

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

GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC/MÔ ĐUN: MÁY ĐIỆN 2

NGÀNH/NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-TCNTH ngày ... tháng ... năm 2023
của Hiệu trưởng trường Trung cấp nghề Tổng hợp Hà Nội*

Hà Nội, năm 2023

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

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.

Mô đun Máy điện 2 là mô đun quan trọng trong đào tạo nghề Điện 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 2**” làm tài liệu lưu hành nội bộ.

Giáo trình Máy điện 2 được biên soạn theo nội dung chương trình mô đun Máy điện 2 của hệ đào tạo trung cấp nghề thuộc nghề Điện 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: Máy điện đồng bộ

Bài 2: Máy điện một chiều

Bài 3: Động cơ điện vạn năng

Bài 4: Động cơ bước, động cơ servo

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 được những khiếm khuyết. 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.

Hà Nội, ngày ... tháng ... năm 2023

Tham gia biên soạn

Chủ biên: Trần Thị Trang

MỤC LỤC

	TRANG
TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN	1
LỜI GIỚI THIỆU	3
MỤC LỤC	5
BÀI 1: MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ	11
1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ	11
1.1. Khái niệm về máy điện đồng bộ	11
1.2. Cấu tạo của máy phát điện đồng bộ	12
1.3. Nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ	13
2. Sự làm việc song song của máy phát điện đồng bộ	14
3. Động cơ và máy bù đồng bộ	15
3.1. Khái niệm	15
3.2. Động cơ điện đồng bộ	15
3.3. Máy bù đồng bộ	18
4. Lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng máy phát điện đồng bộ	19
4.1. Lắp đặt máy phát điện đồng bộ	19
4.2. Vận hành máy phát điện đồng bộ	21
4.3. Bảo dưỡng máy phát điện đồng bộ	22
BÀI 2: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU	25
1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy điện một chiều	25
1.1. Khái niệm về máy điện một chiều	25
1.2. Cấu tạo của máy điện một chiều	25
1.3. Nguyên lý làm việc cơ bản của máy điện một chiều	27
2. Tia lửa điện trên cổ góp và biện pháp khắc phục	29
3. Máy phát điện và động cơ điện một chiều	30
3.1. Máy phát điện một chiều	30
3.2. Động cơ điện một chiều	35
4. Bảo dưỡng, sửa chữa máy điện một chiều	37
4.1. Bảo dưỡng máy điện một chiều	37
4.2. Những hư hỏng thường gặp và biện pháp khắc phục	38
BÀI 3: ĐỘNG CƠ ĐIỆN VẠN NĂNG	43
1. Khái niệm về động cơ điện vạn năng	43

2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc động cơ điện vạn năng	44
2.1. Cấu tạo	44
2.2. Nguyên lý làm việc	47
3. Tháo, lắp, bảo dưỡng động cơ điện vạn năng.....	48
3.1. Trình tự tháo các bộ phận của động cơ vạn năng	48
3.2. Lắp các chi tiết của động cơ vạn năng	49
3.3. Bảo dưỡng động cơ điện vạn năng	49
4. Sửa chữa động cơ điện vạn năng	50
4.1. Thay thế, sửa chữa chổi than	50
4.2. Kiểm tra cuộn dây phần ứng.....	52
4.3. Sửa chữa vành chỉnh lưu.....	56
BÀI 4: ĐỘNG CƠ BƯỚC, ĐỘNG CƠ SERVO.....	61
1. Động cơ bước	61
1.1. Khái niệm	61
1.2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc	62
1.3. Phân loại động cơ bước	67
1.4. Điều khiển động cơ bước	67
1.5. Ứng dụng.....	68
2. Động cơ servo.....	70
2.1. Khái niệm	70
2.2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc	70
2.3. Phân loại động cơ servo	74
2.4. Điều khiển động cơ servo.....	76
2.5. Ứng dụng.....	77
2.6. So sánh động cơ bước và động cơ servo.....	77
TÀI LIỆU THAM KHẢO	80

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN MÁY ĐIỆN 2

Tên mô đun: Máy điện 2

Mã số mô đun: MĐ 21

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, Máy điện 1.

- Tính chất: Là mô đun chuyên môn nghề, thuộc mô đun đào tạo nghề tự chọn.

- 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.

II. MỤC TIÊU MÔ ĐUN:

- Kiến thức

+ Mô tả được cấu tạo, phân tích nguyên lý của máy điện đồng bộ, máy điện một chiều, động cơ điện vạn năng, động cơ bước, động cơ servo.

+ Phân tích được điều kiện làm việc song song của máy phát điện đồng bộ.

+ Giải thích được các nguyên nhân gây ra tia lửa và biện pháp cải thiện đôi chiều của máy điện một chiều.

+ Phân tích được nguyên nhân hư hỏng và biện pháp khắc phục của động cơ điện vạn năng.

+ Phân tích được một số ứng dụng thực tế của động cơ bước, động cơ servo.

+ So sánh được sự giống và khác nhau, ưu, nhược điểm của động cơ bước và động cơ servo.

- Kỹ năng:

+ Vận hành, bảo dưỡng được máy phát điện đồng bộ, máy điện một chiều, động cơ bước, động cơ servo.

+ Tháo, lắp, bảo dưỡng được các bộ phận của động cơ điện vạn năng theo đúng quy trình, đúng yêu cầu kỹ thuật.

+ Sửa chữa được một số hư hỏng thông thường của động cơ điện vạn năng.

+ Thực hiện điều khiển được động cơ bước, động cơ servo.

- 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: Máy điện đồng bộ	10	5	5	
	1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ	4	2	2	
	2. Sự làm việc song song của máy phát điện đồng bộ	1	1		
	3. Động cơ và máy bù đồng bộ	2	1	1	
	4. Lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng máy phát điện đồng bộ	3	1	2	
2	Bài 2: Máy điện một chiều	10	5	4	1
	1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy điện một chiều	3	2	1	
	2. Tia lửa điện trên cổ góp và biện pháp khắc phục	2	1	1	
	3. Máy phát điện và động cơ điện một chiều	2	1	1	
	4. Bảo dưỡng, sửa chữa máy điện một chiều	3	1	1	1

3	Bài 3: Động cơ điện vạn năng	30	8	20	2
	1. Khái niệm về động cơ điện vạn năng	1	1		
	2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc động cơ điện vạn năng	4	2	2	
	3. Tháo, lắp, bảo dưỡng động cơ điện vạn năng	10	2	8	
	4. Sửa chữa động cơ điện vạn năng	15	3	10	2
4	Bài 4 : Động cơ bước, động cơ servo	10	4	6	
	1. Động cơ bước	5	2	3	
	2. Động cơ servo	5	2	3	
	Cộng	60	22	35	3

BÀI 1: MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

Mã bài: MĐ 21-01

Giới thiệu:

Máy điện đồng bộ là thiết bị điện quan trọng được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp. Phạm vi sử dụng chính là làm máy phát điện, nghĩa là biến đổi cơ năng thành điện năng. Điện năng chủ yếu dùng trong nền kinh tế quốc dân và đời sống được sản xuất từ các máy phát điện quay bằng tuabin hơi, tuabin khí hoặc tuabin nước. Hai loại thường gặp nhất là máy phát nhiệt điện và máy phát thủy điện 3 pha. Máy điện đồng bộ còn được dùng làm động cơ đặc biệt trong các thiết bị lớn, vì khác với động cơ không đồng bộ là chúng có thể phát ra công suất phản kháng. Thông thường các máy đồng bộ được tính toán, thiết kế sao cho chúng có thể phát ra công suất phản kháng gần bằng công suất tác dụng.

Trong một số trường hợp, việc đặt các máy đồng bộ ở gần các trung tâm công nghiệp lớn là chỉ để phát ra công suất phản kháng. Với mục đích chính là bù hệ số công suất $\cos\phi$ cho lưới điện được gọi là máy bù đồng bộ. Ngoài ra các động cơ đồng bộ công suất nhỏ (đặc biệt là các động cơ kích từ bằng nam châm vĩnh cửu) cũng được dùng rộng rãi trong các trang bị tự động và điều khiển.

Mục tiêu:

- Phân tích được cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ.
- Phân tích được điều kiện làm việc song song của máy phát điện đồng bộ.
- Mô tả được cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ và máy bù đồng bộ.
- Lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng được máy phát điện đồng bộ.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

Nội dung chính :

1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ

1.1. Khái niệm về máy điện đồng bộ

* Khái niệm:

Máy điện đồng bộ là loại máy điện có tốc độ quay không đổi và được xác định theo số đôi cực và tần số dòng điện, $n = \frac{60f}{p}$;

* Công dụng

Máy điện đồng bộ được sử dụng theo chế độ máy phát điện và động cơ điện. Nhưng đa số máy điện đồng bộ hoạt động ở chế độ máy phát điện, dùng để cung cấp điện năng cho sinh hoạt và sản xuất. Vì vậy máy điện đồng bộ có một vai trò quan trọng trong sự phát triển khoa học và kỹ thuật.



Hình 1-1: Máy điện đồng bộ

1.2. Cấu tạo của máy phát điện đồng bộ

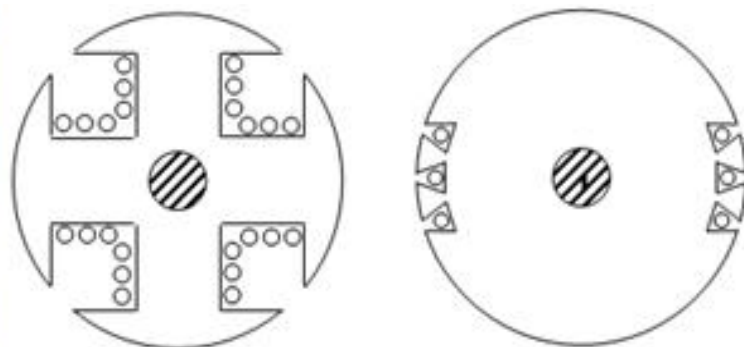
1.2.1. Phần cảm (Rôto)

+ Được gắn trên trục quay, gồm lõi thép cực từ trên có quấn cuộn dây để cho dòng điện một chiều đi qua tạo thành một nam châm điện.

+ Từ trường phần cảm sinh ra khá mạnh và ổn định. Cực từ được chế tạo sao cho từ thông phân bố dọc theo mặt trong của phần ứng biến thiên theo quy luật hàm số sin: $B = B_{\max} \sin \alpha$.

+ Số cực từ của phần cảm phụ thuộc vào tốc độ quay và tần số tiêu chuẩn của dòng điện dùng trong công nghiệp.

+ Dựa vào cấu tạo cực từ người ta chia rôto làm hai loại: rôto cực ẩn và rôto cực lồi, hình 1 – 2.



Hình 1-2: Rôto máy điện đồng bộ

- Máy điện có rôto cực lõi được gọi là máy điện cực lõi, thường dùng cho loại máy điện có tốc độ thấp, số cực nhiều, công suất nhỏ.

- Máy điện có rôto cực ẩn được gọi là máy điện cực ẩn, thường dùng cho loại máy điện có tốc độ cao, số cực ít, công suất cao.

1.2.2. Phần ứng (Stato)



Hình 1-3: Stato máy điện đồng bộ

+ Mạch từ: Được làm bằng các lá thép kỹ thuật điện ghép cách điện với nhau, mặt trong được xẻ rãnh để đặt bộ dây quấn.

+ Dây quấn: Gồm ba cuộn dây đặt lệch nhau 120° trong không gian trong các rãnh của lõi thép mạch từ, hình 1- 3.

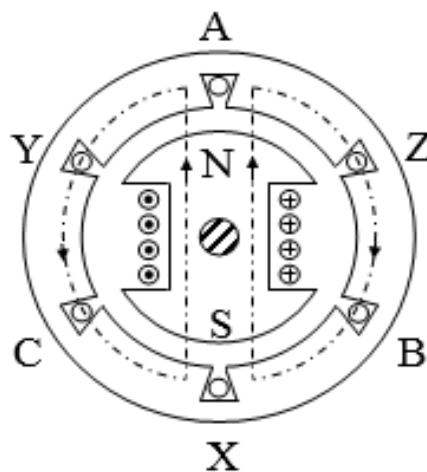
1.2.3. Phần kích từ

+ Bộ phận kích từ làm nhiệm vụ tạo ra dòng điện một chiều đưa vào cuộn dây phần cảm để tạo ra từ trường cho máy;

+ Đối với các máy phát điện công suất lớn, phần kích từ là một máy phát điện một chiều được nối cùng trục với máy phát điện đồng bộ.

1.3. Nguyên lý làm việc của máy phát điện đồng bộ

+ Cung cấp dòng kích từ cho máy, hình 1 – 4.



Hình 1-4: Sơ đồ nguyên lý máy phát điện đồng bộ

+ Kéo phần cảm quay với tốc độ $n_2 = \frac{60f}{p}$; từ trường phần cảm quét qua các cuộn dây phản ứng sinh ra các sức điện động trong các cuộn dây, e_A, e_B, e_C .

+ Vì ba cuộn dây đặt lệch nhau trong không gian nên ta được một hệ sức điện động ba pha;

+ Các cuộn dây được chế tạo giống nhau nên trị số hiệu dụng các sức điện động như nhau: $E_A = E_B = E_C = 4,44 fWk\Phi_m$

Trong đó:

$f = \frac{np}{60}$ - là tần số của sức điện động;

W - Số vòng của một cuộn dây pha;

k - Hệ số dây quấn;

Φ_m - Từ thông cực đại dưới một cực từ.

+ Coi góc pha đầu của sức điện động pha A là 0° thì phương trình sức điện động ba pha được viết như sau:

$$e_A = E\sqrt{2}\sin(\omega t) \text{ (V)}$$

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

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

+ Khi máy phát có tải thì trong ba cuộn dây của máy phát có dòng điện và sinh ra từ trường quay ba pha với tốc độ $n_1 = \frac{60f}{p}$; nghĩa là bằng tốc độ quay của phần cảm $n_1 = n_2$, do đó máy phát được gọi là máy phát điện đồng bộ.

2. Sự làm việc song song của máy phát điện đồng bộ

Các hệ thống điện gồm nhiều máy phát điện đồng bộ làm việc song song với nhau: tạo thành lưới điện. Công suất của lưới điện rất lớn so với công suất mỗi máy riêng rẽ, do đó điện áp cũng như tần số của lưới có thể giữ không đổi, khi thay đổi tải.

Để các máy làm việc song song phải đảm bảo các điều kiện sau:

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

Nếu không đảm bảo các điều kiện trên, sẽ có dòng điện lớn chạy qua trong máy, phá hỏng máy và gây loạn hệ thống điện.

Để đóng máy phát điện vào lưới ta dùng thiết bị hòa đồng bộ.

Đối với máy phát điện công suất nhỏ, có thể đóng vào lưới bằng phương pháp tự đồng bộ như sau:

Dây quấn kích từ thông đóng vào nguồn điện kích từ, mà khép mạch qua điện trở phóng điện, để tránh xuất hiện điện áp cao, phá hỏng dây quấn kích từ. quay rôto đến gần tốc độ đồng bộ, sau đó đóng máy phát điện vào lưới và cuối cùng sẽ đóng dây quấn kích từ vào nguồn điện kích từ, máy sẽ làm việc đồng bộ.

3. Động cơ và máy bù đồng bộ

3.1. Khái niệm

- Thực chất máy bù đồng bộ là một động cơ đồng bộ làm việc ở chế độ không tải, quá dòng điện kích từ.

- Động cơ và máy bù đồng bộ thường có rôto cực lõi và công suất nhỏ hơn công suất của máy phát.

- Khi dòng kích từ nhỏ, động cơ nhận công suất phản kháng của lưới, dòng điện trong động cơ chậm pha sau điện áp một góc φ .

- Khi dòng kích từ vượt quá trị số định mức (trạng thái quá kích từ), thì máy đồng bộ phát công suất phản kháng vào lưới. Lúc này động cơ được xem như một tụ điện vận hành song song với lưới, do đó $\cos\varphi$ của lưới điện được nâng cao.

- Máy điện chuyên dùng để phát công suất phản kháng cho lưới điện để nâng cao $\cos\varphi$ gọi là máy bù đồng bộ.

3.2. Động cơ điện đồng bộ

Cấu tạo của động cơ điện đồng bộ giống như máy phát điện đồng bộ.

3.2.1 Nguyên lý làm việc, phương trình điện áp và đồ thị vectơ

- Nguyên lý làm việc của động cơ điện đồng bộ như sau:

Khi ta cho dòng điện ba pha i_A, i_B, i_C , vào dây quấn stato, tương tự như động cơ điện không đồng bộ, dòng điện ba pha ở stato sẽ sinh ra từ trường quay với tốc độ $n_1 = \frac{60f}{p}$ ta hình dung từ trường quay stato như một nam châm quay tưởng tượng, vẽ bằng nét đứt trên hình 1-5 khi cho dòng điện một chiều vào dây quấn rôto, rôto biến thành một nam châm điện. Tác dụng hỗ trợ giữa từ trường stato và từ trường rôto sẽ có lực tác dụng lên rôto. Khi từ trường stato quay với tốc độ n_1 , lực tác dụng ấy sẽ kéo rôto quay với tốc độ $n = n_1$. Ví dụ với tần số $f = 50\text{Hz}$, và số đôi cực $p = 1$, tốc độ rô to là $n = \frac{60f}{p} = \frac{60.50}{1} = 3000\text{vg/p}$. Nếu trục của rôto nối với một máy nào đó, thì động cơ điện sẽ kéo máy quay với tốc độ n không đổi.

Sơ đồ thay thế động cơ điện đồng bộ như hình 1-5a

- Phương trình điện áp là: $\dot{U} = \dot{E}_0 + \dot{I}R + j\dot{I}X_{db}$

Khi bỏ qua điện trở dây quấn stato ta có:

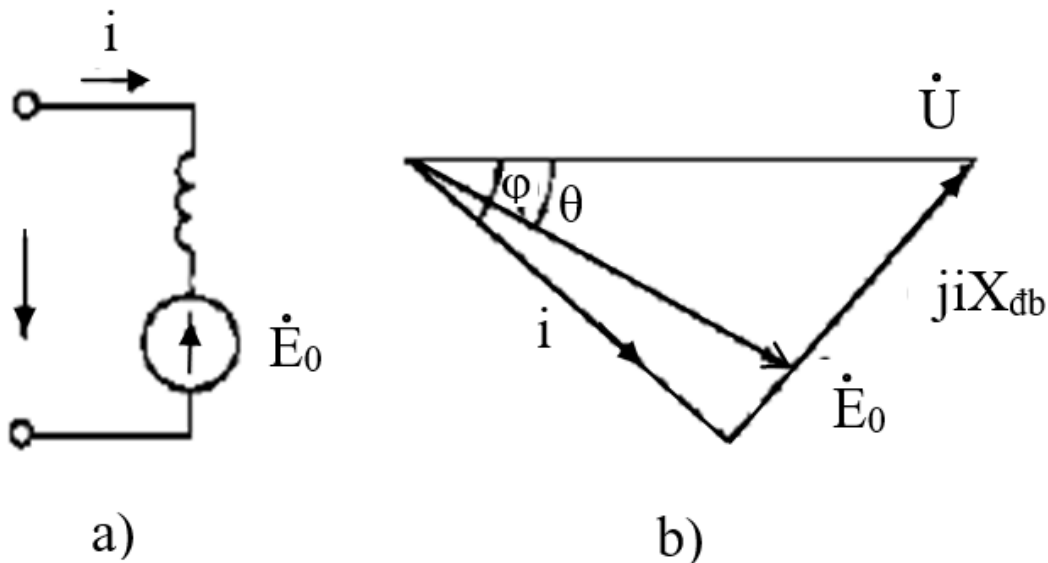
$$\dot{U} = \dot{E}_0 + j\dot{I}X_{db}$$

Đồ thị vector vẽ trên hình 1-5b

3.2.2 Điều chỉnh hệ số công suất $\cos\varphi$ của động cơ điện đồng bộ

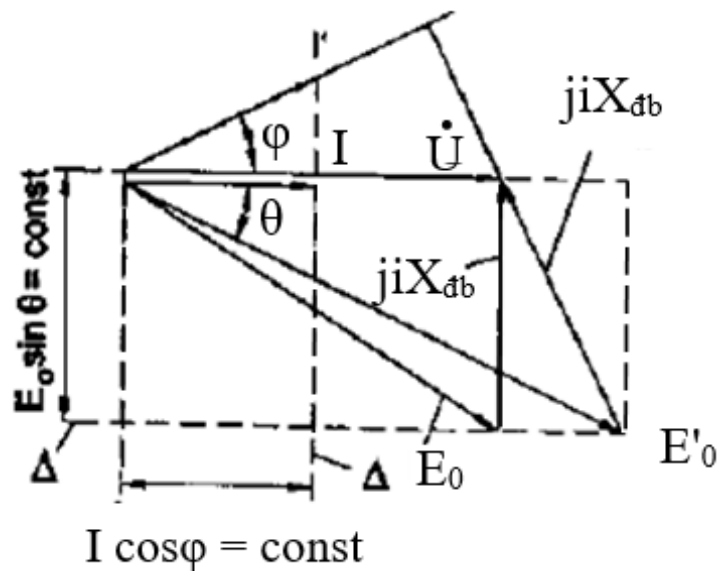
Trên hình 1-5b vẽ đồ thị vector ứng với trường hợp thiếu kích từ, dòng điện I chậm pha sau điện áp U . Khi sử dụng người ta không để động cơ làm việc ở chế độ này, vì động cơ tiêu thụ công suất phản kháng của lưới điện, làm cho hệ số công suất điện giảm xuống. Trong công nghiệp, người ta cho làm việc ở chế độ quá kích từ, dòng điện I vượt trước pha điện áp U , động cơ vừa tạo ra cơ năng, đồng thời phát ra công suất phản kháng nhằm nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ của lưới điện. Đó là ưu điểm rất lớn của động cơ đồng bộ.

Để thấy rõ sự thay đổi hệ số công suất của động cơ đồng bộ, trên hình 1-6 vẽ đồ thị vector cho hai trường hợp.



Hình 1-5: Mạch điện thay thế và đồ thị vector của động cơ đồng bộ

Khi $\cos\varphi = 1$ ứng với E_0 , I và khi quá trình từ $\cos\varphi = 0,9$ (vượt trước) ứng với E'_0 , I' . Vì U , f , p không đổi, nên $I \cos\varphi = \text{const}$, $E_0 \sin\theta = \text{const}$, khi vẽ cần lưu ý, cuối vector I và E chạy trên đường Δ và Δ'

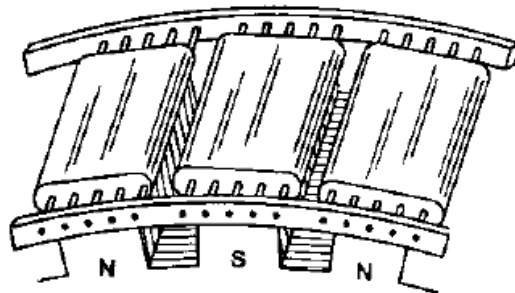


Hình 1-6: Đồ thị véc tơ

3.2.3. Mở máy động cơ điện đồng bộ

Khi cho dòng điện vào dây quấn stato sẽ tạo nên từ trường quay, kéo rôto quay, rôto có quán tính lớn nên vẫn đứng yên, do đó lực tác dụng tương hỗ giữa từ trường quay stato và trường cực từ thay đổi nhiều, rôto không thể quay được. Muốn động cơ làm việc, phải tạo nên mômen mở máy để quay rôto đồng bộ với từ trường quay stato, giữ cho lực tác dụng tương hỗ giữa hai từ trường không đổi chiều.

Để tạo nên mômen mở máy, trên các mặt cực từ rôto, người ta đặt các thanh dẫn, nối ngắn mạch như lồng sóc ở động cơ không đồng bộ (hình 1-7)



Hình 1-7: Đặt thanh dẫn nối ngắn mạch trên mặt cực từ rôto

Khi mở máy, nhờ có dây quấn mở máy, trên các mặt cực từ rôto, động cơ sẽ làm việc như động cơ không đồng bộ. Người ta chế tạo các động cơ, có hệ số mở máy $M_{mở}/M_{dm}$ từ $0,8 \div 1,0$.

Trong quá trình mở máy ở dây quấn kích từ sẽ cảm ứng điện áp rất lớn, có thể phá hỏng dây quấn kích từ, vì thế dây quấn kích từ sẽ được khép mạch qua điện trở phóng điện có trị số bằng $3 \div 5$ MW, phải hạn chế dòng mở máy bằng cách giảm điện áp đặt vào stato, thường người ta dùng điện kháng hay máy biến áp nối vào mạch stato.

Nhược điểm của động cơ điện đồng bộ là mở máy và cấu tạo phức tạp nên giá thành đắt so với động cơ điện không đồng bộ.

3.3. Máy bù đồng bộ

Máy bù đồng bộ thực chất là động cơ điện đồng bộ làm việc không tải với dòng điện kích từ được điều chỉnh để phát hoặc tiêu thụ công suất phản kháng, do đó duy trì được điện áp quy định của lưới điện ở khu vực tập trung hộ dùng điện. Chế độ làm việc bình thường của máy bù đồng bộ là chế độ quá kích thích phát công suất điện cảm vào lưới điện hay nói khác đi, máy bù đồng bộ có tác dụng như một bộ tụ điện và được gọi là máy phát công suất phản kháng. Khi tải của các hộ dùng điện giảm, ví dụ về đêm hoặc vào những giờ không cao điểm, điện áp của lưới tăng thì máy bù đồng bộ làm việc ở chế độ thiếu kích thích, tiêu thụ công suất phản kháng (điện cảm) của lưới điện và gây thêm điện áp rơi trên đường dây để duy trì điện áp của lưới (ở đầu cực của máy bù đồng bộ) không đổi, thường được tiến hành tự động. Máy bù đồng bộ tiêu thụ rất ít công suất tác dụng vì công suất đó chỉ dùng để bù vào các tổn hao trong nó.

Máy bù đồng bộ thường được cấu tạo theo kiểu cực lõi. Để dễ mở máy, mặt cực được chế tạo bằng thép nguyên khối, trên có đặt dây quấn. Trong trường hợp mở máy trực tiếp gặp khó khăn thì phải hạ điện áp mở máy, hoặc dùng động cơ không đồng bộ rôto dây quấn để kéo máy bù đồng bộ đến tốc độ đồng bộ. Trục của máy bù đồng bộ có thể nhỏ vì không kéo tải cơ (chủ yếu chỉ do ma sát của ổ trục và quạt gió).

Cũng do mô men cản trên trục nhỏ nên yêu cầu làm việc ổn định với lưới điện không bức thiết, do đó có thể cho lớn nghĩa là khe hở có thể nhỏ, kết quả là có thể làm giảm sức từ động và dây quấn kích từ khiến cho kích thước máy nhỏ hơn.

Công suất định mức của máy bù đồng bộ được quy định ứng với chế độ làm việc quá kích thích có trị số:

$$S_{dm} = mU_{dm}I_{dm}$$

Khi làm việc ở chế độ thiếu kích thích tối đa, nghĩa là ứng với khi $i=0$ và $E=0$, công suất của máy bằng:

$$S' = mU_{dm}I'$$

Nếu bỏ qua các tổn hao thì:

$$I' = \frac{E - U_{dm}}{jX_d} = j \frac{U_{dm}}{X_d}$$

$$\text{Vậy: } S' = m \frac{U_{dm}^2}{X_d}$$

So sánh công suất đó với công suất định mức có:

$$\frac{S'}{S_{dm}} = \frac{U_{dm}}{I_{dm} X_d} = \frac{1}{X_{d'}}$$

Thí dụ:

Một máy phát điện đồng bộ cung cấp cho hệ tiêu thụ một công suất 25000+j3000 KVA với điện áp 6,3KV. Xác định tổng tổn hao trên đường dây và trong máy phát, biết rằng điện trở một pha của đường dây $r_d = 0,15\Omega$, của máy phát $r_r = 0,045\Omega$. Nếu đặt thêm máy bù đồng bộ với công suất bù là 30-j3000KVA thì tổng tổn hao trên là bao nhiêu?

Giải:

Công suất của tải:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{2500^2 + 3000^2} = 3910 \text{ KVA}$$

Dòng điện tải khi chưa bù:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U} = \frac{3910}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 360 \text{ A}$$

Hệ số công suất khi chưa bù:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{2500}{3910} = 0,64$$

Tổng tổn hao khi chưa bù:

$$\sum P' = 3I^2(r_d + r_r) = 3 \times 360^2 (0,15 + 0,045) = 75,2 \text{ KW}$$

Công suất của máy khi có bù:

$$S' = S + S_{bù} = (2500 + j3000) + (30 - j3000) = 2530 \text{ KW}$$

Dòng điện tương ứng:

$$I' = \frac{S'}{\sqrt{3}U} = \frac{2530}{\sqrt{3} \times 6,3} = 233 \text{ A}$$

Tổng tổn hao khi có máy bù:

$$\sum P' = 3I'^2(r_d + r_r) = 3 \times 233^2 (0,15 + 0,045) = 31,5 \text{ KW}$$

Hệ số công suất khi có bù:

$$\cos \varphi' = 1 \text{ vì } Q = 0$$

4. Lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng máy phát điện đồng bộ

4.1. Lắp đặt máy phát điện đồng bộ

Khi lắp đặt máy phát điện cần chú ý các điều kiện sau:

* Điều kiện thoát khói:

- Khói thải là loại khí độc dù không có màu gì, có thể làm chết người nếu bị tích tụ trong phòng. Vì vậy phải luôn có giải pháp dẫn khí thải ra ngoài trời, và thậm chí phải đưa lên cao để phát tán rộng nếu lắp đặt trong khu vực đông dân cư.

- Ống khói nối thêm phải được kết nối với máy phát điện bằng ống thép mềm cho phép dập tắt rung động từ máy phát truyền ra ngoài.

- Nhà đặt máy phát điện phải được trang bị bình chữa cháy CO₂ hợp cách, đặt tại vị trí thuận tiện nhất cho quản lý và sử dụng khi có cháy nổ. Không được dùng loại bình chữa cháy dạng bột A, B trang bị cho các nhà đặt máy phát điện. Nghiêm cấm hút thuốc trong phòng máy, khi chạy máy phát điện.

- Đối với máy phát điện xách tay hoặc lưu động không được vận hành tại những nơi kín khí hoặc không đảm bảo các điều kiện về thông gió tránh tích tụ khí cacbon monoxide), không vận hành máy dưới trời mưa mà không có mái che (để đảm bảo máy khô, tránh rò rỉ điện).



Hình 1-8: Nhà đặt máy phát điện

- Phòng đặt máy phải có cửa thoát gió nóng. Diện tích thoát khí nóng phải không nhỏ hơn diện tích cửa thoát khí nóng của máy phát điện. Cửa thoát khí nóng của phòng máy trùng khít với cửa thoát của máy phát điện, hoặc được nối với cửa thoát của máy phát điện bằng ống thoát nhiệt kín, để bảo đảm khí nóng không thể quay trở lại phòng máy.

- Cửa hút khí mát và cửa thoát khí nóng phải bố trí cách xa nhau (tốt nhất là ở hai phía đối diện của phòng máy) bảo đảm khí nóng không bị hút trở lại phòng máy.

- Nếu điều kiện lắp đặt không thỏa mãn điều kiện thông khí nói trên thì có thể cho phép lắp thêm quạt thông khí cưỡng bức, và hạ công suất cho phép của máy phát điện.

- Trên tường sát trần nhà phải có vài khe thông gió nhỏ để giải thoát khí nóng tích tụ trong phòng máy.

- Kích thước phòng máy phải đủ để mở các cửa và tạo không gian thông thoáng cho việc sửa chữa và bảo trì máy sau này.

** Nền móng:*

- Thông thường máy phát điện không yêu cầu phải có bu lông móng, trừ các trường hợp có quy định riêng. Tuy nhiên nên đặt máy trên một tấm cao su kỹ thuật hoặc trên các gối mềm để chống rung;

- Khối lượng bê tông móng ngoài việc chịu được sức nặng của máy, cũng phải đủ lớn để hấp thụ rung động. Khối lượng phần bê tông móng máy bằng 1,5 đến 2,0 lần khối lượng máy. Điều này đặc biệt quan trọng với máy phát điện được lắp đặt ở trên tầng cao.

** Nối đất:*

- Máy phát điện phải được nối đất khi sử dụng để đảm bảo an toàn điện; Đối với máy phát điện đặt cố định, vỏ máy phải được tiếp đất bằng cáp mềm nhiều ruột với bảng đồng tiếp đất và tùy theo loại máy, chọn tiết diện cáp tiếp đất cho phù hợp (nhưng tiết diện nhỏ nhất $\geq 16\text{mm}^2$) và điện trở tiếp đất của máy phải đạt trị số $< 5\Omega$.

- Kích thước thiết bị nối đất phải đảm bảo đủ cho dòng điện rò tức thời bằng 2-3 lần dòng điện lớn nhất của máy phát điện.

** Che nắng:*

Máy phát điện phải được che chắn tránh ánh nắng chiếu trực tiếp làm hư hỏng lớp sơn phủ

4.2. Vận hành máy phát điện đồng bộ

a. Trước khi chạy máy:

- Kiểm tra nước giải nhiệt (nếu thiếu thì châm thêm).
- Kiểm tra nhớt (xem thước đo, nếu thiếu thì châm thêm).
- Kiểm tra dầu máy (xem thước đo thùng nhiên liệu).

b. Chạy máy:

- Bật công tắc bình Ắc quy (Bật – SW) về ON
- Bật chìa khóa khởi động máy (ENG START) về phải, khi máy nổ buông ra để ở khoảng giữa.

- Bật công tắc kích từ (EXCITER SW) để phát điện.
- Xem đồng hồ Volt – 380 Volt (nếu điện thế không đúng thì điều chỉnh nút Volt– Adjust).
- Đồng hồ chu kỳ 51 – 52 Hz (nếu không đúng thì điều chỉnh ga cho thích hợp).
- Đóng cầu dao chính (Circuit Breaker) cho mang tải.

c. Khi máy đang chạy (mang tải): Cần theo dõi

- Đồng hồ áp lực nhớt không được dưới 1,8 kg/cm³ 25PSJ
- Đồng hồ nhiệt độ nước không vượt quá 880C 1940F
- Đồng hồ Volt = 3800V - Đồng hồ chu kỳ 49 – 52 Hz
- Đồng hồ Ampe không quá 180Ampe
- Máy phát điện loại giảm âm có hệ thống Auto về nước, nhớt, vượt volt, vượt tốc máy có sự cố tắt máy sẽ hiện báo đèn trên mặt táp lô.

d. Tắt máy:

- Ngắt cầu dao chính (CB) về OFF
- Bật công tắc kích từ (EXCITER SW) về OFF cho máy ngừng phát điện.
- Ấn nút tắt máy (ENG STOP) màu đỏ của máy ngừng hẳn rồi buông ra.
- Bật công tắc khởi động (ENG START) về trái hết.
- Bật công tắc bình Ắc quy (BAT – SW) về vị trí OFF.

4.3. Bảo dưỡng máy phát điện đồng bộ

Bảo dưỡng máy phát điện là việc làm rất cần thiết khi sử dụng máy phát điện dự phòng. Việc bảo dưỡng giúp động cơ hoạt động bền hơn và giảm thiểu những hư hỏng nhỏ nhưng lại gây phiền toái lớn cho người sử dụng. Trong tình trạng nguồn điện quốc gia không cung cấp đủ cho nhu cầu sinh hoạt, sản xuất và các hoạt động kinh doanh tình trạng cúp điện thường xuyên như hiện nay thì việc bảo trì, bảo dưỡng máy phát điện càng trở nên quan trọng. Cần kiểm tra, bảo dưỡng máy phát điện định kỳ từ 3-6 tháng/1 lần để khi cần sử dụng máy phát điện là sử dụng được ngay mà không gặp một trở ngại nào do sự cố hỏng hóc máy phát điện.

4.3.1. Nội dung bảo dưỡng

* *Phần thứ I:* Kiểm tra động cơ gồm các phần như sau:

1. Phần làm mát và giải nhiệt của động cơ
2. Hệ thống kết nước, ống dẫn nước, van lọc chống rỉ, bộ tản nhiệt, van xả nước, quạt gió, bơm đảo đổi lưu.

3. Hệ thống áp lực nhớt, ống dẫn áp lực, lọc nhớt, xả nhớt và làm vệ sinh những chất dơ bẩn bị đọng trong thời gian máy hoạt động.

4. Hệ thống áp lực dầu, ống áp lực dẫn dầu, van xả dầu dơ bẩn, bơm tạo áp suất, bơm cao áp, bộ lọc dầu.

5. Hệ thống lọc khí động cơ, rôto turbo.

6. Hệ thống soupape, độ hở van động cơ.

7. Kiểm tra độ hao mòn, độ rơ (bạc đạn, bạc dầu và các phần cơ khí khác).

8. Hệ thống phun dầu của động cơ.

9. Dây curoa quạt, dây curoa máy phát điện sạc (DC), demarreur, poulie.

10. Kiểm tra độ bôi trơn, độ rơ của bạc đạn, bộ giảm chấn (bạc đạn có thiếu dầu bôi trơn, cao su giảm chấn có bị chai cứng hoặc không còn độ giảm rung trên chân máy.

11. Kiểm tra cốc lắng cặn và tách nước giải nhiệt, bình làm mát hồi lưu.

12. Kiểm tra toàn bộ bu lông đai ốc có bị nới lỏng không.

* *Phần thứ II:* Hệ thống máy phát điện xoay chiều (AC), máy phát điện một chiều (DC) gồm các hệ thống sau:

1. Kiểm tra rôto, stato máy phát điện xoay chiều.

2. Đo cách điện, cảm ứng từ trường, chổi than (nếu có).

3. Hệ thống dây dẫn, công suất tổn hao trên đường dây, công suất hiện tại máy có thể đưa vào cho phụ tải sử dụng.

4. Hệ số kích từ của bộ AVR.

5. Hệ thống mạch điều khiển.

6. Hệ thống bảo vệ (AC, DC)

7. Điều chỉnh hệ thống chỉ thị, kiểm soát, công tắc khởi động, tắt máy, công tắc chuyển mạch Ampe, Volt.

8. Mức độ nạp điện của bình ắc quy và độ điện phân.

9. Kiểm tra độ rơ của bạc đạn.

10. Kiểm tra hệ số chỉ định của đồng hồ Volt, Ampe, tần số, dầu, nhớt, nước, giờ, đo tốc độ.

11. Kiểm tra đèn báo áp lực nhớt, nhiệt độ nước, sạc bình, núm chỉnh điện thế, đèn báo sưởi.

12. Đo các role ngắt rò rỉ, công tắc khởi, tắt máy.

13. Kiểm tra độ lệch giữa các pha.

4.3.2. Điều kiện bảo dưỡng

1. Sau khi kiểm tra tổng thể tổ máy phát điện, người thợ sẽ căn chỉnh theo tiêu chuẩn (máy hoạt động từ 90% đến 100% công suất máy).
2. Trong quá trình kiểm tra các thiết bị vật tư hư hỏng hoặc quá hạn sử dụng, người bảo dưỡng sẽ kê khai các thông số của các thiết bị cần phục hồi hoặc cần thay thế.
3. Các phụ tùng thay thế bao gồm lọc dầu, nhớt không căn chỉnh được thì cần phải thay thế.
4. Chế độ thay thế căn cứ vào số giờ hoạt động của máy. Đối với lọc dầu, lọc nhớt, lọc gió từ 150 giờ đến 200 giờ máy chạy.
5. Đối với dây curoa căn cứ vào độ co giãn, nước giải nhiệt căn cứ vào thời gian hoạt động của máy (khoảng 500 giờ máy chạy).
6. Hoàn tất công việc bảo dưỡng thời gian 3 đến 4 ngày.

Câu hỏi:

1. Ưu, nhược điểm của động cơ điện đồng bộ so với động cơ điện không đồng bộ? Các phương pháp mở máy động cơ điện đồng bộ?
2. Khi mở máy động cơ điện đồng bộ, vì sao tốc độ rôto đạt đến $(0,6 \div 0,7)n_{dm}$ mới bắt đầu cho dòng điện kích thích vào rôto?
3. Vì sao máy bù đồng bộ có khả năng duy trì điện áp quy định của lưới điện ở khu vực tập trung hộ dùng điện?

Bài tập:

Công suất tác dụng của một nhà máy $P_1 = 527\text{KW}$, $\cos\varphi_1 = 0,7$. Để kéo thêm một tải động lực có công suất $P_2 = 150\text{KW}$ nhà máy dùng một động cơ điện đồng bộ. Hỏi công suất S_{db} của động cơ đồng bộ đó là bao nhiêu KVA để kéo được tải động lực trên và nâng $\cos\varphi$ của nhà máy lên 0,9? Biết hiệu suất của động cơ điện đồng bộ $\eta = 0,87$. (Đáp số: $S_{db} = 626\text{KVA}$).

BÀI 2: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Mã bài: MĐ 21-02

Giới thiệu:

Máy điện một chiều là danh từ dùng gọi chung cho máy phát hay động cơ một chiều. Máy phát và động cơ có cấu tạo giống hệt nhau; nói một cách khác máy phát và động cơ một chiều có tính thuận nghịch. Có thể hiểu một cách đơn giản: khi dùng động cơ sơ cấp quay động cơ một chiều, động cơ thực hiện tính năng của máy phát điện; hoặc khi cung cấp điện năng vào dây quấn phần ứng và phần cảm của máy phát một chiều, máy phát thực hiện tính năng của động cơ điện. Máy điện một chiều gồm có 3 thành phần: Stato, Rôto và phần đổi chiều.

Mục tiêu:

- Mô tả được cấu tạo, phân tích được nguyên lý làm việc cơ bản của máy điện một chiều.
- Giải thích được các nguyên nhân gây ra tia lửa và biện pháp cải thiện đổi chiều.
- Mô tả được cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy phát điện một chiều và động cơ điện một chiều.
- Bảo dưỡng và sửa chữa được một số hư hỏng thường gặp của máy điện một chiều.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

Nội dung chính:

1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy điện một chiều

1.1. Khái niệm về máy điện một chiều

- Máy điện một chiều là máy điện được sử dụng trong mạch điện một chiều ở chế độ máy phát và động cơ.
- Máy phát điện một chiều được dùng để cung cấp năng lượng điện một chiều cho các phụ tải một chiều.
- Động cơ một chiều được dùng để kéo các máy công cụ cần nhiều tốc độ.

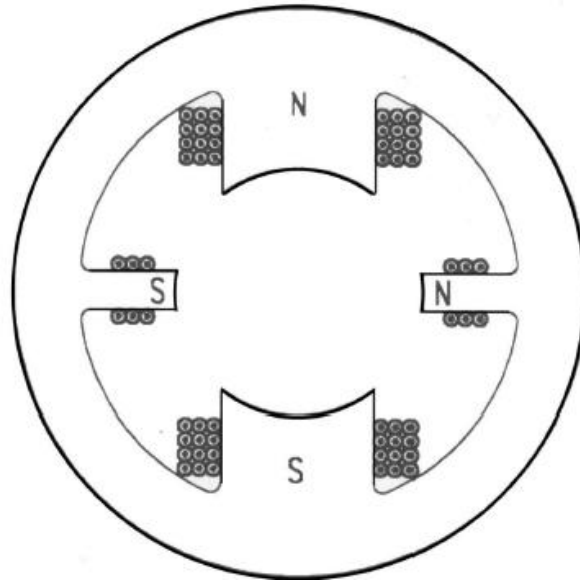
1.2. Cấu tạo của máy điện một chiều

1.2.1. Phần cảm (Stato)

- Là phần cố định được gắn trên thân máy, gồm cực từ chính, cực từ phụ, gông từ.
- + Cực từ chính: là bộ phận sinh ra từ trường chính trong máy, gồm lõi thép cực từ và dây quấn kích từ. Lõi thép cực từ làm bằng các lá thép kỹ thuật điện hay thép cacbon dày (0,5 -1) mm ép lại để dễ dẫn từ. Dây quấn kích từ làm bằng đồng có bọc cách điện, được quấn thành từng cuộn gọi là cuộn kích từ.

+ Cực từ phụ: đặt xen kẽ giữa các cực từ chính để cải thiện đổi chiều, gồm lõi thép và dây quấn. Lõi thép cực từ phụ làm bằng thép khối. Dây quấn có cấu tạo giống như dây quấn cực từ chính và được nối nối tiếp với dây quấn phần ứng.

+ Gông từ: là mạch từ nối liền các cực từ đồng thời là vỏ máy.



Hình 2-1: Mặt cắt ngang trục máy điện một chiều

1.2.2. Phần ứng (Rôto)

- Phần ứng là phần quay của máy điện một chiều, gồm lõi thép và dây quấn. Lõi thép hình trụ được gắn trên trục quay, trên lõi thép được xẻ rãnh để đặt dây quấn phần ứng, các đầu dây của dây quấn phần ứng được hàn nối vào các phiến đồng của vành đổi chiều.



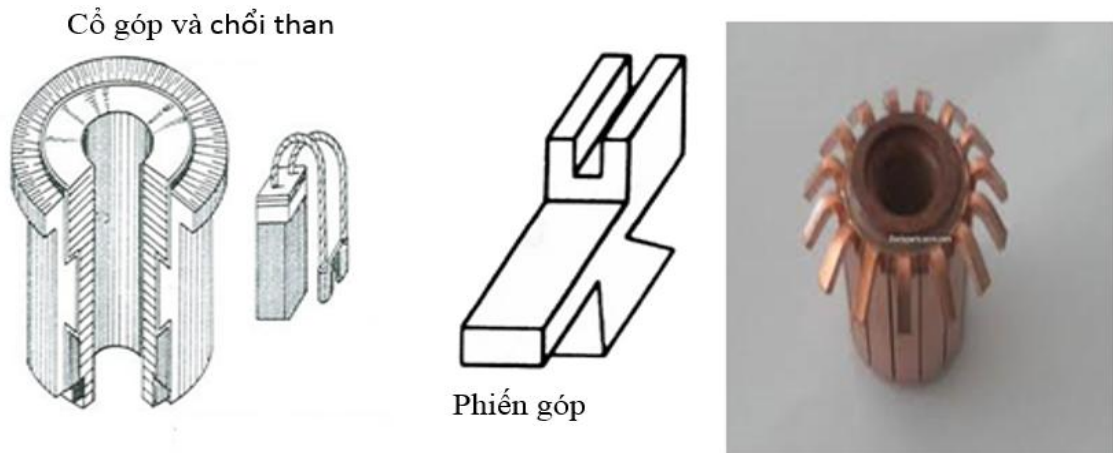
Hình 2-2: Rôto máy điện một chiều

1.2.3. Phần đổi chiều

- Dùng để biến đổi dòng xoay chiều thành một chiều, gồm có vành đổi chiều và hệ thống chổi than.

- + Vành đổi chiều được gắn cùng trục với phần ứng, gồm nhiều các phiến đồng ghép lại với nhau thành hình trụ tròn, giữa các phiến đồng được cách điện bằng nhựa hoặc mica.

- + Các chổi than được tì lên vành đổi chiều để dẫn điện.



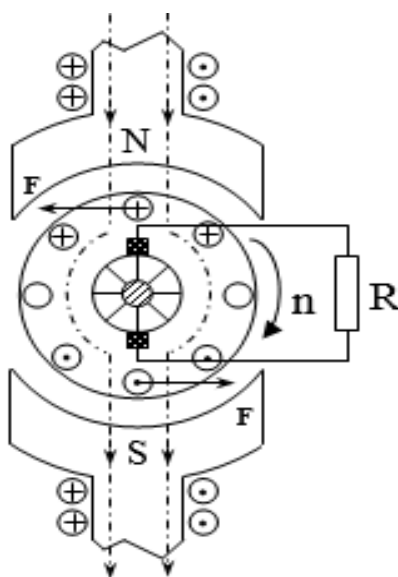
Hình 2-3: Phần đổi chiều máy điện một chiều

1.3. Nguyên lý làm việc cơ bản của máy điện một chiều

1.3.1. Máy phát điện một chiều

- Cho dòng điện một chiều vào dây quấn kích từ, trong máy sẽ có từ trường, đường sức từ của từ trường phần cảm được khép kín qua mạch từ phần ứng và thân máy.

- Dùng động cơ sơ cấp kéo phần ứng quay với tốc độ n , chiều như hình vẽ.



Hình 2-4: Sơ đồ nguyên lý máy phát điện một chiều

- Các dây dẫn phản ứng sẽ cắt các đường sức của từ trường phản cảm sinh ra các sức điện động cảm ứng, chiều được xác định bằng quy tắc bàn tay phải.

- Dưới tác dụng của vành đổi chiều và các chổi than, sức điện động giữa các chổi than không đổi và bằng tổng sức điện động sinh ra trong các bó dây nằm trong một mạch nhánh song song của phản ứng.

- Nếu mạch ngoài được nối với phụ tải R thì sẽ có dòng điện một chiều qua phụ tải:

$$I = I_{\text{tr}} = \frac{E_{\text{tr}}}{R + R_{\text{tr}}} \Rightarrow E_{\text{tr}} = I.R + I.R_{\text{tr}} = U + I.R_{\text{tr}} \Rightarrow E > U$$

Trong đó:

U là điện áp hai đầu cực của máy

$I_{\text{tr}}R_{\text{tr}}$ là điện áp giáng trên điện trở dây quấn phản ứng

- Tác dụng tương ứng giữa dòng điện phản ứng với từ trường phản cảm tạo nên lực điện từ, chiều được xác định theo quy tắc bàn tay trái. Lực này tạo ra một mômen ngược chiều với mômen quay được gọi là mômen cản.

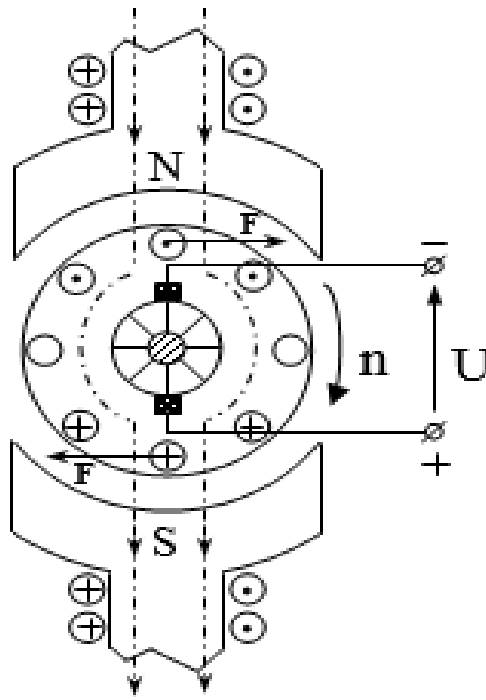
- Nếu muốn phản ứng tiếp tục quay với tốc độ không đổi ta phải cung cấp cho máy một công suất cơ (P_{co}) nhờ một động cơ sơ cấp kéo phản ứng, đảm bảo Mômen quay cân bằng với mômen cản.

- Như vậy máy phát đã biến đổi công suất của động cơ sơ cấp thành công suất điện cung cấp cho phụ tải.

1.3.2. Động cơ điện một chiều

- Cho dòng điện một chiều vào dây quấn kích từ, trong máy sẽ có từ trường

- Nối hai đầu chổi than với nguồn điện một chiều, trong cuộn dây phản ứng sẽ có dòng điện (I_{tr}). Dòng I_{tr} nằm trong từ trường phản cảm sẽ chịu tác dụng một lực điện từ F (Chiều như hình vẽ - Hình 2-5)



Hình 2-5: Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều

- Lực điện từ tạo nên một mômen quay kéo phần ứng quay với tốc độ n
- Khi mômen quay (m_q) cân bằng với mômen cản (m_c) trên trục động cơ, rôto quay với tốc độ ổn định.
- Đồng thời khi phần ứng quay, trong dây dẫn phần ứng xuất hiện sức điện động cảm ứng có chiều ngược với chiều I_a , gọi là sức phản điện động. Ta có:

$$U = E + I_a R_a \Rightarrow E < U$$

Như vậy, máy điện làm việc ở chế độ động cơ đã nhận công suất điện của nguồn để biến đổi thành công suất cơ kéo máy công cụ làm việc.

2. Tia lửa điện trên cổ góp và biện pháp khắc phục

Khi máy làm việc, quá trình đổi chiều thường gây ra tia lửa điện giữa chổi than và vành góp. Tia lửa lớn có thể gây nên vành lửa xung quanh cổ góp, phá hỏng chổi điện và cổ góp, gây tổn hao năng lượng....

a. Nguyên nhân:

*) Nguyên nhân cơ khí: sự tiếp xúc giữa cổ góp và chổi điện không tốt, do cổ góp không tròn, không nhẵn, chổi than không đúng theo quy cách, rung động của chổi than, lực lò xo không đủ để tỳ sát chổi điện vào cổ góp.

*) Nguyên nhân điện từ: khi rôto quay, liên tiếp có phần tử chuyển đổi từ mạch nhánh này sang mạch nhánh khác, làm xuất hiện các sức điện động sau:

- Sức điện động tự cảm e_L do sự biến thiên dòng điện trong phần tử đổi chiều.

- Sức điện động hồ cảm e_M do sự biến thiên dòng điện của các phần tử đổi chiều khác lân cận.

- Sức điện động cảm ứng do từ trường phản ứng gây ra.

b. Biện pháp khắc phục

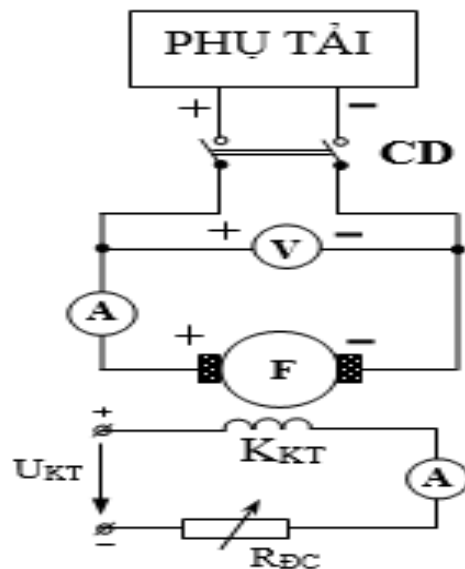
Để khắc phục tia lửa, ngoài việc loại trừ nguyên nhân cơ khí ta phải tìm cách giảm trị số các sức điện động trên bằng cách dùng cực từ phụ và dây quấn bù để tạo nên trong phần tử đổi chiều các sức điện động nhằm bù để triệt tiêu các sức điện động trên.

3. Máy phát điện và động cơ điện một chiều

3.1. Máy phát điện một chiều

3.1.1. Máy phát điện một chiều kích từ độc lập

Cuộn dây kích từ được cấp điện bởi nguồn pin hoặc ắc quy đặt ở bên ngoài, được mắc nối tiếp với một Ampe mét với biến trở điều chỉnh I_{kt} .

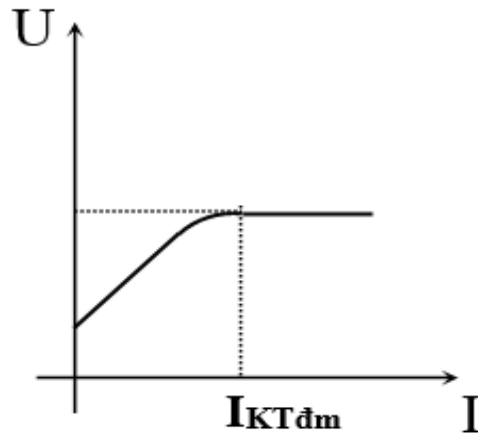


Hình 2-6: Sơ đồ nguyên lý máy phát điện một chiều kích từ độc lập

a) Đặc tính không tải:

Nếu kéo phần ứng máy phát quay với tốc độ định mức nhưng mạch kích từ và mạch phần ứng để hở mạch thì điện áp 2 đầu cực của máy khoảng $(2 \div 5)\% U_{dm}$ gọi là sức điện động dư (E_{dur}), nó được sinh ra do còn từ dư trong mạch từ.

Nếu điều chỉnh tăng dần I_{kt} thì sức điện động hai đầu chổi than tăng dần. Đường đặc tính không tải $E = f(I_{kt})$ khi $n = \text{Const}$, $I = 0$ như hình 2-7



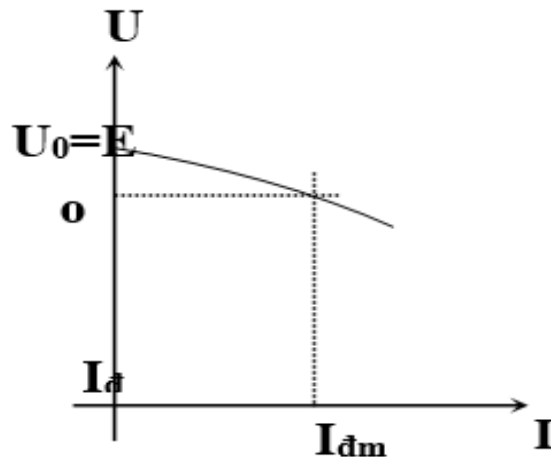
Hình 2-7: Đặc tính không tải của máy phát điện DC kích từ độc lập

b) Đặc tính ngoài

Đóng cầu dao CD cho phụ tải nhận điện của máy phát. Dòng điện phụ tải càng lớn thì điện áp 2 đầu cực của máy phát càng giảm do phản ứng phản ứng và tổn hao vì nhiệt trên R của cuộn dây gây nên.

Đường đặc tính ngoài, quan hệ $U = f(I)$ khi $n = \text{Const}$, $I_{kt} = \text{Const}$ hình 2-8

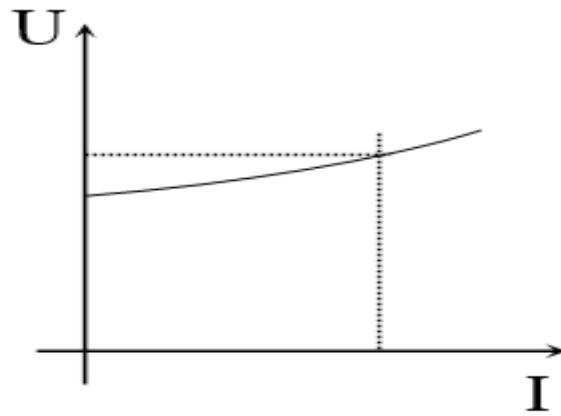
$$U = E_u - I_u R_u.$$



Hình 2-8: Đặc tính ngoài của máy phát điện DC kích từ độc lập

c) Đặc tính điều chỉnh

Muốn giữ cho điện áp đầu cực của máy phát không đổi khi I của phụ tải biến thiên ta phải điều chỉnh I_{kt} . Khi I_{PT} tăng điều chỉnh I_{kt} tăng, đường đặc tính $I_{kt} = f(I)$ khi $U = \text{Const}$ như hình 2-9



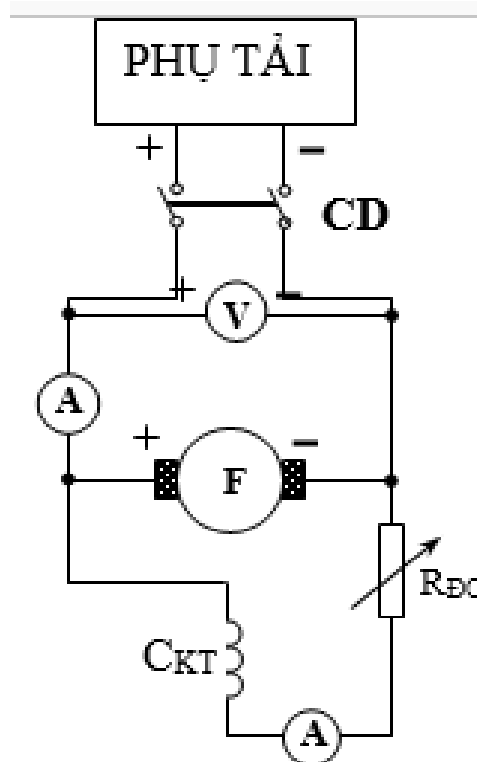
Hình 2-9: Đặc tính điều chỉnh của máy phát điện DC kích từ độc lập

3.1.2. Máy phát điện một chiều kích từ song song

Cuộn dây kích từ được mắc vào hai đầu của phần ứng. Để điều chỉnh dòng kích từ dùng biến trở điều chỉnh ($R_{ĐC}$), dùng Ampe mét để đo dòng kích từ.

Nguyên lý làm việc của máy kích từ song song tương tự như máy kích từ độc lập. Nhưng nó chỉ làm việc khi từ thông do dòng điện kích từ tạo ra cùng chiều với từ thông dư.

Như vậy khi mắc đúng đầu dây thì $E_{đư}$ tạo ra I_{kt} và tạo ra từ thông kích từ làm cho từ thông của máy tăng, sức điện động của máy tăng, I_{kt} tăng cho đến khi đạt trị số định mức.



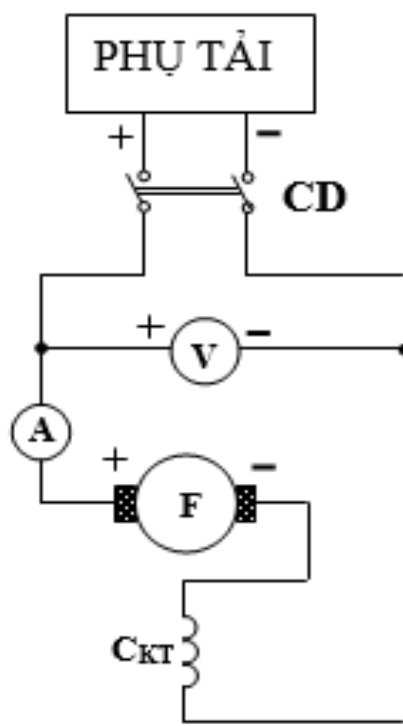
Hình 2-10: Sơ đồ nguyên lý máy phát điện DC kích từ song song

Các đường đặc tính như máy kích từ độc lập. Nhưng độ sụt áp nhiều hơn $30\%U_{dm}$ (vì mạch kích từ nối vào 2 đầu của dây dẫn phản ứng nên khi phụ tải giảm, U tăng, I_{kt} tăng, từ thông tăng, sức điện động tăng và ngược lại).

So với máy kích từ độc lập, máy kích từ song song có thuận tiện hơn là không cần nguồn kích từ ngoài, vì vậy máy được sử dụng rộng rãi với phụ tải ít thay đổi.

3.1.3. Máy phát điện một chiều kích từ nối tiếp

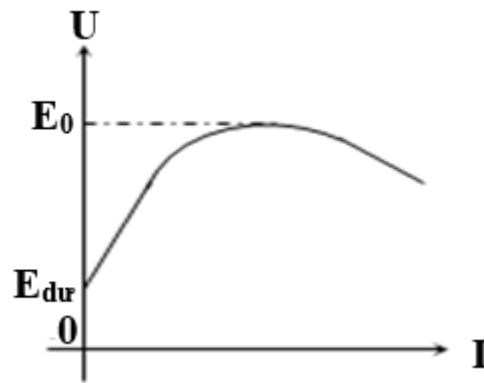
Cuộn dây kích từ được mắc nối tiếp với cuộn dây phản ứng và phụ tải. Dòng điện qua cuộn dây kích từ bằng dòng điện phản ứng. Do đó tiết diện cuộn dây kích từ lớn, số vòng dây ít. Hình 2-11



Hình 2-11: Sơ đồ nguyên lý máy phát điện DC kích từ nối tiếp

Khi phụ tải tăng, lúc đầu sức điện động tăng, sau thì ngừng lại. Lúc đầu sức điện động tăng là do tăng I_{PT} sẽ làm tăng I_{kt} dẫn đến từ thông tăng và sức điện động tăng.

Sau khi đạt trị số định mức thì mạch từ bão hoà, dòng kích từ tăng nhưng từ thông tăng ít. Mặt khác dòng phản ứng tăng dẫn đến phản ứng phản ứng tăng do đó U hai đầu cực của máy giảm. Vì vậy máy kích từ nối tiếp ít được sử dụng. Đường đặc tính $U = f(I)$ như hình 2-12

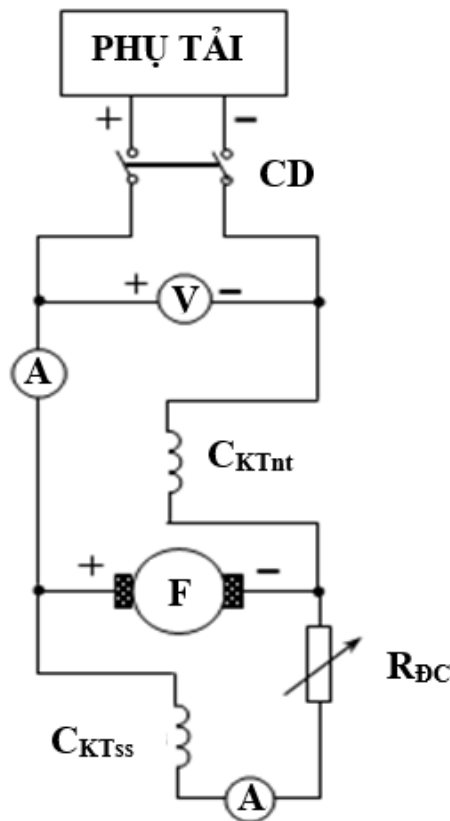


Hình 2-12: Đường đặc tính máy phát điện DC kích từ nối tiếp

3.1.4. Máy phát điện một chiều kích từ hỗn hợp

- Máy điện kích từ hỗn hợp gồm 2 cuộn dây kích từ.

+ Một cuộn có tiết diện nhỏ, số vòng dây nhiều, được mắc song song với cuộn dây phản ứng.



Hình 2-13: Sơ đồ nguyên lý máy phát điện DC kích từ hỗn hợp

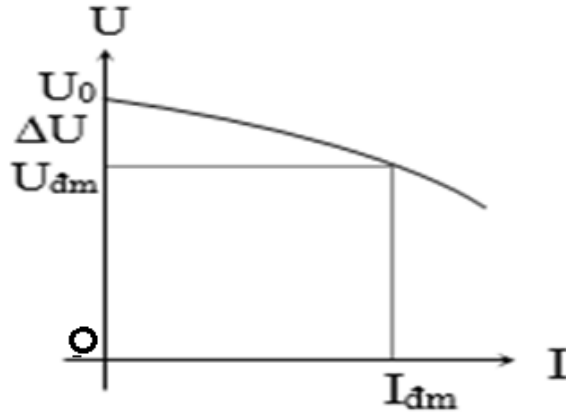
+ Một cuộn có tiết diện lớn, số vòng dây ít, được mắc nối tiếp với cuộn dây phản ứng và phụ tải.

- Đặc tính không tải giống máy phát điện kích từ song song, vì khi không tải không có dòng điện vào cuộn dây kích từ nối tiếp.

- Đặc tính ngoài: U trên đầu cực của máy hầu như không đổi khi phụ tải tăng từ $0 \div \text{đm}$. Vì khi phụ tải tăng, do tính chất của máy phát kích từ song

song thì U giảm nhưng lại được tăng ngay lập tức do sự tăng sức điện động nhờ sự tăng từ thông của cuộn dây nối tiếp sinh ra.

Máy phát kích từ hỗn hợp được sử dụng trong các trường hợp cần có U không đổi mà phụ tải thay đổi.



Hình 2-14: Đường đặc tính máy phát điện DC kích từ hỗn hợp

3.2. Động cơ điện một chiều

3.2.1. Động cơ điện một chiều kích từ song song

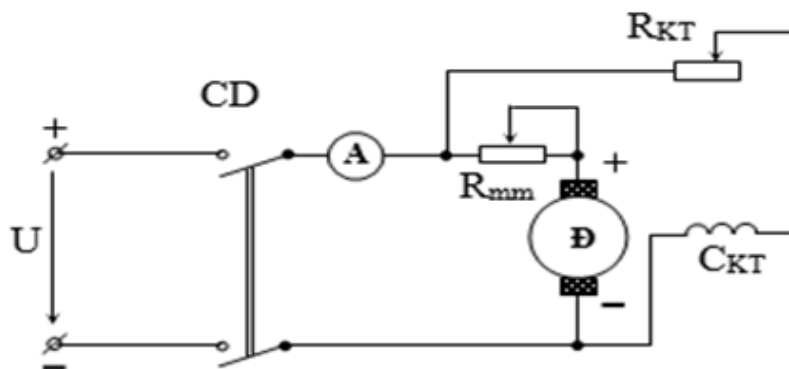
+ Điều kiện: $U = \text{Const}$; $I_{kt} = \text{Const}$

+ Đặc điểm làm việc: $I = I_u + I_{kt}$;

$$\text{Ta biết } E = C_e \Phi n \Rightarrow n = \frac{E}{C_e} \frac{1}{\Phi} = \frac{U - I_u R_u}{C_e} \frac{1}{\Phi}$$

Tốc độ n tỷ lệ thuận với sức điện động và tỷ lệ nghịch với từ thông

Khi không tải, I_u nhỏ $\Rightarrow U \approx E$ do đó n phụ thuộc chủ yếu vào Φ_{kt} . Mà Φ_{kt} lại thay đổi theo I_{kt} .



Hình 2-15: Sơ đồ nguyên lý động cơ điện DC kích từ song song

Như vậy khi động cơ có phụ tải thay đổi, để điều chỉnh n ta điều chỉnh I_{kt} bằng cách điều chỉnh R_{kt} .

Khi công suất của phụ tải tăng (m_c tăng) thì m_q giảm và n giảm. Muốn tốc độ không thay đổi ta phải điều chỉnh R_{kt} để tăng I_{kt} .

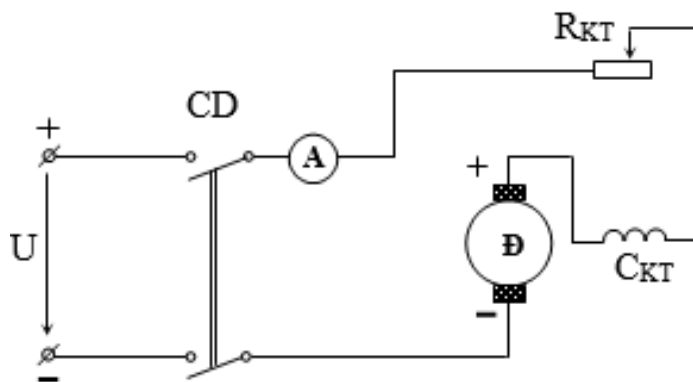
Động cơ điện một chiều kích từ song song được sử dụng trong trường hợp cần tốc độ hầu như không đổi khi tải của động cơ thay đổi.

3.2.2. Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

Dòng điện phản ứng chính là dòng điện kích từ $I_u = I_{kt} = I = \frac{U - E}{R_u + R_{kt}}$

Mô men quay: $m_q = C_M \Phi I_u = k_1 I_u I_{kt} = k_1 I_u^2$. Như vậy mômen tăng mạnh khi phụ tải tăng

Tốc độ của động cơ: $n = \frac{1}{C_e} \frac{U - I(R_u + R_{kt})}{\Phi}$, khi phụ tải tăng, tốc độ động cơ giảm nhiều, vì khi I_u tăng, từ thông tăng và ngược lại khi phụ tải giảm, tốc độ động cơ tăng.

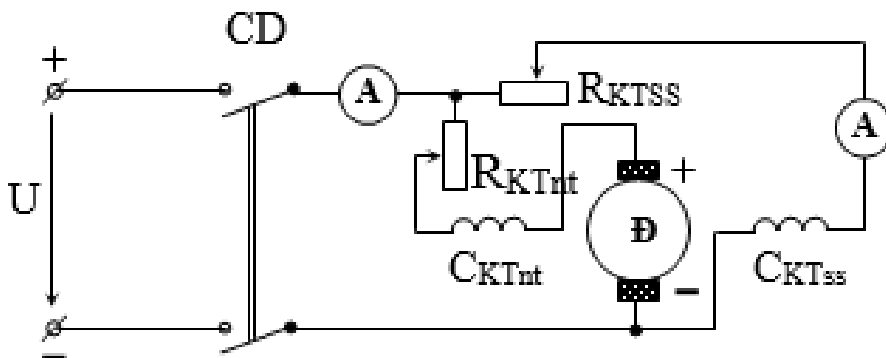


Hình 2-16: Sơ đồ nguyên lý động cơ điện DC kích từ nối tiếp

Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp không được mở máy không tải hoặc mang tải nhẹ vì sẽ bị vượt tốc.

3.2.3. Động cơ điện một chiều kích từ hỗn hợp

Nối dây sao cho từ thông của cuộn kích từ nối tiếp ngược chiều với từ thông của cuộn kích từ song song;



Hình 2-17: Sơ đồ nguyên lý động cơ điện DC kích từ

Tốc độ quay: $n = \frac{1}{C_e} \frac{U - I(R_v + R_{kt})}{\Phi_{ss} - \Phi_{nt}}$, từ thông song song mạnh hơn từ thông nối tiếp, khi phụ tải tăng thì dòng kích từ tăng, từ thông nối tiếp tăng do đó tốc độ hầu như không đổi.

Động cơ điện một chiều kích từ hỗn hợp được sử dụng để kéo các máy công cụ cần tốc độ không đổi.

3.2.4. Phương pháp mở máy động cơ một chiều

- Khi bắt đầu mở máy, $E = 0$ do đó $I_{mm} = \frac{U}{R_v}$ rất lớn vì R_v rất nhỏ, thông thường $I_{mm} = (10 \div 20)I_{dm}$;

- Để khắc phục người ta mắc thêm biến trở mở máy để giảm dòng điện mở máy ($I_{mm} = 2,5 I_{dm}$);

- Khi Rôto quay thì trong cuộn dây phản ứng có sức điện động và tăng dần làm cho I giảm dần: $I_v = \frac{U - E}{R_v + R_{mm}}$

- Kết thúc quá trình mở máy thì loại hết biến trở ra khỏi mạch phản ứng. dòng điện làm việc ổn định của động cơ: $I_v = \frac{U - E}{R_v}$

3.2.5. Điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều

- + Động cơ một chiều có ưu điểm hơn hẳn động cơ xoay chiều vì phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng.

- + Cơ sở của phương pháp điều chỉnh tốc độ là: $n = \frac{1}{C_e} \frac{U - IR_v}{\Phi}$

- Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông, tức là điều chỉnh dòng kích từ bằng điện trở kích từ;

- Thay đổi điện trở phản ứng bằng cách dùng điện trở phụ nối tiếp với phản ứng;

- Thay đổi điện áp đặt vào phản ứng (phương pháp này ít được sử dụng).

4. Bảo dưỡng, sửa chữa máy điện một chiều

4.1. Bảo dưỡng máy điện một chiều

4.1.1. Chống ẩm

Động cơ phải được lắp đặt ở nơi thoáng khí, khô ráo, hạn chế đến mức cao nhất sự ảnh hưởng của độ ẩm môi trường làm việc tác hại đến động cơ. Nếu bắt buộc phải làm việc trong môi trường có độ ẩm cao thì phải chọn loại động cơ thích hợp.

Phải thường xuyên kiểm tra điện trở cách điện của động cơ bằng megômet, nếu $R_{cd} < 0,5 M\Omega$ là đã dưới mức an toàn, cần phải sấy chống ẩm.

4.1.2. Chống bụi

Nếu bụi bám vào vỏ động cơ, dây quần thì sẽ hạn chế sự tỏa nhiệt và hạn chế sự thông gió làm mát. Bụi bám bên trong động cơ còn làm tăng ma sát cơ, làm bẩn dầu mỡ bôi trơn. Do đó phải thường xuyên lau chùi động cơ để làm sạch bên ngoài, bên trong thì dùng gió nén thổi. Nếu có dầu mỡ bám vào dây quần thì dùng vải mềm thấm cacbon tetrachlorua để lau sạch, không được dùng xăng vì xăng sẽ làm hỏng cách điện của dây quần.

4.1.3. Bảo quản ổ đỡ trục

Phải thường xuyên kiểm tra, theo dõi nhiệt độ ở ổ đỡ trục. Nếu ổ đỡ trục bị nóng quá mức cho phép thì phải xem xét, tìm nguyên nhân để khắc phục ngay. Định kỳ 6 tháng phải thay mỡ cho bạc đạn (vòng bi) một lần, khi thay mỡ cần phải lấy hết mỡ cũ, dùng xăng rửa sạch, dùng gió nén thổi khô rồi tra mỡ mới đúng chủng loại. Không nên tra nhiều mỡ mà chỉ nên tra khoảng 2/3 khoảng trống của bạc đạn, nếu tra nhiều, khi động cơ quay có thể làm mỡ bắn ra ngoài, dính vào dây quần làm hỏng cách điện.

4.1.4. Theo dõi độ tăng nhiệt độ của động cơ

Khi động cơ bắt đầu làm việc, nhiệt độ của động cơ tăng dần rồi giữ ổn định ở một trị số nào đó. Nhiệt độ này phải nằm trong giới hạn cho phép tùy thuộc vào vật liệu cách điện bên trong động cơ.

Với cách điện cấp A thì nhiệt độ bên trong cuộn dây, lõi thép cho phép vượt quá nhiệt độ môi trường đến 60°C. Với cách điện cấp B thì cho phép vượt quá nhiệt độ môi trường đến 80°C.

Theo kinh nghiệm thì khi sờ tay vào vỏ động cơ mà thấy quá nóng, phải rút tay ra ngay, động cơ đã có sự cố cần phải ngừng máy để kiểm tra.

4.1.5. Theo dõi tiếng kêu phát ra từ động cơ

Thông thường nếu động cơ hoạt động tốt thì chạy rất êm, có tiếng “vo vo” của quạt gió phát ra rất nhỏ và đều. Nếu có tiếng kêu “ro ro” phát ra lớn, đều đặn là do hư hỏng phần bạc đạn, ổ đỡ trục. Nếu đột nhiên phát ra tiếng ù thì có thể do nguồn cung cấp điện bị mất một pha (với động cơ ba pha) hoặc hư hỏng ở dây quần.

Nói chung, khi động cơ đang vận hành mà có tiếng kêu lạ thì phải ngừng máy để kiểm tra.

4.2. Những hư hỏng thường gặp và biện pháp khắc phục

4.2.1. Những hư hỏng về cơ khí

Động cơ có hư hỏng về cơ khí thể hiện ở các hiện tượng sau:

- Trục động cơ bị kẹt;

- Động cơ chạy bị sát cốt;
- Động cơ chạy bị rung, lắc;
- Động cơ chạy có tiếng kêu “o... o”.

Các chi tiết cơ khí hư hỏng thường gặp là: Mòn bi (hoặc mòn bạc), mòn trục, không cân trục do bắt ốc vít hoặc đệm chưa đúng.

Khi thấy hiện tượng động cơ bị kẹt trục hoặc chạy yếu, phát ra tiếng va đập mạnh, sát cốt thì phải kiểm tra các bu lông giữ nắp xem có chặt không, nếu không chặt sẽ làm cho rôto mất đồng tâm gây kẹt trục. Nếu các ốc đã chặt mà trục bị kẹt cứng thì phải kiểm tra vòng bi (hay bạc) xem có bị vỡ bi (vỡ bạc) gây kẹt hoặc khô dầu mỡ bôi trơn. Nếu không phải các nguyên nhân trên thì do trục động cơ đã bị cong, cần đưa rôto lên máy tiện để rà và nắn trục.

Trường hợp thấy máy chạy lắc rung, có tiếng ồn, hoặc lúc động cơ không chạy, lấy tay lắc nhẹ thấy trục bị rơi, hiện tượng này có thể do mòn bi, mòn bạc hoặc mòn trục. Nếu mòn bi, mòn bạc hoặc mòn trục thì phải thay mới. Riêng bạc có thể tóe lại để dùng thêm một thời gian nữa.

Trục mòn thì phải đập mạ, sau đó đưa lên máy tiện rà lại cho tròn đều, nếu trục mòn ít có thể dùng giấy ráp mịn đánh nhẹ cho tròn đều, sau đó chọn bạc mới cho vừa trục để thay.

Khi máy chạy có tiếng kêu “o... o” hoặc có tiếng gõ nhẹ, cần kiểm tra ốc vít ép lõi thép stato xem có chặt không, ốc nắp có bị lỏng không, hoặc có thể do vòng đệm hai đầu trục bị mòn, cần thay thế.

4.2.2. Những hư hỏng về phần điện

a) Cấp nguồn, động cơ không chạy

Nguyên nhân:

- Không có nguồn vào động cơ;
- Dây quấn của động cơ bị hở mạch (đứt).
- Chổi than không tiếp xúc

Biện pháp khắc phục:

- Dùng vôn-mét kiểm tra điện áp nguồn ở cầu dao, aptômát; kiểm tra cầu chì; kiểm tra dây nối nguồn cho động cơ; kiểm tra sự đấu dây ở hộp đấu dây, chổi than. Nếu kết quả kiểm tra tốt thì cuộn dây của động cơ bị đứt ở bên trong.

b) Khi cấp nguồn động cơ không khởi động được và phát ra tiếng ù

Nguyên nhân:

- Điện áp nguồn quá thấp;

- Chổi than tiếp xúc không tốt;
- Cổ góp điện mòn và cháy rỗ
- Đứt (hở mạch) một trong dây quấn;
- Tiếp điểm khởi động không tiếp xúc
- Ổ bi (bạc) bị mòn nhiều nên khi có điện rôto bị hút vào stato.

Biện pháp khắc phục:

- Kiểm tra điện áp nguồn;
- Kiểm tra chổi than, nếu mòn quá thì thay tụ chổi than mới.
- Kiểm tra tiếp điểm khởi động, nếu bẩn hoặc có muội thì dùng giấy ráp mịn làm sạch, hoặc điều chỉnh lại vị trí tiếp xúc.
- Kiểm tra vòng bi, ổ trục;
- Làm sạch cổ góp bằng giấy nhám

Nếu kết quả kiểm tra trên thấy vẫn tốt thì dây quấn bị đứt. Dùng đèn hoặc ômmét để kiểm tra tìm ra bởi dây bị đứt và khắc phục.

c) Cấp nguồn, động cơ khởi động yếu, quay chậm và phát ra tiếng ù

Nguyên nhân:

- Điện áp nguồn thấp;
- Đấu dây không thích hợp với điện áp nguồn;
- Tụ chổi than tiếp xúc không tốt;
- Cổ góp mòn, rỗ

Biện pháp xử lý:

- Kiểm tra điện áp nguồn;
- Kiểm tra lại cực tính và đấu lại cuộn dây;
- Thay chổi than mới, hoặc làm sạch.
- Làm sạch cổ góp bằng giấy nhám

d) Cấp nguồn vào động cơ, thiết bị bảo vệ tác động, cầu chì đứt, áp tô mát nhảy

Nguyên nhân:

- Cuộn dây bị cháy hay ngắn mạch;
- Chổi than (+) bị ngắn mạch
- Đấu dây không thích hợp với điện áp nguồn;
- Thiết bị bảo vệ chọn không đúng.

Biện pháp khắc phục:

- Kiểm tra điện trở các cuộn dây, nếu ngắn mạch điện trở rất bé hoặc bằng không;

- Kiểm tra lại cách đấu các bối dây, chổi than;
- Kiểm tra lại tham số của các thiết bị bảo vệ.

e) Động cơ vận hành phát nóng quá cho phép

Nguyên nhân:

- Quá tải thường xuyên.
- Điện áp nguồn quá lớn hoặc quá thấp.
- Ngắn mạch một số vòng dây.
- Dây đai quá căng.
- Khe hở giữa stato và rôto lớn.
- Thiếu sự thông gió hoặc làm mát không đủ.
- Nhiệt độ môi trường quá cao.
- Có tia lửa điện phóng ở cổ góp.

Biện pháp khắc phục:

- Kiểm tra phụ tải của động cơ (kiểm tra dòng điện).
- Kiểm tra điện áp nguồn.
- Điều chỉnh lại dây đai.
- Không thay đổi được khe hở không khí, chỉ có cách là làm mát cưỡng bức.
- Làm sạch động cơ, kiểm tra lại quạt gió.
- Làm mát cưỡng bức nếu nhiệt độ môi trường quá cao.
- Sửa chữa lại bộ dây quấn nếu bị ngắn mạch một số vòng.
- Điều chỉnh lò xo chổi than, làm sạch cổ góp và chổi than.

f) Điện rò ra vỏ

Hiện tượng điện rò ra vỏ là do dây quấn động cơ bị hỏng cách điện dẫn đến chạm vào lõi thép, hoặc do cách điện các mối nối xấu dẫn đến chạm vỏ.

Biện pháp thường dùng để phát hiện chạm vỏ là:

Quan sát đánh giá, phán đoán sơ bộ điểm chạm vỏ;

Dùng đèn hoặc ômmét hoặc bút thử điện để xác định chỗ chạm vỏ. Muốn xác định bối chạm vỏ cần tháo rời các mối hàn giữa các bối dây. Khi thử cần kết hợp lắc nhẹ các đầu bối dây vì nhiều khi chỗ chạm điện không thường xuyên (chập chờn).

Nếu điểm chạm vỏ ở đầu dây thì có thể kê, bọc lại cách điện, lột cách điện rồi tẩm sấy. Khi điểm chạm vỏ nằm sâu bên trong thì phải tháo bỏ dây ra quấn lại

Câu hỏi:

1. Trình bày cấu tạo của máy điện một chiều?
2. Phân tích nguyên lý hoạt động của máy điện một chiều?
3. Ứng dụng của động cơ điện một chiều?
4. Ứng dụng của máy phát điện một chiều?
5. Nguyên nhân xuất hiện tia lửa điện trên cổ góp? Biện pháp khắc phục?

BÀI 3: ĐỘNG CƠ ĐIỆN VẠN NĂNG

Mã bài: MĐ 21-03

Giới thiệu:

Động cơ điện vạn năng còn được gọi là động cơ có cổ góp điện, được sử dụng nhiều trong công nghiệp cũng như trong dân dụng như: động cơ cho máy may, máy khoan tay, máy mài tay, máy xay sinh tố, máy hút bụi...

Ưu điểm nổi bật của động cơ điện vạn năng là sử dụng thuận tiện, dễ dàng.

Tốc độ của động cơ điện vạn năng tương đối lớn.

Động cơ điện vạn năng có thể làm việc được ở cả lưới điện một chiều và lưới điện xoay chiều.

Mục tiêu:

- Mô tả được cấu tạo, phân tích được nguyên lý làm việc của động cơ điện vạn năng.
- Phân tích được nguyên nhân hư hỏng và biện pháp khắc phục của động cơ điện vạn năng.
- Tháo, lắp, bảo dưỡng được các bộ phận của động cơ điện vạn năng theo đúng quy trình, đúng yêu cầu kỹ thuật.
- Sửa chữa được một số hư hỏng thông thường của động cơ điện vạn năng.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

Nội dung chính:

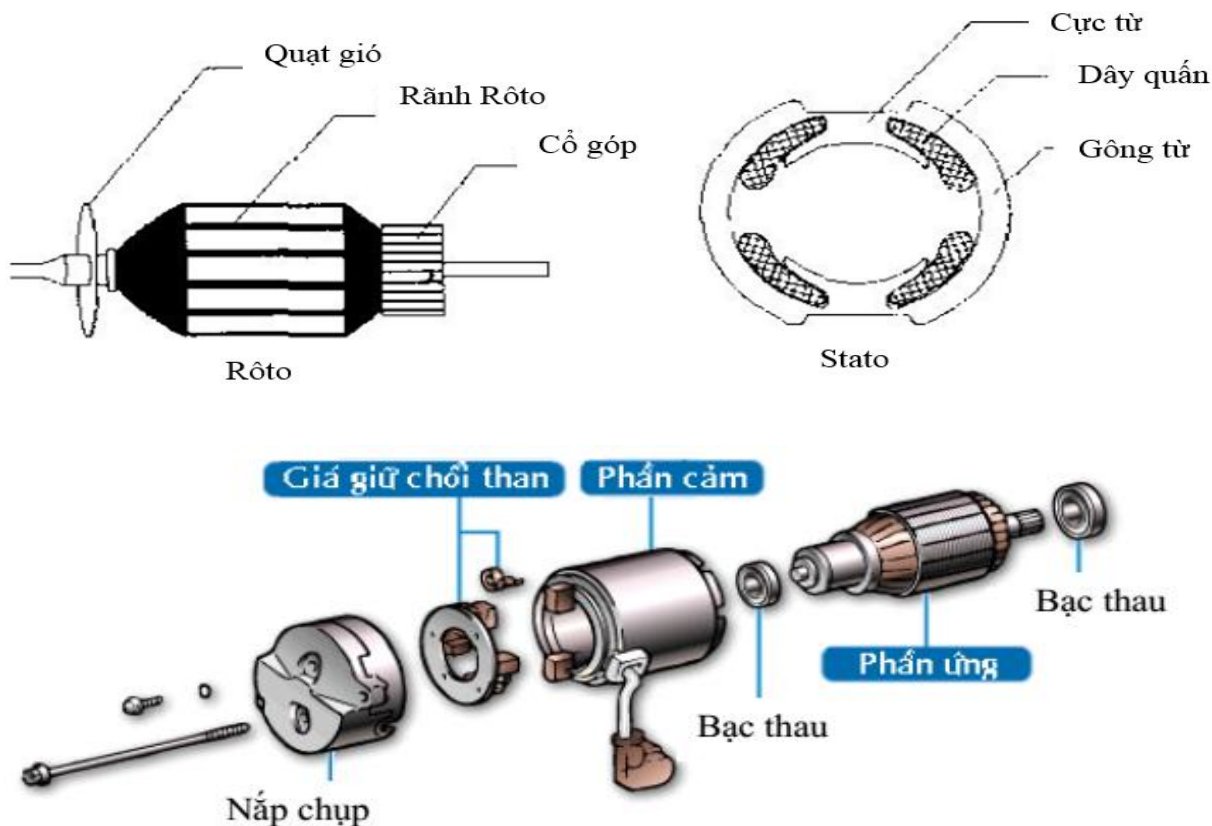
1. Khái niệm về động cơ điện vạn năng

- Động cơ điện vạn năng là loại động cơ có thể làm việc với nguồn cung cấp là nguồn điện một chiều hay nguồn điện xoay chiều, nhưng tốc độ động cơ khi làm việc trong hai loại nguồn này hầu như không thay đổi.

- Động cơ điện vạn năng là loại động cơ có đặc điểm đạt được mômen mở máy lớn so với các loại động cơ khác có cùng công suất, để dễ dàng điều chỉnh tốc độ. Tuy nhiên động cơ sẽ đạt tốc độ khá cao khi làm việc không tải và có thể gây hư hỏng cho dây quấn rôto dưới tác dụng của lực ly tâm do đó động cơ vạn năng thường được lắp đặt với hệ thống cơ khí truyền động. Như vậy động cơ vạn năng luôn luôn khởi động trong điều kiện có tải, về mặt thiết kế chế tạo, để giảm các ảnh hưởng xấu gây ra do phản ứng phần ứng và quá trình đổi chiều dòng điện ta cần thiết kế điện áp giữa các phiến góp liên tiếp trên cổ góp có giá trị nhỏ.

2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc động cơ điện vạn năng

2.1. Cấu tạo



Hình 3-1: Cấu tạo của động cơ điện vạn năng

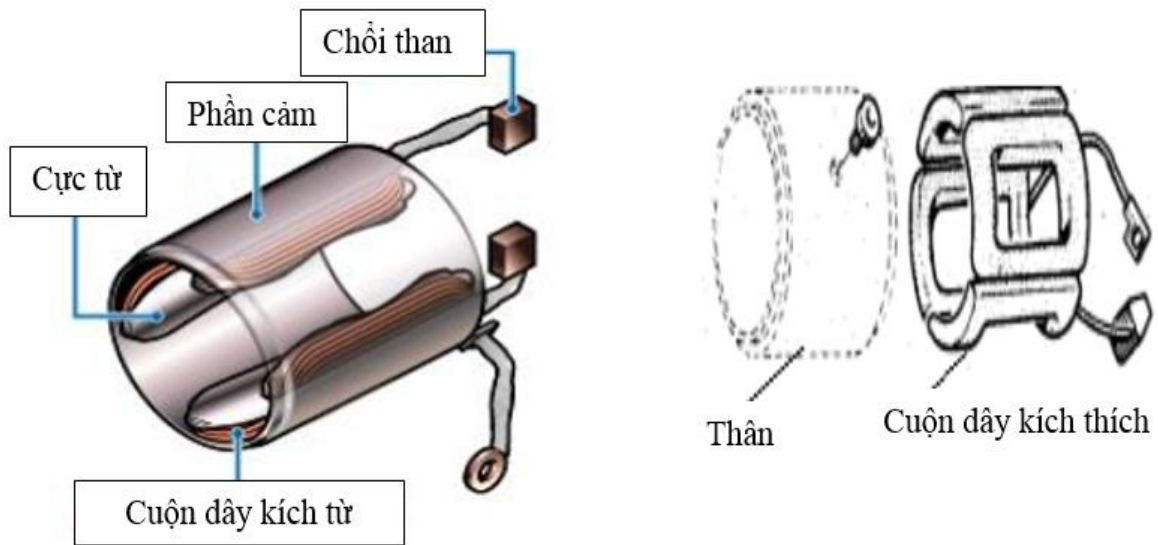
* Stato (phần cảm):

Vỏ: là một ống thép được gia công mặt trong, bên trong có gắn các khối cực từ để giữ các cuộn dây kích thích (thường có từ 2- 4 khối cực từ) trên vỏ có gắn các cọc nối dây cách điện để dẫn điện từ nguồn vào stato.

Cực từ: được chế tạo bằng thép ít cacbon để có đặc tính dẫn từ tốt và được bắt vào trong thân bằng các vít đặc biệt.

Cuộn dây kích thích: có nhiệm vụ tạo từ trường chính xác cho các khối cực, được quấn bằng dây đồng dẹp hoặc tròn có tiết diện lớn xung quanh các khối cực từ khoảng 4 – 10 vòng. Phần này là cuộn dây kích thích nối tiếp còn cuộn dây kích thích song song có tiết diện dây nhỏ, quấn nhiều vòng để đảm bảo cường độ từ cảm trên các cực từ là như nhau. Dây kích thích phải lớn vì khi máy khởi động làm việc thì dòng điện tiêu thụ rất lớn (200 – 800) A và có thể lớn hơn nữa. Các cuộn dây kích thích kề nhau được quấn ngược chiều để tuần tự tạo ra các cực Bắc, Nam khác nhau tác dụng lên thân máy, có nhiệm vụ làm cầu nối liên lạc mạch từ giữa các khối cực.

Ở các máy khởi động có công suất nhỏ thì các cuộn dây được đấu nối tiếp, còn ở máy khởi động có công suất lớn và trung bình các cuộn dây đấu song song- nối tiếp.



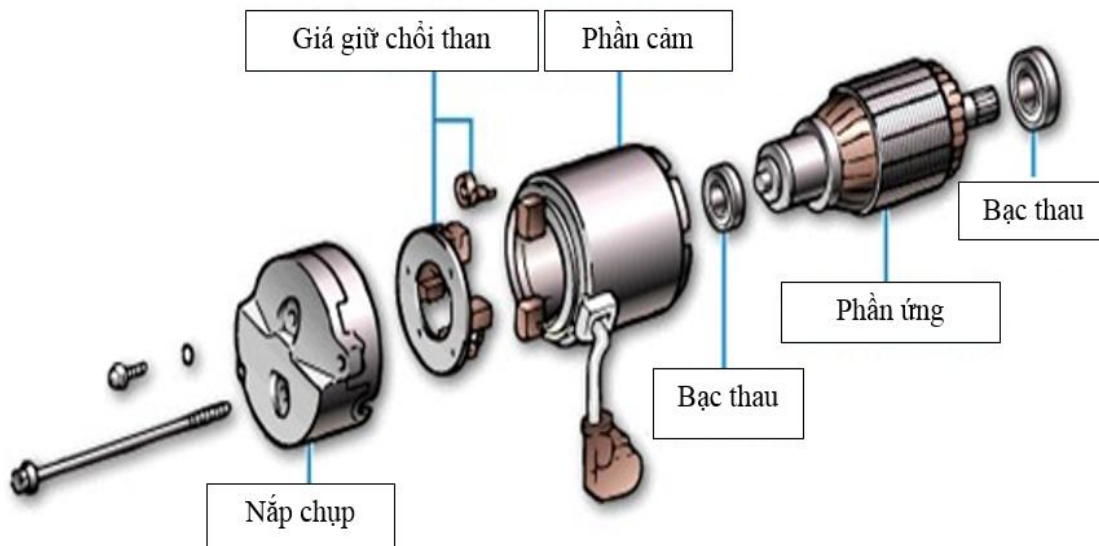
Hình 3-2: Vỏ, cực từ, cuộn dây kích thích

* Rôto (Phần ứng):

Rôto động cơ điện vạn năng: Được chế tạo bằng một khối thép từ gồm các lá thép kỹ thuật điện dày từ $(0,35 - 0,5)\text{mm}$, có hình dạng đặc biệt được ép lên trục rôto. Phía bên ngoài có xẻ nhiều rãnh dọc để quấn dây. Rôto được đỡ trên 2 bạc thau và quay bên trong các khối cực của stato với khe hở ít nhất để giảm bớt tổn hao năng lượng từ trường.

Khung dây phản ứng: Dây quấn trong rôto động cơ điện vạn năng là các dây đồng có tiết diện hình chữ nhật hoặc tròn. Mỗi rãnh thường có 2 dây và quấn sóng, các dây quấn được cách điện với lõi của rôto, các đầu dây của các khung dây được hàn vào các lá góp bằng thau của cổ góp.

Cổ góp điện: gồm nhiều lá góp bằng thau, ghép quanh trục, giữa các lá góp được cách điện với nhau và cách điện với trục bằng mica.



Hình 3-3: Cấu tạo của rôto động cơ điện vạn năng



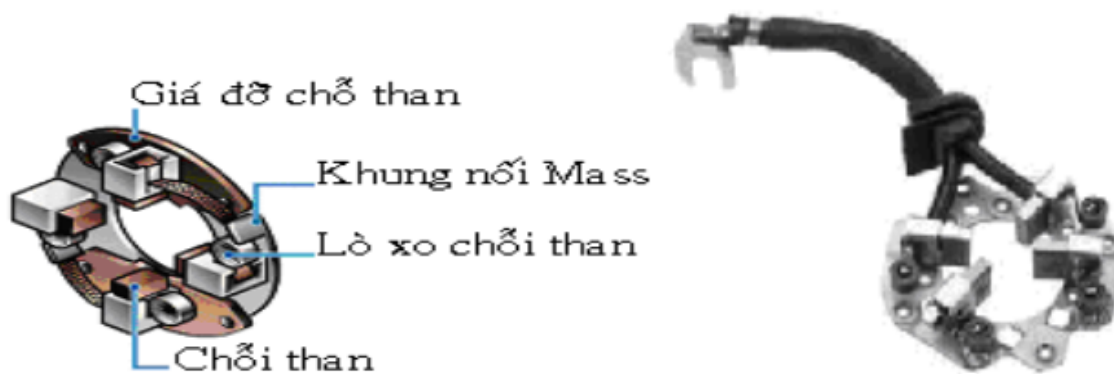
Hình 3-4 : Nắp và giá đỡ chổi than.

Nắp và giá đỡ chổi than: Thường được đúc bằng gang hoặc nhôm, bên trong có đóng các bạc thau để lắp với trục rôto, ngoài ra còn có các chốt định vị để ráp đúng vào vị trí của thân động cơ.

+ Nắp phía bánh răng: được gia công lỗ để gắn cần điều khiển khớp truyền động, vị trí lắp relay gài khớp, các lỗ bulông để lắp vào vỏ bọc bánh đà của động cơ.

+ Nắp phía cổ góp điện: còn là nơi gắn các giá đỡ chổi than và lò xo. Lò xo luôn ấn chổi than tỳ vào cổ góp điện đúng với lực ép cần thiết để dẫn điện vào cuộn dây rôto.

Chổi than: chổi than được chế tạo bằng bột than, bột đồng với thiếc, đồng với graphit được đúc ép thành khối với áp suất cao nhằm làm giảm điện trở riêng và mức mài mòn của chổi than. Các chổi than điện được dính liền với dây dẫn điện. Đối với động cơ vạn năng thường dùng 4 hoặc 2 chổi than điện, chổi than điện được cách điện với thân máy của động cơ.

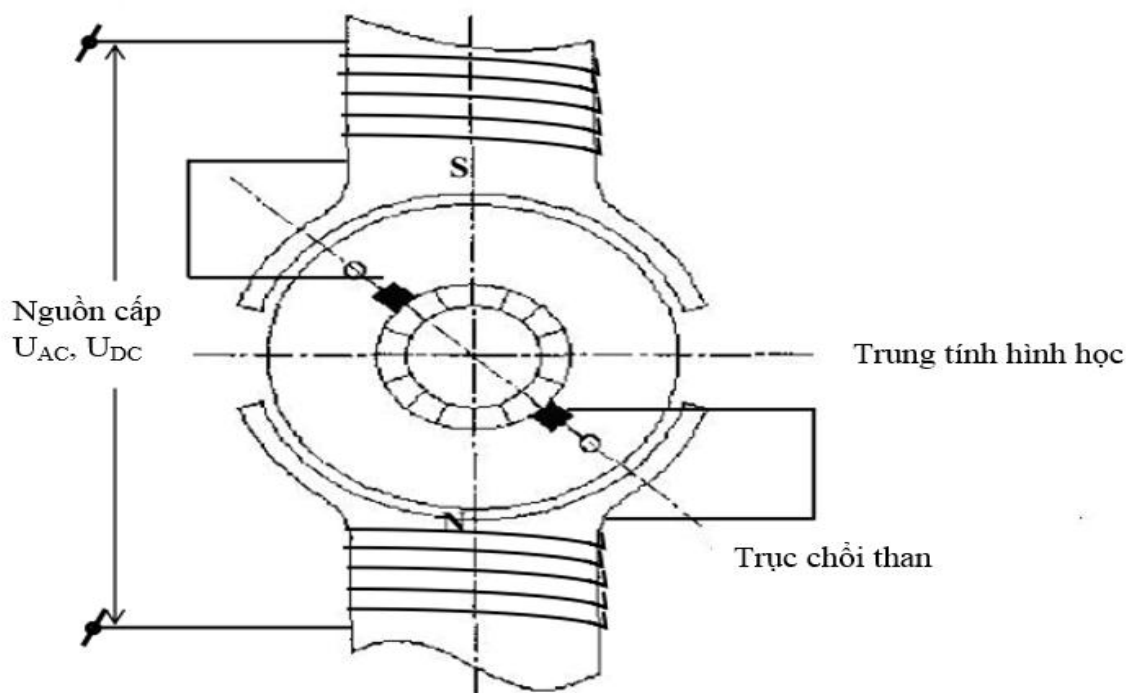


Hình 3-5 : Giá đỡ chổi than.

2.2. Nguyên lý làm việc

Động cơ vạn năng có các đường thẳng (trục) đặc biệt trong kết cấu của động cơ như sau:

- Đường thẳng đi qua giữa hai mặt cực từ của Stato, gọi là trục cực từ của Stato.
- Đường thẳng vuông góc với trục cực từ của Stato một góc 90^0 điện, được gọi là đường trung tính hình học.
- Đường thẳng đi qua hai trục của chổi than, gọi là trục chổi than.



Hình 3-6: Sơ đồ mặt cắt ngang của động cơ vạn năng

- Khi cho dòng điện xoay chiều vào động cơ do tác dụng của từ trường phần cảm lên cuộn dây phần ứng sinh ra một lực điện từ làm cho rôto quay. Khi dòng điện đổi chiều ở bán kỳ âm, ngay lúc đó chiều của từ trường phần cảm

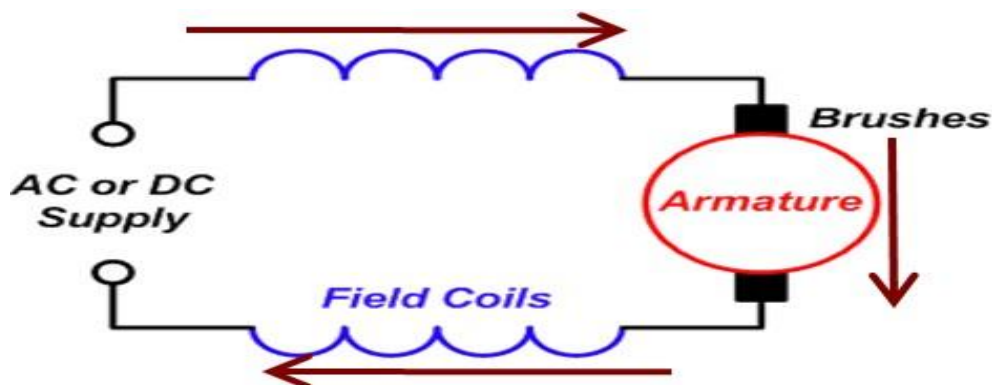
cũng đổi chiều nên lực tác dụng lên rôto vẫn không đổi chiều vì thế động cơ vẫn quay được liên tục theo một chiều nhất định.

- Khi nối vào nguồn điện một chiều. Dòng điện trong dây quấn phần ứng và từ trường phần cảm tác dụng tương hỗ nhau, tạo thành lực điện từ, mômen quay làm quay rôto. Nhờ có vành đổi chiều nên dòng điện một chiều được nghịch lưu thành dòng điện xoay chiều đưa vào dây quấn phần ứng. Do đó tại bất kỳ thời điểm nào, lực tác dụng lên dây quấn phần ứng cũng đều theo một chiều nhất định làm cho quay theo một chiều cố định.

- Khi rôto (phần ứng) động cơ quay, trong dây quấn phần ứng có một s.đ.đ cảm ứng, chiều của s.đ.đ này ngược chiều với chiều dòng điện vào phần ứng, nên sức điện động này được gọi là sức phản điện. Dòng điện trong dây quấn phần ứng khi động cơ làm việc ổn định là :

$$I = \frac{U-E}{r_v} \rightarrow E = U - I.r$$

- Do đặc điểm của động cơ điện vạn năng như trên, nên được gọi là động cơ điện vạn năng. Vì nó sử dụng được cả hai dòng điện một chiều và xoay chiều.

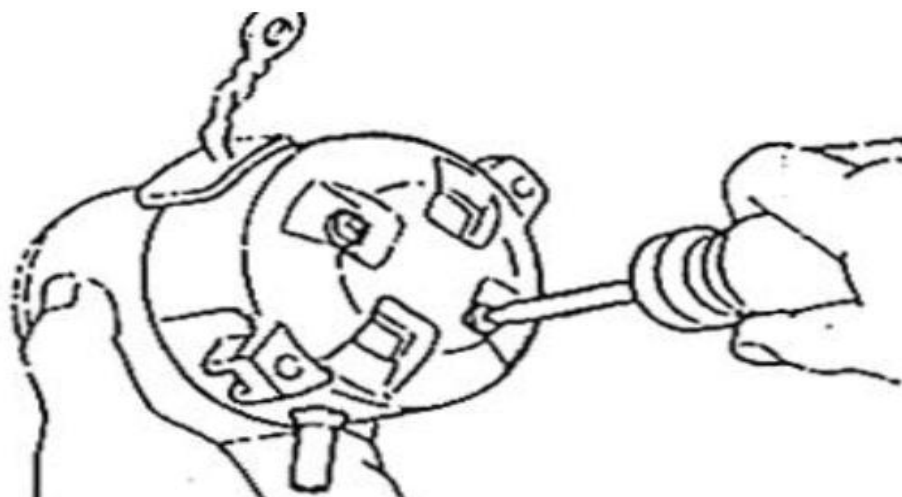


Hình 3-7: Sơ đồ nguyên lý động cơ vạn năng có cuộn dây phần cảm mắc nối tiếp với cuộn dây phần ứng.

3. Tháo, lắp, bảo dưỡng động cơ điện vạn năng

3.1. Trình tự tháo các bộ phận của động cơ vạn năng

- Đánh dấu vị trí lắp ghép nắp trước, nắp sau với thân động cơ.
- Tháo đai ốc, tháo dây dẫn nối với nguồn điện cung cấp cho động cơ.
- Tháo hai bulông xuyên tâm lấy nắp trước.
- Dùng tuốc nơ vít vặn các ốc vít giữ nắp và giá đỡ chổi than của động cơ phía bên cổ góp.



Hình 3-8: Tháo động cơ điện vạn năng

- Tháo nắp và giá đỡ chổi than ra khỏi stato động cơ.
- Nắp còn lại làm tương tự.
- Dùng tuốc nơ vít giữ chổi than và tách chổi than ra khỏi giá chổi than.
- Lấy rôto ra khỏi stato.

* Làm sạch các chi tiết sau khi tháo

- Làm sạch rôto và stato, cổ góp, giá chổi than, nắp trước, nắp sau và thân.
- Yêu cầu làm sạch hết bụi bẩn, dầu mỡ đảm bảo khô ráo, sạch sẽ các chi tiết.

Chú ý : Cần thận không làm xước cổ góp, gãy chổi than.

- Dùng gió nén thổi sạch muội than và dầu ở các lỗ bulông.

3.2. Lắp các chi tiết của động cơ vạn năng

Trước khi lắp cần phải làm sạch các chi tiết để đảm bảo dẫn điện tốt, máy khởi động hoạt động bình thường, công suất tối đa.

Quá trình lắp ráp các bộ phận của động cơ ngược lại so với quá trình tháo.

3.3. Bảo dưỡng động cơ điện vạn năng

- Làm sạch rôto và stato, cổ góp, giá chổi than, nắp trước, nắp sau và thân.
- Yêu cầu làm sạch hết bụi bẩn, dầu mỡ đảm bảo khô ráo, sạch sẽ các chi tiết.
- Dùng gió nén thổi sạch muội than và dầu ở các lỗ bulông.
- Tra dầu mỡ vào các bộ phận như bạc đạn, các khớp bánh răng của bộ truyền động cơ khí.....

4. Sửa chữa động cơ điện vạn năng

4.1. Thay thế, sửa chữa chổi than

** Yêu cầu trong quá trình chọn lựa và thay thế chổi than*

+ Chổi than cũng được sử dụng trong các dụng cụ điện cầm tay như máy khoan, cưa góc, máy mài.. Những chổi than này đòi hỏi không chỉ độ bền mà còn đòi hỏi không làm hư cổ góp, tỉ lệ nhiễu thấp, chịu rung, chịu va chạm, trong vài trường hợp còn dùng thẳng điện.

+ Sau khi chọn lựa chổi than đúng kích thước, đúng mã hiệu tiến hành lắp chổi than vào động cơ.

** Nguyên nhân hư hỏng chổi than*

- Ăn mòn kim loại

Trong thực tế chế tạo dù gia công thế nào thì bề mặt tiếp xúc tiếp điểm vẫn còn những lỗ nhỏ li ti. Trong vận hành hơi nước và các chất có hoạt tính hóa học cao thấm vào và đọng lại trong những lỗ nhỏ đó sẽ gây ra các phản ứng hóa học tạo ra một lớp màng mỏng rất giòn. Khi va chạm trong quá trình đóng lớp màng này dễ bị bong ra. Do đó bề mặt tiếp xúc sẽ bị mòn dần, hiện tượng này gọi là hiện tượng ăn mòn kim loại.

- Ôxy hóa

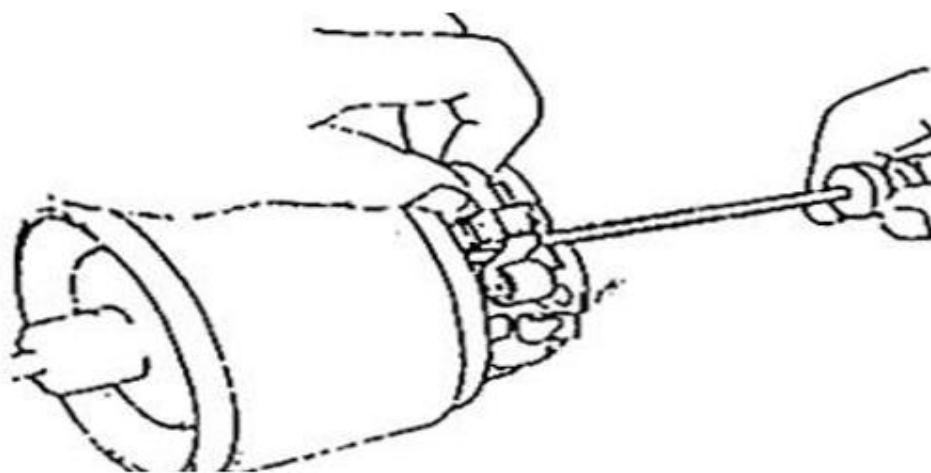
Môi trường xung quanh làm bề mặt tiếp xúc bị oxy hóa tạo thành lớp oxit mỏng trên bề mặt tiếp xúc, điện trở suất của lớp oxit rất lớn nên làm tăng R_{tx} dẫn đến gây phát nóng tiếp điểm. Mức độ gia tăng R_{tx} do bề mặt tiếp xúc bị oxy hóa vẫn còn.

- Hư hỏng do điện

Thiết bị điện vận hành lâu ngày hoặc không được bảo quản tốt lò xo tiếp điểm bị hoen rỉ yếu đi sẽ không đủ lực ép vào tiếp xúc giữa cổ góp và chổi than. Khi có dòng điện chạy qua chỗ tiếp xúc giữa cổ góp và chổi than, dễ bị phát nóng gây nóng chảy, thậm chí hàn dính vào nhau. Nếu lực ép tiếp xúc giữa cổ góp và chổi than quá yếu có thể phát sinh tia lửa làm cháy tiếp điểm. Ngoài ra, tiếp xúc giữa cổ góp và chổi than bị bẩn, rỉ sẽ tăng điện trở tiếp xúc, gây phát nóng dẫn đến hao mòn nhanh tiếp xúc giữa cổ góp và chổi than.

** Tháo lắp, thay thế chổi than*

- Tháo nắp, thay thế chổi than động cơ điện vạn năng

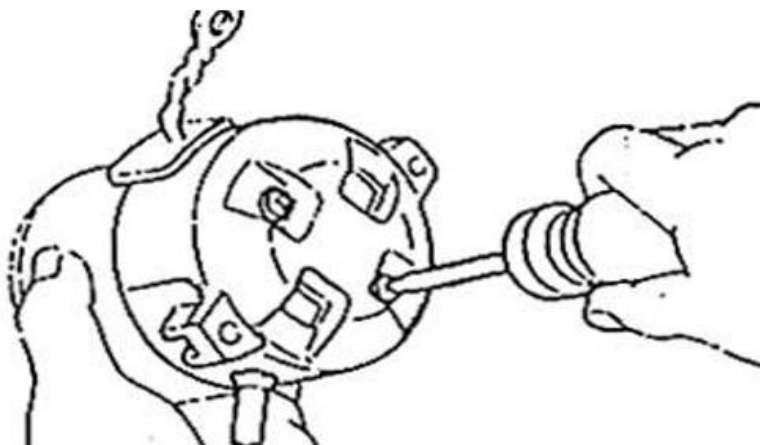


Hình 3-9: Tháo, thay thế chổi than.

+ Dùng tuốc nơ vít giữ lò xo ép chổi than và tiến hành tháo, lắp chổi than vào giá đỡ, chú ý chổi than phải tiếp xúc tốt với cổ góp và lực ép lò xo phải có độ đàn hồi cao.

+ Dùng đồng hồ đo điện trở đo thông mạch giữa chổi than và cổ góp. Sau đó đấu dây chổi than vào các đầu dây của Stato

- Lắp nắp bảo vệ chổi than dùng tuốc nơ vít vít các đai ốc cố định nắp bảo vệ chổi than.



Hình 3-10: Lắp hoàn chỉnh sau khi thay thế chổi than

- Kiểm tra và vận hành động cơ sau khi sửa chữa và thay thế chổi than.

+ Quan sát kiểm tra các mối nối dây phải được tiếp xúc tốt chắc chắn. Dùng tay quay nhẹ rôto kiểm tra độ trơn.

+ Nối nguồn điện cung cấp cho động cơ điện vận hành, quan sát quá trình làm việc của động cơ.

+ Dùng đồng hồ ampe kim đo dòng điện của động cơ khi không tải và có tải.

** Các biện pháp khắc phục hư hỏng chổi than.*

Để bảo vệ tiếp xúc giữa cổ góp và chổi than khỏi bị rỉ và để làm giảm nhỏ điện trở tiếp xúc có thể thực hiện các biện pháp sau:

+ Đối với những tiếp xúc cố định nên bôi một lớp mỡ chống rỉ hoặc quét sơn chống ẩm.

+ Khi thiết kế ta nên chọn những vật liệu có điện thế hóa học giống nhau hoặc gần bằng nhau cho từng cặp. Nên sử dụng các vật liệu không bị oxy hóa làm tiếp điểm.

+ Mạ điện các tiếp điểm: với tiếp điểm đồng, đồng thau thường được mạ thiếc, mạ bạc, mạ kẽm còn tiếp điểm thép thường được mạ cadini, niken, kẽm,...

+ Thay lò xo tiếp điểm: những lò xo đã rỉ, đã yếu làm giảm lực ép sẽ làm tăng điện trở tiếp xúc, cần lau sạch mặt tiếp xúc giữa chổi than và cổ góp điện, có thể dùng giấy nhám mịn để chà hoặc dùng vải mềm và thay thế lò xo nén khi lực nén còn quá yếu.

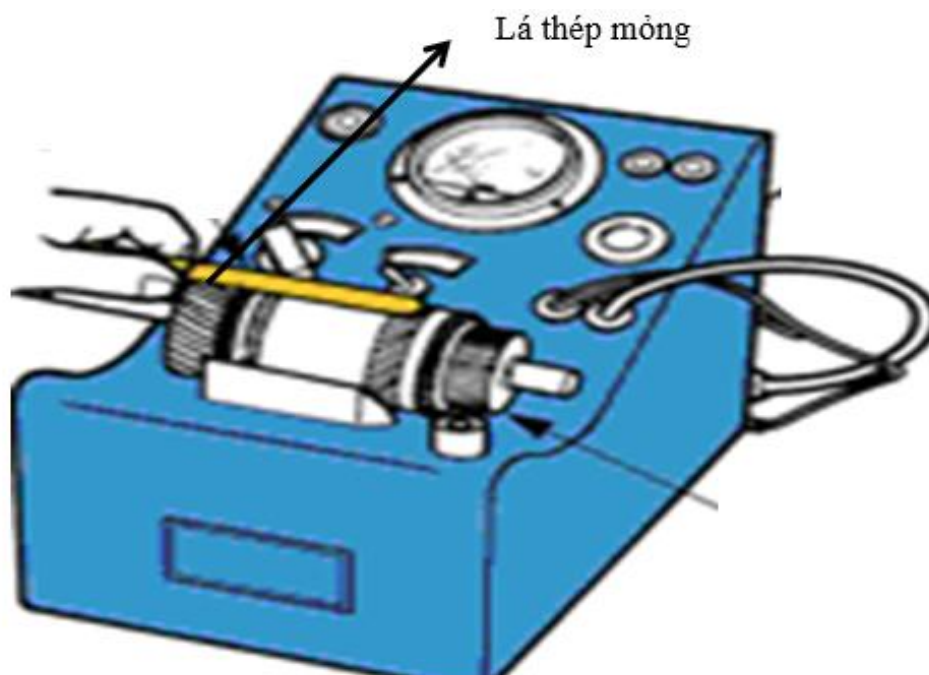
+ Kiểm tra sửa chữa cải tiến: cải tiến thiết bị dập hồ quang để rút ngắn thời gian dập hồ quang.

4.2. Kiểm tra cuộn dây phản ứng

** Phương pháp kiểm tra cuộn dây bằng rô-nha ngoài.*

- Sử dụng bàn rô-nha ngoài và lá thép mỏng:

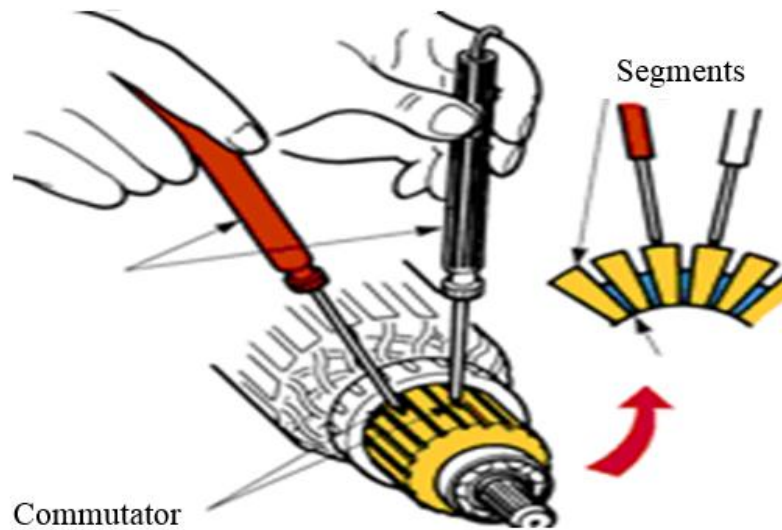
Để kiểm tra ngắn mạch của các bó dây phản ứng động cơ điện vạn năng, dùng phương pháp này kiểm tra khá chính xác



Hình 3-11: Hình dáng bên ngoài của rô nha

- Sử dụng bàn Rô – Nha ngoài và đồng hồ ampe kế

Kiểm tra ngắn mạch, thông mạch của cuộn dây phản ứng:



Hình 3-12: Kiểm tra thông mạch cuộn dây phản ứng dùng rô nha ngoài

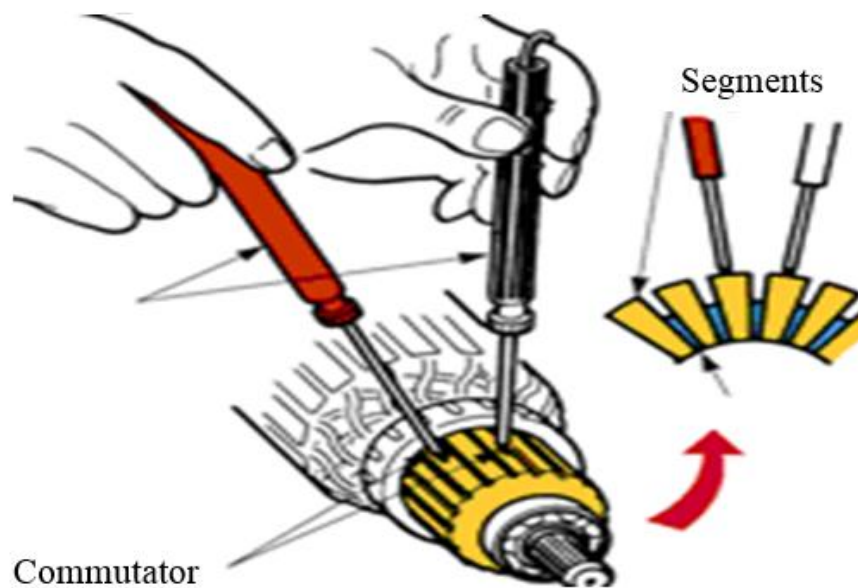
- * Thực hiện kiểm tra cuộn dây phản ứng bằng rô-nha ngoài.
- Sử dụng bàn rô-nha ngoài và lá thép mỏng kiểm tra:



Hình 3-13: Kiểm tra ngắn mạch cuộn dây phản ứng dùng rô nha ngoài.

- + Đặt rôto lên bàn RO-NHA, mở công tắc bàn, đặt lá thép song song với rãnh của rôto cách rôto từ $(0,5 \div 0,7) \text{ mm}$.
- + Dùng tay xoay tròn rôto thật đều.
- + Yêu cầu kỹ thuật: Nếu lá thép bị rung ở rãnh nào của rôto thì rãnh đó bị chạm chập các vòng dây.
- Sử dụng bàn Rô – Nha ngoài và đồng hồ ampe kế kiểm tra ngắn mạch,

thông mạch của cuộn dây phần ứng: Trình tự thực hiện kiểm tra và thao động tác như sau:



Hình 3-14: Kiểm tra thông mạch cuộn dây phần ứng dùng rô nha ngoài

+ Đặt rôto lên bàn Rô-Nha, mở công tắc bàn và công tắc (mA) về thang đo phù hợp (LOW), đặt mũi đo vào hai lá đồng kế tiếp nhau và nghiêng một góc từ 15° ÷ 45° rồi xoay tròn rôto, giữ nguyên mũi đo để kiểm tra lá đồng kế tiếp.

+ Yêu cầu kỹ thuật :

Nếu đồng hồ (mA) báo giá trị khác nhau và có giá trị lớn ở một vài búi dây thì búi dây đó đã bị ngắn mạch một số vòng dây trong búi.

Nếu đồng hồ (mA) báo giá trị như nhau và khác 0 là tốt.

Nếu đồng hồ (mA) báo giá trị 0 là do giá trị giữa hai lá đồng bị hở mạch.

- Kiểm tra các cuộn dây phần ứng bị đứt, hoặc lớp cách điện bị cháy và các nối kết không được hàn chắc chắn. Ở nhiều phần ứng, các cuộn dây được hàn với các thanh của bộ đảo mạch, các nối kết này không thể sửa chữa bằng cách hàn lại, chỉ có thể thay phần ứng mới.

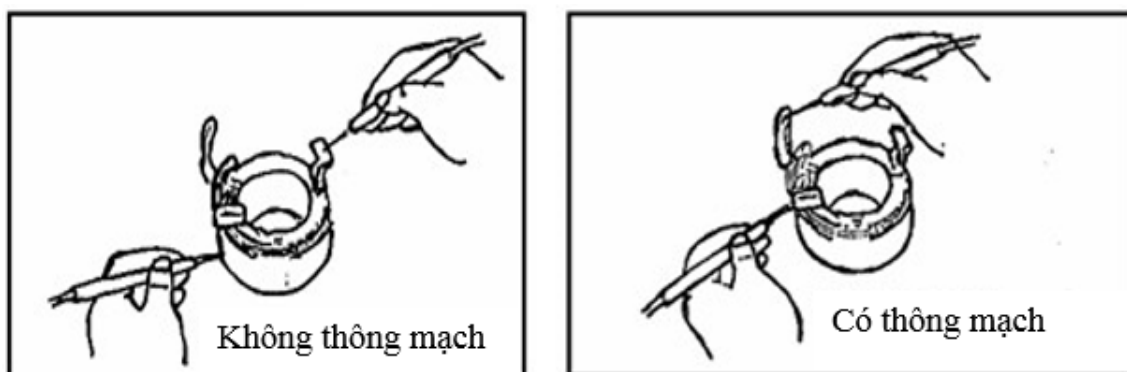
+ Kiểm tra sự ngắn mạch và chạm mass của phần ứng, nếu phần ứng bị ngắn mạch hay chạm mass thì ta thay phần ứng mới tương đương hoặc quấn lại.

- Kiểm tra cuộn dây stato

+ Kiểm tra sự chạm mass cuộn dây stato:

+ Dùng bóng đèn và dòng điện xoay chiều để kiểm tra: một đầu que đo chạm vào vỏ máy khởi động, que còn lại chạm vào cuộn dây stato (nếu có cuộn đấu song song thì phải tách mass đầu cuộn dây).

+ Yêu cầu đèn không sáng là tốt



Hình 3-15: Kiểm tra sự chạm mass cuộn dây stato dùng bóng đèn

+ Kiểm tra sự thông mạch của cuộn dây stato:

Dùng bóng đèn và dòng điện xoay chiều để kiểm tra: một đầu que đo đặt vào đầu chung của cuộn dây stato, que còn lại đặt vào đầu còn lại của cuộn dây stato.

Đèn không sáng là tốt.

+ Kiểm tra sự chạm chập của cuộn dây stato:

Phản ứng: Dùng đồng hồ đo giá trị điện trở của hai đầu bối dây rôto. Dùng đồng hồ VOM, đặt thang đo điện trở, đo ở hai đầu bối dây, lấy giá trị điện trở so sánh với yêu cầu kỹ thuật. Nếu giá trị điện trở nhỏ hơn giá trị quy định thì cuộn dây bị chạm chập

Phản cảm: Dùng đồng hồ đo điện, tiến hành những phép kiểm tra sau đây. Thông mạch giữa các dây dẫn chổi than và dây dẫn.

Dây dẫn chổi than bao gồm 2 nhóm; một được nối với dây dẫn (nhóm A) và nhóm kia được nối với stato (nhóm B).

+ Kiểm tra thông mạch trong dây dẫn và tất cả các dây chổi than. Hai dây dẫn chổi than có thông mạch thuộc về nhóm A và 2 dây dẫn không có thông mạch thuộc về nhóm B.

+ Kiểm tra thông mạch giữa dây chổi than và dây dẫn sẽ giúp xác định xem có hở mạch trong cuộn cảm hay không.

+ Kiểm tra cách điện giữa dây chổi than và phần cảm sẽ giúp xác định xem có ngắn mạch xảy ra trong cuộn cảm hay không.

Nếu những hư hỏng nhẹ có thể sửa chữa và hư hỏng nặng thì thay thế phần cảm mới.

Kiểm tra khớp truyền động: xem xét vết mòn trên các răng của bộ ly hợp một chiều. Thay bộ ly hợp một chiều hoặc vành răng bị sút mẻ, rạn nứt, hoặc các răng quá mòn hoặc có dấu hiệu của sự ăn khớp không hoàn toàn. Các răng trên bánh răng của bộ ly hợp một chiều phải ăn khớp với vành răng hơn một nửa chiều cao răng trên vành răng.

Kiểm tra sự khoá chặt bộ ly hợp một chiều, bánh răng phải quay theo một chiều tự do và không quay theo chiều ngược lại.

4.3. Sửa chữa vành chỉnh lưu

* Nguyên nhân gây hư hỏng vành chỉnh lưu:

Khi có dòng điện chạy qua chỗ tiếp xúc giữa cổ góp và chổi than dễ bị phát nóng gây nóng chảy, thậm chí hàn dính vào nhau.

Nếu lực ép tiếp xúc giữa cổ góp và chổi than quá yếu có thể phát sinh tia lửa làm cháy tiếp xúc. Ngoài ra, tiếp xúc giữa cổ góp và chổi than bị bẩn, rỉ sẽ tăng điện trở tiếp xúc, gây phát nóng dẫn đến hao mòn nhanh tiếp xúc giữa cổ góp và chổi than.

Cổ góp và chổi than chủ yếu là đảm bảo cho chúng tiếp xúc với nhau được kín khít, trơn nhẹ và sạch sẽ vì vậy cần kiểm tra bề mặt của chúng xem có bị cháy xém không, vành trượt có bị méo hoặc bị mài vệt không bằng phẳng ngoài ra còn phải kiểm tra cách điện giữa vòng trượt và thân rôto. Vành trong của chổi than không bị rỗ không bị cháy, chổi than di động lên xuống phải dễ dàng áp lực của lò xo phải vừa đủ. Dây đồng mềm trên chổi than phải còn nguyên vẹn liên kết tốt.

* Phương pháp sửa chữa vành chỉnh lưu:

- Kiểm tra bằng quan sát: Kiểm tra cổ góp xem có bị bẩn hay cháy không.

Cổ góp tiếp xúc với chổi than trong khi máy phát hoạt động rôto quay và phát ra dòng điện, tia lửa điện.

Tia lửa điện gây ra bởi dòng điện sẽ làm bẩn và cháy.

Bẩn và cháy sẽ ảnh hưởng đến dòng điện và làm giảm chức năng của máy phát.

- Làm sạch: Dùng giẻ và chổi, làm sạch cổ góp và rôto. Nếu mức độ bẩn và cháy tương đối nhiều, hãy thay thế cụm rôto.

- Kiểm tra cách điện giữa cổ góp và rôto, kiểm tra độ côn, vênh đảo trục

Dùng đồng hồ đo điện trở, kiểm tra thông mạch giữa các cổ góp.

Rôto là một nam châm điện quay và có một cuộn dây bên trong. Cả hai đầu của cuộn dây được nối với cổ góp.

Kiểm tra thông mạch giữa cổ góp có thể sử dụng để phát hiện hở mạch bên trong cuộn dây.

Nếu nhận thấy có vấn đề trong khi kiểm tra cách điện và hay thông mạch, hãy thay rôto.

Dùng thước kẹp kiểm tra độ côn, độ méo của cổ góp.

* Sửa chữa vành chỉnh lưu:

- Các thao tác thực hiện kiểm tra sửa chữa vành chỉnh lưu:

+ Kiểm tra cách điện giữa cổ góp và rôto:

Dùng đồng hồ đo điện trở, kiểm tra cách điện giữa cổ góp và rôto.

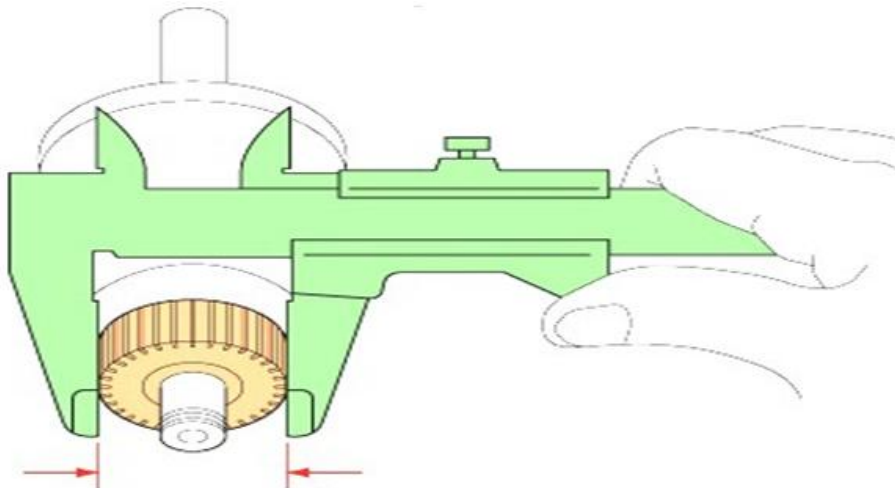
Giữa cổ góp và rôto tồn tại một trạng thái ngăn cách mà có tác dụng cắt dòng điện. Nếu cuộn dây trong rôto bị ngắn mạch, điện sẽ chạy giữa cuộn dây và rôto. Kiểm tra cách điện giữa cổ góp và rôto có thể phát hiện ngắn mạch trong cuộn dây. Nếu nhận thấy có vấn đề trong khi kiểm tra cách điện hay thông mạch, hãy thay rôto.



Hình 3-16: Kiểm tra cách điện giữa cổ góp và rôto

Dùng mắt quan sát sự cháy rỗ của cổ góp.

Kiểm tra độ côn, độ méo của cổ góp.

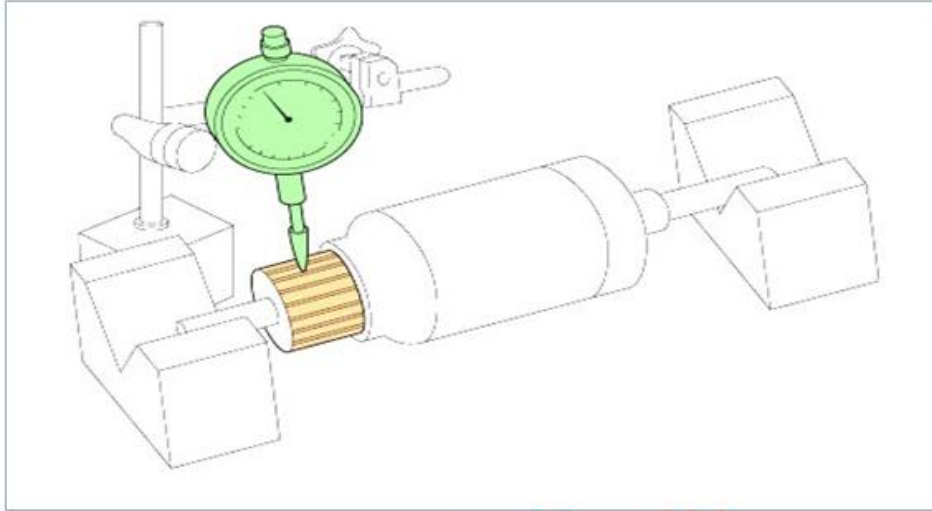


Hình 3-17: Kiểm tra độ côn của cổ góp dùng thước kẹp (panme)

Đo cổ góp dùng thước kẹp, đo đường kính ngoài của cổ góp. Nếu kết quả đo vượt quá giới hạn mòn tiêu chuẩn, hãy thay rôto. Cổ góp tiếp xúc với chổi than trong khi quay và tạo ra dòng điện. Vì vậy, khi đường kính ngoài của cổ

góp thấp hơn so với giá trị tiêu chuẩn, tiếp xúc giữa cổ góp và chổi than sẽ không đủ, nó có thể làm ảnh hưởng đến việc tuần hoàn dòng điện. Kết quả là, nó có thể làm giảm khả năng tiếp điện giữa cổ góp và chổi than, làm phát sinh tia lửa điện lớn dẫn đến hư hỏng động cơ.

+ Kiểm tra độ đảo của cổ góp:



Hình 3-18: Kiểm tra độ đảo của cổ góp dùng đồng hồ so lệch đo ngoài.

Gá rôto lên máy tiện hoặc khối V rồi dùng đồng hồ so lệch đo ngoài để kiểm tra. Yêu cầu kỹ thuật: độ đảo cho phép phải $< 0,05\text{mm}$ thì rôto hoạt động bình thường.

Còn nếu lớn hơn $> 0,05\text{mm}$ thì phải thay mới hoặc cân chỉnh nắn lại trục rôto.

Cổ góp bị cháy rỗ ít có thể dùng giấy nhám đánh lại, nếu nhiều quá thì tiện lại.

Độ côn, độ méo vượt quá giá trị quy định thì phải dùng máy tiện lại.

Chiều cao tấm mica nhỏ hơn quy định giữa các phiến góp thì dùng lưỡi cưa theo rãnh tấm mica.

Chiều cao chổi than mòn quá quy định thì thay chổi than mới.

Mặt tiếp xúc chổi than không đạt yêu cầu thì dùng giấy nhám đánh lại.

Tính đàn hồi của lò xo không đạt yêu cầu thì thay lò xo mới.

Giá đỡ chổi than dương bị chạm mass thì dùng xăng rửa sạch hoặc thay tấm mica cách điện mới.

Giá đỡ chổi than âm không tiếp mass thì dùng xăng rửa sạch hoặc hàn lại.

+ Phần ứng: kiểm tra sự cọ sát hoặc kéo lê phần ứng lên các má cực, độ mòn và độ nhám ở các ổ đỡ trục phần ứng. Nếu phần ứng bị xước do cọ sát với các má cực thì dùng giấy nhám đánh lại; ổ đỡ trục phần ứng bị mòn hoặc trục phần ứng bị cong, có thể tiện lại hoặc thay mới.

Kiểm tra các cuộn dây phần ứng bị đứt, hoặc lớp cách điện bị cháy và các nối kết không được hàn chắc chắn. Ở nhiều phần ứng, các cuộn dây được hàn với các thanh của bộ đảo mạch, các nối kết này không thể sửa chữa bằng cách hàn lại, chỉ có thể thay phần ứng mới.

Kiểm tra sự ngắn mạch và chạm mass của phần ứng bằng đồng hồ VOM, nếu phần ứng bị ngắn mạch hay chạm mass thì ta thay phần ứng mới tương đương.

Câu hỏi:

1. Trình bày khái niệm động cơ vạn năng?
2. Động cơ vạn năng được cấu tạo như thế nào?
3. Phân tích nguyên lý hoạt động của động cơ vạn năng?
2. Trình bày các bước tháo, lắp, bảo dưỡng động cơ vạn năng?

Bài tập

1. Tháo, lắp, bảo dưỡng động cơ điện vạn năng?
2. Sửa chữa động cơ điện vạn năng?

BÀI 4: ĐỘNG CƠ BƯỚC, ĐỘNG CƠ SERVO

Mã bài: MĐ 21-04

Giới thiệu:

Động cơ bước là một loại động cơ điện có nguyên lý và ứng dụng khác biệt với đa số các động cơ điện thông thường. Chúng thực chất là một động cơ đồng bộ dùng để biến đổi các tín hiệu điều khiển dưới dạng các xung điện rời rạc kế tiếp nhau thành các chuyển động góc quay hoặc các chuyển động của rôto có khả năng cố định rôto vào các vị trí cần thiết.

Động cơ servo là cơ bắp của hệ thống điều khiển chuyển động. Chúng cung cấp lực cần thiết để di chuyển các thiết bị theo yêu cầu của ứng dụng. Bạn hãy dùng con trỏ tại mỗi hình vẽ để xem mô tả.

Nhiều người nghĩ rằng động cơ servo là thiết bị hoạt động độc lập. Nhưng trên thực tế, động cơ servo không thể hoạt động nếu không được ghép nối với một hệ thống các thiết bị hoạt động đồng thời để đạt được quá trình điều khiển chuyển động mong muốn.

Mục tiêu:

- Mô tả được cấu tạo, phân tích được nguyên lý làm việc của động cơ bước, động cơ servo.
- Phân tích được một số ứng dụng thực tế của động cơ bước, động cơ servo.
- So sánh được sự giống và khác nhau, ưu, nhược điểm của động cơ bước và động cơ servo.
- Thực hiện điều khiển được động cơ bước, động cơ servo.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

Nội dung chính:

1. Động cơ bước

1.1. Khái niệm

Động cơ bước là một loại động cơ điện có nguyên lý và ứng dụng khác biệt với đa số các động cơ điện thông thường. Chúng thực chất là một động cơ đồng bộ dùng để biến đổi các tín hiệu điều khiển dưới dạng các xung điện rời rạc kế tiếp nhau thành các chuyển động góc quay hoặc các chuyển động của rôto có khả năng cố định rôto vào các vị trí cần thiết.

Trục của động cơ bước quay những bước tăng rời rạc khi các xung điện điều khiển được áp đến nó theo một trình tự hợp lý. Sự quay của các động cơ liên hệ trực tiếp với các xung được áp vào. Trình tự của các xung áp vào quan hệ trực tiếp với hướng quay của trục động cơ. Tốc độ quay của trục động cơ quan

hệ trực tiếp với tần số các xung vào và chiều dài vòng quay thì liên hệ trực tiếp với số lượng các xung được áp vào



Hình 4-1: Một số mẫu động cơ bước trong thực tế.

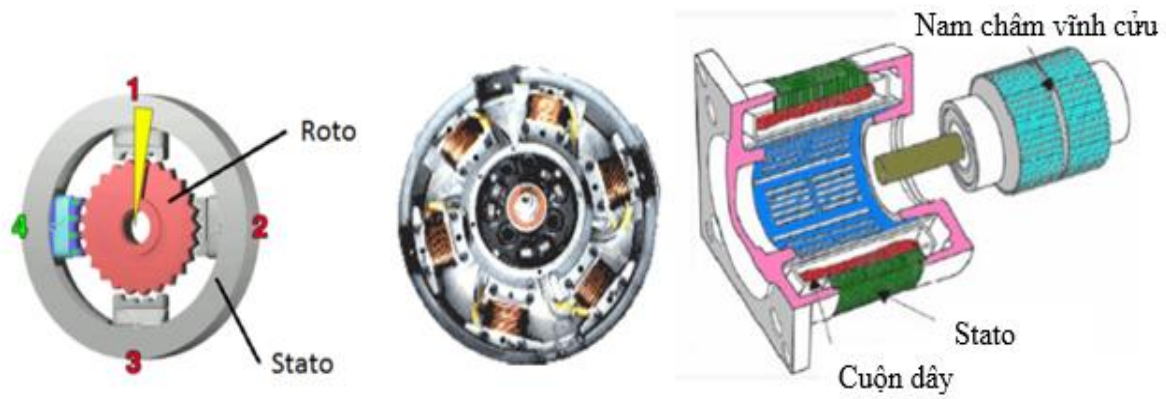
1.2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc

1.2.1. Cấu tạo

Động cơ bước có thể được coi là tổng hợp của 2 loại động cơ: Động cơ 1 chiều không tiếp xúc và động cơ đồng bộ giảm tốc công suất nhỏ.

Cấu tạo gồm có 2 phần chính:

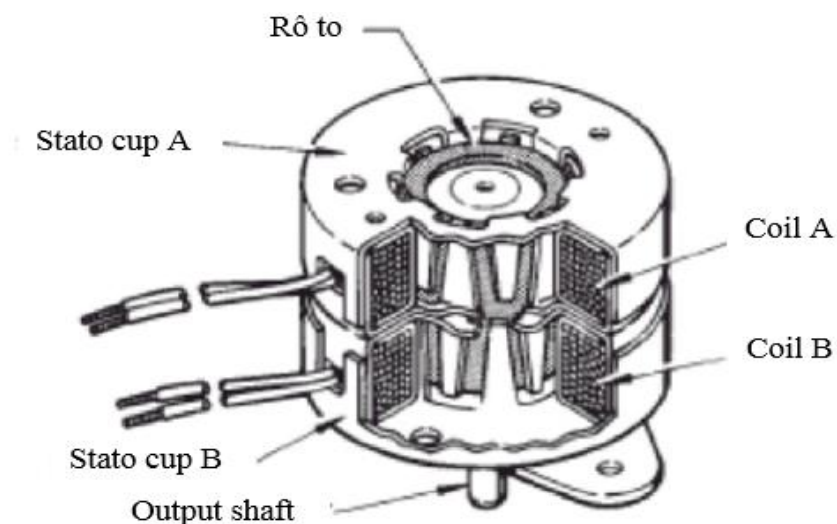
- Stato (Phần tĩnh)
- Rôto (Phần động)



Hình 4-2: Cấu tạo động cơ bước

*** Động cơ bước nam châm vĩnh cửu:**

Cấu tạo gồm có hai phần chính: phần quay (rôto) và được bao xung quanh là phần tĩnh (stator).



Hình 4-3: Cấu tạo động cơ bước nam châm vĩnh cửu

- Stator :

Hai bộ phận chính của stator là lõi thép (mạch từ) và dây quấn :

+ Lõi thép làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dập theo khuôn rồi ghép lại dạng hình trụ rỗng, mặt trong có phay rãnh. Trong rãnh là dây quấn máy điện có thể là dây quấn 2 pha, 3 pha, 4 pha hoặc 5 pha. Phía ngoài stator có vỏ bằng nhôm hoặc hợp kim của nhôm, hai đầu stator có hai nắp làm bằng cùng vật liệu với vỏ và bắt chặt vào vỏ. Trên nắp máy có lắp ổ trục (ổ trượt hoặc vòng bi) để đỡ trục quay của rôto.

+ Dây quấn stator của động cơ bước nam châm vĩnh cửu là loại dây điện từ, có tiết diện hình tròn hoặc hình chữ nhật. Dây quấn stator được chia thành nhiều pha dây quấn, mỗi pha có một tổ bối dây, mỗi tổ bối dây có W số vòng dây và được lồng vào cực từ của stator.

- Rôto:

Rôto của động cơ bước nam châm vĩnh cửu có cấu tạo thường không có răng cực từ, được từ hoá vĩnh cửu vuông góc với trục (ngang trục) và được lồng vào phía trong của stato. Cực từ của rôto thường là 2 hoặc 6 cực từ (N - S) xen kẽ nhau.

*** Động cơ bước từ trở biến thiên**

Cấu tạo:

Động cơ bước từ trở có cấu tạo gồm hai phần chính là stato (phần tĩnh) và rôto (phần quay)

- Stato: gồm có hai phần chính là lõi thép và dây quấn stato.

+ Lõi thép: Được ghép bằng các lá thép kỹ thuật điện ghép lại với nhau tạo thành một khối hình trụ, ở giữa được đục lỗ và phay các rãnh cực từ, trên mặt cực từ có răng. Bề dày của mỗi lá thép vào khoảng 0,35 mm đến 0,5 mm, ở hai mặt của mỗi lá thép được sơn cách điện.

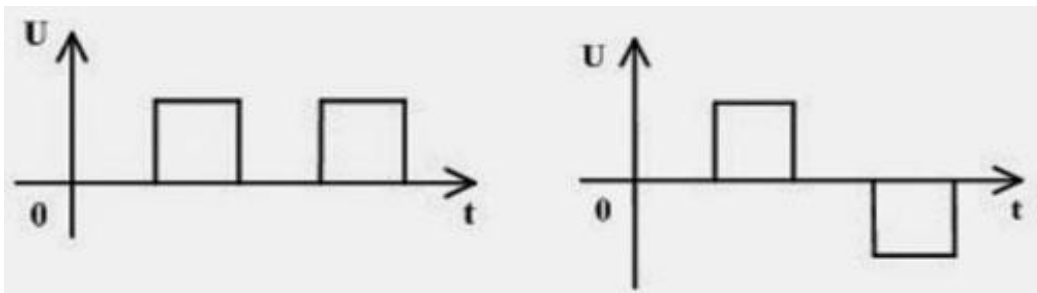
+ Dây quấn stato: là dây điện từ có thể là dây nhôm hoặc đồng được cách điện bằng lớp emay hoặc cotton, tiết diện dây quấn có dạng hình tròn. Mỗi pha trên stato được quấn thành hai cuộn dây nối tiếp nhau ở vị trí xuyên tâm đối, thậm chí thành 4 cuộn đôi một trục giao, mỗi cuộn dây cuốn có W số vòng dây.

- Rôto: được làm bằng vật liệu dẫn từ có từ trở thay đổi theo góc quay. Mỗi rãnh của rôto là một cực.

1.2.2. Nguyên lý làm việc

Khác với động cơ đồng bộ thông thường, rôto của động cơ bước được khởi động bằng phương pháp tần số do không có cuộn dây khởi động. Rôto của động cơ bước có rôto tích cực hoặc rôto thụ động.

Động cơ bước làm việc nhờ bộ chuyển mạch điện tử đưa các tín hiệu vào Stato theo một thứ tự và một tần số nhất định. Số lần chuyển mạch sẽ bằng tổng số góc quay của rôto, chiều quay và tốc độ quay của rôto cũng phụ thuộc vào thứ tự chuyển đổi và tần số chuyển đổi.



Hình 4-4: Xung điện áp cấp cho cuộn dây stato

Xung điện áp cấp cho cuộn dây stato có thể là xung 1 cực hoặc 2 cực:

Chuyển mạch điện tử có thể cung cấp điện áp điều khiển cho các cuộn dây stato theo từng cuộn riêng lẻ hoặc có thể theo từng nhóm các cuộn dây. Trị số cũng như chiều của lực điện từ tổng F phụ thuộc vào vị trí của các lực điện từ thành phần. Do đó, vị trí của rôto của động cơ bước phụ thuộc hoàn toàn vào phương pháp cung cấp điện cho các cuộn dây:

*** Nguyên lý làm việc của động cơ bước nam châm vĩnh cửu**

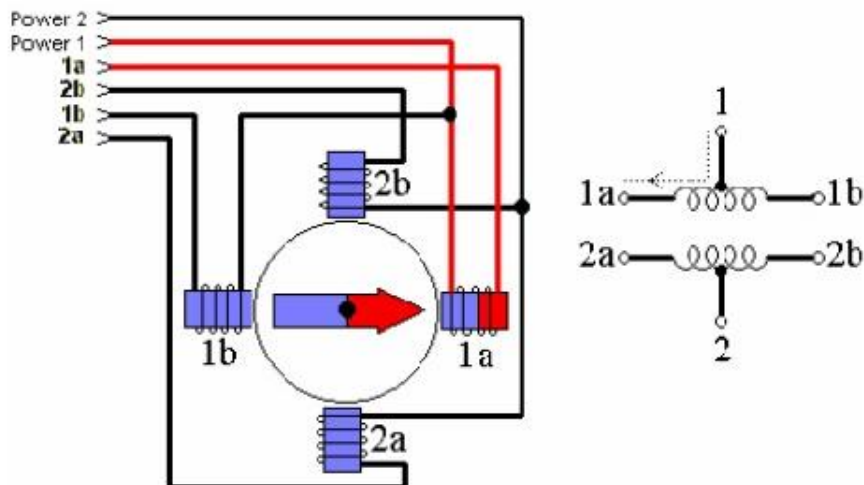
- Nguyên lý làm việc của loại động cơ này là dựa vào tác động của một trường điện từ trên một mômen điện từ, cụ thể là tác động của một trường điện từ lên một hoặc nhiều nam châm vĩnh cửu. Rôto của động cơ tạo thành một hoặc nhiều cặp từ và mômen điện từ của nam châm được đặt thẳng hàng trên từ trường quay do các cuộn dây tạo nên.

- Các cuộn dây của stato gọi là các pha. Động cơ bước có thể có nhiều pha 2,3,4,5 pha; nó được cấp điện cuộn này sang cuộn khác với việc đảo chiều dòng điện sau mỗi bước quay. Chiều quay của động cơ phụ thuộc vào thứ tự cấp điện cho các cuộn dây và hướng của từ trường.

- Góc bước của động cơ thay đổi thường là từ 6° đến 45° trong chế độ điều khiển bước đủ, mômen hãm từ 0,5 đến 25 Ncm, tần số khởi động lớn nhất là 0,5 Khz và tần số làm việc lớn nhất ở chế độ không tải là 5 Khz.

- Động cơ loại này có đặc tính chống rung tốt, tốc độ chậm nhưng có mômen khá lớn.

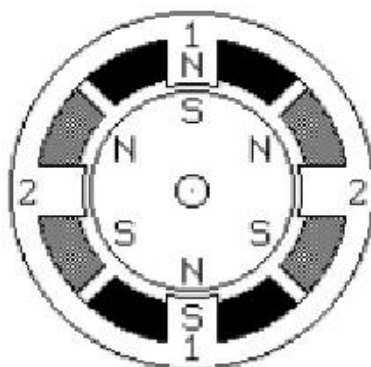
- Trên phương diện dòng điện điều khiển, động cơ bước nam châm vĩnh cửu có thể phân làm hai loại: động cơ đơn cực (điều khiển bằng dòng điện đơn cực) và động cơ lưỡng cực (điều khiển bằng dòng điện lưỡng cực).



Hình 4-5: Động cơ bước nam châm vĩnh cửu hai pha kiểu đơn cực

Động cơ bước nam châm vĩnh cửu kiểu đơn cực có 5, 6 hoặc 8 dây ra thường được quấn như sơ đồ hình 4-5, với một đầu nối trung tâm trên các cuộn. Khi sử dụng, các đầu nối trung tâm thường được nối vào cực dương nguồn cấp,

và hai đầu còn lại của mỗi mấu lần lượt nối đất để đảo chiều từ trường tạo bởi cuộn đó.



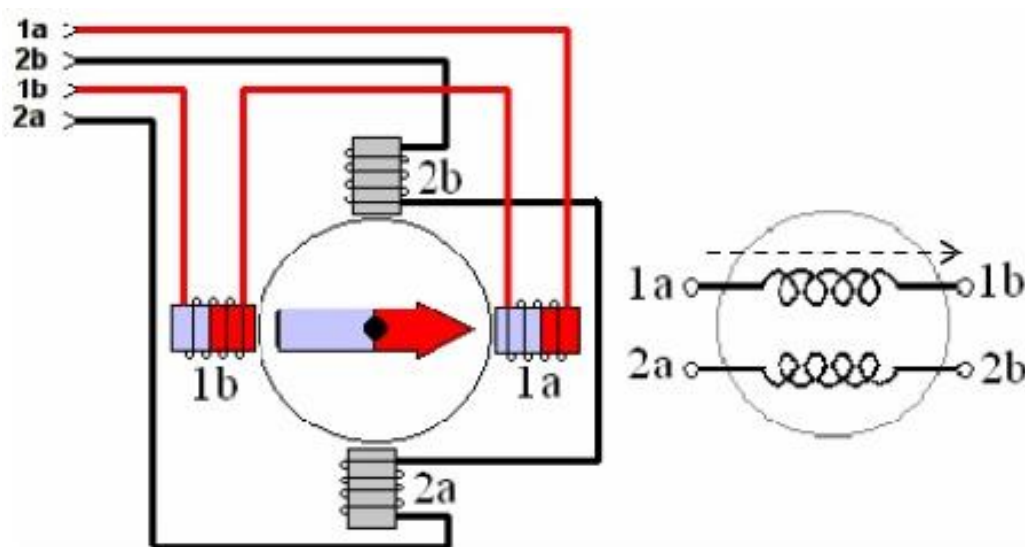
Hình 4-6: Cấu trúc động cơ bước nam châm vĩnh cửu hai pha kiểu đơn cực

Theo hình vẽ, ta thấy mấu 1 nằm ở cực trên và dưới của stator, còn mấu 2 nằm ở hai cực bên phải và bên trái động cơ. Rôto là một nam châm vĩnh cửu với 6 cực, 3 Nam (S) và 3 Bắc (N) xếp xen kẽ trên vòng tròn.

Như trong hình 4-5, dòng điện đi qua từ đầu trung tâm của mấu 1 đến đầu a tạo ra cực Bắc (N) trong stator trong khi đó cực còn lại của stator là cực Nam (S). Nếu điện ở mấu 1 bị ngắt và kích mấu 2, rôto sẽ quay 30° , hay 1 bước.

Động cơ 30° mỗi bước là một trong những thiết kế động cơ nam châm vĩnh cửu thông dụng nhất, mặc dù động cơ có góc bước 15° và $7,5^\circ$ là khá lớn. Để xử lý góc bước ở mức độ cao hơn, rôto phải có nhiều cực đối xứng hơn.

Động cơ nam châm vĩnh cửu hai cực có cấu trúc cơ khí giống như động cơ đơn cực nhưng hai mấu của động cơ được nối đơn giản hơn, không có đầu nối trung tâm như hình vẽ 4-7.



Hình 4-7: Động cơ bước nam châm vĩnh cửu hai pha kiểu lưỡng cực

1.3. Phân loại động cơ bước

- Phân loại dựa vào số pha của động cơ
 - + Động cơ 2 pha sẽ có góc bước quay 1.8 độ, có 4 dây, 6 dây hoặc 8 dây
 - + Động cơ 3 pha sẽ có góc bước quay 1.2 độ, có 3 hoặc 4 dây
 - + Động cơ 5 pha sẽ có góc bước quay 0.72 độ, có 5 hoặc 10 dây
- Phân loại động cơ bước dựa vào rôto
 - + Động cơ có rôto được tác dụng bằng dây quấn hoặc nam châm vĩnh cửu.
 - + Động cơ có rôto không được tác động nhưng có phần tử cảm ứng, có thể gọi là động cơ bước thay đổi từ trở.
 - + Động cơ bước đồng bộ lai, sử dụng kết hợp cả nam châm vĩnh cửu và biến đổi điện trở để vận hành.
- Phân loại tùy thuộc vào cực của động cơ
 - + Động cơ bước đơn cực, luôn có đầu trung tâm nổi ra từ phần giữa mỗi cuộn dây.
 - + Động cơ bước lưỡng cực, không có đầu dây nổi ra từ trung tâm cuộn dây.

1.4. Điều khiển động cơ bước

1.4.1. Điều khiển động cơ bước dạng sóng (Wave Drive)

Đây là phương pháp cơ bản nhất để điều khiển 1 động cơ bước, dù cho nó không được sử dụng nhiều nhưng vẫn đáng để giúp cho chúng ta hiểu về cách điều khiển động cơ bước. Trong phương pháp này, nếu mỗi pha hoặc stato ở cạnh nhau sẽ được động cơ kích hoạt tuần tự bằng cách sử dụng 1 mạch đặc trưng giúp từ hóa và khử từ hóa stato, điều này sẽ dẫn tới đi lại nhanh chóng của rôto một bước.

1.4.2. Điều khiển động cơ chạy đủ bước (Full Step Drive)

Trong mạch điều khiển động cơ bước 4 dây, thay vì kích hoạt tất cả những stato một lần, 2 stato sẽ được kích hoạt chỉ cách nhau 1 khoảng thời gian ngắn. Điều này sở hữu tức là nếu stato thứ 1 bật ON thì stato thứ 2 sẽ ON ngay sau đó một khoảng thời gian ngắn, trong lúc đó thì stato thứ nhất vẫn ON. Phương pháp này dẫn tới mô men xoắn đạt mức cao và cho phép chúng ta điều khiển động cơ tải cao.

1.4.3. Điều khiển động cơ chạy nửa bước (Half-Stepping Drive)

Phương pháp này cũng tương tự như ổ đĩa Full bước. Ở step motor và mạch điều khiển, 2 stato được đặt cạnh nhau sẽ được tiến hành kích hoạt trước và stato thứ 3 sẽ được kích hoạt ngay sau đó, nhưng 2 stato này lại bị vô hiệu hóa. Chu kỳ này sẽ kích hoạt 2 stato trước và sau đó 1 stato lặp lại để giúp điều

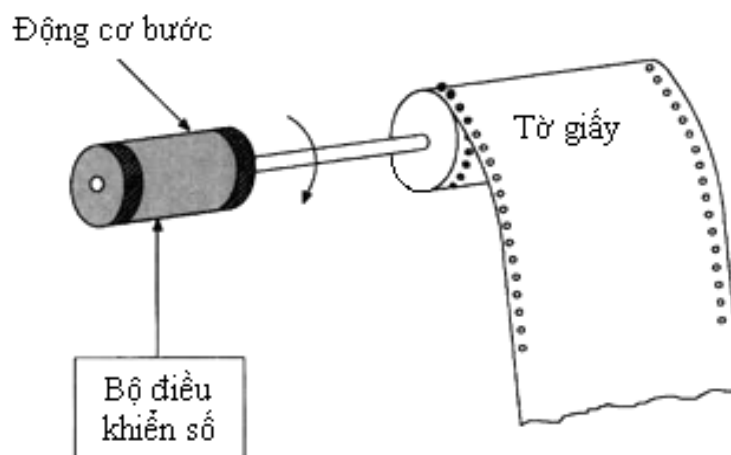
khởi động cơ bước. Phương pháp này sẽ dẫn tới tăng cường độ phân giải của động cơ trong lúc đó mô men xoắn sẽ giảm xuống.

1.4.4. Điều khiển động cơ chạy bước nhỏ (MicroStepping Drive)

Đây là phương pháp điều khiển động cơ bước được sử dụng phổ thông nhất vì nó sở hữu tính xác thực rất cao. Mạch điều khiển cung cấp ngay 1 dòng bước biến đổi cho cuộn dây stato đang tồn tại ở dạng sóng hình sin. Những bước đi tí xíu này hiện nay tiêu dùng để tăng cường độ xác thực tuyệt đối của từng bước một. Phương pháp này cũng được sử dụng rộng rãi do nó sở hữu thể giảm tiếng ồn của hoạt động ở mức độ to.

1.5. Ứng dụng

Ứng dụng đầu tiên của động cơ bước là vào năm 1935. Các mô hình động cơ bước trước đây có hiệu suất kém và không hiệu quả lắm. Các động cơ bước ngày nay đã được cải tiến rất nhiều và có thể được tìm thấy trong các thiết bị ngoại vi máy tính, các rô bốt, các máy ghi biểu đồ, các máy vẽ x-y, các máy bơm, các đồng hồ, các bàn vẽ, các van, các máy công cụ, các thiết bị y khoa, các thiết bị ô tô, các máy bán hàng nhỏ, và các máy quét, ...



Hình 4-8: Cơ chế lái tờ giấy sử dụng động cơ bước được ứng dụng trong máy in.

Động cơ bước được ứng dụng nhiều trong ngành tự động hóa, chúng được ứng dụng trong các thiết bị điều khiển cần độ chính xác. Trong điều khiển chuyển động kỹ thuật, động cơ bước là một cơ cấu chấp hành đặc biệt hữu hiệu bởi nó có thể thực hiện trung thành các lệnh đưa ra dưới dạng số.

Ví dụ: điều khiển rô bốt, điều khiển bắt, bảm các mục tiêu trong các khí tài quan sát, điều khiển lập trình trong các thiết bị gia công cắt gọt... Ngoài ra trong công nghệ máy tính, động cơ bước được sử dụng cho các loại ổ đĩa cứng, máy in...

Cũng như hầu hết các linh kiện điện tử khác, động cơ bước được lắp vào trong các động cơ, máy móc do đó nếu không để ý ta sẽ rất khó biết được những

máy móc, thiết bị nào có sử dụng động cơ bước. Đây là một số ứng dụng của động cơ bước:

- Thứ nhất, động cơ bước được ứng dụng khá nhiều trong ngành tự động hóa. Trong tự động hóa, động cơ bước được ứng dụng trong các thiết bị cần điều khiển chính xác như:

- + Điều khiển rô bốt
- + Điều khiển lập trình trong các thiết bị gia công cắt gọt
- + Điều khiển các cơ cấu lái phương và chiều trong máy bay...

- Thứ hai, động cơ bước được ứng dụng trong công nghệ máy tính: Trong công nghệ máy tính động cơ bước được sử dụng cho các loại ổ đĩa cứng, ổ đĩa mềm, máy in, ...

* Nhận dạng động cơ bước

Các nhà chế tạo động cơ bước hầu như luôn luôn in loại, góc bước, điện trở cuộn dây và điện áp cuộn dây trên các động cơ. Khi các thông tin này không có sẵn thì vẫn có thể xác định được chúng nhờ vào sự trợ giúp của một VOM và một vài kiểm tra cơ bản.

- Xác định loại động cơ bước đơn cực, lưỡng cực hay đa năng

Phần lớn động cơ bước trên thị trường thuộc loại đơn cực, lưỡng cực, và đa năng. Dựa trên giả định này, bước thứ nhất là có thể đưa ra được ước đoán đầu tiên về loại động cơ bằng cách đếm các đầu dây ra.

Bước cuối cùng là sử dụng một ohm kế để xác định sự kết nối của mỗi đầu dây ra và kiểm nghiệm ước đoán loại động cơ ban đầu của bạn.

+ Động cơ lưỡng cực là đơn giản nhất, bạn chỉ cần kiểm nghiệm những dây nào nối đến mỗi cuộn.

+ Đối với loại đơn cực, điện trở đầu V+ đến đầu chung và đầu V- đến đầu chung là bằng nhau và bằng một nửa điện trở giữa V+ và V-.

- Xác định thứ tự các pha

Kết nối các đầu dây của động cơ bước với nguồn áp theo một mẫu trình tự điều khiển nhất định, đồng thời quan sát hướng quay trục của động cơ. Nếu hướng trục quay thực hiện liên tục là các pha đã đúng thứ tự.

- Xác định loại động cơ bước từ trở biến thiên, nam châm vĩnh cửu, hay lai

Không cần phải xem nhãn ghi trên động cơ, ta vẫn có thể nói được động cơ bước đang dùng thuộc loại nào. Khi không cấp nguồn, các động cơ nam châm vĩnh cửu và lai có khuynh hướng “vấu lại” khi ta quay rôto bằng các ngón tay của bạn, trong khi các động cơ từ trở biến thiên hầu như quay tròn một cách tự do (mặc dù chúng có thể vấu lại một chút do từ dư trong rôto).

2. Động cơ servo

2.1. Khái niệm

Động cơ servo là cơ bắp của hệ thống điều khiển chuyển động. Chúng cung cấp lực cần thiết để di chuyển các thiết bị theo yêu cầu của ứng dụng.

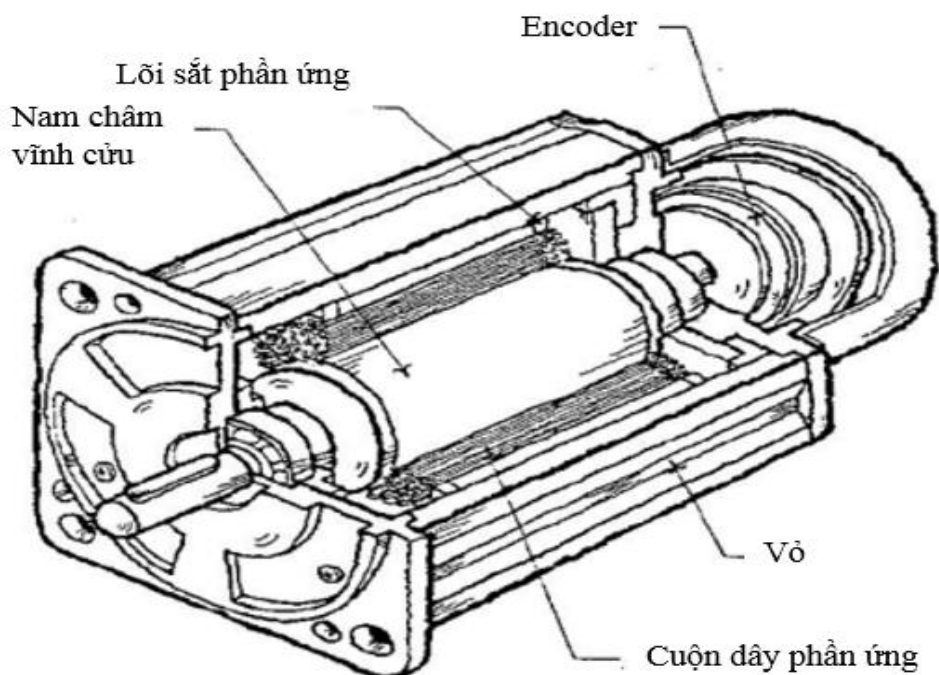
Động cơ servo được thiết kế cho hệ thống hồi tiếp vòng kín, tín hiệu ra được nối với mạch điều khiển. Khi động cơ quay, vận tốc và vị trí sẽ được hồi tiếp về mạch điều khiển này. Nếu có lý do nào ngăn cản chuyển động quay của động cơ, cơ cấu hồi tiếp sẽ thấy tín hiệu ra chưa đạt được vị trí mong muốn. Mạch điều khiển tiếp tục chỉnh sai lệch cho động cơ đạt được điểm chính xác.

2.2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc

2.2.1. Cấu tạo

Cấu tạo cơ bản của một động cơ servo gồm :

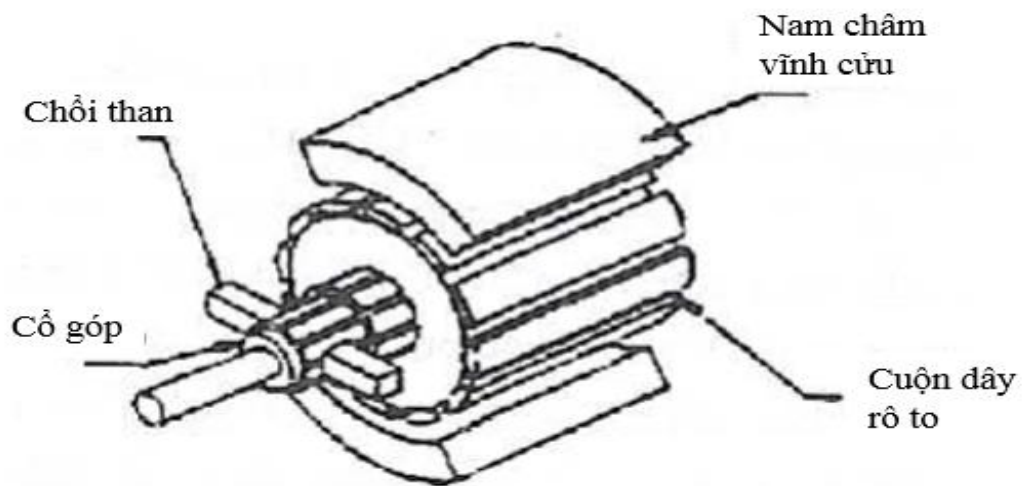
- Nam châm vĩnh cửu
- Lõi sắt phản ứng
- Bộ Encoder
- Vỏ
- Cuộn dây phản ứng



Hình 4-9: Cấu tạo động cơ servo

* Động cơ Servo DC có chổi than

- Động cơ servo dòng một chiều DC chổi than gồm các thành phần cơ bản: stato của động cơ DC là một nam châm vĩnh cửu, cuộn dây phản ứng lắp trên rôto.



Hình 4-10: Cấu tạo động cơ servo DC có chổi than

* Động cơ Servo DC không có chổi than

Động cơ Servo DC không có chổi than được sử dụng phổ biến trong máy công cụ điều khiển số. Về cơ bản có cấu trúc giống như động cơ Servo DC chổi than nhưng khác ở chỗ các cuộn pha của động cơ lắp trên stato và rôto là nam châm vĩnh cửu. Rôto được chế tạo từ vật liệu ferit hoặc samari coban. Rôto làm từ vật liệu samari coban có khả năng tập trung từ cao và từ dư thấp. Nhưng giá thành rôto loại này cao nên nó chỉ dùng để chế tạo rôto cho động cơ công suất lớn.

* Động cơ AC Servo

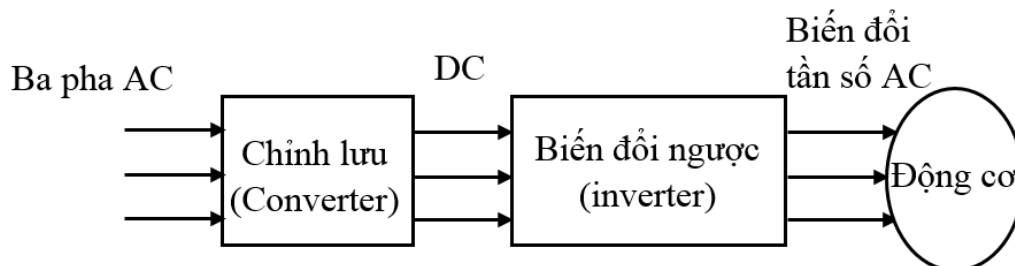
- Nhờ sự phát triển vượt bậc của công nghệ điều khiển điện, hiện nay chuyển động chạy dao trong máy công cụ điều khiển số dùng khá phổ biến động cơ AC Servo. Hình 4-11 chỉ ra hình dạng ngoài của động cơ AC Servo.



Hình 4-11: Hình dạng ngoài của động cơ AC servo

- Nhược điểm của động cơ AC Servo là hệ điều chỉnh tốc độ động cơ phức tạp và đắt tiền so với động cơ DC. Hệ điều khiển tốc độ động cơ AC Servo

dựa trên cơ sở biến đổi tần số. Tốc độ động cơ được xác định theo tần số nguồn. Một trong những phương pháp điều khiển tốc độ động cơ AC Servo là biến đổi dòng xoay chiều thành dòng một chiều nhờ bộ chỉnh lưu 3 pha, sau đó biến đổi dòng 1 chiều thành dòng xoay chiều ở tần số đã được lựa chọn. Hình 4-12 là sơ đồ khối đơn giản hệ điều khiển tốc độ động cơ AC Servo.

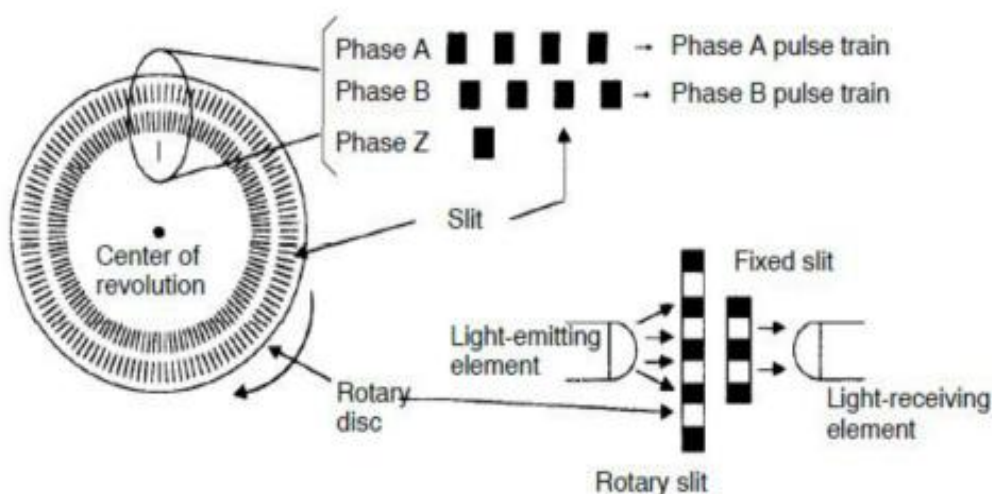


Hình 4-12: Sơ đồ khối đơn giản hệ điều khiển tốc độ động cơ AC Servo.

2.2.2. Nguyên lý làm việc

Nguyên lý cơ bản của encoder là một đĩa tròn xoay, quay quanh trục. Trên đĩa có các lỗ (rãnh). Người ta dùng một đèn led để chiếu lên mặt đĩa. Khi đĩa quay, chỗ không có lỗ (rãnh) đèn led không chiếu xuyên qua được, chỗ có lỗ đèn led sẽ chiếu xuyên qua được. Khi đó, phía mặt bên kia của đĩa, người ta đặt một con mắt thu. Với các tín hiệu có, không có ánh sáng chiếu qua người ta ghi nhận được đèn led có chiếu qua lỗ hay không.

Khi trục quay, giả sử trên đĩa chỉ có một lỗ duy nhất, cứ mỗi lần con mắt thu nhận được tín hiệu đèn led thì có nghĩa là đĩa đã quay được một vòng



Hình 4-13: Sơ đồ nguyên lý động cơ servo

* Động cơ servo DC có chổi than:

Trong quá trình hoạt động, từ trường cố định được sinh ra từ nam châm vĩnh cửu gắn trên stato tương tác với dòng từ sinh ra từ cuộn dây trên rôto khi có

dòng điện chạy qua nó. Quá trình tương tác đó sinh ra mômen tác động lên trục rôto.

Mômen này biểu diễn theo phương trình

$$T_m = k_e \cdot \Phi \cdot I_e \cdot \sin \Theta \quad (1)$$

- Trong đó : T_e = moment động cơ ;

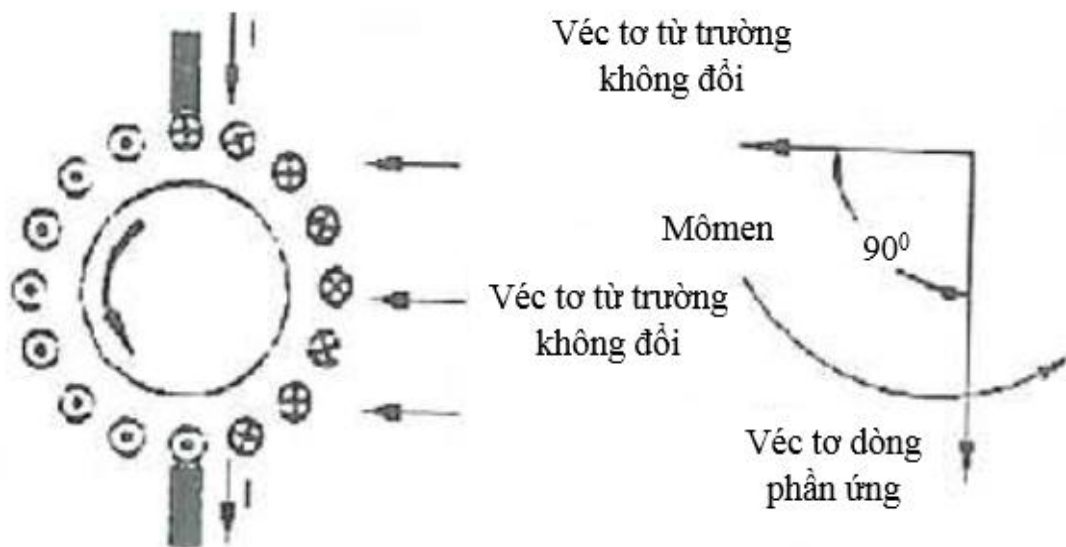
K_e = hệ số động cơ ;

Φ = mật độ dòng từ ;

I_e = dòng phần ứng ;

Θ = góc giữa vectơ từ trường cố định và vectơ dòng

Công thức (1) cho thấy phần tử $\sin \Theta$ ảnh hưởng tới moment trên trục động cơ. Hình 4-14 chỉ ra quan hệ giữa vectơ từ trường cố định và vectơ dòng qua phần ứng. Moment trên trục động cơ tăng dần từ $\Theta = 0^\circ$ và lớn nhất khi góc $\Theta = 90^\circ$ có nghĩa là khi vectơ từ trường cố định vuông góc với vectơ dòng phần ứng, moment trên trục động cơ là lớn nhất và khi $\Theta = 0^\circ$ vectơ dòng phần ứng song song với vectơ từ trường cố định, tại đó moment trên trục là nhỏ nhất. Để đảm bảo moment trên trục động cơ luôn đạt được giá trị lớn nhất cần thiết phải điều khiển chuyển mạch cấp điện cho cuộn dây rôto sao cho vectơ dòng phần ứng luôn luôn vuông góc với từ trường cố định. Với cách điều khiển quá trình cấp điện như trên, mômen động cơ sẽ biến thiên tỉ lệ với dòng cấp cho cuộn dây phần ứng



Hình 4-14: Vectơ từ trường cố định vectơ dòng và momen động cơ Servo DC

Một mối liên hệ khác giữa các thông số của động cơ một chiều là tốc độ quay của rôto tỷ lệ với sức điện động phản điện sinh ra trong cuộn dây phần ứng.

- Mômen và tốc độ của động cơ Servo DC điều khiển có thể mô tả bằng hai phương trình sau: $T_{dc} = K_m \cdot I_u$ (2)

$$E_b = K_b \cdot \omega$$
 (3)

- Trong đó: T_{dc} - là mômen từ, Nm

I_u - dòng điện trong cuộn dây phản ứng, A

E_b - điện áp phản điện (emf), V

K_m - hệ số mômen, kgm/A

K_b - hệ số điện, đơn vị đo vôn trên vòng trên phút

ω - vận tốc quay của động cơ, vòng/phút

- Ưu điểm của động cơ Servo DC chổi than là đơn giản trong điều khiển và giá thành sản phẩm rẻ. Tuy nhiên sử dụng chuyển mạch cơ khí gây ra ồn, tăng nhiệt độ trên vành góp và quán tính rôto cao khi giảm tốc độ. Để khắc phục các nhược điểm trên người ta đã sử dụng động cơ Servo DC không chổi than.

*** Động cơ Servo DC không có chổi than**

Tương tự như động cơ xoay chiều, từ trường quay trong động cơ DC không chổi than được sinh ra nhờ mạch điều khiển thứ tự cấp dòng cho các cuộn pha. Cuộn dây pha của động cơ không chuyển động vì vậy có thể sử dụng chuyển mạch bằng điện tử nên loại trừ bằng những nhược điểm tồn tại trong động cơ DC Servo chổi than.

Điều khiển các trục máy công cụ điều khiển số đòi hỏi điều khiển chính xác cả về vị trí và tốc độ. Vì vậy, động cơ Servo DC không chổi than cần phải có mạch phản hồi, tín hiệu phản hồi là tốc độ quay trục động cơ hoặc vị trí góc trục. Để đảm bảo chính xác chuyển động bàn máy, tín hiệu phản hồi phải được cấp liên tục cho mạch điều khiển. Trong công nghiệp thiết bị mạch phản hồi của động cơ Servo DC thường sử dụng là cảm biến tốc độ (Tachometer) chổi than hoặc không có chổi than, sensor hiệu ứng Hall, resolver, synchro và encoder.

2.3. Phân loại động cơ servo

- Động cơ Servo AC hay DC

Xét theo hiệu suất thì giữa động cơ AC và DC khác nhau lớn nhất là ở khả năng kiểm soát tốc độ.



Hình 4-16: Hình ảnh động cơ Servo AC và Servo DC

- AC servo motor

Là loại động cơ cho phép xử lý các dòng điện cao nên thường được sử dụng trong máy móc công nghiệp đặc biệt là các loại máy CNC, máy phay, máy tiện cơ khí, các máy thủy lực,....

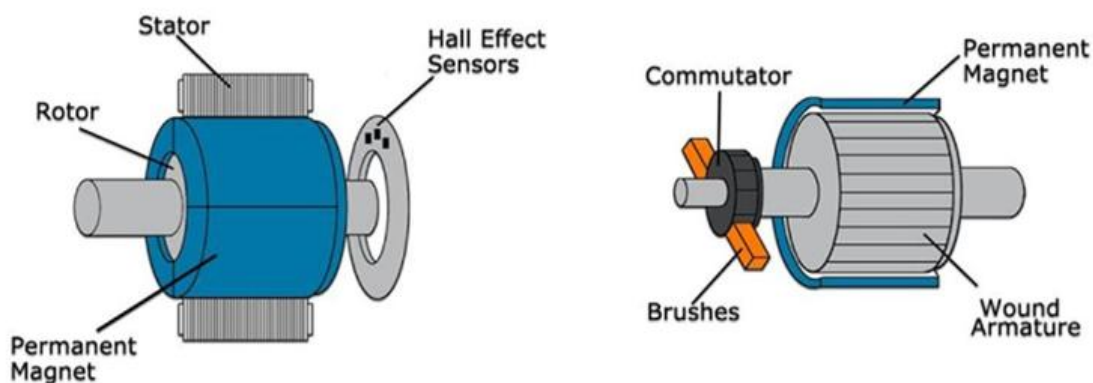
- DC servo motor

Không được thiết kế cho các dòng điện cao và thường phù hợp hơn cho các ứng dụng có dòng điện nhỏ hơn như máy bơm nước, máy nén khí,.... Động cơ DC servo còn được chia làm 2 loại đó là động cơ 1 chiều có chổi than và động cơ 1 chiều không chổi than.

- Động cơ Servo có chổi than và không chổi than

Servo DC sẽ được chuyển mạch cơ học với chổi than. Chúng sử dụng cổ góp hoặc điện tử không có chổi than.

Ưu điểm của động cơ có chổi than là ít tốn kém hơn và vận hành đơn giản hơn. Còn ưu điểm của động cơ không chổi than là đáng tin cậy hơn. Ngoài ra hiệu suất cao hơn và vận hành ít ồn hơn.

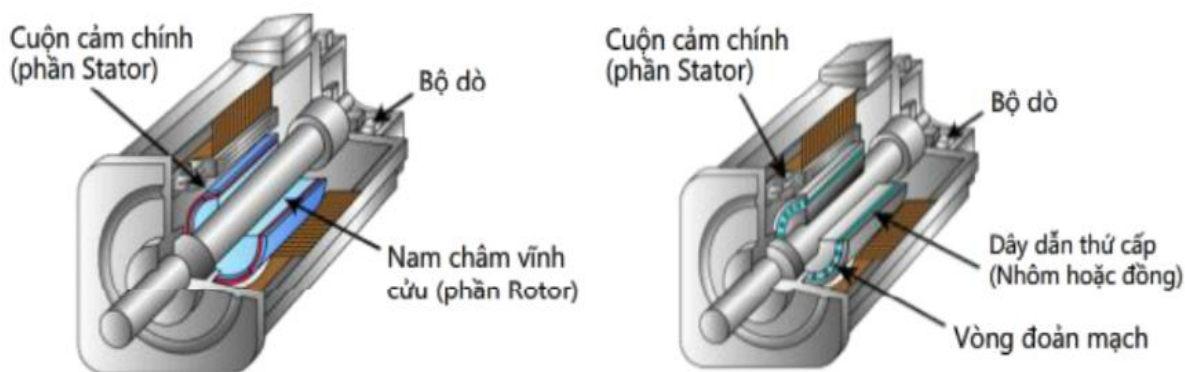


Hình 4-17: Động cơ servo có chổi than và servo không chổi than

Loại động cơ DC có chổi than thường được sử dụng phổ biến.

Động cơ DC không chổi than có thể thay thế chổi than vật lý và cổ góp bằng một linh kiện điện tử để đạt được sự chuyển mạch. Và thường sẽ thông qua việc sử dụng cảm biến Hall hoặc encoder.

- Động cơ Servo đồng bộ và không đồng bộ



Hình 4-18: Động cơ Servo đồng bộ và không đồng bộ

- + Trong động cơ đồng bộ, rôto quay cùng tốc độ với từ trường quay của stato.
- + Trong động cơ không đồng bộ thì rôto quay với tốc độ chậm hơn từ trường quay của stato.
- + Tốc độ của động cơ không đồng bộ có thể được thay đổi. Bằng cách sử dụng một số phương pháp điều khiển. Ví dụ như thay đổi số cực và tần số.

2.4. Điều khiển động cơ servo

Bên trong một động cơ servo cổ điển sẽ có 4 thành phần chính, đó là động cơ DC, hộp số, con biến trở cũng như mạch điều khiển. Động cơ DC có tốc độ tương đối cao và mô men xoắn thấp, nhưng đồng thời hộp số lại giảm tốc độ xuống còn khoảng 60 vòng/ phút, đồng thời gia tăng mô men xoắn lên.

Chiết áp sẽ được gắn trên bánh răng cuối cùng hoặc trên trục đầu ra của nó, do đó động cơ cũng quay theo chiết áp. Từ đó, tạo ra một điện áp liên quan rất lớn đến góc tuyệt đối của cái trục đầu ra.

Trong mạch điều khiển, điện áp của bộ chiết áp này được đem so sánh với điện áp đến từ ngay đường tín hiệu. Nếu cần, bộ điều khiển này sẽ kích hoạt mạch cầu H nhằm tích hợp cho phép động cơ của máy quay theo 2 hướng cho đến khi cả 2 tín hiệu đạt được mức chênh lệch giữa chúng bằng không.

Một động cơ servo thông thường được điều khiển bằng cách gửi 1 loạt các xung chạy qua đường tín hiệu. Tần số của tín hiệu của điều khiển lúc này phải là 50Hz hoặc 1 chu kỳ xung được tính là 20ms. Độ rộng của xung nhằm giúp xác định vị trí góc của servo cũng như các loại servo này thường có thể xoay được tới 180 độ (chúng có giới hạn vật lý mỗi khi di chuyển).

Nói chung, các xung có được tại 1ms tương ứng với vị trí là 0 độ và 1,5ms 90 độ và 2ms 180 độ. Mặc dù thời gian tối thiểu và thời gian tối đa của các xung

đôi khi còn có thể thay đổi được theo các loại khác nhau nhưng chúng có thể là 0,5ms cho 0 độ và 2,5ms ở tại vị trí 180 độ.

2.5. Ứng dụng

- Động cơ servo được sử dụng trong nhiều máy khác nhau, từ máy tiện điều khiển bằng máy tính cho đến các mô hình máy bay và xe hơi. Ứng dụng mới nhất của động cơ servo là trong các robot, cùng loại với các động cơ dùng trong mô hình máy bay và xe hơi.

- Các động cơ servo điều khiển bằng liên lạc vô tuyến được gọi là động cơ servo R/C (radio-controlled). Trong thực tế, bản thân động cơ servo không phải được điều khiển bằng vô tuyến, nó chỉ nối với máy thu vô tuyến trên máy bay hay xe hơi. Động cơ servo nhận tín hiệu từ máy thu này. Như vậy có nghĩa là ta không cần phải điều khiển robot bằng tín hiệu vô tuyến bằng cách sử dụng một động cơ servo, trừ khi ta muốn thế. Ta có thể điều khiển động cơ servo bằng máy tính, một bộ vi xử lý hay thậm chí một mạch điện tử đơn giản dùng IC 555.

2.6. So sánh động cơ bước và động cơ servo

* Những ưu điểm và nhược điểm của động cơ bước

- Các ưu điểm:

+ Không chổi than: Không xảy ra hiện tượng đánh lửa chổi than làm tổn hao năng lượng, tại một số môi trường đặc biệt (hầm lò...) có thể gây nguy hiểm.

+ Tạo được mômen giữ: Một vấn đề khó trong điều khiển là điều khiển động cơ ở tốc độ thấp mà vẫn giữ được mômen tải lớn. Động cơ bước là thiết bị làm việc tốt trong vùng tốc độ nhỏ. Nó có thể giữ được mômen thậm chí cả vị trí nhờ vào tác dụng hãm lại của từ trường rôto.

+ Điều khiển vị trí theo vòng hở: có thể điều chỉnh vị trí quay của rôto theo ý muốn mà không cần đến phản hồi vị trí như các động cơ khác, không phải dùng đến encoder hay máy phát tốc (khác với servo).

+ Độc lập với tải: Với các loại động cơ khác, đặc tính của tải rất ảnh hưởng tới chất lượng điều khiển. Với động cơ bước, tốc độ quay của rôto không phụ thuộc vào tải. Khi momen tải quá lớn gây ra hiện tượng trượt, do đó không thể kiểm soát được góc quay.

+ Động cơ có mô men toàn phần khi dừng lại (nếu các cuộn dây được cấp năng lượng).

+ Định vị chính xác và có khả năng lặp lại sự chuyển động vì các động cơ bước có độ chính xác 3%-5% bước và sai số này không tích lũy từ bước này sang bước kế tiếp.

+ Đáp ứng khởi động/dừng/đảo chiều tuyệt vời.

- + Rất tin cậy vì không có các chổi than tiếp xúc trong động cơ.
- + Đáp ứng của các động cơ đối với các xung số đưa vào cung cấp sự điều khiển vòng hở, làm đơn giản sự điều khiển và giảm giá thành.
- + Có khả năng đạt được sự quay đồng bộ ở tốc độ thấp với tải được ghép trực tiếp với trục động cơ.
- + Một phạm vi rộng các tốc độ quay có thể được thực hiện khi tốc độ tỉ lệ với tần số của các xung vào.
- Các nhược điểm:
 - + Sự cộng hưởng xảy ra nếu không được điều khiển hợp lí.
 - + Không dễ dàng hoạt động ở những tốc độ cực cao.

* So sánh giữa động cơ bước và động cơ Servo

Các đặc tính chuyển động	Động cơ Servo	Động cơ bước
Mô men cao, tốc độ thấp	Có thể được xem xét nếu giá thành, tính phức tạp không phải là một vấn đề.	Các ứng dụng có chu kỳ công tác liên tục đòi hỏi mô men cao và tốc độ thấp.
Mô men cao và tốc độ cao (> 2000 rpm)	Các ứng dụng có chu kỳ công tác liên tục đòi hỏi mô men cao và tốc độ cao. Một động cơ servo DC có thể tạo ra công suất trực liên tục lớn hơn ở các tốc độ cao khi được so sánh với các động cơ bước.	Nếu tốc độ thấp hơn 2000 rpm thì sử dụng động cơ bước có thể kinh tế hơn. Các động cơ bước trở nên cồng kềnh ở tốc độ cao.
Di chuyển ngắn, nhanh, có tính lặp lại	Sử dụng servo nếu bạn cần các yêu cầu động cao.	Động cơ bước sẽ mang đến giải pháp kinh tế hơn khi các yêu cầu bình thường hơn.
Các ứng dụng định vị	Servo có thể điều khiển hiệu quả khi tải hầu như có quán tính thay vì ma sát. Khả năng kéo quá sức động cơ servo trong chu kỳ công tác không liên tục cho phép một động cơ nhỏ hơn có thể được sử dụng.	Sử dụng động cơ bước nếu mô men thấp hơn 500 oz-in, nhỏ hơn 2000 rpm, tỉ số gia tốc từ thấp đến trung bình.

Các ứng dụng trong các môi trường nguy hiểm	Sử dụng động cơ servo không chổi than.	Sử dụng động cơ bước.
Tốc độ thấp, độ mịn cao	Sử dụng servo DC.	Sử dụng vi bước.
Phương pháp điều khiển	Vòng kín.	Được ưa chuộng sử dụng trong các ứng dụng vòng hở.

Câu hỏi :

1. Phân tích cấu tạo, nguyên lý hoạt động của động cơ bước ?
2. Phân tích cấu tạo, nguyên lý hoạt động của động cơ servo ?
3. Phân loại động cơ bước, động cơ servo?
4. Điều khiển động cơ bước?
5. Điều khiển động cơ servo?
3. Nêu ứng dụng thực tế của động cơ bước ?
4. Nêu ứng dụng thực tế của động servo ?
5. So sánh ưu, nhược điểm của động cơ servo?

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 2019.
- [2]- Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu, *Máy điện 2*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2019.
- [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 2016.
- [4]- Nguyễn Trọng Thắng, Nguyễn Thế Kiệt *Công nghệ chế tạo và tính toán sửa chữa Máy điện - tập 3*, , NXB Giáo dục 2018.
- [5]- Minh Trí, *Kỹ thuật quấn dây*, NXB Đà Nẵng 2015.
- [6]- 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 2014.
- [7]- Trần Duy Phụng, *Kỹ thuật quấn dây máy biến áp, động cơ vạn năng, động cơ điện 1 pha, 3 pha*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 2018.