

SỞ LAO ĐỘNG THƯƠNG BINH & XÃ HỘI HÀ NỘI
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ TỔNG HỢP HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

MÔ ĐUN: MÁY ĐIỆN

NGHỀ: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-TCNTH ngày ... tháng ... năm 2024
của Hiệu trưởng trường Trung cấp nghề Tổng hợp Hà Nội*

Hà Nội, năm 2024

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

Ngày nay cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, máy điện có mặt hầu hết trong các ngành sản xuất dùng điện cũng như trong đời sống sinh hoạt. Máy điện là phần tử quan trọng nhất của bất kỳ thiết bị điện năng nào. Nó được sử dụng rộng rãi trong dân dụng, nông nghiệp, công nghiệp, giao thông vận tải, các hệ điều khiển và tự động điều chỉnh, khống chế.

Cùng với các môn học, mô đun khác, mô đun Máy điện là mô đun quan trọng trong đào tạo nghề Điện tử công nghiệp. Để thuận lợi cho việc học tập và nghiên cứu mô đun của học sinh, nhà trường và khoa Điện – Điện tử Tin học trường Trung cấp nghề Tổng hợp Hà Nội tổ chức biên soạn giáo trình “**Máy điện**” làm tài liệu lưu hành nội bộ.

Giáo trình Máy điện được biên soạn theo nội dung chương trình mô đun Máy điện của hệ đào tạo trung cấp nghề thuộc nghề Điện tử công nghiệp, được Sở lao động thương binh & xã hội Hà Nội phê duyệt. Nội dung biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ năng logic, chặt chẽ với nhau.

Nội dung giáo trình được biên soạn với dung lượng thời gian đào tạo 60 giờ gồm có:

Bài 1: Khái niệm chung về máy điện

Bài 2: Máy biến áp

Bài 3: Động cơ không đồng bộ ba pha

Bài 4: Động cơ không đồng bộ một pha

Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian, bổ sung những kiến thức mới và trang thiết bị phù hợp với điều kiện giảng dạy.

Mặc dù đã cố gắng tổ chức biên soạn để đáp ứng được mục tiêu đào tạo nhưng không tránh khỏi tồn tại. Rất mong nhận được đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo, bạn đọc để nhóm biên soạn sẽ hiệu chỉnh hoàn thiện hơn. Các ý kiến đóng góp xin gửi về Khoa Điện - Điện tử Tin học Trường Trung cấp nghề Tổng hợp Hà Nội.

Hà Nội, ngày tháng năm 2024

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Đỗ Thị Thuý Bình

2. Lưu Công Thắng

3. Khuất Duy Chúc

4. Nguyễn Văn Mẫn

MỤC LỤC

	TRANG
TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN	1
LỜI GIỚI THIỆU	3
MỤC LỤC	5
BÀI 1: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN.....	11
1. Các định luật điện từ dùng trong máy điện.....	11
1.1. Lực điện từ	11
1.2. Hiện tượng cảm ứng điện từ	12
1.3. Sức điện động cảm ứng khi dây dẫn chuyển động cắt từ trường	12
2. Định nghĩa và phân loại máy điện.....	13
2.1. Định nghĩa.....	13
2.2. Phân loại	13
3. Nguyên lý máy phát điện và động cơ điện	15
3.1. Nguyên lý máy phát điện.....	15
3.2. Nguyên lý động cơ điện.....	16
4. Sơ lược về các vật liệu chế tạo máy điện.....	17
4.1. Vật liệu dẫn điện	17
4.2. Vật liệu dẫn từ.....	17
4.3. Vật liệu cách điện.....	17
4.4. Vật liệu kết cấu.....	18
5. Phát nóng và làm mát máy điện	19
BÀI 2: MÁY BIẾN ÁP	21
1. Khái niệm chung	21
1.1. Định nghĩa.....	21
1.2. Công dụng của máy biến áp	22
1.3. Các đại lượng định mức của máy biến áp	22
2. Máy biến áp một pha	24
2.1. Cấu tạo	24
2.2. Nguyên lý làm việc	26
3. Máy biến áp ba pha.....	27
3.1. Cấu tạo	27
3.2. Nguyên lý làm việc	29
3.3. Tổ nối dây của máy biến áp ba pha	29
4. Sự làm việc song song của máy biến áp	32
4.1. Mục đích ghép song song máy biến áp	32
4.2. Điều kiện để ghép song song máy biến áp ba pha có các điều kiện sau.....	32
4.3. Cách định pha khi ghép song song các máy biến áp	33

4.4. Ý nghĩa của trị số phần trăm điện áp trở kháng và ảnh hưởng của nó đối với ghép song song các máy biến áp	33
5. Các máy biến áp đặc biệt.....	34
5.1. Máy biến áp tự ngẫu	34
5.2. Máy biến áp đo lường	36
5.3. Máy biến áp hàn hồ quang.....	39
BÀI 3: ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA	43
1. Khái niệm chung về máy điện không đồng bộ	44
1.1. Khái niệm	44
1.2. Các đại lượng định mức của máy điện không đồng bộ	44
2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ ba pha.....	45
2.1. Cấu tạo của động cơ không đồng bộ ba pha	45
2.2. Nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ ba pha	47
3. Xác định cực tính, đấu dây, vận hành động cơ	48
3.1. Phương pháp xác định các đầu dây.....	48
3.2. Đấu dây, vận hành động cơ	50
4. Tháo lắp, bảo dưỡng, sửa chữa động cơ không đồng bộ ba pha	54
4.1. Quy trình tháo, lắp động cơ.....	54
4.2. Bảo dưỡng	57
4.3. Sửa chữa động cơ không đồng bộ ba pha.....	58
5. Quán bộ dây stato động cơ không đồng bộ ba pha (Kiểu đồng khuôn bước đủ một lớp)	61
5.1. Sơ đồ dây quán stato động cơ không đồng bộ ba pha kiểu đồng khuôn	61
5.2. Quán bộ dây stato động cơ không đồng bộ ba pha	64
BÀI 4 : ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ MỘT PHA	79
1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ một pha	79
1.1. Cấu tạo	79
1.2. Nguyên lý làm việc	80
2. Phương pháp đảo chiều quay động cơ không đồng bộ một pha.....	81
3. Xác định cực tính, đấu dây, vận hành động cơ	82
3.1. Phương pháp xác định cực tính	82
3.2. Đấu dây, vận hành động cơ	83
4. Tháo lắp, bảo dưỡng và sửa chữa động cơ không đồng bộ một pha....	87
4.1. Trình tự tháo, lắp	87
4.2. Bảo dưỡng	87
4.3. Sửa chữa động cơ không đồng bộ một pha.....	88
TÀI LIỆU THAM KHẢO	91

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN MÁY ĐIỆN

Tên mô đun: Máy điện

Mã số mô đun: MĐ 25

Thời gian thực hiện mô đun: 60 giờ; (Lý thuyết: 24 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 32 giờ; Kiểm tra: 4 giờ).

I. VỊ TRÍ TÍNH CHẤT, Ý NGHĨA VÀ VAI TRÒ CỦA MÔ ĐUN:

- Vị trí: Mô đun này học sau các môn học An toàn điện, Điện kỹ thuật và mô đun Đo lường cảm biến.

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

- Ý nghĩa và vai trò của mô đun:

Máy điện là một mảng kiến thức và kỹ năng không thể thiếu được đối với bất kỳ người thợ điện và người phụ trách phần điện trong các nhà máy, xí nghiệp nói chung là điện công nghiệp.

Máy điện có mặt hầu hết trong các ngành sản xuất dùng điện, trong sinh hoạt. Vì vậy đối với người thợ cũng như cán bộ quản lý kỹ thuật cần có kiến thức cơ bản về kết cấu nguyên lý làm việc. Từ đó đưa ra phương pháp vận hành sửa chữa hợp lý.

Hơn nữa sự phát triển không ngừng của khoa học công nghệ, máy điện nói riêng và thiết bị điện nói chung ngày càng cải tiến hiện đại và phức tạp hơn, đa dạng hơn... Do đó khi biên soạn giáo trình này chúng tôi cần nhắc đến đặc điểm của ngành nghề, thời gian đào tạo. Mô đun Máy điện 1 không chỉ trang bị cho học viên những kiến thức về kết cấu nguyên lý làm việc và kỹ năng vận hành sửa chữa mà còn trang bị cho học viên kỹ năng tính toán phân tích các thông số của mạch điện, để tìm ra phương án sửa chữa vận hành hợp lý nhất.

II. MỤC TIÊU MÔ ĐUN:

- Kiến thức:

+ Mô tả được cấu tạo, phân tích nguyên lý làm việc của một máy biến áp; động cơ không đồng bộ ba pha; động cơ không đồng bộ một pha.

+ Tính toán được các thông số máy biến áp một pha công suất nhỏ.

+ Trình bày được phương pháp đảo chiều quay động cơ không đồng bộ ba pha, động cơ không đồng bộ một pha.

+ Vẽ được sơ đồ dây quấn stato của động cơ không đồng bộ ba pha.

+ Phân tích được nguyên nhân hư hỏng và biện pháp khắc phục của máy biến áp; động cơ không đồng bộ ba pha; động cơ không đồng bộ một pha.

- Kỹ năng:

+ Xác định được đầu dây máy biến áp.

+ Xác định được cực tính, đầu dây, vận hành động cơ không đồng bộ ba pha; động cơ không đồng bộ một pha.

+ Thực hiện được đảo chiều quay động cơ không đồng bộ ba pha, động cơ không đồng bộ một pha.

+ Thi công quấn được bộ dây máy biến áp một pha công suất nhỏ.

+ Quấn được dây quấn stato động cơ không đồng bộ ba pha theo số liệu có sẵn.

+ Bảo dưỡng, sửa chữa được một số hư hỏng thông thường của máy biến áp, động cơ không đồng bộ ba pha, động cơ không đồng bộ một pha

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác; phát huy tính tích cực, chủ động, sáng tạo và tư duy khoa học trong học tập và công việc.

III. NỘI DUNG MÔ ĐUN:

Số TT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra
1	Bài 1: Khái niệm chung về máy điện	5	5		
	1. Các định luật điện từ dùng trong máy điện	1	1		
	2. Định nghĩa và phân loại máy điện	1	1		
	3. Nguyên lý máy phát điện và động cơ điện	1	1		
	4. Sơ lược về các vật liệu chế tạo máy điện	1	1		
	5. Phát nóng và làm mát máy điện	1	1		
2	Bài 2: Máy biến áp	10	5	4	1
	1. Khái niệm chung	1	1		
	2. Máy biến áp một pha	3	1	2	

	3. Máy biến áp ba pha	3	1	1	1
	4. Sự làm việc song song của máy biến áp	1	1		
	5. Các máy biến áp đặc biệt	2	1	1	
3	Bài 3: Động cơ không đồng bộ ba pha	30	10	18	2
	1. Khái niệm chung về máy điện không đồng bộ	1	1		
	2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ ba pha	2	1	1	
	3. Xác định cực tính, đấu dây, vận hành động cơ	2	1	1	
	4. Tháo lắp, bảo dưỡng, sửa chữa động cơ không đồng bộ ba pha	5	2	3	
	5. Quân bộ dây stato động cơ không đồng bộ ba pha (Kiểu đồng khuôn bước đủ một lớp)	20	5	14	1
4	Bài 4: Động cơ không đồng bộ một pha	15	4	10	1
	1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ một pha	3	1	2	
	2. Phương pháp đảo chiều quay động cơ không đồng bộ một pha	2	1	1	
	3. Xác định cực tính, đấu dây, vận hành động cơ	5	1	4	
	4. Tháo lắp, bảo dưỡng và sửa chữa động cơ không đồng bộ một pha	5	1	3	1
	Cộng	60	24	32	4

BÀI 1: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐIỆN

Mã bài: MĐ 14-01

Giới thiệu:

Máy điện là máy thường gặp nhiều trong các ngành kinh tế như công nghiệp, giao thông vận tải... và trong các thiết bị điện sinh hoạt gia đình. Máy điện nghiên cứu những ứng dụng của các hiện tượng điện từ nhằm biến đổi năng lượng. Máy điện là phần tử quan trọng nhất của bất kỳ thiết bị điện nào.

Mục tiêu:

- Phát biểu được các định luật điện từ trong máy điện.
- Phân biệt được các loại máy điện.
- Phân tích được nguyên lý hoạt động của máy phát và động cơ điện.
- Giải thích được quá trình phát nóng và làm mát của máy điện.
- Phát huy tính tích cực, chủ động, cẩn thận trong công việc.

Nội dung chính:

1. Các định luật điện từ dùng trong máy điện

1.1. Lực điện từ

Khi thanh dẫn mang dòng điện đặt thẳng vuông góc với đường sức từ trường (đó là trường hợp thường gặp trong động cơ điện), thanh dẫn sẽ chịu một lực điện từ tác dụng vuông góc có trị số là:

$$F_{dt} = B.I.l$$

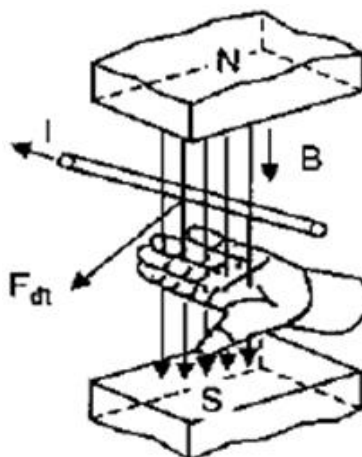
Trong đó: B - từ cảm đo bằng T;

I - dòng điện đo bằng A (ampe);

l - chiều dài hiệu dụng của thanh dẫn đo bằng m;

F_{dt} - Lực điện từ đo bằng N (Niuton).

- Chiều lực điện từ được xác định theo quy tắc bàn tay trái (hình 1-1)



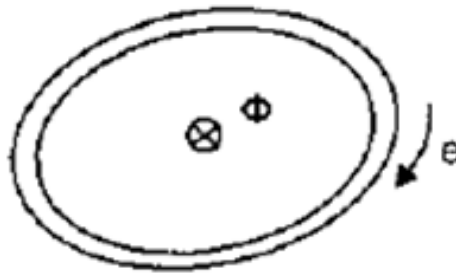
Hình 1-1: Xác định lực điện từ theo quy tắc bàn tay trái

1.2. Hiện tượng cảm ứng điện từ

Trường hợp từ thông (ϕ) biến thiên xuyên qua vòng dây:

Khi từ thông (ϕ) biến thiên xuyên qua vòng dây dẫn, trong vòng dây sẽ cảm ứng sức điện động, nếu chọn chiều sức điện động cảm ứng phù hợp với chiều của từ thông theo quy tắc vắn nút chai (hình 1-2), sức điện động cảm ứng trong một vòng dây được viết theo công thức Macxoen như sau:

$$e = - \frac{d\phi}{dt}$$



Hình 1-2: Xác định sức điện động cảm ứng theo quy tắc vắn nút chai

Dấu $\otimes$ trên hình vẽ chỉ chiều từ thông đi từ ngoài vào trong, nếu cuộn dây có W vòng, sức điện động cảm ứng của cuộn dây sẽ là:

$$e = - \frac{Wd\phi}{dt} = - \frac{d\psi}{dt}$$

Trong đó:

$\psi = W\phi$ gọi là từ thông móc vòng của cuộn dây.

Đơn vị đo của từ thông là Wb (vebe);

Sức điện động đo bằng vôn.

1.3. Sức điện động cảm ứng khi dây dẫn chuyển động cắt từ trường

Trường hợp thanh dẫn chuyển động trong từ trường: Khi thanh dẫn chuyển động thẳng vuông góc với đường sức từ trường (đó là trường hợp thường gặp trong máy phát điện), trong thanh dẫn sẽ cảm ứng ra sức điện động e, có trị số là:

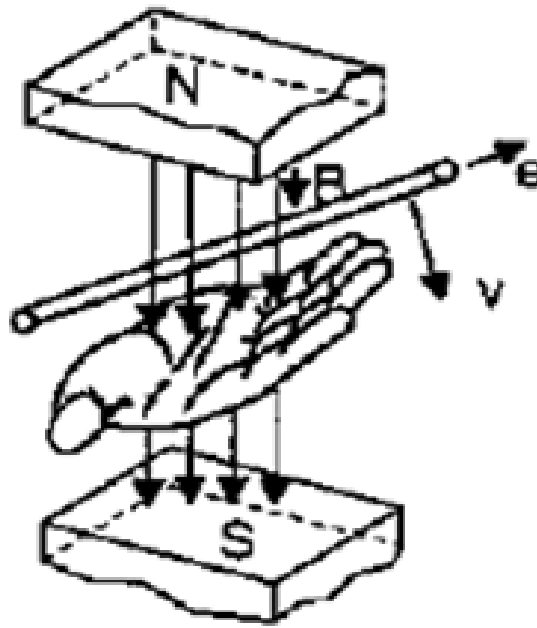
$$e = Blv$$

Trong đó: B - từ cảm đo bằng T (tesla);

l - chiều dài hiệu dụng của thanh dẫn, m

v - tốc độ của thanh dẫn đo bằng m/s.

- Chiều sức điện động được xác định theo quy tắc bàn tay phải (hình 1-3)



Hình 1-3: Xác định sức điện động cảm ứng theo quy tắc bàn tay phải

2. Định nghĩa và phân loại máy điện

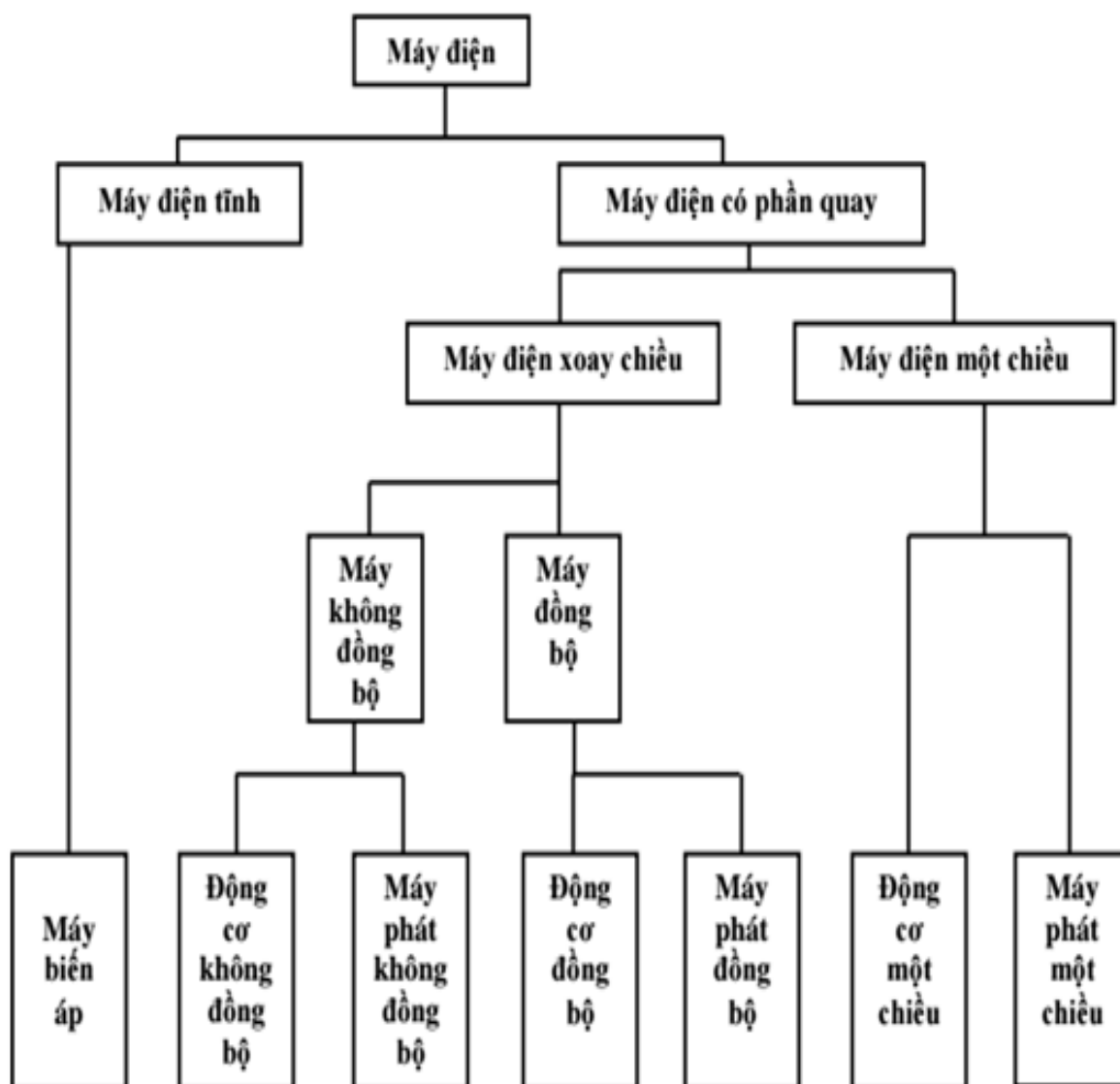
2.1. Định nghĩa

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

2.2. Phân loại

Máy điện có nhiều loại được phân theo nhiều cách khác nhau, ví dụ phân loại theo công suất, theo cấu tạo, theo chức năng, theo loại dòng điện, theo nguyên lý làm việc....

Theo nguyên lý biến đổi năng lượng máy điện được phân loại thành máy điện tĩnh và máy điện quay. Cụ thể như sau:



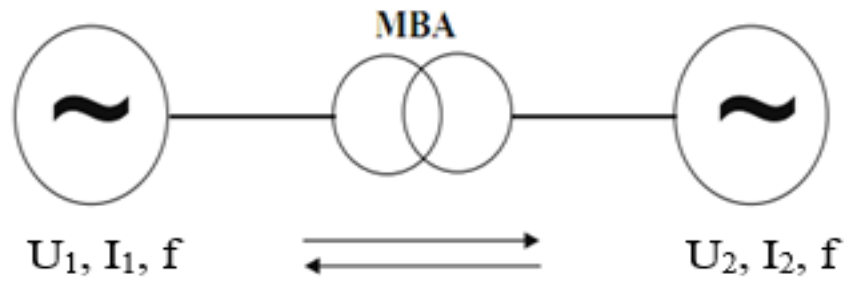
Hình 1-4: Phân loại máy điện

2.2.1. Máy điện tĩnh

Thường gặp đó là máy biến áp, làm việc dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ do sự biến thiên từ thông giữa các cuộn dây không có chuyển động tương đối với nhau.

Máy điện tĩnh thường dùng để biến đổi thông số điện năng, do tính chất thuận nghịch của các quy luật cảm ứng điện từ, quá trình biến đổi có tính chất thuận nghịch.

Ví dụ: Máy biến áp biến đổi điện năng có thông số U_1, I_1, f thành điện năng có thông số U_2, I_2, f , hoặc ngược lại biến đổi hệ thống điện U_2, I_2, f thành hệ thống điện U_1, I_1, f (hình 1-5).



Hình 1-5: Biến đổi điện năng của máy biến áp

2.2.2. Máy điện quay

Nguyên lý làm việc dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, lực điện từ do từ trường và dòng điện các cuộn dây có chuyển động tương đối với nhau gây ra. Loại máy điện này thường dùng để biến đổi điện năng thành cơ năng (động cơ điện) hoặc cơ năng thành điện năng (máy phát điện). Quá trình biến đổi có tính thuận nghịch nghĩa là máy điện có thể làm việc ở hai chế độ máy phát điện và động cơ điện.

3. Nguyên lý máy phát điện và động cơ điện

Máy điện có tính thuận nghịch, nghĩa là có thể làm việc ở chế độ máy phát điện hoặc động cơ điện..

3.1. Nguyên lý máy phát điện

Cho cơ năng của động cơ sơ cấp tác dụng vào thanh dẫn một lực cơ học $F_{cơ}$ thanh dẫn sẽ chuyển động với tốc độ v trong từ trường của nam châm N-S (hình 1-6) trong thanh dẫn sẽ cảm ứng sức điện động e . Nếu nối vào hai cực của thanh dẫn điện trở R của tải, dòng điện I chạy trong thanh dẫn cung cấp điện cho tải. Nếu bỏ qua điện trở của thanh dẫn, điện áp đặt vào tải $u = e$. Công suất điện máy phát cung cấp cho tải là $P_d = ui = ei$

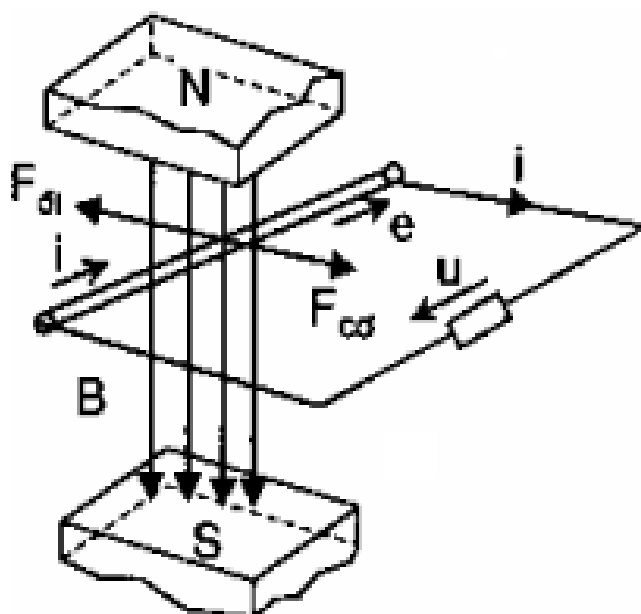
Dòng điện i nằm trong từ trường sẽ chịu tác dụng của lực điện từ $F_{đt} = Bil$ có chiều như hình 1-6

Khi máy quay với tốc độ không đổi lực điện từ sẽ cân bằng với lực cơ của động cơ sơ cấp:

$$F_{cơ} = F_{đt}$$

$$\text{Nhân 2 vế với } v \text{ ta có: } F_{cơ}v = F_{đt}v = Bilv = ei$$

Như vậy công suất của động cơ sơ cấp $P_{cơ} = F_{cơ}v$ đã được biến đổi thành công suất điện $P_d = ei$ nghĩa là cơ năng biến thành điện năng.

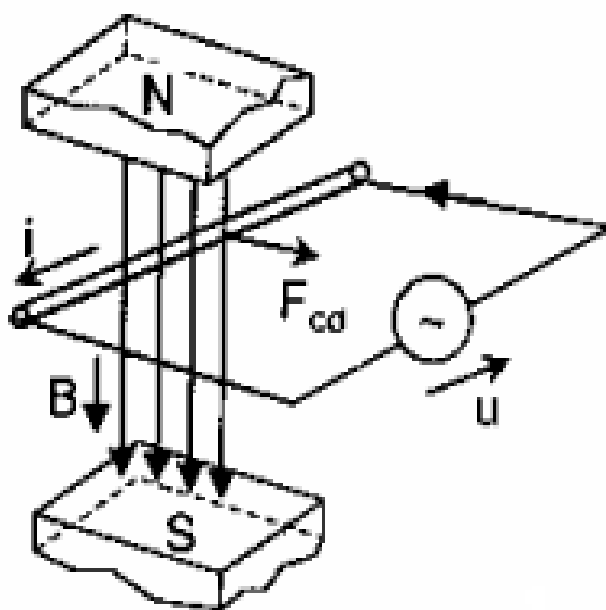


Hình 1-6: Nguyên lý máy phát điện

3.2. Nguyên lý động cơ điện

Cung cấp điện cho máy phát điện, điện áp U của nguồn điện sẽ gây ra dòng điện i trong thanh dẫn. Dưới tác dụng của từ trường sẽ có lực điện từ $F_{đt} = B.i.l$ tác dụng lên thanh dẫn làm thanh dẫn chuyển động với tốc độ v có chiều như hình 1-7.

Như vậy công suất điện $P_d = ui$ đưa vào động cơ đã được biến thành công suất cơ $P_{cơ} = F_{đt}v$ trên trục động cơ. Điện năng đã được biến đổi thành cơ năng. Ta nhận thấy cùng 1 thiết bị điện từ tùy theo năng lượng đưa vào mà máy điện có thể làm việc ở chế độ động cơ hoặc máy phát điện. Mọi loại máy điện đều có tính chất thuận nghịch.



Hình 1-7: Nguyên lý động cơ điện

4. Sơ lược về các vật liệu chế tạo máy điện

Vật liệu chế tạo máy điện gồm: vật liệu dẫn điện, vật liệu dẫn từ, vật liệu cách điện và vật liệu kết cấu.

4.1. Vật liệu dẫn điện

Vật liệu dẫn điện dùng để chế tạo các bộ phận dẫn điện. Vật liệu dẫn điện dùng trong máy điện tốt nhất là đồng vì chúng không đắt lắm và còn có điện trở suất nhỏ. Ngoài ra còn dùng nhôm và các hợp kim khác như đồng thau, đồng photpho.

Để chế tạo dây quấn người ta thường dùng đồng, đôi khi cả nhôm và được cách điện với nhau bằng vật liệu cách điện như sợi vải, sợi thủy tinh, giấy nhựa hóa học, sợi e may. Với các máy điện công suất nhỏ và trung bình, điện áp dưới 700V thường dùng dây e may vì lớp cách điện mỏng đạt độ bền yêu cầu đối với các bộ phận khác nhau như vành đổi chiều, lồng sóc hoặc vành trượt, ngoài đồng, nhôm người ta còn dùng cả hợp kim của đồng, hợp kim của nhôm, hoặc có chỗ dùng cả thép để tăng độ bền cơ học và giảm kim loại màu.

4.2. Vật liệu dẫn từ

Vật liệu dẫn từ dùng để chế tạo các bộ phận của mạch từ, người ta dùng các vật liệu sắt từ để làm mạch từ, thép lá kỹ thuật điện, thép lá thường, thép đúc, thép rèn. Gang ít khi được dùng, vì dẫn từ không tốt lắm.

Ở đoạn mạch từ có từ thông biến đổi với tần số 50Hz thường dùng thép lá kỹ thuật điện dày 0,35 – 0,5 mm, trong thành phần thép có từ 2 – 5% Si (để tăng điện trở của thép, giảm dòng điện xoáy). Ở tần số cao hơn, dùng thép lá kỹ thuật dày 0,1 – 0,2mm. Tổn hao công suất trong thép lá do hiện tượng từ trễ và dòng điện xoáy được đặc trưng bằng suất tổn hao. Thép lá kỹ thuật điện được chế tạo bằng phương pháp cán nóng và cán nguội. Hiện nay với máy biến áp và máy điện thường dùng thép cán nguội vì có độ từ thẩm cao hơn và công suất tổn hao nhỏ hơn loại cán nóng.

Ở đoạn mạch từ có từ trường không đổi thường dùng thép đúc, thép rèn hoặc thép lá.

4.3. Vật liệu cách điện

Vật liệu cách điện dùng để cách ly các bộ phận dẫn điện và không dẫn điện hoặc cách ly các bộ phận dẫn điện với nhau. Trong máy điện vật liệu cách điện thường có độ bền cách điện cao, chịu nhiệt tốt, tản nhiệt tốt, chống ẩm và bền về cơ học. Độ bền vững về nhiệt của chất cách điện bọc dây dẫn, quyết định nhiệt độ cho phép của dây dẫn và do đó quyết định tải của nó.

Nếu tính năng cao thì lớp cách điện có thể mỏng và kích thước máy giảm. Chất cách điện chủ yếu ở thể rắn, gồm 4 nhóm:

- Chất hữu cơ thiên nhiên như giấy vải lụa.
- Chất vô cơ như amiăng, mica, sợi thủy tinh.
- Các chất tổng hợp.
- Các loại men, sơn cách điện.

Chất cách điện tốt nhất là mica, song tương đối đắt nên chỉ dùng trong các máy điện có điện áp cao. Thông thường dùng các vật liệu như giấy, vải, sợi ... Chúng có độ bền cơ tốt, mềm, rẻ tiền nhưng dẫn nhiệt xấu, hút ẩm, cách điện kém. Do đó dây dẫn cách điện sợi phải được sấy tẩm để cải thiện tính năng của vật liệu cách điện.

Căn cứ vào độ bền nhiệt, vật liệu cách điện được chia ra làm nhiều loại cấp cách điện sau:

Cấp cách điện	Vật liệu	T⁰ giới hạn cho phép vật liệu (0⁰c)	T⁰ trung bình cho phép dây quấn (0⁰c)
A	Sợi Xenlulô, bông hoặc tơ tằm trong vật liệu hữu cơ lỏng	105	100
E	Vải loại màng tổng hợp	120	115
B	Amiăng, sợi thủy tinh có chất kết dính và vật liệu gốc mica	130	120
F	Amiăng, vật liệu gốc mica, sợi thủy tinh có chất kết dính và sợi tổng hợp	155	140
H	Vật liệu gốc mica, Amiăng, sợi thủy tinh phối hợp chất kết dính và tẩm silic hữu cơ	180	165

Ngoài ra còn có chất cách điện ở thể khí (không khí, hydro) hoặc thể lỏng (dầu máy biến áp).

4.4. Vật liệu kết cấu

Vật liệu kết cấu là vật liệu để chế tạo các chi tiết chịu các tác động cơ học như trục, ổ trục, vỏ máy, nắp máy. Trong máy điện, các vật liệu kết cấu thường là gang, thép lá, thép rèn, kim loại màu và hợp kim của chúng, các chất dẻo.

5. Phát nóng và làm mát máy điện

*** Phát nóng máy điện:**

Trong quá trình làm việc của máy điện luôn có tổn hao công suất (tổn hao năng lượng). Tổn hao năng lượng trong máy điện bao gồm: tổn hao sắt từ (do hiện tượng từ trễ và dòng điện xoáy) trong lõi thép; tổn hao đồng trong điện trở dây quấn; tổn hao do ma sát (máy điện quay). Tất cả tổn hao năng lượng đều biến thành nhiệt năng làm nóng máy điện.

Dưới tác động của nhiệt độ, chấn động và tác động của lí hóa khác, lớp cách điện sẽ bị lão hóa, nghĩa là mất dần các tính bền về điện, về cơ.

Thực nghiệm cho thấy khi nhiệt độ tăng quá nhiệt độ cho phép $8 - 10^{\circ}\text{C}$ thì tuổi thọ của vật liệu cách điện sẽ giảm đi $1/2$.

Ở nhiệt độ làm việc cho phép tốc độ tăng nhiệt của các phần tử không vượt quá độ tăng nhiệt cho phép, tuổi thọ trung bình của vật liệu khoảng 10 - 15 năm. Khi máy làm việc quá tải, nhiệt độ sẽ vượt quá nhiệt độ cho phép. Vì vậy, khi sử dụng máy điện cần tránh để máy quá tải.

*** Làm mát của máy điện:**

Để làm mát máy điện phải có biện pháp tản nhiệt ra ngoài 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 của không khí xung quanh hoặc của môi trường làm mát khác như dầu máy biến áp...

Thông thường vỏ máy điện được cấu tạo có các rãnh thông khí từ trong ra ngoài hoặc có các cánh tản nhiệt, hệ thống quạt gió để làm mát. Một số máy công suất lớn, thường xuyên phải hoạt động ở chế độ quá tải cho phép còn được làm mát bằng hệ thống phun sương.

Câu hỏi ôn tập

1. Các bộ phận cơ bản của máy điện gọi là gì? Chức năng của các bộ phận đó?
2. Giải thích ứng dụng của định luật cảm ứng điện từ và lực điện từ trong máy điện?
3. Giải thích nguyên lý thuận nghịch của máy điện?
4. Định luật mạch từ và phương pháp tính mạch từ?
5. Các vật liệu chính chế tạo máy điện là gì?

BÀI 2: MÁY BIẾN ÁP

Mã bài: MĐ 14-02

Giới thiệu:

Điện năng được sản xuất tại các nhà máy điện, trong thực tế các nhà máy, các hộ tiêu thụ lại cách xa nhau, không gần các nhà máy điện; hơn nữa nếu truyền tải trực tiếp từ các máy phát điện tới người dân gây tổn thất lớn. Để thuận tiện trong việc phân phối và truyền tải điện năng đi xa phù hợp với nhu cầu sử dụng và vận hành các thiết bị điện người ta sử dụng máy biến áp.

Để biến đổi điện áp của dòng điện xoay chiều từ điện áp cao xuống điện áp thấp, hoặc ngược lại từ điện áp thấp lên điện áp cao, ta dùng máy biến áp. Ngày nay do việc sử dụng điện năng phát triển rộng rãi, nên có nhiều loại máy biến áp khác nhau như: máy biến áp một pha, máy biến áp 3 pha vv... nhưng chúng làm việc dựa trên cùng một nguyên lý đó là nguyên lý cảm ứng điện từ.

Mục tiêu:

- Mô tả được cấu tạo, phân tích được nguyên lý làm việc của máy biến áp một pha và ba pha.
- Phân tích được sự làm việc song song các máy biến áp.
- Tính toán được số liệu dây quấn máy biến áp một pha công suất nhỏ.
- Phân tích được nguyên nhân hư hỏng và biện pháp khắc phục của máy biến áp.
- Xác định được đầu dây máy biến áp.
- Thi công quấn được bộ dây máy biến áp một pha công suất nhỏ.
- Sửa chữa được một số hư hỏng thông thường của máy biến áp một pha.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

Nội dung chính:

1. Khái niệm chung

1.1. Định nghĩa

Máy biến áp là một thiết bị điện từ tĩnh, làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, dùng để biến đổi điện áp của hệ thống dòng điện xoay chiều từ cấp điện áp này sang cấp điện áp khác nhưng vẫn giữ nguyên tần số f . Hệ thống điện đầu vào máy biến áp (trước lúc biến đổi) có: điện áp U_1 , dòng điện I_1 , tần số f . Hệ thống điện đầu ra của máy biến áp (sau khi biến đổi) có: điện áp U_2 , dòng điện I_2 , và tần số f .

Đầu vào của máy biến áp nối với nguồn điện, được gọi là sơ cấp. Đầu ra nối với tải gọi là thứ cấp. Các đại lượng, các thông số sơ cấp trong ký hiệu có ghi chỉ số 1, số vòng dây sơ cấp w_1 , điện áp sơ cấp U_1 , dòng điện sơ cấp I_1 , công suất sơ

cấp P_1 . Các đại lượng và thông số thứ cấp có chỉ số 2: Số vòng dây thứ cấp W_2 , điện áp thứ cấp U_2 , dòng điện thứ cấp I_2 , công suất thứ cấp P_2 .

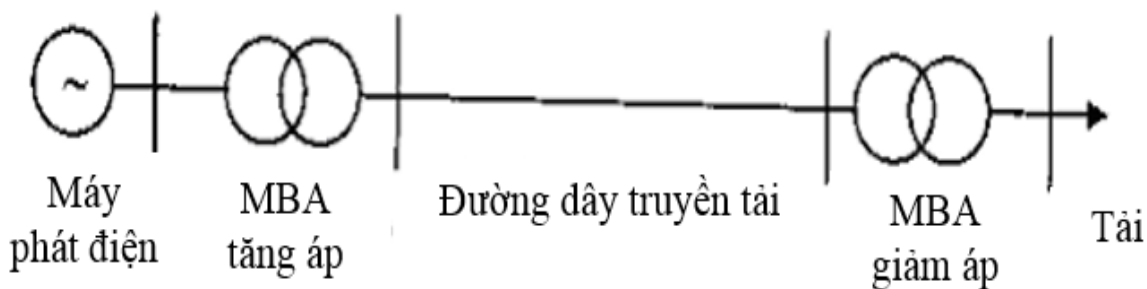
Nếu điện áp thứ cấp lớn hơn sơ cấp là máy biến áp tăng áp.

Nếu điện áp thứ cấp nhỏ hơn sơ cấp là máy biến áp giảm áp.

1.2. Công dụng của máy biến áp

Máy biến áp có vai trò quan trọng trong hệ thống điện. Nó là khâu quan trọng dùng để truyền tải và phân phối điện năng. Các nhà máy điện công suất lớn thường ở xa các khu trung tâm tiêu thụ điện (khu công nghiệp, đô thị...) vì thế cần phải xây dựng các đường dây truyền tải điện năng.

Điện áp máy phát thường là 6, 10, 36, 60 KV. Để nâng cao khả năng truyền tải và giảm tổn hao công suất trên đường dây, phải giảm dòng điện chạy trên đường dây, bằng cách nâng cao điện áp. Vì vậy ở đầu đường dây cần đặt máy biến áp tăng áp. Mặt khác điện áp của tải thường khoảng 127 V đến 500 V; động cơ công suất lớn thường 3 KV hoặc 6 KV vì vậy ở cuối đường dây cần đặt máy biến áp giảm áp (hình 2-1)



Hình 2 -1: Sơ đồ truyền tải điện năng

Ngoài ra máy biến áp còn được sử dụng trong các thiết bị lò nung, trong hàn điện, làm nguồn cho các thiết bị điện, điện tử cần nhiều cấp điện áp khác nhau, trong lĩnh vực đo lường.

1.3. Các đại lượng định mức của máy biến áp

Thông số định mức của MBA được ghi trên nhãn máy hoặc trong lý lịch máy. Là trị số quy định đối với các đại lượng điện của MBA để khi làm việc trong điều kiện làm việc bình thường được an toàn và lâu dài.

a) Điện áp định mức:

Điện áp sơ cấp định mức ký hiệu U_{1dm} , là điện áp quy định cho dây quấn sơ cấp. Điện áp thứ cấp định mức ký hiệu U_{2dm} , là điện áp quy định cho dây quấn thứ cấp khi dây quấn thứ cấp hở mạch và điện áp đặt vào phía sơ cấp là định mức. Với máy biến áp một pha điện áp định mức là điện áp pha, máy biến áp 3 pha điện áp định mức là điện áp dây.

Đơn vị điện áp ghi trên máy thường là V hoặc KV.

Khi thiết kế, chế tạo MBA, điện áp định mức (U_{dm}) sẽ quyết định số vòng dây của các cuộn dây, đảm bảo sử dụng hợp lý nhất. Đồng thời quyết định việc bố trí các cuộn dây và lựa chọn cách điện.

Nếu MBA làm việc với $U_{lv} < U_{dm}$ thì lãng phí khả năng của máy, tổn thất cao;

Nếu MBA làm việc với $U_{lv} > U_{dm}$ thì tuổi thọ của máy sẽ giảm, thậm chí có thể gây cháy máy.

b) Dòng điện định mức:

Dòng điện định mức là dòng điện đã quy định cho mỗi dây quấn của máy biến áp, ứng với công suất định mức và điện áp định mức. Đối với máy biến áp một pha dòng điện định mức là dòng điện pha; đối với máy biến áp 3 pha điện áp định mức là điện áp dây, dòng điện định mức là dòng điện dây. Đơn vị dòng điện định mức là A.

Khi thiết kế, chế tạo MBA, dòng điện định mức (I_{dm}) sẽ quyết định tiết diện của các cuộn dây, xác định tổn hao năng lượng, đảm bảo nhiệt độ làm việc không vượt quá trị số cho phép; Nếu sử dụng với $I_{lv} > I_{dm}$ thì máy sẽ phát nóng quá nhiệt độ cho phép, gây hư hỏng cách điện, thậm chí gây cháy các cuộn dây và cháy máy.

c) Công suất định mức:

Công suất định mức của máy biến áp là công suất biểu kiến định mức. Công suất định mức ký hiệu là S_{dm} đơn vị là VA, kVA.

Đối với máy biến áp một pha công suất định mức là:

$$S_{dm} = U_{2dm} \cdot I_{2dm} = U_{1dm} \cdot I_{1dm}$$

Đối với máy biến áp ba pha công suất định mức là.

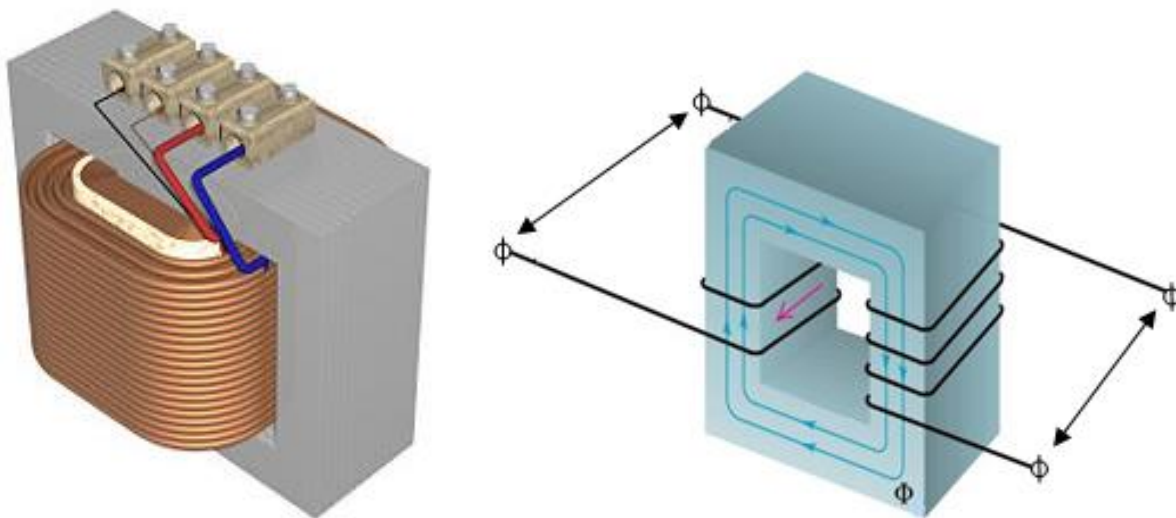
$$S_{dm} = \sqrt{3} U_{2dm} \cdot I_{2dm} = \sqrt{3} U_{1dm} \cdot I_{1dm}$$

Căn cứ vào S_{dm} để biết được khả năng truyền tải điện năng của MBA; đồng thời quyết định kích thước và tiết diện của mạch từ.

Ngoài ra trên nhãn máy còn ghi tần số định mức f_{dm} , số pha, sơ đồ nối dây, điện áp ngắn mạch, chế độ làm việc ...

2. Máy biến áp một pha

2.1. Cấu tạo



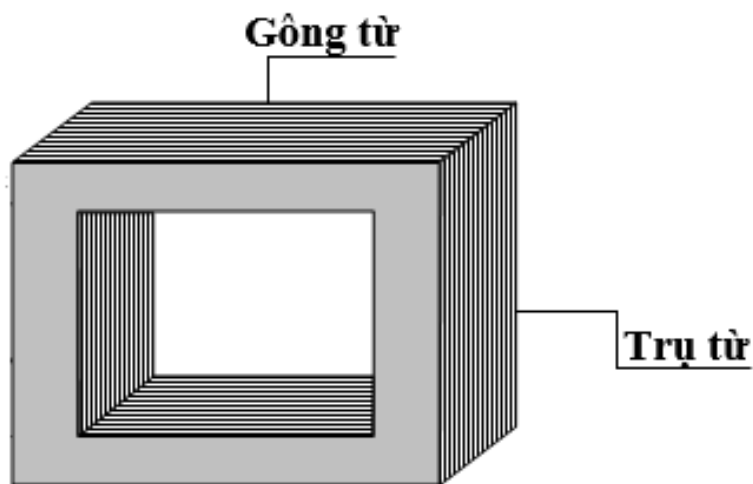
Hình 2-2: Cấu tạo máy biến áp

Về nguyên tắc cấu tạo máy biến áp gồm hai phần chính: Mạch từ và dây quấn (Có thể kiểu bọc hay kiểu lõi) Hình 2-2.

a. Mạch từ

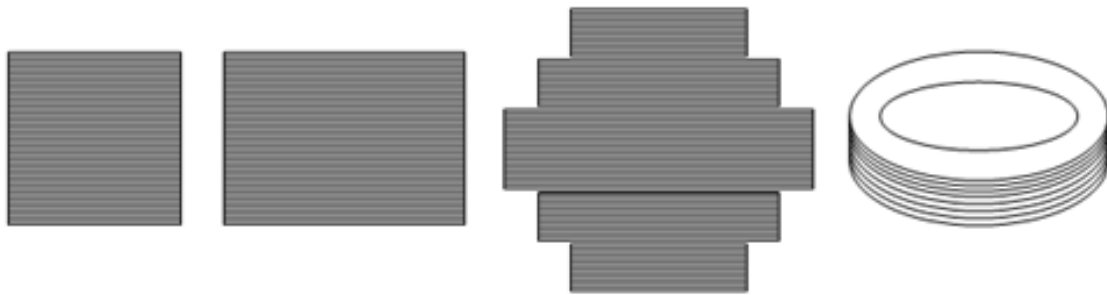
Là phần dẫn từ của máy biến áp. Mạch từ được làm bằng thép Silic cán mỏng thành lá có bề dày từ $0,35 \div 0,5$ mm, được gọi là các lá thép kỹ thuật điện.

Các lá thép được phủ sơn cách điện trên bề mặt và ghép chặt lại với nhau. Mạch từ máy biến áp gồm hai phần: Trụ từ và gông từ (hình 2-3a).



Hình 2-3a: Mạch từ máy biến áp

- Trụ từ: Là phần mạch từ trên có quấn các cuộn dây.
- Gông từ: Là phần mạch không quấn dây; gông từ hợp với trụ từ thành mạch kín gọi là mạch từ.



Hình 2-3b: Mạch từ máy biến áp theo các công suất khác nhau

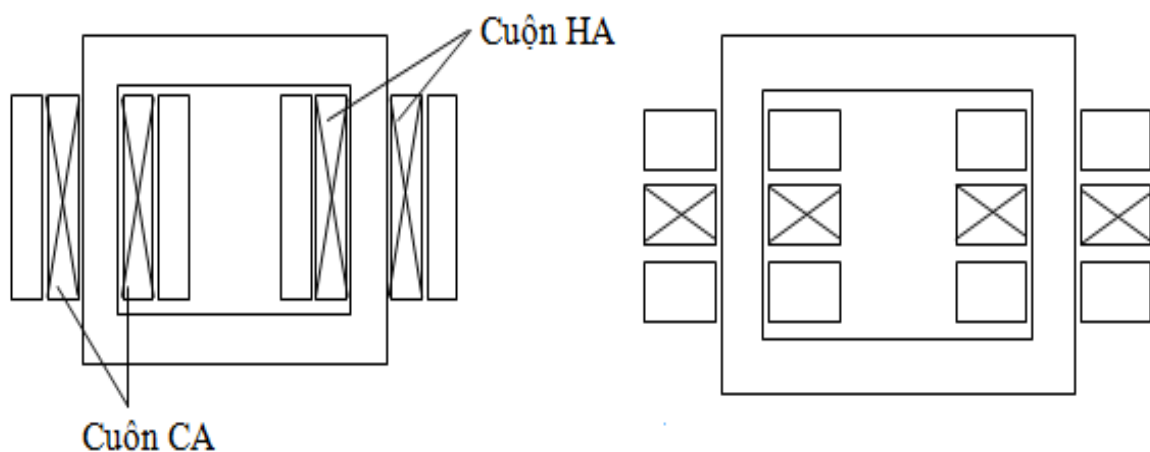
Trụ từ và gông từ có thể ghép rời hoặc ghép xen kẽ. Tùy thuộc vào công suất của máy biến áp mà tiết diện ngang của trụ từ khác nhau. Các máy biến áp công suất nhỏ tiết diện trụ từ thường có hình vuông hoặc chữ nhật; các máy biến áp công suất lớn tiết diện trụ từ thường có hình bậc thang; máy biến áp tự ngẫu mạch từ thường có dạng hình xuyến (Hình 2 – 3b).

b. Dây quấn

Là phần dẫn điện của máy biến áp. Dây quấn được làm bằng dây đồng hoặc nhôm, có tiết diện hình tròn hoặc hình chữ nhật, được bọc cách điện bằng sơn ê-may, sợi thủy tinh hoặc sợi vải bông.

Máy biến áp thông thường có hai cuộn dây: Một cuộn nhận điện áp vào gọi là cuộn sơ cấp và một cuộn lấy điện áp ra gọi là cuộn thứ cấp (thường gọi là cuộn cao áp và cuộn hạ áp); đối với các máy biến áp có ba cấp điện áp thì cuộn còn lại gọi là cuộn trung áp. Các cuộn dây máy biến áp được quấn đồng tâm, cuộn hạ áp quấn trong, cuộn cao áp quấn ngoài; có thể quấn xen kẽ dọc theo trụ từ (Hình 2 – 4).

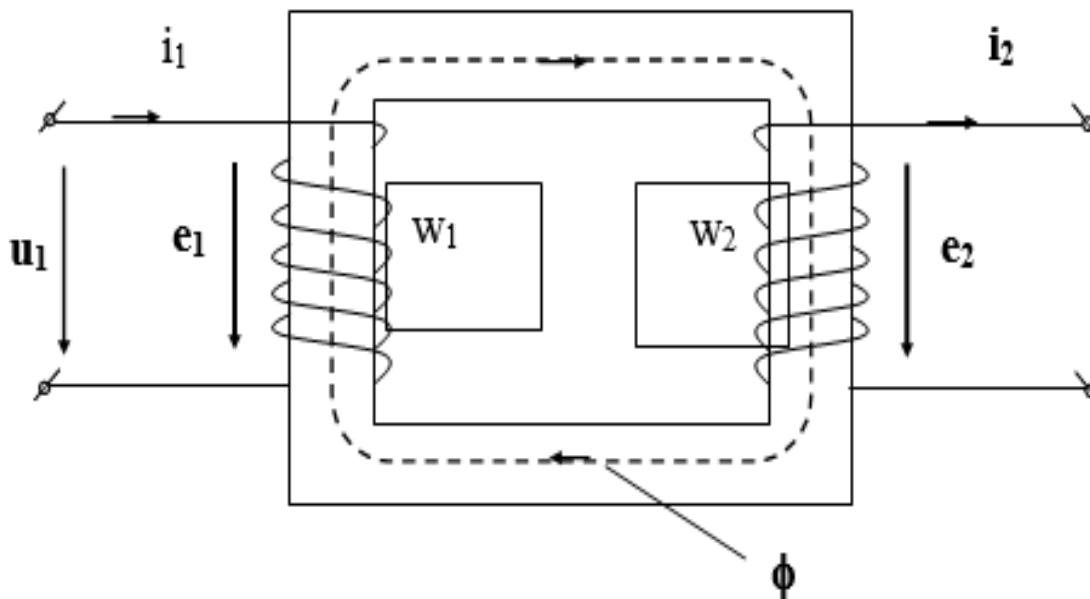
Ngoài hai phần chính được nêu trên thì máy biến áp còn có rất nhiều các bộ phận phụ khác như: Bình dầu, sứ cách điện, bộ điều chỉnh điện áp, các thiết bị bảo vệ, các thiết bị đo lường...



Hình 2-4: Cuộn dây máy biến áp

2.2. Nguyên lý làm việc

Máy biến áp làm việc dựa trên nguyên lý của hiện tượng cảm ứng điện từ.



Hình 2-5: Sơ đồ nguyên lý của máy biến áp một pha

Trên hình 2- 5 vẽ sơ đồ nguyên lý của máy biến áp một pha có 2 dây quấn W_1 và W_2 .

Khi ta nối dây quấn sơ cấp W_1 vào nguồn điện xoay chiều điện áp u_1 sẽ có dòng điện sơ cấp i_1 chạy trong dây quấn sơ cấp W_1 . Dòng điện i_1 sinh ra từ thông biến thiên chạy trong lõi thép, từ thông này móc vòng qua hai cuộn dây sơ cấp W_1 và thứ cấp W_2 được gọi là từ thông chính.

Theo định luật cảm ứng điện từ, sự biến thiên của từ thông làm cảm ứng vào dây quấn sơ cấp sức điện động là:

$$e_1 = - w_1 \frac{d\phi}{dt}$$

Và cảm ứng vào dây quấn thứ cấp sức điện động là:

$$e_2 = - w_2 \frac{d\phi}{dt}$$

Trong đó W_1 , W_2 là số vòng dây sơ cấp và thứ cấp. Khi máy biến áp không tải, dây quấn thứ cấp hở mạch, dòng điện thứ cấp $i_2 = 0$, từ thông chính trong máy chỉ do dòng sơ cấp i_1 không tải sinh ra, có giá trị bằng dòng từ hoá I_0 .

Khi máy có tải, dây quấn thứ cấp nối với tải có tổng trở tải Z_t dưới tác động của sức điện động e_2 có dòng điện thứ cấp i_2 cung cấp cho tải. Khi ấy từ thông chính do cả hai dòng sơ cấp i_1 và thứ cấp i_2 sinh ra.

Điện áp u_1 hình sin nên từ thông cũng biến thiên hình sin ta có:

$$\phi = \phi_{\max} \sin \omega t ; \text{ với } \omega = 2\pi f$$

$$e_1 = - w_1 \frac{d(\phi_{\max} \sin \omega t)}{dt} = 4,44 w_1 \phi_{\max} \sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$= E_1 \sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \quad (2.5)$$

$$e_2 = - w_2 \frac{d(\phi_{\max} \sin \omega t)}{dt} = 4,44 w_2 \phi_{\max} \sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$= E_2 \sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \quad (2.6)$$

Trong đó:

$$E_1 = 4,44 w_1 \phi_{\max}$$

$$E_2 = 4,44 w_2 \phi_{\max}$$

E_1, E_2 Là trị số hiệu dụng sức điện động sơ cấp và thứ cấp.

Nhìn công thức 2.5 và 2.6 ta thấy: Sức điện động thứ cấp và sơ cấp có cùng tần số nhưng trị số hiệu dụng khác nhau. Nếu chia E_1 cho E_2 ta có:

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} ; \quad K \text{ được gọi là hệ số biến áp}$$

Nếu bỏ qua điện trở dây quấn và từ thông tản ra ngoài không khí, có thể coi gần đúng.

Nghĩa là tỉ số điện áp sơ cấp và thứ cấp đúng bằng tỉ số vòng dây.

Đối với máy tăng áp ta có: $U_2 > U_1 ; W_2 > W_1$

Đối với máy giảm áp ta có: $U_1 > U_2 ; W_1 > W_2$

Như vậy dây quấn sơ cấp và thứ cấp không trực tiếp liên hệ với nhau về điện nhưng nhờ có từ thông chính, năng lượng được chuyển từ dây quấn sơ cấp sang thứ cấp.

Nếu bỏ qua tổn hao trong máy biến áp, có thể coi gần đúng quan hệ giữa lượng sơ cấp và thứ cấp như sau.

$$U_1 I_1 \approx U_2 I_2 \quad \text{hoặc} \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = K$$

3. Máy biến áp ba pha

3.1. Cấu tạo

Về cơ bản máy biến áp ba pha cũng gồm 2 bộ phận chính là mạch từ và dây quấn. Tuy nhiên mỗi cấp điện áp của máy biến áp ba pha có ba cuộn dây. Dây quấn sơ cấp ký hiệu bằng chữ in hoa: Pha A ký hiệu AX, pha B ký hiệu BY, pha

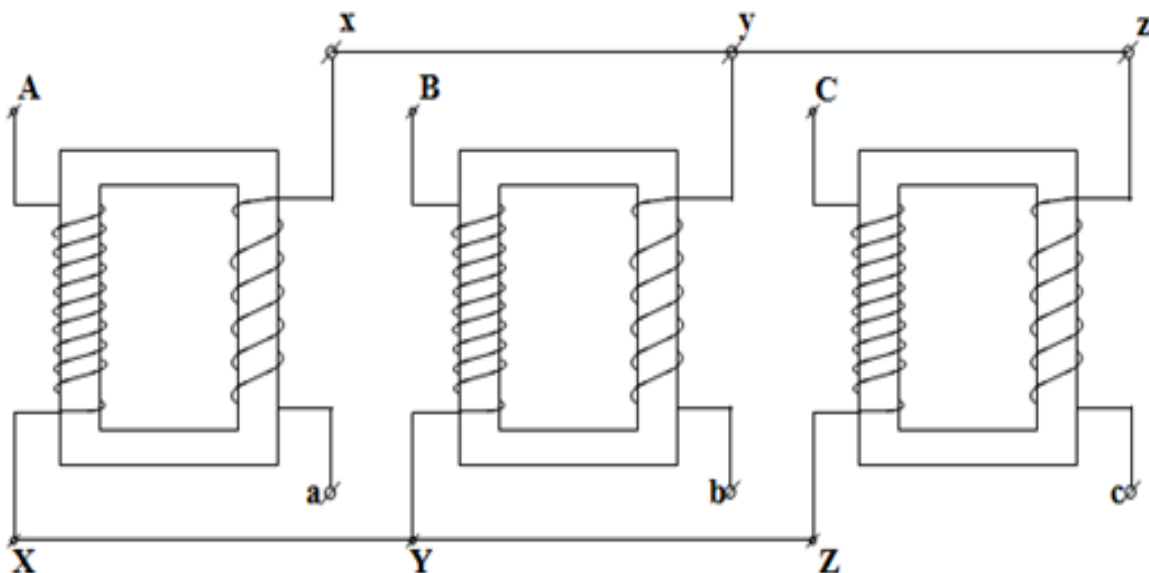
C ký hiệu CZ. Dây quấn thứ cấp thường ký hiệu bằng chữ thường: pha a là ax, pha b là by, pha c là cz. Dây quấn sơ cấp, thứ cấp có thể nối hình sao hoặc hình tam giác. Nếu sơ cấp nối hình tam giác, thứ cấp nối hình sao có dây trung tính ta ký hiệu là Δ/Y_N .



Hình 2-6: Hình ảnh máy biến áp ba pha

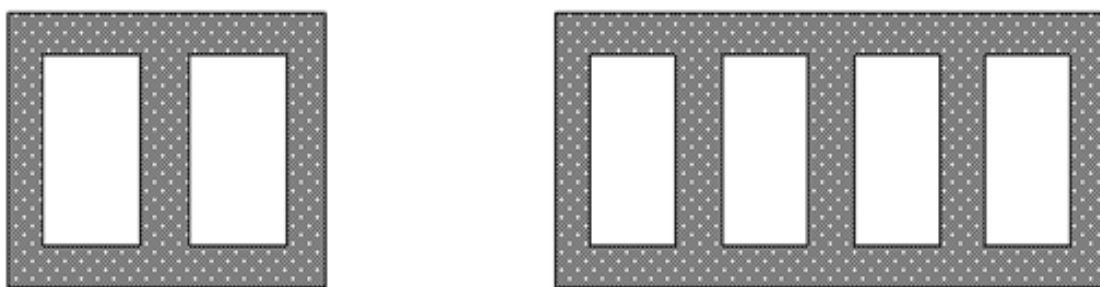
Căn cứ vào kết cấu của mạch từ người ta chia máy biến áp 3 pha thành các loại sau:

+ Máy biến áp 3 pha tổ hợp: Gồm 3 máy biến áp một pha đấu lại với nhau tạo thành máy biến áp 3 pha. Hình 2 – 7



Hình 2-7: Máy biến áp ba pha tổ hợp

+ Máy biến áp 3 pha 3 trụ và máy biến áp 3 pha 5 trụ: Hợp nhất 3 mạch từ riêng rẽ thành mạch từ chung ta được mạch từ của máy biến áp 3 pha, hình 2-8



Hình 2-8: Máy biến áp 3 pha 3 trụ và 3 pha 5 trụ

3.2. Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc của máy biến áp ba pha tương tự máy biến áp một pha, làm việc dựa trên nguyên lý của hiện tượng cảm ứng điện từ.

Gọi số vòng dây một pha phía sơ cấp là W_1 , số vòng dây một pha phía thứ cấp là W_2 tỷ số điện áp pha giữa phía sơ cấp và thứ cấp sẽ là.

$$\frac{U_{p1}}{U_{p2}} = \frac{W_1}{W_2}$$

Tỷ số điện áp dây không những chỉ phụ thuộc vào tỷ số vòng dây mà còn phụ thuộc vào cách nối dây hình sao hay hình tam giác.

3.3. Tổ nối dây của máy biến áp ba pha

Tổ nối dây máy biến áp ba pha là tổ hợp dùng để chỉ cách đấu dây sơ cấp, thứ cấp và góc lệch pha giữa sức điện động dây sơ cấp, thứ cấp.

Thông thường máy biến áp ba pha có 12 tổ nối dây.

Ví dụ: Y/ Δ - 11; Y/Y - 12

Trong đó: Y, Δ chỉ các cuộn dây máy biến áp được đấu sao, đấu tam giác; con số 11, 12 là chỉ số góc lệch pha giữa sức điện động dây sơ cấp và thứ cấp theo chiều kim đồng hồ, mỗi đơn vị là 30° .

* Ý nghĩa của tổ đấu dây

Tổ đấu dây của biến áp có một ý nghĩa hết sức quan trọng đối với việc sử dụng máy biến áp có chính xác hay không và đối với việc vận hành song song các máy biến áp, nếu đấu dây không chính xác sẽ gây nên sự cố và làm hư hỏng máy và các thiết bị điện.

* Các yếu tố phụ thuộc

Tổ đấu dây của máy biến áp phụ thuộc vào các yếu tố sau:

+ Phương thức đấu cuộn dây ba pha

+ Cực tính của cuộn sơ cấp và thứ cấp

+ Thứ tự pha khi đấu các cuộn dây

Đối với máy biến áp ba pha thì không thể thiếu một nội dung nào.

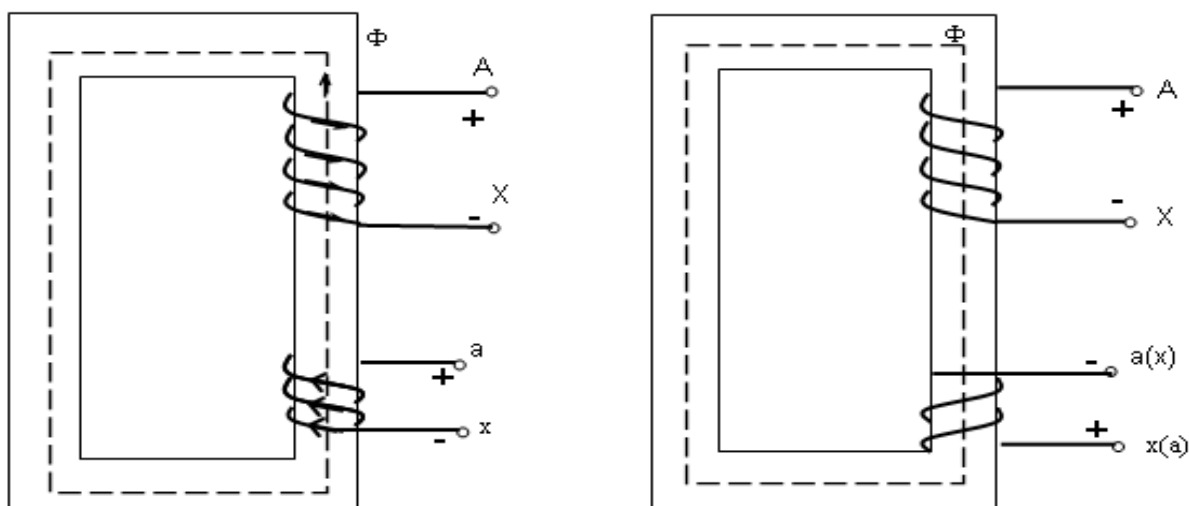
Đối với máy biến áp một pha thì nội dung của nó là cực tính của các cuộn dây.

* Cực tính của máy biến áp :

Hình 2-9 trình bày phương pháp xác định cực tính của các cuộn dây máy biến áp, ta có cuộn dây sơ cấp AX và cuộn dây thứ cấp ax, chiều quấn của hai cuộn dây như nhau, A, a là đầu đầu và X, x là đầu cuối, khi cuộn dây sơ cấp có dòng điện, nếu A dương thì a cũng dương và X âm thì x cũng âm. Vì cùng chịu tác dụng của từ thông Φ nên dùng định luật Lenxơ ta xác định được sức điện động cảm ứng ở đầu đầu của cuộn sơ cấp và thứ cấp là dương, ở đầu cuối là âm (phương pháp này gọi là phương pháp giảm cực tính)

Nếu chiều quấn của hai cuộn dây khác nhau, nhưng ký hiệu của các đầu đầu và đầu cuối như nhau.

Vì hai cuộn dây chịu tác động của từ thông Φ sản sinh ra sức điện động cảm ứng có chiều khác nhau khi ta đổi vị trí ký hiệu cho nhau thì có kết quả như trên (hình 2-9).



Hình 2-9: Phương pháp xác định cực tính của các cuộn dây máy biến áp

Tổng hợp hai trường hợp trên ta thấy nhân tố quyết định cực tính là chiều quấn của các cuộn dây và ký hiệu đầu đầu, đầu cuối.

Phương pháp đo cực tính của các cuộn dây như sau :

Ta đấu đầu đầu của cuộn thứ cấp với đầu dương của mili ampe (mA) một chiều, đấu đầu cuối của cuộn sơ cấp với cực

đương của ắc quy, đầu đầu đầu của cuộn sơ cấp với cực âm của ắc quy qua công tắc K.

Khi đóng công tắc K nếu kim chỉ cùng chiều kim đồng hồ thì chúng ta việc xác định cực tính của các cuộn dây là đúng. Nếu kim của mA chỉ ngược lại thì ta phải quy ước ngược với kim đồng hồ.

Cách xác định tổ nối dây

- Khi xác định tổ nối dây máy biến áp cần quan tâm các yếu tố sau:

- + Chiều quấn dây sơ cấp và thứ cấp (chiều sức điện động);
- + Thứ tự ký hiệu đầu dây ra;
- + Cách nối dây sơ cấp và thứ cấp.

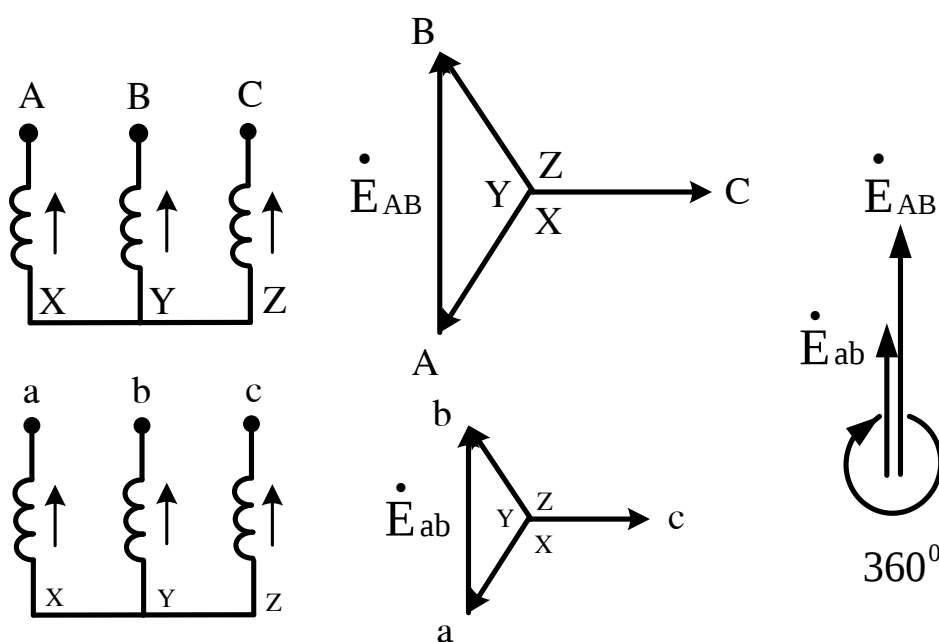
- Để xác định tổ nối dây người ta sử dụng phương pháp kim đồng hồ, xác định góc lệch pha giữa vectơ sức điện động dây sơ cấp và thứ cấp, có thể là 30° , 60° , ..., 360° . Bằng cách:

+ Vẽ vectơ sức điện động dây sơ cấp, tượng trưng cho kim dài (kim phút). Xoay véc tơ này về vị trí con số 12 của đồng hồ;

+ Vẽ vectơ sức điện động dây thứ cấp tương ứng, tượng trưng cho kim ngắn (kim giờ); Di chuyển gốc véc tơ sức điện động dây thứ cấp về trùng với gốc sức điện động dây sơ cấp.

+ Xác định góc hợp giữa véc tơ sức điện động dây sơ cấp và vectơ sức điện động dây thứ cấp theo chiều kim đồng hồ, được bao nhiêu chia cho 30° được tổ nối dây của máy biến áp.

- Ví dụ 1: Xác định tổ nối dây của máy biến áp như hình 2-10

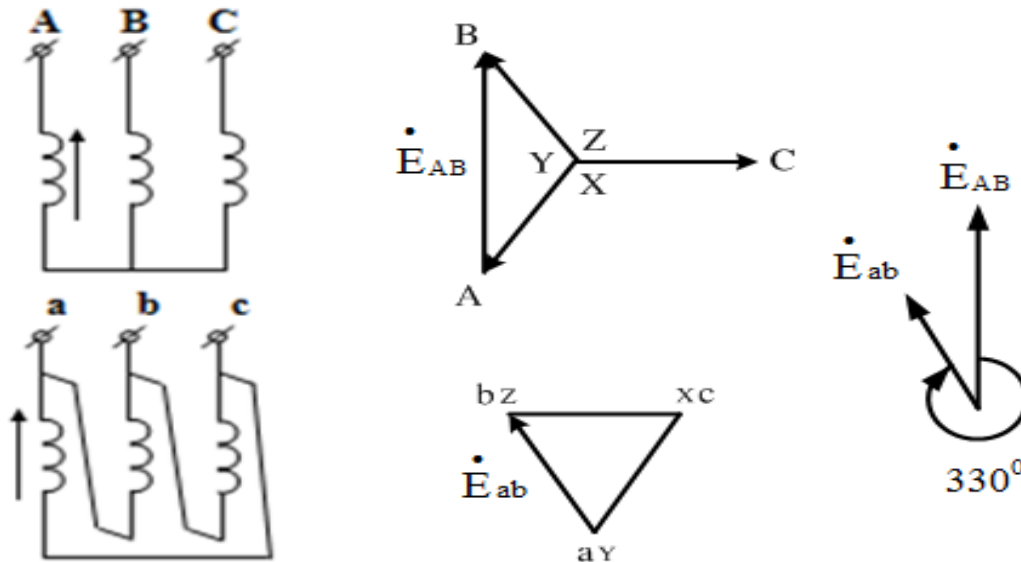


Hình 2-10: Xác định tổ nối dây máy biến áp

Từ đồ thị véctor ta thấy góc lệch pha giữa véctor sức điện động dây sơ cấp và thứ cấp là 360° . Vậy tổ nối dây là Y/Y – 12.

- Ví dụ 2: Xác định tổ nối dây của máy biến áp như hình 2-11.

Từ đồ thị véctor ta thấy góc lệch pha giữa véctor sức điện động dây sơ cấp và thứ cấp là 360° . Vậy tổ nối dây là Y/ Δ – 11.



Hình 2-11: Xác định tổ nối dây máy biến áp

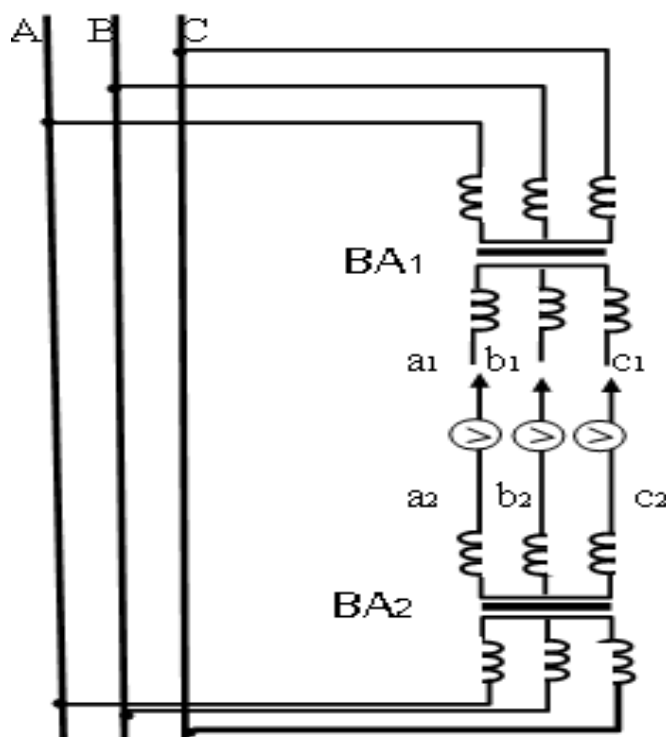
4. Sự làm việc song song của máy biến áp

4.1. Mục đích ghép song song máy biến áp

Trong các trạm biến áp, để đảm bảo các điều kiện kinh tế và kỹ thuật như tổn hao vận hành tối thiểu, liên tục truyền tải công suất khi xảy ra sự cố hay phải sửa chữa máy biến áp, người ta thường cho 2 hay nhiều máy biến áp làm việc song song.

4.2 Điều kiện để ghép song song máy biến áp ba pha có các điều kiện sau

- Điều kiện thứ nhất là tổ đấu dây của các máy biến áp phải như nhau.
- Điều kiện thứ hai là tỷ số máy biến áp phải bằng nhau.
- Điều kiện thứ ba là để đạt được sự hợp lý về mặt kỹ thuật, kinh tế, đảm bảo phụ tải phân phối hợp lý trong các máy biến áp, do đó trị số phần trăm trở kháng bằng nhau.



Hình 2-12: Ghép // 2 máy biến áp có tổ đấu dây Y/ Yo -12

4.3 Cách định pha khi ghép song song các máy biến áp

Phương pháp này chủ yếu là để kiểm nghiệm hai điều kiện ghép song song thứ nhất và ghép song song thứ hai đã nêu ở phần 1.

Hình 2-12 trình bày cách ghép song song hai máy biến áp có tổ đấu dây Y/Y₀ - 12.

Nối cuộn cao áp với nguồn điện, hai đầu cuộn dây hạ áp hở mạch (máy biến áp không có tải) các điểm trung tính đều nối đất.

Dùng vôn mét xoay chiều để đo điện áp giữa các đầu cuộn hạ áp ta được : $U_{a_1a_2}$, $U_{b_1b_2}$ và $U_{c_1c_2}$.

Nếu kết quả đo là: $U_{a_1a_2} = U_{b_1b_2} = U_{c_1c_2} = 0$ thì chứng tỏ đã thỏa mãn các điều kiện ghép thứ nhất và thứ hai, do đó có thể ghép được. Sau đó ta ngắt nguồn điện, ta nối a_1 với a_2 , b_1 với b_2 và c_1 với c_2 thì sẽ được máy biến áp ba pha vận hành song song không tải.

4.4 Ý nghĩa của trị số phần trăm điện áp trở kháng và ảnh hưởng của nó đối với ghép song song các máy biến áp

a) Điện áp trở kháng:

Trong máy biến áp, khi một cuộn dây bị ngắn mạch thì trị số điện áp đặt vào cuộn kia với một tần số định mức, đồng thời được tính đổi thành trị số tương ứng với nhiệt độ tham khảo của cuộn dây. Trị số điện áp đó gọi là điện áp trở kháng.

Nhiệt độ tham khảo đối với máy biến áp kiểu ngâm dầu là 75°C với cách điện cấp H là 115°C.

b) Trị số phần trăm trở kháng :

Khi dùng số phần trăm của điện áp định mức để biểu thị điện áp trở kháng thì gọi là trị số phần trăm điện áp trở kháng.

- Đối với máy biến áp có trị số phần trăm điện áp trở kháng nhỏ thì khả năng chịu phụ tải nhiều.

- Đối với máy biến áp có trị số phần trăm điện áp trở kháng lớn thì khả năng chịu phụ tải ít.

5. Các máy biến áp đặc biệt

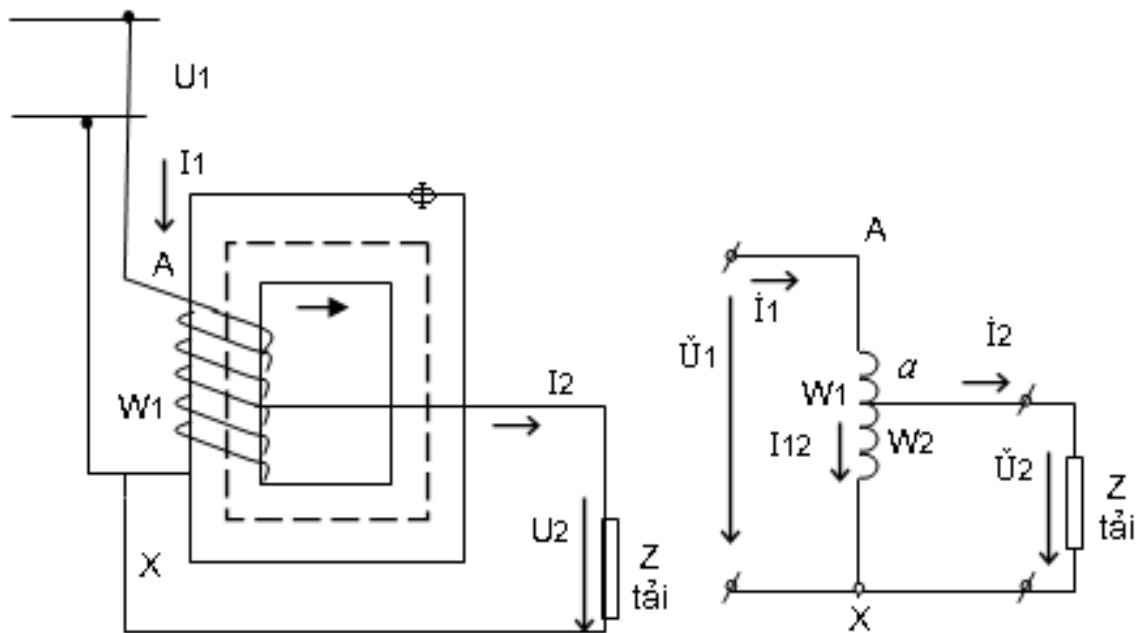
5.1. Máy biến áp tự ngẫu

a) Cấu tạo

Cũng giống như máy biến áp cách ly, máy biến áp tự ngẫu gồm có mạch từ và cuộn dây.



Hình 2-13: Máy biến áp tự ngẫu



Hình 2-14: Cấu tạo (a) và sơ đồ (b) máy tự biến áp

Phần mạch từ được làm bằng những lá thép kỹ thuật điện ghép lại với nhau, giữa các lá thép có quét sơn cách điện.

Phần cuộn dây chỉ có một cuộn, trong đó một phần của cuộn dây cao áp và một phần của cuộn dây hạ áp.

Hình 2-14a trình bày cấu tạo cơ bản của máy biến áp tự ngẫu.

Đặc điểm của máy biến áp tự ngẫu là cuộn dây cao áp và hạ áp được nối thông với nhau về điện.

b) Nguyên lý làm việc

Sau khi đặt điện áp xoay chiều U_1 vào hai đầu cuộn dây AX thì trong lõi thép sản sinh ra từ thông biến đổi, do đó sức điện động cảm ứng trong cuộn dây W_1 là:

$$E_1 = 4,44 W_1 \cdot f \cdot \Phi_{\max}$$

Sức điện động cảm ứng trong cuộn dây W_2 sẽ là: $E_2 = 4,44 W_2 \cdot f \cdot \Phi_{\max}$

Do đó :

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

Nếu bỏ qua không tính độ sụt áp trong cuộn dây thì: $U_1 \approx E_1$ và $U_2 \approx E_2$

Nên :

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{W_1}{W_2}$$

Do vậy ta thấy chỉ cần chọn số vòng dây W_2 một cách thích đáng thì ta được điện áp U_2 cần thiết trong mạch thứ cấp.

c) Ưu điểm và nhược điểm

- Ưu điểm

Cấu tạo đơn giản, tiết kiệm được đồng, hiệu suất cao hơn các máy biến áp thường.

- Nhược điểm

Vì mạch điện cao áp và hạ áp được trực tiếp liên hệ về điện nên cách điện của cuộn cao áp và hạ áp phải dùng loại cùng cấp. Nguy hiểm cho người vận hành.

Các máy biến áp tự ngẫu ở phía hạ áp có công suất nhỏ thì đầu phân áp của cuộn dây hạ áp thường làm bằng đầu tiếp xúc có thể trượt tự do theo cuộn dây, do đó có thể điều chỉnh điện áp ở phía hạ áp một cách dễ dàng, nhẹ nhàng, linh hoạt. Loại máy biến áp này được gọi là máy điều chỉnh điện áp tự ngẫu.

Theo quy định về an toàn thì không được dùng máy biến áp tự ngẫu làm máy biến áp đèn di động.

Đối với máy biến áp đèn di động thì nhất thiết phải dùng loại có cuộn dây cao áp và hạ áp không liên hệ với nhau về điện.

5.2. Máy biến áp đo lường

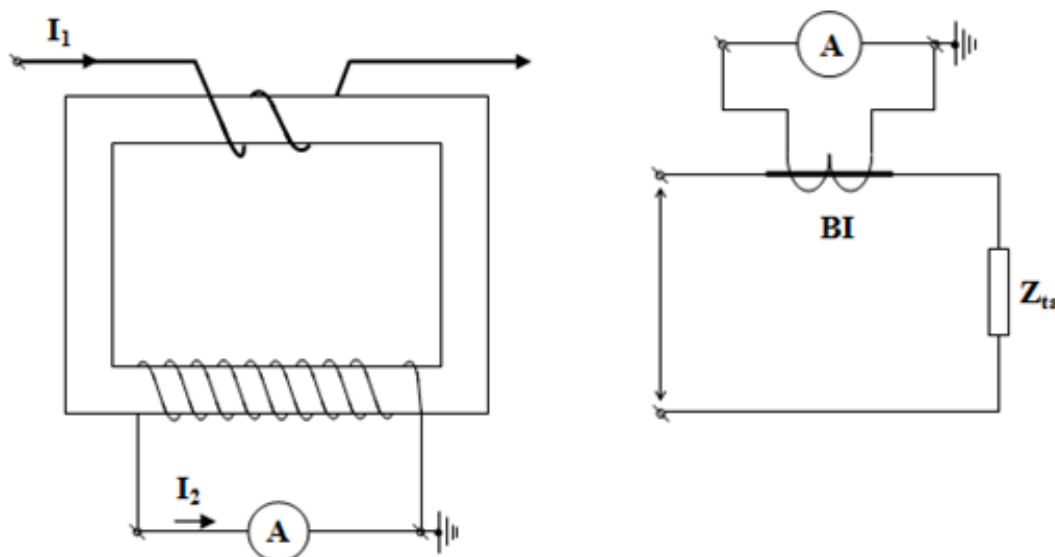
Máy biến áp đo lường gồm hai loại, máy biến điện áp và máy biến dòng điện. Được dùng để biến đổi điện áp, dòng điện có trị số cao thành những lượng nhỏ đo được bằng dụng cụ đo tiêu chuẩn ($0 \div 100V$ hoặc $0 \div 5A$) hoặc dùng trong mạch bảo vệ.

5.2.1. Máy biến Dòng điện: BI

+ Máy biến dòng điện làm nhiệm vụ mở rộng giới hạn đo dòng điện cho các dụng cụ đo điện, cung cấp nguồn cho các cuộn dòng điện của các thiết bị điện khác (Role, áp tô mát...)



Hình 2-15: Hình dạng máy biến dòng



Hình 2-16: Cấu tạo máy biến dòng

+ Về cơ bản máy biến dòng điện giống các máy biến áp hai dây quấn thông thường, gồm 2 phần chính: mạch từ và dây quấn (Hình 2 -16).

Dây sơ cấp được mắc nối tiếp với lưới điện, có số vòng ít, đôi khi chỉ có một vòng; dây quấn thứ cấp có số vòng nhiều, được thiết kế sao cho $I_{2\text{đm}}$ không vượt quá 5A, hai đầu cuộn thứ cấp được nối với đồng hồ Ampe mét hoặc cuộn dòng điện của các thiết bị điện khác.

+ Máy biến dòng điện luôn làm việc ở trạng thái gần như ngắn mạch, vì tổng trở của Ampe mét và các cuộn dòng điện của các thiết bị điện khác rất nhỏ.

+ Tỷ số biến dòng điện: $k_I = \frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1} \Rightarrow I_1 = k_I I_2;$

+ Khi sử dụng máy biến dòng điện, thứ cấp phải được nối đất để đảm bảo an toàn cho người và thiết bị; tuyệt đối không được hở mạch cuộn thứ cấp, vì như vậy dòng từ hoá rất lớn ($I_0=I_1$), lõi thép bão hoà nghiêm trọng sẽ nóng lên và làm cháy dây quấn, mặt khác khi bão hoà từ thông bằng đầu sẽ sinh ra sức điện động nhọn đầu, do đó ở dây quấn thứ cấp xuất hiện điện áp cao hàng nghìn vôn, không an toàn cho người sử dụng.

+ Máy biến dòng điện còn được dùng để chế tạo kìm đo điện, được gọi là Ampe kìm. Được dùng để đo, kiểm tra các thông số của mạch điện như: Dòng điện, điện áp, điện trở (Đo lường điện).

Ampe kìm gồm một máy biến dòng có lắp sẵn cơ cấu đo vào cuộn thứ cấp, cuộn sơ cấp là dây dẫn có dòng điện cần đo. Khi đo dòng điện, đưa dây dẫn có dòng điện cần đo vào trong lòng mạch từ. Trị số dòng điện cần đo được hiển thị trên đồng hồ đo (Hình 2-17).



Hình 2-17: Ampe kìm

5.2.2. Máy biến Điện áp: BU

+ Máy biến điện áp làm nhiệm vụ mở rộng giới hạn đo điện áp cho các dụng cụ đo điện, cung cấp nguồn cho các cuộn điện áp của các thiết bị điện khác (Role, áp tô mát...).

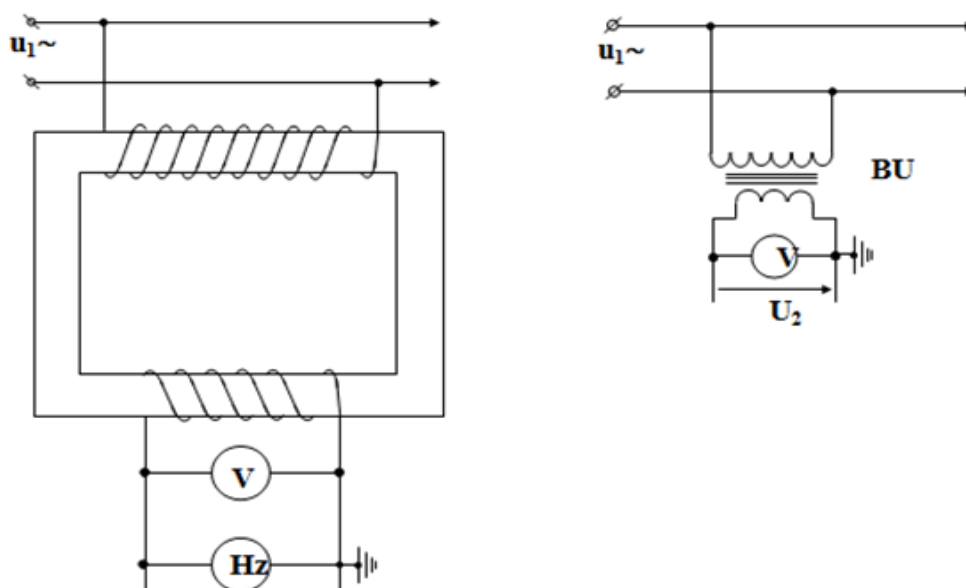
+ Về cơ bản máy biến điện áp giống các máy biến áp hai dây quấn thông thường, gồm 2 phần chính: mạch từ và dây quấn.

Dây quấn sơ cấp có số vòng nhiều, được đặt vào điện áp lưới; dây quấn thứ cấp có số vòng ít, được thiết kế sao cho điện áp thứ cấp không vượt quá 100V. Hai đầu cuộn thứ cấp được nối với đồng hồ Vôn mét hoặc cuộn điện áp của các thiết bị điện khác (Hình 2-19).

+ Máy biến điện áp luôn làm việc ở trạng thái gần như hở mạch, vì tổng trở của đồng hồ Vôn mét và các cuộn điện áp của các thiết bị điện khác rất lớn.



Hình 2-18: Máy biến điện áp BU



Hình 2-19: Cấu tạo máy biến điện áp BU

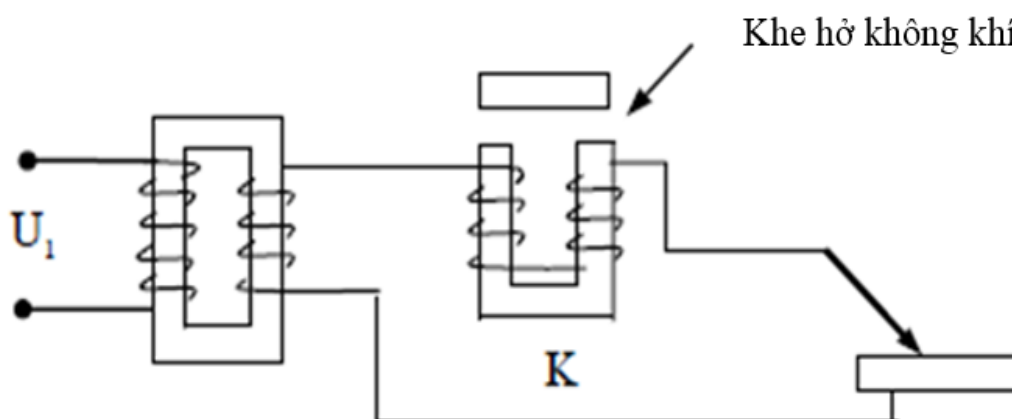
$$\text{Tỷ số biến điện áp: } k_U = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} \Rightarrow U_1 = k_U U_2$$

+ Khi sử dụng máy biến điện áp, thứ cấp phải được nối đất để đảm bảo an toàn cho người và thiết bị; tuyệt đối không được để ngắn mạch cuộn thứ cấp vì như vậy tương đương với ngắn mạch cuộn sơ cấp, nghĩa là gây sự cố ngắn mạch lưới điện rất nguy hiểm.

5.3. Máy biến áp hàn hồ quang

Là loại máy biến áp đặc biệt dùng để hàn bằng phương pháp hồ quang điện.

Máy được chế tạo có điện kháng tản lớn và cuộn thứ cấp nối với kháng điện ngoài để hạn chế dòng điện hàn. Vì thế đường đặc tính hàn rất dốc, phù hợp với yêu cầu hàn điện (Hình 2 – 20).



Hình 2-20: Máy biến áp hàn hồ quang

Cuộn sơ cấp nối với nguồn điện. Một đầu cuộn thứ cấp nối với kháng điện rồi nối tới que hàn, đầu còn lại nối tới kim loại cần hàn.

Máy biến áp hàn hồ quang làm việc ở chế độ ngắn mạch ngắn hạn. Điện áp thứ cấp định mức của máy thường từ 60-70V.

Khi dí que hàn vào kim loại hàn, sẽ có dòng điện lớn chạy qua làm nóng điểm tiếp xúc. Khi nhấc que hàn lên khỏi kim loại hàn một khoảng nhỏ, vì cường độ dòng điện lớn làm ion hóa chất khí, sinh hồ quang và tỏa nhiệt (khoảng 3000°C) làm nóng chảy kim loại hàn.

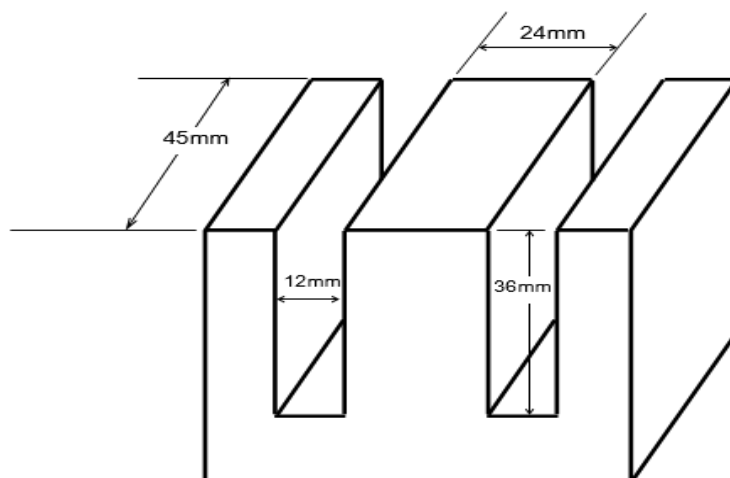
Để điều chỉnh dòng điện hàn, có thể điều chỉnh số vòng dây của dây quấn thứ cấp hoặc điều chỉnh điện kháng ngoài bằng cách điều chỉnh khe hở không khí của lõi thép.

Câu hỏi:

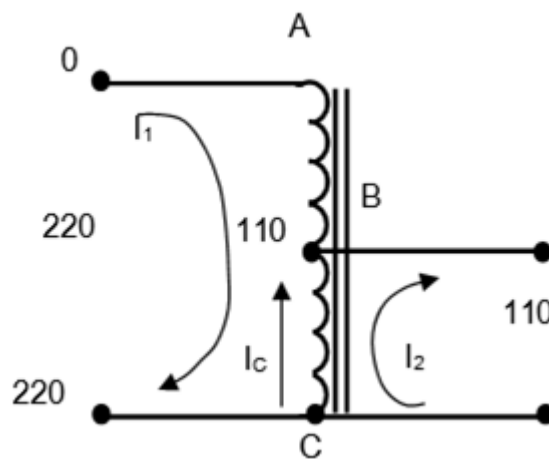
1. Trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy biến áp?
2. Điều kiện làm việc song song của máy biến áp?
3. Cách xác định thông số máy biến áp bằng số liệu kỹ thuật?
4. Trình bày cấu tạo, nguyên lý và cách mắc máy biến áp đo lường?
5. Trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy biến áp hàn?
6. Phân tích cách xác định đầu dây máy biến áp?

Bài tập:

1. Tính toán dây quấn máy biến áp sử dụng với nguồn điện $U_1 = 110V$, phần thứ cấp có $U_2 = 15V$, $I_2 = 5A$. Kích thước mạch từ như hình vẽ, có bề dày lá sắt $e_{fe} = 0,35 \text{ mm}$, $B = 1,2 \text{ Wb/m}^2$, hiệu suất $\eta = 0,85$, chọn dây đồng tráng emay.



2. Xác định các thông số của máy biến áp tự ngẫu 110V/220V; $S=500\text{VA}$



BÀI 3: ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

Mã bài: MĐ 14-03

Giới thiệu

Động cơ không đồng bộ là động cơ điện hoạt động với tốc độ quay của rô to chậm hơn so với tốc độ quay của từ trường Stato. Ta thường gặp động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc vì đặc tính hoạt động của nó tốt hơn dạng dây quấn.

Stato được quấn các cuộn dây lệch nhau về không gian (thường là 3 cuộn dây lệch nhau góc 120°). Khi cấp điện áp 3 pha vào dây quấn, trong lòng Stato xuất hiện từ trường F_s quay tròn với tần số $S=60f/p$, với p là số cặp cực của dây quấn Stato, f là tần số.

Từ trường này móc vòng qua rô to và gây điện áp cảm ứng trên các thanh dẫn lồng sóc của rô to. Điện áp này gây dòng điện ngắn mạch chạy trong các thanh dẫn. Trong miền từ trường do Stato tạo ra, dòng điện I gây ra một từ trường F_r (từ trường cảm ứng của rô to), tương tác giữa F_r và F_s gây ra mômen kéo rô to chuyển động theo từ trường quay F_s của Stato.

Mục tiêu:

- Mô tả được cấu tạo, phân tích được nguyên lý làm việc động cơ không đồng bộ ba pha.
- Tính toán, vẽ được sơ đồ trải bộ dây stato của động cơ không đồng bộ ba pha.
- Trình bày được phương pháp đảo chiều quay động cơ không đồng bộ ba pha.
- Phân tích được nguyên nhân hư hỏng và biện pháp khắc phục của động cơ không đồng bộ ba pha.
- Xác định được cực tính, đấu dây, vận hành động cơ không đồng bộ ba pha. Thực hiện được đảo chiều quay động cơ không đồng bộ ba pha.
- Tháo lắp, bảo dưỡng và sửa chữa được những hư hỏng thông thường của động cơ không đồng bộ ba pha đảm bảo máy hoạt động tốt theo đúng tiêu chuẩn về điện.
- Quấn được bộ dây stato động cơ không đồng bộ ba pha.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

Nội dung chính:

1. Khái niệm chung về máy điện không đồng bộ

1.1. Khái niệm

Máy điện không đồng bộ là loại máy điện xoay chiều làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ có tốc độ quay của rôto (tốc độ máy) nhỏ hơn tốc độ đồng bộ (tốc độ từ trường) $n_2 < n_1 = \frac{60f}{p}$

Máy điện không đồng bộ có 2 dây quấn, dây quấn Stato (sơ cấp) nối với lưới điện tần số không đổi f_1 ; dây quấn rôto (thứ cấp) được nối ngắn mạch hoặc khép kín trên điện trở. Dòng điện trên dây quấn rôto được sinh ra nhờ sức điện động cảm ứng có tần số f_2 phụ thuộc vào tốc độ và kết cấu của rôto, nghĩa là phụ thuộc vào tải trên trục của máy.

Động cơ điện KĐB có công suất lớn trên 600W thường là loại 3 pha có 3 dây quấn làm việc, trục các dây quấn lệch nhau trong không gian một góc 120° điện. Các động cơ công suất nhỏ dưới 600W thường là động cơ 1 pha, có 1 dây quấn làm việc.

Máy điện không đồng bộ có tính thuận nghịch, có thể làm việc ở chế độ động cơ điện và máy phát điện nhưng chủ yếu dùng làm động cơ điện.

+ Động cơ điện: dùng trong công nghiệp để làm nguồn động lực cho các máy cán thép, máy công cụ. Trong hầm mỏ dùng làm máy tời, quạt gió. Trong nông nghiệp dùng làm máy bơm, máy gia công nông phẩm (máy sát gạo, máy băm rau...). Trong đời sống sinh hoạt dùng làm quạt gió, máy quay đĩa, động cơ trong tủ lạnh, máy giặt...

+ Máy phát điện không đồng bộ ít được sử dụng, chỉ dùng trong vài trường hợp như trong quá trình điện khí hóa nông thôn cần nguồn điện phụ hay tạm thời.

1.2. Các đại lượng định mức của máy điện không đồng bộ

Công suất có ích trên trục: P_{dm}

Điện áp dây stato: U_{1dm}

Dòng điện dây stato: I_{1dm}

Tần số dòng điện stato: f

Tốc độ quay rôto: n_{dm}

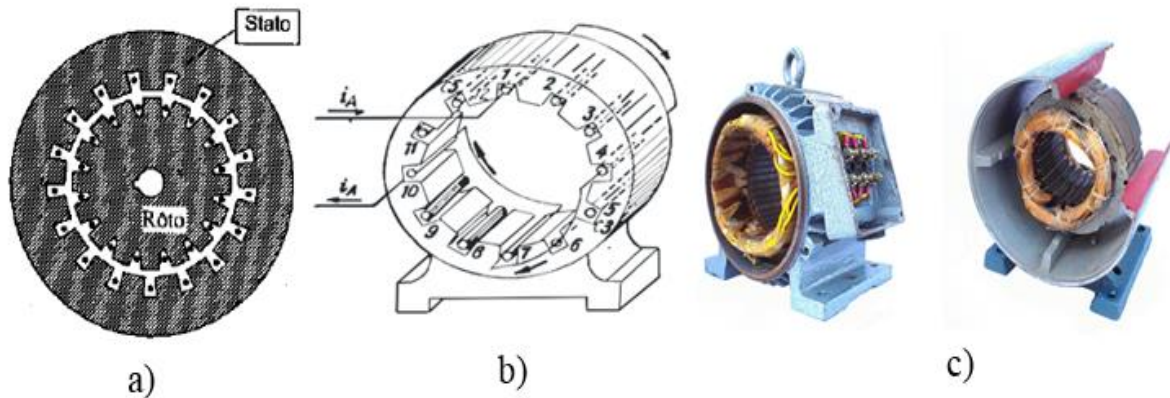
Hệ số công suất: $\cos\varphi_{dm}$

Hiệu suất: η'_{dm}

2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ ba pha

2.1. Cấu tạo của động cơ không đồng bộ ba pha

Cấu tạo của động cơ không đồng bộ gồm hai bộ phận chủ yếu là stato và rôto, ngoài ra còn có vỏ máy và nắp máy. Hình 3-1 vẽ mặt cắt ngang trục máy, cho ta thấy rõ các lá thép stato và rôto.



Hình 3-1: Cấu tạo máy điện không đồng bộ 3 pha

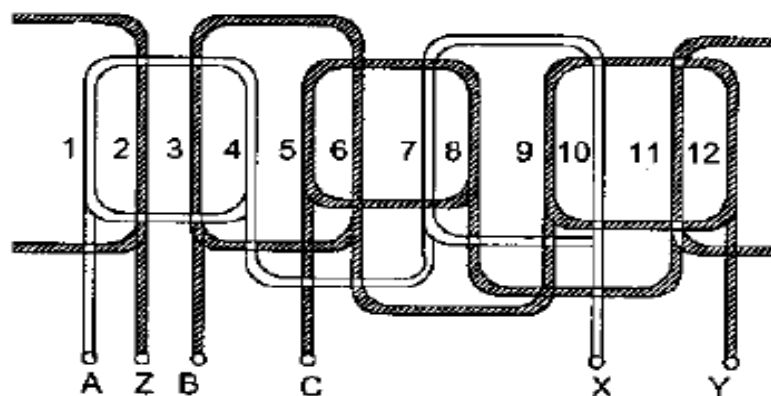
2.1.1. Stato

Stato là phần tĩnh gồm 2 bộ phận chính là lõi thép và dây quấn, ngoài ra có vỏ máy và nắp máy.

a) Lõi thép: Lõi thép stato hình trụ (hình 3-1b) do các lá thép kỹ thuật điện được dập rãnh bên trong (hình 3-1a) ghép lại với nhau tạo thành các rãnh theo hướng trục. Lõi thép được ép vào trong vỏ máy.

b) Dây quấn: Dây quấn stato làm bằng dây dẫn bọc cách điện (dây điện từ) được đặt trong các rãnh của lõi thép. Trên hình 3-2 vẽ sơ đồ khai triển dây quấn ba pha đặt trong 12 rãnh, dây quấn pha A trong các rãnh 1,4,7,10, pha B trong các rãnh 3,6,9,12 rãnh, pha C trong các rãnh 5,8,11,2.

Dòng điện xoay chiều ba pha chạy trong ba pha dây quấn stato sẽ tạo ra từ trường quay.



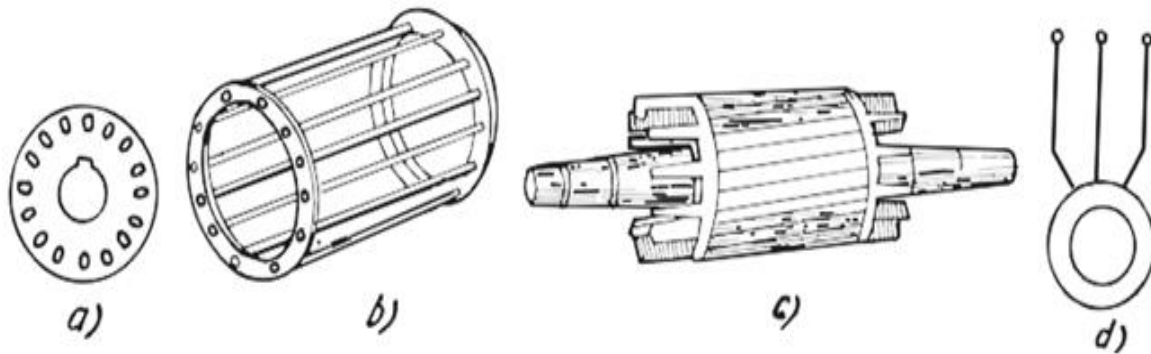
Hình 3-2: Sơ đồ khai triển dây quấn ba pha

c) Vỏ máy: Vỏ máy làm bằng nhôm hoặc bằng gang, dùng để giữ chặt lõi thép và cố định máy trên bệ. Hai đầu vỏ có nắp máy, ổ đỡ trục. Vỏ máy và nắp máy còn dùng để bảo vệ máy.

2.1.2. Rôto

Rôto là phần quay gồm lõi thép, dây quấn và trục máy.

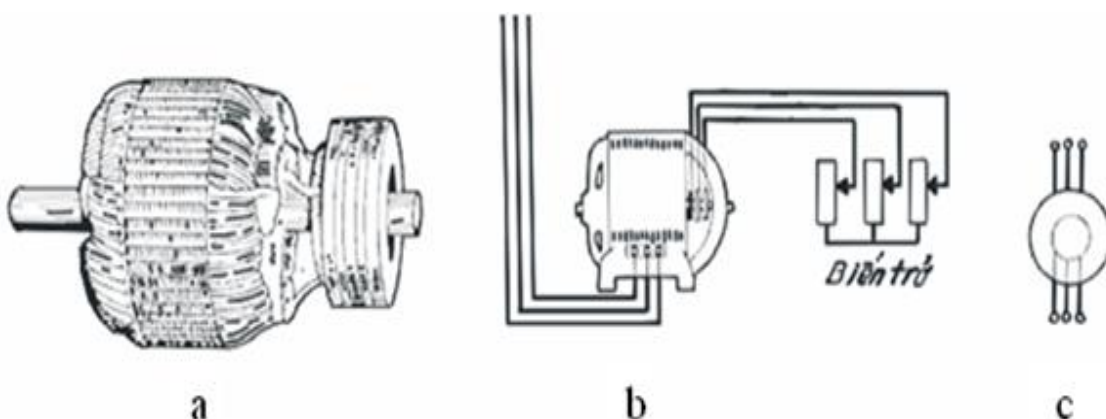
a) Lõi thép: Lõi thép gồm các lá thép kỹ thuật điện được dập rãnh mặt ngoài (hình 3-3a) ghép lại, tạo thành các rãnh theo hướng trục ở giữa có lỗ để lắp trục.



Hình 3-3: Lõi thép rôto

b) 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. Loại rôto lồng sóc công suất trên 100KW, trong các rãnh của lõi thép rôto đặt các thanh đồng hai đầu nối ngắn mạch bằng 2 vòng đồng tạo thành lồng sóc (hình 3-3b).

Ở động cơ công suất nhỏ lồng sóc được chế tạo bằng cách đúc nhôm vào các rãnh lõi thép rôto, tạo thành thanh nhôm, hai đầu đúc vòng ngắn mạch và cánh quạt làm mát (hình 3-3c). Động cơ điện có rôto lồng sóc gọi là động cơ không đồng bộ lồng sóc được kí hiệu như (hình 3-3d).



Hình 3-4: Rôto dây quấn

Loại rôto dây quấn, trong rãnh lõi thép rôto, đặt dây quấn ba pha. Dây quấn rôto thường nối sao, ba đầu ra nối với ba vòng tiếp xúc bằng đồng, cố định trên trục rôto và được cách điện với trục.

Nhờ ba chổi than tỳ sát vào ba vòng tiếp xúc, dây quấn rôto được nối với ba vòng tiếp xúc, nhờ chổi than dây quấn rôto được nối với 3 biến trở ngoài, để mở máy hay điều chỉnh tốc độ (hình 3-4b). Loại động cơ này gọi là động cơ không đồng bộ dây quấn, trên các sơ đồ điện được ký hiệu như (hình 3-4c).

c) Trục máy: Làm bằng thép tốt, có kết cấu kiểu trục bậc được ghép chặt vào lõi thép rôto, hai đầu được lắp 2 ổ đỡ, thường dùng 2 vòng bi, 2 vòng bi được ghép vào nắp máy, nhờ vậy mà rôto quay được trong lòng stato.

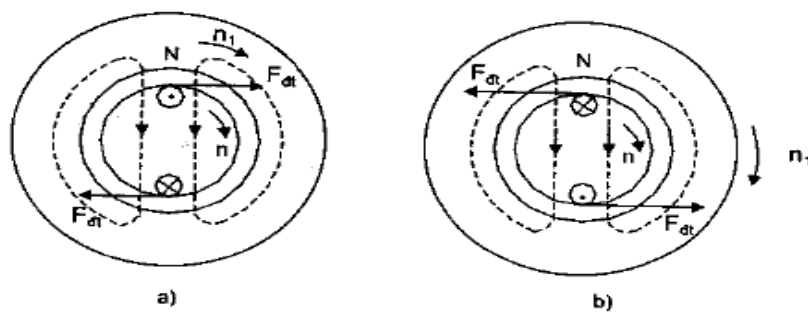
Động cơ lồng sóc là loại rất phổ biến do giá thành rẻ và làm việc đảm bảo. Động cơ rôto dây quấn có ưu điểm về mở máy và điều chỉnh tốc độ xong giá thành đắt và vận hành kém tin cậy hơn động cơ lồng sóc, nên chỉ được dùng khi động cơ lồng sóc không đáp ứng được các yêu cầu về truyền động.

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

Khi ta cho dòng điện ba pha tần số f vào ba dây quấn stato, sẽ tạo ra từ trường quay p đôi cực, quay với tốc độ là $n_1 = 60f/p$. Từ trường quay cắt các thanh dẫn của dây quấn rôto, cảm ứng các sức điện động. Vì dây quấn rôto nối ngắn mạch, nên sức điện động cảm ứng sẽ sinh ra dòng trong các thanh dẫn rôto. Lực tác dụng tương hỗ giữa từ trường quay của máy với thanh dẫn mang dòng điện rôto, kéo rôto quay cùng chiều quay từ trường với tốc độ n .

Để minh họa, trên hình 3-5a vẽ từ trường quay tốc độ n_1 chiều sức điện động và dòng điện cảm ứng trong thanh dẫn rôto, chiều các lực điện từ F_{dt} .

Khi xác định chiều sức điện động cảm ứng theo quy tắc bàn tay phải, ta căn cứ vào chiều chuyển động tương đối của thanh dẫn với từ trường. Nếu coi từ trường đứng yên, thì chiều chuyển động tương đối của thanh dẫn ngược chiều n_1 , từ đó áp dụng bàn tay phải, xác định chiều sđđ như hình vẽ (dấu $\otimes$ chỉ chiều đi từ ngoài vào trang giấy)



Hình 3-5: Chiều của từ trường quay, sức điện động, dòng điện cảm ứng, lực điện từ trong thanh dẫn rôto

Chiều điện từ xác định theo quy tắc bàn tay trái, trùng với chiều quay n_1 .

Tốc độ n của máy 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, lực điện từ bằng không.

Độ chênh lệch giữa tốc độ từ trường quay và tốc độ máy gọi là tốc độ trượt n_2

$$n_2 = n_1 - n$$

Hệ số trượt của tốc độ là:

$$S = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

Khi rôto đứng yên ($n = 0$), hệ số trượt $s = 1$; khi rôto quay định mức $s = 0,02 + 0,06$ tốc độ động cơ là:

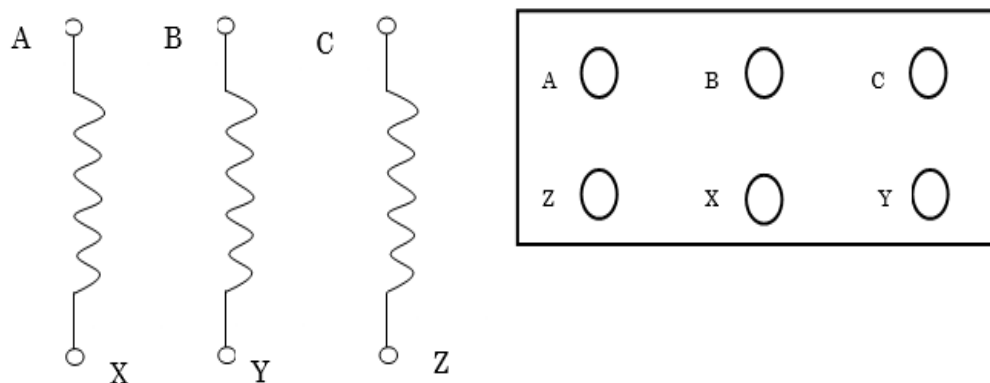
$$n = n_1(1 - s) = \frac{60f}{p}(1 - s) \text{ vòng/ph}$$

3. Xác định cực tính, đấu dây, vận hành động cơ

3.1. Phương pháp xác định các đầu dây

- Quy ước ký hiệu Đầu – Cuối: Các đầu đầu ký hiệu là A, B, C. Các đầu cuối ký hiệu là X, Y, Z

- Quy cách bố trí các đầu dây ra trên hộp nối.



- Cách xác định cực tính cuộn dây:

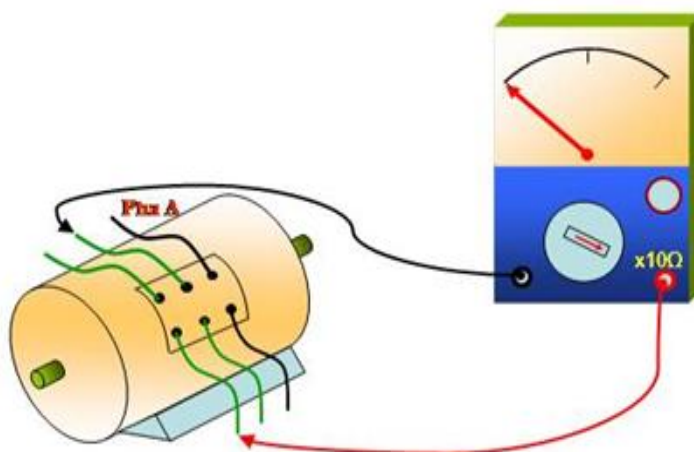
Trong trường hợp các đầu dây ra của động cơ không còn ký hiệu thì phải tiến hành xác định đầu đầu, đầu cuối của các pha (còn gọi là xác định cực tính của cuộn dây), sau đó mới có thể tiến hành đấu dây. Có nhiều phương pháp xác định cực tính của cuộn dây, sau đây chỉ giới thiệu một phương pháp đơn giản, dễ thực hiện. Thứ tự tiến hành như sau:

*) Phương pháp dùng nguồn một chiều:

Phương pháp này được thực hiện theo 3 bước:

+ **Bước 1:** Xác định từng đầu dây trong một cuộn.

Dùng đồng hồ vạn năng để ở thang đo điện trở ($\times 10\Omega$), đo thông mạch lần lượt 6 đầu dây trong cuộn dây pha rồi đánh dấu theo ký hiệu.



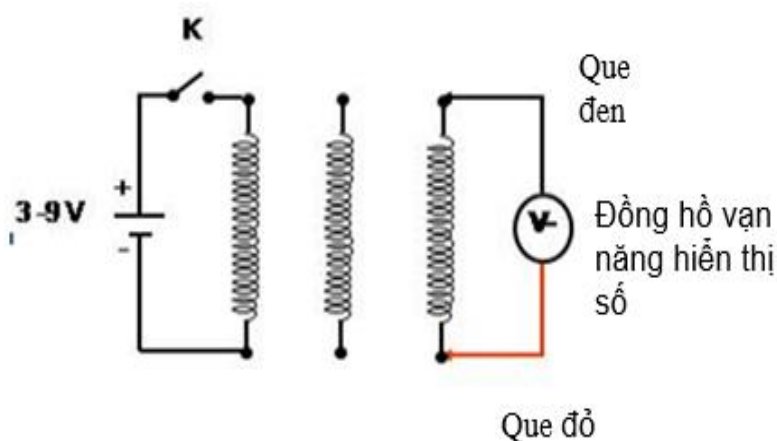
Hình 3-6: Xác định đầu dây trong cuộn dây

Đặt tên cho ba pha lần lượt là A, B, C

Quy ước đầu đầu và đầu cuối pha A là A và X.

+ **Bước 2:** Xác định cực tính đầu dây pha B.

Mắc mạch như hình vẽ:



Hình 3-7: Xác định cực tính đầu dây

Bật công tắc k: Quan sát giá trị trên đồng hồ:

Nếu là giá trị **âm** thì: Que **đen** là đầu **Y**, que **đỏ** là **B**.

Nếu là giá trị **dương** thì: Que **đen** là **B**, que **đỏ** là **Y**.

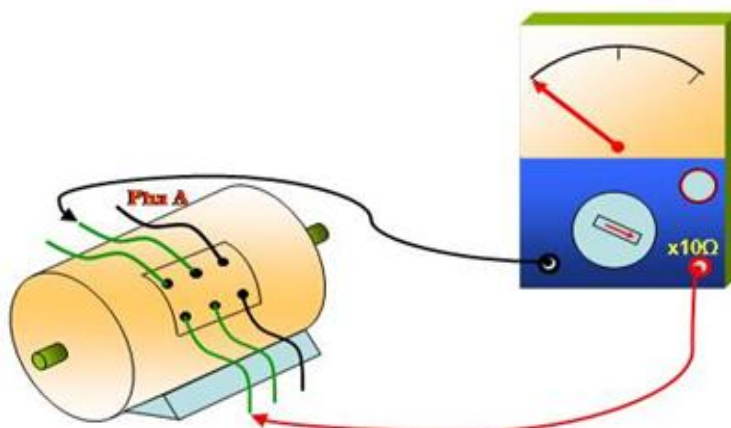
+ **Bước 3:** Xác định các đầu dây pha C.

Đổi vị trí pha C cho pha B. Mắc mạch và làm tương tự như bước 2.

* Phương pháp dùng nguồn xoay chiều

+ **Bước 1:** Xác định từng đầu dây trong một cuộn.

Dùng đồng hồ vạn năng để ở thang đo điện trở ($\times 10\Omega$), đo thông mạch lần lượt 6 đầu dây trong cuộn dây pha rồi đánh dấu theo ký hiệu.



Đặt tên cho ba pha lần lượt là A, B, C

Quy ước đầu đầu và đầu cuối pha A là A và X.

+ **Bước 2:** Xác định cực tính đầu dây pha B.

Nối hai đầu dây pha C với nguồn xoay chiều (12 VAC)

Chạm hai đầu bất kỳ của pha A và pha B với nhau

Quan sát đồng hồ:

- Nếu kim đồng hồ **không** dịch chuyển ($V=0$) thì hai đầu chạm là **cùng tên** (cùng đầu hoặc cuối)

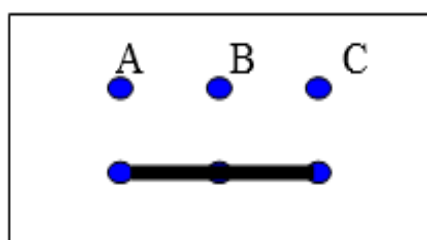
- Nếu kim đồng hồ **có** dịch chuyển ($V \neq 0$) thì hai đầu chạm **khác tên** (1 đầu và 1 cuối)

+ **Bước 3:** Xác định cực tính pha C

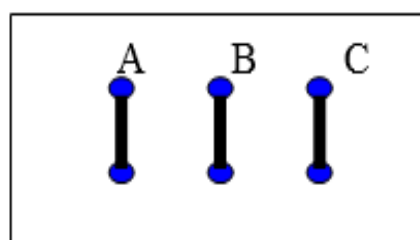
Đổi vị trí pha B cho pha C xác định tương tự như pha B

3.2. Đấu dây, vận hành động cơ

Căn cứ vào thông số điện áp của động cơ trên nhãn máy, điện áp nguồn cung cấp. Ta tiến hành đấu Y hoặc Δ cho phù hợp.



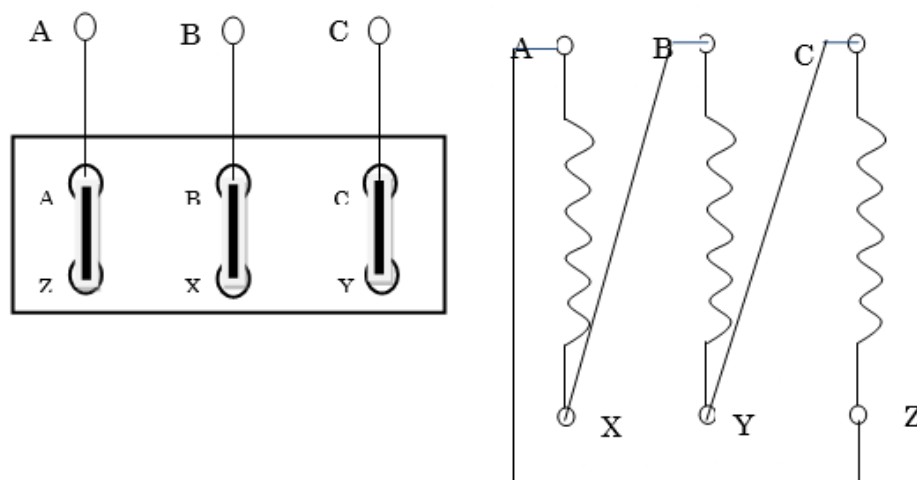
Đấu Y



Đấu Δ

*** Ở chế độ tam giác**

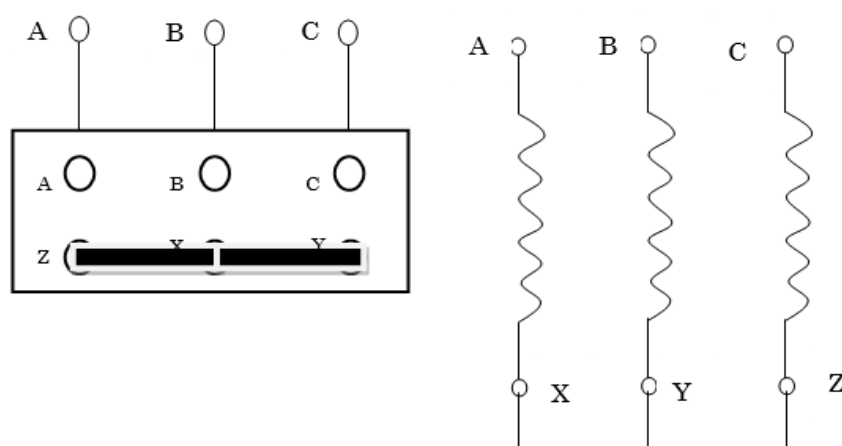
Thực hiện khi điện áp dây của nguồn bằng với điện áp pha của động cơ. Ta có sơ đồ nối dây và sơ đồ nguyên lý vận hành động cơ ở chế độ tam giác:



*** Ở chế độ sao**

Thực hiện khi điện áp dây của nguồn bằng với điện áp dây của động cơ. Ta có sơ đồ nối dây và sơ đồ nguyên lý vận hành động cơ ở chế độ sao như hình vẽ:

Trước khi lắp cần đối chiếu lại các thông số động cơ trên mác xem có đúng yêu cầu không. Động cơ luôn bảo đảm vệ sinh sạch sẽ, các chi tiết phải được lắp đúng, chắc chắn, quay tay nhẹ nhàng đầu trục, trục trơn tru không có tiếng kẹt các đầu mối nối bảo đảm tiếp xúc tốt không rỉ sét, đối với động cơ quấn dây còn phải kiểm tra lò xo chổi than xem lực ép có tốt không, tiếp xúc chổi than và cổ góp có tốt không, than có đúng tiêu chuẩn với loại động cơ và loại cổ góp không



*** Vận hành động cơ:**

Muốn kéo dài tuổi thọ của động cơ, ngoài việc lắp đặt đúng kỹ thuật, chúng ta còn phải vận hành tốt đúng kỹ thuật. Muốn làm được điều đó người vận hành phải nắm vững một số kiến thức về cơ sở kỹ thuật điện, nguyên lý làm việc của

máy, vận dụng các phương pháp mở máy, nắm vững các thông số về nhiệt độ phát nóng cho phép...

Các bước trong quá trình vận hành động cơ:

TT	Thao tác	Yêu cầu
1	Kiểm tra trước khi vận hành: - Kiểm tra nguồn điện 3 pha từ tủ điện đến động cơ - Kiểm tra thiết bị đóng cắt, bảo vệ động cơ - Kiểm tra hệ thống cơ (khớp nối, pully, bulông, bệ máy) - Động cơ lắp đặt đảm bảo đồng tâm với thiết bị kéo tải	- Có đủ 3 pha - Làm việc đảm bảo độ tin cậy. - Được bắt chắc chắn. - Rôto quay dễ dàng không bị kẹt.
2	Đối với động cơ sau một thời gian nghỉ không làm việc, khi đưa vào sử dụng phải kiểm tra lại điện trở cách điện của cuộn dây với vỏ, giữa các cuộn dây với nhau. Bằng mêgôm kế 500V đối với động cơ hạ áp, mêgôm kế 1000V, 2500V đối với động cơ cao áp.	Trị số đo được không nhỏ hơn 0,5 Mêgôm (MW). Nếu trị số nhỏ hơn 0,5MW thì động cơ cần phải sấy khô và kiểm tra lại sau khi sấy.
3	- Dùng tay quay nhẹ rôto - Kiểm tra các bulông ốc vít đã siết chặt chưa - Quan sát hệ thống tiếp đất	- Động cơ quay trơn vài vòng sau khi buông tay khỏi rôto - Động cơ được chắc chắn - Hệ thống tiếp đất đảm bảo tiếp xúc tốt. Đo điện trở nối giữa vỏ máy với hệ thống tiếp đất $R_{td} < 0,5\Omega$
4	Đóng điện cho động cơ chạy không tải:	

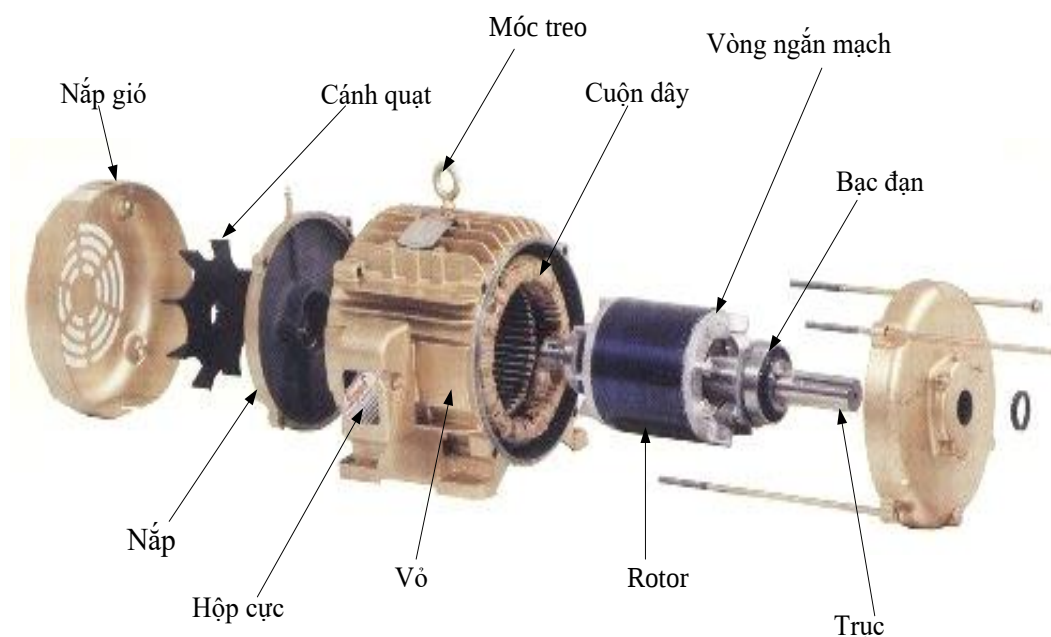
	- Đo dòng điện không tải trong các pha bằng ampe kìm - Quan sát chiều quay của động cơ	- Dòng trong các pha cân bằng đúng trị số - Chiều quay của động cơ đúng yêu cầu
5	Cho động cơ chạy có tải: Sau khi chạy không tải tốt mới cho động cơ chạy có tải - Đo dòng điện tải bằng ampe kìm - Kiểm tra nhiệt độ phát nóng của ĐC bằng tay - Đo điện áp lưới điện cấp cho động cơ khi kéo tải - Kiểm tra nhiệt độ phát nóng của ĐC	- Khi động cơ làm việc trị số dòng điện không được vượt quá dòng điện định mức ghi trên nhãn, cân bằng 3 pha - Cho phép sai số $\pm 5\%$ so với điện áp ghi trên nhãn. Khi điện áp lưới thấp hơn phạm vi cho phép, yêu cầu phải giảm tải để dòng điện không vượt dòng định mức. - Tay có thể để trên vỏ ĐC khoảng 10 giây, nếu nóng quá phải bỏ tay ra ngay là không đạt yêu cầu, cần kiểm tra sửa chữa mới vận hành tiếp. - Động cơ chạy bị phát nóng nhanh, quá nhiệt độ cho phép cần phải kiểm tra lại tải có lớn không, điện áp cấp cho động cơ quá thấp hay quá cao hoặc bị mất 1 pha nào đó cấp cho động cơ.
6	Kiểm tra trong quá trình vận hành	- Dòng điện ổn định $I = I_{dm}$, $U = U_{dm}$

		- Đặc biệt chú ý đến thông số nhiệt độ của động cơ, của môi trường xung quanh và điều kiện làm mát động cơ. - Động cơ chạy bị rung, có tiếng kêu phải kiểm tra lại độ đồng tâm lắp đặt giữa động cơ và máy công tác - Theo dõi nhiệt độ của ổ bi không lớn hơn 90°C.
7	Ghi chép các diễn biến trong quá trình vận hành vào sổ vận hành	- Ghi rõ tình trạng của máy - Những điều cần chú ý ở ca sau

4. Tháo lắp, bảo dưỡng, sửa chữa động cơ không đồng bộ ba pha

4.1. Quy trình tháo, lắp động cơ

* Trình tự tháo:



Hình 3- 8: Trình tự tháo các bộ phận của động cơ điện xoay chiều

Bước 1: Tháo động cơ ra khỏi máy sản xuất và các bộ phận truyền động

Chú ý: Sử dụng cờ lê, mỏ lết hoặc tuốc nơ vít đúng chủng loại phù hợp với những bulông, êcu, vít để tránh bị nứt, vỡ, vênh tròn đầu, cháy xén hoặc gãy và chú ý các tấm đệm.

Bước 2: Vệ sinh phía ngoài động cơ

Dùng bàn chải hoặc máy nén khí để làm sạch bụi bẩn dầu mỡ bám trên thân động cơ điện và các bộ phận khác.

Bước 3: Tìm hiểu cấu tạo thực tế, các thông số của động cơ. Ghi chép tình trạng máy trước khi tháo:

- + Quay trơn, kẹt, sát cốt ...?
- + Sự nguyên vẹn của các chi tiết.
- + Tình trạng kỹ thuật điện.
- + Sự phát nhiệt, những hư hỏng.
- + Xác định biện pháp tháo cụ thể.
- + Chuẩn bị dụng cụ tháo phù hợp, vật liệu phục vụ tháo, lắp, bảo dưỡng.
- + Tổ chức nơi làm việc thoáng rộng, đủ ánh sáng.
- + Đánh dấu vị trí lắp ráp cần thiết để sau này lắp lại không bị sai lẫn (vị trí các đầu dây, vị trí mặt bích, cánh quạt, độ sâu Pulí, bánh đai...)
- + Đo các thông số:
 - ✓ Đo điện trở thuần của bộ dây. Ghi kết quả.
 - ✓ Đo điện trở cách điện giữa các pha. Ghi kết quả
 - ✓ Đo điện trở cách điện giữa các pha với vỏ. Ghi kết quả

Chú ý: - Nếu điện trở cách điện nhỏ hơn $0.5\text{ M}\Omega$ thì phải sấy động cơ.

Bước 4: Tháo puli ra khỏi trục động cơ.

Sử dụng vạm 2 càng, 3 càng hoặc dùng bàn ép thủy lực ép cho puli ra khỏi trục động cơ.



Hình 3- 9: Tháo puli

Bước 5: Tháo nắp che cánh quạt gió ngoài (*bộ phận che cánh quạt*), cánh quạt ra khỏi trục động cơ. Sau đó tháo cánh quạt, nếu là then giữ giữa cánh quạt và trục động cơ thì sử dụng văm để tháo hoặc sử dụng hai bu lông phù hợp siết vào ren đã tạo sẵn để đẩy cánh quạt ra, trường hợp chỉ bắt vít ta sử dụng tuốc nơ vít để tháo.

Bước 6: Tháo nắp mỡ (*bộ phận che ổ bi ngoài với loại vòng bi cầu*) của mặt trước động cơ.

Chú ý: Đánh dấu vị trí bulông nắp mỡ trước, sau, trong, ngoài tránh trường hợp sai lệch vị trí của nắp mỡ trước, sau, trong và ngoài.

Bước 7: Tháo bulông của nắp trước, nắp sau của động cơ.

Dùng tuốc nơ vít hoặc cờ lê, mỏ lết phù hợp với vít hoặc bulông, êcu tháo nắp trước, nắp sau. Khi tháo phải nói đều, đối xứng các bulông, êcu. Sau đó dùng búa cao su hoặc miếng gỗ, tông (đồng, nhôm) với búa nguội hoặc dùng búa nguội với đục mỏng đục vào khe hở lắp ghép giữa nắp và thân, để làm nắp sau của động cơ bung ra khỏi thân và trục động cơ. Đánh búa vừa phải, đều đều, từ từ và cạy dần ở bốn góc tại các vị trí đối xứng và vào các gờ của nắp, thân. Tránh làm lệch méo, nứt, vỡ nắp.

Chú ý: Đánh dấu vị trí nắp trước, nắp sau tránh trường hợp sau khi lắp làm sai lệch, nhầm lẫn vị trí của hai nắp máy.

Bước 8: Rút rôto và nắp sau ra khỏi stato.



Hình 3-10: Tháo rôto và nắp sau

Lót giấy cách điện hoặc bìa lên phần đầu của bộ dây. Dùng Palăng, cầu trục... đưa rôto và nắp sau ra khỏi stato. Tránh làm xây xát (hỏng cách điện) bộ dây quấn.

Chú ý: Nếu máy điện có chổi than thì trước tiên ta phải nhấc chổi than ra khỏi hộp chổi than, với máy điện một chiều thì phải đánh dấu đường trung tính hình học của chổi than trên vành đỡ giá chổi than và nắp có định giá chổi than để khi lắp khỏi bị nhầm lẫn. Sau khi đã rút rôto và nắp sau ra khỏi stato ta phải kê lên giá đỡ không để rôto và trục trực tiếp xuống nền xưởng hoặc mặt bàn.

* Trình tự lắp:

Trình tự lắp ngược lại với trình tự tháo tức là bộ phận nào tháo ra sau cùng thì được lắp vào trước tiên.

Bước 1: Lắp Rôto và nắp vào stato.

Bước 2: Lắp bulông của nắp trước, nắp sau của động cơ.

Bước 3: Lắp nắp mỡ

Bước 4: Cánh quạt vào trục động cơ, lắp nắp che cánh quạt gió ngoài (*bộ phận che cánh quạt*).

Bước 5: Lắp puli vào trục động cơ

Một số chú ý sau khi lắp:

- Kiểm tra sự quay trơn
- Xác định chiều quay đúng
- Kiểm tra lại đầy đủ và an toàn các chi tiết
- Vận hành thử để kiểm tra tình trạng làm việc sau khi lắp

Loại trừ, sửa chữa ngay hư hỏng khi vận hành thử phát hiện thấy

4.2. Bảo dưỡng

a) Phần cơ:

- Vòng bi, ổ đỡ bị khô, bị kẹt thì cần phải tháo nắp mỡ để tra thêm mỡ hoặc có thể dùng xăng để rửa sạch các dầu mỡ bị khô kết lại ở trong vòng bi rồi mới tra dầu mỡ mới.

- Kiểm tra độ rơ dọc trục và ngang trục của vòng bi. Nếu đã bị rơ quá thì phải thay thế vòng bi mới.

- Hệ thống cánh quạt làm mát, puli để lắp đai truyền nếu bị lệch, bị rơ cần phải siết chặt lại tránh cọ sát vào phần xung quanh.

b) Phần điện:

- Bộ dây của động cơ cần giữ cho luôn khô để đảm bảo cách điện tốt. Khi tháo nắp động cơ ra nếu bộ dây bị bẩn, ẩm thì cần phải lau chùi sạch sau đó tiến hành sấy khô để hết hơi nước ở trong động cơ.

- Những vị trí cần cách điện giữa các cuộn dây trong động cơ mà lớp cách điện đó bị hỏng thì cần phải lột cách điện lại. Nếu giữa các cuộn dây trong bộ dây có R_{CD} quá nhỏ nhưng chưa chạm chập thì cần làm sạch bộ dây, sấy khô, dùng sơn cách điện để tẩm lại bộ dây tăng cường cách điện cho động cơ sau đó sấy khô rồi cho vận hành.

4.3. Sửa chữa động cơ không đồng bộ ba pha

STT	HIỆN TƯỢNG	NGUYÊN NHÂN	CÁCH KHẮC PHỤC
1	Động cơ bị nóng quá mức bình thường không có điểm nóng tập trung. Ngoài ra không có hiện tượng gì khác.	- Thông gió không tốt (bụi bẩn tắc đường thông gió, hoặc quạt gió bị hỏng, quạt gió quay ngược chiều) - Dầu mỡ văng ra phủ vào dây quấn Stato. - Động cơ bị quá tải. Ống dẫn nước làm mát bị tắc hoặc không đủ lưu lượng.	- Làm sạch đường thông gió, sửa lại cánh quạt gió. - Vệ sinh công nghiệp lau chùi sạch dầu, mỡ bằng xăng công nghiệp sau đó sấy khô. - Kiểm tra dòng điện 3 pha loại trừ quá tải. Thông thụt ống dẫn nước, kiểm tra máy bơm cung cấp nước làm mát, sửa chữa hoặc thay mới để đạt được các chỉ tiêu thiết kế về lưu lượng và cột nước.
2	Toàn bộ lõi thép và Stato bị nóng nhưng động cơ không bị quá tải	- Thông gió không tốt. - Có khả năng điện áp của lưới cao hơn điện áp định mức của động cơ	- Tăng cường thông gió cho động cơ bằng cách làm vệ sinh, thông thoáng đường thông gió. - Kiểm tra điện áp lưới, nếu không sai khác điện áp định mức thì phải thay động cơ mới

3	Lõi thép stato bị nóng từng mảng ngay cả khi chạy không tải. Điện áp ở định mức.	- Khi quay rôto chạm vào Stato hoặc do cách điện các tấm tôn Silic không tốt. Bulông ép chặt bị sát chạm với lá thép. - Dây quấn Stato bị ngắn mạch, hoặc cách điện với vỏ bị đánh thủng làm tại đó bị cháy hỏng	- Làm mất chỗ xước, quét sơn cách điện lên các lá tôn Silic bị chập. Căn chỉnh lại vị trí tương đối giữa Rôto và Stato hoặc thay đổi lại gối đỡ bị mòn - Dùng MΩ mét kiểm tra, xác định điểm hư hỏng sửa chữa lại điểm bị ngắn mạch hoặc cuốn lại cuộn dây Stato
4	Toàn bộ dây quấn stato bị nóng quá mức bình thường.	- Động cơ bị quá tải, hay thiết bị thông gió bị hư hỏng. - Điện áp đặt vào động cơ quá thấp so với điện áp định mức của động cơ. - Đấu nhầm cuộn dây stato	- Kiểm tra dòng điện stato giảm phụ tải hệ thống thông gió. - Tăng lượng điện thế nguồn hoặc giảm tải. - Đấu lại cuộn dây stato.
5	Cuộn dây stato phát nóng cục bộ quá mức bình thường cường độ dòng điện của các pha không giống nhau động cơ có hiện tượng quay chậm lại, có tiếng kêu, áp tô mát cắt.	- Dây quấn stato bị chập giữa các vòng dây của một pha. - Cuộn dây stato có 1 hoặc số bội đầu ngược đầu dây. - Cuộn dây của 1 pha có điện bị chạm vỏ.	- Quấn lại bội dây hoặc thay bội dây mới. - Kiểm tra lại xem chính xác bội dây nào bị ngược đầu lại các tổ bội dây cho đúng. - Dùng MΩ mét hay đèn tìm điểm bị chạm vỏ sau đó sửa lại (cuốn lại cách điện, sơn tẩm...) hoặc thay cả bội dây có điểm bị sự cố.

		- Ngắn mạch hai pha nhưng chưa gây cháy nổ.	- Kiểm tra bằng MΩ nếu nhẹ thì sửa chữa cách điện điểm sự cố, nếu cần thiết thì quấn lại các pha bị sự cố.
6	Khi khởi động động cơ có tiếng kêu to (gầm rú) dòng điện 3 pha khác nhau, áp tô mất tác động	- Cuộn dây của 1 pha hay hai pha bị đấu ngược, các đầu ra của động cơ bị đấu lẫn do mất các ký hiệu đầu dây	- Dùng phương pháp xác định cực tính của các pha sau đó đấu lại cho đúng
7	Trong động cơ có tiếng kêu không bình thường dòng điện 3 pha không giống nhau, bộ dây Stato phát nóng không đều	Đấu sai bộ dây Stato	Kiểm tra lại cực tính các đầu đấu dây và đấu lại cho đúng.
8	Lúc vận hành rôto bị kéo lệch về một phía gây sát cốt	- Do gối đỡ trục đã bị mòn hoặc đặt bệ đỡ của gối đỡ trục không đúng stato và rôto bị biến dạng trục bị cong làm cho khe hở không khí không đều . - Cân bằng rôto chưa tốt.	- Điều chỉnh khe hở giữa cổ trục và cút xi nê hoặc thay cút xi nê mới, điều chỉnh khe hở giữa rôto và stato, nếu khe Stato bị biến dạng ít dùng dũa sắt để sửa lại, chú ý không gây xước dây. Nếu rôto bị biến dạng nhiều cần tiện lại, kiểm tra độ thẳng của trục. - Cân bằng lại rôto

		- Trong dây quấn stato bị chập giữa vòng dây hoặc các loại ngắn mạch khác	- Dùng tay để kiểm tra sự phát nóng cục bộ thể hiện ở ngoài vỏ Stato. Dùng $M\Omega$ và cầu đo điện trở để kiểm tra thay đổi dây bị hỏng hay đấu lại dây quấn stato cho đúng.
--	--	---	---

5. Quấn bộ dây stato động cơ không đồng bộ ba pha (Kiểu đồng khuôn bước đủ một lớp)

5.1. Sơ đồ dây quấn stato động cơ không đồng bộ ba pha kiểu đồng khuôn

* Dây quấn một lớp kiểu đồng khuôn, bước đủ

Các bước tính toán:

- Tính số bội dây của một tổ bội. $q = \frac{Z}{2pm}$ (cạnh)
- Tính bước cực. $\tau = \frac{Z}{2p}$, (Khoảng cách)
- Tính bước bội dây
 $y = \tau$ (khoảng cách) = $\tau + 1$ (rãnh)
- Tính khoảng cách đặt đầu đầu, đầu cuối các cuộn dây pha
 $Z_{A,B,C} = 2q + 1$ (rãnh)
- Tính khoảng cách đầu dây các tổ bội trong một pha
 Nếu q chẵn thì $Z_d = 3q$ (rãnh)
 Nếu q lẻ thì $Z_d = 3q - 1$ (rãnh)

Ví dụ 1: Lập sơ đồ trải cuộn dây stato động cơ 3 pha lớp đơn kiểu đồng khuôn 1 lớp (xếp đơn), bước đủ có $Z=24$, $2p=4$, $m=3$, có 6 đầu dây ra

Bước 1: Tính toán

- Tính số bội dây của một tổ bội. $q = \frac{Z}{2pm} = \frac{24}{4.3} = 2$ (cạnh)
- Tính bước cực. $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{4} = 6$
- Tính bước bội dây
 $y = \tau = 6$ (khoảng cách) = 7 (rãnh), (rãnh 1 $\rightarrow$ rãnh 7)

- Tính khoảng cách đặt đầu đầu, đầu cuối các cuộn dây pha

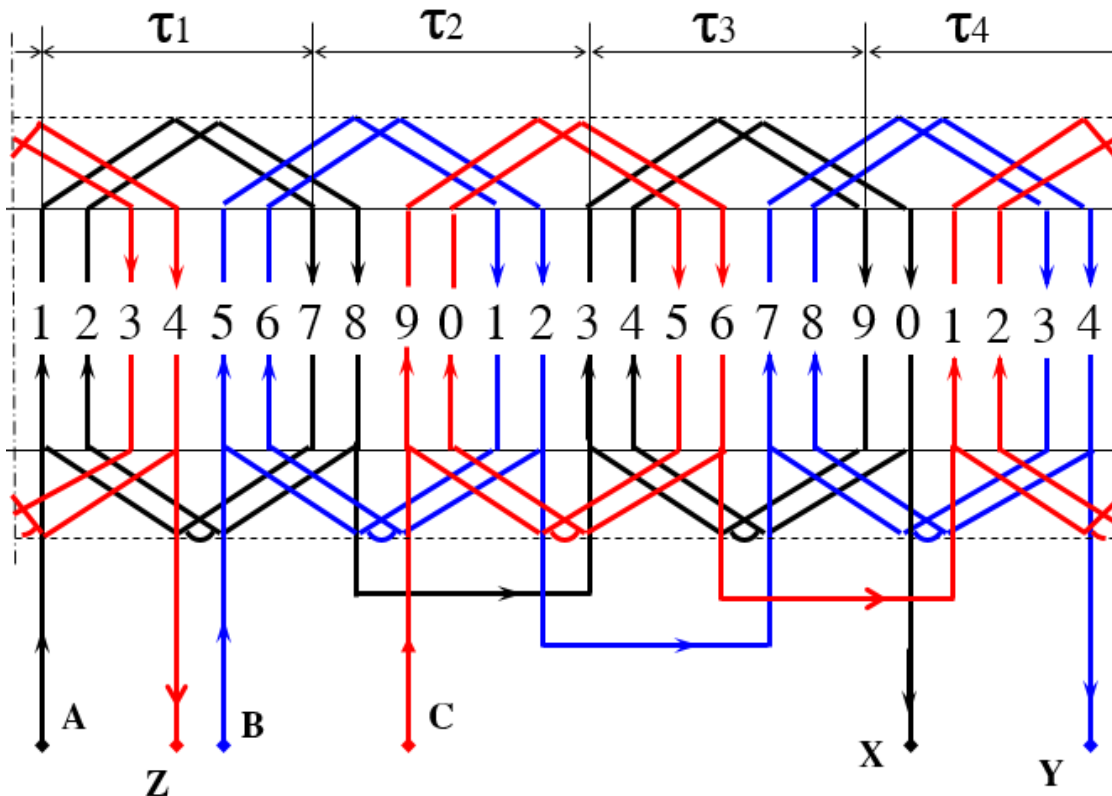
$$Z_{ABC} = 2q + 1 = 2.2 + 1 = 5 \text{ (Rãnh 1;5;9)}$$

- Tính khoảng cách đầu dây các tổ bối trong một pha

$$\text{Vì } q = 2 \text{ chẵn nên } Z_d = 3q = 3.2 = 6 ; (\text{VD : } Z_{dA} \text{ rãnh 8 - rãnh 13})$$

Bước 2: Vẽ sơ đồ trải :

- Kẻ các đoạn thẳng tượng trưng cho các rãnh, kẻ đường cắt bỏ.
- Nối các cạnh tác dụng tạo thành bối dây
- Nối các bối dây tạo thành các nhóm bối dây trong một pha.



Hình 3-12: Sơ đồ trải dây quấn stato động cơ 3 pha kiểu xếp đơn, bước đủ
có $Z = 24$, $2p = 4$

* Dây quấn một lớp kiểu đồng khuôn, bước ngắn

Các bước tính toán :

- Tính số bối dây của một tổ bối. $q = \frac{Z}{2pm}$, (cạnh)
- Tính bước cực. $\tau = \frac{Z}{2p}$, (khoảng cách)
- Tính bước bối dây

Nếu q chẵn thì $y = 3q$ (rãnh)

Nếu q lẻ thì $y = 3q + 1$ (rãnh)

- Tính khoảng cách đặt đầu đầu, đầu cuối các cuộn dây pha

$$Z_{A,B,C} = 2q + 1 \text{ (Rãnh)}$$

- Tính khoảng cách đầu dây các tổ bối trong một pha

$$\text{Nếu } q \text{ chẵn thì } Z_d = 3q + 1 \text{ (rãnh)}$$

$$\text{Nếu } q \text{ lẻ thì } Z_d = 3q \text{ (rãnh)}$$

Ví dụ 2: Lập sơ đồ trải cuộn dây stato động cơ 3 pha lớp đơn kiểu đồng khuôn 1 lớp (xếp đơn), bước ngắn có $Z=24$, $2p=4$, $m=3$, có 6 đầu dây ra

Bước 1: Tính toán

- Tính số bối dây của một tổ bối. $q = \frac{Z}{2pm} = \frac{24}{4 \cdot 3} = 2$, (cạnh)

- Tính bước cực. $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{4} = 6$, (khoảng cách)

- Tính bước bối dây

Vì $q = 2$ chẵn nên $y = 3q = 3 \cdot 2 = 6$ (rãnh) (rãnh 2 – rãnh 7)

- Tính khoảng cách đặt đầu đầu, đầu cuối các cuộn dây pha

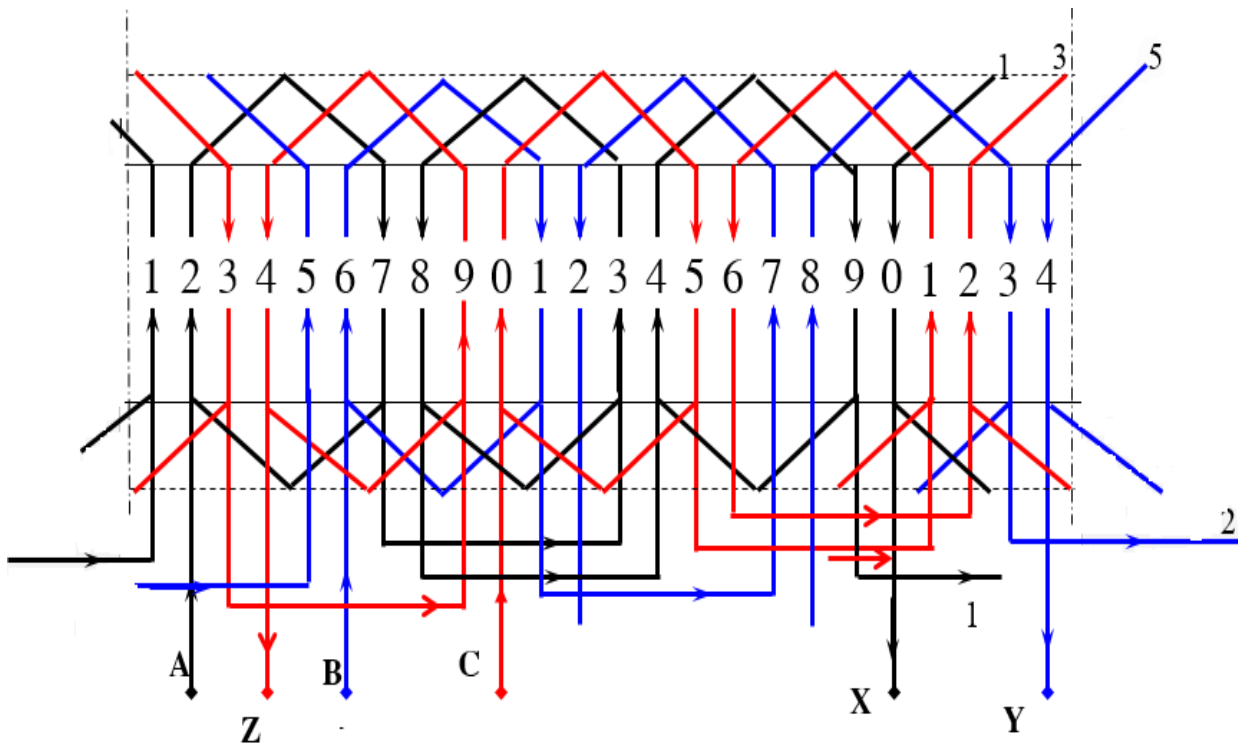
$$Z_{A,B,C} = 2q + 1 = 2 \cdot 2 + 1 = 5 \text{ (Rãnh 2;6;10)}$$

- Tính khoảng cách đầu dây các tổ bối trong một pha

Vì $q = 2$ chẵn nên $Z_d = 3q + 1 = 3 \cdot 2 + 1 = 7$ (VD: Z_{dA} rãnh 7-rãnh 13)

Bước 2: Vẽ sơ đồ trải :

- Kẻ các đoạn thẳng tượng trưng cho các rãnh, kẻ đường cắt bỏ.
- Nối các cạnh tác dụng tạo thành bối dây
- Nối các bối dây tạo thành các nhóm bối dây trong một pha.



Hình 3-13: Sơ đồ trải dây quấn stato động cơ 3 pha kiểu xếp đơn, bước ngắn
có $Z = 24$, $2p = 4$

5.2. Quấn bộ dây stato động cơ không đồng bộ ba pha

Trong thực tế sử dụng, có nhiều trường hợp chúng ta cần phải sửa chữa động cơ điện bị hư hỏng. Một trong các hư hỏng nặng của động cơ là do cuộn dây bị chạm chập và cháy cần phải quấn lại.

Ta thường gặp các trường hợp sau:

* Động cơ điện còn cuộn dây nhưng cháy hỏng ta có thể căn cứ vào tình trạng cụ thể của nó để xác định số liệu kỹ thuật của cuộn dây và vẽ sơ đồ đầu dây.

* Động cơ điện còn nhãn hiệu nhưng động cơ cần đổi sang cấp điện áp hoặc tốc độ khác. Nếu còn bối dây cũ, ta thay đổi tính toán đơn giản hơn, nếu chỉ còn lõi thép thì tính toán phức tạp hơn và phải kiểm tra yêu cầu mới với số liệu cũ dựa vào các thông số ghi trên nhãn.

* Động cơ điện không còn dây quấn, lại mất cả nhãn hiệu, lúc này có hai trường hợp:

- Cần khôi phục động cơ như cũ, ta căn cứ vào lõi thép có sẵn, xác định tốc độ quay và công suất của động cơ sau đó tính toán cuộn dây stato cần quấn lại.
- Cần sửa chữa động cơ điện theo tốc độ quay và điện áp yêu cầu.

Tóm lại trong tất cả các trường hợp trên, chúng ta đều cần tính toán lại cuộn dây.

5.2.1. Tính toán thông số

Trong trường hợp động cơ không còn lưu lại bộ dây quấn trên mạch từ, mà cần tính lại số liệu dây quấn của động cơ cho phù hợp. Muốn xác định gần đúng để khôi phục lại các số liệu quấn dây cho động cơ làm việc tốt, đạt xấp xỉ công suất cũ thường có nhiều phương pháp. Ở đây đưa ra một cách tính đơn giản.

Bước 1: Tháo động cơ sau đó đo thông số kỹ thuật của lõi thép stato để xác định:

- Tổng số rãnh stato: Z (rãnh)
- Đường kính trong stato: D (cm)
- Chiều dài lõi thép stato: L (cm)
- Chiều cao gông từ: h (cm)
- Chiều rộng của răng: b (cm)

Bước 2: Chọn số cực để quấn với tốc độ nào cho có lợi nhất về công suất; khi chọn được tốc độ thích hợp thì động cơ sẽ đạt công suất lớn nhất

- Chọn số cực $2p$ theo công thức:

$$2p = 0,5 \frac{D}{h} \text{ (lấy tròn số)}$$

- Để xác định được tốc độ quay của động cơ, cần phải đo đường kính trong và đường kính ngoài của mạch từ stato

Lập tỷ số $\frac{D_n}{D}$ sau đó căn cứ vào bảng số liệu sau: so sánh tỷ số này tương ứng với số từ cực và tốc độ cho phép (với tần số 50Hz) để động cơ vận hành đạt tối ưu.

(D_n đường kính ngoài của mạch từ stator)

Số từ cực	Tỷ số D_n/D	Tốc độ đồng bộ (vòng/phút)
2	$1,8 \div 2$	3000
4	$1,56 \div 1,59$	1500
6	$1,41 \div 1,43$	1000
8-10	$1,33 \div 1,39$	750 và 600

- Xác định bước cực:

$$\tau = \frac{\pi D}{2p} \text{ (cm)}$$

Bước 3: Xác định số vòng dây quấn của 1 pha

$$W_p = \frac{68,6.U}{k.B_k.Q_b} \quad (\text{vòng})$$

Trong đó: U là điện áp của 1 pha khi đầu tam giác tính bằng vôn (V), K là hệ số dây quấn được chọn như sau: q=2 và 3 thì k=0,966 và 0.96

q= 4 thì k=0.958

q=5 thì k=0.957

q=6 thì k=0.956

B_k Là cảm ứng từ trong khe hở không khí tra theo bảng số liệu sau:

Các chỉ tiêu	Công suất (kW)		
	Từ 0,1 đến 1	Từ 1 đến 10	Từ 10 đến 100
B _k [T]	0,3 ÷ 0,6	0,6 ÷ 0,8	0,7 ÷ 0,9
B _g [T]	1 ÷ 1,4	1,1 ÷ 1,5	1,2 ÷ 1,5
B _r [T]	1,3 ÷ 1,5	1,4 ÷ 1,6	1,4 ÷ 1,8
A (A/cm)	100 ÷ 200	200 ÷ 300	250 ÷ 400

Trong đó:

B_g, B_r là cảm ứng từ trong gông và trong rãnh stato

Q_b là diện tích bước cực Q_b = $\tau.l$

Số sợi dây của một rãnh: $W_r = \frac{6.W_p}{z}$

Bước 4: Tính tiết diện dây

$$S = \frac{I}{J}$$

Trong đó:

I là dòng điện (A),

J là mật độ dòng điện (A/mm²)

+ Những động cơ kiểu kín cỡ trung bình có thông gió ngoài thì lấy J từ 3-4 A/mm²

+ Những động cơ kiểu bảo vệ có thông gió dọc thì lấy J từ 4-5,5 A/mm²

+ Những động cơ không có thông gió chỉ lấy J từ 3A/mm²

* Sơ đồ trái

Từ việc dùng sơ đồ ngang sẽ vẽ lại được sơ đồ trái của động cơ cần quấn lại dây.

Hoặc có thể tính toán vẽ sơ đồ trái dựa theo công thức ở phần 5.

5.2.2. Thi công quấn dây

a) Làm khuôn, lót cách điện rãnh stato động cơ

* Làm khuôn quấn dây

Bước 1: Đo kích thước khuôn quấn

Chu vi khuôn quấn được xác định như sau: $CV=2.(K_L.y+L')$

Trong đó K_L là một hệ số được xác định như sau: $K_L = \frac{\pi\gamma(D+h_R)}{Z}$ Với D là

đường kính trong của stator, h_R là chiều cao của rãnh, γ là một hệ số được chọn theo số cực từ 2p của động cơ điện trong bảng sau:

2p	γ
2	1,27÷1,3
4	1,33÷1,35
6	1,5
8	1,7

Bước 2: Làm khuôn vụn năng

Bộ khuôn gồm khuôn quấn và kẹp khuôn như hình sau:



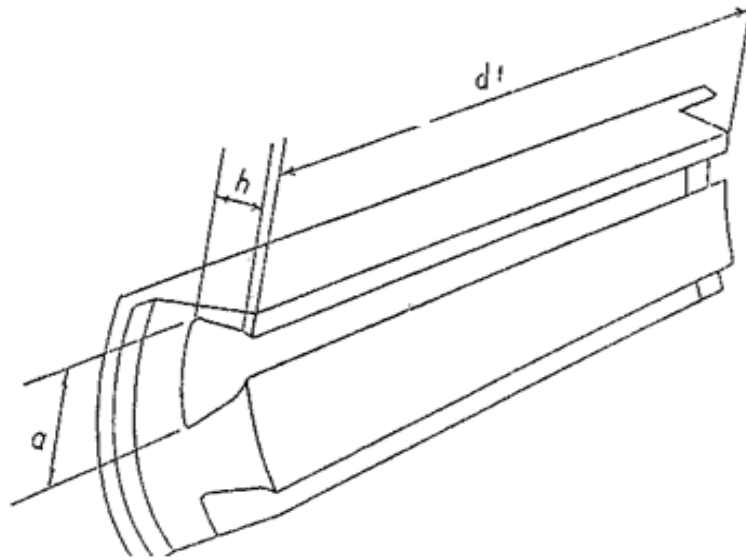
Hình 3-15: Khuôn quấn và kẹp khuôn

* Lót giấy cách điện rãnh stato động cơ

- Chuẩn bị dụng cụ thực hiện

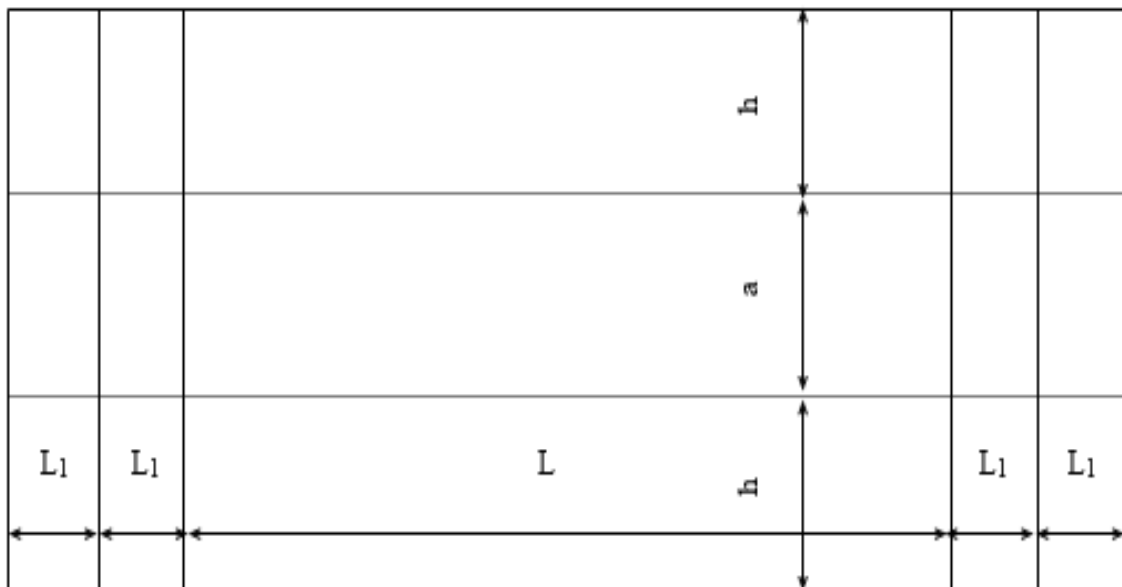
Tt	Tên vật liệu - dụng cụ	Số lượng
1	Động cơ ba pha sau khi đã làm vệ sinh	1 cái
2	Thước kẻ	1 cái
3	Bìa cách điện	1 m ²
4	Dụng cụ nong rãnh	1 cái

- Đo kích thước rãnh stato:



Hình 3-16: Cách đo kích thước rãnh stato động cơ

Xác định kích thước giấy cách điện rãnh.



Hình 3-17: Xác định kích thước giấy cách điện rãnh

h : là chiều cao rãnh stato.

a : là chiều rộng của đáy rãnh stato.

L : là chiều dài thực tế rãnh stato.

L_1 : là phần bìa gấp bên ngoài rãnh stato

+ Với động cơ 1 pha có $P < 100W$: $L_1 = (3 \rightarrow 4)mm$.

+ Với động cơ 1 pha có $100W < P < 500W$: $L_1 = (4 \rightarrow 5)mm$.

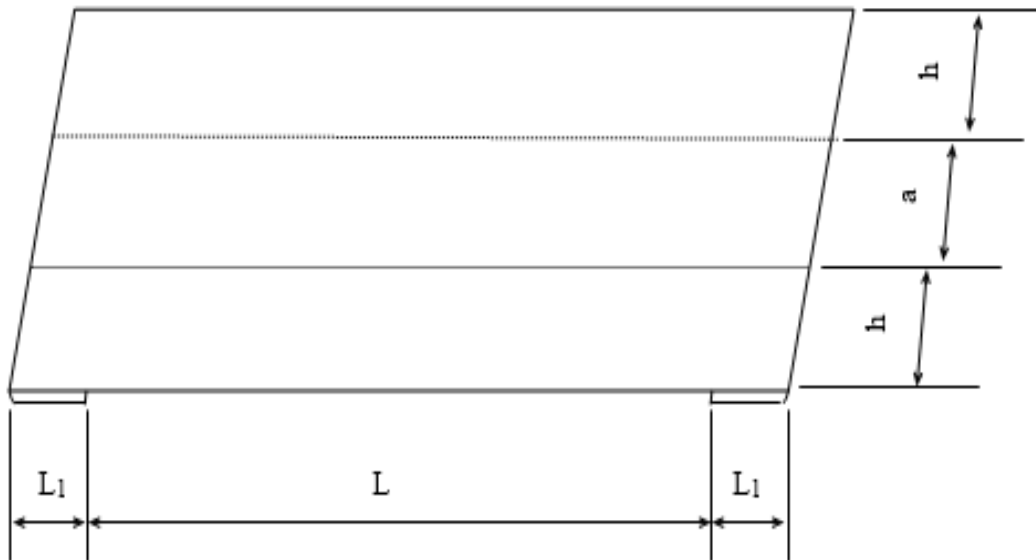
+ Với động cơ 1 pha có $500W < P < 1000W$: $L_1 = (5 \rightarrow 6)mm$.

+ Với động cơ 1 pha có $P > 1000W$: $L_1 = (6 \rightarrow 10)mm$.

- + Với động cơ 3 pha có $P < 1000W$: $L_1 = (5 \rightarrow 6)mm$.
- + Với động cơ 3 pha có $1000W < P < 5000W$: $L_1 = (6 \rightarrow 10)mm$
- + Với động cơ 3 pha có $5000W < P < 33000W$: $L_1 = (10 \rightarrow 20)mm$.
- + Với động cơ 3 pha có $P > 33000W$: $L_1 = (20 \rightarrow 30)mm$.

- Gấp giấy cách điện rãnh:

Gấp bìa lần 1 theo kích thước L_1 (Hình 3-18)



Hình 3-18: Cách gấp giấy cách điện rãnh

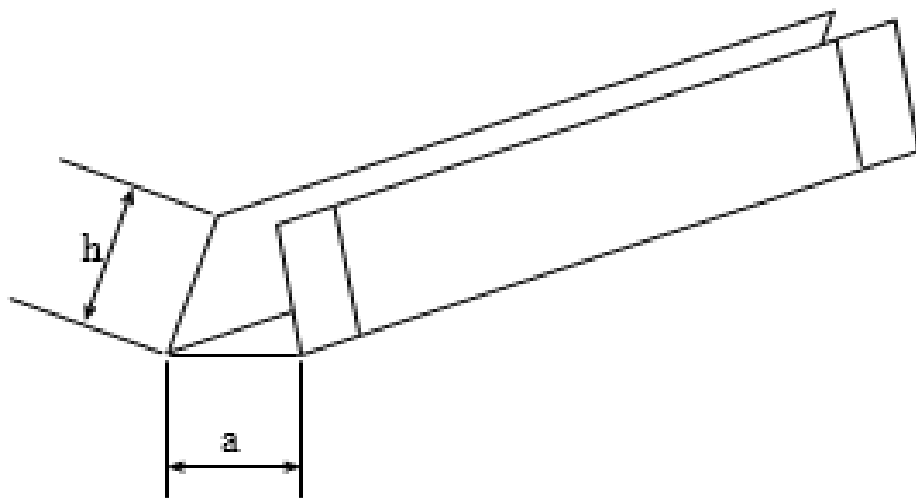
h : là chiều cao rãnh stato;

a : là chiều rộng của đáy rãnh stato;

L : là chiều dài thực tế rãnh stato;

L_1 : là phần bìa gấp bên ngoài rãnh stato.

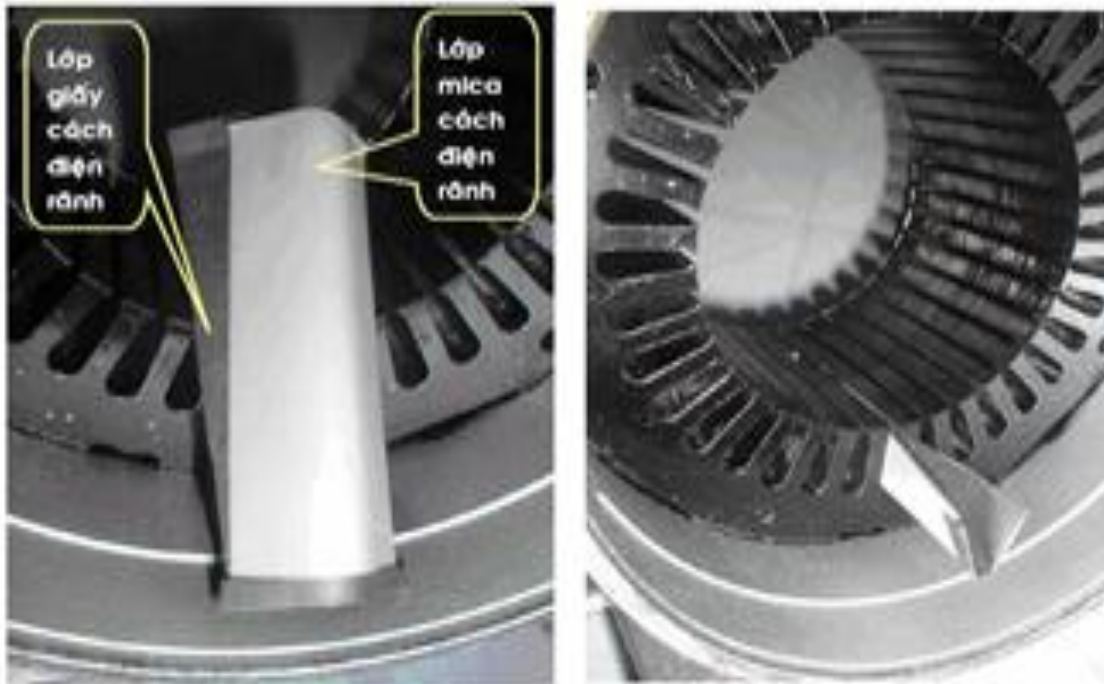
Gấp bìa lần 2 theo kích thước a và h (Hình 3-19)



Hình 3-19: cách gấp giấy cách điện rãnh

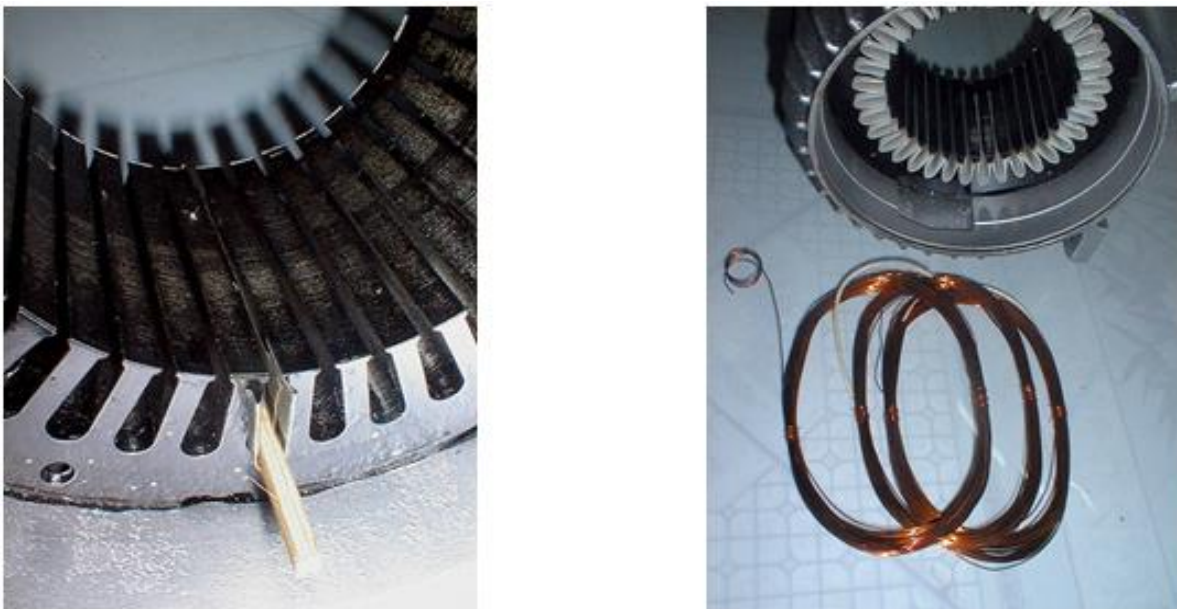
h: là chiều cao rãnh stato;

a: là chiều rộng của đáy rãnh stato.



Hình 3-20: Giấy cách điện lót rãnh stato

Trong quá trình lót cách điện rãnh chúng ta dùng thanh tre để đẩy cách điện ép sát vách rãnh (xem hình 3-21).



Hình 3-21: Dùng nong tre để ép miếng bìa lót sắt vào thành rãnh và stato hoàn tất cách điện rãnh chờ lồng dây

Lưu ý:

Cách điện rãnh không những nhằm mục đích cách điện giữa cuộn dây với stato để tránh chạm masse, mà còn phải có dạng của rãnh để ôm sát vào rãnh, tăng hệ số lấp đầy dây (K_{ld}).

Khi lót cách điện rãnh cho các động cơ có công suất nhỏ dưới 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 – 0,40mm. Đối với động cơ có công suất lớn, nên tăng cường thêm 1 lớp giấy phim, hoặc mica... tùy theo cấp cách điện.

Để tăng cường độ bền về cơ, nên gấp mí ở đầu miệng rãnh, tránh giấy cách điện bị rách trong lúc uốn nắn dây.

b) Quấn các bó dây

Đặt dây quấn và hãm chặt một đầu, tay phải quay tay quay của bàn quấn, tay trái đỡ và giữ dây. Quấn đều tay, rải dây lần lượt, sóng và có độ căng vừa phải. Sau khi quấn đủ số vòng, hãm bó dây lại bằng dây hãm đặt trước và chuyển dây quấn sang khuôn quấn thứ 2 để quấn tiếp bó thứ 2. Cứ như thế quấn đủ số vòng, quấn xong bó nào hãm luôn bó đó và chuyển sang bó tiếp theo cho đến hết một tổ bó thì ngừng lại và cắt dây quấn.

*** Tháo dây quấn ra khỏi khuôn:**

Mở bulông hãm khuôn quấn, lấy toàn bộ dây quấn ra khỏi bàn quấn và đặt trên mặt bàn sạch, nhẹ nhàng rút tấm ốp về phía không có dây chuyển tiếp, để còn lại bộ dây với khuôn quấn. Muốn cho bộ dây giữ nguyên trình tự không bị đảo lộn phải tháo dây ra khỏi khuôn và lật 180° sang phải hoặc trái, bó thứ 2 cũng tháo ra khỏi khuôn và lật sang phải hoặc trái đặt lên bó thứ nhất. Cứ làm trình tự như thế sẽ có một tổ bó dây nguyên vẹn theo thứ tự, không bị đảo lộn.

c) Lồng dây vào rãnh stato

Dụng cụ để lồng dây vào rãnh bao gồm: Dao trải dây bằng tre hoặc gỗ, kéo cắt bìa cách điện.

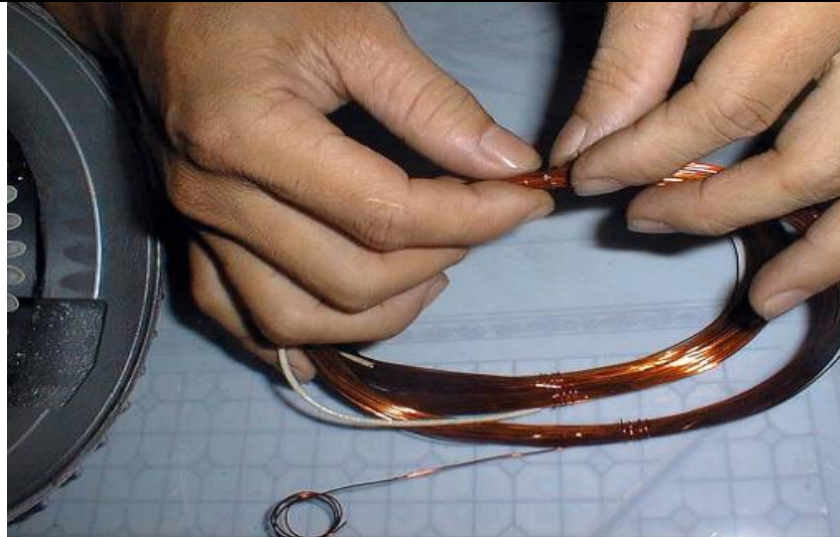
Vật liệu gồm có: Bìa cách điện úp miệng rãnh, tre nẹp miệng rãnh, nẹp cây.

- Tìm đúng phía lõi thép định lấy đầu dây ra, đặt bó dây đã quấn có đầu hướng vào lõi thép phía cần lấy đầu dây ra.

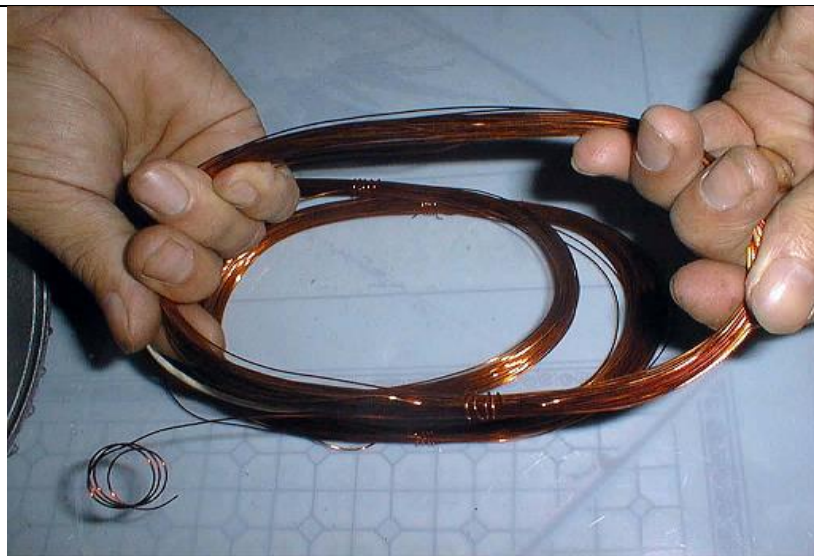
Động cơ để phía trước mặt và chọn vị trí phù hợp (gần lỗ luôn dây ra hộp cực để giúp đi dây được gọn gàng) để đặt cạnh tác dụng đầu tiên, các bó dây sau khi đã tháo dây gai, nắn chỉnh cho bó dây thẳng ta đặt những bó dây đó ở bên tay trái, các dụng cụ như dao tre, bìa úp, nẹp tre... đặt bên tay phải để dễ dàng trong quá trình thao tác lồng dây.

Tiến hành lồng dây theo trình tự:

- Tháo dây gai buộc cạnh tác dụng của bồi dây. Chú ý chỉ tháo dây của một cạnh. Hoặc đẩy dây buộc về hai đầu.



- Căng hai đầu nối của bồi dây, có tác dụng làm các vòng dây rời nhau và các cạnh tác dụng của bồi dây được thẳng.



- Dùng giấy cách điện lót cạnh chò, chưa lồng vào rãnh, chống xước dây trong quá trình thao tác lồng các cạnh tác dụng của các bồi dây tiếp theo

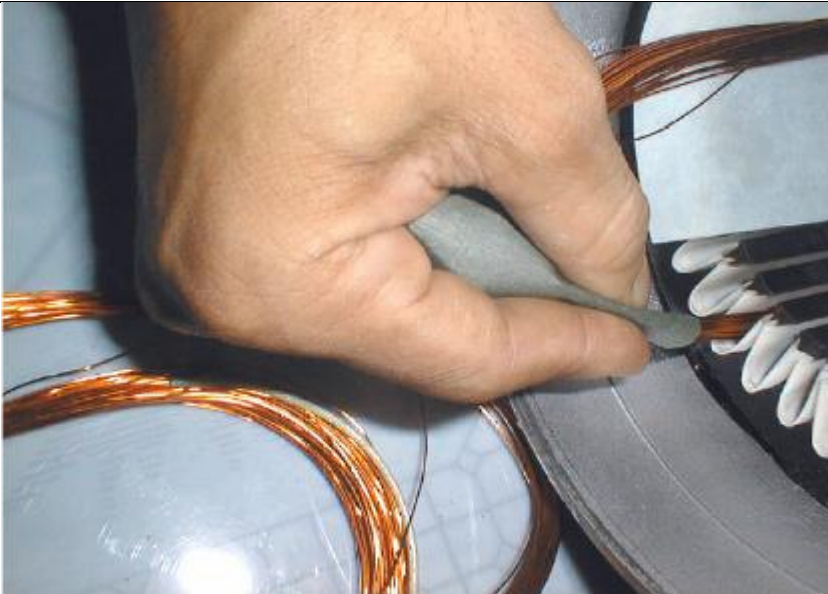


- Căng cạnh tác dụng để giữ song song các vòng dây khi lồng	
- Dùng hai tay dần mỏng cạnh tác dụng của bó dây, hạ lần lượt từng lượng nhỏ vào rãnh (Đối với kiểu đồng tâm ta lồng bó nhỏ vào trước, bó lớn vào sau).	
- Dùng dao tre hạ nốt lượng dây còn lại vào rãnh.	

- Lấy dao tre chải đều trong rãnh để các vòng dây thẳng, song song.



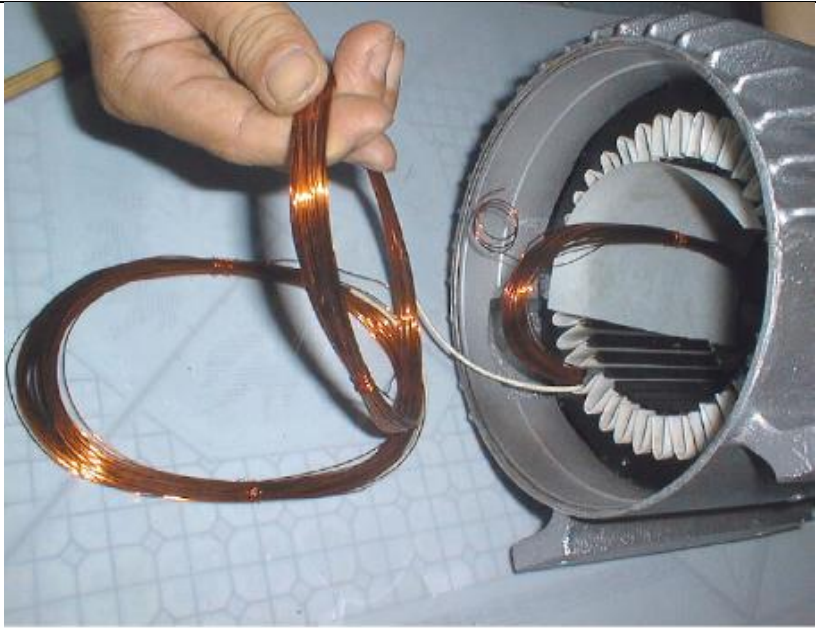
- Đưa bìa úp từ một phía vào rãnh.



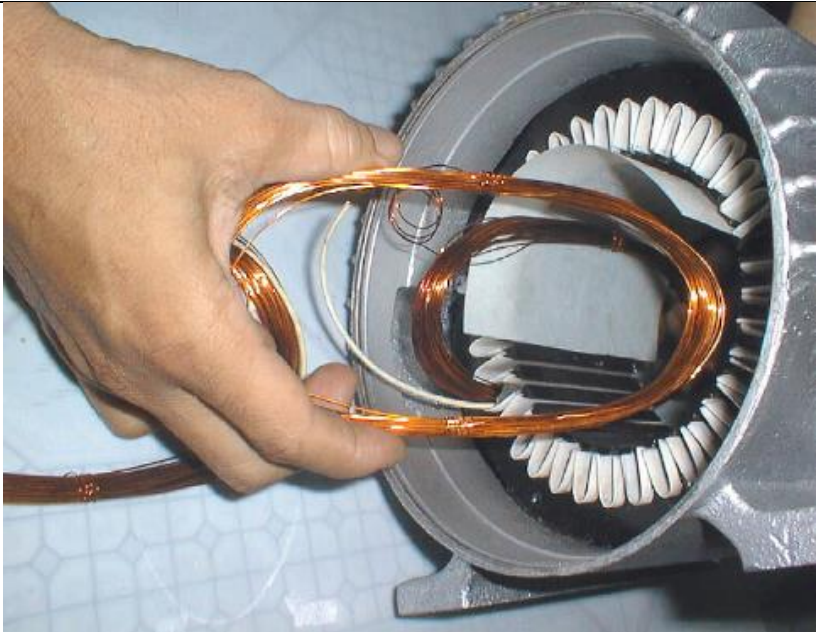
- Đẩy từ từ bìa úp vào rãnh



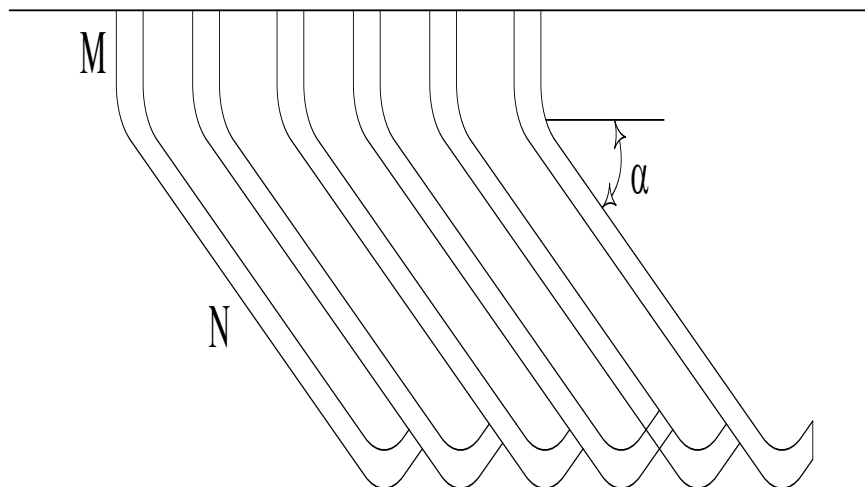
- Đưa bó dây tiếp theo lồng tương tự thao tác trên.

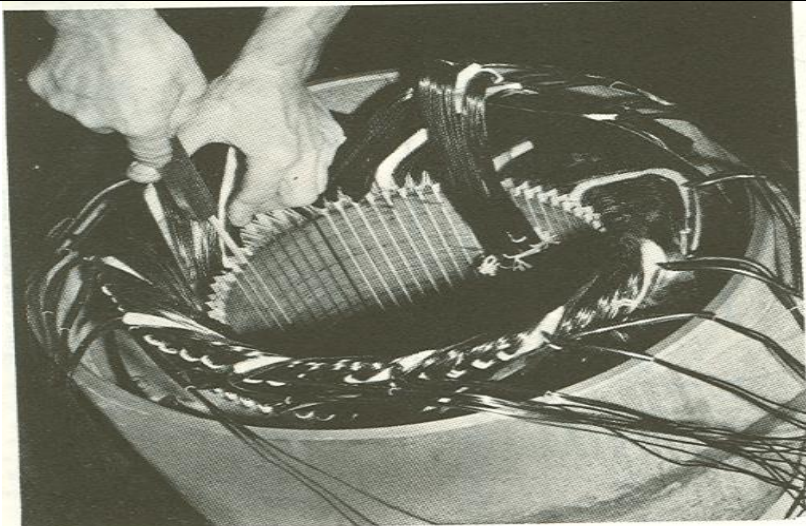


- Chú ý chiều chuyển tiếp giữa các bó dây trong một tổ bó, và tạo hình dáng ngay cho bộ dây.



- Đoạn thẳng (M) nhô ra khỏi rãnh phải đều nhau, cân xứng, hai đầu không được sò le hoặc ngắn dần đi. Đoạn chéo (N) phải song song, các góc nghiêng α không được



thay đổi. Các đỉnh của phần đầu nối phải nằm thẳng hàng và nằm ở chính giữa bước lồng dây.	
* Cuối cùng ta hạ nốt những cạnh chờ xuống rãnh. Hoàn tất quá trình lồng dây.	

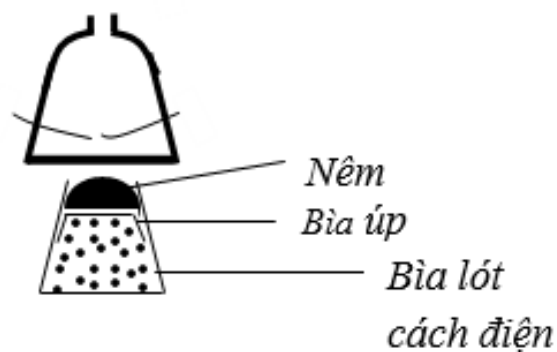
Chú ý:

- Đối với kiểu đồng tâm: Lồng bó dây nhỏ nhất trong tổ dây trước để dễ dàng thao tác các tổ bó dây sau.

d) Lót cách điện, đầu nối, hàn dây ra và đai phần đầu bộ dây.

* Nêm rãnh:

Nêm bằng tre hoặc gỗ có tiết diện hình bán nguyệt lùa vào rãnh để lên bìa úp để nén và giữ bó dây trong rãnh chặt và không bị lực điện từ làm bung ra khi có dòng điện chạy qua dây quấn. Yêu cầu nêm phải chặt và có chiều dài bằng chiều dài bìa úp.



* Nắn đầu bộ dây: Khi đã nêm chặt các rãnh, dùng nêm gỗ, búa gỗ hoặc búa cao su nắn đầu bộ dây sao cho tròn đều

* Đầu dây:

Bộ dây được đầu nối theo một quy định nhất định (*khoảng cách đầu dây phụ thuộc vào số cực, kiểu quấn dây*)

* Lót cách điện pha (lót vai):



Hình 3-22: Tách rời phần đầu nối của các tổ bối dây, lót bì cách điện

Khi lót vai phải cắt bì có hình dạng đúng, lót sâu xuống chân bối dây sát miệng rãnh và phải cách điện hoàn toàn giữa chỗ giao nhau của các pha.

* Băng đai đầu bối dây (băng bó):



Hình 3-23: Phần đầu dây sau khi băng bó

Dùng dây gai đối với máy nhỏ và băng vải đối với máy lớn băng đầu bộ dây để bó chặt đầu nối dây với nhau chống rung khi có lực điện từ đồng thời tạo cho bộ dây gọn, đẹp, an toàn khi lắp ráp.

e) Lắp ráp, kiểm tra và vận hành thử

Sau khi thực hiện xong các bước trên, chúng ta lắp ráp hoàn chỉnh động cơ tiến hành đo liên lạc giữa các pha; đo chạm vỏ với các pha dây quấn. Đo cách điện giữa các pha.

Nếu cách điện đạt yêu cầu, chúng ta đấu vận hành động cơ và đo dòng điện khởi động và dòng điện không tải.

Xác định phần trăm dòng điện không tải.

Đo dòng điện không tải trên cả 3 pha để xác định tính đối xứng của cả 3 pha dây quấn.

Kiểm tra thông mạch, kiểm tra cách điện pha – pha, pha – vỏ, kiểm tra chập vòng dây và cuối cùng là thử từ trường quay, nếu tất cả đều tốt thì chuyển bộ dây sang công nghệ sơn – sấy tẩm.

Nếu các bước trên hoàn tất và đạt yêu cầu: Khi thi công chúng ta phải tháo rời stato và rôto sau đó tiến hành quy trình tẩm sấy cách điện cho dây quấn.

** Vận hành thử:*

Quan sát, nghe ngóng khi động cơ hoạt động, kiểm tra dòng điện của các pha, kiểm tra tốc độ quay của rôto.

Câu hỏi:

1. Phân tích cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ ba pha?
2. Cách xác định cực tính động cơ không đồng bộ ba pha?
3. Phân tích những hư hỏng thường gặp, nguyên nhân và biện pháp khắc phục của động cơ không đồng bộ ba pha?

Bài tập:

1. Tính toán vẽ sơ đồ trái, quấn bộ dây stato động cơ điện 3 pha kiểu đồng tâm, có $Z = 36$, $2p = 4$, $m = 3$?
2. Tính toán vẽ sơ đồ trái, quấn bộ dây stato động cơ điện 3 pha kiểu đồng khuôn 1 lớp (xếp đơn), bước đủ có $Z = 36$, $2p = 4$, $m = 3$?
3. Tính toán vẽ sơ đồ trái, quấn bộ dây stato động cơ điện 3 pha kiểu đồng khuôn 1 lớp (xếp đơn), bước ngắn có $Z = 36$, $2p = 4$, $m = 3$?
4. Tính toán vẽ sơ đồ trái, quấn bộ dây stato động cơ điện 3 pha kiểu đồng khuôn 2 lớp (xếp kép), bước đủ có $Z = 36$, $2p = 4$, $m = 3$?

BÀI 4 : ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ MỘT PHA

Mã bài: MĐ 25-04

Giới thiệu :

Động cơ điện không đồng bộ một pha được sử dụng rất rộng rãi trong dân dụng và công nghiệp như máy giặt, tủ lạnh, máy lau nhà, máy bơm nước, quạt, các dụng cụ cầm tay... (có đặc điểm chung là các động cơ công suất nhỏ).

Mục tiêu:

- Mô tả được cấu tạo, phân tích được nguyên lý làm việc động cơ không đồng bộ một pha.
- Trình bày được phương pháp đảo chiều quay động cơ không đồng bộ một pha.
- Phân tích được nguyên nhân hư hỏng và biện pháp khắc phục của động cơ không đồng bộ một pha.
- Thực hiện được đảo chiều quay động cơ không đồng bộ một pha.
- Xác định được cực tính, đấu dây, vận hành động cơ không đồng bộ một pha.
- Tháo lắp, bảo dưỡng và sửa chữa được những hư hỏng thông thường của động cơ không đồng bộ một pha đảm bảo máy hoạt động tốt theo đúng tiêu chuẩn về điện.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ một pha

1.1. Cấu tạo

Gồm hai phần cơ bản là Stato và Rôto

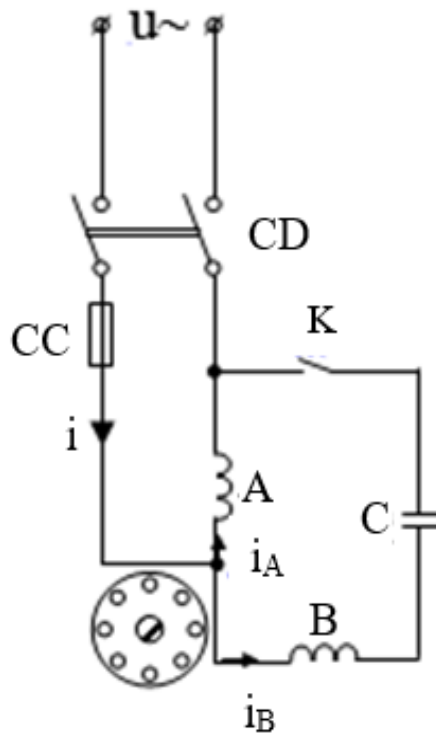
*) Stato:

- Lõi thép:

Được làm bằng những lá thép kỹ thuật điện ép chặt với nhau, các lá thép có hình trụ, phía trong lõi thép có xẻ rãnh để đặt cuộn dây lõi thép được bắt chặt với vỏ máy bằng gang.

- Cuộn dây:

Với động cơ không đồng bộ một pha chạy tự, cuộn dây stato gồm hai cuộn dây A và B, được đặt lệch nhau 90° trong các rãnh của lõi thép. Cuộn dây A được đặt vào điện áp pha, cuộn dây B được mắc nối tiếp với tụ điện và mắc song song với cuộn dây A. Có sơ đồ nguyên lý như hình 4 – 1



Hình 4-1 : Sơ đồ nguyên lý

*) Rôto:

- Lõi thép:

Được làm bằng những lá thép kỹ thuật điện ép chặt với nhau tạo thành hình trụ bắt chặt với trục quay bằng thép.

- Cuộn dây:

Rôto của động cơ điện một chiều là loại rôto lồng sóc, tức là trong các rãnh rôto được để các thanh dẫn bằng đồng hay bằng nhôm, hai đầu các thanh dẫn được hàn nối kín bằng vòng ngắn mạch.

Đối với các loại động cơ một pha có công suất dưới 100W, người ta còn đặt các vòng khởi động bằng đồng ở lõi thép stato.

1.2. Nguyên lý làm việc

- Đóng công tắc K, đóng cầu dao CD, dòng điện vào stato được chia làm hai thành phần I_A và I_B đi vào cuộn dây A và B.

Nhờ có tụ điện, dòng điện I_A và I_B lệch pha nhau 90° về thời gian, do vậy từ trường tổng hợp do dòng điện sinh ra sẽ là từ trường quay với $n_1 = \frac{60f}{p}$.

- Từ trường quay quét qua các thanh dẫn rôto làm xuất hiện sức điện động, sinh ra dòng điện cảm ứng trong các thanh dẫn. Tác dụng tương hỗ giữa dòng điện cảm ứng và từ trường quay tạo nên lực điện từ, tạo nên mômen quay và làm cho rôto quay theo chiều của từ trường quay với tốc độ $n_2 < n_1$.

- Khi rôto quay với tốc độ ổn định ta có thể cắt khoá K để loại cuộn dây B và tụ điện ra khỏi mạch thì động cơ vẫn làm việc bình thường.

Do đó cuộn dây B được gọi là cuộn mở máy, cuộn dây A được gọi là cuộn làm việc.

2. Phương pháp đảo chiều quay động cơ không đồng bộ một pha

a. Động cơ kiểu vòng ngắn mạch:

* Trong kết cấu kiểu này, động cơ tự khởi động được là do vòng ngắn mạch quyết định. Vì vậy, chiều quay của Rôto phụ thuộc vào vị trí của vòng ngắn mạch.

* Do vị trí vòng ngắn mạch đặt ở $1/3$ cực từ, cho nên vòng ngắn mạch đặt về phía nào thì rôto sẽ quay về phía đó.

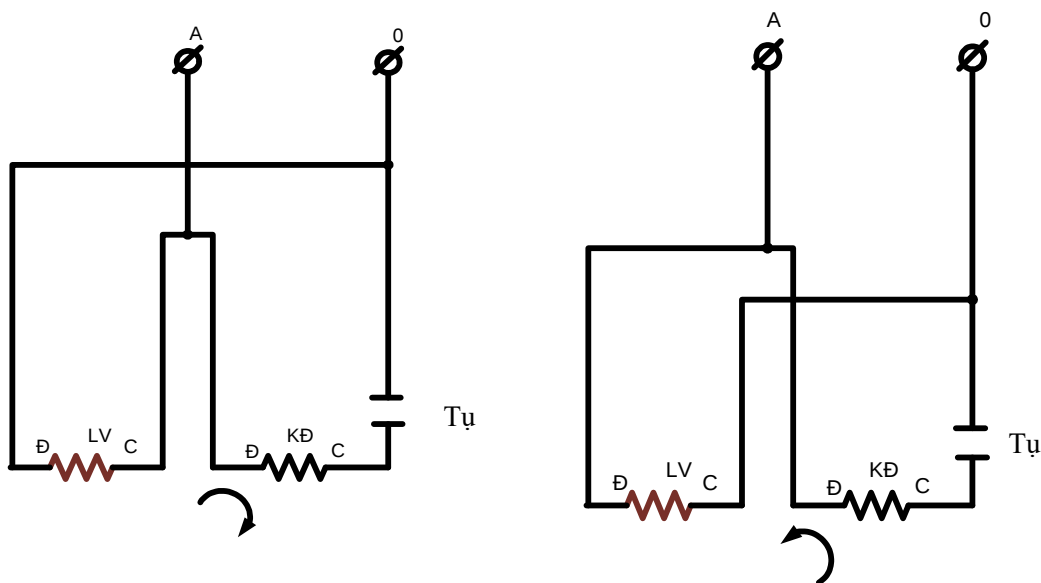
* Muốn đảo chiều quay của loại động cơ này, ta phải xoay stato quay đi một góc 180° , nghĩa là thay đổi vị trí của vòng ngắn mạch trong không gian mà ta xác định.

b. Động cơ kiểu tụ điện:

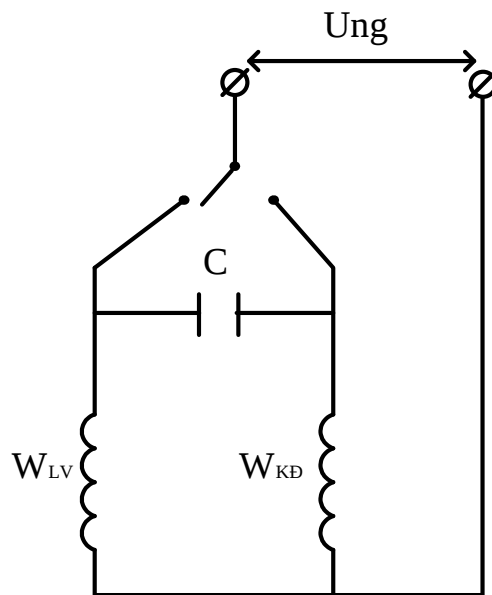
* Trong kết cấu này, động cơ điện tự khởi động được là nhờ dây quấn khởi động đầu nối tiếp với tụ điện. Vì vậy, chiều quay của rôto phụ thuộc vào cuộn dây khởi động đầu nối với cuộn dây làm việc tạo thành đầu chung.

Muốn đảo chiều quay, ta chỉ việc thay đổi cách đấu đầu dây chung giữa cuộn dây khởi động và cuộn dây làm việc.

Thông thường, với các động cơ thông dụng, các cuộn dây đã được nối với nhau để tạo chiều quay đã định trước.



Hình 4-2: Nguyên lý đảo chiều quay động cơ KĐB 1 pha chạy tụ



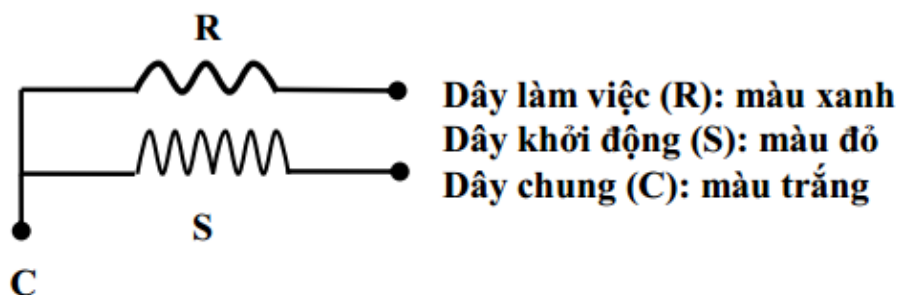
Hình 4-3: Sơ đồ nguyên lý mạch đảo chiều quay động cơ KĐB 1 pha chạy tự có cuộn dây làm việc và cuộn khởi động giống nhau.

Đối với một số động cơ cần đảo chiều liên tục như động cơ máy giặt, người ta chấp nhận giảm bớt hiệu suất của động cơ, quấn hai cuộn khởi động và cuộn làm việc giống hệt nhau. Vì thế có thể hoán chuyển qua lại giữa cuộn khởi động và cuộn làm việc. Như vậy khi cho điện vào bên này tụ điện, thì đầu dây nối vào đó sẽ là dây làm việc, dây kia là dây khởi động. Khi cho điện vào đầu kia thì ngược lại. Do đó có thể đổi chiều quay dễ dàng hơn (hình 4-3).

3. Xác định cực tính, đấu dây, vận hành động cơ

3.1. Phương pháp xác định cực tính

Quy ước chung:



Hình 4-4: Quy ước chung xác định các đầu dây

Trên thực tế, khi xác định các đầu dây ra ta cần phải có phương pháp đo điện trở. Cơ sở của phương pháp này là : $R_{KĐ} > R_{LV}$

3.1.1. Loại động cơ có 3 đầu ra

Dùng ômmét đo lần lượt từng cặp trong 3 đầu dây ra, ta nhận được 3 giá trị điện trở khác nhau.

Lần đo có điện trở lớn nhất (kim quay yếu nhất) thì đầu còn lại là dây chung (C).

Lần đo có giá trị điện trở nhỏ nhất (kim quay mạnh nhất) thì đầu dây còn lại là dây khởi động (S).

Lần đo có giá trị điện trở trung bình (kim quay vừa phải) thì đầu dây còn lại là dây làm việc (R).

3.1.2. Loại động cơ có 4 đầu ra

Dùng ômmét đo lần lượt từng cặp trong 4 đầu dây ra, hai đầu dây liên lạc với nhau là hai đầu dây của cùng một cuộn. Đánh dấu từng cuộn và ghi nhận giá trị điện trở.

Cặp nào có điện trở lớn nhất thì đó là hai đầu của cuộn khởi động.

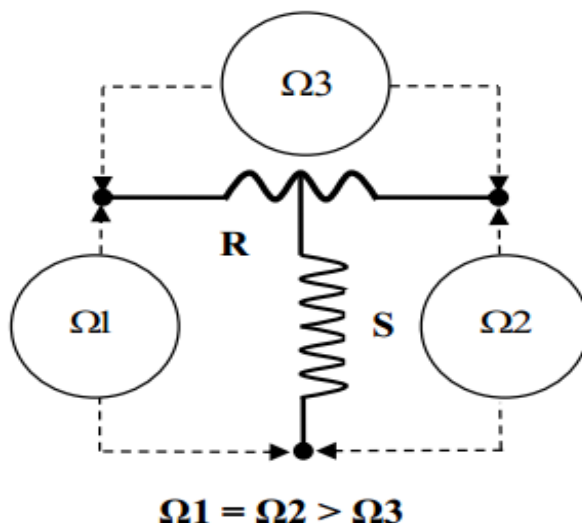
Cặp nào có điện trở nhỏ nhất thì đó là hai đầu của cuộn làm việc.

3.1.3. Loại động cơ có 6 đầu ra

Dùng ômmét đo lần lượt từng cặp trong 6 đầu dây ra, hai đầu dây liên lạc với nhau là hai đầu dây của cùng một cuộn. Đánh dấu từng cuộn và ghi nhận giá trị điện trở.

Cặp nào có điện trở lớn nhất thì đó là hai đầu của cuộn khởi động. Hai cặp nào có điện trở bằng nhau và nhỏ hơn điện trở cặp còn lại thì đó là bốn đầu của cuộn làm việc.

3.1.4 Loại động cơ khởi động bằng nội trở



Hình 4-5: Xác định các đầu dây động cơ một pha bằng nội trở
Ứng với lần đo có điện trở nhỏ nhất thì đầu còn lại là dây khởi động

3.2. Đấu dây, vận hành động cơ

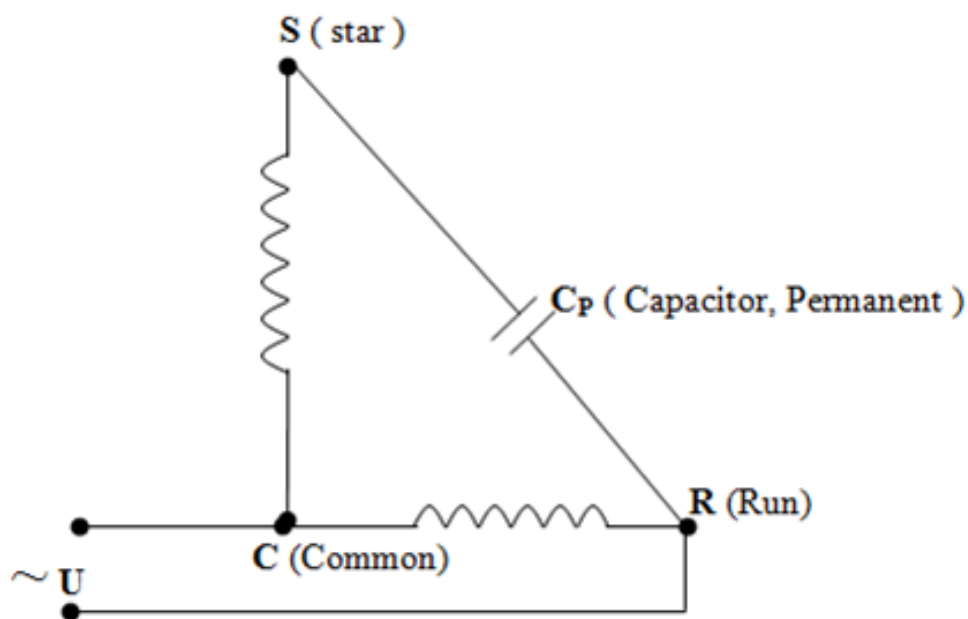
- Sơ đồ quạt bàn dùng tụ khởi động (Quạt bàn 3 số).



Hình 4-7: Sơ đồ quạt bàn dùng tụ khởi động (5 Số)

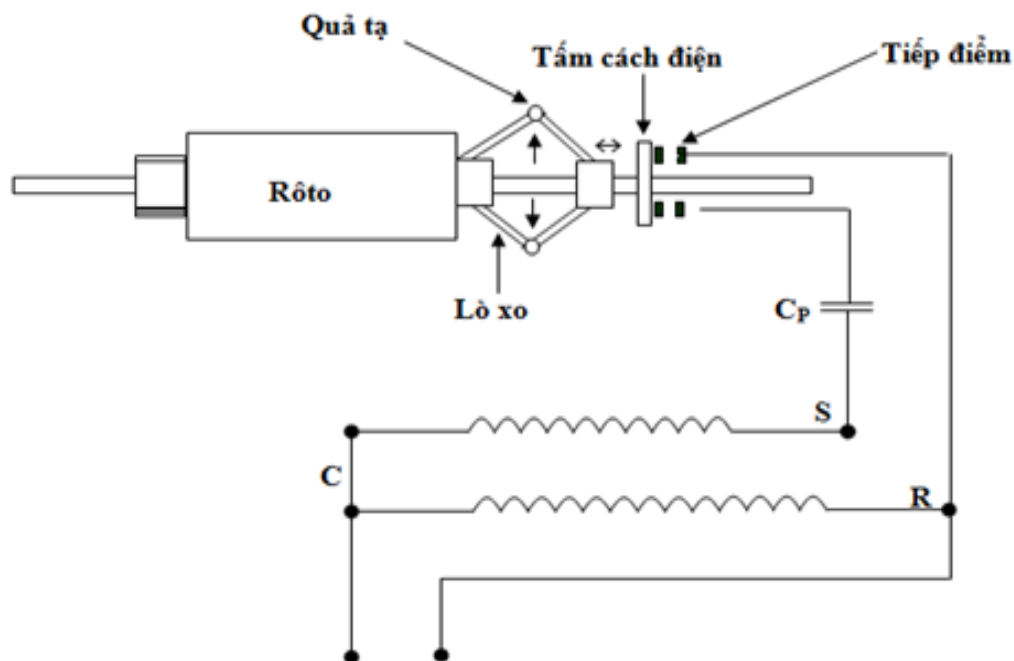
Sơ đồ đầu dây động cơ 1 pha:

+ Dùng tự thường trực:



Hình 4-8: Sơ đồ quạt bàn dùng tụ thường trực

+ Dùng tụ thường trực và tụ khởi động: Ở phần này bên cạnh tụ thường trực sẽ có thêm tụ khởi động để cho động cơ khởi động nhanh hơn, ta dùng cả hai tụ đấu song song với nhau và dùng phương pháp ngắt điện ly tâm (ngắt điện tự động) bộ phận này được gắn ngay trong trục của động cơ được thể hiện theo (hình 4-9)



Hình 4-9: Dùng tụ thường trực và tụ khởi động

Ngắt điện là bộ phận rất cần thiết cho động cơ không đồng bộ một pha (có 2 cuộn dây).

Công dụng của các loại ngắt điện để ngăn không cho qua cuộn khởi động có điện khi động cơ quay với tốc độ tương xứng (khoảng 2/3 tốc độ định mức của động cơ).

Hầu hết các động cơ này khi đó khởi động chỉ có một cuộn dây làm việc (dây lớn là dây làm việc, cuộn dây khởi động dây nhỏ sẽ ngừng làm việc, tác dụng của cuộn dây nhỏ là để cho động cơ khởi động phải trải qua hai nhiệm vụ sau:

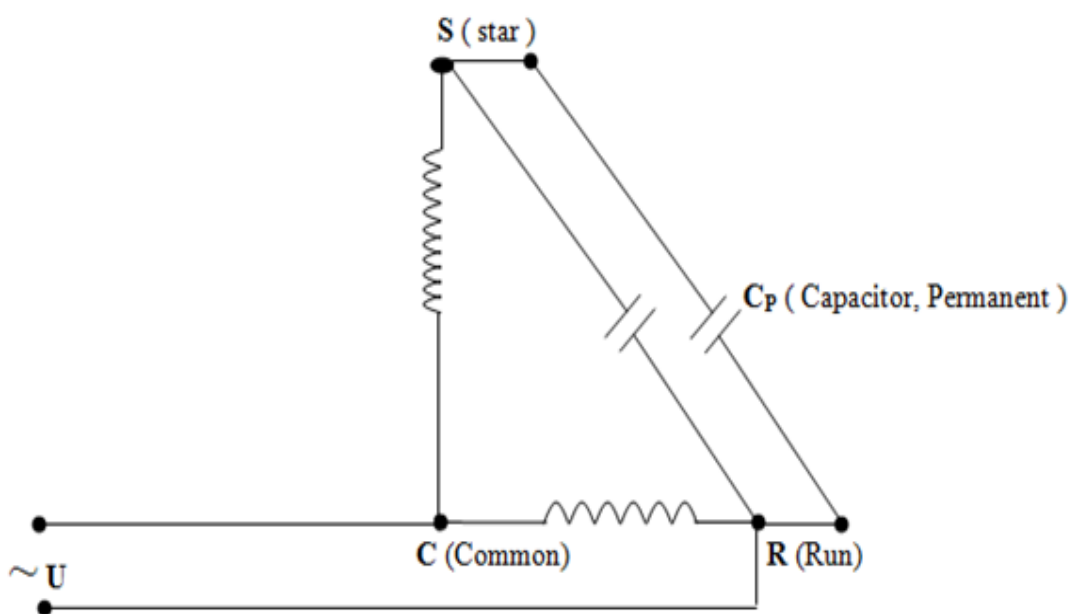
- + Nhiệm vụ 1: Phải đóng mạch điện cho điện đi vào động cơ, cuộn dây khởi động làm cho động cơ khởi sự quay, khi mạch điện đóng kín, 2 vít bạch kim phải nằm sát lại với nhau khi động cơ chưa quay.

- + Nhiệm vụ 2: Phải mở mạch điện để ngắt dòng điện không cho dòng điện đi qua cuộn khởi động khi động cơ quay, mạch điện hở, 2 vít bạch kim phải tách rời nhau.

Nếu thiếu một trong hai nhiệm vụ trên thì động cơ sẽ bị cháy, nếu mạch điện không đóng điện sẽ không đi vào cuộn dây khởi động mà chỉ đi qua cuộn dây làm việc sẽ không làm cho động cơ quay được do đó cuộn dây làm việc nóng lên và cháy máy (trường hợp này sẽ tạo thành nhiệt năng). Khi động cơ đó quay mà mạch điện không mở cũng sẽ bị cháy với các lý do sau:

- + Cuộn dây khởi động có số vòng dây ít không đủ sức để nó làm việc song song với cuộn dây làm việc.

- + Loại động cơ có ngắt điện ly tâm thì sử dụng bằng tụ điện để khởi động, mà tụ điện khởi động có sức chứa điện dung lớn hơn tụ điện thường trực, nó nạp điện vào nhiều và phóng điện mạnh, nên mỗi khi máy đó quay mà ngắt điện không mở sẽ nhanh cháy



Hình 4-10: Sơ đồ đấu dây động cơ 1 pha dùng hai tụ song song

4. Tháo lắp, bảo dưỡng và sửa chữa động cơ không đồng bộ một pha

4.1. Trình tự tháo, lắp

* Trình tự tháo:

Phương pháp tháo, lắp động cơ điện được thực hiện theo trình tự sau:

- Quan sát tìm vị trí bulông, ốc vít, liên kết các phần trong máy điện.
- Quan sát, lựa chọn phương tiện kỹ thuật sao cho phù hợp để tháo động cơ (búa sắt, cò lê, mỏ lết, vam ... kích cỡ phù hợp).
- Tháo động cơ phải thực hiện trình tự sau: (tháo từ ngoài vào trong)
 - + Chuẩn bị sẵn các dụng cụ cần thiết và thùng để đựng các bộ phận tháo.
 - + Đánh dấu trên nắp máy và thân máy bằng đục sắt (đập nhẹ) để thuận tiện cho việc lắp ráp sau này.
 - + Tháo các bộ phận chi tiết truyền chuyển động (quạt gió, puli, bánh đai, tuốc năng, hộp số...)
 - + Tháo nắp bảo vệ quạt gió.
 - + Tháo các ốc bắt nắp động cơ.
 - + Dùng hai cây vặn vít lớn đồng thời bẩy nắp máy ra khỏi thân stato.
 - + Nếu một bên nắp máy đã được tháo ra khỏi stato, thì có thể đập nhẹ hoặc ấn vào trục (bằng búa nhựa) để lấy phần nắp máy còn lại ra khỏi stato.
 - + Lấy phần quay (trục, rôto) cùng với nắp máy còn lại ra khỏi stato.
 - + Lấy các phần được tháo đựng vào thùng.

* Trình tự lắp:

Ngược lại với trình tự tháo tức là bộ phận nào tháo ra sau cùng thì được lắp vào trước tiên

4.2. Bảo dưỡng

a) Phần cơ:

- Vòng bi, ổ đỡ bị khô, bị kẹt thì cần phải tháo nắp mỡ để tra thêm mỡ hoặc có thể dùng xăng để rửa sạch các dầu mỡ bị khô kết lại ở trong vòng bi rồi mới tra dầu mỡ mới.
- Kiểm tra độ rơ dọc trục và ngang trục của vòng bi. Nếu đã bị rơ quá thì phải thay thế vòng bi mới.
- Hệ thống cánh quạt làm mát, puli để lắp đai truyền nếu bị lệch, bị rơ cần phải siết chặt lại tránh cọ sát vào phần xung quanh.

b) Phần điện:

- Bộ dây của động cơ cần giữ cho luôn khô để đảm bảo cách điện tốt. Khi

tháo nắp động cơ ra nếu bộ dây bị bẩn, ẩm thì cần phải lau chùi sạch sau đó tiến hành sấy khô để hết hơi nước ở trong động cơ.

- Những vị trí cần cách điện giữa các cuộn dây trong động cơ mà lớp cách điện đó bị hỏng thì cần phải lột cách điện lại. Nếu giữa các cuộn dây trong bộ dây có R_{CD} quá nhỏ nhưng chưa chạm chập thì cần làm sạch bộ dây, sấy khô, dùng sơn cách điện để tẩm lại bộ dây tăng cường cách điện cho động cơ sau đó sấy khô rồi cho vận hành.

4.3. Sửa chữa động cơ không đồng bộ một pha

STT	HIỆN TƯỢNG	NGUYÊN NHÂN	CÁCH KHẮC PHỤC
1	Động cơ một pha chạy chậm. Có tiếng ù ù, dòng điện tăng cao.	+ Do bị sát cốt + Chập nội tại một vài vòng dây	+ Siết chặt nắp máy, cân chỉnh lại phần rôto, kiểm tra vòng bi, bạc đạn hoặc thay thế bạc đạn hoặc vòng bi + Kiểm tra bộ dây bằng rô nha, nếu bộ dây bị chập nội tại thì quấn lại bộ dây.
2	Dùng tay quay động cơ mới khởi động được.	+ Do tụ điện bị rò nên thông số của tụ điện bị thay đổi + Do cân chỉnh chưa đồng tâm	+ Thay tụ mới + Cân chỉnh lại
3	Đóng điện vào, động cơ làm việc phát ra tiếng kêu khác thường.	+ Do vòng bi bị rỗ + Do vòng bi bị rơi dẫn đến sát cốt nên gây ra tiếng va chạm cơ khí	+ Thay vòng bi mới.
4	Tụ làm việc bị đánh thủng thường xuyên khi quấn lại bộ dây stato.	+ Sai số vòng cuộn khởi động (giảm số vòng) làm điện áp đặt lên tụ lớn hơn điện áp định mức của tụ + Thay tụ có điện dung bé hơn nên điện áp đặt lên tụ lớn hơn điện áp định mức của tụ	+ Quấn lại + Thay tụ thích hợp

5	Động cơ bị chạm vỏ	+ Do cách điện giữa cuộn dây và lõi thép bị đánh thủng thì quấn lại bộ dây khác + Kiểm tra và sửa lại đầu dây bị chạm vỏ	+ Nếu do cách điện giữa cuộn dây và lõi thép bị đánh thủng thì quấn lại bộ dây khác + Kiểm tra và sửa lại đầu dây bị chạm vỏ
6	Đóng điện vào động cơ không quay, rôto bị hút chặt lệch về một bên, động cơ rung rất mạnh.	+ Do vòng bi hoặc bạc quá dơ + Nắp máy bị lệch, rôto chưa đồng tâm	+ Thay bạc đạn hoặc vòng bi mới + Siết chặt nắp máy, cân chỉnh lại phần rôto

Một số vấn đề cần chú ý:

- Để đảm bảo an toàn và độ bền cho động cơ, ta nên bảo dưỡng định kỳ, để động cơ ở nơi khô ráo, thoáng mát. Không để động cơ ở nơi có độ ẩm cao.

- Khi quấn lại động cơ cần chú ý đến chất lượng dây quấn, số vòng dây, tiết diện dây...để tránh trường hợp hao hụt công suất động cơ.

- Khi phát hiện động cơ có hiện tượng bất thường việc đầu tiên phải ngắt nguồn điện ra khỏi động cơ, sau đó dùng Ampe kiểm tra dây có chạm vỏ hay không? Tùy vào tình hình thực tế và điều kiện cụ thể ta có thể dùng các biện pháp khác (bút thử điện...) để kiểm tra nhưng phải đảm bảo thực hiện các biện pháp an toàn.

Câu hỏi:

1. Phân tích cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ một pha?
2. Trình bày phương pháp đảo chiều quay động cơ không đồng bộ một pha?
3. Cách xác định cực tính động cơ không đồng bộ một pha?
4. Phân tích hư hỏng thường gặp, nguyên nhân và biện pháp khắc phục của động cơ không đồng bộ một pha?

Bài tập:

1. Xác định chân chung, chân làm việc, chân khởi động của động cơ không đồng bộ một pha, biết: $R_{12} = 130 \Omega$; $R_{13} = 215 \Omega$; $R_{23} = 345 \Omega$?
2. Xác định cực tính của động cơ không đồng bộ một pha có 3 đầu dây ra, biết $R_{12} = 5 \Omega$; $R_{13} = 14 \Omega$; $R_{23} = 9 \Omega$?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]- Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu, *Máy điện 1*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2015.
- [2]- Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu, *Máy điện 2*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2015.
- [3]- 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 2017.
- [4]- Nguyễn Trọng Thắng, Nguyễn Thế Kiệt *Công nghệ chế tạo và tính toán sửa chữa Máy điện - tập 3*, , NXB Giáo dục 2017.
- [5]- Minh Trí, *Kỹ thuật quấn dây*, NXB Đà Nẵng 2016.
- [6]- Trần Duy Phụng, *Kỹ thuật quấn dây máy biến áp, động cơ vắn năng, động cơ điện 1 pha, 3 pha*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2017
- [7]- Bùi Văn Hồng, Đặng Văn Thành, Phạm Thị Nga, *Giáo trình thực hành máy điện*, NXB Đại học quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh 2020.