Hình dáng, kích thước cuộn dây giống nhau
- Mỗi rãnh chỉ đặt 1 cạnh tác Dụng Cuộn dây

- + Ưu điểm :
  - Khi quần làm ít khuôn
  - Khi quần xong bộ dây rất thẩm mỹ

+ Nhược điểm

Các đầu dây chồng chéo nhau quá nhiều nên khó lột cách điện giữa các pha

#### **2.Phương pháp tính toán vẽ sơ đồ trải**

Bước 1: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1pha

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

Bước 2: Tính bước quần y

$$y = 3q \quad (q \text{ chẵn})$$

$$y = 3q + 1 \quad (q \text{ lẻ})$$

Bước 3: Tính rãnh đầu dây Zđ

$$Zđ = 3q + 1 \quad (q \text{ chẵn})$$

$$Zđ = 3q \quad (q \text{ lẻ})$$

Bước 4: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3pha

$$A - B - C = 2q + 1$$

### III. Nội dung

#### 1. Công tác chuẩn bị

- Dụng Cụ: bàn cuộn, kéo cắt, thước lá, đồng hồ VOM
- Thiết bị- vật tư : Dây đồng 0.35mm , Stato động cơ 24, 36 rãnh

#### 2. Tính toán vẽ sơ đồ trải và quấn động cơ: $Z = 24$ ; $2p = 4$ ; $m = 3$

Bước 1: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1 pha

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{24}{4.3} = 2$$

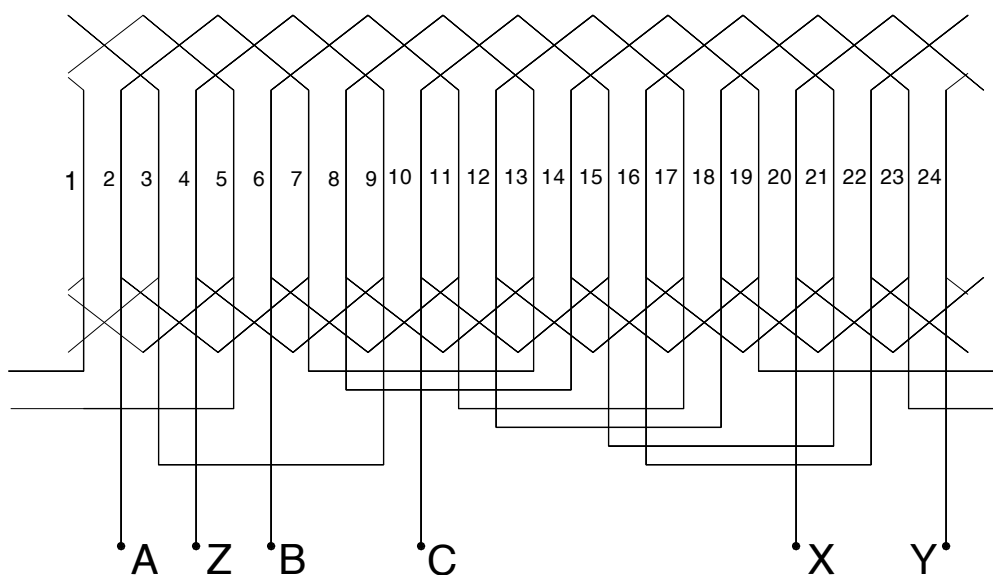
Bước 2: Tính bước quấn  $y$ :  $y = 3q = 3.2 = 6$

Bước 3: Tính rãnh đầu dây  $Zđ$

$$Zđ = 3q + 1 = 3.2 + 1 = 7$$

Bước 4: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3 pha

$$A - B - C = 2q + 1 = 2.2 + 1 = 5$$



#### 3. Các bước thực hiện

Bước 1: Tính toán vẽ sơ đồ trải động cơ

Bước 2 Vệ sinh stato, làm khuôn quấn và Dụng Cụ lồng dây

Bước 3: Quấn dây các bin dây và tổ bối dây (mỗi bin quấn 20 vòng/bin)

Bước 4: Lót cách điện vào rãnh stato

Bước 5: Lồng dây vào rãnh stato theo sơ đồ trải

- Sắp xếp và tạo hình bin dây hai cạnh tác dụng song song không chồng chéo
- Lồng dây vào rãnh lồng bin nhỏ trước bin lớn sau, cạnh trái trước cạnh phải sau

- Úp bìa lót cách điện vào rãnh
- Tạo hình đầu cuộn dây
- Kiểm tra thông mạch
- Băng bó đầu cuộn dây

**Bước 6:** Đấu dây động cơ cho hoạt động thử

### **1. Tính toán vẽ sơ đồ trái các động cơ**

a. Sơ đồ trái động cơ có  $Z = 24; 2p = 4; m = 3$

b. Sơ đồ trái động cơ có  $Z = 36; 2p = 4; m = 3$

Bước 1: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1 pha

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{36}{4.3} = 3$$

Bước 2: Tính bước quấn y

$$y = 3q + 1 = 3.3 + 1 = 10$$

Bước 3: Tính rãnh đầu dây Zđ

$$Zđ = 3q = 3.3 = 9$$

Bước 4: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3 pha

$$A - B - C = 2q + 1 = 2.3 + 1 = 7$$

## **BÀI 4: DÂY QUẦN Đ/C KĐB 3 PHA, HAI LỚP ( XẾP KÉP )**

### **DÂY QUẦN XẾP KÉP BƯỚC ĐỦ**

#### **I Mục đích –Yêu cầu**

##### **1.Mục đích :**

- Hình thành kỹ năng tính toán và quần động cơ KĐB 3pha
- Tính toán thành thạo các thông số thành lập sơ đồ dây quần
- Hình thành tác phong công nghiệp

##### **2. Yêu cầu :**

- Nắm vững các công thức tính toán thành lập sơ đồ dây quần
- Vẽ được sơ đồ trải cho các động cơ điện theo kiểu quần xếp kép bước đủ
- Nắm vững trình tự lồng dây động cơ đảm bảo an toàn, kỹ thuật

#### **II. Tóm tắt lý thuyết**

##### **1. Đặc điểm dây quần**

Dây quần 2lớp bước đủ gồm các cuộn dây mà một cạnh tác dụng của nó nằm ở phần trên của rãnh còn cạnh kia nằm ở phần dưới một rãnh khác cách nhau bằng bước quần  $y$ .

##### **2.Phương pháp tính toán vẽ sơ đồ trải**

Bước 1: Tính bước cực  $\tau$

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

- Trong cùng một pha các nhóm cuộn dây thứ nhất cách nhóm cuộn dây thứ 2 là một bước cực  $\tau$
- Pha nọ sau pha kia là  $2/3 \tau$

Bước 2: Tính bước quần  $y$

$$y = \tau + 1$$

Bước 3: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1pha

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

Bước 4: Tính rãnh đầu dây  $Zđ$

$$Zđ = 3q + 1$$

Bước 5: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3pha

$$A - B - C = 2/3 \tau + 1$$

### III. Nội dung

#### 1. Công tác chuẩn bị

- Dụng Cụ: bàn cuốn, kéo cắt, thước lá, đồng hồ VOM
- Thiết bị- vật tư : Dây đồng 0.35mm , Stato động cơ 24, 36 rãnh

**2. Tính toán vẽ sơ đồ trải và quấn động cơ:**  $Z = 24$  ;  $2p = 4$  ;  $m = 3$

Bước 1: Tính bước cực  $\tau$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{4} = 6 \text{ (khoảng cách)}$$

Bước 2: Tính bước quấn  $y$

$$y = \tau + 1 = 6 + 1 = 7 \text{ rãnh}$$

Bước 3: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1pha

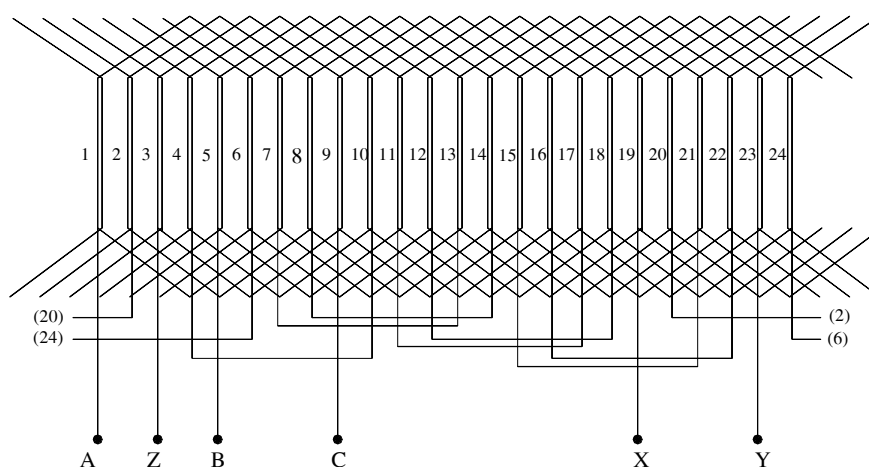
$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{24}{4.3} = 2$$

Bước 4: Tính rãnh đầu dây  $Zđ$

$$Zđ = 3q + 1 = 6 + 1 = 7 \text{ rãnh}$$

Bước 5: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3pha

$$A - B - C = 2/3 \tau + 1 = 4 + 1 = 5 \text{ rãnh}$$



### 3. Các bước thực hiện

Bước 1: Tính toán vẽ sơ đồ trải động cơ

**Bước 2** Vệ sinh stato, làm khuôn quấn và Dụng Cụ lồng dây

**Bước 3:** Quấn dây các bin dây và tổ bồi dây(mỗi bin quấn 15 vòng/bin)

**Bước 4:** Lót cách điện vào rãnh stato

**Bước 5:** Lồng dây vào rãnh stato theo sơ đồ trái

- Sắp xếp và tạo hình bin dây hai cạnh tác dụng song song không chông chéo
- Lồng dây vào rãnh lồng bin nhỏ trước bin lớn sau, cạnh trái trước cạnh phải sau
- Úp bìa lót cách điện vào rãnh
- Tạo hình đầu cuộn dây
- Kiểm tra thông mạch
- Băng bó đầu cuộn dây

**Bước 6:** Đấu dây động cơ cho hoạt động thử

Bài tập 2: Sơ đồ động cơ  $Z = 24$  ;  $2p = 2$  ;  $m = 3$

**Bước 1:** Tính bước cực  $\tau$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{2} = 12 \text{ (khoảng cách)}$$

**Bước 2:** Tính bước quấn  $y$

$$y = \tau + 1 = 12 + 1 = 13 \text{ rãnh}$$

**Bước 3:** Tính số rãnh dưới 1 cực của 1 pha

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{24}{2.3} = 4$$

**Bước 4:** Tính rãnh đầu dây  $Zđ$

$$Zđ = 3q + 1 = 3.4 + 1 = 13 \text{ rãnh}$$

**Bước 5:** Tính số rãnh đầu vào và ra của 3 pha

$$A - B - C = 2/3 \tau + 1 = 9 \text{ rãnh}$$

Bài tập 3: Sơ đồ động cơ  $Z = 24$  ;  $2p = 8$  ;  $m = 3$

**Bước 1:** Tính bước cực  $\tau$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{8} = 3 \text{ (khoảng cách)}$$

**Bước 2:** Tính bước quấn  $y$

$$y = \tau + 1 = 3 + 1 = 4 \text{ rãnh}$$

Bước 3: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1 pha

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{24}{4.3} = 2$$

Bước 4: Tính rãnh đầu dây Zđ

$$Zđ = 3q + 1 = 4 \text{ rãnh}$$

Bước 5: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3 pha

$$A - B - C = 2/3 \tau + 1 = 3 \text{ rãnh}$$

Bài tập 4: Sơ đồ động cơ  $Z = 36$  ;  $2p = 4$  ;  $m = 3$

Bước 1: Tính bước cực  $\tau$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{36}{4} = 9 \text{ (khoảng cách)}$$

Bước 2: Tính bước quấn  $y$

$$y = \tau + 1 = 9 + 1 = 10 \text{ rãnh}$$

Bước 3: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1 pha

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{36}{4.3} = 3$$

Bước 4: Tính rãnh đầu dây Zđ

$$Zđ = 3q + 1 = 10 \text{ rãnh}$$

Bước 5: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3 pha

$$A - B - C = 2/3 \tau + 1 = 7 \text{ rãnh}$$

Bài tập 6: Sơ đồ động cơ  $Z = 48$  ;  $2p = 4$  ;  $m = 3$

Bước 1: Tính bước cực  $\tau$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{48}{4} = 12 \text{ (khoảng cách)}$$

Bước 2: Tính bước quấn  $y$

$$y = \tau + 1 = 12 + 1 = 13 \text{ rãnh}$$

Bước 3: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1 pha

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{36}{4.3} = 3$$

Bước 4: Tính rãnh đầu dây Zđ

$$Zđ = 3q + 1 = 13 \text{ rãnh}$$

Bước 5: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3pha

$$A - B - C = 2/3 \tau + 1 = 9 \text{ rãnh}$$

Bài tập 7: Sơ đồ động cơ  $Z = 48$  ;  $2p = 8$  ;  $m = 3$

Bước 1: Tính bước cực  $\tau$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{48}{8} = 6 \text{ (khoảng cách)}$$

Bước 2: Tính bước quấn  $y$

$$y = \tau + 1 = 6 + 1 = 7 \text{ rãnh}$$

Bước 3: Tính số rãnh dưới 1 cực của 1pha

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{48}{4.3} = 2$$

Bước 4: Tính rãnh đầu dây  $Zđ$

$$Zđ = 3q + 1 = 7 \text{ rãnh}$$

Bước 5: Tính số rãnh đầu vào và ra của 3pha

$$A - B - C = 2/3 \tau + 1 = 5 \text{ rãnh}$$

## BÀI 5: DÂY QUẦN Đ/C KĐB 3 PHA, HAI LỚP ( XẾP KÉP )

### DÂY QUẦN 3PHA NHIỀU TỐC ĐỘ

#### I Mục đích –Yêu cầu

##### 1.Mục đích :

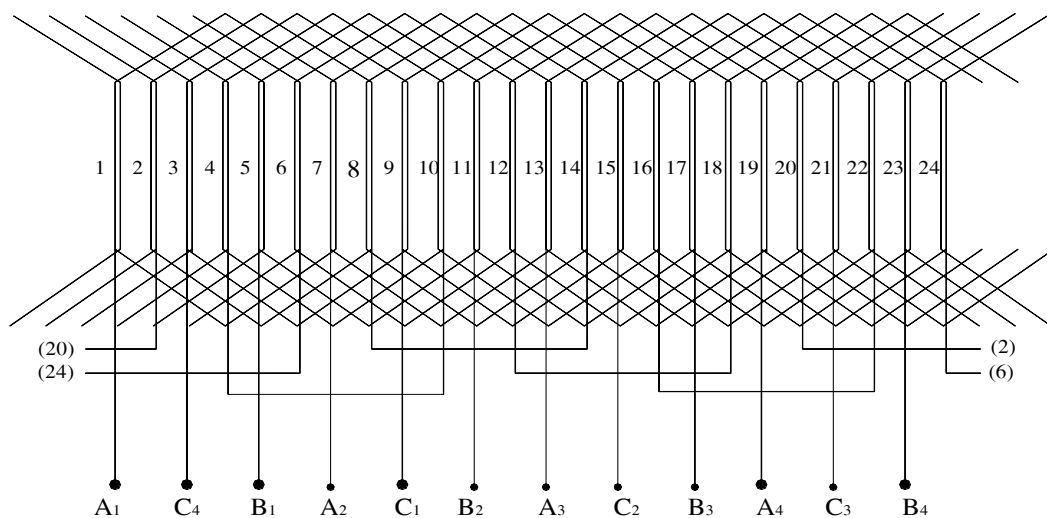
- Hình thành kỹ năng tính toán và quần động cơ KĐB 3pha
- Tính toán thành thạo các thông số thành lập sơ đồ dây quần
- Hình thành tác phong công nghiệp

##### 2. Yêu cầu :

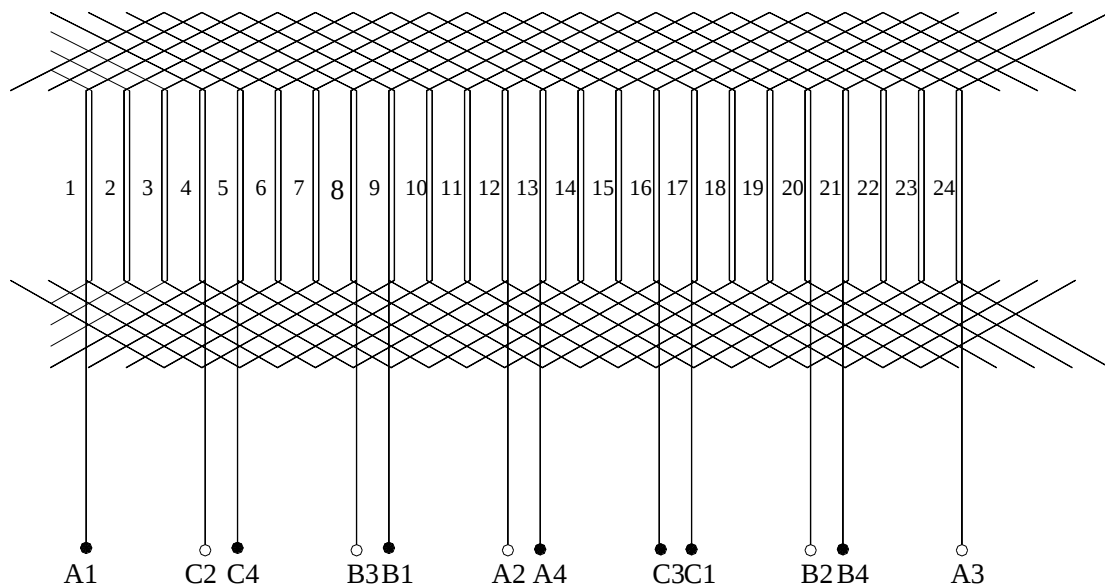
- Nắm vững các công thức tính toán thành lập sơ đồ dây quần
- Vẽ được sơ đồ trải cho các động cơ điện theo kiểu quần xếp kép
- Nắm vững trình tự lồng dây động cơ đảm bảo an toàn, kỹ thuật

#### II. Tóm tắt lý thuyết

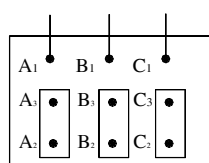
##### 1.Sơ đồ trải động cơ 2tốc độ có $Z= 24$ $2p=4/2$ nối Y/YY, $\Delta/Y$



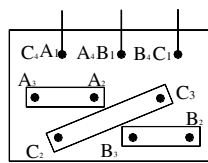
##### 2.Sơ đồ trải động cơ 2tốc độ có $Z= 24$ $2p=8/4$ nối Y/YY, $\Delta/YY$



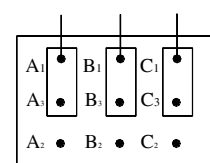
### 3. Sơ đồ nguyên lý động cơ 2 tốc độ



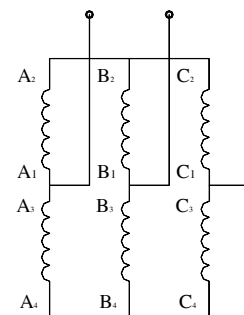
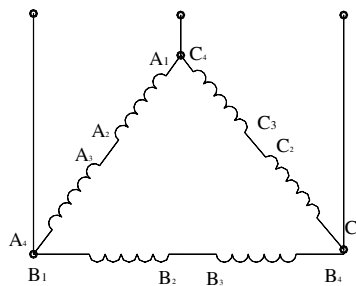
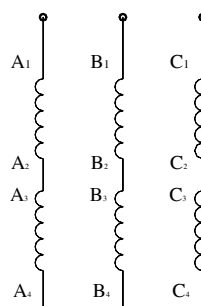
1Y



Δ



YY



## III. Nội dung

### 1. Công tác chuẩn bị

- Dụng Cụ: bàn cuốn, kéo cắt, thước lá, đồng hồ VOM
- Thiết bị- vật tư : Dây đồng 0.35mm , Stato động cơ 24, 36 rãnh

### 2. Quy trình quấn động cơ điện

Động cơ điện bị cháy hỏng đưa đi quấn lại sau khi đã tìm ra nguyên nhân của sự cháy hỏng do phần cơ hoặc điện . Muốn quấn lại động cơ điện hoàn chỉnh ta phải theo trình tự sau :

### Bước 1: Lấy mẫu vẽ sơ đồ trái

- Cạy lớp sơn cách điện bó ở đầu dây cắt dây buộc rút 3 đầu dây A,B,C và 3 đầu cuối X, Y, Z buộc lại với nhau
- Lần theo các đầu A,B,C ; X,Y,Z xem cách nhau bao nhiêu rãnh ,xem kiểu quấn gì,bước quấn y bao nhiêu, rãnh đầu dây giữa các tổ bới bao nhiêu
- Vẽ sơ đồ trái trên giấy khi vẽ ghi cả mũi tên chỉ chiều dòng điện
- Sau khi đã dò xong dây ta kiểm tra lại sơ đồ và vẽ lại chính thức vào sổ tay trên sơ đồ ghi rõ nhãn hiệu động cơ các thông số kỹ thuật kể cả lượng dây quấn để sau này có dịp dùng tới khỏi làm lại hoặc căn cứ vào đó để theo dõi hoạt động của động cơ sau khi quấn để rút kinh nghiệm cho động cơ quấn sau.
- Đối động cơ còn nguyên vẹn của nhà chế tạo lấy nguyên bản mẫu hay đã quấn lại rồi ta tra bảng so sánh tiêu chuẩn kỹ thuật xem có đúng không rồi tiến hành quấn
- Đếm số vòng dây trong một bin và cân trọng lượng cả bộ dây
- Dùng thước đo đường kính dây ( dây emay hay cô tông)

### Bước 2: Vệ sinh phần vỏ stato

- Tùy theo mức độ bẩn của stato mà ta tiến hành vệ sinh cho thật sạch
- Dùng bàn chải sắt, giấy nhám ,dao cạo sạch phần sơn và giấy cũ trong rãnh
- Nếu bẩn do dầu mỡ ta phải dùng xăng để lau chải rửa sạch ,sau đó lau sạch và sấy khô tuyệt đối không dùng dầu rửa stato
- Trong khi làm vệ sinh không dùng dao búa cạy làm miệng rãnh hở hay lung lay các răng của stato. Nếu có trường hợp này dùng dũa mịn nhỏ sửa lại miệng rãnh

### Bước 3: Lập bảng dự trữ vật liệu

- Các vật liệu dẫn điện: dây đồng, emay, cô tông
- Các vật liệu cách điện : bìa, gen, vải lụa
- Các vật liệu khác : tre, băng mộc, gỗ

*Bảng dự trữ nguyên vật liệu*

Quấn lại động cơ                      P =                      KW  
Nước chế tạo  
Điện áp sử dụng

| STT | TÊN VẬT LIỆU | TIÊU CHUẨN | SỐ |
|-----|--------------|------------|----|
|-----|--------------|------------|----|

|  |          | KỸ THUẬT | LƯỢNG |
|--|----------|----------|-------|
|  | dây đồng |          |       |
|  | emay     |          |       |
|  | côtông   |          |       |
|  | bìa      |          |       |
|  | gen      |          |       |
|  | vải lụa  |          |       |
|  | tre      |          |       |
|  | băng mộc |          |       |
|  | gỗ       |          |       |

#### **Bước 4: Làm khuôn quấn và dụng cụ lồng dây**

- Khi làm khuôn chú ý lấy mẫu cho đúng kích thước, tốt nhất khi tháo dây ta để lại một vòng trong bin dây để khi làm khuôn xong ta thử lại cho chính xác
- Vót các nệm tre, dao tre cho đúng kích thước miệng rãnh các dao tre lóng tre phải chọn loại tre già khi vót xong phải xát nên cho thật nhẵn trơn
- Khi quấn dây vào khuôn phải chú ý xếp cho thật khít, thứ tự để khi lồng dây dễ dàng

#### **Bước 5: Quấn dây**

- Với dây quấn động cơ điện xoay chiều có công suất 100KW trở xuống là loại dây mềm, nhiều vòng trực tiếp quấn trên khuôn tạo thành hình dạng nhất định, cũng có khi để lồng dây dễ dàng và nâng cao chất lượng cách điện ở hai đầu bin dầu người ta quấn băng mộc.
- Để quấn dây mềm ta có thể dùng bàn quấn yêu cầu dây quấn phải sáng, không được rối và bị cọ xát nhất là đối dây quấn cỡ to không được chồng chéo lên nhau nếu vì thiếu dây chưa đủ số vòng thì phải nối hàn luôn ống ghen cách điện và phải đặt mối nối ở đầu bin dây không có đầu ra.
- Trong khi quấn lực căng của dây vừa phải sau mỗi lần quấn xong một nhóm thì buộc các bin dây bằng dây gai, sau khi guồng xong tháo dây ở khuôn ra đếm lại lần nữa cho đủ số vòng /bin( với dây cỡ lớn )

#### **Bước 6: Lót bìa cách điện vào rãnh stato**

- Chuẩn bị vật liệu Dụng Cụ

- Chọn bìa cách điện
  - + Bìa cách điện có cấp biểu thị đặc trưng riêng đó là xếp loại cấp cách điện khi sử dụng, bìa cách điện để lót vào rãnh ta phải căn cứ vào kích thước của từng động cơ, công suất động cơ để lót cách điện không dày quá không mỏng quá
  - + Trong thực tế khi quấn lại động cơ ta nên dư lấy một miếng bìa để làm mẫu
- Xác định kích thước bìa lót
- Đưa bìa vào rãnh ( khi cắt bìa phải chọn đúng thớ lớp trên bìa)

### **Bước 7: Lồng dây vào rãnh stato**

#### **a. Sắp xếp và tạo hình bin dây**

Dùng hai tay tạo hình sau khi guồng dây xong yêu cầu khi hai cạnh tác dụng phải đều và không chùng chéo khoảng cách hai cạnh bằng khoảng cách bước quấn

#### **b. Lồng dây vào rãnh**

- Hạ từng vòng dây vào rãnh
- Dùng dao tre trải dây trong rãnh stato để dây nằm trong rãnh được thẳng sóng không bị chùng chéo
- Với kiểu quấn đồng tâm lồng bin lớn sau bin nhỏ trước
- Với kiểu quấn xếp đơn cách một rãnh ta hạ cuộn dây tiếp theo vào rãnh

#### **c. Lót bìa úp cách điện vào miệng rãnh**

Dây quấn sau khi đã nằm trong rãnh stato ta dùng bìa cách điện

- Bìa úp phải ôm hết bin dây phía trên và không vắn xoắn
- Ấn tịnh tiến bìa úp theo một chiều vào miệng rãnh

#### **d. Đóng nêm tre**

- Đóng nêm tre để định vị chắc chắn bìa úp cách điện miệng rãnh
- Dùng búa nguội đóng nêm

#### **e. Tạo hình đầu cuộn dây (dùng búa cao su tạo hình với dây cỡ lớn)**

#### **f. Kiểm tra**

Dùng đèn thử ,đồng hồ VOM đo thông mạch và không chạm chập, không chạm vỏ

## **BÀI 6: DÂY QUẢN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1PHA**

### **ĐỘNG CƠ 1PHA VÒNG CHẬP**

#### **I Mục đích –Yêu cầu**

##### **1.Mục đích :**

- Hình thành kỹ năng tính toán và quản động cơ KĐB 1pha
- Tính toán thành thạo các thông số thành lập sơ đồ dây quản
- Hình thành tác phong công nghiệp

##### **2. Yêu cầu :**

- Nắm vững các công thức tính toán thành lập sơ đồ dây quản
- Vẽ được sơ đồ trải cho các động cơ điện 1 pha
- Nắm vững trình tự lồng dây động cơ đảm bảo an toàn, kỹ thuật

#### **II. Tóm tắt lý thuyết**

##### **1.Đặc điểm**

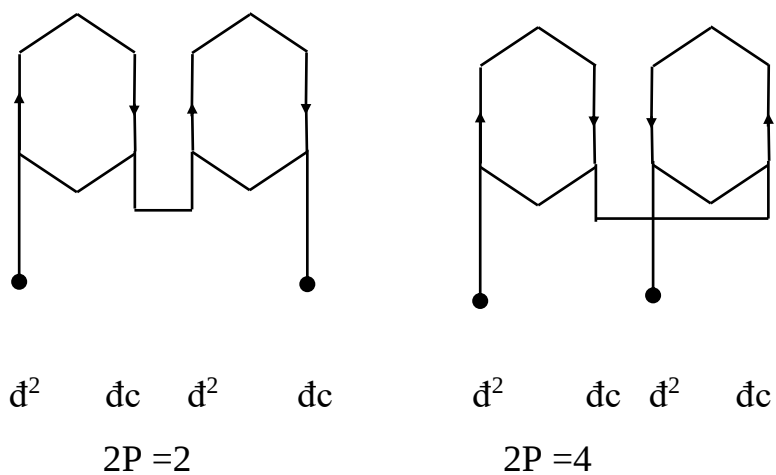
- Động cơ vòng chập chế tạo nhiều để làm quạt điện với công suất nhỏ trên dưới 100W nó có kết cấu đơn giản, rẻ tiền làm việc tin cậy dễ bảo quản sử dụng
- Hiệu suất và hệ số công suất kém hiện nay đã thay thế bằng động cơ chạy tụ

##### **2.Nguyên lý và đặc tính chung**

Động cơ vòng chập có thể có 2,4,6 hoặc nhiều cực tùy theo tốc độ động cơ

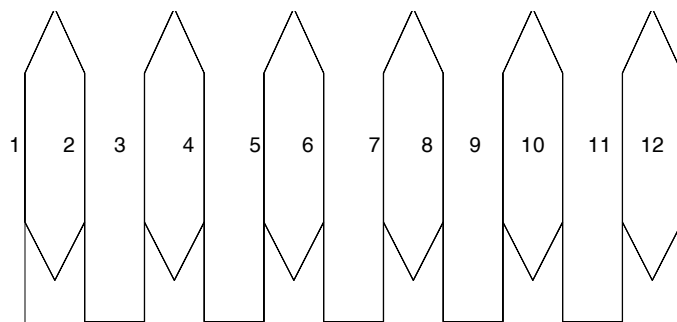
- Với quạt có cánh khoảng 250mm thì  $2p = 2$
- Với quạt có cánh khoảng 300 ÷ 400mm thì  $2p = 4$
- Với quạt có cánh khoảng 1200 ÷ 1400mm thì  $2p = 18, 20$
- Stato động cơ vòng chập thường là cực lõi có thể đặt bên ngoài như quạt bàn hoặc đặt bên trong như quạt trần .Trên mỗi cực có xẻ rãnh trong rãnh đặt vòng chập mạch bằng đồng hoặc nhôm
- Chiều quay động cơ bao giờ cũng đi từ cực từ chính sang cực từ phụ, phần cực từ phụ có đặt vòng chập mạch chiếm 30% mặt cực tác dụng tạo ra từ thông đi qua giữa hai từ thông không trùng nhau về không gian lệch pha nhau về thời gian tạo ra từ trường quay làm động cơ tự khởi động

### 3.Cách nối dây

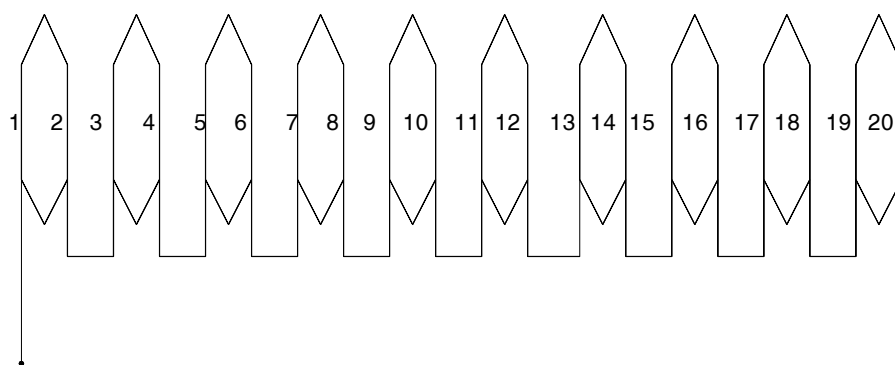


### 1. Sơ đồ trải các động cơ

a. Sơ đồ trải động cơ  $Z = 12$   $2P = 12$



b. Sơ đồ trải động cơ  $Z = 20$   $2P = 20$



# **BÀI 7: DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1PHA**

## **ĐỘNG CƠ 1PHA TỰ ĐIỆN**

### **I Mục đích –Yêu cầu**

#### **1.Mục đích :**

- Hình thành kỹ năng tính toán và quấn động cơ KĐB 1pha
- Tính toán thành thạo các thông số thành lập sơ đồ dây quấn
- Hình thành tác phong công nghiệp

#### **2. Yêu cầu :**

- Nắm vững các công thức tính toán thành lập sơ đồ dây quấn
- Vẽ được sơ đồ trải cho các động cơ điện
- Nắm vững trình tự lồng dây động cơ đảm bảo an toàn, kỹ thuật

### **II. Tóm tắt lý thuyết**

#### **1. Đặc điểm dây quấn**

- Tạo được mômen khởi động lớn, dòng điện khởi động nhỏ
- Công suất loại này thường từ  $3 \div 5KW$
- Chế độ mang tải chỉ kéo hệ thống truyền động nhỏ
- Tùy theo điều kiện sử dụng mà đặt kiểu tự điện khởi động làm việc song cùng cuộn làm việc hoặc chỉ khởi động ban đầu sau đó tách khỏi mạch điện
- Các loại quạt bàn, trần thì tự khởi động làm việc liên tục khi động cơ chạy
- Động cơ tự điện khi vận hành máy chạy êm, ít tiếng động, hệ số công suất cao

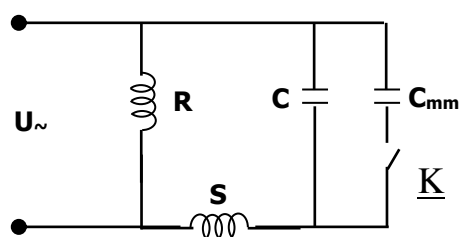
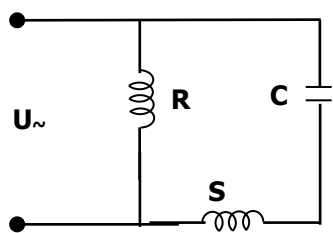
#### **2. Nguyên lý và đặc tính chung**

Động cơ kiểu tự điện có 2 phần :

- + Phần tĩnh gồm lõi sắt, vỏ máy và dây quấn
- Phần lõi thép gồm các lá thép kỹ thuật điện ghép lại và được xẻ rãnh có thể có  $Z = 8, 12, 18, 24, 36 \dots$  tùy theo cấu tạo và công suất động cơ. Trong rãnh đặt dây quấn 1pha
- Dây quấn gồm hai cuộn dây, cuộn dây chính gọi là cuộn làm việc, cuộn dây phụ gọi là cuộn khởi động, cuộn khởi động được nối với tự điện và đặt lệch so với cuộn làm việc một góc  $90^\circ$  trong không gian và dòng điện cuộn khởi động lệch so với cuộn làm việc một góc  $90^\circ$  điện. Khi cho dòng điện 1pha vào động cơ giữa cuộn

chính và phụ tạo ra từ trường quay tác dụng tương hỗ với từ trường rôto và tạo mômen mở máy

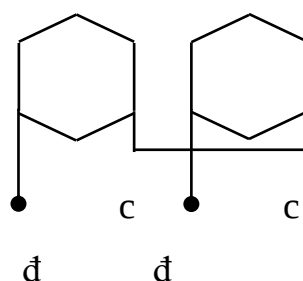
- Phần quay rôto lồng sóc gồm các thanh dẫn bằng nhôm hoặc đồng hai đầu được nối ngắn mạch( Chỉ xét động cơ rôto lồng sóc



### 3. Cách nối bồi dây- tổ bồi dây

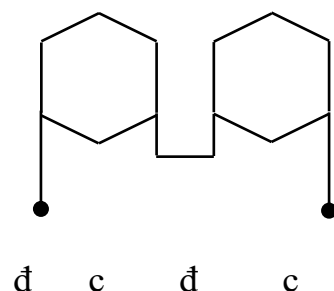
- a. Số bin dây(nhóm bin dây)bằng số cực

Nối : Đầu với đầu  
Cuối với cuối



- b. Số bin dây(nhóm bin dây)bằng 1/2 số cực

Nối : Đầu với cuối  
Đầu với cuối



### 4. Phương pháp thành lập sơ đồ trải động cơ 1pha

- a. Trường hợp dùng dây quấn 1lớp

Bước1: Tính bước quấn dây

$$Y_{LV} = Y_{KD} = \tau = \frac{Z_S}{2P}$$

Bước2: Tính số rãnh dưới 1 cực của cuộn làm việc

$$q_{LV} = \frac{Z_{LV}}{2P}$$

Bước3: Tính số rãnh dưới 1 cực của cuộn khởi động

$$q_{KD} = \frac{Z_{KD}}{2P}$$

Bước4: Số tổ bồi dây cuộn làm việc

$$n_{\Sigma LV} = \frac{Z_{LV}}{2q_{LV}}$$

Bước5: Số tổ bồi dây cuộn khởi động

$$n_{\Sigma KD} = \frac{Z_{KD}}{2q_{KD}}$$

## **b. Trường hợp dùng dây quấn 2lớp**

Bước1: Tính bước quấn dây

$$Y_{LV} = Y_{KD} = \frac{2}{3}\tau ; \tau = \frac{Z_s}{2P}$$

Bước2: Tính số rãnh dưới 1 cực của cuộn làm việc

$$q_{LV} = \frac{Z_{LV}}{2P}$$

Bước3: Tính số rãnh dưới 1 cực của cuộn khởi động

$$q_{KD} = \frac{Z_{KD}}{2P}$$

Bước4: Số tổ bồi dây cuộn làm việc

$$n_{\Sigma LV} = \frac{Z_{LV}}{q_{LV}}$$

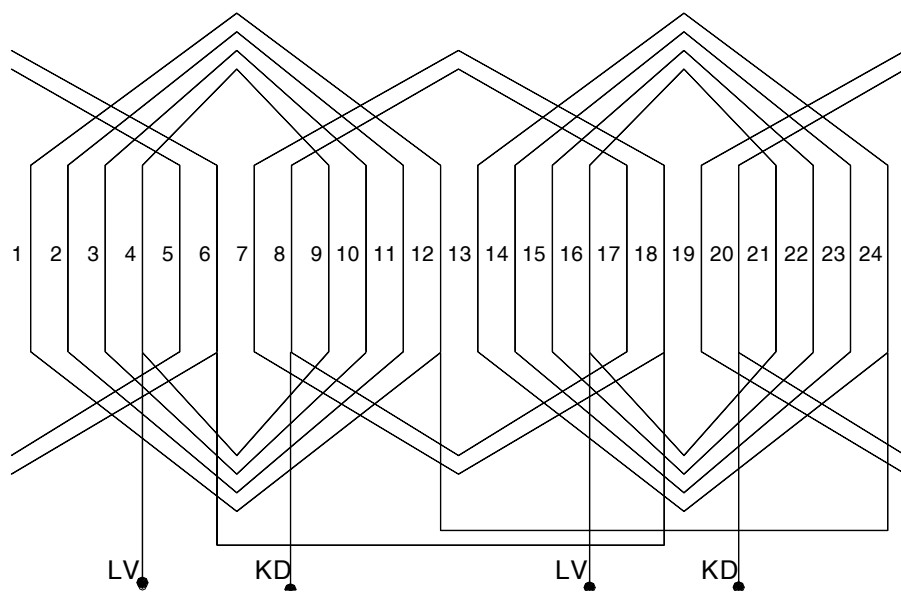
Bước5: Số tổ bồi dây cuộn khởi động

$$n_{\Sigma KD} = \frac{Z_{KD}}{q_{KD}}$$

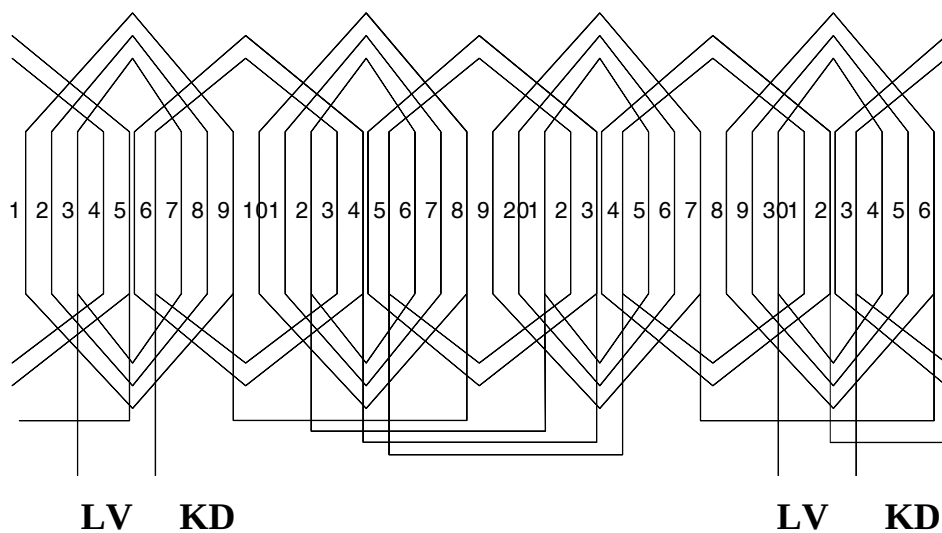
## **5. Các dạng sơ đồ trải động cơ 1pha**

Động cơ điện 1pha được sử dụng trong sản xuất công nghiệp phục vụ đời sống con người như máy bơm nước, xay bột, máy cưa ...Chúng có số cực 2,4,6..động cơ được chế tạo thông thường có  $Z = 24 \div 36$  rãnh, với số rãnh chứa cuộn làm việc và khởi động thường bố trí theo tỉ lệ 1:1 hoặc số rãnh làm việc chiếm 2/3 số rãnh động cơ.

\*Sơ đồ động cơ  $Z=24$  ,  $2P=2$  ,  $Z_{lv}=2/3 Z$



\*Sơ đồ động cơ  $Z=36$  ,  $2P=4$  ,



## **BÀI 8: PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1PHA**

### **I Mục đích –Yêu cầu**

#### **1.Mục đích :**

- Hình thành kỹ năng điều khiển động cơ KĐB 1pha
- Tính toán thành thạo các thông số thành lập sơ đồ dây quấn
- Hình thành tác phong công nghiệp

#### **2. Yêu cầu :**

- Nắm vững các phương pháp điều khiển động cơ KĐB 1pha.
- Vẽ được sơ đồ trải cho các động cơ điện quạt trần
- Nắm vững trình tự lồng dây động cơ đảm bảo an toàn, kỹ thuật

### **II. Tóm tắt lý thuyết**

#### **1. Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ 1pha**

Có nhiều phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ 1pha nhưng ta chỉ nghiên cứu điều chỉnh tốc độ động cơ 1pha cho các loại quạt điện nên khi thay đổi tốc độ thì công suất thay đổi theo thường có các kiểu điều chỉnh sau:

a.Giảm điện áp đặt vào cuộn dây động cơ

\* Dùng phân áp : phương pháp này dùng điện trở đầu nối tiếp với quạt nếu ta thay đổi điện trở thì điện áp giáng trên điện trở thay đổi theo dẫn đến điện áp quạt giảm, tốc độ động cơ giảm (kiểu này tiêu tốn công suất)

\* Dùng phân áp bằng cuộn kháng

Kiểu này thường dùng cho quạt trần

b.Phương pháp cộng điện trở trong bộ dây

Phương pháp này thực hiện bằng cách trải thêm cuộn dây số trên các cuộn dây làm việc hoặc khởi động

c.Phương pháp dùng linh kiện bán dẫn

#### **2.Phương pháp đấu tụ và đảo chiều quay động cơ**

##### **a.Phương pháp đấu tụ**

Đối với quạt khởi động tụ điện gồm 2cuộn dây:

- Cuộn dây chính hay còn gọi là cuộn làm việc có đường kính dây lớn số vòng dây ít, điện trở nhỏ, chịu được điện áp 100,110,127,220V. Thông thường cuộn làm việc được đặt trong rãnh động cơ và nó chiếm từ 1/3-2/3 số rãnh động cơ và được lồng vào trước. Công suất của cuộn dây làm việc chiếm chủ yếu công suất động cơ khi nó làm việc
- Cuộn phụ hay còn gọi là cuộn khởi động có đường kính dây nhỏ, số vòng dây nhiều, có điện trở lớn được đấu nối tiếp với tụ điện và được đặt lệch so với cuộn làm việc 90° điện. thông thường cuộn phụ chiếm 1/3-2/3 số rãnh động cơ được lồng vào sau.
- Tụ điện
  - + Tụ điện ngâm dùng cho quạt là tụ xoay chiều có

$$U_c = 1,5 U_L$$

Thông thường người ta dùng tụ có điện dung từ 1 đến 8μF và được ngâm với cuộn khởi động. Ngoài ra còn dùng tụ để để tăng thêm mômen khởi động, tụ khởi động chỉ được phép ngâm điện trong thời gian từ 5÷10s sau đó phải ngắt chúng ra khỏi mạch điện nếu không dòng điện cuộn phụ tăng lên rất lớn làm cháy cuộn dây. Để làm việc này người ta dùng công tắc ly tâm (role tốc độ) để điều khiển khi khởi động

+ Tụ đề có trị số tương đối lớn từ vài chục đến vài trăm μF thường được đấu nối tiếp với công tắc ly tâm và đấu song song với tụ ngâm.

### **b. Đảo chiều quay động cơ 1 pha**

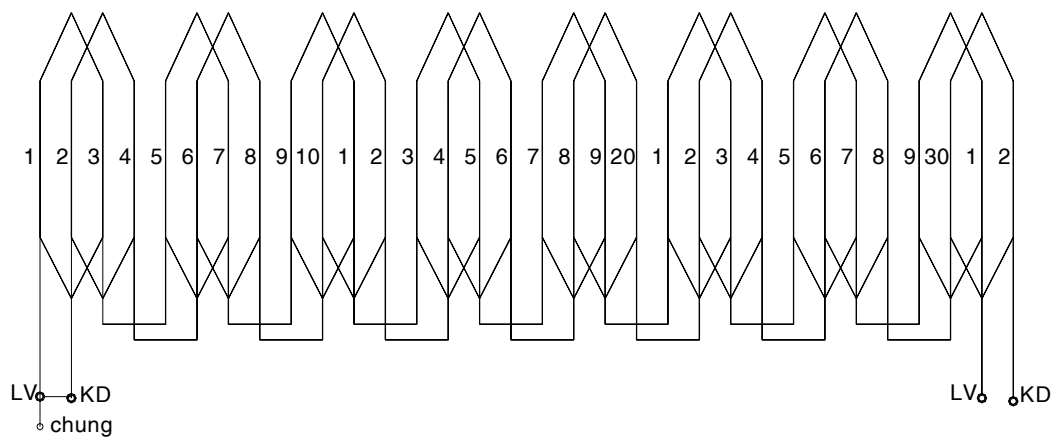
Muốn đảo chiều quay động cơ ta chỉ đảo 1 trong 2 đầu cuộn khởi động hoặc cuộn làm việc động cơ để đảo chiều dòng điện vào cuộn dây

## **3. Động cơ quạt trần**

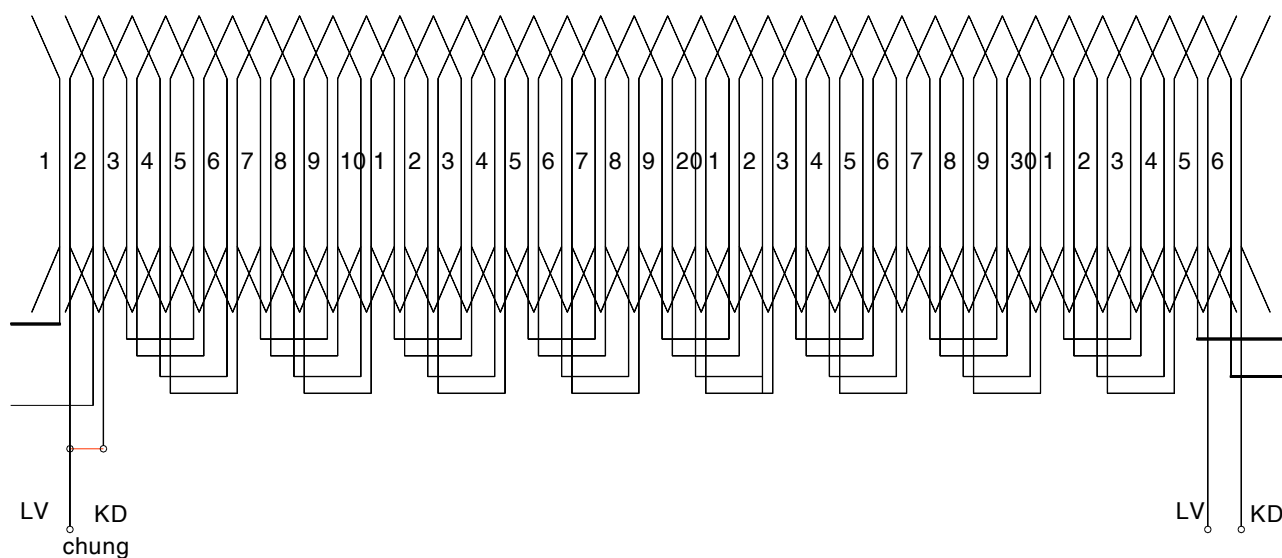
### **a. Các dạng động cơ quạt trần**

Động cơ quạt trần có nhiều kiểu dáng và nhãn hiệu khác nhau. Chúng thường có số rãnh 28,30,32,36,48,54.. và số cực 10,12, 18,20,.. được quấn theo kiểu 1 lớp hoặc 2 lớp hoặc nửa 1 lớp nửa 2 lớp như quạt trần hoàn kiếm Hà Nội, quạt Đồng Nai xuất khẩu, quạt Trung Quốc, quạt Thái Lan., quạt Mỹ Phong.....

### **b. Sơ đồ trải động cơ quạt trần $Z=32$ $2p=16$**



**c. Sơ đồ trải động cơ quạt trần  $Z=36$   $2p=18$**



## BÀI 9: DÂY QUẦN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA, ĐỘNG CƠ QUẠT BÀN

### I Mục đích – Yêu cầu

#### 1. Mục đích :

- Hình thành kỹ năng điều khiển động cơ KĐB 1 pha
- Tính toán thành thạo các thông số thành lập sơ đồ dây quấn
- Hình thành tác phong công nghiệp

#### 2. Yêu cầu :

- Nắm vững các phương pháp điều khiển động cơ KĐB 1 pha.
- Vẽ được sơ đồ trải cho các động cơ điện quạt bàn
- Nắm vững trình tự lồng dây động cơ đảm bảo an toàn, kỹ thuật

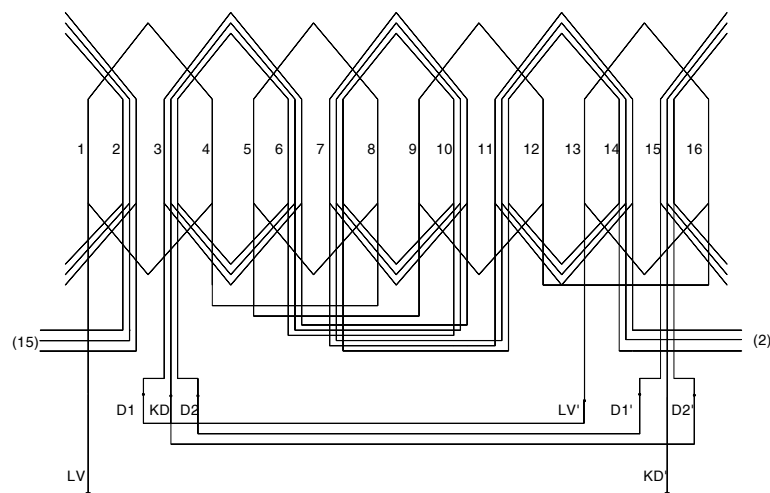
### II. Tóm tắt lý thuyết

#### 1. Các dạng động cơ quạt bàn

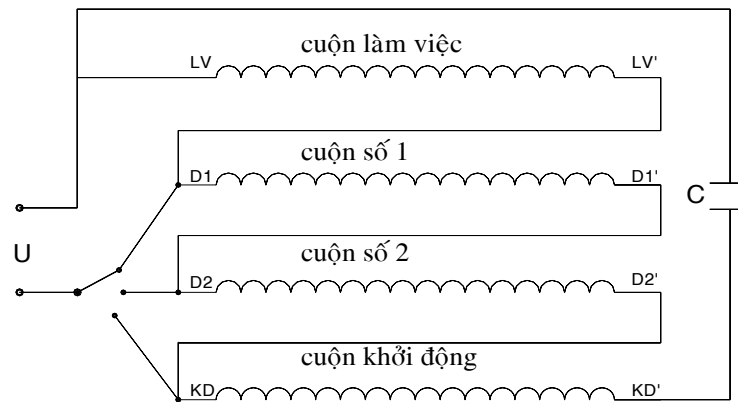
Quạt bàn có nhiều loại kiểu dáng nhãn hiệu sản xuất khác nhau như quạt cây, quạt bàn, quạt treo tường ... loại có hẹn giờ và đèn ngủ loại không. Chúng được chế tạo 2 số, 3 số điều chỉnh tốc độ. Loại thường gặp có 16 rãnh và có 4 cực

Nhãn hiệu thường sử dụng là : quạt Trung Quốc, Thái Lan, và các liên doanh của Việt Nam như, Asian, Bifan, Dofan, Điện cơ Hà Nội...

#### 2. Sơ đồ trải động cơ quạt bàn $Z=16$ ; $2p=4$



#### 3. Sơ đồ đấu dây



$$U_{lv3}=U_L ; U_{lv2} =U_L- U_{dt1} ; U_{lv1} = U_L- (U_{dt1} + U_{dt2})$$

#### 4.Đầu động cơ 3pha sử dụng ở lưới 1pha

Động cơ 3pha có thể làm việc ở lưới 1pha như động cơ 1pha khi dùng tụ điện mở máy động cơ có thể đạt đến 80% công suất định mức. Tuy nhiên người ta thường áp dụng với động cơ 3pha công suất nhỏ dưới 2KW . Khi đó mỗi động cơ cần phải chọn cho 1 sơ đồ và trị số tụ điện cho phù hợp .

##### a. Về nguyên tắc chuyển đổi các cuộn dây 3pha sang hoạt động 1pha

- Điện áp định mức trên cuộn dây không đổi
- Phải đặt 1 trong 2 cuộn dây pha thành cuộn làm việc cuộn còn lại thành cuộn khởi động
- Trị số tụ điện phải chọn sao cho góc lệch pha giữa dòng điện cuộn làm việc và khởi động đạt  $90^0$ .

##### b. Các sơ đồ nguyên lý chuyển đổi

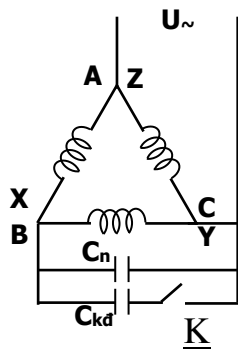
Theo nguyên tắc trên tùy theo điện áp nguồn và điện áp định mức của cuộn dây pha mà ta chọn 1 trong 4 sơ đồ sau:

Sơ đồ hình 1 và hình 3 áp dụng cho trường hợp điện áp lưới  $U_L = U_{haĐC}$

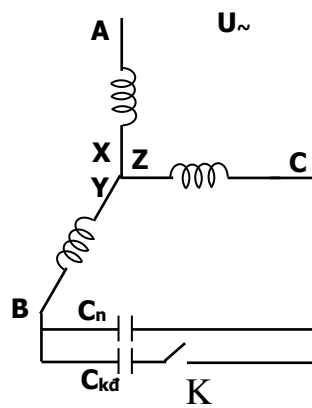
Sơ đồ hình 2 và hình 4 áp dụng cho trường hợp điện áp lưới  $U_L = U_{dâyĐC}$

Ví dụ : Một động cơ 3pha có nhãn hiệu  $\Delta/Y - 220/380v$

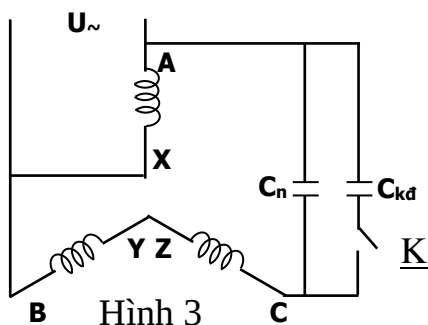
- Nếu điện áp nguồn cung cấp cho động cơ là 220v sau khi đấu thành 1pha thì ta chọn sơ đồ hình 1 và hình 3
- Nếu điện áp nguồn cung cấp cho động cơ là 380v sau khi đấu thành 1pha thì ta chọn sơ đồ hình 2 và hình 4



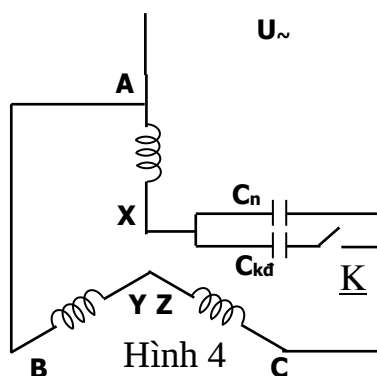
Hình 1



Hình 2



Hình 3



Hình 4

**c. Tính chọn trị số tụ điện làm việc (tụ ngầm) và tụ khởi động theo công thức**

Bước 1: Tính điện dung tụ điện làm việc

$$C_{LV} = \frac{I_{pha}}{U_L}$$

Trong đó :

$I_{ha\ dm}$  là dòng điện định mức của động cơ

$U_L$  là điện áp nguồn 1 pha mà động cơ sẽ hoạt động khi đấu 1 pha

$k$  là hệ số tính toán phụ thuộc vào từng sơ đồ đấu dây Cu thể :

- Sơ đồ hình 1 :  $k = 4800$
- Sơ đồ hình 2 :  $k = 2800$
- Sơ đồ hình 3 :  $k = 1600$
- Sơ đồ hình 4 :  $k = 2740$

Bước 2: Tính điện áp tụ điện làm việc

$$U_C > 1.5 U_L$$

Bước 3: Tính điện dung tụ điện khởi động

$$C_{kd} = (2 \div 3) C_{LV}$$

**d. Tính trị số tụ điện theo kinh nghiệm**

Với những động cơ chạy lưới 220v thì cứ 1kw phải có  $C_{LV} = 65\mu F$

Ví dụ : Động cơ 3pha 220/380v, 0,6kw đấu lại chạy 1pha 220v thì phải dùng tụ điện có điện dung:

$$C_{LV} = 65 \times 0,6 = 39 \mu F$$

$$C_{kđ} = (2 \div 3) C_{LV} = (78 \div 117) \mu F$$

Ví dụ : Một động cơ 3pha công suất 1kw điện áp 220/380v dòng điện 4.2/2.4A. Hãy đấu lại để sử dụng ở mạng 1pha 220v.

Giải:

- Nếu theo kinh nghiệm

$$C_{LV} = 65 \mu F$$

$$C_{kđ} = (2 \div 3) C_{LV} = (130 \div 195) \mu F$$

Hai tụ này là tụ dầu có  $U_c > 380v$

- Theo công thức ta chọn sơ đồ

+ Với hình 1

$$C_{LV} = \frac{I_{pha}}{U_L} = 4800 \frac{4.2}{220} = 92 \mu 2$$

$$C_{kđ} = (2 \div 3) C_{LV} = (184 \div 276) \mu F$$

+ Với hình 3

$$C_{LV} = \frac{I_{pha}}{U_L} = 1600 \frac{4.2}{220} = 31 \mu 1$$

$$C_{kđ} = (2 \div 3) C_{LV} = (62 \div 93) \mu F$$

## 5. Tính toán chuyển đổi các thông số khi quấn dây

### 5.1. Tính toán thay đổi dây quấn từ dây nhôm sang dây đồng

- Thông số cũ  $\varphi_{Al} = ?$

$W_{Al} = ?$  kiểu quấn cách đấu

- Khi chuyển sang dây đồng

$$\varphi = \frac{\varphi_{AL}}{1,3} \quad \varphi_{Al} > \varphi_{Cu}$$

$W_{Cu}$  không thay đổi

### 5.2. Tính toán thay đổi điện áp sử dụng

- Thông số cũ  $\varphi_{cũ} = ?$   $W_{cũ} = ?$ 
  - Thông số cũ  $\varphi_{mới} = ?$   $W_{mới} = ?$

Khi tính toán chuyển sang điện áp mới số vòng dây thay đổi theo còn kiểu dáng, cách quấn, cách đấu các cuộn dây vẫn giữ như cũ

### a. Cách tính theo hệ số quy đổi

Nếu gọi  $k_q$  là hệ số quy đổi điện áp thì

$$k_q = \frac{U_m}{U_c}$$

Trong đó :  $U_c$  là điện áp sử dụng cũ ;  $U_m$  là điện áp sử dụng mới

- Tính số vòng dây quấn mới

$$W_m = k_q \cdot W_c$$

- Tính đường kính dây quấn

$$\varphi = \frac{\varphi_{cu}}{\sqrt{k_q}}$$

$\varphi_{cũ}$  đường kính dây quấn cũ (mm);  $\varphi_m$  đường kính dây quấn mới (mm)

Ví dụ : Quạt bàn có  $U_c = 127V$  cuộn dây có 4 bồi mỗi bồi 380 vòng

$\varphi_c = 0,35mm$  tính cho chạy lưới điện 220V

Giải

- Hệ số quy đổi  $k_q = \frac{U_m}{U_c} = \frac{220}{127} = 1,732$

$$\sqrt{k_q} = \sqrt{1,732} = 1,316$$

$$\sqrt{k_q} = \sqrt{1,732} = 1,316$$

- Số vòng cho một bồi dây mới

$$W_m = k_q \cdot W_c = 1,732 \cdot 380 = 658 \text{ vòng}$$

- Tính đường kính dây quấn

$$\varphi_m = \frac{\varphi_{cu}}{\sqrt{k_q}} = \frac{0,35}{1,316} = 0,27mm$$

### b. Cách tính theo bảng tra

- Tính đường kính dây

Tra bảng từ  $\varphi_{cũ}$  được  $S_{cũ}$  sau đó tính  $S_m$

$$S_m = \frac{S_{cu} \cdot U_{cu}}{U_m}$$

Sau đó tra bảng được đường kính dây mới

- Tính số vòng dây quấn

$$W_m = W_{cu} \frac{U_m}{U_{cu}}$$

Ví dụ trên :

$$\varphi_{cu} = 0.35 \quad W_c = 380 \text{ vòng} \quad U_c = 127 \text{ v}$$

Tra bảng  $S_{cu} = 0.0962$

$$S_m = \frac{S_{cu} \cdot U_{cu}}{U_m} = \frac{0.0962 \cdot 127}{220} = 0.0555$$

Tra bảng  $\varphi_m = 0.27 \text{ mm}$

$$W_m = W_{cu} \frac{U_m}{U_{cu}} = 380 \frac{220}{127} = 658 \text{ vòng}$$

## **BÀI 10: THI CÔNG QUẤN DÂY ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA**

### **I. MỤC ĐÍCH, YÊU CẦU :**

Bài học này giúp học sinh nắm vững các vấn đề sau :

- Phương pháp lắp ghép khuôn quấn dây và phương pháp đánh bồi dây cho dây quấn Stato.
- Thao tác thi công lồng bồi dây vào rãnh.
- Nắm vững phương pháp tạo lệch pha không gian 120 độ và 240 độ khi bố trí ba pha dây quấn Stato.
- Qui trình lắp ráp và vận hành thử động cơ sau quá trình thi công quấn dây Stato phục hồi động cơ.

### **II. NỘI DUNG :**

#### **1. CHUẨN BỊ :**

1/ Dụng Cụ :

- Bàn quấn dây
- Bộ đồ nghề công nhân điện
- Búa cao su, dao phíp vô dây, nôm ém dây.
- Đồng hồ VOM, Volt kế, Ampere kế, Megohmmeter

2/ Vật liệu dùng để quấn dây :

- Dây điện từ                      - Ống gen
- Giấy cách điện                - Chỉ dai, băng vải
- Băng keo                        - Gõ cây, ván ép.

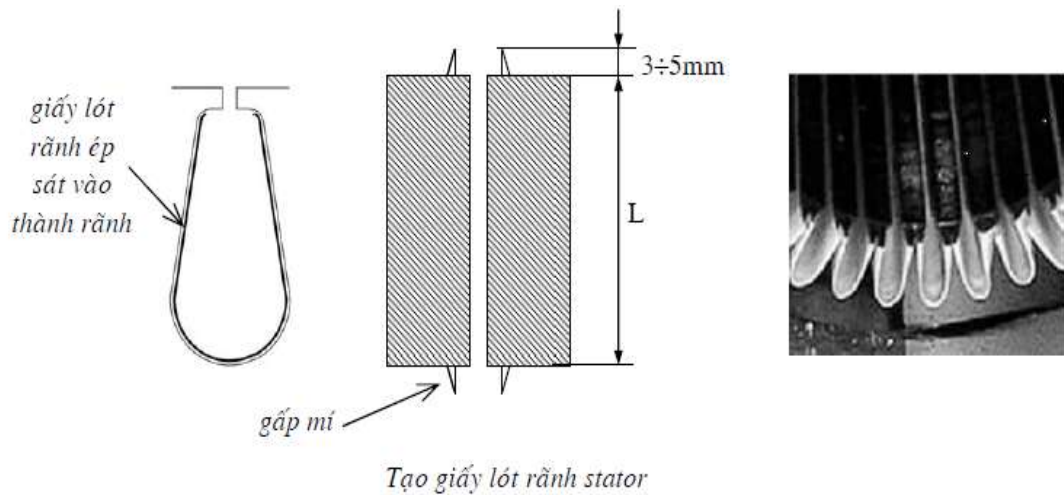
#### **2. THỨ TỰ THỰC HIỆN**

##### **Bước 1: Làm vệ sinh và lột cách điện rãnh :**

- Trước khi lột cách điện rãnh Stato, chúng ta cần quan sát bên trong rãnh xem còn dính các cách điện cũ hay các lớp verni khô và bị cháy còn sót trong rãnh ; dùng lưỡi cưa sắt gãy mài bên một cạnh làm thành dao để cạo sạch các vật bẩn đang chứa bên trong rãnh. Nếu có phương tiện dùng khí nén thổi sạch các vật bẩn đã được cạo ra khỏi rãnh.
- Khi lột cách điện rãnh cho các động cơ công suất nhỏ hơn 1HP, có thể chọn giấy dày 0,2mm. Nếu động cơ lớn hơn, cấp cách điện A thì chọn bề dày giấy từ 0,35

đến 0,4mm. Đối với động cơ có công suất lớn, nên tăng cường thêm 1 lớp giấy phim hoặc mica.

- Giấy lót rãnh phải ép sát vào thành rãnh để tăng hệ số lấp đầy và được gấp mí ở hai đầu miệng rãnh



Hình 1. Tạo giấy lót rãnh Stator

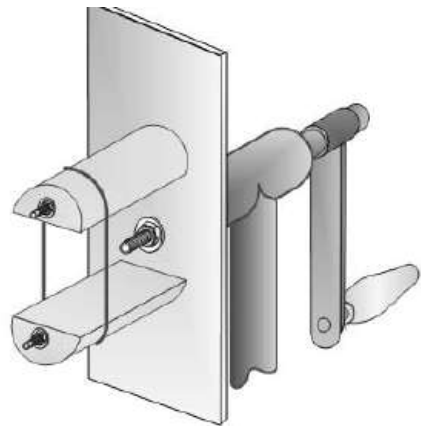
### Bước 2: Chế tạo khuôn quấn :

Khi dùng khuôn quấn dây dạng nửa trụ có thể điều chỉnh được chu vi khuôn (khuôn vạn năng), ta có thể dùng 1 đoạn dây đồng ướm vào lõi thép (căn cứ theo sơ đồ dàn trải dây quấn) để tạo chu vi khuôn quấn (chú ý chừa phần đầu nối hợp lý). Hoặc ta có thể dùng các công thức để xác định chu vi khuôn như sau :

$$CV = 2.(K_L.y + L')$$

$$K_L = \frac{\pi.\gamma(D_t + h_r)}{Z}; (khi 2P = 2 \Rightarrow \gamma = 1,27 \div 1,3)$$

$$L' = L + (8 \div 12); (khi 2P = 4 \Rightarrow \gamma = 1,33 \div 1,35)$$



Hình 2. Định chu vi khuôn quấn dây đồng

### Bước 3: Quấn (hay đánh) các Bôi dây cho một pha dây quấn :

- Đối với dây quấn đồng khuôn (1 hoặc 2 lớp) các nhóm của một pha được đánh dính liền nhau, không cắt rời (có thể cắt rời để tiện vô dây, nhưng sẽ tạo nhiều mối nối), từng nhóm, đoạn dây liền giữa 2 nhóm phải được luồn sẵn gen cách điện.
- Đối với dây quấn đồng tâm (tập trung hay phân tán) thì phải cắt rời từng nhóm.

- Khi quấn đủ số vòng của một bồi dây chúng ta dùng dây cột hai cạnh của bồi dây rồi mới đánh tiếp bồi dây kế tiếp.

#### **Bước 4: Lồng dây vào rãnh :**

- Chọn vị trí bố trí các nhóm cuộn sao cho thuận lợi và có mỹ thuật

- Phía các đầu ra của các nhóm bồi dây phải được chọn cùng phía với lỗ thoát dây đưa ra hộp ra dây.

- Cần chú ý tránh phần đầu cuộn dây che lấp các lỗ xỏ bu-lông.

##### **a) Lồng các nhóm bồi dây đồng tâm :**

- Chọn vị trí đầu tiên lắp vào, nắn cuộn dây bé nhất của nhóm cho thu gọn vừa lọt lòng Stato.

- Tháo dây buộc cạnh cuộn dây sẽ vô trước.

- Bóp dẹp cạnh bồi dây, đưa từng lượng nhỏ dây dẫn nằm gần miệng rãnh cho vào rãnh. Nếu thấy lượng dây đã cho vào hơi choán chỗ, dùng dao nhựa vô dây gạt dây cho thẳng hàng rồi ém chặt dây xuống.

- Khi dây đã cho vào hết, lót cách điện miệng rãnh bằng giấy dày 0,35,0,4mm

- Vô tiếp cạnh còn lại của bồi theo thao tác đã nêu trên.

- Cân đối 2 đầu bồi dây rồi uốn nhẹ nhàng phần đầu nối vòng xuống dưới để rộng chỗ cho các nhóm khác sau này.

- Tương tự, bồi dây kế tiếp của nhóm rồi đến cuộn lớn nhất vô sau cùng.

- Lắp lại tương tự cho các nhóm trên cùng mặt phẳng cũng như các nhóm ở mặt phẳng tiếp theo.

##### **b) Lồng các nhóm bồi dây đồng khuôn**

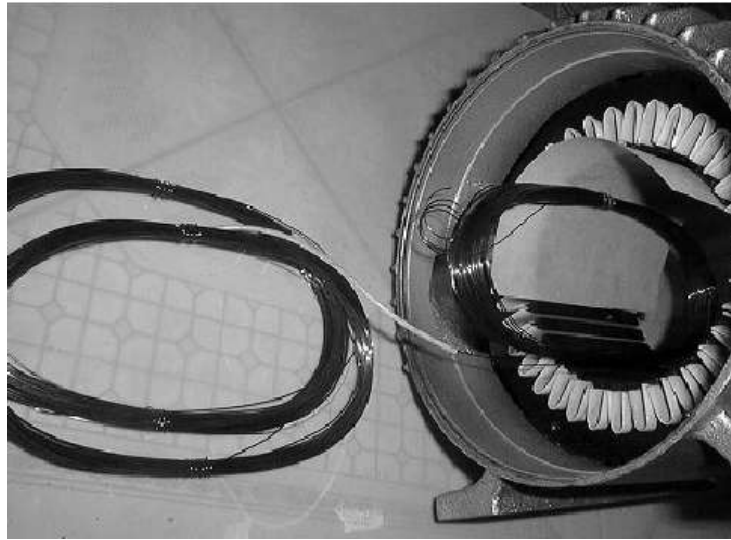
- Đối với dạng đồng khuôn 1 lớp và 2 lớp thì một số bồi dây đầu tiên chỉ được phép vô 1 cạnh, cạnh còn lại phải chờ đến khi vô hết các nhóm (Dựa theo sơ đồ dàn trải để xác định cạnh nào phải chờ).

- Để tránh cho các cạnh chờ khỏi cọ sát vào miệng các rãnh Stato làm tróc lớp êmay, nên lót giấy dưới các cạnh này và cột chắc vào Stato để khỏi vướng các bồi sau.

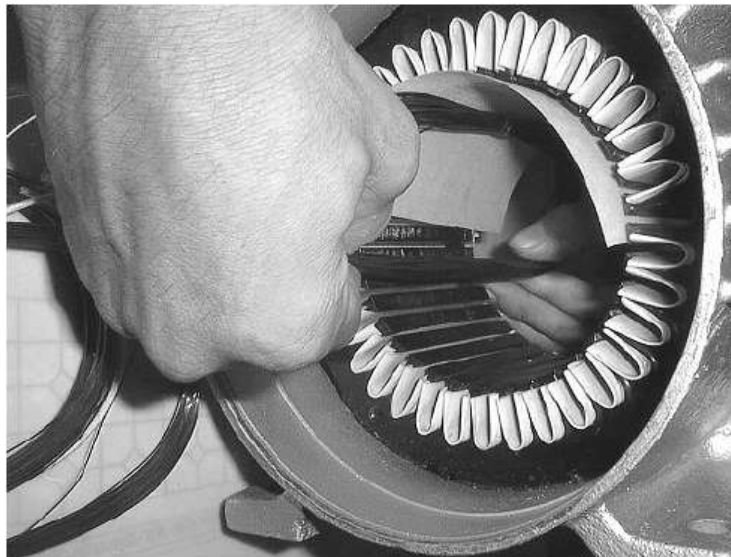
- Thao tác lồng dây tương tự như trên.

- Sau khi vô hết mỗi cạnh dây, cần phải lót cách điện giữa 2 cạnh dây trong cùng 1 rãnh (loại dây quấn 2 lớp) và lót cách điện miệng rãnh.

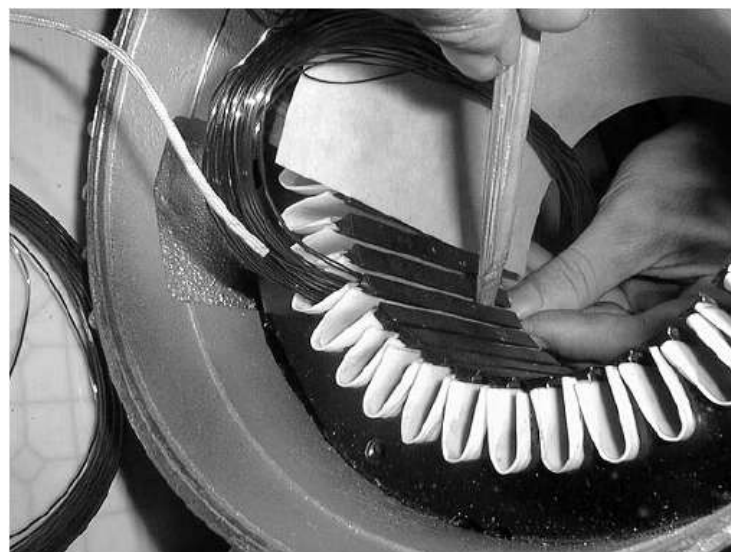
Hình 3. Quá trình lồng 1 cạnh bôi dây cho kiểu đồng khuôn tập trung.



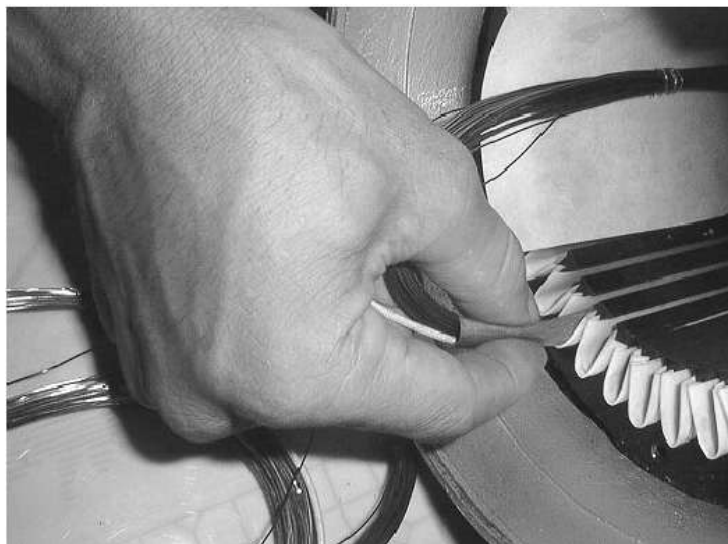
Hình 4. Dùng giấy cách điện lót cạnh dây chờ chưa lồng vào rãnh



Hình 5. Căng cạnh tác dụng để giữ song song các vòng dây khi lồng dây



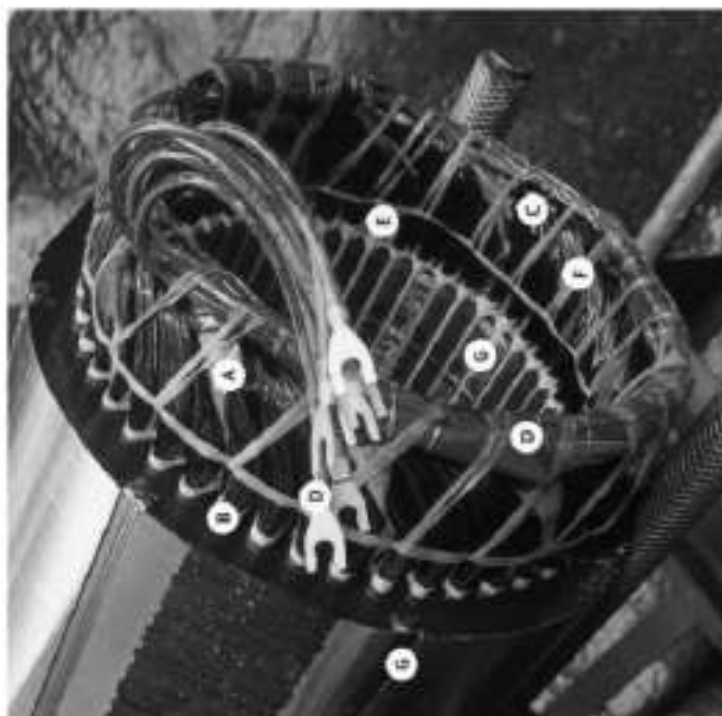
Hình 6. Thao tác xếp song song các cạnh dây trong rãnh dùng cây miết

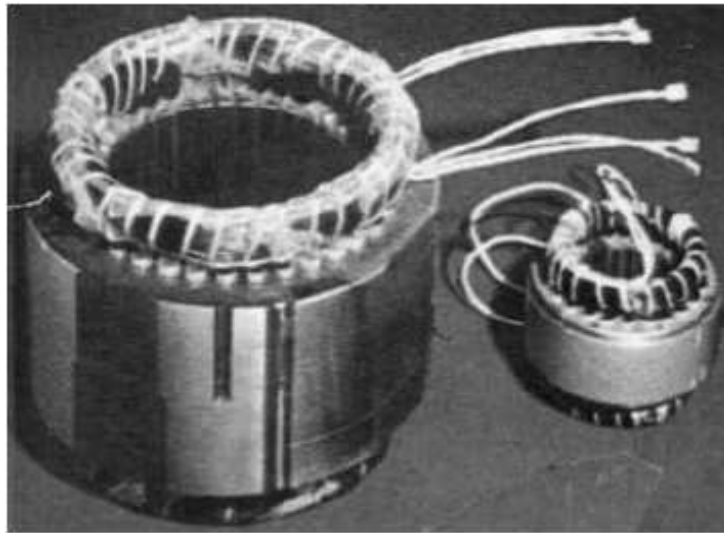


Hình 7. Đẩy từ từ giấy nôm vào rãnh

**Bước 5: Đai Bộ dây quấn :**

- Uốn nắn định hình bộ dây quấn theo dự tính.
- Hàn đầu dây giữa các nhóm cuộn trong cùng pha (nếu được cắt rời trước đây)
- Hàn nối các đầu dây ra với dây dẫn mềm bọc PVC rồi tập trung đưa dây ra hộp nối.
- Lót giữa các nhóm khác pha (dây quấn đồng khuôn) hoặc giữa các mặt phẳng dây quấn (dây quấn đồng tâm).
- Tiến hành đai bộ dây quấn và nắn định hình lần cuối để việc đai dây mà cho bộ dây quấn vững chắc.





Hình 8 và hình 9.Đai dây hoàn tất

Bước 6: Tẩm sấy dây quấn :

Việc tẩm sấy dây quấn máy điện nhằm mục đích :

- Tránh bộ dây quấn bị ẩm.
- Nâng cao độ chịu nhiệt.
- Tăng độ bền cách điện.
- Tăng độ bền cơ học.
- Chống được sự xâm nhập của hóa chất.

Có 2 phương pháp tẩm sấy :

a) Tẩm sấy bằng tia hồng ngoại :

- Tia hồng ngoại được phát ra bởi bóng đèn có tim, khi được cho thắp sáng đỏ.

Nguồn điện cung cấp cho đèn sấy nên giảm thấp từ 20% đến 30% điện áp định mức của đèn.

- Ưu điểm của phương pháp so với sấy nhiệt bằng điện trở là cách điện được làm khô từ lớp bên trong ra bên ngoài.
- Để tăng cường sự phản xạ nhiệt và phân phối đều nhiệt lượng nên lót kim loại sáng bóng bên trong tủ sấy. Thông thường cứ 1m<sup>3</sup> thì cần 2 đến 3kW.

b) Tẩm sấy bằng dòng điện :

- Phương pháp này cho dòng điện chạy vào bộ dây quấn và dùng dây quấn tỏa nhiệt để tự làm khô chất cách điện đã được tẩm. Thời gian sấy ít nhất là 10 giờ.
- Các cuộn dây pha được mắc nối tiếp với nhau thành tam giác hở.
- Dòng điện chạy qua bộ dây quấn có thể điều chỉnh bằng dòng điện định mức.

## CHƯƠNG III

### MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

#### I. ĐẶC TÍNH CHUNG CỦA MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

Máy điện đồng bộ là máy điện xoay chiều có tốc độ rôto  $n$  bằng tốc độ từ trường quay trong máy  $n_1$ . ở chế độ xác lập máy điện đồng bộ có tốc độ quay của rôto  $n$  luôn không đổi.

Máy phát điện đồng bộ là nguồn điện chính của lưới điện các quốc gia, trong đó động cơ sơ cấp là tuabin hơi, tuabin nước hoặc tuabin khí. Các máy phát thường nối làm việc song song với nhau. Công suất của một máy phát đã chế tạo trên 1200MW.

Còn động cơ điện đồng bộ được sử dụng khi truyền động công suất lớn, có thể đạt đến vài chục MW và với yêu cầu tốc độ không đổi. Động cơ điện đồng bộ dùng trong công nghiệp luyện kim, khai thác mỏ, thiết bị lạnh, máy bơm, khí nén, quạt gió...

#### II. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

##### 2.1. Cấu tạo của máy điện đồng bộ

Cấu tạo của máy điện đồng bộ gồm có hai bộ phận chính là stato và rôto.

##### 2.1.1. Stato (phần ứng)

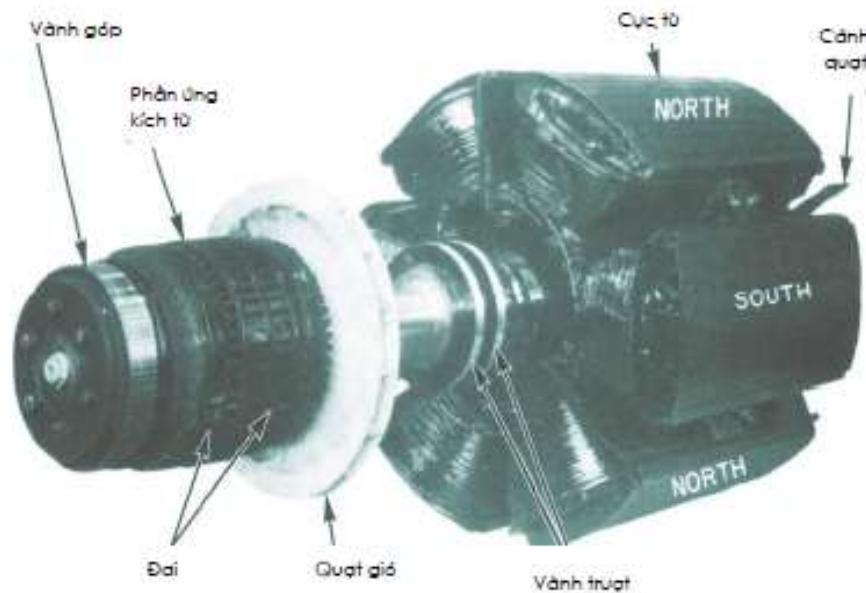
Stato của máy điện đồng bộ giống như stato của máy điện không đồng bộ, gồm hai bộ phận chính là lõi thép stato và dây quấn ba pha stato (xem lại phần máy điện không đồng bộ). Dây quấn stato còn gọi là dây quấn phần ứng.

##### 2.1.2. Rôto (phần cảm)

Rôto của máy điện đồng bộ là nam châm điện gồm có lõi sắt và dây quấn kích thích. Dòng điện đưa vào dây quấn kích thích là dòng điện một chiều. Rôto của máy điện đồng bộ có hai kiểu là rôto cực lõi và rôto cực ắc.

### 1. Rôto cực lồi :

Dạng mặt cực để khe hở không khí không đều, mục đích là làm cho từ cảm phân bố trong khe hở không khí hình sin để sđđ cảm ứng ở dây quấn stato hình sin (hình 4.1). Loại rôto này dùng ở các máy phát có tốc độ thấp, có nhiều đôi cực như máy phát kéo bởi tuốc bin thủy điện.



Hình 4.1: RÔTO cực lồi

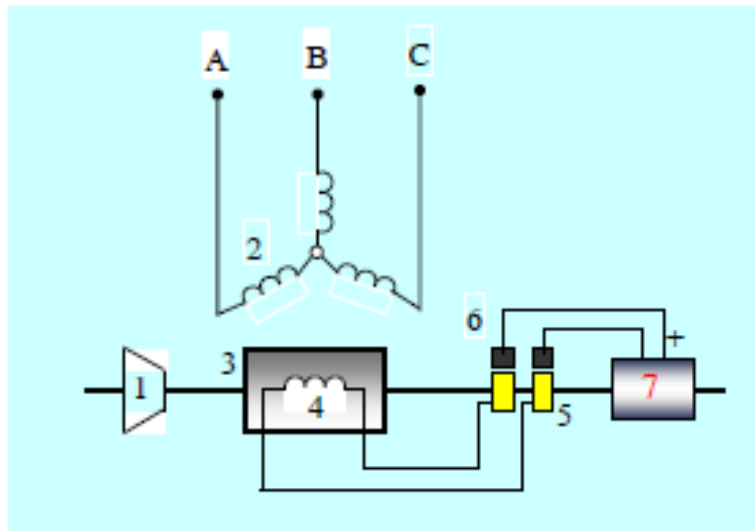
### 2. Rôto cực ẩn :

Khe hở không khí đều và rôto chỉ có hai cực hoặc bốn cực (hình 8.2). Loại rôto cực ẩn được dùng ở các máy có tốc độ cao như các máy kéo bởi tuốc bin nhiệt điện. Vì tốc độ cao nên để chống lực ly tâm, rôto được chế tạo nguyên khối có đường kính nhỏ.



Hình 4.2: RÔTO cực ẩn

## 2.2. Nguyên lý làm việc của máy điện đồng bộ



Hình 4.3: Sơ đồ nguyên lý của MF đồng bộ ba pha

1. Động cơ sơ cấp (tuabin hơi); 2. Dây quấn stato; 3. Rôto của máy phát đồng bộ; 4. Dây quấn rôto; 5. Vành trượt; 6. Chổi than tì lên vành trượt; 7. Máy phát điện một chiều nối cùng trục với máy phát điện đồng bộ.

Động cơ sơ cấp 1 (tuabin hơi) quay rôto máy phát điện đồng bộ đến gần tốc độ định mức (hình 8.3), máy phát điện một chiều 7 được thành lập điện áp và cung cấp dòng điện một chiều cho dây quấn kích thích 4 máy phát điện đồng bộ thông qua chổi than 5 và vành góp 6, rôto 3 của máy phát điện đồng bộ trở thành nam châm điện. Do rôto quay, từ trường rôto quét qua dây quấn phản ứng stato và cảm ứng ra sđđ xoay chiều hình sin, có trị số hiệu dụng là:  $E_0 = \pi\sqrt{2} f N k_{dq} \phi_0$

Trong đó:  $E_0$  là sđđ pha;  $N$  là số vòng dây của một pha;  $k_{dq}$  là hệ số dây quấn;  $\Phi_0$  từ thông cực từ rôto.

Nếu rôto có số đôi cực từ là  $p$ , quay với tốc độ  $n$  thì sđđ cảm ứng trong dây quấn stato có tần số là:

$$f = \frac{np}{60}$$

Khi dây quấn stato nối với tải, trong dây quấn sẽ có dòng điện ba pha chạy qua. Hệ thống dòng điện này sẽ sinh ra từ trường quay, gọi là từ trường phản ứng, có tốc độ là :

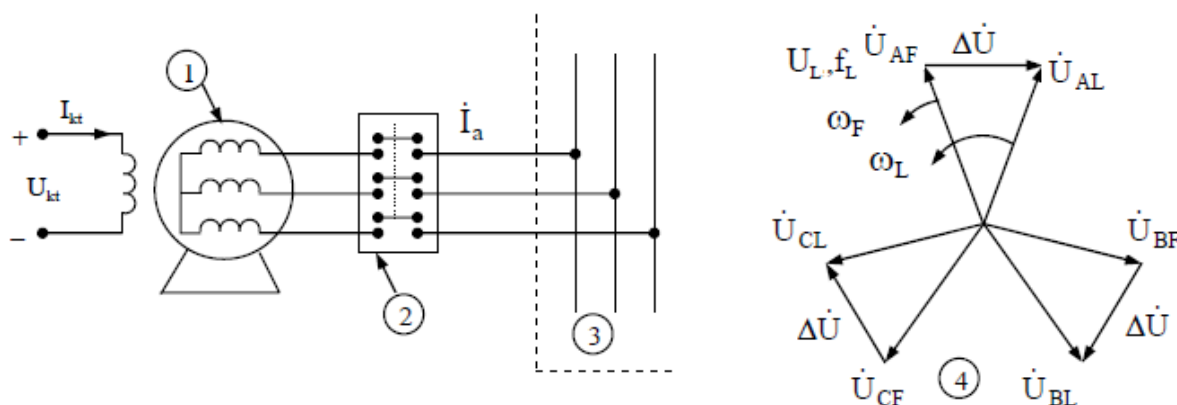
$$n = \frac{60f}{p}$$

## 2.3. SỰ LÀM VIỆC SONG SONG CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN ĐỒNG BỘ

Trong hệ thống điện gồm nhiều máy phát điện đồng bộ làm việc song song với nhau, tạo thành lưới điện. Công suất của lưới điện rất lớn rất lớn so với công suất của từng máy phát, do đó tần số và điện áp của lưới điện gần như không đổi khi thay đổi tải.

Trước khi đưa một máy phát vào làm việc cũng với lưới điện tức là Hòa đồng bộ (hình 4.10), phải kiểm tra các điều kiện sau đây:

1. Điện áp của máy phát phải bằng điện áp của lưới điện.
2. Tần số của máy phát phải bằng tần số của lưới điện.
3. Thứ tự pha của máy phát phải giống thứ tự pha của lưới điện.
4. Điện áp của máy phát và điện áp của lưới điện phải trùng pha nhau.



Hình 4.10. Hòa đồng bộ máy phát đồng bộ vào lưới điện

1. Máy phát đồng bộ; 2. Máy cắt; 3. Lưới điện; 4. Các điều kiện hòa đồng bộ

Khi các điều kiện trên được thỏa mãn tức là điện áp ở hai đầu máy cắt bằng nhau, ta đóng máy cắt 2 để Hòa đồng bộ. Nếu không đảm bảo các điều kiện trên, sẽ có dòng điện lớn chạy qua trong máy, phá hỏng máy và gây rối loạn hệ thống điện.

Sau khi hòa đồng bộ, cần lưu ý:

+ Ta điều chỉnh dòng điện kích từ  $I_t$ , điện áp của máy phát vẫn không đổi vì đó là điện áp của lưới điện. Việc thay đổi dòng điện kích từ  $I_t$  chỉ làm thay đổi công suất phản kháng của máy phát.

+ Muốn máy phát mang tải, ta tăng công suất động cơ sơ cấp: tăng lưu lượng nước trong máy thủy điện hoặc tăng lưu lượng hơi trong máy nhiệt điện.

### **bài tập**

Bài số 4.1 Một máy phát đồng bộ ba pha 2000kva, 630V, 50Hz, đấu Y.

- Tính dòng điện dây định mức ?
- Tính dòng điện dây khi máy phát công suất 720kW cho tải có  $\cos\phi = 0,8$  ?

Bài số 4.2 Một máy phát đồng bộ ba pha 500kva, 2200V, 50Hz, đấu Y.

- Tính dòng điện dây định mức ?
- Tính dòng điện dây khi máy phát công suất 720kW cho tải có  $\cos\phi = 0,8$  ?

Bài số 4.3 Một tải ba pha có điện trở  $10\Omega$ / pha được cấp điện từ một máy phát đồng bộ ba pha 220V. Tải nối  $\Delta$ , sau đó nối Y. Tính dòng điện dây và công suất tải tiêu thụ trong hai trường hợp trên ?.

Bài số 4.4 Một máy phát đồng bộ ba pha 250kva, 1260V, 50Hz, đấu Y có cuộn dây phản ứng đầu lại thành  $\Delta$ . Tính dòng điện dây, áp dây và công suất biểu kiến mỗi của máy?

Bài số 4.5 Điện áp hở mạch của một máy phát đồng bộ ba pha 4600V, 60Hz, đấu Y khi dòng kích từ bằng 8A.

- Tính điện áp hở mạch ở 50Hz nếu dòng kích từ bằng 6A. Giả thiết máy chưa bão hòa.
- Nếu máy được dùng để phát điện tần số 50Hz, tìm điện áp dây nếu dòng kích từ bằng 8A.

Bài số 4.6 Một máy phát đồng bộ ba pha đang làm việc với lưới có điện áp 13,80kV và điện kháng đồng bộ của máy là  $5\Omega$ / pha. Máy đang phát 12MW và 6MVAR cho lưới. Tính :

- Góc công suất  $\theta$  ?
- Góc pha  $\phi$  ?
- Sđđ  $E_0$

Bài số 4.7 Một máy phát đồng bộ cực ắc ba pha 2500kva, 660V, 60Hz, đấu Y. Có điện trở phần ứng  $0,2 \Omega$ / pha và điện kháng đồng bộ  $1,4 \Omega$ / pha. Tính độ thay đổi điện áp phần trăm khi máy phát dòng định mức cho tải có :

- a.  $\cos \phi = 1$ .
- b.  $\cos \phi = 0,866$  (tải có tính cảm).
- c.  $\cos \phi = 0,707$  (tải có tính dùng).

**Câu hỏi ôn tập chương:**

Câu 1: Trình bày định nghĩa và công dụng máy phát điện đồng bộ?

Câu 2: Trình bày cấu tạo của máy điện đồng bộ?

Câu 3: Giải thích nguyên lí làm việc của máy phát điện đồng bộ?

Câu 4: Giải thích các đường đặc tính của máy phát điện đồng bộ?

Câu 5: Trình bày sự làm việc song song của máy phát điện đồng bộ?

Câu 6: Trình bày các phương pháp mở máy động cơ điện đồng bộ?

**Phần 2 bài tập thực hành**

Bài thực hành: sửa chữa, quấn lại bộ dây máy phát đồng bộ

Bài 1: Quấn lại dây quấn stato

Bài 2: Quấn lại dây quấn kích từ

# CHƯƠNG IV

## MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

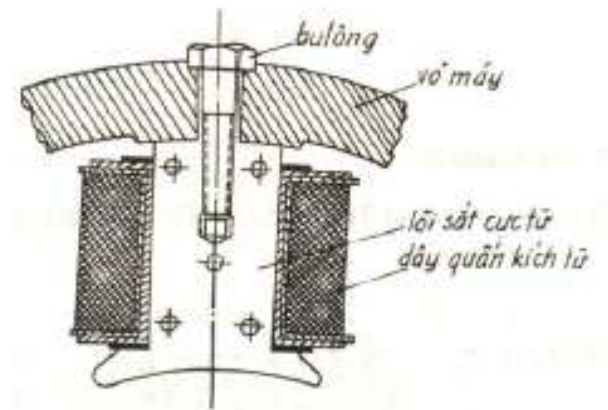
### I. ĐẶC TÍNH CHUNG CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 1.1. Cấu tạo của máy điện một chiều

Máy điện một chiều có thể là máy phát hoặc động cơ điện và có cấu tạo giống nhau (hình 5.1). Nhưng phần chính của máy điện một chiều gồm phần cảm (phần tĩnh) và phần ứng (phần quay).

##### 1.1.1. Phần cảm (Stato)

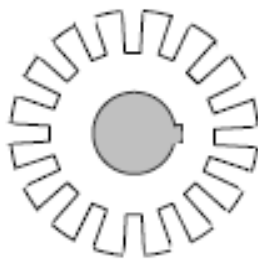
Phần cảm còn gọi là Stato, gồm lõi thép lamination bằng thép đúc, vừa là mạch từ vừa là vỏ máy và các cực từ chính có dây quấn kích từ (hình 5.2), dòng điện chạy trong dây quấn kích từ sao cho các cực từ tạo ra có cực tính liên tiếp luân phiên nhau. Cực từ chính gắn vào vỏ máy nhờ các bu lông. Ngoài ra máy điện một chiều còn có nắp máy, cực từ phụ và cơ cấu chổi than.



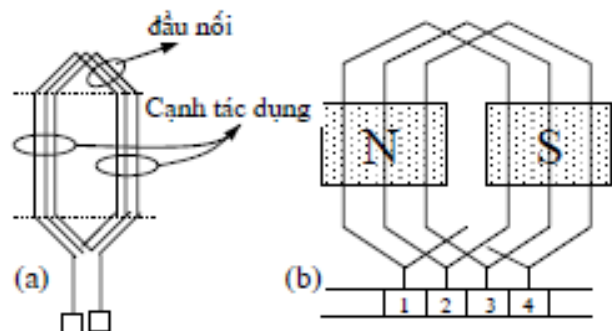
Hình 5.1 Cực từ chính

##### 1.1.2. Phần ứng (rôto)

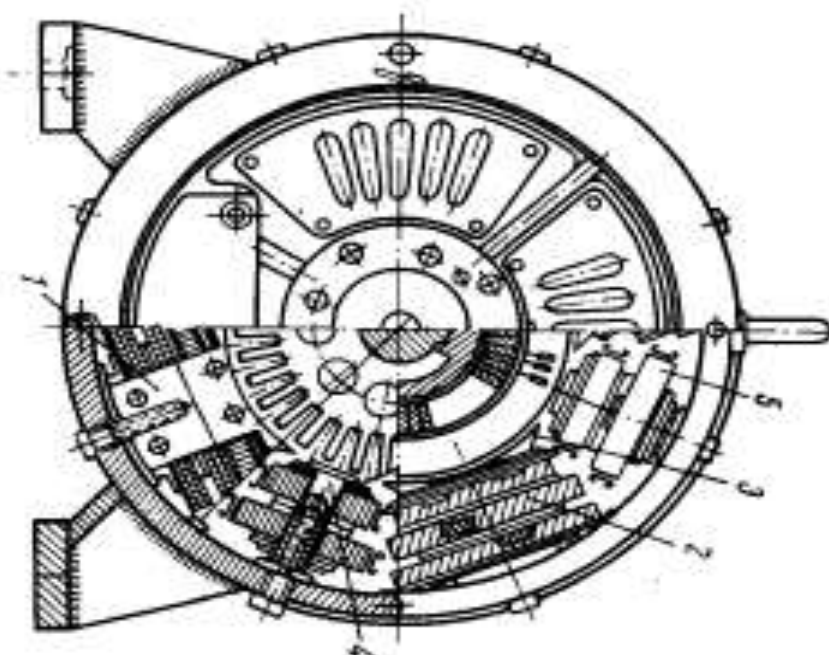
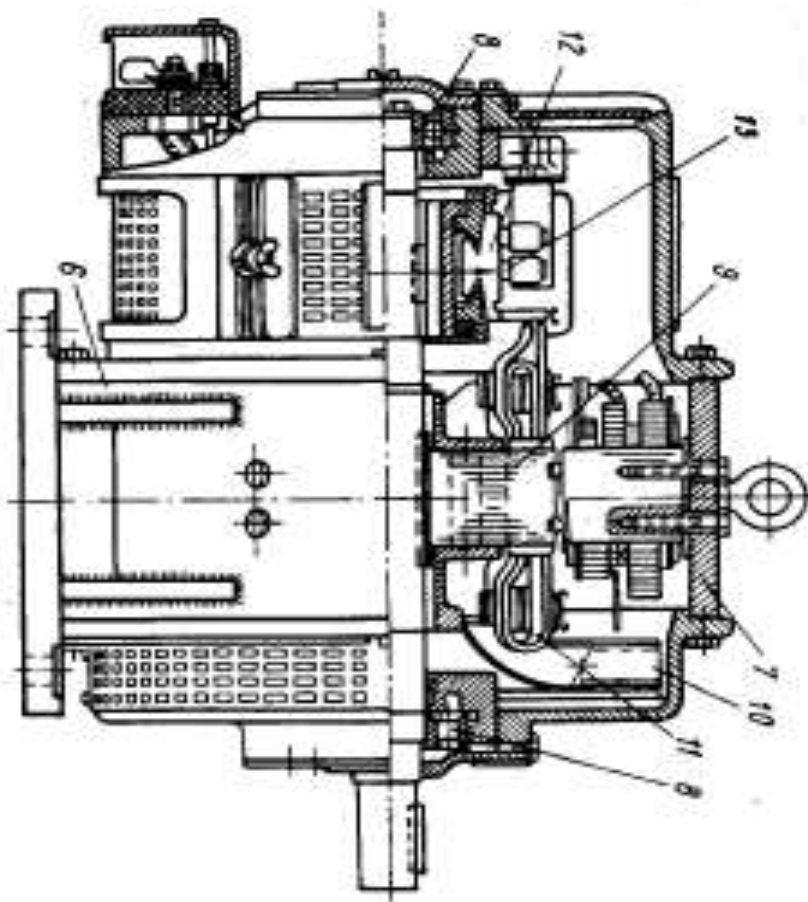
Phần ứng của máy điện một chiều còn gọi là rôto, gồm lõi thép, dây quấn phần ứng, cổ góp và trục máy.



Hình 5.2 Lõi thép rôto



Hình 5.3 Dây quấn phần ứng máy điện một chiều  
a) Phân tử dây quấn; b) Bộ trí phân tử dây quấn



Hình 5.4 cấu tạo máy điện một chiều

1. Lõi thép phản ứng : hình trụ làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dãi 0,5 mm, phụ sơn cách điện ghép lại. Các lá thép được dập các lỗ thông gió và rãnh để đặt dây quấn phản ứng (hình 5.3).

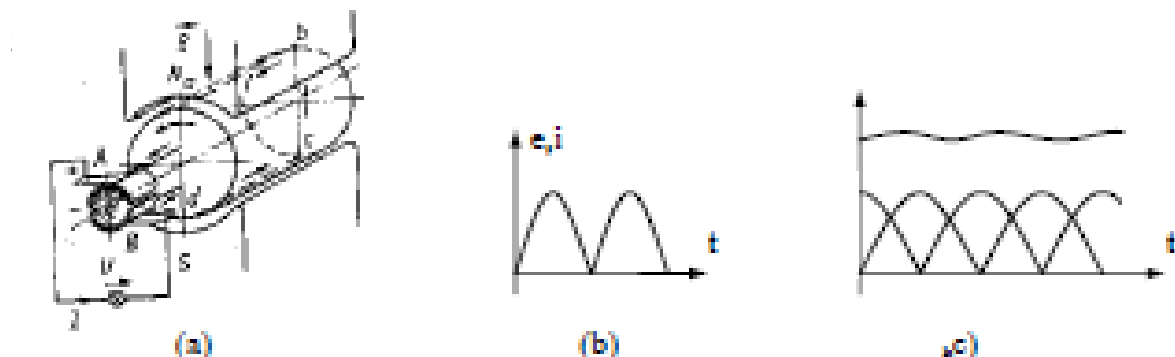
2. Dây quấn phần ứng : gồm nhiều phần tử mắc nối tiếp với nhau, đặt trong các rãnh của phần ứng tạo thành một hoặc nhiều vòng kín. Phần tử của dây quấn là một bội dây gồm một hoặc nhiều vòng dây, hai đầu nối với hai phiến góp của vành góp (hình 5.4a), hai cánh tác dụng của phần tử đặt trong hai rãnh dưới hai cực từ khác tên (hình 5.4b).

3. Cổ góp (vành góp) hay còn gọi là vành đổi chiều gồm nhiều phiến động hình đuôi nhạn được ghép thành một khối hình trụ, cách điện với nhau và cách điện với trục máy.

Các bộ phận khác như trục máy, quạt làm mát máy...

## 1.2. Nguyên lý làm việc của máy phát điện một chiều

Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy phát điện một chiều như hình 5.5a. Máy gồm có một khung dây abcd 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 điện A, B đặt cố định và luôn luôn tiếp xúc vào phiến



Hình 5.5 Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy phát một chiều a). Mô tả nguyên lý máy phát; b) Sđđ máy phát có một phần tử; c) Sđđ máy phát có nhiều phần tử.

Khi động cơ sơ cấp quay phần ứng (khung dây abcd) máy phát trong từ trường đều của phần cảm (nam châm S-N), các thành dẫn của dây quấn phần ứng cắt từ trường phần cảm, theo định luật cảm ứng điện từ, trong khung dây sẽ cảm ứng sđđ xoay chiều mà trị số tốc thời của nó được xác định theo biểu thức :

$$e = B.l.v$$

Trong đó: B: (T) từ cảm nối thành dẫn quét qua. l (m): chiều dài dây dẫn nằm trong từ trường. V (m/s): tốc độ dài của thành dẫn.

Chiều của sđđ được xác định theo qui tắc bàn tay phải. Vậy theo hình 5.5a, sđđ của thành dẫn ab nằm dưới cực từ N có chiều đi từ b đến a, còn của thành dẫn cd nằm dưới cực S có chiều đi từ d đến c. Nếu nối hai chổi A và B với tải thì sđđ 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, thành dẫn ab ở cực S, thành dẫn cd ở cực N, sđđ trong thành dẫn đổi chiều. Nhờ chổi điện đứng yên, chổi A vẫn tiếp xúc với phiến góp trên, chổi B tiếp xúc với phiến góp dưới, nên chiều dòng điện ở mạch ngoài không đổi chiều. Nhờ có góp và chổi than, điện áp trên chổi và dòng điện quá tải là điện áp và dòng điện một chiều.

Nếu máy chỉ có một phần tử, điện áp đầu cực máy phát như hình 5.5b. Để điện áp ra lớn và ít đập mạch (hình 5.5c), dây quấn phần ứng phải có nhiều phần tử và nhiều phiến đổi chiều.

### **1.3. CÁC TRỊ 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 qui 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  $P_{đm}$  (kW hay W).
2. Điện áp định mức  $U_{đm}$  (V).
3. Dòng điện định mức  $I_{đm}$  (A).
4. Tốc độ định mức  $n_{đm}$  (vòng/ph).

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

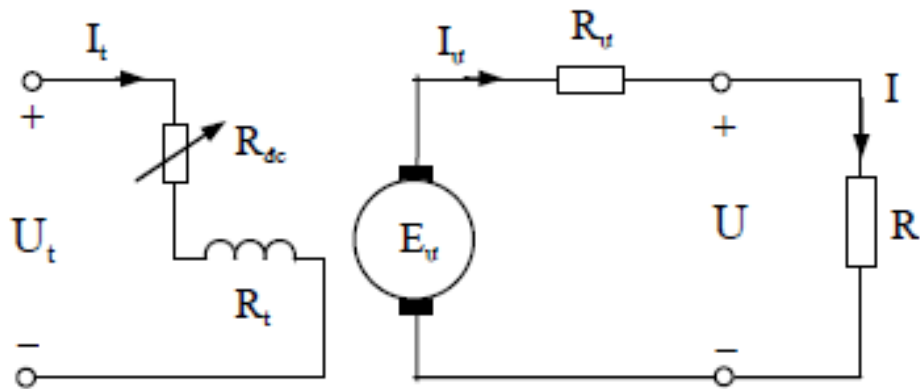
Chú ý : Công suất định mức chỉ công suất đưa ra của máy điện. Đối với máy phát điện đó là công suất đưa ra ở đầu cực máy phát, còn đối với động cơ đó là công suất trên đầu trục động cơ.

## **II. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU**

### **2.1. Máy phát điện một chiều kích từ độc lập**

1. Mạch điện tương đương và các phương trình cân bằng

Dòng điện kích từ  $I_t$  do nguồn một chiều ngoài máy tạo ra, không phụ thuộc dòng điện phản ứng  $I_r$  (hình 5.10).



Hình 5.10. Mạch tương đương của máy phát kích từ độc lập

Các phương trình của máy phát một chiều kích từ độc lập:

Phương trình dòng điện :  $I_r = I$

Phương trình điện áp :

+ Mạch kích từ :  $U_t = R_{mt} I_t$

+ Mạch phần ứng :  $E_v = U + R_v I_r$

Trong đó :  $U_t$ : điện áp nguồn kích thích để tạo ra dòng kích từ  $I_t$ .

$R_t$ : điện trở của cuộn dây kích thích.

$R_{dc}$ : Biến trở để điều chỉnh dòng điện kích thích  $I_t$ .

$R_{mt} = R_t + R_{dc}$ : điện trở của mạch kích thích.

$R_v$ : điện trở mạch phần ứng.

Ví Dụ 5.1

Máy phát điện một chiều kích từ độc lập công suất 100kW cung cấp 50kW cho tải ở điện áp 125V. Nếu cắt tải và giữ nguyên tốc độ thì điện áp ra là 137V.

Hãy tính điện trở mạch phần ứng ?

Bài giải

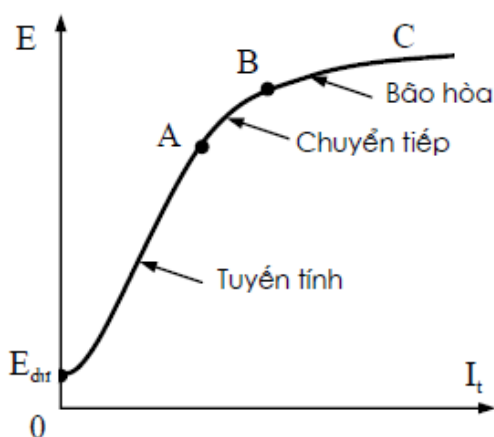
Công suất của tải  $P = 50\text{kW} = 50.000\text{W}$ , điện áp tải  $U = 125\text{V}$ . Dòng điện tải là :

$$I = \frac{P}{U} = \frac{50000}{125} = 400\text{A}$$

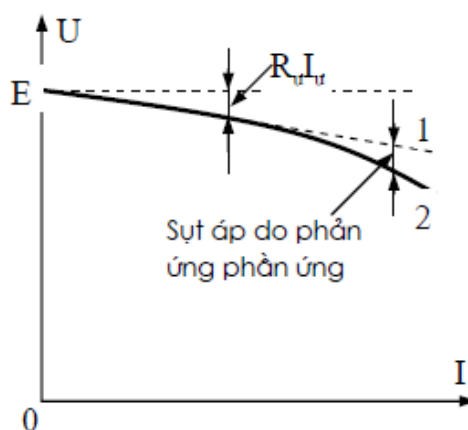
Khi không tải, điện áp trên đầu cực mặt phát  $U = \text{sđđ phần ứng} = 137\text{ V}$ . Điện trở mạch phần ứng :

$$R_U = \frac{E_U - U}{I} = \frac{137 - 125}{400} = 0.03\Omega$$

Đặc tính không tải là quan hệ của đường cong  $E = f(I_t)$  khi máy làm việc không tải  $I = 0$  và tốc độ quay  $n = \text{const}$  (hình 5.11). Nó là dạng của đường cong từ hóa. Đây là đặc tính rất quan trọng vì hầu hết các đặc tính làm việc khác phụ thuộc vào nó.



Hình 5.11 Đặc tính không tải



Hình 5.12 Đặc tính ngoài

Lưu ý các điểm sau :

- Lúc  $I_t = 0$  vẫn có một sđđ nhỏ  $E_{dư}$  do từ dư của lõi thép.
- Trong đoạn  $E_{dư}$ . Sđđ  $E$  tỉ lệ  $I_t$ .
- Trong đoạn chuyển tiếp AB, sđđ  $E$  tăng chậm hơn  $I_t$

Trong đoạn bão hòa BC, sđđ  $E$  tăng không đáng kể. Điểm làm việc bình thường của máy nằm trên đoạn chuyển tiếp vì nếu trên đoạn tuyến tính sđđ  $E$  sẽ thay đổi nhiều theo dòng điện  $I_t$  nên điện áp ra của máy bị dao động; còn trên đoạn bão hòa dòng điện  $I_t$  lớn làm tăng tổn hao kích thích.

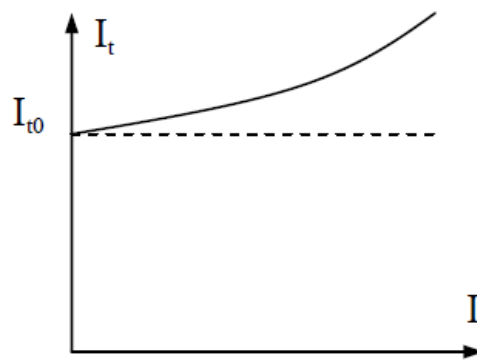
### 1. Đặc tính ngoài

Đặc tính ngoài của máy phát điện một chiều là quan hệ giữa  $U = f(I)$ , khi  $n = \text{const}$  và  $I_t = \text{const}$  (hình 5.12). Nếu không có phản ứng từ thì sđđ  $E$  và từ thông  $\Phi$  không đổi, nên  $U = E_U - R_U I_U$  là đường thẳng đi xuống (đường 1). Nếu có phản ứng từ thì khi dòng điện tải  $I$  tăng, dòng điện phản ứng tăng, điện áp  $U$  giảm xuống nhiều hơn một ít (đường 2) do hai nguyên nhân sau :

- Tác dụng của phản ứng phản ứng làm cho từ thông  $\Phi$  giảm, kéo theo sức điện động  $E_r$  giảm.
- Điện áp rơi trong mạch phản ứng  $E_r I_r$  tăng.

## 2. Đặc tính điều chỉnh

Đó là quan hệ  $I_t = f(I)$  khi giữ điện áp và tốc độ máy phát không đổi vẽ trên hình 5.13. Để giữ cho điện áp máy phát không đổi khi tải tăng, phải tăng dòng điện kích từ  $I_t$ , như vậy dòng điện kích từ tăng là để bù lại phản ứng phản ứng và điện áp rơi trên dây quấn phản ứng.



Hình 5.13 Đặc tính điều chỉnh

## 2.2. Máy phát điện một chiều kích từ song song

### 1. Mạch điện tương đương và các phương trình

Hình 5.14 trình bày mạch điện tương đương của máy phát điện một chiều kích từ song song. Ta thấy điện áp kích thích  $U_t$  được lấy từ mạch phản ứng, như vậy

$$U_t = U$$

Các phương trình cân bằng của máy phát kích thích song song :

$$\text{Phương trình dòng điện : } I_r = I_t + I \quad (5.8)$$

$$\text{Mạch phản ứng : } U = E_r - R_r I_r \quad (5.9a)$$

$$\text{Mạch kích thích : } U_t = R_{mt} I_t = R I \quad (5.9b)$$

### 2. Điều kiện tự kích

Khi quay máy phát với tốc độ  $n$  ở trình trạng không tải ( $I = 0$ ) và máy không được kích từ ( $I_t = 0$ ). Nhờ có từ dư  $\Phi_{du}$  máy sẽ có sđđ  $E_{du}$  trên đầu cực của máy.

Khi mạch kích từ được nối với đầu cực của máy phát, sẽ có hai trường hợp xảy ra:

1.  $E_{\text{đr}}$  tạo ra dòng kích thích  $I_t$ , dòng điện này tạo ra từ thông  $\Phi_t$  cùng chiều với  $\Phi_{\text{đr}}$ . Lúc đó từ thông cực từ  $\Phi = \Phi_t + \Phi_{\text{đr}}$  tăng dần lên, sđđ  $E$  tăng theo và máy có thể tự kích được.
2. Nếu  $\Phi_t$  ngược chiều và triệt tiêu  $\Phi_{\text{đr}}$ , máy không tự kích được.

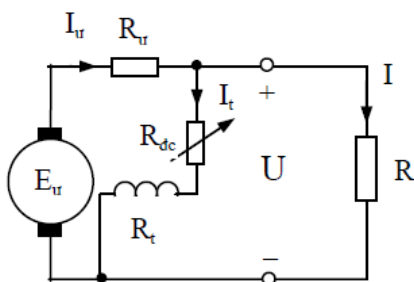
Giả sử máy đã tự kích được và chưa mang tải, lúc đó  $E$  và  $I_t$  là nghiệm của hệ sau (hình 5.15) :

$$E = f(I_t) \quad (5.10a)$$

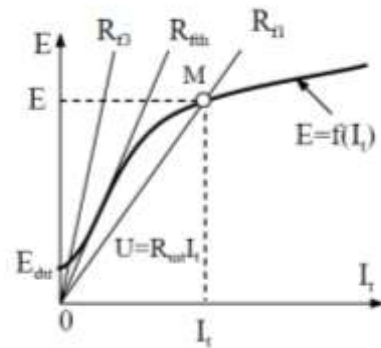
$$E = R_{\text{mt}} I_t \quad (5.10b)$$

Đường  $E = f(I_t)$  là đặc tính không tải của máy phụ thuộc tốc độ  $n$ ; còn đường

$E = R_{\text{mt}} I_t$  là đường thẳng cảm phụ thuộc vào điện trở mạch kích từ  $R_{\text{mt}}$  và tạo với trục  $I_t$  một góc  $\alpha = \arctan R_{\text{mt}}$ . Hai đường này cắt nhau tại M.



Hình 5.14 Mạch tương đương của máy phát kích từ song song



Hình 5.15 Điều kiện tự kích

Giả thiết giữ tốc độ quay  $n$  không đổi, nếu  $R_{\text{mt}}$  tăng, đường thẳng tiếp xúc với đặc tính không tải ứng với điện trở tới hạn  $R_{\text{th}}$ , lúc đó điện áp không ổn định. Nếu tiếp tục tăng  $R_{\text{mt}}$  máy sẽ làm việc với  $E_{\text{đr}}$ .

Tóm lại điều kiện tự kích là :

1. Phải có từ dư trong máy.
2. Từ thông do sđđ  $E_{\text{đr}}$  tạo ra phải cùng chiều từ dư.

3. Biến trở mạch kích từ  $R_{dc}$  phải đủ nhỏ.

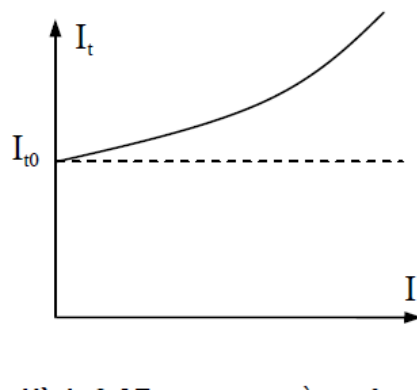
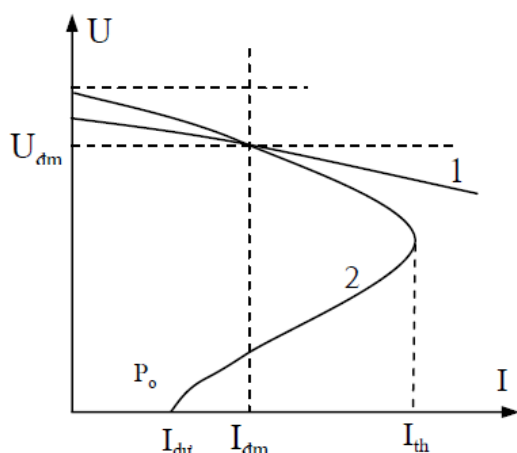
Chú ý : Chiều đầu dây giữa mạch phản ứng và mạch phản cảm phải phù hợp.  
Chiều quay của phần ứng phải phù hợp và vận tốc quay phải lớn.

### 3. Đặc tính ngoài

Đó là đường cong  $U = f(I)$ , khi  $n = \text{const}$ ,  $R_{mt} = \text{const}$ . Khi dòng điện tải  $I$  tăng, điện áp  $U$  giảm, khiến  $I_t$  và  $E$  giảm theo nên  $U$  giảm nhiều hơn so với kích từ độc lập. Trên hình 5.16, ta vẽ chung với các loại kích từ khác để so sánh.

### 4. Đặc tính điều chỉnh

Để điều chỉnh điện áp, ta phải điều chỉnh dòng điện kích từ, đường đặc tính điều chỉnh của máy phát kích từ song song  $I_t = f(I)$ , khi  $U$  và  $n$  không đổi vẽ trên hình 5.17.



Hình 5.16 Đặc tính ngoài của máy phát một chiều . Hình 5.17 Đặc tính điều chỉnh

1.Kích từ độc lập; 2. Kích từ song song

## 2.3. Máy phát điện một chiều kích từ hỗn hợp

### 1. Mạch điện tương đương phương trình cân bằng

Theo hình 5.16, điện áp của máy phát kích từ song song giảm nhiều khi tải tăng. Để khắc phục, ta quấn thêm một cuộn kích từ trên cực từ chính, cuộn dây này mắc nối tiếp với dây quấn phần ứng, nên dòng chạy qua cuộn này là dòng điện tải  $I_t$ , vì vậy gọi là cuộn kích từ nối tiếp (hình 5.18).

Từ mạch điện tương đương hình 5.18, ta có các phương trình cân bằng như sau:

$$I_r = I_t + I; I_{tn} = I \quad (5.11a)$$

$$E_r = I_r R_r + I_{rtn} + U \quad (5.11b)$$

$$U_t = R_{mt} I_t = I_{tn} R_{tn} + U \quad (5.11c)$$

Chú ý : Nếu dòng điện  $I_t$  và  $I_{tn}$  tạo ra các từ thông  $\Phi_s$  và  $\Phi_n$  cùng chiều thì từ thông tổng của mỗi cực là :  
của máy phát kích từ hỗn hợp

$\Phi = \Phi_s + \Phi_n$ , ta có máy phát kích thích hỗn hợp nối thuận, còn ngược lại,

$\Phi = \Phi_s - \Phi_n$  ta có máy kích thích hỗn hợp nối ngược. Sđđ trong biểu thức (5.11b)

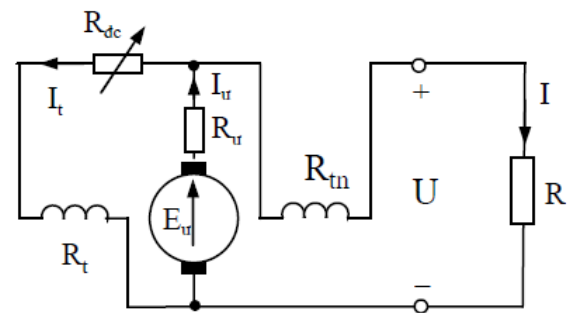
$$E_r = k_E n \Phi = k_E n (\Phi_s \pm \Phi_n) \quad (5.12)$$

trong đó:  $\Phi_s$  thuộc  $I_t$  và  $\Phi_n$  phụ thuộc  $I_{tn}$  mà  $I_{tn} = I$ , tức là phụ thuộc dòng điện phụ tải.

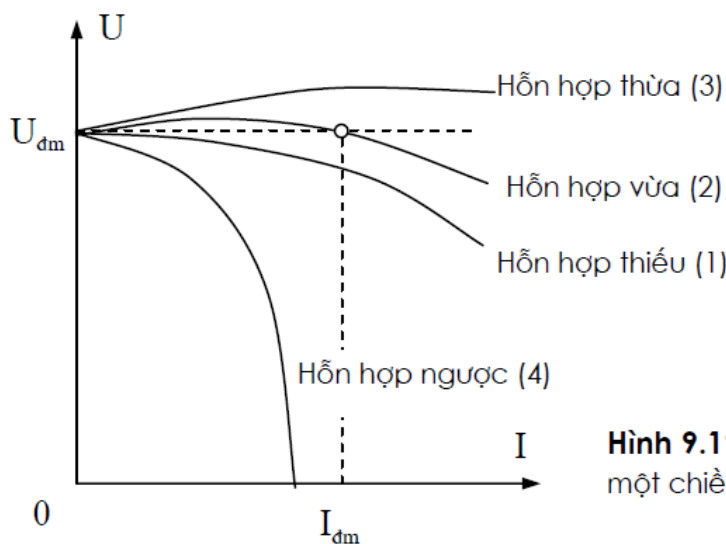
## 5. Đặc tính ngoài

Đó là đường cong quan hệ  $U = f(I)$ , khi  $n = \text{const}$ ,  $R_{mt} = \text{const}$ . Gọi  $U_0$  là điện áp lúc không tải và  $U_{dm}$  là điện áp đầy tải. Từ các phương trình (5.11b) và (5.12), ta thấy khi dòng điện tải  $I$  tăng, điện áp  $U$  thay đổi phụ thuộc vào độ lớn của  $\Phi_n$  so với  $\Phi_s$  tức là phụ thuộc vào số vòng dây  $W_n$  của cuộn kích từ nối tiếp. Hình 5.19 trình bày các dạng đặc tính ngoài của máy phát kích từ hỗn hợp với :

- + Kích từ hỗn hợp nối thuận : đường (1) bù thiếu; đường (2) bù đủ; đường (3) bù thừa, loại này dùng để cung cấp điện cho nhưng phụ tải xa nguồn, vì độ tăng điện áp ở đầu ra bù vào sụt áp trên đường dây tải điện.
- + Kích từ hỗn hợp nối ngược : đường (4), do nối ngược nên từ thông tổng giảm nhiều khi tải tăng nên  $U$  giảm rất nhanh.



Hình 5.18 Mạch tương đương



**Hình 9.19** Đặc tính ngoài của máy phát một chiều kích từ hỗn hợp

## 2.4. Quá trình năng lượng trong máy phát điện một chiều

Máy phát điện một chiều nhận công suất cơ trên đầu trục và truyền công suất điện ra trên đầu cực.

Giả thiết :

- Nguồn kích thích do một máy phát khác cung cấp (kích từ độc lập).
- Máy phát được kéo bởi một động cơ sơ cấp với tốc độ quay  $n = \text{const}$ .

Gọi  $P_1$  là công suất cơ đưa vào trục máy phát. Công suất này bù vào : Tổn hao cơ  $P_{\text{cơ}}$  là tổn hao do ma sát và quạt gió; tổn hao sắt  $P_{\text{Fe}}$  là tổn hao dòng xoáy và từ trễ, và tổn hao phụ  $P_f$  là tổn hao do quá trình đổi chiều trong cuộn dây và tổn hao do dòng điện xoáy trong dây đồng mạch phản ứng ..., tổn hao này nhỏ chiếm khoảng 1% công suất định mức khi có tải. Công suất còn lại biến thành công suất điện từ  $P_{\text{đt}}$ . Ta có phương trình cân bằng công suất :

$$P_1 = P_{\text{đt}} + (P_{\text{cơ}} + P_{\text{Fe}} + P_f) = P_{\text{đt}} + P_q \quad (5.13)$$

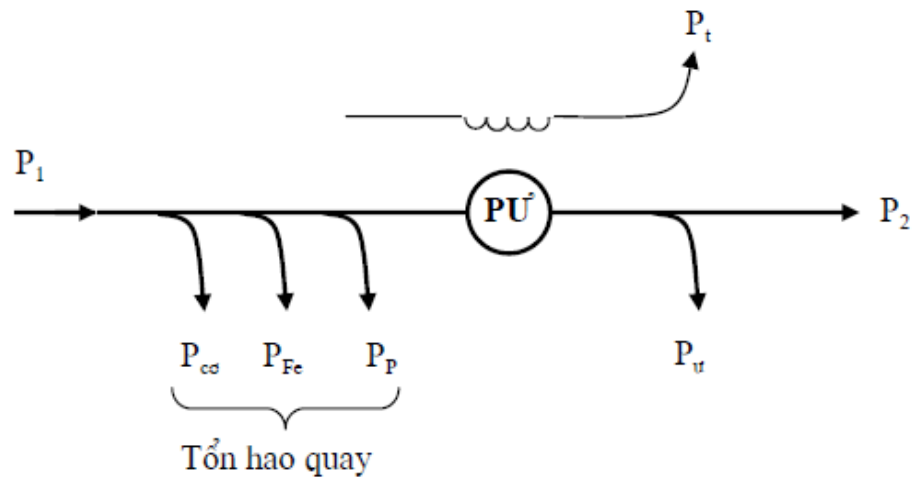
Trong đó  $P_q$  gọi là tổn hao quay (có thể gọi là tổn hao không tải) :

$$P_q = P_{\text{cơ}} + P_{\text{Fe}} + P_f \quad (5.14)$$

Ta đã có công suất điện từ  $P_{\text{đt}} = E_U I_U$ . Như vậy công suất điện đưa ra  $P_2$  trên đầu cực máy phát :

$$P_2 = P_{\text{đt}} + P_U = E_U I_U - I_U^2 R_U = U I_U \quad (5.15)$$

Với  $P_U = I_U^2 R_U$  là tổn hao trong mạch phản ứng. Giảm đồ năng lượng của máy phát điện một chiều trình bày trên hình 5.20.



Hình 5.20 Giảm đồ năng lượng máy phát điện một chiều

Hiệu suất của máy điện một chiều :

$$\eta = \frac{CS_{ra}}{CS_{vao}} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \sum P}; (7.16)$$

trong đó  $\sum P = P_p + P_q + P_t + P_n$  là tổng tổn hao trong máy điện một chiều. Còn  $P_t$  là tổn hao trong mạch kích từ;  $P_n$  là tổn hao trong dây quấn kích từ nối tiếp.

Ví Dụ 5.2

Máy phát điện một chiều kích từ hỗn hợp có công suất  $P_{dm} = 150 \text{ kW}$ ,  $U_{dm} = 600 \text{ V}$  và sđđ khi máy làm việc ở tải định mức 645,6 V. Cho biết dòng điện kích từ là 6 A và điện trở của dây quấn kích từ nối tiếp  $R_n = 0,08 \Omega$ . Tính :

- Điện trở mạch phản ứng và điện trở mạch kích từ song song.
- Hiệu suất của máy phát. Cho rằng tổn hao quay  $P_q = 5680 \text{ W}$ .

Bài giải

- Điện trở mạch phản ứng và điện trở mạch kích từ song song :

Sử dụng Sơ đồ mạch điện tương đương và ký hiệu như hình 9.18. Công suất của tải  $P = 50 \text{ kW} = 50.000 \text{ W}$ , điện áp tải  $U = 600 \text{ V}$ .

Dòng điện tải là :

$$I = \frac{P}{U} = \frac{150000}{600} = 250A$$

Dòng điện mạch phản ứng :

$$I_{ur} = I + I_t = 250 + 6 = 256 A$$

Phương trình điện áp mạch phản ứng máy phát kích từ hỗn hợp :

$$E_U = U + I_U R_U + I_m$$

$$645,6 = 600 + 256.R_{ur} + 250.0,08 \Rightarrow R_{ur} = 0,1 \Omega$$

Điện trở mạch kích từ :

$$R_{mt} = \frac{U_t}{I_t} = \frac{U + IR_n}{6} = \frac{600 + 250 \cdot 0,08}{6} = 103,3 \Omega$$

b. Hiệu suất của máy phát :

Tổng tổn hao trong máy phát điện một chiều kích từ hỗn hợp :

$$\sum P = P_{ur} + P_q + P_t + P_n = 0,1 \cdot 2562 + 5680 + 620 \cdot 6 + 0,08 \cdot 2502 = 20953,6 W$$

Hiệu suất của máy phát điện một chiều :

$$\eta = \frac{CS_{ra}}{CS_{vao}} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \sum P} = \frac{150 \cdot 10^3}{150 \cdot 10^3 + 20953,6} = 0,8774 = 87,74\%$$

### **Câu hỏi ôn tập chương 5:**

Câu 1: Trình bày cấu tạo của máy điện một chiều ?

Câu 2: Trình bày nguyên lý làm việc cơ bản của máy điện một chiều?

Câu 3: Tia lửa điện trên cổ góp và biện pháp khắc phục?

Câu 4: Trình bày cấu tạo của động cơ điện một chiều?

Câu 5: Dây quấn phản ứng máy điện một chiều

### **Phần 2: Bài Tập thực hành:**

Bài 1: Sửa chữa, quấn lại dây quấn máy điện một chiều

Bài 2: Quấn lại dây quấn phản ứng

Bài 3: Quấn lại dây quấn kích từ

***Tài liệu tham khảo:***

- [1]- Nguyễn Đức Sĩ, *Công nghệ chế tạo Máy điện và Máy biến áp*, NXB Giáo dục 1995.
- [2]- Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu, *Máy điện 1*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2001.
- [3]- Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu, *Máy điện 2*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2001.
- [4]- Châu Ngọc Thạch, *Hướng dẫn sử dụng và sửa chữa Máy biến áp, Động cơ điện, Máy phát điện công suất nhỏ*, NXB Giáo dục 1994.
- [5]- Nguyễn Xuân Phú, Nguyễn Công Hiền, *Tính toán cung cấp và lựa chọn thiết bị, khí cụ điện*, NXB Giáo dục 1998.
- [6]- Đặng Văn Đào, Lê Văn Doanh, *Kỹ thuật điện*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 1999.
- [7]- Nguyễn Trọng Thắng, Nguyễn Thế Kiệt, *Tính toán sửa chữa các loại Máy điện quay và Máy biến áp - tập 1, 2*, NXB Giáo dục 1993.
- [8]- Nguyễn Trọng Thắng, Nguyễn Thế Kiệt *Công nghệ chế tạo và tính toán sửa chữa Máy điện - tập 3*, , NXB Giáo dục 1993.
- [9]- Minh Trí, *Kỹ thuật quấn dây*, NXB Đà Nẵng 2000.
- [10]- Nguyễn Xuân Phú, Tô Đăng, *Quấn dây sử dụng và Sửa chữa Động cơ điện xoay chiều thông dụng*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 1989.